

Duell in der Mittelklasse

Radeon vs. GeForce

Radeon R9 380X: Die beste Grafikkarte für 250 Euro? S. 34

Steam
Machines:
besser als
Eigenbau-PC?

Seite 8

CPUs von 2006 bis 2015

Pro-Takt-Vergleich: Gibt es wirklich einen Stillstand? Ab S. 54

Grafikkarte auslasten

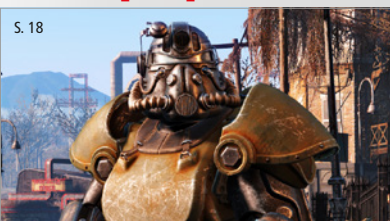
Tipps: Maximale Bildqualität für Ihre Lieblingsspiele Ab S. 44

Was leistet 20 Jahre alte Hardware?

Retro-Serie (Teil 4): Benchmarks und Bildvergleich mit Pentium, Voodoo & Co. Ab S. 80

Mod: Skylake
16 Kelvin kälter

S. 62

Perfekt aufrüsten
für Top-Spiele

S. 18

Lüftertest: 140 mm



S. 70

20 Modelle

Qualität beginnt, wo Entwicklung nie endet.



Als Premium-Markenhersteller von Netzteilen, Gehäusen und Kühlungsprodukten für Desktop-PCs arbeitet be quiet! unaufhörlich daran seine Produkte und sich selbst als Marke weiter zu entwickeln. Genau diese Einstellung macht den deutschen Silence-Experten seit 2007 zum ungeschlagenen Marktführer für PC-Netzteile* und einer der erfolgreichsten Marken Europas in diesem Segment.

Der Erfolg beruht auf der besonderen Leidenschaft für Qualität und der deutschen Expertise im gesamten Entwicklungs- und Herstellungsprozess. Produktkonzeption, Design und Qualitätskontrolle erfolgen ausschließlich in Deutschland. Produkte von be quiet! gehören zu den zuverlässigsten, effizientesten und leisesten auf dem Markt.

Weitere Informationen auf bequiet.com

* PC Games Hardware (2006-2014), GfK (2007-2015)

Erhältlich bei: alternate.de · arlt.de · atelco.de · bora-computer.de · caseking.de · conrad.de · cyberport.de · e-tec.at · galaxus.ch · mindfactory.de · reichelt.de · snogard.de

GERMANY'S NO. 1*
PSU MANUFACTURER

be quiet!®

Rückblick: Ein durchwachsesenes Jahr für PC-Spieler



Thilo Bayer
Chefredakteur
PC Games Hardware

2015 – was bleibt hängen? Es ist der 20. November, wir liegen in den letzten Zügen der Heftabgabe, der Winter deutet sich zumindest in den Wettervorhersagen an. Das ist eigentlich Anlass genug für mich, schon einmal zurückzublicken auf das Jahr 2015. Um es vorwegzunehmen: Das Jahr war durchwachsen, speziell für PC-Spieler. Und das hätte ich zu Jahresbeginn eigentlich nicht erwartet. Was ist passiert? Fangen wir mit Grafikkarten an. Nvidia hat 2015 die GTX 950/960/980 Ti und die Titan X veröffentlicht. Eher günstige Karten also und eher teure. Die für die meisten Anwender spannende obere Mittelklasse stammt aus dem Jahr 2014. AMD hingegen hat 2015 immerhin gleich zwei „Serien“ herausgebracht, die Furys und die Radeon-300er-Reihe. Eine große Rolle spielen diese Karten in unseren Umfragen aber immer noch nicht. Kommen wir zu den CPUs: Hier liegen berechnete Hoffnungen darauf, dass Intel mit der Skylake-Architektur gute Gründe liefert, in eine runderneuerte Infrastruktur mit DDR4 zu investieren – AMD wird ja erst Ende 2016 mit Zen ernsthaft zurückkehren. Während die Preise für DDR4-RAM und Sockel-1151-Mainboards mittlerweile vernünftig sind, kann man

das von den Preisen für den i7-6700K nicht behaupten. 130 Euro Aufpreis gegenüber dem i7-4790K, heute noch einmal geprüft: Das ist bei identischem Listenpreis schwer vermittelbar. Und auch deshalb spielen Skylake-Prozessoren keine nennenswerte Rolle in unseren CPU-Umfragen. Außer der 980 Ti hat sich wenig Hardware von 2015 durchgesetzt.

Werden denn wenigstens PC-Spiele im Jahr 2015 gut angenommen? Hier sieht die Lage etwas besser aus, denn es gibt einige hochdekorierte Spiele, die auch eine vernünftige PC-Umsetzung aufweisen – wenn sie nicht gleich direkt nur für PC erschienen sind. Mir fallen da Titel wie Cities: Skylines, Rocket League, GTA 5, The Witcher 3, Dirt Rally, Warhammer: End Times – Vermintide, Starcraft 2: Legacy of the Void und Fallout 4 ein. Aber: Das Jahr 2015 wird ganz bestimmt im Gedächtnis hängen bleiben wegen Batman: Arkham Knight, das nur kurz nach dem Verkaufsstart für sage und schreibe vier Monate aus dem Verkehr gezogen wurde (ein einmaliger Vorfall!) und selbst heute, nach der Wiederveröffentlichung, immer noch nicht einwandfrei rund läuft. Damit bleibt 2015 auch bei PC-Spielen ein durchwachsesenes Jahr, denn es gibt noch mehr Beispiele für schlampige PC-Versionen. Wie sehen Sie das?

Viel Spaß mit der Ausgabe Nummer 183 wünscht Ihr

Thilo Bayer

Raff prüft mit der AMD R9-380X eine neue Preis-Leistungs-Karte und nutzt die Verpackungen der Testmuster als Versteck.



Matthias testet den Steam-Controller, der Maus und Tastatur bei PC-Spielen ersetzen will.



Carsten & Stephan benchen Hardware, die man meistens wohl nur noch auf Dachböden findet.

Die Redaktion im November 2015

+++ **Phil** prüft die Herbst-Blockbuster unter den Spielen auf Herz und Nieren
+++ **Carsten & Stephan** bauen ein Spielesystem, wie man es vor 20 Jahren kannte, und testen es mit zur Ära passender Unterhaltungs-Software
+++ **Matthias** probiert den Steam-Controller aus, der auch PC-Spiele problemlos spielbar machen will
+++ **Reinhard** unterzieht erste Steam Machines einer Prüfung
+++ **Raff** scheucht die AMD Radeon R9 380X durch den Benchmark-Parcours

facebook

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

Noch
im Handel



www.pcgh.de/sohe

Heftinhalt

Der perfekte Spiele-Herbst

PCGH prüft, was Sie zum Genießen der zahlreichen Spiel-Neuerscheinungen brauchen.

Seite 18



SPECIALS

Test: Steam Machines.....08

Wir testen das Betriebssystem Steam OS und erste erhältliche Steam Machines.

Test: Spiele-Special inkl. Aufrüsttipps.....18

Die perfekte Hardware für den Spiele-Herbst

GRAFIKKARTEN

Startseite: Leistungsindex von 20 GPUs32

AMDs neuer Treiber: Radeon Software Crimson

Test: AMD Radeon R9 380X.....34

Neue Mittelklasse-Grafikkarte für Spieler

Praxis: Maximale Bildqualität44

So holen Sie die beste Grafikqualität aus Ihren Lieblingsspielen!

PROZESSOREN

Startseite: Intel Xeon Phi.....52

PCGH-Leistungsindex von CPUs und APUs

Praxis: Pro-Takt-Vergleich CPUs.....54

Wo gibt's am meisten fürs Megahertz?

Praxis: Intel Skylake „köpfen“62

So tauschen Sie die Wärmeleitpaste in der CPU.

INFRASTRUKTUR

Startseite:68

MSI GE62 6QF Apache Pro, Fanatec Clubsport, Pure Wings 2 PWM

Test: Marktübersicht Lüfter (Teil 2)70

Weitere Ventilatoren mit 140-mm-Rahmen

Info: PC-Gaming vor 20 Jahren80

Wir gehen in diesem Teil der Retro-Serie weitere 5 Jahre zurück in die Vergangenheit.

Test: Spielermäuse ab 60 Euro90

Lohnt sich der Aufpreis?

Test: Creative Soundblaster X7.....96

Edler Extern-Sound getestet

Test: Controller-Shootout.....98

Xbox Elite Controller gegen Razer Wildcat

EINKAUFSFÜHRER

PC-Konfigurationen.....114

Einkaufsführer-Startseite116

Grafikkarten118

Prozessoren & Kühler120

Mainboards & RAM122

LCDs & Eingabegeräte123

SSDs & Festplatten.....124

Gehäuse, Lüfter & Netzteile.....125

SERVICE

Editorial03

Inhalt DVD06

PCGH-Produkte88

Abo-Angebote.....101

Weihnachts-Gewinnspiel102

Lesereinsendungen112

PCGH-PCs113

Teamseite.....126

Impressum.....128

Die letzte Seite130

msi



MSI GTX 980 Ti GAMING 6G

Erstklassige Kühlung und Spitzenleistung für ein reibungsloses 4k-Erlebnis!

TORX FAN



SUPERSU PIPE



ZERO FROZR



GAMING APP



NO. 1 IN GAMING

Erhältlich bei: Alternate · Amazon · Acom · Arlt · Atelco · Bora Computer · Caseking · Computeruniverse · Cyberport · Home of Hardware · Mindfactory · im Fachhandel © 2015 Micro-Star Int'l Co., Ltd., Die verwendete Marken und Handelsnamen beziehen sich auf die jeweiligen Eigentümer oder deren Produkte.

GAMING.MSI.COM

Heft-DVD

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



Die DVD läuft nicht? Kein Problem! Schicken Sie eine E-Mail mit Ihrer genauen Anschrift (Name, Straße, PLZ, Wohnort) und der Ausgabennummer (z. B. Ausgabe 10/2015) unter dem Betreff „PC Games Hardware: DVD-Reklamation“ an compute@dpv.de.

Die DVD im Überblick

Vollversion

► Dark

PCGH-Top-Videos

- Alienware Steam Machine
- Interview zu Radeon Crimson
- PCGH-Retro: 10/2007
- Skylake köpfen
- Gaming vor 20 Jahren + Vergleich Hardware- gegen Software-renderer in sieben Spielen

Tools

- GPU-Z 0.8.6, MSI Afterburner 4.1.1, Nvidia Inspector 1.9.7.3, PCGH VGA-

Tool 1.0.1, PCGH SSAA-Tool, Radeon Pro, Sapphire Trixx

- AS-SSD Benchmark 1.8.5, Fraps 3.5.99, Prime 95 2.85, Super Pi 1.9
- Core Temp 1.0 RC6, CPU-Z 1.73, HD Tune 2.55 plus HD Tune Pro 5.50 Trial, Speedfan 4.50, Sysinternals Suite 07/2015

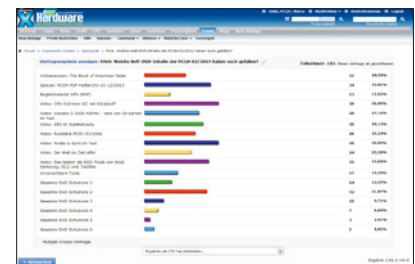
Treiber

- Nvidia Geforce 358.91 WHQL (Win 7, 8 & 10)
- AMD Catalyst 15.11 Beta (Win 7, 8, 10)

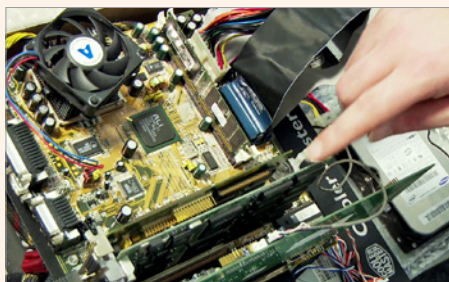
Feedback im PCGH-Forum

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

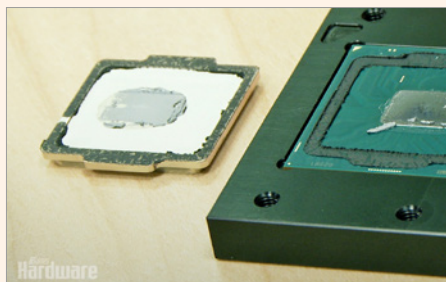
www.pcgh.de/feedback



PCGH-Top-Videos



Retro: Gaming vor 20 Jahren: PCGH spielt auf einem Rechner, wie er vor 20 Jahren üblich war (Pentium & Voodoo 1).



Skylake köpfen: In diesem Video zeigt Torsten, wie Sie den Heat-Spreader einer CPU entfernen und die Wärmeleitpaste austauschen.



Interview: Das Catalyst Control Center geht in Rente. Carsten spricht mit AMD über die neue Grafikkarten-Software Radeon Crimson.



Den Aktivierungscode
finden Sie auf der
Codekarte zwischen
Seite 66 und 67.

Dark nutzt als
Grafikgerüst eine
atmosphärische Cell-
Shading-Grafik.

Im Spiel müssen Sie
Kämpfen durch das
geschickte Ausnutzen
der Umgebung aus-
weichen.

Da es sich bei Dark um ein
Vampirspiel handelt, gibt es
auch das eine oder andere
Biss-Opfer zu beklagen.

DARK

Unsere Vollversion Dark lässt Sie die Rolle des frisch gebissenen Vampirs Eric Bane übernehmen. Im Verlauf der sechs Kapitel umfassenden Handlung gerät Eric in eine düstere, blutige Welt und verstrickt sich in die Machenschaften einiger Vampir-Fürsten. Das Action-Adventure setzt dabei auf jede Menge Schleich- und Rollenspiel-Elemente und entführt Sie in zahlreiche Locations, wie etwa in Nachtclubs oder in ein altes Kino. Offene Kämpfe sollten Sie in DARK tunlichst vermeiden, da Ihre Figur keinerlei Waffen einsetzen kann. Dafür ist Eric in der Lage, Schatten geschickt auszunutzen, Gegner auszuschalten oder bei Gefahr durch Konter aus den Latschen zu hauen. Damit Sie mit den zahlreichen Gegnern zurechtkommen, bietet DARK ein umfangreiches Rollenspiel-system, mit dem Sie Ihre Heldenfigur verbessern.

Installation und Aktivierung

Für die Installation benötigen Sie eine Online-Verbindung. Installieren das Spiel von unserer Heft-DVD und folgen Sie den Anweisungen im Setup. Anschließend müssen Sie den Produkt-Key eingeben, um das Spiel im Kalypso-Launcher zu aktivieren. Falls Sie noch keinen Account bei Kalypso besitzen, können Sie das im Rahmen der Installation nachholen.

Systemvoraussetzungen

Mindestens: Windows Vista/7/8, Core 2 Duo E4300/ Athlon 64 X2 5200+, 2 GB RAM, Geforce 8800 GT/ Radeon HD 6570, 3 GB Festplattenspeicher, Online-Verbindung. **Empfohlen:** HD 6850, 4 GB RAM, HD-Speicher: 4 GB

www.pcgameshardware.de

01/16 | PC Games Hardware

7



Dampfmaschinen

Mit dem Erscheinen des Steam Controllers finden auch die ersten Steam Machines den Weg auf den Markt. Wir sehen uns das Betriebssystem, seine Performance sowie einige Steam Machines an.

Kurz nach dem Erscheinen von Windows 8 gehörte Gabe Newell, der Chef von Valve, zu den schärfsten Kritikern des neuen Betriebssystems. Inwieweit das der Grund für die Initiierung von Steam OS war, ist nicht bekannt. Auf jeden Fall dauerte es nach dem Windows-8-Release nicht lange, bis Gabe Newell mit der Steam-OS-Ankündigung herausplatzte: Einem Linux-OS, das für Steam und Spiele ausgelegt ist und für die beste Wohnzimmereinrichtung einen eigenen Controller mitbringt, der auch nicht für Gamepads ausgelegte Spiele bedienbar machen soll.

Das Betriebssystem erschien recht schnell, zumindest als Beta-Fassung. Der Controller ließ jedoch lange auf sich warten. Das hat sich

nun jedoch geändert, weshalb so langsam die ersten offiziellen Steam Machines erscheinen. Wir nehmen dies zum Anlass, noch mal einen Blick auf das Betriebssystem zu werfen und die ersten verfügbaren Steam Machines zu testen.

Die Installation des Gaming-Linux

Für Steam OS hat sich Valve Debian als Unterbau ausgesucht, eine Distribution, die großen Wert auf stabile Software legt, auch auf Kosten der Aktualität. Das Unternehmen hinter Steam macht hier also keine Experimente, denn Debian dient auch als Basis für das bekannte Ubuntu, worauf wiederum viele andere Distributionen fußen. Das ist vor allem für die Software-Vielfalt ein großer Vorteil.

Wie die meisten Linux-Distributionen auch ist Steam OS kostenlos und wird unter pcg.de/steamos von Valve zum Download angeboten. Die Erstellung eines Installationsmediums ist einfach: Sie brauchen einen Stick mit mindestens 2 GB Kapazität, den Sie mit FAT32 formatieren und auf den Sie anschließend das 1,5 GB große Zip-Archiv entpacken, das Sie heruntergeladen haben.

Die Installation selbst unterscheidet sich von der anderer Linux-Varianten. Valve empfiehlt hier ausschließlich die Verwendung von Steam OS im UEFI/GPT-Modus. Zwar gibt es modifizierte Varianten, die auch normale MBR-Partitionen („Master Boot Record“) verwenden, jedoch entstehen die-

se in Community-Arbeit und ohne den offiziellen Segen von Valve. Für die Installation muss also die UEFI-Boot-Funktionalität aktiviert sein. Zudem darf Secure-Boot nicht eingeschaltet sein. Falls Sie bei Ihrem Mainboard diese Funktion nicht komplett deaktivieren können, sollten Sie sie zumindest auf „other OS“ stellen, da das UEFI sonst keine unsigned Kernel laden wird.

Anschließend starten Sie den PC neu und drücken die Taste zum Aufrufen des Menüs, in dem Sie das Boot-Medium auswählen. Bei den meisten Mainboards erreichen Sie diese Funktion über F8 oder F11. Wählen Sie hier einen Punkt mit Ihrem USB-Stick, dem ein „UEFI:“ voransteht – anders als bei MBR-basierten Systemen muss nicht mehr

das Medium mittels diverser Flags selbst als bootfähig markiert sein, das UEFI liest die Daten auf der Partition selbstständig und stößt die Steam-OS-Installation an.

Schnell und möglicherweise schmerzhaft

Nun sollte Sie auch schon der erste Bildschirm des Bootloaders begrüßen. Hier können Sie festlegen, wie Sie die Installation durchführen wollen. Es gibt sowohl einen automatischen als auch einen Experten-Modus. Den ersten Modus empfehlen wir Nutzern, die noch keine Erfahrung damit haben, wie man ein System für Linux partitioniert.

Allerdings müssen Sie hierbei beachten, dass der Installer in diesem Modus ohne Rücksicht auf Verluste das erste Laufwerk in der vom UEFI übermittelten Aufzählung formatiert und dieses voll für Steam OS in Beschlag nimmt. Falls das Ihr Windows-Laufwerk ist, dann wird auch selbiges ohne nennenswerte Warnung komplett gelöscht. Die Standard-Formatierung der Festplatte durch Steam OS sieht eine EFI-Partition (ca. 500 MB), eine Root-Partition, eine Recovery-Partition und eine Swap-Partition (jeweils etwa 10 GB) vor. Der Rest des Datenträgers dient als Home-Partition (Linux-Variante der eigenen Dateien/Dokumente), wo auch Steam die heruntergeladenen Spiele ablegt.

Holzhammer

Falls Sie auf den Installer im „Expert Mode“ zurückgreifen, dürfen Sie die Partitionierung eigenständig festlegen, das System aber auch als Dual-Boot-Setup neben einem vorab installierten Windows betreiben. Steam OS greift dafür auf den Standard-Debian-Installer zurück und begrüßt Sie nach dem Abfragen der Sprache und anderen lokal abweichenden Optionen mit dem gleichen Partitionierungsvorschlag, wie er bei der automatischen Variante ohne Rückfrage vorgenommen wird. Diesen können Sie hier aber auch durch einen Klick auf „Änderungen an den Partitionen rückgängig machen“ verworfen und eine eigene Aufteilung vornehmen. Das Verkleinern von Windows-Partitionen müssen Sie vor der Installation von Steam OS in Windows vornehmen. Das Par-

tionierungsprogramm von Steam OS war auf unserem System dazu nicht in der Lage. Wählen Sie hier nun den freien Speicher. Hier können Sie die Partitionierung nun manuell vornehmen. Alternativ funktioniert es auch, den freien Speicher auszuwählen und anschließend den automatischen Partitionierungsvorschlag zu übernehmen. Das Aufteilungsschema gleicht dem des automatischen Modus, nur dass keine vorhandenen Festplattenunterteilungen gelöscht werden.

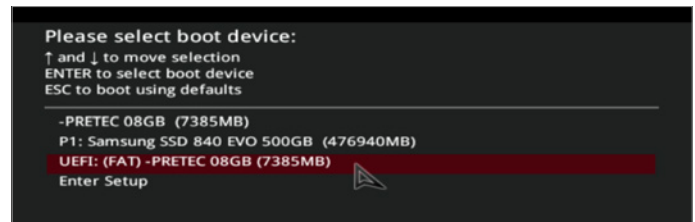
Mit einem Klick auf „Weiter“ wird die neue Festplattenunterteilung geschrieben und die Installation gestartet. GRUB („Grand Unified Bootloader“) sollte ebenfalls automatisch installiert und die vorhandene Windows-Installation im Bootmenü eingefügt werden. Die Installation an sich ist nun abgeschlossen.

An dieser Stelle empfehlen wir nochmals besonders jenen, die im Umgang mit Linux nicht routiniert sind, vor dem Start mit Steam OS ein Back-up anzulegen und nicht benötigte HDDs eventuell vom System zu trennen. Bereits ein falscher Klick kann dafür sorgen, dass Ihr vorhandenes Produktiv-System unwiederbringlich gelöscht wird.

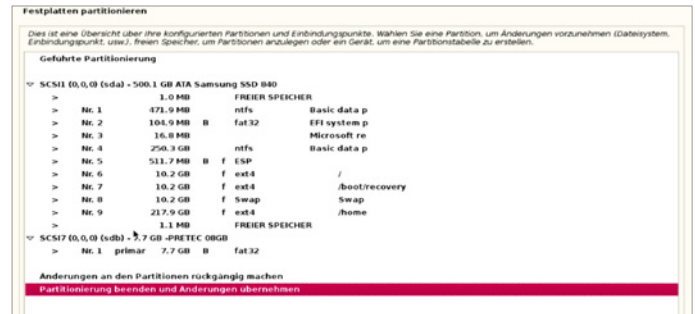
Inbetriebnahme

Nachdem Sie die Partition abgeschlossen und der Installer Steam OS auf die Festplatte kopiert hat, bootet das Betriebssystem erst mal auf den Desktop. Hier wird sofort im Anschluss Steam heruntergeladen und installiert. Zudem werden die Hintergrundbilder von GRUB und der Bootscreen gegen die Steam-OS-Varianten ausgetauscht. Nach einem weiteren Neustart kopiert ein Tool noch automatisiert die Recovery-Partition auf Ihr System. Wählen Sie nun im darauffolgenden Menü „reboot“, um die Einrichtung des Systems endgültig abzuschließen.

Nun ist Steam OS für die Verwendung bereit, nach dem nächsten Start wird automatisch Steam im Big-Picture-Modus aufgerufen. Der Startvorgang verläuft dabei nahtlos und man bemerkt zu keiner Zeit, dass ein Linux unter der Oberfläche werkelt. Etwas ärgerlich ist dabei, dass das Betriebssystem standardmäßig keine Stand-by-Funktion zu



Valve empfiehlt die Installation von Steam OS ausschließlich im UEFI-Modus. Dazu ist der Start der Installation über die Quelle mit UEFI-Präfix notwendig.



Um Steam OS parallel neben Windows zu betreiben, ist die Installation über den Expertenmodus nötig. Eine Beispielpartitionierung könnte so aussehen.

Bioshock Infinite (int. Benchmark)

GTX 970, Full HD, maximale Ingame-Details, Treiberstandardeinstellungen

Windows 10 59 167,2 (Basis)
Steam OS 70,4 (-58 %)

R9 390, Full HD, maximale Ingame-Details, Treiberstandardeinstellungen

Windows 10 14 147,2 (Basis)
Steam OS 47,1 (-68 %)

System: Intel Core i7-4790K @ 4 GHz, 8 GiB DDR3-2133, EVGA GeForce GTX 970 FTW/MSI Radeon R9-390 Gaming 8G, Steam OS 2.0, Geforce 358.91 WHQL, Catalyst 15.7

Bemerkungen: Die Unterschiede zwischen Windows und Steam OS sind enorm.

Min. Ø Fps
► Besser

Company of Heroes 2

GTX 970, Full HD, maximale Ingame-Details, Treiberstandardeinstellungen

Windows 10 30 48,4 (Basis)
Steam OS 30,8 (-36 %)

R9 390, Full HD, maximale Ingame-Details, Treiberstandardeinstellungen

Windows 10 36 51,6 (Basis)
Steam OS 12,2 (-76 %)

System: Intel Core i7-4790K @ 4 GHz, 8 GiB DDR3-2133, EVGA GeForce GTX 970 FTW/MSI Radeon R9-390 Gaming 8G, Steam OS 2.0, Geforce 358.91 WHQL, Catalyst 15.7

Bemerkungen: In CoH 2 verliert die AMD-Karte beim Wechsel auf Linux viel Leistung.

Min. Ø Fps
► Besser

Counter-Strike: Source

GTX 970, Full HD, maximale Ingame-Details, Treiberstandardeinstellungen

Windows 10 556,1 (Basis)
Steam OS 455,0 (-18 %)

Radeon 390, Full HD, maximale Ingame-Details, Treiberstandardeinstellungen

Windows 10 583,2 (Basis)
Steam OS 571,2 (-2 %)

System: Intel Core i7-4790K @ 4 GHz, 8 GiB DDR3-2133, EVGA GeForce GTX 970 FTW/MSI Radeon R9-390 Gaming 8G, Steam OS 2.0, Geforce 358.91 WHQL, Catalyst 15.7

Bemerkungen: Dem Shooter scheinen Radeon-Grafikkarten besonders gut zu liegen.

Fps
► Besser

Metro Last Light: Redux (int. Benchmark)

GTX 970, Full HD, maximale Ingame-Details, kein SSAA, Treiberstandardeinst.



R9 390, Full HD, max. Ingame-Details, kein SSAA, Treiberstandardeinst.



System: Intel Core i7-4790K @ 4 GHz, 8 GiB DDR3-2133, EVGA GeForce GTX 970 FTW/
MSI Radeon R9-390 Gaming 8G, Steam OS 2.0, GeForce 358.91 WHQL, Catalyst 15.7

Bemerkungen: Als eines der wenigen Spiele läuft Metro unter Linux schneller.

Min. | Ø Fps
► Besser

Shadow of Mordor (integrierter Benchmark)

GTX 970, Full HD, maximale Ingame-Details, Treiberstandardeinstellungen



R9 390, Full HD, maximale Ingame-Details, Treiberstandardeinstellungen



System: Intel Core i7-4790K @ 4 GHz, 8 GiB DDR3-2133, EVGA GeForce GTX 970 FTW/
MSI Radeon R9-390 Gaming 8G, Steam OS 2.0, GeForce 358.91 WHQL, Catalyst 15.7

Bemerkungen: Die „Order Independent Transparency“ ist unter Windows ausgeschaltet.

Min. | Ø Fps
► Besser

kennen scheint: Das System muss in der Regel immer neu starten, was bei Steam Machines ohne SSD schon mal etwas dauern kann.

Steam OS

Optisch unterscheidet sich die Oberfläche von Steam OS nicht von der des Steam'schen Big Picture Modus unter Windows. Es gibt drei große Punkte, welche die Bibliothek, den Kaufbereich und die Community-Funktionen repräsentieren. Daneben gibt es auch noch einen Internet-Browser und den Steam Chat. Das GUI ist so gestaltet, dass es jederzeit mit einem Gamepad bedienbar ist, jedoch funktioniert auch der Betrieb mit Maus und Tastatur problemlos. Kleine Ecken und Kanten gibt es aber doch: So sollten Sie darauf achten, dass Sie tunlichst nirgendwo ein „@“ über die Tastatur eingeben müssen. Die Tastenkombination AltGr+Q, mit

der man dieses Zeichen normalerweise eingibt, beendet mit dem vor-eingestellten englischen Tastatur-Layout auch Steam und bringt Sie auf den Linux-Desktop.

Alternativ erreichen Sie den Desktop auch, indem Sie in den Einstellungen von Steam unter dem Punkt „Anzeige“ die Option „Zugriff auf den Linux-Desktop aktivieren“ einschalten. Anschließend taucht im Ausschalt-Menü von Steam ein Punkt auf, der Sie zum Linux-Desktop bringt. Dabei handelt es sich um eine Gnome-3-Oberfläche, auf der nur das Nötigste installiert ist. Sogar ein grafischer Editor wie etwa Gedit fehlt. Steam OS ist jedoch mit dem Paketverwaltungs-Duo Debian Package Manager (dpkg) und dem Application Packaging Tool (apt) ausgestattet, mit denen über eigene Steam-OS-Repositories Software nachgerüstet wer-

Bildvergleich: Steam OS vs. Windows

Da viele Windows-Spiele per Open-GL-Wrapper für Linux fit gemacht werden, laufen sie meist deutlich langsamer als unter Windows 10. Metro Last Light Redux ist hier eine Ausnahme. Jedoch ist die Grafik unter Windows merklich besser. So ist die Beleuchtung aufwendiger, die Texturen sind schärfer und die Kanten werden geglättet.

Steam OS



Windows 10



Steam OS



Windows 10



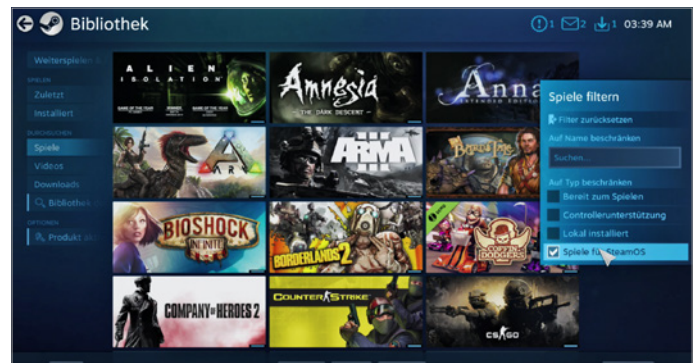
den kann. Darauf ist man jedoch nicht beschränkt: Sie können auch die normalen Debian-Paketquellen hinzufügen. Jedoch scheinen dort nicht alle Pakete voll kompatibel zu sein. So verhinderte die Installation der build-essentials aus dem Debian-Repository bei uns den Bootvorgang in den Big Picture Modus.

Spiele mit Steam OS

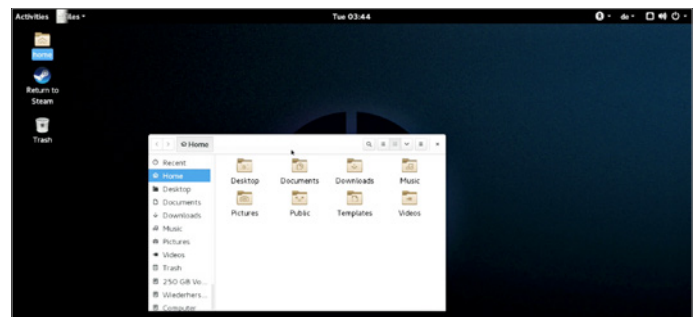
Seit der Ankündigung von Steam OS durch Valve hat sich die Situation extrem verbessert. Auf Steam sind zum Zeitpunkt der Entstehung dieses Artikels 1.632 Spiele gelistet. Jedoch handelt es sich bei vielen Spielen oft um unbekannte und unaufwendige Indie-Produkte. Zwar gibt es inzwischen viel mehr Triple-A-Titel als noch vor einigen Jahren, oft werden diese aber nur verzögert oder abgespeckt umgesetzt. Unsere Benchmarks zeigen, dass Steam OS und seine Treiber derzeit auch bei der Performance meist nicht mit Windows mithalten können. Eine Ausnahme ist Metro Last Light Redux ohne Supersampling. Allerdings unterscheiden sich

die Umsetzungen recht stark: So sind unter Windows die Texturen schärfer, die Kanten glatter und die Beleuchtung besser. Zudem sind im Schnitt Nvidia-Grafikkarten unter Steam OS derzeit deutlich schneller als AMD-Modelle.

Steam OS will dem Nutzer ein möglichst konsolenartiges Benutzererlebnis bieten. Das betrifft auch die Grafiktreiber, welche automatisch vom System gepflegt werden. Zudem sind auch keine Einstellungsoberflächen wie Nvidia-Settings vorinstalliert. Deshalb haben wir auch für unsere Benchmarks sowohl unter Linux als auch unter Windows die Treibereinstellungen auf den von den Herstellern getätigten Voreinstellungen belassen. Insgesamt macht Steam OS derzeit als Spiele-Plattform einen verhaltenen Eindruck: Zum einen passen die PC-Spiele in Steam oft nicht optimal mit dem Konsolen-Paradigma zusammen, zum anderen ziehen Linux-Fans aus einem Standard-Linux mit nachinstalliertem Steam-Client einen deutlich größeren Nutzen.



Steam OS zeigt grundsätzlich alle Steam-Spiele an. Es gibt jedoch einen Filter für Linux-Spiele. Die restliche Auswahl steht nur per Streaming zur Verfügung.



Unter Steam im Big-Picture-Mode verbirgt sich ein Gnome-3-Desktop. Diesen rufen Sie per AltGr-Q auf oder indem Sie ihn im Steam-Einstellungsmenü freischalten.

ASRock

It's a PC



Beebox

Small, Fast, Quiet

The World's First NUC Mini PC with a USB Type-C Port



www.asrock.com

The specification is subject to change without notice. The brand and product names are trademarks of their respective companies. Any configuration other than original product specification is not guaranteed.



Steam Machines im Vergleich



Die kompakte Alienware Steam Machine kommt am ehesten einer Konsole gleich. Das Raven-Gehäuse der Alternate Steam Machine hat ca. das achtfache Volumen.



Bei der Alienware Steam Machine lässt sich der Controller-Dongle elegant und unsichtbar im Gehäuseboden verstecken.

Bioshock Infinite (int. Benchmark)

Ingame-Benchmark Full HD, maximale Details, Treiberstandardeinst.

Eigenbau-Steam Machine	12	70,4 (Basis)
Alternate Steam Machine	11	60,3 (-14 %)
Alienware Steam Machine	6	31,7 (-55 %)

System: Alienware Steam Machine, Alternate SteaMachine 2K16 Ultimate, Eigenbau-System, Steam OS 2.0 **Bemerkungen:** Das betagte Bioshock Infinite läuft nur auf den beiden schnelleren Steam Machines wirklich flüssig.

Min. Ø Fps
► Besser

Company of Heroes 2 (int. Benchmark)

Ingame-Benchmark, Full HD, maximale Details, Treiberstandardeinst.

Eigenbau-Steam Machine	22	30,8 (Basis)
Alternate Steam Machine	6	17,1 (-44 %)
Alienware Steam Machine	8,1	-74 %

System: Alienware Steam Machine, Alternate SteaMachine 2K16 Ultimate, Eigenbau-System, Steam OS 2.0 **Bemerkungen:** Das Echtzeitstrategiespiel läuft auch mit schneller Hardware nur gerade so flüssig.

Min. Ø Fps
► Besser

Counter Strike: Source (int. Benchmark)

Ingame-Benchmark, Full HD, maximale Details, Treiberstandardeinst.

Eigenbau-Steam Machine	455	(Basis)
Alternate Steam Machine	416	(-9 %)
Alienware Steam Machine	291	(-36 %)

System: Alienware Steam Machine, Alternate SteaMachine 2K16 Ultimate, Eigenbau-System, Steam OS 2.0 **Bemerkungen:** Der Uralt-Shooter lässt sich auf allen Steam Machines ruckelfrei spielen. Der Steam Controller ist dafür aber ungeeignet.

Ø Fps
► Besser

Prinzipiell steht es dank des kostenlosen Downloads von Steam OS jedem Nutzer frei, seinen PC zur Steam Machine umzurüsten oder sich eine dedizierte Steam Machine selbst zusammenzubauen. Jedoch arbeitet Valve mit verschiedenen PC-Herstellern zusammen, um Steam Machines anzubieten. Diese werden vorab mit dem Betriebssystem bespielt, zudem liegt einer jeden Steam Machine ein Steam-Controller als Eingabegerät bei. Die Vielfalt unter den Steam Machines ist dabei fast so groß wie unter den „normalen“ PCs. Jedoch tendieren die derzeit angebotenen Komplettboxen dazu, in der Größe mit Konsolen zu konkurrieren.

In Deutschland bieten derzeit Alternate, Dell unter seiner Marke Alienware sowie der mit Mini-PCs erfahrene Hersteller Zotac eigene Steam Machines an. Von den beiden erstgenannten Modellen konnten wir Testmuster ergattern, die wir uns genau ansehen. Wir stellen sie zudem unserer Eigenbau-Steambox gegenüber, die wir auch für unsere Benchmarks auf den Seiten vorher verwendet haben.

Alternate SteaMachine 2K16 Ultimate: Wohl eine der flottesten Steam Machines. Bei der SteaMachine 2K16 von Alternate – wir testen hier das schnellste von vier geplanten Geräten – handelt es sich

im Prinzip um einen vollwertigen PC, allerdings mit Mini-Komponenten: Der moderne Intel Core i5-6600 ist zusammen mit 8 GiB DDR4-2133-Speicher auf einem Mini-ITX-Mainboard von Asrock untergebracht. Die GeForce-GTX-970-Grafikkarte stammt von Zotac und nutzt ebenfalls das kompakte Mini-ITX-Format.

Das Gehäuse Raven RVZ01 fällt größer aus, als man das von anderen angekündigten Steam Machines kennt. Dafür ist im Chassis mit dem ebenfalls von Silverstone stammenden Nitrogon NT06 ein ausgewachsener CPU-Kühler verbaut. Aus Platzgründen ist sein Ventilator aber unter dem Kühlkörper montiert. Das Gehäuse erlaubt zudem den Einbau eines Slim-DVD-Laufwerkes, was Alternate mit einem DVD-Brenner auch ausnutzt. Als Speicher für das vorinstallierte Steam OS dient eine Seagate 3,5-Zoll-SSHD mit 2 TB Speicher. Damit reagiert das System flotter, als mit einer einfachen HDD.

Die Verkabelung und der Aufbau sind in weiten Teilen sauber. Jedoch drückten bei unserem Testmuster die Netzteil-Kabel gegen den CPU-Kühler, sodass dieser im Rahmen des vom Montage-Kit gewährten Spiels verrutscht. In Sachen Konnektivität gibt es bei der SteaMachine 2K16 Ultimate nichts zu be-

Metro Last Light: Redux (int. Benchmark)

Ingame-Benchmark, Full HD, max. Details, kein SSAA, Treiberstandardeinst.

Eigenbau-Steam Machine	10	115,3 (Basis)
Alternate Steam Machine	10	94,4 (-18 %)
Alienware Steam Machine	10	42,1 (-63 %)

System: Alienware Steam Machine, Alternate SteaMachine 2K16 Ultimate, Eigenbau-System, Steam OS 2.0 **Bemerkungen:** Metro Last Light: Redux leidet unter Steam OS unter heftigen Rucklern, weshalb die Minimum-Fps durchwegs bei null liegen.

Min. Ø Fps
► Besser

Shadow of Mordor (int. Benchmark)

Ingame-Benchmark, Full HD, max. Details, Treiberstandardeinst.

Eigenbau-Steam Machine	29	71,6 (Basis)
Alternate Steam Machine	22	58,7 (-18 %)
Alienware Steam Machine	7	18,9 (-74 %)

System: Alienware Steam Machine, Alternate SteaMachine 2K16 Ultimate, Eigenbau-System, Steam OS 2.0 **Bemerkungen:** Shadow of Mordor läuft trotz ansehnlicher Grafik vergleichsweise gut auf den schnelleren Steam Machines.

Min. Ø Fps
► Besser

mäkeln. Das Mainboard bietet unter anderem sechs USB-3.0- und zwei USB-2.0-Anschlüsse auf der Rückseite, weshalb es sich auch verschmerzen lässt, dass Alternate keine eleganten Methoden zum Verstecken des Dongles für den Steam-Controller-vorgesehen hat. Zusätzlich besitzt das Mainboard zwei Antennen-Stecker für das ac-WLAN. Die Grafikkarte steuert einen Displayport sowie HDMI- und einen DVI-Anschluss bei. Das Frontpanel des Gehäuses ist mit zwei USB-3.0-Ports sowie 3,5-mm-Klinkensteckern versehen, zur Bedienung sind ein Einschalter sowie ein Reset-Taster vorhanden. Die Software auf unserer Vorabfassung der SteaMachine 2K16 Ultimate ist eine unveränderte Version des Steam OS, Alternate verzichtet hier auf ein Branding. Der Steam Controller wird in einer separaten Packung zusammen mit der Steam Machine geliefert. In diesem Karton befinden sich zudem auch Zubehörteile, die der Grafikkarte und dem Gehäuse beiliegen.

Auch bei dieser Steam Machine kann man erkennen, dass das System deutlich langsamer ist, als es unter der Verwendung von Windows als Betriebssystem wäre, die Fps-Werte sind insgesamt recht niedrig. Die Leistung der Alternate SteaMachine 2K16 Ultimate sortiert sich zwischen der Alienware Steam Machine und unserem Eigenbau-PC ein. Der Grund für die Unterschiede ist vor allem die starke standardmäßige Übertaktung der Grafikkarte in unserem Eigenbausystem. Zudem sorgt die Enge des Gehäuses dafür, dass die Alternate SteaMachine 2K16 unter Last früher drosselt. Im Betrieb ist das System aufgrund der Nähe an den recht offenen Gehäusewänden liegenden Lüfter deutlich hörbar: Unter Leerlauf messen wir rund 1,7 Sone, im Spiel sind es bereits eher laute 2,9 Sone. Den finalen Preis der noch rechtzeitig vor Weihnachten erscheinenden Box konnte uns Alternate noch nicht genau beziffern. Er soll jedoch im Bereich um 1.000 Euro liegen.

Alienware Steam Machine: Extrem kompakter 2-Liter-PC. Eigentlich ist die Alienware Steam Machine von Dell schon seit Februar erhältlich. Der Hersteller wollte damals nicht warten und brachte die Box als Alienware Alpha mit Windows und eigener Benutzeroberfläche auf den Markt. Nun ist das System in seiner ursprünglich angedachten Funktion als Steam Machine erhältlich, wir testen die schnellste der vier Konfigurationen.

Die Alienware Steam Machine beeindruckt durch ihre kompakten Maße von nur 20 × 20 × 6 Zentimetern. Das bedingt allerdings, dass das System in weiten Teilen keine übliche Desktop-Hardware nutzt. Dennoch ist es relativ gut aufrüstbar. Das Gehäuse öffnen Sie, indem Sie einfach vier Schrauben lösen. Anschließend lässt sich die Unterseite abnehmen und gibt den Blick auf die 2,5-Zoll-Festplatte (1 TB) frei. Durch das Lösen einer Schraube lässt sie sich tauschen.

Nach dem Abnehmen des Bodens lässt sich auch der Deckel der Alienware Steam Machine anheben. Spätestens hier erkennt man die eigenwillige Konstruktion der Alienware Steam Machine: Auf einer einzigen Platine sind sowohl Prozessor als auch Grafikkarte untergebracht. Beide werden von je einem recht kleinen Kühlkörper bedeckt, der von einem Radiallüfter im Stile einer Grafikkarte mit Frischluft versorgt wird. Der Kühlkörper der CPU lässt sich abmontieren, um den Zugang zur Haswell-CPU zu erhalten. Der verbaute Core i7-4785T ist gesockelt und lässt sich damit austauschen. Dell greift aufgrund des kompakten Gehäuses zu einem Prozessor mit nur 35 Watt TDP, was auch bei einer eventuellen Aufrüstung zu beachten ist: Sockel-1150-CPUs mit Vollausbau dürften die meiste Zeit nur gedrosselt arbeiten, und die Auswahl an schnelleren CPUs mit Sockel 1150 und niedriger TDP ist klein. Ohnehin ist bei der Alienware Steam Machine weniger die CPU als die GPU

SOUND
BLASTER
PRO-GAMING

**CLEARER LOUDER
HARDER BETTER**

Wir waren schon immer führend in Sachen Sound. Und jetzt, mit **Sound BlasterX**, entwickeln wir Gaming-Audio-Produkte, die nicht nur ein beeindruckendes Hörerlebnis bieten, sondern auch erstaunlich robust gebaut sind.



Sound BlasterX H5
PROFESSIONELLES ANALOGES
GAMING HEADSET

- Verstärkte Stahl und Aluminium Architektur
- 50mm FullSpectrum Treiber
- Abnehmbares Mikrofon mit Geräuschunterdrückung
- Integrierte Fernbedienung für Lautstärke und Wiedergabe
- Schaumstoff (Memory Foam) und Kunstleder Ohrmuscheln

Be a Hero... mit dem
Sound BlasterX H5
GUITAR HERO LIVE

Sound BlasterX H3
PORTABLES, ANALOGES
GAMING-HEADSET

- Stabile und faltbare Konstruktion
- Leicht und komfortabel
- 40mm FullSpectrum Treiber
- Abnehmbares Mikrofon mit Geräuschunterdrückung



Sound BlasterX P5
HIGH-PERFORMANCE IN-EAR
GAMING HEADSET

- Abgestimmte 7mm FullSpectrum Treiber
- Omni-Direktionales Mikrofon
- Titan beschichtete Membran
- Hohe Empfindlichkeit, niedrige Impedanz
- Erhöhte Geräuschunterdrückung durch weiche, spiralförmig gerippte Ohrstöpsel



PC • MAC • ANDROID • iOS • PS4 • XBOX ONE

Erfahre mehr unter **blasterX.com**

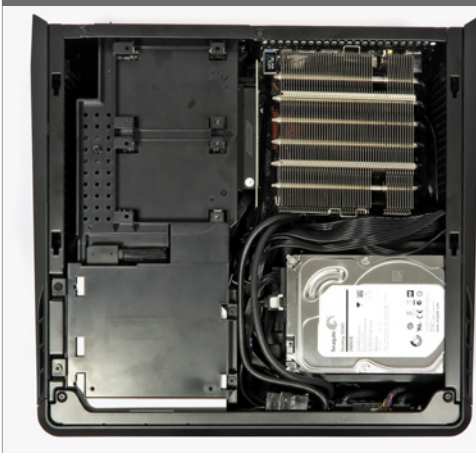
©2015 Activision Publishing, Inc. GUITAR HERO und GH sind eingetragene Warenzeichen von Activision Publishing Inc. Alle Rechte vorbehalten.

das Sorgenkind. Die GeForce GTX 860M stammt aus dem Notebook-Bereich, ist fest verlötet und lässt sich nicht – etwa per MXM-Modul – austauschen. Das ist ärgerlich, da die Grafikkarte zu den schnell alternenden Komponenten gehört.

Das kleine Gehäuse ist relativ spärlich mit USB-Anschlüssen ausgestattet. Auf der Rückseite befinden sich zwei USB-3.0-Anschlüsse, vorne sind zwei USB-2.0-Ports angebracht. Da man beim Anschluss von USB-Sticks und Medien wohl die leichter erreichbaren Buchsen vorne bevorzugt, wäre die umgekehrte Anordnung sinnvoller gewesen. Im Boden des Gehäuses befindet sich unter einer Abdeckklappe ein weiterer USB-2.0-Anschluss. Hier lässt sich der Controller-Dongle unsichtbar unterbringen. Daneben gibt es noch einen HDMI-Eingang, einen HDMI-Ausgang (jeweils HDMI 1.4a) sowie einen Toslink und einen RJ45-Stecker für LAN. Intern ist ein ac-WLAN-Modul (2 × 2 MIMO) verbaut.

Dell nutzt auf der Alienware Steam Machine eine Version von Steam OS, die mit einem Branding (Alienware-Schriftzug) im Startbildschirm ausgestattet ist. Ansonsten gibt es keine

Alternate SteaMachine 2K16 Ultimate



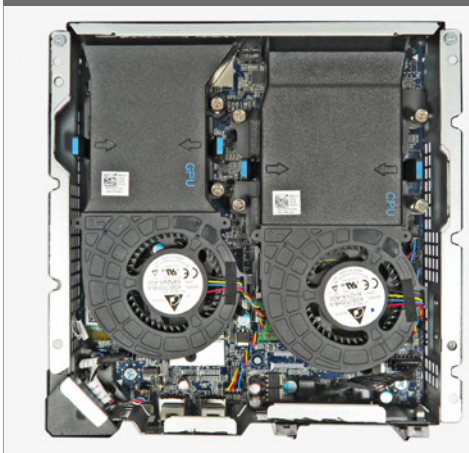
Obwohl das Gehäuse der SteaMachine 2K16 Ultimate recht groß ist, drängt sich die Hardware eng an eng. Die Kabel zwischen Netzteil und Kühler neigen dazu, Letzteren zu verrücken.

Unterschiede zu der Steam-OS-Version, die Valve auf seiner Webseite anbietet. Da das Betriebssystem nur auf eine 2,5-Zoll-HDD zurückgreifen kann, wirkt das System im Vergleich zu einem PC mit SSD etwas träge, vor allem der Bootvorgang dauert vergleichsweise lange.

Während die Spiele-Performance der Alienware Steam Machine unter Windows für den Großteil der Spiele durchaus ausreichen würde,

wenn man die Details etwas reduziert, zwackt sich Steam OS auch bei dieser Steam Machine hier einen recht großen Teil der Leistung ab. Deshalb fallen die Leistungen wegen der an sich schon nicht besonders schnellen Mobil-Hardware noch bescheidener aus. Bei der Alienware Steam Machine ist das drastische Reduzieren von Details für viele Spiele fast unumgänglich, um spielbare Fps-Raten zu erreichen. Bei der Lautheit schneidet die

Dell Alienware Steam Machine



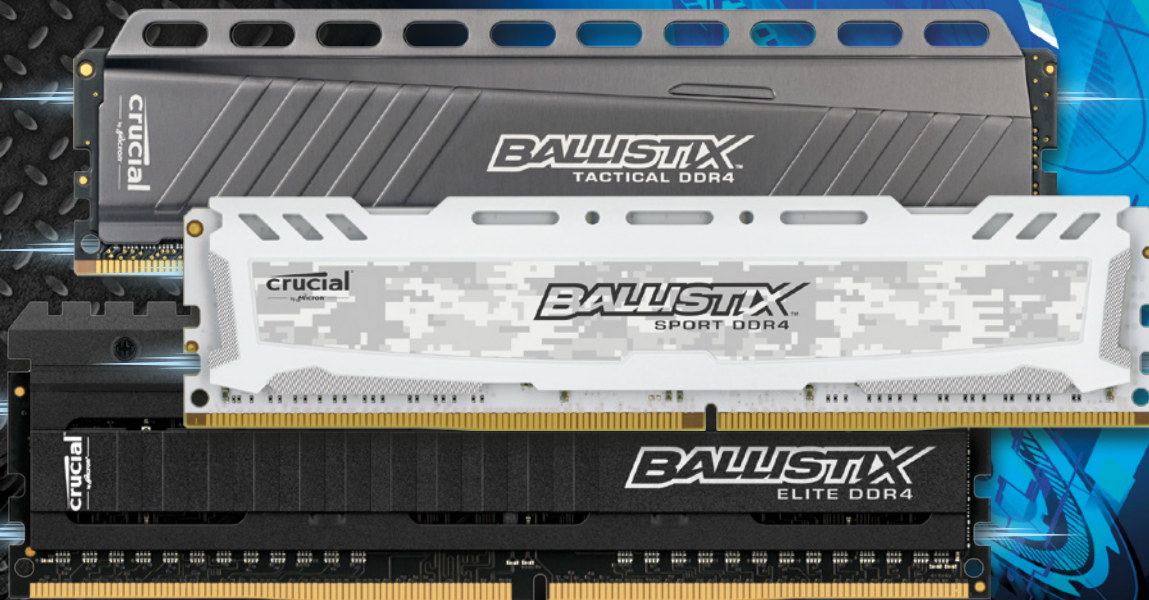
In der Alienware Steam Machine sieht es aufgeräumter aus. Das geht mit einer niedrigeren Kühlleistung einher, weshalb langsamere Komponenten mit niedrigerer TDP zum Einsatz kommen.

Steam Machine von Dell dagegen besser ab als das Modell von Alternate: Im Leerlauf tönt der Kleinrechner mit leisen 0,6 Sone, während es im Spielbetrieb deutlich hörbare, aber immer noch erträgliche 2,5 Sone sind. Die Alienware Steam Machine passt aufgrund ihrer Dimensionen perfekt ins Wohnzimmer. Zusammen mit Steam OS muss man dabei jedoch einige Abstriche bei den Spielen machen. (rs)

Steam Machines				
Produkt	Alienware Steam Machine (schnellstes Modell)	Alternate SteaMachine 2K16 „Ultimate“	Zotac Nen*	Steam Machine (Bauvorschlag)
Größe (B × H × T)	Ca. 200 × 55 × 200 mm	Ca. 370 × 120 × 360 mm	Ca. 210 × 65 × 205 mm	Je nach Gehäuse
Prozessor	Intel Core i7-4785T	Intel Core i5-6600	Intel Core i5-6400T	Intel Core i7-4790K
Dedizierte Grafik	Nvidia GeForce GTX 860M mit 2 GiByte GDDR5-VRAM (verlötet)	Zotac GeForce GTX 970 Mini ITX	Nvidia GeForce GTX 970M	EVGA GeForce GTX 970 FTW ACX 2.0
Mainboard	Proprietär	Asrock H170M-ITX/ac	Proprietär	Asus Z97-Pro Gamer
Massenspeicher	HGST 1 TB, 2,5 Zoll, 7.200 U/min	Seagate SSHD 2 TB, 7.200 U/min	1 TB, 2,5 Zoll, 7.200 U/min	Samsung SSD 850 Evo
Speicher	2 × SO-DIMM 8 GiByte DR3L-1600	2 × 4 GiByte DDR4-2133	8 GB DDR3 1.600 MHz	Crucial Ballistix Sport 8 GiB DDR3-1600
LAN/Bluetooth/Audio	Gigabit-Ethernet, WiFi 802.11ac, Realtek High Definition Audio, Bluetooth 4.0	2 × Gigabit-Ethernet, Wifi 802.11ac, Realtek High Definition Audio, Bluetooth 4.0	2 × Gigabit-Ethernet, Wifi 802.11ac, Audio, Bluetooth 4.0	Gigabit-LAN, Wifi nach Wunsch
I/O-Anschlüsse (Vorne)	2 × USB 2.0	2 × USB 3.0, Mikrofon und Kopfhörer	Kartenleser (micro-)SD-Karte, Mikrofon & Kopfhörer, USB Typ C	Je nach Gehäuse
I/O-Anschlüsse (Hinten/unten)	2 × USB 3.0, HDMI-1.4a-Ausgang, HDMI-Eingang, RJ45 LAN, Optical S/PDIF out	2 × USB 2.0, DVI-D, PS/2, 2 × Wi-Fi-Antenne, 2 × RJ45, 6 × USB 3.0, Audiopanel	4 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 2 × Gigabit-Ethernet, 4 × HDMI 2.0	Nach Mainboard/Gehäuse
Optisches Laufwerk	Nicht vorhanden	DVD+-RW (slim)	Nicht vorhanden	5,25-Zoll-DVD-Brenner
Betriebssystem	Steam OS 2.0 (vorinstalliert)	Steam OS 2.0 (vorinstalliert)	Steam OS 2.0 (vorinstalliert)	Steam OS (Download)
Weitere Ausstattung	Steam-Controller mit Dongle	Steam-Controller mit Dongle	Steam-Controller mit Dongle	Steam-Controller mit Dongle
Preis	Ca. € 940,-	Ca. € 1.000,- (Schätzung)	Ca. € 1.100,-	Ca. € 1.200,-

*Erhältlich, aber nicht getestet

PERFORMANCE MEMORY



ERWEITERT DIE GRENZEN

Vom DDR-Speicher alter Schule bis hin zum Elite-DDR4: Ballistix entwickelt seit mehr als 35 Jahren Arbeitsspeicher für Gewinner.

Ballistix-Arbeitsspeicher ist gemäß einer der schärfsten Standards der Branche gründlich getestet und bietet ein atemberaubendes Leistungsniveau.



BALLISTIX™

Erhältlich bei: www.alternate.de www.atelco.de www.caseking.de www.cyberport.de www.reichelt.de
www.computeruniverse.de www.notebooksbilliger.de www.hoh.de

©2015 Micron Technology, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Änderungen ohne Vorankündigung vorbehalten. Alle anderen Markenzeichen und Logos sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.



Crucial® MX200 SSD

Mehr Geschwindigkeit,
Kapazität und Ausdauer.

Machen Sie Ihren Computer schneller und leistungsfähiger mit der Crucial® MX200 SSD. Sie bietet die branchenweit beste Kombination aus Leistung, Ausdauer und Effizienz. Branchenführende Spezifikationen in allen Bereichen, darüber hinaus die neue Technologie der dynamischen Schreibbeschleunigung: Die Crucial MX200 ist vollgepackt mit innovativen Funktionen und steigert die Leistung Ihres Systems von der ersten Sekunde an.

crucial
by micron

Steam Controller: Valve setzt auf die Community



Größeneindruck: Im Vergleich zum Steam Controller wirkt der Xbox-Controller beinahe zierlich. Trotzdem fühlt sich Valves neues Eingabegerät nicht klobig an.



Der Steam Controller wird mit zwei AA-Batterien betrieben, die Abdeckung dient zugleich als rückseitige linke und rechte Griffaste.



Force Feedback à la Valve: Anstatt typischer Vibrationen setzt der Steam Controller auf subtilere Pulseffekte, ermöglicht durch Linearmotoren unter den Trackpads.

Technischer Innovation wird häufig mit Skepsis begegnet – gegenwärtig gilt das auch für den mit Spannung erwarteten Steam Controller. Die ersten Reaktionen fallen gemischt aus: Energische Fürsprecher loben Valves Mut zur radikalen Erneuerung, ernüchterte Tester kritisieren hingegen, der funktionierende Standard benötige kein Facelift. Der Steam Controller bringt jedenfalls einige Funktionen ins Spiel, die Geduld und Umdenken erfordern: Trackpads, Gyroskop, Feedback und Tastenpositionierung bewirken einen Mix aus Neugier, Frust und Euphorie. Wir werfen einen zweiten Blick auf das Gamepad und seine vielfältigen Konfigurationsmöglichkeiten.

Erkennbares Potenzial

Das Entwicklungspotenzial des Steam Controllers lässt sich an den auswählbaren Funktionen der Trackpads gut veranschaulichen. Diese dienen wahlweise als Steuerkreuz, Mausrad, Mauszeiger, Trackball, Thumbstick und mehr – einschließlich individuell justierbarer Faktoren wie achsenspezifischer Empfindlichkeit, Feedback, Beschleunigung oder Momentum. Auch beim haptischen Feedback wagt man einen neuen Ansatz. Anstatt klassischer Rotationsmotoren für Rüttelleffekte verfügt das Gamepad über zwei Linearmotoren unter den Trackpads. Diese sind zu subtilen Pulseffekten in der Lage; unter anderem wird den konturlosen Touch-Oberflächen damit eine fühlbare Eigenschaft verliehen.

Das interne Gyroskop schlägt sich in Rennspielen gemächlicher Sorte (wie z. B. Wreckfest) oder bei der einfachen Flugphysik in GTA 5 trotz Eingabeverzögerung überraschend gut und ermöglicht intuitives Steuern per Neigungswinkel. Nützlich: Mit dem Steam Controller eröffnet sich in Big Picture eine sinnvolle Chat-Alternative zum „Daisy Wheel“. Mit dem virtuellen Zwei-Hälften-Keybaord lässt sich nun, viel Übung vorausgesetzt, wesentlich schneller tippen. Im eigenen Betriebssystem ist der Controller mit voller Mausfunktionalität nutzbar, dazu muss Steam

jedoch im Hintergrund laufen. Das gilt auch für Nicht-Steam-Spiele, die idealerweise gleich in den Client eingebunden werden.

Die Revolution fällt aus

Anders als sein Prototyp hat der Steam Controller wesentliche Charakteristika des Xbox-Controllers übernommen; vom Analog-Stick über das ABXY-Layout bis zu den Schultertasten wirkt vieles vertraut. Für Kopfschütteln sorgen indes die zu kurzen Stummeln degradierten Trigger. Feine Dosierungen sind so kaum möglich; ein vermeidbares Ärgernis. Auch die Neuerungen sind noch nicht der Weisheit letzter Schluss. Die Trackpads können keine Maussteuerung wirklich adäquat ersetzen, was weniger den technischen Feinheiten des Controllers als der beschränkten Physiognomie des menschlichen Daumens geschuldet ist. Derweil steuern sich etliche Gamepad-optimierte Spiele mit einem normalen Controller weiterhin besser. Kurzum: Der Steam Controller ist keineswegs die totale Neuerfindung des Gamepads und auch kein Paradigmenwechsel in der Art, wie wir künftig spielen werden – ein mutiger Vorstoß aber allemal.

Profilerstellung: Einfach selber machen ... lassen

Die Konfiguration des Controllers erfolgt über verschiedene, etwas verschachtelte Menüs im Big-Picture-Modus von Steam. Dazu muss der Controller zunächst mit Steam gekoppelt werden. Der proprietäre Bluetooth-Dongle – an den bis zu vier Controller gleichzeitig angebunden werden können – wird am PC oder an der Steam Machine normalerweise sofort erkannt, das Pairing erfolgt per Druck auf den Steam-Button am Controller. Das Gamepad befindet sich anschließend im vorausgewählten Desktopmodus, Big Picture ist sofort bedienbar. Vor dem Spielstart empfiehlt Steam die Auswahl aus drei vordefinierten Templates für Spiele mit und ohne native Gamepad-Unterstützung (Abb. 2). Diese Musterprofile sind aber bestenfalls Kompromisslösungen und Ausgangspunkte; in aller Regel benö-



Über die Einstellungen von Big Picture lässt sich der Controller mit Steam koppeln und testen.



Valve stellt drei elementare Modi zur Auswahl, die aber nur als Ausgangspunkt dienen. Glücklicherweise ...



... sorgt die Community bereits fleißig für selbst erstellte Spielprofile, die nach Popularität aufgelistet werden.



Praktisch alles auf dem Steam Controller ist individuell einstellbar. In der Profilübersicht lassen sich die Bedienelemente einzeln auswählen und in Untermenüs konfigurieren.



Die Trackpads simulieren Steuerkreuz, Mausrad, Mauszeiger, Trackball, Thumbstick und mehr. Empfindlichkeit und haptisches Feedback sind jeweils fein justierbar.

Mauskurbeln: Jetzt auch mit Gamepads

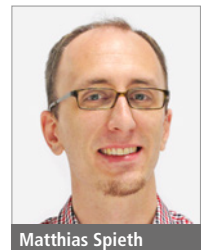
Kennen Sie den Moment, wenn das Mauspad zu klein ist, man mit der Maus absetzen und auf der anderen Seite des Pads wieder aufsetzen muss, um das geplante Manöver vollenden zu können? Das gibt's nun auch beim Gamepad. Konkret: Beim Steam Controller. Vor allem in 3D-Shootern streicht man ein halbes Dutzend Mal über das Trackpad, bis die Drehung vollzogen wurde. Das Steigern der Mausempfindlichkeit im Menü spart Wischwege, geht aber auf Kosten der Genauigkeit. Allerdings muss man Valve zugutehalten, dass es recht gut klappt, für Maus und Tastatur konzipierte Spiele mit dem Gamepad zu steuern. Ich jedoch werde wohl bei Maus und Tastatur bleiben.



Reinhard Staudacher

Nichts für Lernfaule: Der Steam Controller erfordert Initiative

Valve verspricht: „Wir konnten die Auflösung und Genauigkeit der Eingabe traditioneller Gamepads steigern“. Damit hat man nicht Unrecht, trotzdem reicht die präzisere Eingabe keiner Maus das Wasser. Häufig bleibt der normale Xbox-Controller sogar die bessere Wahl; lediglich da, wo gar kein nativer Gamepad-Support vorliegt und ein ordentlich skalierendes HUD das Spielen vom Sofa aus ermöglicht, ist der Steam Controller schon jetzt überlegen. Die Komplexität der Einstellungsmenüs schreckt zunächst ab, ist aber eine gute Nachricht: So kann die Community, unterstützt von Firmware- und Client-Updates, das Bestmögliche aus der Hardware herausholen. Power to the people!



Matthias Spieth

tigt der Controller für jedes Spiel eine individuelle Konfiguration. Über die Profilübersicht (Abb. 4) können alle Bedienelemente neu belegt und justiert werden – mit einfachem Button Mapping ist es aber nicht getan: Gerade bei den Trackpadeinstellungen (Abb. 5) ist vertracktes Feintuning angesagt.

Die Komplexität der Einstellungen wirkt anfänglich erschlagend, macht aber deutlich, dass Valve der Nutzergemeinde ganz bewusst alle verfügbaren Stellschrauben an die Hand gibt. Das schöpferische Potenzial der Community sorgt erfreulicherweise bereits für eine Vielzahl selbst erstellter Spielprofi-

le, die nach Popularität aufgelistet werden. Es ist also nicht unbedingt nötig, selbst Hand anzulegen, solange für das Spiel der Wahl ausreichende Konfigurationen zur Verfügung stehen (Abb. 3). In Zukunft wird es spannend zu beobachten sein, welche „Standards“ sich für den Steam Controller durchsetzen

– und wo wir lieber auf unsere eigenen zurückgreifen. In dieser Hinsicht, nämlich der individuellen Verfügungsgewalt über sämtliche Controllerfunktionen, ist Valves Gamepad seinen Pendanten tatsächlich meilenweit voraus. Vielleicht hat sich die Revolution also nur verspätet. (ms)



Verspielte Jahreszeit

Kaum beginnt die dunkle Jahreszeit, sprießen hochkarätige Spieletitel wie Pilze aus dem Boden. Wir bieten Ihnen an dieser Stelle einen Technik-Überblick über alle jüngst erschienenen Spielekracher.

Winterzeit – Spielezeit, so scheint es zumindest. Denn im November, und damit wahrscheinlich nicht ganz zufällig vor dem wichtigen Weihnachtsgeschäft, erscheinen traditionell sehr viele Spielekracher auf einen Schlag. Auch dieses Jahr ist da keine Ausnahme: Die bombastische Singleplayer-Kampagne und der hektische Shooter-Mehrspieler-Modus eines Call of Duty: Black Ops 3 treffen auf die beschauliche Hightech-Siedelei eines Anno 2205. Die schwarzhumorige Post-Apokalypse von Fallout 4 buhlt mit der schrillen Space-Opera von Star Wars: Battlefront um Käufergunst. Und in Assassin's Creed: Syndicate schleicht sich der diesjährige Meuchelmörder durch ein cineastisch wie atmosphärisch dicht inszenier-

tes London. Kurzum, der November allein bietet für Spieler aller Couleur reichlich Stoff, um die dunklen Wintermonate zu überbrücken.

Wir haben uns indes mit der Technik der jeweiligen Titel genauer auseinandergesetzt, die wie die Spiele selbst verschiedener kaum sein könnte. Dabei ist nun auch „Next-Gen“ endlich fast umfassend mit von der Partie: Mit Ausnahme von Call of Duty: Black Ops 3, das in Form des Multiplayer-Modus noch einen letzten Rest Last-Gen-Ballast mit sich herumschleppt, erscheinen alle hier getesteten Spiele nur für den PC und Xbox One sowie Playstation 4. Und das sieht man in Form von deutlich hochwertigeren Assets, verbesserten, physikbasierten Renderansätzen sowie einer

generell gesteigerten Textur- und Shader-Qualität. Auch Techniken wie Tessellation und Compute-Berechnungen kommen nun auf breiterer Basis und damit besser in die Technik verankert zum Einsatz, die optische Güte hat gegenüber vielen Spielen des letzten Jahres deutlich zugenommen – die zweite Generation Spiele für die momentan aktuellen Konsolen ist angekommen, auch auf dem PC.

Hübschere Grafik, aber auch bessere Ressourcen-Nutzung

Die Optik ist also gegenüber dem letzten Jahr fast durchweg verbessert worden, dieser Faktor muss aber nicht zwangsläufig bedeuten, dass die Systemanforderungen gleichermaßen gestiegen wären. Wohl auch wegen der Hardware-Nähe

zu den aktuellen Konsolen werden die Systemressourcen des PCs weit besser genutzt. Zum Beispiel Mehrkernprozessoren: Nun bringen auch Sechs- oder gar Achtkerner einen teils deutlichen Vorteil. Aber auch Grafik- sowie Hauptspeicher sind zu einem wichtigen Faktor geworden – mit dem Unterschied, dass diese auf dem PC nicht im gleichen Maße vorhanden sind wie beispielsweise Vierkerner mit Hyperthreading oder AMDs Multi-modulprozessoren mit sechs oder mehr Hardware-Threads. Damit ist der Speicher zu einem kritischen Element geworden, der auf dem PC mittlerweile einen Flaschenhals darstellen kann. Wir werfen auch auf diesen Faktor einen Blick und geben Aufrüstwilligen Hardware-Tipps zu den Spielen.

Fallout 4

Fallout 4 setzt auf die Creation-Engine, die bereits in Skyrim zum Einsatz kam. Für das post-apokalyptische Rollenspiel bekam der Grafikmotor allerdings einen 64-Bit- sowie Direct-X-11-Kern verpasst, außerdem wurde ein physikbasierter Renderansatz integriert. Dank Nvidia-Technologie nutzt Fallout 4 zusätzlich eine volumetrische Beleuchtung, die abgesehen vom PBR-Ansatz einen großen Teil der optischen Unterschiede zu Skyrim ausmacht.

Ebenfalls von Nvidia, genauer aus deren Gameworks-Programm, stammen die tessellierten God-rays, die schick anzusehen sind, allerdings für solch einen unscheinbaren Effekt auch relativ viel Grafikleistung benötigen. Beide Technologien arbeiten zusammen und sind fest ins Spiel integriert, ein komplettes Abschalten ohne Verzicht bei den restlichen Details gelingt nur mittels manuellem Eingriff in die Konfigurationsdateien. Deshalb – und da beide Effekte in geringerer Qualität auch in den Konsolenversionen zum Einsatz kommen – setzen wir auch bei unseren Benchmarks auf die Nvidia-Technologien, obwohl diese durchaus umstritten sind. Die Performance-Unterschiede zwischen Radeon- und GeForce-GPUs halten sich bei Tests mit zu- und abgeschalteten Effekten zwar in Grenzen, sie sind allerdings definitiv vorhanden.

Optisch nett, aber nicht ganz zeitgemäß

Optisch ist Fallout 4 durchaus ansehnlich, gehört aber nicht zu den Grafikkrachern dieses Jahrgangs. Vielen Objekten wie auch der Landschaftsdarstellung mangelt es im Vergleich an Polygonen, nicht wenige der Texturen sind niedrig aufgelöst und auch die Animatio-

nen der Figuren sowie deren Gesichter wirken veraltet. Gelungen ist Bethesda aber zum wiederholten Male die Atmosphäre, die dank der ansehnlichen Beleuchtung und einiger neu hinzugekommener Wettereffekte deutlich an Dramatik zulegen konnte. Aufgrund der physikbasierten Materialdarstellung kann beispielsweise der Regen überzeugen, welcher die jeweiligen Reflexionseigenschaften von virtuellen Oberflächen verändert und so für eine glaubwürdige Nässe sorgt. Der dynamische Tag-Nacht-Wechsel ist ebenfalls gut gelungen und tröstet mit teils sehr hübschen Stimmungen über die etwas angestaubte Optik hinweg.

Aber Fallout 4 nervt dafür an anderer Stelle: So ist beispielsweise die Spielmechanik und -physik an das Fps-Limit gekoppelt. Dieses ist in den meisten Fällen auf 60 Bilder pro Sekunde begrenzt, einzig 144-Hz-Monitore tanzen mit einer eventuell unbeabsichtigten 72-Fps- und in 1440p gar 144-Fps-Begrenzung aus der Reihe. Wird das Framelock per Eingriff in die Konfigurationsdateien deaktiviert und überschreitet 60 Bilder pro Sekunde, häufen sich Gameplay-Fehler, die Physik gerät aus den Fugen und Fallout 4 läuft schneller ab – dies ist nun wahrlich keine geschickte Lösung. Es besteht allerdings Hoffnung, dass Modder dieses Problem in Zukunft werden umgehen können. Genau wie einige andere Ärgernisse der Technik. Die sehr gute Modifizierbarkeit der Engine machte schließlich schon frühere Bethesda-Rollenspiele zu Dauerbrennern der Szene und ist zweifellos einer der sehr positiven Aspekte des technischen Grundgerüsts. Erste Mods existieren schon und auch wir legen bereits Hand an. Den Artikel finden Sie online unter: <http://tinyurl.com/oajtms7>



Fallout 4 ist technisch zwar alles andere als taufisch, doch immerhin stimmt die Atmosphäre. Zudem werden Sie wohl bald mit Mods die Optik verbessern können.

Grafikkarten-Benchmarks

1.920 × 1.080, Godrays hoch, restliche Details max. (Ultra-Preset), TAA, HQ-AF

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	100	116,9 (+375%)
Asus GTX 980 Strix/4G	77	88,9 (+261%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	63	77,1 (+213%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	61	76,3 (+210%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	64	75,7 (+208%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	60	74,3 (+202%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	55	66,8 (+172%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	58	66,5 (+170%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	51	62,4 (+154%)
Zotac GTX 960 AMP/2G	41	49,1 (+100%)
MSI R9 380 Gaming/4G	35	46,7 (+90%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	35	45,6 (+85%)
MSI GTX 760 Gaming/2G	32	40,1 (+63%)
Asus R9 270X DC2 TOP/2G	30	38,8 (+58%)
MSI GTX 750 Ti Gaming/2G	23	29,1 (+18%)
HIS R7 260X IceQ X2 Turbo/2G	17	24,6 (Basis)

2.560 × 1.440, Godrays hoch, restliche Details max. (Ultra-Preset), TAA, HQ-AF

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	68	81,1 (+413%)
Asus GTX 980 Strix/4G	49	59,5 (+277%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	43	55,8 (+253%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	41	53,6 (+239%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	39	50,9 (+222%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	41	50,4 (+219%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	37	46,9 (+197%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	34	44,3 (+180%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	36	43,3 (+174%)
Zotac GTX 960 AMP/2G	26	32,5 (+106%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	22	32,1 (+103%)
MSI R9 380 Gaming/4G	22	31,5 (+99%)
MSI GTX 760 Gaming/2G	21	26,6 (+68%)
Asus R9 270X DC2 TOP/2G	18	25,4 (+61%)
MSI GTX 750 Ti Gaming/2G	14	18,8 (+19%)
HIS R7 260X IceQ X2 Turbo/2G	10	15,8 (Basis)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, DDR4-2400 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64
Bemerkungen: Tendenziell läuft Fallout 4 auf Nvidia-GPUs besser, doch auch mit einer Radeon sind flüssige Bildraten kein Problem.

Min. Fps
 ➤ Besser

Seasonic®

GEWINNER DES EUROPEAN HARDWARE AWARD

ALTERNATE

BORA

BRACKCH

CASEKING.de

cyberport

d

digitec.ch

K&M

Mindfactory.de

PLATINUM
POWER SUPPLY SERIES

**EUROPEAN
HARDWARE
AWARDS
2015**

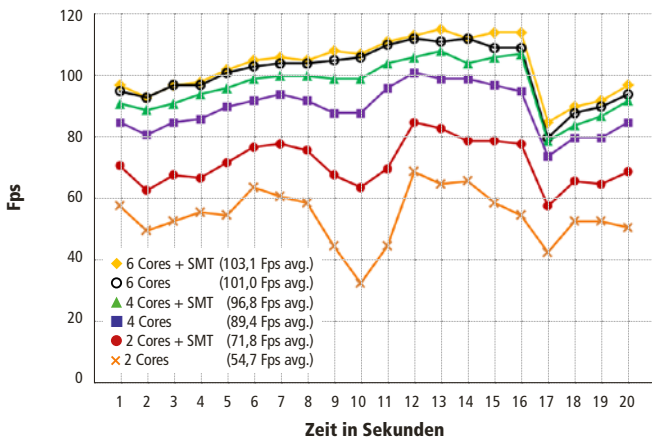
BEST PSU SERIES

Seasonic Platinum



Fallout 4: Prozessor-Kernskalierung

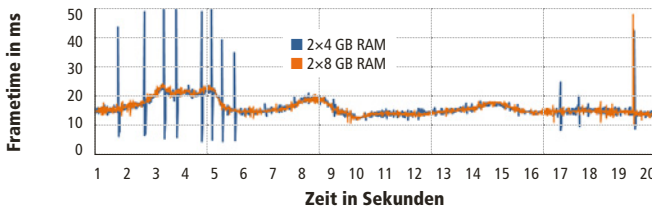
1.280 × 720, max. Details, TAA/Ingame-AF – „The Dark Road“



System: Core i7-5820K @ 2,5 GHz (1), GTX Titan X @ 1.500/4.207 MHz, Asrock X99X Killer, 4 × 4G DDR4-2200 (1T), Windows 10 x64, Gef. 358.91 WHQL. **Bemerkungen:** Der Einbruch am Ende der Messungen markiert den Punkt, an dem ein neues Grid geladen wird. Die Skalierung ist gut, mehr Kerne bringen mehr Leistung.

Frametimes mit 8 und 16 GiByte RAM

„The Dark Road“, 2.560 × 1.440, Ultra-Preset



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Sapphire R9 Fury Tri-X OC, Z170, DDR4-2400 (15-15-15-36, 1T), Win 10 x64. **Bemerkungen:** Mit 8 GiByte Speicher stockt Fallout 4 zu Beginn der Messung stärker, die meisten Ausreißer verschwinden mit 16 GiB. Für Mods ist ein zusätzliches Speicherpolster ratsam.

Gute Performance, aber mit einigen Macken

Fallout 4 läuft in 1080p mit dem höchsten Preset, welches wir auch für unsere Messungen verwendeten, schon auf Mittelklasse-GPUs ordentlich. Da das Gameplay verbessert und deutlich direkter geworden ist, empfehlen wir allerdings zumindest 45, besser die vollen 60 Fps für ein angenehmes Spielgefühl. Dafür reicht eine GTX 960 oder R9 380(X). Auch eine schon etwas betagte High-End-GPU wie eine HD 7970 (beziehungsweise R9 280X) oder GTX 770 (entspricht der GTX 680) liefert ausreichend Bilder pro Sekunde. Allerdings sollten es schon mindestens 3, besser 4 GiByte Grafikspeicher sein, vor allem, wenn Sie gedenken, die Texturen später per Mods aufzuhübschen. Ansonsten häufen sich kleinere Stocker. Diese können auch bei wenig Hauptspeicher auftreten, wir messen mit 8 GiByte verstärkt Nachladeruckler. Auch hier gilt: Wenn Sie Mods nutzen wollen, sollten 16 GiByte floter RAM im Rechner stecken.

Ebenfalls von Vorteil ist eine Mehrkern-CPU mit mindestens vier Hardware-Threads, denn erfreulicherweise nutzt Fallout 4 diese effektiv aus. Die absoluten Anforderungen an die CPU sind indes auch nicht zu verachten: Besonders

wenn neue Zellen der virtuellen Welt geladen werden, gibt es Lastspitzen, die sich bei schwächeren Prozessoren durch einen kurzen, aber kräftigen Leistungsabfall äußern können. Zudem gibt es einige Stellen in der Spielwelt, darunter besonders Umgebungen in Diamond City, wo die Last auf der CPU – nicht unbedingt nachvollziehbar – besonders hoch ist. Hier halten auch starke Prozessoren die 60 Fps nicht – Bethesda arbeitet aber bereits an Patches, die dieses Problem eventuell vermindern oder beseitigen könnten.

Tipps zur Leistungssteigerung

Einer der anspruchsvollsten Effekte im Spiel sind Nvidias tessellierte Godrays. Besonders auf der höchsten Stufe lassen diese die Framraten stark einbrechen. Dies liegt allerdings nicht nur an den Godrays allein, auch die Volumetrische Beleuchtung wird mit dem Setzen des Reglers gesteuert. Diese wird nur in maximalen Godray-Settings in voller Auflösung berechnet und zeigt in allen anderen hässliche Artefakte. Radeon-Nutzer können hier von den Tessellation-Einstellungen im Treiber profitieren: Setzen Sie die Qualität der Godrays auf Ultra, den Regler im Treiber auf x8. So bekommen Sie die beste Beleuchtung bei ca. 50 % mehr Leistung.

Radeon-Empfehlungen

Asus R9 380X Strix/4G

Der Tonga-Vollausbau liefert für 1080p mit Ultra-Details genügend Leistung und hat dank 4 GiByte Speicher auch noch Reserven für etwaige Textur-Mods. Die Asus R9 380X Strix ist zudem im Desktop-Betrieb dank semiaktiver Kühlung geräuschos und im Spielbetrieb leise. Mit Spannungserhöhung und OC ist auch WQHD mit ausreichend flüssigen Bildraten spielbar.



ab
€ 270,-

Sapphire R9 390X Tri-X OC/8G

Mit der Hawaii-GPU R9 390X sind auch höhere Auflösungen jenseits Full-HD kein Problem, der mit 8 GiByte sehr üppige Speicher sollte zudem auch für exzessives Modding völlig ausreichen. Die semiaktive Kühlung erreicht eine gemäßigte Lautstärke, im Desktopbetrieb oder bei geringer Last stehen die Lüfter still. Allerdings ist die Hawaii-GPU unter Last sehr stromdurstig.



ab
€ 420,-

Geforce-Empfehlungen

Palit GTX 960 Jetstream/4G

Die kleine, aber flotte GTX 960 liefert in Fallout 4 in Full HD sehr gute Bildraten und kann mit etwas Detailverzicht oder zusätzlichem OC auch 1440p halbwegs gut stemmen. Die semiaktive Kühlung ist geräuschos bis leise, zudem ist der Maxwell-Mini recht sparsam. Greifen Sie zum Modell mit 4 GiByte Speicher, dieses kostet gegenüber der 2-GiByte-Variante nur rund 20 Euro Aufpreis.



ab
€ 220,-



ab
€ 530,-

MSI GTX 980 Gaming/4G

Mit 4 GiByte Speicher bestens für WQHD gerüstet ist die nicht günstige, aber sehr potente GTX 980. Das Modell von MSI ist dabei nicht nur sehr schnell und fähig, selbst in 1440p die erstrebenswerten 60 Bilder pro Sekunde zu liefern, sondern auch verhältnismäßig sparsam und dank semiaktiver Kühlung geräuschos bis leise. Auch hier gibt es genügend Reserven für Grafikmods.

AC: Syndicate

Kurz vor Produktionsschluss dieser Ausgabe erschien mit Syndicate der neue Teil der Assassin's-Creed-Reihe – wir hatten trotz Nachtschichten entsprechend wenig Zeit, uns mit dem Titel zu beschäftigen. Weitere Messungen und einen umfangreicheren Artikel finden Sie daher auf www.pcg-h.de.

Nachdem der Vorgänger Unity wegen der unzähligen technischen Macken eher negativ im Gedächtnis blieb, können wir für Syndicate erfreulicherweise verlauten lassen, dass Ubisoft eine deutliche und sehr auffallende Verbesserung der Technik und Performance erzielt hat. Offensichtlich hat sich der Publisher die Kritik zu Herzen genommen, die Engine optimiert und Fehler ausgeräumt.

Das NPC-Aufkommen wurde deutlich zurückgeschraubt, dichte Menschenmengen treffen Sie nun weitaus seltener an als noch im Vorgänger, nur hin und wieder stehen die Spielfiguren in dicht gedrängten Gruppen beieinander. Beispielsweise am Bahnhof von Whitechapel, wo wir außerdem unsere Benchmarks anfertigten. Dieser Umstand tut der Atmosphäre aber kaum einen Abbruch, diese ist serientypisch stark, und auf der Habenseite stehen unter anderem eine weitaus ausgeglichene Performance und weniger Fehler. Die Frameraten schwanken nun weit weniger stark, das Spielgefühl ist direkter und flüssiger, der Level of Detail wurde verbessert, der Speichergebrauch gedrückt. Die im Vorgänger todschicken, aber teils miserabel laufenden Zwischensequenzen sind nun deutlich flüssiger und noch genauso hübsch anzusehen, markieren jedoch noch immer das Framerate-Worst-Case-Szenario. Hier zeigen sich auch die aufwendig gestalteten Figuren von

ihre Schokoladenseite: Die feinst modellierten Gesichter wirken dank dem Einsatz von Subsurface-Scattering und aufwendiger Animation sehr glaubwürdig. Die Kleidung fällt zwar szenariobedingt weniger opulent und barock aus, ist aber gewohnt aufwendig gestaltet und dank des physikbasierten Renderansatzes erhalten Stoffe, Leder und Metall-Applikationen korrekte Reflexionseigenschaften und verhalten sich bei verschiedensten Beleuchtungsszenarien realistisch.

Schicke, aber teure Gameworks-Effekte

Wie schon Unity nutzt auch Assassin's Creed Syndicate einige Effekte aus Nvidias Gameworks-Programm. Die sehr effektive Kantenglättung TXAA bleibt GeForce-GPUs vorbehalten, Radeon-Besitzern stehen nur MSAA und FXAA zur Verfügung. Nvidias Percentage Closer Soft Shadows (PCSS) und HBAO+ können hier wie dort genutzt werden. Die Umgebungsverdeckung steht in Syndicate erstmalig in der noch höheren Qualitätsstufe HBAO+ Ultra zur Verfügung. Damit erhöht sich die AO-Darstellungsweite deutlich, auch entfernteste Objekte werden fein verschattet. Der Effekt kostet verhältnismäßig wenig Leistung und ist deutlich hübscher als das klassische SSAO. Die ebenfalls sehr ansehnlichen Nvidia-Schatten indes brauchen sehr viel Leistung und lassen selbst High-End-GPUs auf der höchsten Stufe stark einbrechen. Zudem erhöht sich der Bedarf an Grafikspeicher drastisch, was beispielsweise die GeForce GTX 970 aufgrund ihres zweigeteilten Speichers in 1440p schon in 2.560 × 1.440 überfordert. Verzichteten Sie auf PCSS, lässt sich AC Syndicate mit der beliebten Oberklasse-Grafikkarte aber sehr gut in WQHD spielen.



Das viktorianische London präsentiert sich in Assassin's Creed Syndicate optisch schick, die Performance ist sehr gut und ausgewogen, Bugs sind dagegen selten.

AC Syndicate: Grafikkarten-Benchmarks

1.920 × 1.080, nur SSAO, Schatten hoch, Rest max., FXAA – „Whitechapel“

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	87	94,6 (+150%)
Nvidia Geforce GTX Titan X/12G	87	94,2 (+149%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	73	79,6 (+110%)
Asus GTX 980 Strix/4G	71	77,6 (+105%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	68	75,4 (+99%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	62	67,4 (+78%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	60	66,3 (+75%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	60	65,7 (+73%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	53	60,1 (+59%)
Sapphire R9 380X Nitro/4G	49	53,8 (+42%)
Palit GTX 780 Jetstream/3G	49	52,4 (+38%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	45	50,5 (+33%)
MSI R9 380 Gaming/4G	44	49,2 (+30%)
EVGA GTX 960 Superclocked/4G	44	48,4 (+28%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	40	44,7 (+18%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	33	37,9 (Basis)

2.560 × 1.440, nur SSAO, Schatten hoch, Rest max., FXAA – „Whitechapel“

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	62	68,6 (+197%)
Nvidia Geforce GTX Titan X/12G	60	65,4 (+183%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	55	59,7 (+158%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	52	56,1 (+143%)
Asus GTX 980 Strix/4G	49	52,9 (+129%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	45	49,1 (+113%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	42	46,3 (+100%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	41	44,3 (+92%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	40	43,8 (+90%)
Sapphire R9 380X Nitro/4G	33	37,7 (+63%)
Palit GTX 780 Jetstream/3G	33	36,2 (+57%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	30	33,5 (+45%)
MSI R9 380 Gaming/4G	30	33,1 (+43%)
EVGA GTX 960 Superclocked/4G	29	31,6 (+37%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	27	29,5 (+28%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	20	23,1 (Basis)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Geforce 359.00 WHQL, Radeon Crimson, Windows 10 x64
Bemerkungen: Mit einer 2G-Karte wird's zäh, ab 3 GiB laufen Sie flüssig durch London.

Min. 10 Fps
 ➤ Besser



SEASONIC QUALITÄT ZUM EINSTIEGSPREIS!

ALTERNATE BORA BRACK.CH CASEKING.de cyberport



620W / 520W / 430W / 350W

digitec.ch K&M Mindfactory.de

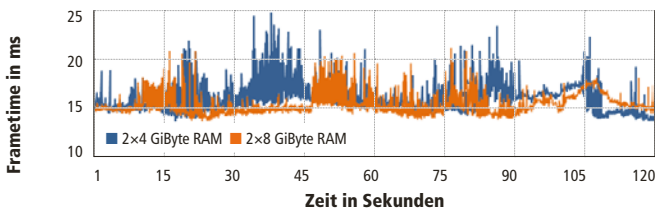
Star Wars: Battlefront



Technisch ist Star Wars: Battlefront eines der beeindruckendsten Spiele des Jahres und optisch nicht nur für einen Multiplayer-Titel todschick.

Frametimes mit 8 und 16 GiByte RAM

Walkerassault Endor, 20 vs 20, 1440p, Ultra-Details



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 x 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, Sapphire R9 Fury Tri-X OC, DDR4-2400 (15-15-36, 1T), Windows 10 x64 **Bemerkungen:** Die Frametimes sind mit nur 8 GiB deutlich unruhiger als mit 16 GiB, bleiben aber noch im guten Bereich. Mit 16 GiB gibt es beinahe keine spürbaren Stocker mehr.

Grafikkarten-Empfehlungen

MSI R9 380 Gaming/4G

Mit einer Radeon R9 380 erhalten Sie mehr als ausreichend Leistung für Full HD, selbst auf Endor werden 50 Fps erreicht. Die MSI Gaming 4G bietet, dem Namen entsprechend, 4 GiByte Speicher und eignet sich daher bestens für maximale (Textur-)Details, während das Kühlsystem der werkseitig minimal übertakteten GPU höchstens 1,6 Sone Lautheit erzeugt.



Sapphire R9 Fury Tri-X/4G

Sappires Tri-X-Version der Radeon R9 Fury stemmt Battlefront selbst in 1440p fast immer mit 60+ Fps. Dank des mächtigen Triple-Slot-Kühlers wird die Star-Wars-Atmosphäre zu keiner Zeit durch Lärm gestört; wir messen bei der OC-Variante der Karte höchstens 1,5 Sone Lautheit. Die 4 GiByte HBM genügen selbst in Ultra HD.



Star Wars: Battlefront basiert auf der aktuell fortschrittlichsten Iteration der von DICE entwickelten Frostbite-3-Engine, die neben einem sehr ansehnlichen physikbasierten Rendering, toller Beleuchtung, aufwendigen Partikeleffekten und einer sehr plastischen Darstellung dank geschickt eingesetzter Tessellation sowie Displacement-Maps außerordentlich gute Leistung bietet. DICE nutzt die aktuelle Hardware-Techniken sehr effizient aus, so wird die dynamische Umgebungsverdeckung etwa via Compute dargestellt und je nach Entfernung zum Spieler beziehungsweise der Kamera angepasst: In der Ferne ist der Effekt niedrig aufgelöst, nahe Objekte und Details hingegen werden sehr fein abgetastet und hochauflösend verschattet.

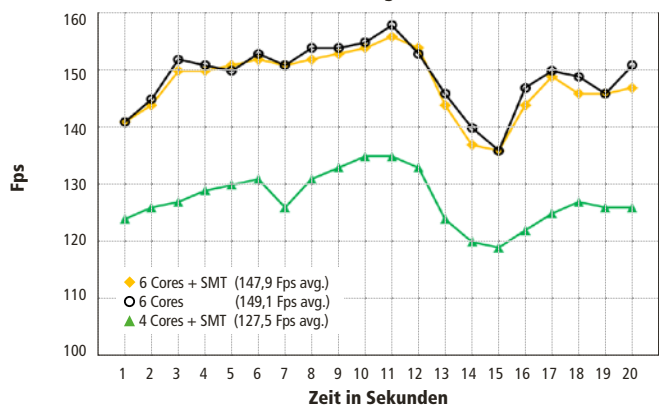
Der Tessellationsfaktor wird für die Oberflächen je nach Beschaffenheit des jeweiligen Elements und Abstand zur Kamera dynamisch angepasst, dies erlaubt sogar auf Konsolen den exzessiven Einsatzes der Technik. Nach einigen Test mit verschiedenen GPUs ist dieser Faktor auf dem PC aber wohl zu vernachlässigen, Radeons brechen mit im Treiber auf hohe Stufe gesetzten Tessellation kaum stärker ein – für unsere Benchmarks steht der Wert wie immer auf der festen Maximalstufe x64, um für eine möglichst

ausgeglichene Basis zu sorgen. Neben diesen Schmeckel konnte DICE in Zusammenarbeit mit Lucasfilm die Originalrequisiten aus den Filmen nutzen und diese per Photogrammetrie digitalisieren und in das Spiel integrieren. Dazu werden Hunderte Einzelbilder aus verschiedenen Perspektiven aufgezeichnet und daraus dann per Software ein 3D-Modell generiert. Dank dieser Technik ähneln Objekte, Schiffe, Waffen und Ausrüstungsgegenstände verblüffend ihren realen Vorbildern. Die referenzverdächtige und ausgezeichnete Sound-Kulisse samt Unterstützung für Dolby Atmos und die authentischen Samples tun ihr übriges, die Filmatmosphäre fast perfekt einzufangen.

Der physikbasierte Renderer erlaubt zudem in Zusammenarbeit mit dem gegenüber früheren Versionen der Frostbite-3-Engine und ebenfalls aus der realen Welt abfotografierten und digitalisierten Oberflächenmaterialien einen größtenteils phänomenal hohen Detailgrad, den Sie in solcher Form wahrscheinlich noch nie zuvor in einem Spiel bestaunen durften. Auch die verbesserte Beleuchtung sowie der PBR-Ansatz setzen auf Compute. In diesem Bereich sind Radeon-GPUs stark, die Zusammenarbeit von DICE und AMD

SW Battlefront: Prozessor-Kernskalierung

1.280 x 720, Ultra-Details, TAA/1x AF – „Racing Endor“



System: Core i7-5820K @ 2,5 GHz (I), GTX Titan X @ 1.500/4.207 MHz, Asrock X99X Killer, 4 x 4G DDR4-2200 (1T), Windows 10 x64, Gef. 358.91 WHQL **Bemerkungen:** Die Engine skaliert mit mehr als vier Prozessorkernen, bei einer Sechskern-CPU führt SMT alias Hyperthreading jedoch zu minimalen Leistungsverlust.

bringt AMD einen messbaren Leistungsvorteil gegenüber vergleichbaren GeForce-Karten. Ein Fakt, den man durchaus kritisch sehen kann, jedoch liefern auch Nvidia-GPUs gemessen an der Optik fast sensationell gute Bildraten. Sie werden kaum ein anderes aktuelles Spiel finden, dass auf Ihrer Hardware so gut läuft und dabei so schick aussieht. Abgerundet wird die tolle Optik durch die neue temporale Kantenglättung TAA, die nun statt MSAA angeboten wird und sehr effizient Pixel- und Shaderflimmern verhindert – dabei allerdings für eine ziemlich deutliche Unschärfe sorgt. Alternativ kann aber auch FXAA oder das spielinterne Supersampling (bis zu 2×2 OGSSAA) genutzt werden. Bei Letzterem wird zusätzlich ein wenig nachgeschärft.

Speederbike-Performance

Für unsere Benchmarks verwenden wir eine sehr anspruchsvolle Szene, der halsbrecherische Ritt durch das Unterholz des Waldmonds Endor fordert die Grafikkarte wie kaum eine andere Spielsituation, zusätzlich liegt hier die Streaming-Last sehr hoch.

Schon ab einer flotten Mittelklasse-GPU sind in 1080p sehr gute Bildraten zu erreichen. Eine R9 380(X) oder die alternde, aber noch immer sehr potente R9 280X schaffen auch Ultra-Details mit gut 60 Bildern pro Sekunden. Doch selbst mit eigentlich veralteten Grafikkarten wie der HD 6950 oder GTX 570 können Sie ein Spielchen wagen, schrauben Sie dazu einfach die Qualitätseinstellung auf die mittlere Stufe und Sie bewegen sich im 45-Fps-Bereich. Wenn Sie dann noch zusätzlich die Renderauflösung auf rund 80 % herabsetzen, was in etwa den konsolentypischen 900p entspricht, sind auch 60 Fps zu realisieren. Und selbst mit reduzierten Details sieht Battlefront dank der fortschrittlichen Technologie und der sehr guten optischen Basis durch die abfotografierten Elemente durchaus ansprechend aus. Auf der anderen Seite können Sie mit ab einer GTX 980 oder R9 290 auch 1440p mit sehr hohen Details genießen, in den meisten Gefechten werden Sie so ebenfalls 60 Fps oder mehr erzielen können.

Star Wars: Battlefront GPU-Benchmarks

1.920 × 1.080, Ultra-Details, TAA

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	94	102,6 (+309%)
Nvidia Geforce GTX Titan X/12G	87	94,2 (+275%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	87	92,1 (+267%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	79	85,6 (+241%)
Asus GTX 980 Strix/4G	72	78,3 (+212%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	64	74,3 (+196%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	66	70,1 (+179%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	61	67,4 (+169%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	62	67,3 (+168%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	52	56,8 (+126%)
Sapphire R9 380X Nitro/4G	52	56,3 (+124%)
MSI R9 380 Gaming/4G	48	50,5 (+101%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	46	49,2 (+96%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	44	47,2 (+88%)
EVGA GTX 960 SSC/4G	42	45,8 (+82%)
Zotac GTX 960 AMP/2G	42	45,6 (+82%)
MSI GTX 670 Power Edition/2G	40	42,7 (+70%)
Nvidia Geforce GTX 570/1,25G	23	25,7 (+2%)
AMD Radeon HD 6950/2G	23	25,1 (Basis)

2.560 × 1.440, Ultra-Details, TAA

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	65	69,9 (+306%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	64	67,5 (+292%)
Nvidia Geforce GTX Titan X/12G	61	65,8 (+283%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	56	63,1 (+267%)
Asus GTX 980 Strix/4G	47	54,2 (+215%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	49	54,2 (+215%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	45	48,1 (+180%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	44	47,8 (+178%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	40	44,2 (+157%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	38	40,8 (+137%)
Sapphire R9 380X Nitro/4G	35	38,8 (+126%)
MSI R9 380 Gaming/4G	32	34,2 (+99%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	30	33,1 (+92%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	31	33,1 (+92%)
EVGA GTX 960 SSC/4G	27	29,9 (+74%)
Zotac GTX 960 AMP/2G	27	29,7 (+73%)
MSI GTX 670 Power Edition/2G	26	28,8 (+67%)
AMD Radeon HD 6950/2G	16	17,3 (+1%)
Nvidia Geforce GTX 570/1,25G	15	17,2 (Basis)

3.840 × 2.160, Ultra-Details, TAA

AMD Radeon R9 Fury X/4G	34	37,3 (+117%)
Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	33	36,0 (+109%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	30	34,3 (+99%)
Nvidia Geforce GTX Titan X/12G	29	32,8 (+91%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	26	29,4 (+71%)
Asus GTX 980 Strix/4G	24	26,5 (+54%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	23	25,9 (+51%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	22	24,9 (+45%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	20	22,2 (+29%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	19	21,4 (+24%)
Sapphire R9 380X Nitro/4G	18	20,4 (+19%)
MSI R9 380 Gaming/4G	16	18,1 (+5%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	15	16,9 (-2%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	14	16,1 (-6%)
EVGA GTX 960 SSC/4G	13	14,6 (-15%)
MSI GTX 670 Power Edition/2G	13	14,5 (-16%)
Zotac GTX 960 AMP/2G	12	13,9 (-19%)
AMD Radeon HD 6950/2G	7	9,1 (-47%)
Nvidia Geforce GTX 570/1,25G	2	3,9 (Basis)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64
Bemerkungen: Unser Benchmark stellt überdurchschnittliche Anforderungen an die Hardware, meist liegen die Bildraten höher.

Min. 10 Fps
 ➤ Besser



HIGH PERFORMANCE
COOLING SOLUTIONS
www.thermal-grizzly.com

WÄRMELEITPASTEN

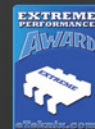
Kryonaut 12,5 W/mk
 Overclocking

Hydronaut 11,8 W/mk
 Watercooling

Aeronaut 8,5 W/mk
 Efficiency



Top-Performance
einfache Anwendung
wechselbarer Applikator



Kryonaut
 Etekix.com



Hydronaut
 overclocking.guide

„Für meine High-End-Systeme ist die Thermal Grizzly Kryonaut Wärmeleitpaste das absolute Top Produkt!“

DEER BAUER

WÄRMELEITPADS

minus pad 8
 8,0 W/mk



flexible Anwendung
elektrisch isolierend
hohe Wärmeleitfähigkeit

ERHÄLTlich BEI



Anno 2205: Grafikkarten-Benchmarks

1.920 × 1.080, maximale Details, 1× AA, HQ-AF – „Dawn flyby“

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	62	69,7 (+125%)
Asus GTX 980 Strix/4G	46	53,5 (+73%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	36	42,2 (+36%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	35	41,6 (+34%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	35	38,9 (+25%)
Asus R9 Fury Strix/4G	31	36,4 (+17%)
HIS R9 390X IceQ X² Turbo/8G	26	31 (Basis)
EVGA GTX 960 SSC/4G	26	30,9 (-0%)
Plait GTX 780 Jetstream/3G	25	28,8 (-7%)
Asus R9 290 DC2OC/4G	23	27 (-13%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	19	22 (-29%)
MSI R9 380 Gaming/4G	17	20,9 (-33%)
HIS R9 280X IceQ X² Turbo/3G	17	20,8 (-33%)
MSI GTX 670 Power Edition/2G	16	19 (-39%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	15	18,2 (-41%)
Asus R9 270X DC2 TOP/2G	14	17,1 (-45%)

2.560 × 1.440, maximale Details, 4× MSAA, HQ-AF – „Dawn flyby“

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	26	29,9 (Basis)
Asus GTX 980 Strix/4G	18	22,1 (-26%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	16	19,5 (-35%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	15	18,1 (-39%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	14	17,7 (-41%)
Asus R9 Fury Strix/4G	14	16,7 (-44%)
HIS R9 390X IceQ X² Turbo/8G	12	14,4 (-52%)
Plait GTX 780 Jetstream/3G	11	13,4 (-55%)
Asus R9 290 DC2OC/4G	10	12,4 (-59%)
EVGA GTX 960 SSC/4G	10	12,2 (-59%)
HIS R9 280X IceQ X² Turbo/3G	10	11,1 (-63%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	8	9,9 (-67%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	7	9,1 (-70%)
MSI R9 380 Gaming/4G	7	9 (-70%)
MSI GTX 670 Power Edition/2G	7	8,5 (-72%)
Asus R9 270X DC2 TOP/2G	6	7,8 (-74%)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64 **Bemerkungen:** Mit maximaler Qualität ver-
speist Anno 2205 jede Grafikkarte zum Frühstück – im Endgame sinkt die Bildrate weiter.

Min. Ø Fps
► Besser

Anno 2205: Shader- und MSAA-Kosten

Sehr hohe Shader-Qualität, 1080p, 1× AA, HQ-AF – „Dawn flyby 2.0“

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	78	97,9 (Basis)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	49	62,6 (Basis)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	46	54,7 (Basis)
Powercolor R9 390 PCS+/8G	31	37,7 (Basis)

Ultra hohe Shader-Qualität, 1080p, 1× AA, HQ-AF – „Dawn flyby 2.0“

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	47	60,9 (-38 %)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	28	37,4 (-40 %)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	32	39,7 (-27 %)
Powercolor R9 390 PCS+/8G	19	24,2 (-36 %)

Ultra hohe Shader-Qualität, 1080p, 4× MSAA, HQ-AF – „Dawn flyby 2.0“

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	27	35,3 (-64 %)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	16	21,1 (-66 %)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	19	24,1 (-56 %)
Powercolor R9 390 PCS+/8G	13	15,3 (-59 %)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Win 10 x64 **Bemerkungen:** Die maximale Shaderqualität und MSAA kosten beide sehr viel Leistung – auf Nvidia-GPUs mehr als auf AMD-Chips.

Min. Ø Fps
► Besser

Anno 2205

Anno 2205 aus dem Hause Blue Byte Mainz (ehemals Related Designs) bietet eine wunderschöne, detailverliebte Grafik – und streckt damit so manchen Rechner nieder. Unser Test liefert Ihnen das Wissen, welche Hardware dem Geschehen gewachsen ist und wie Sie die Bildrate ohne große Pracht-Einbußen steigern können.

Schick und sauber

Die Kunst, schönen Content mit modernem Shading darzustellen, ist bei Anno 2205 geglückt. Wer mit der freien Kamera und maximaler Zoomstufe unterwegs ist, erblickt eine wahre Detailflut. Zahlreiche Passanten, wie Jogger, Rentner, Schwangere und Mütter mit Kinderwagen, wuseln durch die Straßen und spiegeln sich wie auch die futuristischen Vehikel – darunter Tron-ähnliche Bikes und fliegende PKW à la Zurück in die Zukunft – in Glasfassaden. Hinzu kommen die Fabriken, bei denen schweres Gerät, Roboter und natürlich auch Menschen sichtbar ihrem Tagwerk nachgehen. Sie alle werfen bis zu einer bestimmten Entfernung einen dynamischen, vom Sonnenstand beeinflussten Schatten und hauchen der virtuellen Metropole

Leben ein. Apropos Sonnenstand: Die Beleuchtung verdient sich eine gesonderte Erwähnung, da der Tag-Nacht-Wechsel großartig aussieht. Vor allem bei Tagesanbruch und Dämmerung zaubert Anno 2205 wunderschöne Momente auf den Bildschirm.

Dem Spiel ist anzumerken, dass sich die Entwickler auch Gedanken über eine saubere Darstellung gemacht haben. Das fängt bei den fein gefilterten Schatten an und gipfelt bei den Anti-Aliasing-Maßnahmen: Dank des neuen Renderverfahrens feiert Multisample-AA als echte Hardware-Kantenglättung ein Comeback, Anno 2205 bietet 2× bis 8× MSAA. In Zeiten der Deferred-Renderer war MSAA oft nur über Umwege realisierbar und, war es doch mal anzutreffen, oft lückenhaft. In Anno 2205 arbeitet MSAA wie wir es von früher kennen: Alle Kanten werden sauber erfasst, die Wirkung ist schon bei der Stufe 2× klar sichtbar. Das reicht den Entwicklern aber nicht. Das Multisampling, welches prinzipbedingt nur Polygonkanten, nicht aber Texturen und Shader bearbeitet, wird um zwei Komponenten erweitert, Alpha-to-Coverage und Shader-AA.

Grafikkarten-Empfehlungen

Asus GTX 970 Strix DC20C

Wer sich in Anno 2205 auch bei einer Mega-Metropole noch ordentliche Fps in Full-HD-Auflösung wünscht, kommt mit einer GTX 970 am besten und günstigsten davon (siehe Benchmarks oben). Asus' Strix ist sowohl mit werkseitiger Übertaktung als auch ohne erhältlich, im PCGH-Preisvergleich ist die OC-Version teilweise günstiger (!) und somit unsere Empfehlung.



ab
€ 350,-



ab
€ 700,-

Palit 980 Ti Super Jetstream/6G

Die „Super Jetstream“-Version der GeForce GTX 980 Ti gehört zu den leisesten High-End-Karten am Markt und außerdem zu den günstigsten 980-Ti-Modellen – wobei rund 700 Euro natürlich kein Pappenstiel sind. Für diese Summe erhalten Sie jedoch bestmögliche Leistung in Anno 2205, das Spiel läuft mit sehr hohen Shaderdetails selbst in 1440p mit etwas MSAA flüssig.

Ersteres kommt schon bei Anno 1404 zum Einsatz und sorgt dafür, dass die Vegetation im Zuge des Multisamplings mitgeglättet wird. Das Shader-AA entflimmert unter anderem die Wasseroberfläche. Alles zusammen wirkt beinahe wie Supersampling und sorgt dafür, dass die Abtastung dem schönen Content gerecht wird.

Leistungsfresser Shading

Anno 2205 ist mit Ultra-Details sehr anspruchsvoll. Die Last liegt dabei eindeutig auf den Grafikkarten, wofür mehrere Faktoren sprechen. Erstens steigt die Bildrate schon in Full HD ohne Anti-Aliasing konsequent mit schnelleren Grafikkarten. Zweitens können sich AMDs Fury-Modelle klar von ihren Geschwistern der Radeon-200- und 300-Generation absetzen, ebenso die Fury X von der Fury. Die Unterschiede zwischen den letztgenannten beiden Grafikkarten sind in vielen Spielen nicht derart ausgeprägt, da Faktoren wie Front-End oder Speichertransferrate limitieren; Anno 2205 skaliert ergo sehr

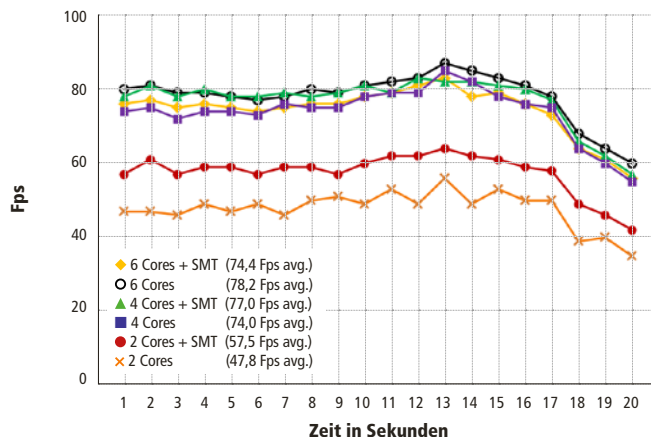
gut mit der Shader-Leistung. Der Code schmeckt GeForce-GPUs tendenziell besser als Radeon-Chips, wobei insbesondere das starke Abschneiden aller Maxwell-Grafikkarten (GeForce 900) ins Auge sticht. So kann es die hochgetaktete EVGA GTX 960 SSC 4GB stellenweise mit der leicht übertakteten HIS Radeon R9 390X Iceq aufnehmen, die Asus GTX 980 Strix kommt immer an der Fury X vorbei und die GTX 980 Ti ist, übertaktet oder nicht, uneinholbar an der Spitze. Die älteren Kepler-Modelle (GeForce 600/700) ordnen sich indessen dort ein, wo man sie vermuten würde, allerdings mit kleinen Fps-Vorteilen gegenüber vergleichbaren Radeons. Der Haupt-Leistungsdrücker neben dem Multisample-Anti-Aliasing ist die Shader-Qualität: Reduzieren Sie die diese von „Ultra hoch“ auf „Sehr hoch“, erhalten auf GeForce-GPUs mindestens 60 Prozent höhere Fps und auf Radeons zwischen 35 und 55 Prozent mehr. Delikat ist, dass somit die Leistungslücke zwischen Radeon und GeForce noch größer wird als eben erläutert, da die AMD-

Chips mit Ultra-Shading schwächer einbrechen, und dass die grafischen Unterschiede zwischen den beiden Stufen sehr subtil ist. Unser Tipp bei Performance-Problemen lautet daher: Spielen Sie mit redu-

zierten Shader-Details und schalten Sie stattdessen eine AA-Stufe höher, um die Grafik zu entflimmern. Probleme mit Grafikspeicher müssen Sie bei 3 GiByte oder mehr nicht befürchten.

Anno 2205: Prozessor-Kernskalierung

1.280 x 720, max. Details, 1x AA/AF – „Dawn flyby 2.0“



System: Core i7-5820K @ 2,5 GHz (1), GTX Titan X @ 1.500/4.207 MHz, Asrock X99X Killer, 4 x 4G DDR4-2200 (1T), Win 10 x64, Gef. 358.91 WHQL **Bemerkungen:** Besitzer eines Intel-Vierkerners dürfen SMT an lassen, die Leistung steigt gegenüber vier Threads – bei einem Sechskerner wirkt SMT jedoch kontraproduktiv.

LC-POWER™

www.lc-power.com

TANK-BUSTER GAMING 978BG

- 2x USB 3.0 / 2x USB 2.0 / HD Audio
- Hot-Swap-Feature für bis zu sechs 3,5"-HDDs
- inkl. drei 120mm-Gehäuselüfter (rot beleuchtet)
- bis zu acht Gehäuselüfter montierbar (optional)
- Gehäuse innen basaltgrau lackiert
- Vorrichtung für Wasserkühlung
- Einbaurahmen für 3,5"-HDDs demontierbar
- Lüftersteuerung
- inkl. demontierbarem Netzteilstaubfilter
- Netzteil unten montierbar
- Seitenteil mit Acrylglas-Fenster
- bis zu vier Grafikkarten verbaubar



f /lcpower.germany

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

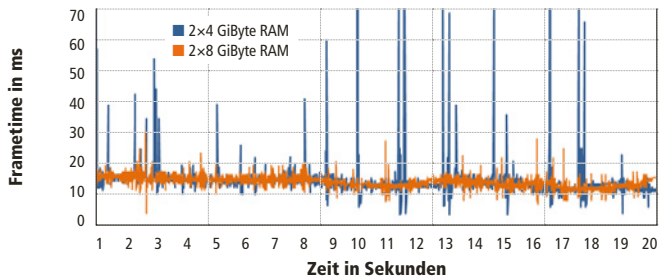
Call of Duty: Black Ops 3



Call of Duty: Black Ops 3 hatte so seine Startschwierigkeiten. Mittlerweile ist der Titel mit etwas Zurückhaltung bei den Detailinstellungen sehr gut spielbar.

Frametimes mit 8 und 16 GiByte RAM

2.560 × 1.440, Texturen & Schatten hoch, Rest max., Filmic SMAA 2Tx



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, Sapphire R9 Fury Tri-X OC, DDR4-2400 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64 **Bemerkungen:** Für Black Ops 3 sind 16 GiByte mehr als nur empfehlenswert, ansonsten stockt das Spiel mit hohen Details unter Umständen häufig und stark.

Mit Call of Duty: Black Ops 3 hatten wir zum Launch-Zeitpunkt so unsere Probleme: Zuerst hatten wir mit Startproblemen, dann mit stark erhöhter CPU-Last auf einem unserer Testsysteme, dann einem Hyperthreading-Bug zu kämpfen. Nach einigen von Treyarch nachgeschobenen Patches läuft das Spiel nun aber rund, die Probleme sind verschwunden, die Performance in Ordnung. Allerdings nur, wenn auf die Textur- sowie Schatten-Einstellungen auf die Stufe „extra“ verzichtet wird. Denn Black Ops 3 ist ein Speicherracker sondergleichen. Doch dazu gleich mehr. Beginnen wir zuerst mit einem Blick auf die zugrundeliegende Technik, denn diese ist prinzipiell recht interessant.

id-Engine auf Technik-Steroiden

Den Kern der Infinity-Ward-Engine bildet seit dem ersten Teil der Shooter-Reihe die id-Tech 3. Diese erhielt für Call of Duty 2 erstmals eine vollumfassende Überarbeitung und den Namen Infinity Ward Engine 2.0, nachdem sie bereits für den Vorgänger von Open GL auf Direct X 9 umgestellt wurde. Über die Jahre und Seriennachfolger hinweg wurde sie immer weiter modifiziert und modernisiert,

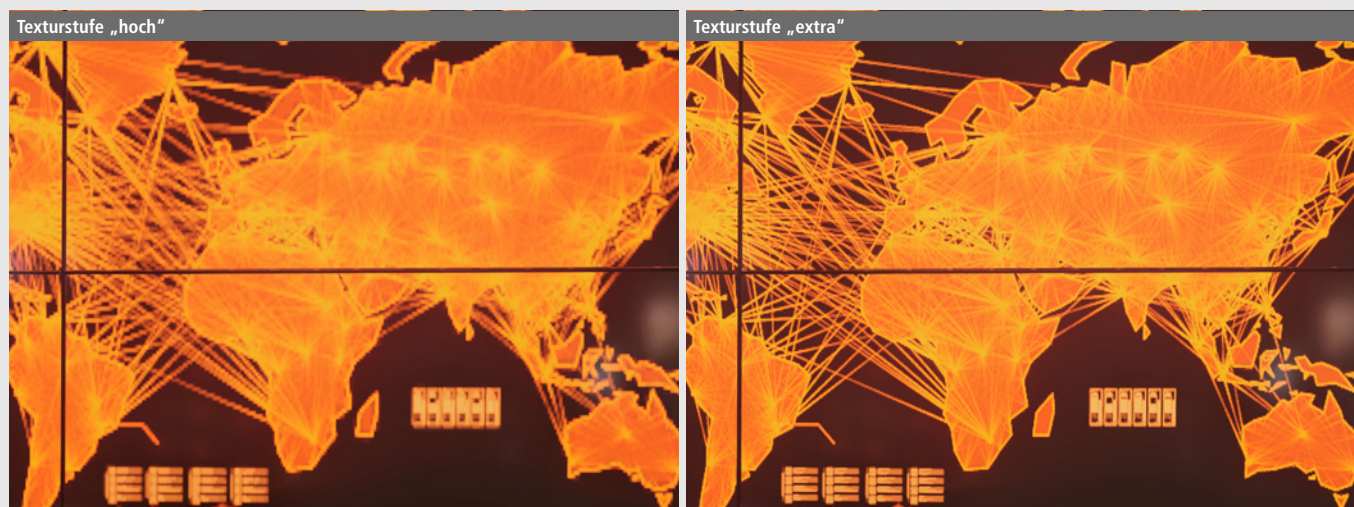
mittlerweile dürfte kaum noch ein Code-Fragment des Technik-Ahnen vorhanden sein. Auch für Black Ops 3 wurden Neuerungen eingebaut, darunter eine Voxel-basierte Globale Beleuchtung, die den auf Light-Maps basierenden Ansatz früherer Black-Ops-Titel ersetzt. Ein Deferred Renderer erlaubt nun den Einsatz von deutlich mehr dynamischen Lichtquellen. Treyarch nutzte schon für das erste Black Ops einen physikbasierten Renderansatz, der in verfeinerter Form auch in Black Ops 3 zum Einsatz kommt.

Auf das Rendering der Charaktere wurde bei der Modernisierung der Engine offenbar besonders viel Wert gelegt und zählt zu den optischen Highlights des Spiels. Für die glaubhafte Darstellung von Haut und Haar kommt Subsurface Scattering zum Einsatz, kleine Details wie Falten werden durch Screen Space Raytraced Shadows verschattet. Um die Augen lebendig wirken zu lassen, nutzt der Entwickler etwa Refraction-Maps, damit sich das Licht realistisch im Inneren bricht.

Zudem wurde das Partikelsystem laut Entwicklernaussage komplett erneuert, der Einsatz von Order Independent Transparency lässt beispielsweise Rauchwolken plas-

Leistungskiller Extra-Texturen

Black Ops 3 setzt in der Disziplin Speicherhunger neue Maßstäbe: In 1080p sind mit Extra-Texturen selbst 4 GiB Grafikspeicher zu wenig, die Performance bricht teils stark ein, der Spielspaß leidet. Die hohe Texturstufe mindert Belegung und Ruckeln deutlich. Delikat: Nur selten fallen die optischen Unterschiede so stark aus wie hier im Bildvergleich.



EVGA BATTLEFIELD HARDWARE



GEFORCE® GTX™ 980Ti KINGPIN

DIE MEISTERKLASSE – SCHNELLER GEHT ES NICHT!



TUNINGWELTMEISTER VINCE „KINGPIN“ LUCIDO HAT ES WIEDER EINMAL GESCHAFFT UND DIE SCHNELLSTE SINGLE GPU GRAFIKKARTE DER WELT ENTWORFEN.

MIT EINEM SCORE VON 14011 PUNKTEN IM FIRE STRIKE EXTREME BENCHMARK FÜHRT ER DIE TABELLE DER SCHNELLSTEN PCS AN. WEIL OVERCLOCKING SEIN UND UNSER HANDWERK IST, HABEN WIR IN ZUSAMMENARBEIT MIT IHM DIESES MEISTERSTÜCK ENTWORFEN UND GEBAUT.



STARTE JETZT DEINE DEZEMBER MISSION UND GEWINNE 1 VON 3 EVGA 980 Ti KINGPIN KARTEN.

[DE.EVGA.COM/AREYOUREADY](http://de.evga.com/areyouready)

MEHR INFORMATIONEN ÜBER DIE EVGA GEFORCE GTX 980 Ti KINGPIN GRAFIKKARTE FINDET IHR HIER [HTTP://DE.EVGA.COM/ARTICLES/00944/EVGA-GEFORCE-GTX-980-TI-KINGPIN/](http://de.evga.com/articles/00944/evga-geforce-gtx-980-ti-kingpin/)



GEFORCE®
EXPERIENCE

tischer wirken, durch die individuelle Beleuchtung der einzelnen Partikel können sich diese glaubhafter in die Szene einfügen. Effekte wie eine volumetrische Beleuchtung und God Rays und weiche Schatten sowie eine hauseigene Umgebungsverdeckung runden das Bild ab und lassen Black Ops 3 durch-

aus ansehnlich wirken. Dazu ist der Bombast-Faktor gewohnt hoch.

Ein wirklicher Optik-Kracher ist Black Ops 3 jedoch nicht. Denn wandert der Blick von der Bildschirmmitte auf Details am Rand oder im Hintergrund, fällt auf, wie schnell der Detailgrad abfällt und

wie spärlich und karg die Kulissen der Level ausfallen: Berge im Hintergrund bestehen aus kaum mehr als einer handvoll detailarm texturierter Polygone, viele Levelobjekte abseits des Action-Korridors sind eher mäßiger Qualität, zudem ist häufig Pop-Up zu beobachten und einige Texturen sind selbst auf der höchsten Stufe eher unansehnlich und niedrig aufgelöst. Umso unverständlicher erscheint uns, dass Black Ops 3 extreme Speichermengen benötigt, um rund zu laufen.

Vorratsdatenspeicherung

Call of Duty: Black Ops 3 ist eines der Spiele, die den vorhandenen Grafikkartenspeicher fast komplett ausnutzen. Genauer: Der Eintrag „VideoMemory=0.9“ in der Konfigurationsdatei Config.ini bewirkt, dass Black Ops 3 90 % Ihres verfügbaren Grafikspeichers mit Daten füllt. Dies ist prinzipiell kein Problem, sondern eine gute Sache, denn so müssen benötigte Daten nicht erst aus dem Hauptspeicher oder – nochmals deutlich weniger performant – von der langsamen Festplatte geladen werden. Das Problem an der Sache ist, dass Black Ops 3 gigantische Mengen an Speicher benötigt, mit zugeschalteten Extra-Texturen sowie Extra-Schatten benötigt das Spiel bereits in 1080p mehr als vier Gigabyte, in 1440p werden selbst 6 GiByte eng, in Ultra HD

reichen einzig die 12 GiByte einer GTX Titan X aus.

Dabei lässt sich anhand der Belegung naturgemäß nicht ganz ablesen, wie viel Grafikspeicher tatsächlich benötigt wird. Einzig die Performance lässt dazu einige Rückschlüsse zu. Gleiches gilt für den ebenfalls sehr hohen Bedarf an Hauptspeicher, denn 8 GiByte RAM sind für Black Ops 3 schon recht knapp, es kommt verstärkt zu Rucklern, wie wir anhand einer R9 Fury in 1440p und Vergleichsmessungen feststellten (siehe Frame-time-Verlauf auf der vorherigen Seite). Hier wird eventuell selbst mit nur hohen Textur- und Schattendetails der Grafikspeicher knapp, was zur Folge haben könnte, dass Daten in den Hauptspeicher und von dort auf die Festplatte ausgelagert werden müssen – und schon ruckelt das Spiel sehr deutlich und außerordentlich lästig.

Etwas Abhilfe kann es bringen, das Spiel mehr als 90 % des vorhandenen Speichers nutzen zu lassen, erhöhen Sie dazu einfach bei dem Eintrag „VideoMemory“ in der Config.ini (zu finden im Spielverzeichnis im Unterordner Players). Erhöhen Sie den Wert vorsichtig und beobachten Sie dabei die Performance. Einige hundert MiByte extra können schon Wunder

CoD Black Ops 3: Grafikkarten-Benchmarks

1.920 × 1.080, Texturen & Schatten hoch, Rest max., Filmic SMAA 2Tx

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	96	118,1 (+189%)
Nvidia Geforce GTX Titan X/12G	82	105,3 (+158%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	84	96,6 (+137%)
Asus GTX 980 Strix/4G	76	92,2 (+126%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	77	90,2 (+121%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	66	80,4 (+97%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	57	74,2 (+82%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	60	69,5 (+70%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	49	65,2 (+60%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	45	56,2 (+38%)
EVGA GTX 960 Superclocked/4G	40	52,4 (+28%)
Palit GTX 780 Jetstream/3G	42	51,6 (+26%)
MSI R9 380 Gaming/4G	42	49,6 (+22%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	40	48,3 (+18%)
Asus R9 270X DC2 TOP/2G	33	42,8 (+5%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	31	40,8 (Basis)

2.560 × 1.440, Texturen & Schatten hoch, Rest max., Filmic SMAA 2Tx

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	58	75,1 (+209%)
Nvidia Geforce GTX Titan X/12G	55	69,2 (+185%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	58	65,1 (+168%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	52	60,6 (+149%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	43	53,3 (+119%)
Asus GTX 980 Strix/4G	37	52,1 (+86%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	34	45,1 (+86%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	27	44,2 (+82%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	26	38,4 (+58%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	22	35,3 (+45%)
MSI R9 380 Gaming/4G	24	31,7 (+30%)
EVGA GTX 960 Superclocked/4G	24	30,9 (+27%)
Palit GTX 780 Jetstream/3G	24	29,9 (+23%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	21	29,2 (+20%)
Asus R9 270X DC2 TOP/2G	18	25,5 (+5%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	17	24,3 (Basis)

3.840 × 2.160, Texturen & Schatten hoch, Rest max., Filmic SMAA 2Tx

Palit GTX 980 Ti Super Jetstream/6G	29	37,5 (+54%)
Nvidia Geforce GTX Titan X/12G	26	34,1 (+40%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	13	27,2 (+12%)
HIS R9 390X IceQ X2 Turbo/8G	22	26,6 (+9%)
Asus GTX 980 Strix/4G	13	24,5 (+1%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	15	21,6 (-11%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	12	20,7 (-15%)
AMD Radeon R9 Fury X/4G	15	19,9 (-18%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	11	18,5 (-24%)
HIS R9 280X IceQ X2 Turbo/3G	12	18,3 (-25%)
MSI R9 380 Gaming/4G	10	15,5 (-36%)
EVGA GTX 960 Superclocked/4G	12	15,5 (-36%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	9	14,9 (-39%)
Palit GTX 780 Jetstream/3G	10	14,5 (-40%)
Asus R9 270X DC2 TOP/2G	8	13,1 (-46%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	8	11,8 (Basis)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64
Bemerkungen: Black Ops 3 benötigt erst mit 4 GiB Grafikspeicher Freude. Maximale Texturdetails laufen gar erst ab 8 GiB ordentlich.

Min. Ø Fps
 ➤ Besser

Grafikkarten-Empfehlungen

Sapphire R9 390 Nitro/8G

Black Ops 3 giert nach Grafikspeicher, daher raten wir Aufrüsten dazu, in ein Modell mit 8 GiByte zu investieren. Sapphires Nitro der Radeon R9 390 zählt zu den leisesten Varianten und kann ihren Boost in Call of Duty halten. Dank des großen Speichers können Sie im Spiel alle (Textur-)Details einschalten und damit auch in 1440p noch relativ flüssig spielen.



Nvidia GTX Titan X/12G

Eine Tausend-Euro-Grafikkarte als Empfehlung? Tatsächlich gibt es nur einen Grund, eine gewöhnliche Titan X einer hochgezüchteten GTX 980 Ti vorzuziehen: Grafikspeicher. Wer Black Ops 3 wirklich „maxed out“ spielen möchte, also mit allen Details und womöglich in Ultra-HD-Auflösung, sollte die Titan X erwählen und sie nach Herzenslust übertakten (Achtung, Garantieverlust).

vollbringen. Mit Grafikkarten wie der GTX 970 oder GTX 660 (Ti) sollten Sie von dieser Maßnahme allerdings Abstand nehmen, um nicht den langsam angebundenen Speicher zu stark zu belasten und so für schlechtere anstelle besserer Performance zu sorgen.

Freiwilliger Detailverzicht

Die effektivste Maßnahme gegen Ruckeln und/oder schlechte Performance ist und bleibt allerdings das Herabsetzen von Details. Hier müssen Sie keine großen Opfer bringen: Schalten Sie die Texturen auf hoch, werden zwar einige Pixeltapeten sichtbar in niedrigerer Auflösung dargestellt, wirklich ins Auge stechen tut dies aber nur in den seltensten Fällen, betroffen sind vor allem filigrane Leuchttafeln (siehe Bildvergleich). Die meisten anderen Texturen verlieren dagegen nur recht wenige Details.

Auch bei der Verschattung lässt sich viel Leistung und Speicher sparen. So ist die Schattenstufe „hoch“ beispielsweise nur bei sehr genau-

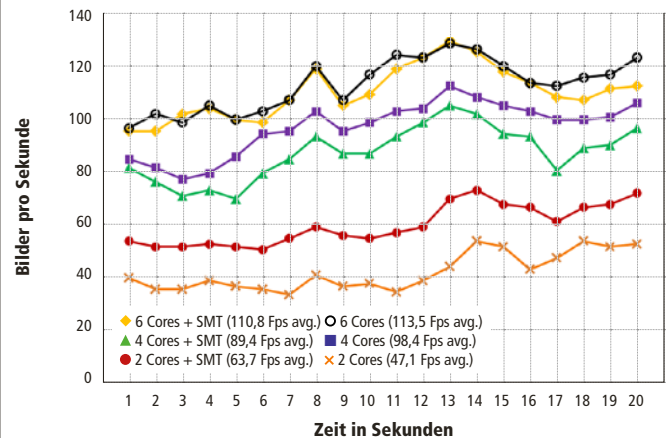
en Hinsehen von der Extra-Qualität zu unterscheiden, in der die Schatten in 8.192×8.192 berechnet, die Stufe hoch reduziert sie auf 4.096×4.096 , was nicht nur einige hundert MiByte Speicher spart, sondern eventuell auch den CPU-Overhead reduziert, die Schattenberechnung in Spielen kann dahingehend in einigen Fällen problematisch sein.

Für die Eigenverschattung gilt ähnliches: Die Stufe Extra kostet sehr viel Performance, ist aber beim Spielen kaum von der hohen Stufe zu unterscheiden – verzichten Sie auf alle Extra-Settings, ist die Optik also nur sehr geringfügig schlechter, Ihre Bildraten schnellen dagegen steil nach oben. Die Optionen sind deutlich auffälliger, ein Deaktivieren beispielsweise der dynamischen Schatten kostet sehr viel Atmosphäre.

Gleiches gilt für die Order Independent Transparency, die außerdem nur in einigen bestimmten Szenen zum Einsatz kommt und daher auch nur dort Leistung kos-

CoD Black Ops 3: Prozessor-Kernskalierung

1.280 × 720, max. Details, 1× AA/Ingame-AF – „Fury Road“



System: Core i7-5820K @ 2,5 GHz (I), GTX Titan X @ 1.500/4.207 MHz, Asrock X99X Killer, 4 × 4G DDR4-2200 (1T), Windows 10 x64, Gef. 358.91 WHQL **Bemerkungen:** SMT/Hyperthreading bremsst sowohl bei vier als auch bei sechs Prozessorkernen das Geschehen aus – möglicherweise schafft ein Patch Abhilfe.

tet, beziehungsweise bei einem Deaktivieren nur dort zusätzliche Leistung bringt – dies wäre eher eine Tuning-Maßnahme für den Multiplayer-Part, um Framedrops zu vermeiden.

Mit diesen Maßnahmen ist Black Ops 3 auch mit Mittelklasse-GPUs und wenig Speicher gut spielbar, mit 3 GiByte Videospeicher sind Sie so in 1080p auf der sicheren Seite. (pr/rv)

SPEEDLINK®

PRIME Z-DW
THE ALL-ROUNDER

KUDOS Z-9
THE SMART ONE

DECUS
THE BATTLESHIP

DOUBLE-WHEEL

CONFIG-APP

ERGONOMIC SHAPE

3.200 DPI

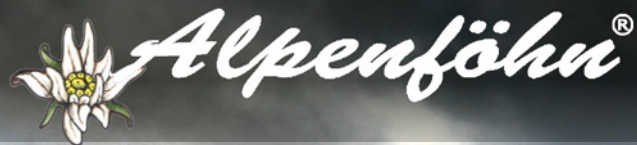
8 PROGRAMMABLE
BUTTONS

9 PROGRAMMABLE
BUTTONS

8.200 DPI

7 PROGRAMMABLE
BUTTONS

5.000 DPI



Alpenföhn Ben Nevis

Der Alpenföhn Ben Nevis bietet dank seinem Volumenstrom von 95,14 m³/Stunde ein ausgezeichnetes Leistungsverhältnis für alle preisbewussten Anwender. Die Drehzahl des Lüfters kann über den PWM-Anschluss von 400 - 1600 U/min. geregelt werden, dabei erreicht er einen Geräuschpegel von 8 - 20,2 dB.

- CPU-Kühler • für Sockel FM1, AM2(+), AM3(+), 1150, 1151, 1155, 1156, 2011
- drei Heatpipes • Shock KILLER POLE • Massive 140W TDP • asymmetrisches Design
- Shock KILLER POLE • 120mm Cone PWM Lüfter • RockMount Montagesystem
- Abmessungen: 120x140x73 mm

HXLE62



Alpenföhn Silvretta

- CPU-Kühler • für Sockel FM1, FM2(+), AM2(+), AM3(+), 775, 1150, 1151, 1155, 1156
- Abmessungen: 100x93x45 mm • drei Heatpipes
- 1x 92-mm-Lüfter mit PWM-Anschluss

HXLE61



Alpenföhn Brocken 2 PCGH

- CPU-Kühler • für Sockel 775, AM2, AM2+, 1366, 1156, AM3, 1155, AM3+, FM1, 2011, 1150, FM2, FM2+, 2011-3, 1151
- Abmessungen: 146x165x122 mm
- fünf Heatpipe-Verbindungen
- 2x 140-mm WingBoost2 3Pin Lüfter

HXLE64



Alpenföhn "Basic 120" PWM

- Gehäuselüfter • PWM-Anschluss
- Drehzahl: 300-1300 U/min
- Volumenstrom: 58,01 m³/h
- Lautstärke: 22,6 dB(A) • verschraubt
- extrem robuster PBT-Lüfterrahmen

TL9E21



ASUS
IN SEARCH OF INCREDIBLE

194,90



ASUS MAXIMUS VIII RANGER

- ATX-Mainboard • Sockel 1151
- Intel® Z170 Chipset • CPU-abhängige Grafik
- Gigabit-LAN • USB 3.1 • 4x DDR4-RAM
- 6x SATA 6Gb/s, 1x M.2, 2x SATAe
- 3x PCIe 3.0 x16, 3x PCIe 3.0 x1

GKEA13

EVGA

GEFORCE
GTX

339,-



EVGA GeForce GTX 970 ACX 2.0 SuperClocked

- Grafikkarte • NVIDIA GeForce GTX 970
- 1165 MHz (Boost: 1317 MHz)
- 4 GB GDDR5-RAM (7,0 GHz)
- 1664 Shadereinheiten • DirectX 12, OpenGL 4.4
- NVENC H.264-Video-Engine
- DisplayPort, HDMI, 2x DVI • PCIe 3.0 x16

JEX20A18



Skylake-S



299,-

Intel® Core i5-6600K

- Sockel-1151-Prozessor • Skylake-S • 4 Kerne • 3,50 GHz Basistakt
- 3,90 GHz max. Turbo • 6 MB Cache

HK510B

HYPERX



224,90

HyperX SHPM2280P2/240G

- Solid-State-Drive • SHPM2280P2/240G
- 240 GB Kapazität • M.2 (PCIe Gen 2.0 x4)
- 1400 MB/s lesen • 600 MB/s schreiben
- Marvell 88SS9293 • 120.000/78.000 IOPS

IMIM2X00

HYPERX



97,90

HyperX 16GB DDR4-2133 Kit

- Arbeitsspeicher-Kit • HX421C14FBK2/16
- Timing: 14-14-14
- DIMM DDR4-2.133 (PC4-17.000)
- Kit: 2x 8 GB

IEIG7H40



1.399,-

ASUS GL752VW-T4179T

- 43,9 cm (17,3") • Full-HD LED TFT (1920 x 1080)
- Intel® Core™ i7-6700HQ Prozessor (2,60 GHz)
- 16 GB DDR4-RAM • USB 3.0, Bluetooth 4.1
- 256 GB SSD, 1000 GB SATA (7200 U/Min.)
- NVIDIA GeForce GTX 960M 2 GB VRAM
- Microsoft® Windows® 10 Home 64-Bit (OEM)

PL8A80



749,-

MSI GP62-2QEi585FD Leopard Pro

- 39,6 cm (15,6") • Full-HD LED TFT
- Intel® Core™ i5-4210H (2,90 GHz)
- 8 GB DDR3L-RAM • 500 GB SATA, 5.400 U/Min.
- NVIDIA GeForce GTX 950M 2 GB V-RAM
- 3x USB 3.0, 1x USB 2.0, Bluetooth 4.0

PL6M8Y



159,90

Corsair STRAFE RGB

- Gaming-Tastatur • Cherry MX Brown
- dynamische Hintergrundbeleuchtung (RGB)
- voll programmierbar (jede Taste individuell programmierbar)
- USB-Passthrough-Anschluss

NTZVV608



69,90

Corsair Gaming M65 RGB FPS U

- Gaming-Maus
- 8200 dpi Auflösung • 30 G Beschleunigung
- 8 Tasten • 1 Scrollrad
- beleuchtet • USB

NMZVV808



299,-

Acer XF240H

- LED-Monitor • 61 cm (24") Bild diagonal
- 1.920x1.080 Pixel (Full HD) • Helligkeit: 350 cd/m²
- 1 ms Reaktionszeit (GtG) • Kontrast: 1.000:1
- Energieeffizienzklasse: B • Pivot-Funktion
- 1x HDMI, 1x DVI-D, 1x DisplayPort, Audio
- Integrierte Lautsprecher

V5LA9023

Transcend
good memories start here



64,90

Transcend StoreJet 25M3 1 TB

- Externe USB-3.0-Festplatte
- 1TB Kapazität • 2,5 Zoll Formfaktor
- Stoßfestigkeit nach Militärstandard
- One Touch Auto-Datensicherung
- TS1TSJ25M3

AAUQL2



69,90

Icy Box IB-AC6113

- Aktiver 13-Port USB 3.0 Hub im soliden Aluminium-Gehäuse.
- 13x USB 3.0 • On-Off Schalter
- USB-A-Ladeanschluss (5 Volt, bis zu 2,1 Ampere)
- vier Gummifüße • inkl. Ladeanschluss

MR#VRD



169,-

Logitech G633 Artemis Spectrum

- Headset • 20 Hz bis 20 kHz
- 39 Ohm (passiv), 5 kOhm (aktiv)
- 7.1-Surround-Sound mit Dolby-Technologie
- Mikrofon mit Geräuschunterdrückung und hochklappbarem Bügel
- 3,5-mm-Klinkestecker, USB-Datenanschluss

KH#L5G

ALTERNATE
bequem online

Grafikkarten

Grafikkarten, Kühler und Treiber

www.pcgameshardware.de/grafikkarte



Torsten Vogel
Fachbereich PEG & Co.
E-Mail: tv@pcgh.de

Kommentar

Neue Grafikkarten – was ist das?

Die PCGH-Grafikkarten-Artikel sprechen eine traurige Sprache. 10/2015: GTX 950 – ein Einstiegs-Angebot, das selbst für Besitzer vier Jahre alter Grafikkarten ein Downgrade sein kann. 11/2015: Radeon R9 Nano – ein teures Nischenprodukt, dessen Special Feature das reduzierte Powerlimit ist. 12/2015: GTX 960 – „im Nachtest“! Und die aktuelle Ausgabe setzt diese „behutsame Evolution“ fort. Zwar sind diese Themen für viele Nutzer hilfreich und natürlich ist die R9 380X auf den folgenden Seiten ein interessantes Angebot. Aber am OEM-Markt ist diese Ausbaustufe des Rebrands der Tonga-GPU altbekannt und diese war zu ihrer Vorstellung schon wenig mehr als eine kostenoptimierte Variante von Tahiti – einer antiken Grafikkarte von Anfang 2012!

Da mag das Gesamtpaket noch so rund sein und die Karte supergut zum Aufrüstbudget passen, der Nerd in mir dürstet nach etwas Spektakulärem. Seit vier Jahren, genauer seit der Einführung der 28-nm-Fertigung, haben GPUs keinen großen Sprung mehr gemacht. Die einzigen zwei (!) großen Ereignisse in diesen vier (!) Jahren waren die Effizienzsteigerung von Kepler zu Maxwell und die Einführung von HBM, welcher aber eher ein Package- denn eine GPU-Revolution darstellt. Und selbst diese Technologien führen erst in Kombination mit extrem teuren Monsterchips zu einer Leistungsverdoppelung gegenüber HD79X0 und GTX670/680, wie man sie früher nach drei Jahren für unter 400 Euro bekam. Also meine Bitte an AMD, Nvidia und vor allem an TSMC und/oder Global Foundries: Macht hin mit euren 14-/16-nm-Produkten, wir haben nun wirklich lange genug gewartet. Und dank der zwischenzeitlichen Etablierung von Downsampling, günstiger werdenden UHDs und anstehender VR-Brillen brauchen wir alle Leistung, die wir kriegen können.



Radeon Software Crimson

Überraschung zum Jahresende: Der Catalyst nebst Control Center wird begraben. Vorhang auf für die „Radeon Software Crimson Edition“.

Die im Rahmen einer AMD-internen Umstrukturierung entstandene Radeon Technologies Group, welche weitgehend autark arbeitet, macht Nägel mit Köpfen: Der bei Redaktionsschluss aktuelle Catalyst 15.11.1 Beta ist der letzte Treiber seiner Art. Beerbt wird er von der Radeon Software, AMDs runderneuertem Treiberpaket. Die erste Hauptversion (major release) trägt den Codenamen Crimson Edition. Mit dem neuen Namen halten zahlreiche Verbesserungen Einzug in den Treibercode, flankiert von einer neuen grafischen Oberfläche. Diese basiert nicht mehr auf Microsofts .NET-Framework, sondern auf dem plattformunabhängigen Äquivalent Qt. Der Neustart ermöglichte es AMD, den Flickenteppich Control Center, der immer wieder neue Funktionen angenährt bekam, ad acta zu legen und alle Innovationen in ein aufgeräumtes, effizientes Design zu pressen – sowohl unter der Haube (Codestruktur) als auch die Haube an sich (GUI). Die Radeon Software soll daher wesentlich schneller starten als das CCC und weniger Prozessorlast erzeugen. In der Präsentation hebt AMD außerdem die Kundenbindung hervor: Nach dem Catalyst Omega habe man auch bei der Radeon Software Crimson Edition das Feedback der Community

ausgewertet, eine Prioritätenliste der Wünsche und Fehlermeldungen erstellt und sich anschließend der Top 10 angenommen. AMD bittet, den Feedbackstrom nicht abreißen zu lassen; finden Sie Fehler oder haben Sie Wünsche, können Sie dies unter www.amd.com/report auf Englisch kundtun. Neu in der Crimson Edition (u. a.):

- Support für benutzerdefinierte Auflösungen
- Takt kann pro Spielprofil festgelegt werden
- Gesenkte Eingabelatenz (flip queue)
- Shader Cache (-> bessere Leistung)
- Framerate-Limit zwischen 30 und 200
- Low Framerate Compensation (verbessertes Freesync)
- Frame-Pacing für DX9-API (Crossfire)
- Höhere Video-Qualität, sofern es die Abspielsoftware unterstützt.

Zwischenfazit: Die Neuerungen lesen sich durchweg positiv und einige Funktionen wie die Custom-Resolutions waren überfällig. Da uns die Radeon Software Crimson Edition nicht rechtzeitig für einen ausführlichen Test erreichte, bleiben wir Ihnen die genaue Analyse bis zur nächsten Ausgabe schuldig. Auf der aktuellen DVD finden Sie derzeit ein Video-Interview zur neuen Treiberstrategie mit AMD-Veteranen und ein Blick auf unsere Webseite www.pcgh.de könnte sich ebenfalls lohnen, da wir dort einen zeitnahen Test planen. (rv)

GPU-Leistungsindex: Top 20

■ Gesamt ■ FHD ■ WQHD ■ UHD | Preis-Leistungs-Index (PLV): Mehr ist besser

Geforce GTX Titan X Takt: 1.075/3.506 MHz RAM: 12 GiB GDDR5 Preis: € 1.000,- (-) PLV: 36,3%	 ACU: 53/35/18 C3: 77/48/24 F1: 126/92/50 MLL: 71/40/15 ECR: 72/45/21 BI: 143/102/53 CW: 95/62/29 FC4: 91/66/38 R3E: 88/62/32 W3: 55/43/26 CAW: 124/84/45 DAI: 58/39/20 GTA: 64/51/31 TES: 183/135/80 WOB: 85/56/31	Geforce GTX 970 Takt: 1.178/3.506 MHz RAM: 3,5+0,5 GiB GDDR5* Preis: € 310,- (-) PLV: 75,4%	 ACU: 35/19/9 C3: 50/30/14 F1: 84/58/28 MLL: 43/24/10 ECR: 46/28/10 BI: 105/67/33 CW: 62/38/18 FC4: 62/44/24 R3E: 59/39/20 W3: 35/27/16 CAW: 84/53/28 DAI: 39/25/12 GTA: 48/37/20 TES: 120/87/50 WOB: 58/37/21
Geforce GTX 980 Ti Takt: 1.075/3.506 MHz RAM: 6 GiB GDDR5 Preis: € 640,- (-10) PLV: 54,4%	 ACU: 50/34/17 C3: 74/46/23 F1: 120/88/48 MLL: 67/37/14 ECR: 70/44/20 BI: 142/99/51 CW: 93/58/28 FC4: 88/64/37 R3E: 84/59/30 W3: 52/41/25 CAW: 119/81/43 DAI: 55/38/20 GTA: 60/49/29 TES: 176/129/77 WOB: 81/54/30	Radeon R9 290 Takt: 947/2.500 MHz RAM: 4 GiB GDDR5 Preis: € 290,- (-) PLV: 77,6%	 ACU: 32/22/10 C3: 48/32/16 F1: 77/59/35 MLL: 34/21/9 ECR: 39/26/13 BI: 103/66/33 CW: 65/42/21 FC4: 59/44/26 R3E: 42/29/15 W3: 34/21/17 CAW: 77/53/28 DAI: 35/25/13 GTA: 44/35/21 TES: 103/79/50 WOB: 53/37/21
Radeon R9 Fury X Takt: 1.050/1.000 MHz RAM: 4 GiB HBM Preis: € 650,- (-) PLV: 49,0%	 ACU: 46/30/10 C3: 70/47/24 F1: 112/89/53 MLL: 55/32/13 ECR: 57/38/19 BI: 151/101/52 CW: 87/58/30 FC4: 96/70/41 R3E: 63/43/23 W3: 50/40/26 CAW: 104/73/39 DAI: 47/33/18 GTA: 56/47/29 TES: 134/104/66 WOB: 64/46/28	Geforce GTX 780 Takt: 902/3.004 MHz RAM: 3 GiB GDDR5 Preis: Nicht lieferbar PLV: -	 ACU: 26/15/3 C3: 48/30/14 F1: 70/50/28 MLL: 38/22/9 ECR: 37/23/4 BI: 101/66/33 CW: 58/37/17 FC4: 55/40/22 R3E: 51/34/17 W3: 27/22/14 CAW: 71/48/23 DAI: 29/20/10 GTA: 39/31/18 TES: 109/83/50 WOB: 77/47/19
Radeon R9 Fury Takt: 1.000/1.000 MHz RAM: 4 GiB HBM Preis: € 530,- (-10) PLV: 55,2%	 ACU: 43/28/10 C3: 65/43/22 F1: 103/80/47 MLL: 51/30/12 ECR: 49/32/16 BI: 139/93/47 CW: 82/54/27 FC4: 88/64/37 R3E: 59/40/21 W3: 45/36/23 CAW: 95/69/37 DAI: 43/31/17 GTA: 51/43/27 TES: 124/98/62 WOB: 59/43/26	Radeon R9 280X Takt: 1.000/3.000 MHz RAM: 3 GiB GDDR5 Preis: € 180,- (-5) PLV: 100,0%	 ACU: 28/19/7 C3: 37/24/12 F1: 70/51/29 MLL: 28/17/8 ECR: 30/20/10 BI: 85/55/27 CW: 52/33/16 FC4: 50/37/21 R3E: 35/24/13 W3: 24/20/13 CAW: 63/43/22 DAI: 28/20/10 GTA: 37/29/17 TES: 84/62/38 WOB: 45/32/10
Radeon R9 Nano Takt: ~910/1.000 MHz RAM: 4 GiB HBM Preis: € 650,- (-) PLV: 44,6%	 ACU: 43/27/10 C3: 63/42/22 F1: 104/81/49 MLL: 49/28/11 ECR: 49/32/16 BI: 137/93/48 CW: 81/53/27 FC4: 85/63/37 R3E: 57/40/21 W3: 43/33/23 CAW: 94/68/37 DAI: 43/31/17 GTA: 51/43/27 TES: 125/98/63 WOB: 59/44/26	Radeon R9 380X/4G Takt: 970/2.850 MHz RAM: 4 GiB GDDR5 Preis: € 240,- (-) PLV: 69,0%	 ACU: 25/17/8 C3: 35/23/11 F1: 69/50/28 MLL: 23/13/6 ECR: 31/20/10 BI: 80/50/24 CW: 46/29/15 FC4: 47/33/20 R3E: 34/22/11 W3: 27/21/13 CAW: 59/39/20 DAI: 27/18/9 GTA: 37/29/17 TES: 84/61/36 WOB: 21/14/7
Geforce GTX 980 Takt: 1.216/3.506 MHz RAM: 4 GiB GDDR5 Preis: € 480,- (-) PLV: 59,6%	 ACU: 42/23/10 C3: 59/37/18 F1: 108/75/40 MLL: 54/30/12 ECR: 58/35/16 BI: 122/79/39 CW: 76/45/22 FC4: 75/53/30 R3E: 73/49/25 W3: 43/33/20 CAW: 101/67/34 DAI: 44/29/15 GTA: 56/43/25 TES: 146/105/61 WOB: 70/44/25	Geforce GTX 770 Takt: 1.084/3.500 MHz RAM: 2 GiB GDDR5 Preis: € 310,- (+10) PLV: 51,2%	 ACU: 23/13/2 C3: 40/25/10 F1: 62/42/19 MLL: 25/14/6 ECR: 33/20/2 BI: 80/52/21 CW: 51/31/14 FC4: 43/31/16 R3E: 45/29/15 W3: 22/18/11 CAW: 54/33/11 DAI: 25/17/7 GTA: 34/27/8 TES: 88/65/37 WOB: 39/25/11
Radeon R9 390X Takt: 1.050/3.000 MHz RAM: 8 GiB GDDR5 Preis: € 420,- (+20) PLV: 64,5%	 ACU: 44/29/16 C3: 57/37/19 F1: 98/71/42 MLL: 40/24/10 ECR: 46/30/15 BI: 122/79/40 CW: 78/50/25 FC4: 81/58/33 R3E: 50/35/18 W3: 39/31/20 CAW: 89/62/33 DAI: 44/30/16 GTA: 49/41/24 TES: 119/92/58 WOB: 60/43/25	Radeon R9 380/4G Takt: 970/2.850 MHz RAM: 4 GiB GDDR5 Preis: € 200,- (-) PLV: 78,8%	 ACU: 24/16/7 C3: 34/22/11 F1: 66/47/26 MLL: 23/12/5 ECR: 30/19/7 BI: 76/48/23 CW: 44/28/14 FC4: 45/33/19 R3E: 33/21/11 W3: 26/20/12 CAW: 57/38/19 DAI: 26/18/9 GTA: 35/27/16 TES: 83/60/35 WOB: 21/14/7
Radeon R9 390 Takt: 1.000/3.000 MHz RAM: 8 GiB GDDR5 Preis: € 320,- (-) PLV: 78,3%	 ACU: 38/27/15 C3: 54/35/18 F1: 90/66/39 MLL: 37/22/10 ECR: 42/28/14 BI: 112/72/36 CW: 71/47/23 FC4: 73/53/30 R3E: 46/32/17 W3: 36/29/19 CAW: 83/58/31 DAI: 39/27/15 GTA: 47/38/22 TES: 111/85/53 WOB: 59/41/23	Geforce GTX 960/4G Takt: 1.178/3.506 MHz RAM: 4 GiB GDDR5 Preis: € 200,- (-) PLV: 74,0%	 ACU: 19/14/6 C3: 31/19/9 F1: 52/38/21 MLL: 25/14/6 ECR: 28/17/8 BI: 67/41/20 CW: 39/23/11 FC4: 40/28/16 R3E: 38/25/13 W3: 21/16/10 CAW: 53/35/18 DAI: 24/15/8 GTA: 33/25/13 TES: 78/56/31 WOB: 38/25/14
Radeon R9 290X Takt: 1.000/2.500 MHz RAM: 4 GiB GDDR5 Preis: € 320,- (-) PLV: 75,8%	 ACU: 34/24/10 C3: 52/34/17 F1: 89/66/38 MLL: 37/22/10 ECR: 42/28/14 BI: 111/71/35 CW: 70/46/23 FC4: 64/48/29 R3E: 46/32/17 W3: 37/29/19 CAW: 82/58/31 DAI: 38/26/14 GTA: 45/38/22 TES: 111/86/54 WOB: 57/40/22	Radeon R9 380/2G Takt: 970/2.750 MHz RAM: 2 GiB GDDR5 Preis: € 180,- (+10) PLV: 76,8%	 ACU: 21/13/3 C3: 34/21/6 F1: 60/44/13 MLL: 23/13/5 ECR: 30/19/2 BI: 76/47/17 CW: 44/28/5 FC4: 40/31/15 R3E: 33/21/10 W3: 26/20/12 CAW: 54/29/11 DAI: 26/16/3 GTA: 33/26/12 TES: 82/59/34 WOB: 17/10/1
Geforce GTX 780 Ti Takt: 928/3.500 MHz RAM: 3 GiB GDDR5 Preis: Nicht lieferbar PLV: -	 ACU: 30/17/4 C3: 54/31/16 F1: 86/64/32 MLL: 45/26/10 ECR: 44/28/4 BI: 116/76/38 CW: 64/40/19 FC4: 65/47/27 R3E: 61/40/20 W3: 31/25/17 CAW: 82/57/27 DAI: 43/35/21 GTA: 43/35/21 TES: 121/91/55 WOB: 85/54/21	Geforce GTX 960/2G Takt: 1.178/3.506 MHz RAM: 2 GiB GDDR5 Preis: € 190,- (+5) PLV: 70,1%	 ACU: 16/11/2 C3: 31/19/8 F1: 50/34/14 MLL: 25/14/6 ECR: 25/17/1 BI: 67/41/18 CW: 39/23/11 FC4: 40/27/13 R3E: 38/25/13 W3: 21/16/10 CAW: 52/33/6 DAI: 24/15/4 GTA: 33/24/6 TES: 78/55/30 WOB: 41/21/2

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Windows 10 x64; anisotroper Texturfilter konsequent auf „Hohe Qualität“ (HQ-AF)
Spiele: Assassin's Creed Unity (ACU), Bioshock Infinite (BI), Call of Duty: Advanced Warfare (CAW), Crysis 3 (C3), Crysis Warhead (CW), Dragon Age Inquisition (DAI), F1 2015 (F1), Far Cry 4 (FC4), Grand Theft Auto 5 (GTA), Metro Last Light Redux (MLL), Risen 3 Enhanced Edition (R3E), The Elder Scrolls 5: Skyrim (TES), The Vanishing of Ethan Carter Redux (ECR), The Witcher 3 (W3), Wolfenstein: The Old Blood (WOB).



Radeon R9 380X

Ein Jahr verschollen und nun endlich im Handel: AMD schließt die Lücke zwischen R9 380 und R9 390. Ob sich Nvidia vor dieser 250-Euro-Grafikkarte fürchten muss, klärt unser Test.

Ein Jahr, zwei Monate und 17 Tage: So lange hat es zwischen Tongas erster Vorstellung und seinem Debüt als voll ausgebaute Desktop-Grafikkarte gedauert. Tonga, das ist nicht nur ein Inselstaat im Südpazifik, sondern auch das Herz der Radeon R9 285, R9 380 und nun auch der R9 380X.

Schon im September 2014 erwartete man neben der R9 285, welche einen abgespeckten Kern in Pro-Konfektion trägt, Nachschub in Form einer „Radeon R9 285X“. Doch dazu kam es nicht, der Vollausbau Tonga XT blieb, vermutlich aufgrund exklusiver Abkommen, Apples iMac 5K sowie wenigen

Alienware-Systemen vorbehalten. Nun ist die Insel endlich aufgetaucht: Mit der Radeon R9 380X steht der „echte“ Nachfolger der altherwürdigen Tahiti-Grafikkarten bereit, um von Aufrüstern gekauft zu werden. Doch lohnt sich das überhaupt? Das klären wir im Test.

Tonga XT > Tahiti XT

Bei Tonga handelt es sich nach Fiji um AMDs fortschrittlichsten Grafikprozessor. Er beherrscht nicht nur die verrissfreie Monitortechnologie Freesync, sondern auch volle Unterstützung der Downsamplingfunktion VSR bis hinauf zur Ultra-HD-Auflösung. Für den nötigen Druck sorgt auf der R9 380X

der Tonga-Vollausbau, bei dem alle 32 physikalisch vorhandenen Rechenblöcke (Compute Units) aktiv sind. Das resultiert in 2.048 Shader-ALUs, 128 Textur- sowie 32 Rastereinheiten. Falls Ihnen das bekannt vorkommt: Tahiti XT alias Radeon HD 7970/GHz Edition/R9 280X bietet dieselbe Menge an Ausführungseinheiten. Gegenüber diesem GPU-Veteranen bietet Tonga jedoch handfeste Vorteile, neben der DX12_0-Funktionsebene führt er einen mindestens verdoppelten Polygondurchsatz (Front-End/Tessellation) sowie eine Speicherkompression ins Feld. Doch es gibt nicht nur Sonne im Pazifik: Obwohl man Tonga nachsagt, er trage wie

Tahiti eine 384-Bit-Datenbahn zum Speicher in sich – siehe Bild auf der übernächsten Seite –, werden auch auf der Radeon R9 380X nur 256 Adern herausgeführt.

Die Entscheidung gegen 384 Bit nebst 3 oder gar 6 GiByte Speicher hat praktische Gründe: Da sich R9 380 und 380X nur hinsichtlich der Rechenwerke unterscheiden, können die AMD-Partner ihre 380er-Designs für die 380X übernehmen. Das spart Entwicklungskosten und erlaubt direkt zum Start eine große Auswahl an Custom-Designs. Allerdings ergibt sich durch die 256-Bit-Schnittstelle eine relativ geringe Brutto-Transfertrate zum Speicher,

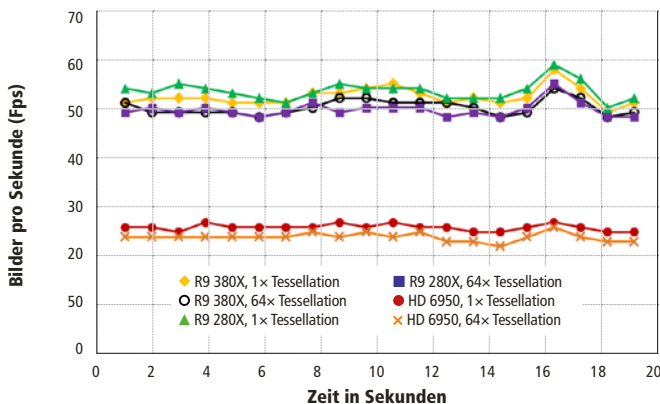
Spezifikationsübersicht: Radeon R9 380X in ihrem Umfeld

Modell	Radeon R9 390	Radeon R9 290	Radeon R9 380X	XFX R9 380 Black Ed. 4GB	Radeon R9 380/4G	Geforce GTX 970	Evga GTX 960 FTW 4GB	Geforce GTX 960
Circa-Preis (Euro)	320,-	290,-	240,-	230,-	200,-	310,-	260,-	200,-
Grafikchip	Hawaii Pro	Hawaii Pro	Tonga XT	Tonga Pro	Tonga Pro	GM204	GM206	GM206
Chipgröße (reiner Die)	438 mm ²	438 mm ²	359 mm ²	359 mm ²	359 mm ²	398 mm ²	227 mm ²	227 mm ²
Transistoren Grafikchip (Mio.)	6.200	6.200	5.000	5.000	5.000	5.200	2.940	2.940
Direct-X-12-Funktionsebene	12_0	12_0	12_0	12_0	12_0	12_1	12_1	12_1
Shader-/SIMD-/Textureinheiten	2.560/40/160	2.560/40/160	2.048/32/128	1.792/28/112	1.792/28/112	1.664/13/104	1.024/8/64	1.024/8/64
Raster-Endstufen (ROPs)	64	64	32	32	32	64	32	32
GPU-Basistakt (Megahertz)	variabel	variabel	variabel	variabel	variabel	1.050	1.304	1.050
GPU-Boost-Takt (Megahertz)	1.000	947	970	1.030	970	1.178	1.455	1.178
Rechenleistung SP (GFLOPS)*	5.120	4.849	3.973	3.692	3.476	3.920	2.980	2.413
Durchsatz Pixel/Texel (GPixel/s)*	64,0/160,0	60,6/151,5	31,0/124,2	33,0/115,4	31,0/108,6	61,3/122,5	46,6/93,1	37,7/75,4
Dreiecksdurchsatz (Mio./s)*	4.000	3.788	3.880	4.120	3.880	5.105	3.880	3.141
Takt Grafikspeicher (MHz)*	3.000	2.500	2.850	2.900	2.850	3.506	3.506	3.506
Speicheranbindung (parallele Bit)	512	512	256	256	256	256	128	128
Speicherübertragungsrate (GB/s)	384	384	182,4	185,6	182,4	224,4	112,2	112,2
Speichermenge (MiB)	8.192	4.096	4.096	4.096	4.096	3.584+512	4.096	4.096
Thermal Design Power	275 Watt**	250 Watt**	190 Watt**	ca. 200 Watt**	190 Watt**	145 Watt	160 Watt	120 Watt
PCI-Express-Stromanschlüsse	1x 6- & 1x8-pol.	1x 6- & 1x8-pol.	1x 6- & 1x8-pol.	1x 6- & 1x8-pol.	1x 6- & 1x8-pol.	2x 6-polig	1x 6-polig	1x 6-polig

*Angabe mit Boosttakt, abhängig vom automatischen GPU-Boost fallen die Durchsatzwerte anders aus. ** Typical Gaming Power (TGP), nicht TDP

Tessellation: Leistungskosten

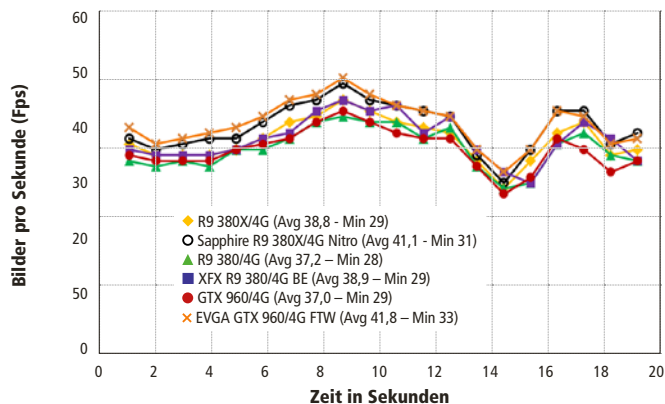
Star Wars Battlefront, 1.920 x 1.080, Ultra-Details, TAA – „Racing Endor“



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 x 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 x 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Win 10 x64, Cat. 15.11.1 Beta **Bemerkungen:** Wir begrenzen die Tessellierung im Catalyst Control Center. In SW Battlefront ist die Zerlegung nicht teuer, die 380X steckt die Last aber knapp am besten weg.

Speichertest: 4 GiByte sind optimal

Watch Dogs, Ultra-Details, 1.920 x 1.080, T-SMAA/16:1 Treiber-AF – „On the run“



System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 x 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 x 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64 **Bemerkungen:** In Watch Dogs stoßen 2- und 3-Byte-Karten an ihre Speichergrenzen. Sind 4 GiByte vorhanden, läuft das Spiel auf allen getesteten Karten vergleichbar gut und flüssig.

von der dank Farbkompression netto etwas mehr übrig bleibt als bei vorherigen AMD-Chips. Positiv ist, dass die 380X ausschließlich mit 4 GiByte GDDR5-Speicher erhältlich ist, 1 GiByte mehr als bei den HD-79x0-/280(X)-Karten. Weniger schön sind die Referenztaktungen der R9 380X, sie muss mit 970 MHz Kern- und 2.850 MHz RAM-Takt auskommen – gleich viel wie bei der R9 380/4G. Damit bleibt dem Neuling nur die um 14,2 Prozent gesteigerte Rechenleistung, beim Speicher herrscht Stagnation und somit ein potenzieller Flaschenhals. Zum Vergleich: Tahiti startete Anfang 2012 mit 925 MHz und läuft auf der 280X mit 1.000 MHz.

Leistung: erwartungsgemäß

In den Spiele-Benchmarks bestätigt sich der Verdacht, die Radeon R9 380X kann sich aufgrund der konservativen Taktung nicht nennenswert von ihrer kleinen Schwester R9 380 absetzen: Durchschnittlich fünf Prozent Abstand und damit nur ein Gleichstand zu ordentlich übertakteten 380/4G-Designs kommen unterm Strich heraus. Insgesamt erreicht die Radeon R9 380X einen PCGH-Indexwert von 45,6 Prozentpunkten, während die R9 380/4G auf 43,4 kommt. Folglich bleiben neun Prozent der Rechenkraft auf der Strecke, bei optimaler Skalierung ohne RAM-Bottleneck wäre rechnerisch ein Index von

rund 49 möglich. In genau diesem Revier wildert die alte Radeon R9 280X: Mit einem Wert von 49,6 ist sie ihrer Nachfolgerin klar überlegen, obwohl wir die Spieltests erst kürzlich renoviert haben und somit Flaschenhälse wie Tessellationsleistung und Shader-Auslastung ein größeres Gewicht haben als bei der vorherigen Spielgeneration.

Besonders auffällig ist Wolfenstein: The Old Blood, welches Tonga überhaupt nicht schmeckt – in diesem Spiel rechnet die R9 280X doppelt so schnell und die 380X erreicht fast dieselben Bildraten wie die 380/4G. Eine fundierte Erklärung dafür haben wir nicht, wohl

aber die geringe Speichertransfer-rate der 380er-Karten im Verdacht. Möglicherweise versagt die Delta-C-Kompression in dieser Applikation. Dafür spricht auch die sehr hohe Leistung der GTX 780 und GTX 780 Ti: Diesen Kepler-/GK110-Karten steht eine 384-Bit-Speicherbahn zur Verfügung, mit der sie in The Old Blood den neueren Maxwell-/GM204-GPUs davonrennen. Das ist insofern bemerkenswert, als dass wir dieses Spiel nicht wegen seines Faibles für RAM-Durchsatz in den Parours aufgenommen haben, sondern weil es sich um den modernsten Open-GL-Titel handelt. Das bestätigt eine alte Regel: Wenn es hart auf hart kommt, ist

Leistung in 1.920 × 1.080 (Full High Definition): 380X duelliert sich mit der älteren 280X

Bioshock Infinite, Ingame-AA, 16:1 AF – „New Eden“

Radeon R9 390X/8G	117	122,1 (+54 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	110	115,5 (+45 %)
Radeon R9 390/8G	108	112,4 (+41 %)
Radeon R9 290X/4G	106	110,7 (+39 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	101	105,3 (+32 %)
Radeon R9 290/4G	98	103,0 (+30 %)
Geforce GTX 780/3G	96	101,1 (+27 %)
Radeon R9 280X/3G	81	85,4 (+7 %)
Geforce GTX 770/2G	77	80,3 (+1 %)
Radeon R9 380X/4G	76	79,5 (Basis)
Radeon R9 380/2G	73	76,0 (-4 %)
Radeon R9 380/4G	72	75,6 (-5 %)
Geforce GTX 960/4G	63	66,6 (-16 %)
Geforce GTX 960/2G	63	66,5 (-16 %)

TES 5: Skyrim, 8× MSAA, 16:1 AF – „Secunda's Kiss“

Geforce GTX 780 Ti/3G	109	120,9 (+45 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	107	120,4 (+44 %)
Radeon R9 390X/8G	110	118,5 (+42 %)
Radeon R9 290X/4G	103	111,0 (+33 %)
Radeon R9 390/8G	103	110,7 (+32 %)
Geforce GTX 780/3G	97	109,2 (+31 %)
Radeon R9 290/4G	96	103,1 (+23 %)
Geforce GTX 770/2G	78	88,2 (+6 %)
Radeon R9 280X/3G	78	83,6 (+0 %)
Radeon R9 380X/4G	78	83,6 (Basis)
Radeon R9 380/4G	77	82,6 (-1 %)
Radeon R9 380/2G	76	81,5 (-3 %)
Geforce GTX 960/4G	69	77,9 (-7 %)
Geforce GTX 960/2G	68	77,7 (-7 %)

Far Cry 4, kein Gameworks, TAA, 16:1 Treiber-AF – „Rocky Road“

Radeon R9 390X/8G	71	80,5 (+71 %)
Radeon R9 390/8G	64	73,0 (+55 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	58	64,8 (+37 %)
Radeon R9 290X/4G	57	64,2 (+36 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	56	61,9 (+31 %)
Radeon R9 290/4G	52	59,2 (+25 %)
Geforce GTX 780/3G	49	55,2 (+17 %)
Radeon R9 280X/3G	43	49,6 (+5 %)
Radeon R9 380X/4G	41	47,2 (Basis)
Radeon R9 380/4G	39	44,8 (-5 %)
Geforce GTX 770/2G	39	43,4 (-8 %)
Radeon R9 380/2G	36	40,3 (-15 %)
Geforce GTX 960/4G	35	39,6 (-16 %)
Geforce GTX 960/2G	35	39,5 (-16 %)

Crysis Warhead, 4× MSAA, 16:1 Treiber-AF – „Train 3.0“

Radeon R9 390X/8G	70	77,9 (+69 %)
Radeon R9 390/8G	64	70,8 (+54 %)
Radeon R9 290X/4G	63	69,8 (+51 %)
Radeon R9 290/4G	59	65,4 (+42 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	59	64,1 (+39 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	56	62,1 (+35 %)
Geforce GTX 780/3G	53	57,5 (+25 %)
Radeon R9 280X/3G	48	51,7 (+12 %)
Geforce GTX 770/2G	48	50,9 (+10 %)
Radeon R9 380X/4G	41	46,1 (Basis)
Radeon R9 380/2G	40	44,2 (-4 %)
Radeon R9 380/4G	39	43,9 (-5 %)
Geforce GTX 960/4G	35	38,8 (-16 %)
Geforce GTX 960/2G	35	38,8 (-16 %)

GTA 5, Gras „sehr hoch“, Ingame-FXAA, 16:1 AF – „Grapeseed“

Radeon R9 390X/8G	40	48,9 (+32 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	43	47,8 (+29 %)
Radeon R9 390/8G	42	47,0 (+27 %)
Radeon R9 290X/4G	35	44,7 (+20 %)
Radeon R9 290/4G	39	43,6 (+18 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	39	43,4 (+17 %)
Geforce GTX 780/3G	34	39,2 (+6 %)
Radeon R9 380X/4G	35	37,1 (Basis)
Radeon R9 280X/3G	32	36,6 (-1 %)
Radeon R9 380/4G	30	34,6 (-7 %)
Geforce GTX 770/2G	31	34,3 (-8 %)
Geforce GTX 960/4G	29	33,1 (-11 %)
Radeon R9 380/2G	25	32,5 (-12 %)
Geforce GTX 960/2G	29	32,5 (-12 %)

Vanishing of Ethan Carter Redux, TAA, 150 % Res. Scale, 16:1 AF – „Tracks“

Geforce GTX 970/3,5+0,5G	42	46,1 (+49 %)
Radeon R9 390X/8G	42	45,7 (+47 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	40	44,3 (+43 %)
Radeon R9 390/8G	39	42,4 (+37 %)
Radeon R9 290X/4G	39	42,3 (+36 %)
Radeon R9 290/4G	36	39,1 (+26 %)
Geforce GTX 780/3G	34	37,4 (+21 %)
Geforce GTX 770/2G	30	33,1 (+7 %)
Radeon R9 380X/4G	28	31,0 (Basis)
Radeon R9 280X/3G	27	29,9 (-4 %)
Radeon R9 380/4G	27	29,8 (-4 %)
Radeon R9 380/2G	27	29,6 (-5 %)
Geforce GTX 960/4G	26	28,3 (-9 %)
Geforce GTX 960/2G	23	24,5 (-21 %)

Assassin's Creed Unity, 4× MSAA, 16:1 AF – „Ferroinnerie“

Radeon R9 390X/8G	39	41,5 (+66 %)
Radeon R9 390/8G	36	38,3 (+53 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	32	35,1 (+40 %)
Radeon R9 290X/4G	31	34,2 (+37 %)
Radeon R9 290/4G	29	32,4 (+30 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	26	29,5 (+18 %)
Radeon R9 280X/3G	26	28,2 (+13 %)
Geforce GTX 780/3G	22	25,6 (+2 %)
Radeon R9 380X/4G	23	25,0 (Basis)
Radeon R9 380/4G	21	23,5 (-6 %)
Geforce GTX 770/2G	21	22,5 (-10 %)
Radeon R9 380/2G	19	21,0 (-16 %)
Geforce GTX 960/4G	17	19,3 (-23 %)
Geforce GTX 960/2G	13	15,5 (-38 %)

The Witcher 3, kein Hairworks/HBAO+, 16:1 Treiber-AF – „Skellige Forest“

Radeon R9 390X/8G	37	39,4 (+45 %)
Radeon R9 290X/4G	34	36,6 (+35 %)
Radeon R9 390/8G	33	36,2 (+34 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	30	34,9 (+29 %)
Radeon R9 290/4G	31	33,7 (+24 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	29	31,3 (+15 %)
Radeon R9 380X/4G	24	27,1 (Basis)
Geforce GTX 780/3G	23	27,1 (-0 %)
Radeon R9 380/4G	23	25,5 (-6 %)
Radeon R9 380/2G	23	25,5 (-6 %)
Radeon R9 280X/3G	22	24,1 (-11 %)
Geforce GTX 770/2G	19	22,1 (-18 %)
Geforce GTX 960/4G	19	21,4 (-21 %)
Geforce GTX 960/2G	19	21,4 (-21 %)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64

Bemerkungen: In Full HD, traditionell Geforce-Territorium, kommt die Radeon R9 380X souverän an der Geforce GTX 960 vorbei – nicht aber an der eigenen Vorgängerin R9 280X.

Min. | Ø Fps
▶ Besser

rohe Hardware-Leistung Effizienzmaßnahmen überlegen, da Letztere versagen können.

Beachten Sie, dass wir in diesem Artikel aus Platzgründen nicht alle Spieltests abgedruckt haben. Sie finden alle Einzel-Fps-Werte der 15 PCGH-Indexspiele auf Seite 33. Daneben haben wir die R9 380X auch in den Winter-Blockbustern Assassin's Creed Syndicate, Call of Duty: Black Ops 3, Fallout 4 und Star Wars Battlefront getestet, teilweise mit unterschiedlichen Taktraten. Sie finden die entsprechenden Ergebnisse auf den folgenden Seiten und im Special ab Seite 18.

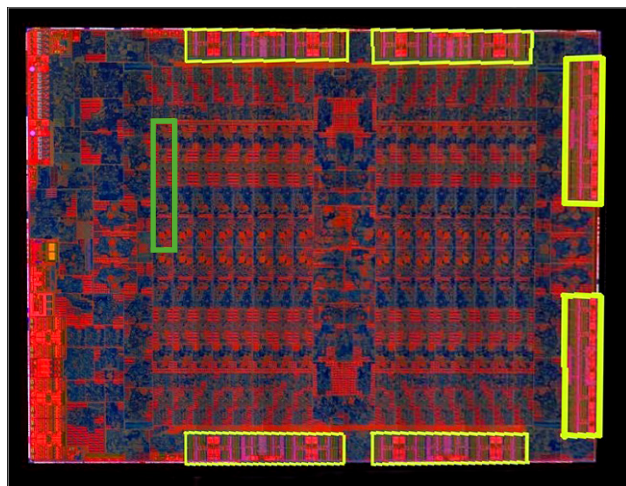
Zwischenfazit

Isoliert betrachtet ist die Radeon R9 380X eine gelungene Mittelklasse-Grafikkarte. Insgesamt hat sie aber mit den klassischen Problemen vieler neuer Produkte zu kämpfen. Zum einen sind die Referenz-taktraten niedrig angesetzt, was zwar der Effizienz zugutekommt, aber Fortschritte bei der Leistung verhindert. Hinzu kommt der hohe Startpreis, welchen AMD bei rund 260 Euro für nicht übertaktete und rund 270 Euro für beschleunigte Versionen ansetzt. Bei Redaktionsschluss war mit lieferbaren OC-Versionen um 240 Euro bereits ein Abwärtstrend erkennbar. Ab 220 Euro entspricht das Preis-Leistungs-Verhältnis etwa dem der Radeon R9 380/4G.

Nvidias Geforce GTX 960 ist für die R9 380X normalerweise kein würdiger Gegner. Allein hochgezüchtete Versionen der Nvidia-Karte mit 4 GiByte Speicher und mindestens 1,4 GHz Boost können es zu einem vergleichbaren Preis mit dem AMD-Produkt aufnehmen.

AMD hätte Tonga XT als „Radeon R9 285X“ schon vor einem Jahr bringen sollen. Inzwischen dürften Interessenten dieser GPU-Leistungsklasse durch Abverkäufe der R9 280(X)/290(X) und Geforce GTX 970/960 zu großen Teilen bedient worden sein. Die R9 380X dürfte daher nur für vergleichsweise wenige Käufer infrage kommen. Eine dankbare Klientel dürften Mittelklasse-Nutzer sein, die noch von Kepler (u. a. GTX 670/760), Fermi (u. a. GTX 460/560/570) oder Pre-GCN (u. a. HD 6870/6950) kommen.

Erneut zeigt sich, dass Frühkäufer der Radeon HD 7970 alles richtig gemacht haben. Selten konnte man eine Grafikkarte fast vier Jahre später noch so gut nutzen wie AMDs ersten Graphics Core Next. Dank Treiber-Updates wurde die Leistung seit der Veröffentlichung erhöht, die 3 GiByte Grafikspeicher haben sie für die Zukunft gerüstet. Wer auf Funktionen wie Free-sync verzichten kann, dem wird eine solche Karte noch bis zur kommenden GPU-Generation gute Dienste leisten.



Die-Shot von Tonga: Die außen liegenden 6 (x 32 Bit) Speichercontroller sind gelb umrandet, eine der 32 mittigen Compute-Units beispielhaft grün.

LIQMAX II 240

EUROPAS BESTER CPU-WASSERKÜHLER

ausgezeichnet durch die
European Hardware Association

© Enermax 2015. Alle Rechte vorbehalten. Alle Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.



EUROPEAN
HARDWARE
AWARDS
2015

BEST CPU COOLER
(WATER)

Enermax
LiqMax II 240

WWW.ENERMAX.DE/LIQMAX-II

ALTERNATE
bequem online

amazon.de

BORA
COMPUTER

JACOB
Elektronik

K&M
COMPUTER

Mindfactory
Aktiengesellschaft

Leistung in 2.560 × 1.440 (WQHD): 380X zieht oft an GTX 770 vorbei

TES 5: Skyrim, 8× MSAA, 16:1 AF – „Secunda's Kiss“

Radeon R9 390X/8G	86	91,7 (+50 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	82	90,6 (+48 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	77	87,1 (+42 %)
Radeon R9 290X/4G	81	85,9 (+40 %)
Radeon R9 390/8G	80	85,1 (+39 %)
Geforce GTX 780/3G	74	82,6 (+35 %)
Radeon R9 290/4G	74	79,1 (+29 %)
Geforce GTX 770/2G	57	65,1 (+6 %)
Radeon R9 280X/3G	58	62,4 (+2 %)
Radeon R9 380X/4G	57	61,3 (Basis)
Radeon R9 380/4G	55	59,5 (-3 %)
Radeon R9 380/2G	55	59,0 (-4 %)
Geforce GTX 960/4G	48	55,5 (-9 %)
Geforce GTX 960/2G	48	54,8 (-11 %)

Bioshock Infinite, Ingame-AA, 16:1 AF – „New Eden“

Radeon R9 390X/8G	75	79,2 (+59 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	73	75,8 (+52 %)
Radeon R9 390/8G	69	72,1 (+44 %)
Radeon R9 290X/4G	67	70,8 (+42 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	64	67,0 (+34 %)
Radeon R9 290/4G	62	65,8 (+32 %)
Geforce GTX 780/3G	63	65,6 (+31 %)
Radeon R9 280X/3G	51	54,7 (+10 %)
Geforce GTX 770/2G	50	52,4 (+5 %)
Radeon R9 380X/4G	47	49,9 (Basis)
Radeon R9 380/4G	45	47,5 (-5 %)
Radeon R9 380/2G	45	47,3 (-5 %)
Geforce GTX 960/4G	39	41,2 (-17 %)
Geforce GTX 960/2G	39	41,2 (-17 %)

Far Cry 4, kein Gameworks, TAA, 16:1 Treiber-AF – „Rocky Road“

Radeon R9 390X/8G	52	57,9 (+67 %)
Radeon R9 390/8G	47	52,9 (+52 %)
Radeon R9 290X/4G	43	48,1 (+39 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	43	47,3 (+36 %)
Radeon R9 290/4G	39	44,2 (+27 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	40	43,7 (+26 %)
Geforce GTX 780/3G	36	40,0 (+15 %)
Radeon R9 280X/3G	32	37,0 (+7 %)
Radeon R9 380X/4G	31	34,7 (Basis)
Radeon R9 380/4G	29	33,0 (-5 %)
Radeon R9 380/2G	27	31,2 (-10 %)
Geforce GTX 770/2G	28	30,8 (-11 %)
Geforce GTX 960/4G	25	27,8 (-20 %)
Geforce GTX 960/2G	25	27,3 (-21 %)

Crysis Warhead, 4× MSAA, 16:1 Treiber-AF – „Train 3.0“

Radeon R9 390X/8G	46	50,3 (+72 %)
Radeon R9 390/8G	42	46,5 (+59 %)
Radeon R9 290X/4G	41	45,6 (+56 %)
Radeon R9 290/4G	38	42,4 (+45 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	36	39,8 (+36 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	34	37,6 (+29 %)
Geforce GTX 780/3G	33	36,5 (+25 %)
Radeon R9 280X/3G	30	33,1 (+13 %)
Geforce GTX 770/2G	28	30,8 (+5 %)
Radeon R9 380X/4G	26	29,2 (Basis)
Radeon R9 380/2G	25	27,9 (-4 %)
Radeon R9 380/4G	25	27,7 (-5 %)
Geforce GTX 960/4G	21	23,1 (-21 %)
Geforce GTX 960/2G	21	23,1 (-21 %)

GTA 5, Gras „sehr hoch“, Ingame-FXAA, 16:1 AF – „Grapeseed“

Radeon R9 390X/8G	37	40,8 (+40 %)
Radeon R9 290X/4G	37	38,1 (+31 %)
Radeon R9 390/8G	35	37,8 (+30 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	33	36,7 (+26 %)
Radeon R9 290/4G	32	35,4 (+22 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	32	35,2 (+21 %)
Geforce GTX 780/3G	27	30,8 (+6 %)
Radeon R9 280X/3G	26	29,4 (+1 %)
Radeon R9 380X/4G	27	29,1 (Basis)
Radeon R9 380/4G	24	27,4 (-6 %)
Geforce GTX 770/2G	24	26,5 (-9 %)
Radeon R9 380/2G	23	25,6 (-12 %)
Geforce GTX 960/4G	22	24,7 (-15 %)
Geforce GTX 960/2G	21	24,1 (-17 %)

The Witcher 3, kein Hairworks/HBAO+, 16:1 Treiber-AF – „Skellige Forest“

Radeon R9 390X/8G	29	31,4 (+49 %)
Radeon R9 290X/4G	27	28,9 (+37 %)
Radeon R9 390/8G	27	28,7 (+36 %)
Radeon R9 290/4G	25	26,7 (+27 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	24	26,6 (+26 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	23	25,3 (+20 %)
Geforce GTX 780/3G	20	21,9 (+4 %)
Radeon R9 380X/4G	19	21,1 (Basis)
Radeon R9 380/4G	18	19,9 (-6 %)
Radeon R9 380/2G	18	19,7 (-7 %)
Radeon R9 280X/3G	18	19,6 (-7 %)
Geforce GTX 770/2G	16	17,5 (-17 %)
Geforce GTX 960/4G	14	16,3 (-23 %)
Geforce GTX 960/2G	14	16,2 (-23 %)

Vanishing of Ethan Carter Redux, TAA, 150 % Res. Scale, 16:1 AF – „Tracks“

Radeon R9 390X/8G	28	30,3 (+53 %)
Radeon R9 390/8G	26	28,2 (+42 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	26	28,0 (+41 %)
Radeon R9 290X/4G	26	28,0 (+41 %)
Geforce GTX 780 Ti/3G	25	27,5 (+39 %)
Radeon R9 290/4G	24	26,1 (+32 %)
Geforce GTX 780/3G	20	22,6 (+14 %)
Radeon R9 380X/4G	18	19,8 (Basis)
Geforce GTX 770/2G	18	19,7 (-1 %)
Radeon R9 280X/3G	18	19,6 (-1 %)
Radeon R9 380/4G	17	19,1 (-4 %)
Radeon R9 380/2G	17	18,7 (-6 %)
Geforce GTX 960/4G	16	17,2 (-13 %)
Geforce GTX 960/2G	16	17,1 (-14 %)

Assassin's Creed Unity, 4× MSAA, 16:1 AF – „Feronnerie“

Radeon R9 390X/8G	27	28,8 (+71 %)
Radeon R9 390/8G	25	26,9 (+60 %)
Radeon R9 290X/4G	21	24,1 (+43 %)
Radeon R9 290/4G	20	21,7 (+29 %)
Geforce GTX 970/3,5+0,5G	17	19,3 (+15 %)
Radeon R9 280X/3G	17	18,6 (+11 %)
Radeon R9 380X/4G	15	16,8 (Basis)
Geforce GTX 780 Ti/3G	15	16,7 (-1 %)
Radeon R9 380/4G	15	15,9 (-5 %)
Geforce GTX 780/3G	12	15,1 (-10 %)
Geforce GTX 960/4G	11	14,0 (-17 %)
Radeon R9 380/2G	12	13,3 (-21 %)
Geforce GTX 770/2G	11	12,8 (-24 %)
Geforce GTX 960/2G	8	11,4 (-32 %)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64

Bemerkungen: Ihre Sternstunde hat die R9 380X in The Witcher 3, wo sie beinahe an die GTX 780 herankommt; die GTX 960 wird ihr in keinem abgedruckten Spiel gefährlich.

Min. | Ø Fps
▶ Besser

1&1 ALL-NET-FLAT



Microsoft Lumia 950

Huawei Mate S

SAMSUNG Galaxy S6 edge

- ✓ **FLAT** FESTNETZ
- ✓ **FLAT** ALLE DEUTSCHEN HANDY-NETZE
- ✓ **FLAT** INTERNET

9,99 ~~14,99~~
€/Monat*
Volle 12 Monate,
danach 14,99 €/Monat

Bei Mitnahme Ihrer Rufnummer
erhalten Sie 25,- € Wechsler-Bonus.

Weitere aktuelle Smartphones ab 0,- €
finden Sie unter 1und1.de



☎ 02602/96 96



1und1.de

*24 Monate Vertragslaufzeit. Einmaliger Bereitstellungspreis 29,90 €, keine Versandkosten. Auf Wunsch mit Smartphone für 10,- € mehr pro Monat, ggf. zzgl. einmaligem Gerätepreis, z. B. Microsoft Lumia 950 299,99 €, Huawei Mate S 299,99 €, oder SAMSUNG Galaxy S6 edge ab 449,99 €. Tarifpreis im E-Netz. Weitere Tarife ohne einmaligen Gerätepreis (Smartphone für 0,- €), sowie in D-Netz Qualität verfügbar. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, Elgendorfer Straße 57, 56410 Montabaur

Die ersten 380X-Herstellerdesigns im Test



Zwei verschiedene Designs mit Gemeinsamkeiten: Neben einer Backplate tragen beide Karten zwei sechspolige, sinnvoll umgedrehte Strombuchsen.

Bis Redaktionsschluss erreichen uns zwei Versionen der Radeon R9 380X: Asus' Strix und Saphires Nitro. Beide Modelle sind werkseitig übertaktet und mit einem axialen Kühldesign bestückt. Was die Probanden weiterhin leisten, klären wir auf den folgenden Seiten – Messungen der Leistungsaufnahme und Lautheit inklusive.

Am Ende der Betrachtung finden Sie eine Testtabelle. Die abgebildeten Noten ergeben sich aus einem überarbeiteten Bewertungssystem und schließen Messungen mit den neuesten Grafiktreibern ein. Diese Änderungen haben wir aus produktionstechnischen Gründen im Einkaufsführer auf Seite 118 noch nicht vorgenommen, weshalb die Endnoten nicht vergleichbar sind.

OC-Versionen als Lösung

Wie eingangs erwähnt, fehlt der Radeon R9 380X wegen des geringen Referenztakts das Temperament. Doch auch diese Entscheidung seitens AMD war bewusst: Hätte die Standardversion beispielsweise schon 1.050/3.000 MHz – wie die 390X –, wäre die Luft für die Partner zu dünn geworden, um werkseitig übertaktete Modelle anzubieten. Nvidia verfährt seit vie-

len Jahren ähnlich, was eine große Auswahl teils sehr unterschiedlich taktender GeForce-Grafikkarten hervorbringt.

Sapphire Radeon R9 380X Nitro vs. Asus R9 380X Strix: Unterschiedliche Herangehensweisen – zweimal gelungen. Sowohl Asus als auch Sapphire geben ihren Karten höhere Taktraten mit auf den Weg. Eine Übersicht (GPU/RAM):

- AMD-Referenz: 970/2.850 MHz
- Asus Strix: 1.030/2.850 MHz
- Sapphire Nitro: 1.040/3.000 MHz

Ein vierstelliger Kerntakt macht sich nicht nur in Werbeprospekten gut, die 6- respektive 7-prozentige Steigerung sorgt auch für einen größeren Abstand zu den günstigen 380-ohne-X-Karten. Sapphire steigert zusätzlich die Speicherrate um fünf Prozent, was in 192 anstelle von 182,4 GByte pro Sekunde mündet; Asus belässt den 4 GiByte großen GDDR5-RAM beim Referenzwert.

Beide Grafikkarten sind in der Lage, ihren GPU-Boost in den Tests konstant aufrechtzuerhalten. Das ist grundsätzlich positiv, da ein konstanter Takt zu gleichmäßigen

Fallout 4: Liegt Nvidia-GPUs

1.920 × 1.080, Godrays hoch, restliche Details max. (Ultra-Preiset), TAA, HQ-4F

Asus GTX 980 Strix/4G	77	88,9 (+89%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	61	76,3 (+62%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	64	75,7 (+61%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	60	74,3 (+58%)
HIS R9 390X IceQ X² Turbo/8G	55	66,8 (+42%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	58	66,5 (+41%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	51	62,4 (+32%)
R9 380X @ 1.200/3.300 MHz	41	55,8 (+18%)
R9 380X @ 1.200/2.850 MHz	39	53,6 (+14%)
Sapphire R9 380X Nitro/4G	37	50,1 (+6%)
Zotac GTX 960 AMP/2G	41	49,1 (+4%)
R9 380X @ 970/3.300 MHz	37	48,7 (+3%)
Asus R9 380X Strix/4G	36	48,7 (+3%)
AMD R9 380X (Referenz)	35	47,1 (Basis)
MSI R9 380 Gaming/4G	35	46,7 (-1%)
HIS R9 280X IceQ X² Turbo/3G	35	45,6 (-3%)
MSI GTX 760 Gaming/2G	32	40,1 (-15%)
Asus R9 270X DC2 TOP/2G	30	38,8 (-18%)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64 **Bemerkungen:** Stark übertaktete GTX-960-Karten liegen hier auf dem Niveau der relativ mild getunten 380X-Modelle.

Min. | Ø Fps
► Besser

Call of Duty Black Ops 3: Liegt AMD-GPUs

1.920 × 1.080, Texturen & Schatten hoch, Rest max., Filmic SMAA 2Tx

Asus GTX 980 Strix/4G	76	92,2 (+71%)
Sapphire R9 Fury Tri-X OC/4G	77	90,2 (+67%)
HIS R9 390X IceQ X² Turbo/8G	66	80,4 (+49%)
MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G	57	74,2 (+38%)
Sapphire R9 290 Tri-X OC/4G	60	69,5 (+29%)
R9 380X @ 1.200/3.300 MHz	55	66,2 (+23%)
Gainward GTX 780 Ti Phantom/3G	49	65,2 (+21%)
R9 380X @ 1.200/2.850 MHz	53	64,6 (+20%)
Sapphire R9 380X Nitro/4G	47	57,8 (+7%)
Asus R9 380X Strix/4G	46	57,4 (+6%)
HIS R9 280X IceQ X² Turbo/3G	45	56,2 (+4%)
R9 380X @ 970/3.300 MHz	44	55,3 (+3%)
AMD R9 380X (Referenz)	44	53,9 (Basis)
EVGA GTX 960 Superlocked/4G	40	52,4 (-3%)
MSI R9 380 Gaming/4G	42	49,6 (-8%)
Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G	40	48,3 (-10%)
Asus R9 270X DC2 TOP/2G	33	42,8 (-21%)
Gigabyte GTX 770 Windforce OC/2G	31	40,8 (-24%)

System: Core i7-6700K @ 4,5 GHz (45 × 100, L3 @ 4,5 GHz), Z170, 2 × 8 GiB DDR4-2800 (15-15-15-36, 1T), Windows 10 x64 **Bemerkungen:** Im neuen Call of Duty kann es eine 380X mit Nvidias älterer GeForce GTX 780 (nicht abgedruckt) aufnehmen.

Min. | Ø Fps
► Besser

Frametimes führt. Getreu dem Sprichwort „Von nichts kommt nichts“ führt dies normalerweise zu einer hohen Leistungsaufnahme, im Falle dieser Karten ist jedoch kein genereller Trend nach oben zu beobachten, sofern 380-Karten der Maßstab sind. So nimmt die 380X Strix mit ihrer moderaten Übertaktung beim Spielen bis zu 199 Watt auf, während die langsamere und mit lediglich 2 GiByte ausgestattete 380 Strix bis zu 220 Watt benötigt. Bei der Sapphire 380X Nitro mit ihrer stärkeren Übertaktung beträgt die Leistungsaufnahme bis zu 240 Watt gegenüber 197 Watt der 380 Nitro; hier ist die Fps/Wattbilanz der neuen Karte etwas schlechter. Spielen Sie keine powerintensiven Spiele wie Anno 2070 oder The Witcher 3, sondern beispielsweise Crysis 3, fällt die Leistungsaufnahme geringer aus. Die Probanden benötigen hier 174 (Asus) respektive 210 Watt (Sapphire).

Sowohl die 380X Strix als auch die 380X Nitro verfügen über semi-aktive Belüftung, das heißt, im Leerlauf und bei leichter Last (u. a. HD-Videos) stehen die Lüfter still. Da die Grafikkarten hier auch sonst keine Geräusche von sich geben, beträgt die Lautheit glatte 0,0 Sone. Wird der im BIOS hinterlegte Temperaturschwellenwert bei circa 60 Grad Celsius erreicht, drehen die jeweils doppelt vorhandenen Axiallüfter langsam auf. So, wie verschiedene Spiele und Auflösungen unterschiedliche Lasten erzeugen, ergeben sich auch unterschiedliche Maximaldrehzahlen. Wir messen unter Volllast gute Werte: Asus' Strix erzeugt eine maximale Lautheit von 1,5 Sone (ca. 1.300 U/min), Sapphires Nitro bis zu 2,4 Sone (ca. 1.550 U/min). Damit setzen beide Karten den Trend der leisen 380-Modelle fort.

Tipp: Die Sapphire-Karte ist mit leicht reduzierter Lüfterdrehzahl wesentlich leiser. Fixieren Sie den PWM-Wert in einem Overclocking-Tool auf 50 Prozent, sinkt die Lautheit auf 1,3 Sone, ohne dass die GPU Gefahr läuft zu überhitzen.

Geforce GTX 960: Hochgezüchtete 4-GiByte-Versionen als sparsame Alternative. In Nvidias Portfolio klafft derzeit eine große Leistungslücke zwischen GTX 960 und GTX 970. Da die Radeon R9 380X nur mit 4 GiByte erhältlich und damit auch für neue Spiele uneingeschränkt tauglich ist, stellen lediglich die schnellsten Versionen der GTX 960/4G eine Alternative dar. So kann sich beispielsweise die EVGA GTX 960 SSC, welche sich nur in Takt-Nuancen von der teureren FTW-Version unterscheidet, knapp mit den getesteten 380X-Karten messen. Die ebenfalls aufgeführten Modelle von Palit und Gainward sind etwas langsamer als die Radeon. Ein Vorteil der GTX 960 ist ihre geringe Leistungsaufnahme im Bereich von 130 Watt und, daraus resultierend, die leisen Kühldesigns.

380X-Overclocking

Wenn Ihnen die werkseitige Übertaktung nicht genügt, müssen Sie – auf Kosten der Gewährleistung und Garantie – selbst Hand anlegen. Ohne Spannungserhöhung verkraften unsere Testkarten jeweils 3.200 MHz Speichertakt, darüber sind Grafikfehler oder Abstürze zu beklagen. Aufseiten der GPU ist bei der Strix knapp oberhalb von 1.100 MHz Schluss, während die Nitro noch 1.150 MHz stemmt. Eine Spannungserhöhung via MSI Afterburner war bei Testschluss nicht möglich, wohl aber mithilfe des Trixx-Tools von Sapphire. Mit +50 Millivolt stellen 1.200 MHz kein Problem dar und die Leistung steigt fühlbar (siehe Benchmark links). (rv)

Fazit

Radeon R9 380X

AMDs neueste Grafikkarte füllt die Lücke zwischen der R9 380 und der R9 390, nachdem die R9 290 immer schlechter lieferbar und somit teurer wird. Der Preis ist jedoch auch das Problem der 380X – hier hilft es, ein paar Wochen zu warten. Sinkt der Preis einer übertakteten 380X auf 220 bis 230 Euro, können Sie zuschlagen.

CREATIVE

DER GRÖSSTE KRASSESTE FETTESTE SoundBLASTER[®] X7



**ULTRA HIGH-END SOUND BLASTER MIT
24-Bit/192 kHz HOCH AUFLÖSENDEN 127dB
USB-DAC, BLUETOOTH & AUDIO VERSTÄRKER**

EINGEBAUTER AUDIO PROZESSOR

Erhalten Sie unglaublichen Sound mit dem SB-Axx1 Multi-Core-Chipsatz



COMPUTER
HARDWARE UND
KOMPONENTEN

AUDIO/VIDEO-
KOMPONENTEN
UND ZUBEHÖR
FÜR ZU HAUSE



TOP PICK DER CES 2015
(BEST OF AUDIO)

HOCHWERTIGE AUDIOPHILE KOMPONENTEN

127dB_{DAC} 123dB_{XBE} 6000 AMP 2.2Ω_{FOR IEM}

FORTSCHRITTLICHE AUDIO ERWEITERUNG



KABELLOSE VERBINDUNGEN



DIE PERFEKTE ERGÄNZUNG ZUM SOUND BLASTER X7



© 2015 Creative Technology Ltd. All rights reserved. Creative, the Creative logo, Sound Blaster and the Sound Blaster logo are trademarks or registered trademarks of Creative Technology Ltd. in the United States and/or other countries. The Bluetooth word mark and logo are owned by the Bluetooth SIG, Inc. aptX is a trademark of CSR plc. All other trademarks are the property of their respective owners and are hereby recognized as such.

soundblaster.com/X7

GRAFIKKARTEN Auszug aus Testtabelle mit 21 Wertungskriterien			
	GTX 960 Super-SC ACX 2.0+ 4GB	R9 380X Nitro	R9 380X Strix OC4G
Hersteller/Webseite	Evga (eu.evga.com)	Sapphire (www.sapphiretech.com)	Asus (www.asus.com/de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 250, -/befriedigend	Ca. € 270, -/ausreichend	Ca. € 270, -/ausreichend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgch.de/preis/1241646	www.pcgch.de/preis/1351755	www.pcgch.de/preis/1357101
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	135/405 MHz (0,856 VGPU)	300/300 MHz	300/300 MHz
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	1.279 (Boost: ~1.430)/3.506 MHz (+21/0 % OC)	~1.040 (max. Boost: 1.040)/3.000 MHz (+7/+5 % OC)	~1.030 (max. Boost: 1.030)/2.850 MHz (+6/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	2,38	2,55	2,58
Speichermenge/Anbindung	4.096 MiByte (128 Bit)	4.096 MiByte (256 Bit)	4.096 MiByte (256 Bit)
Speicherart/Hersteller	7-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G41325FC-HC28)	6-Gbps-GDDR5 (Elpida W20328BBG-6A-F)	6-Gbps-GDDR5 (Elpida W40328BAG-60-F)
Monitoranschlüsse	1x DVI-I, 1x HDMI 2.0, 3x Displayport 1.2	1x DVI-I, 1x DVI-D, 1x HDMI 1.4a, 1x Displayport 1.2	1x DVI-I, 1x DVI-D, 1x HDMI 1.4a, 1x Displayport 1.2
Kühlung	„ACX 2.0“, Dual-Slot, 3 Heatpipes à 8 mm, 2 x 90 mm axial, VRM- & RAM-Kühlplatte + Backplate	„Dual-X“, Dual-Slot, 4 Heatpipes à 6 mm, 2x 100 mm axial, Korpus bedeckt auch VRMs/RAM; Backplate inkl. Wärmeleitpads	„Direct CU II“, Dual-Slot, 3 Heatpipes (1x 10, 2x 8 mm), 2x 95 mm axial, VRM-Kühler + Backplate (RAM: blank)
Software/Tools/Spiele	Precision X (Tweak-Tool), Treiber	Treiber	GPU Tweak (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Gedruckt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	1x Strom: 2x6-auf-8-Pol, DVI-VGA-Adapter	DVI-VGA-Adapter	–
Sonstiges	Powerlimit limitiert nie; QSD (Quick Switch Dual BIOS); 2. BIOS lässt Lüfter im 2D aktiv (~560 rpm)	Dual-BIOS per Schalter; Lüfter gehen ab 60 °C an; PCB ist 11,3 cm hoch (Standard: 10,0)	Semi-aktive Lüfter; Backplate ohne Wärmeleitpads
Eigenschaften (20 %)	1,98	2,42	2,29
Temperatur GPU (2D/Spiel/Extremfall)	35/73/73 Grad Celsius	51/75/76 Grad Celsius	47/71/71 Grad Celsius
Lautheit und PWM aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/1,2 (32 %)/1,3 (33 %) Sone	0,0 (passiv)/2,4 (57 %)/2,5 (58 %) Sone	0,0 (passiv)/1,5 (40 %)/1,5 (40 %) Sone
Spulenpeifen/-zirpen (unter Last)	Normal (leises Zirpen in Spielen; Fiepen ab dreistelligen Fps)	Praktisch nicht wahrnehmbar	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/Blu-ray/2 LCDs	10/13/12 Watt	15/-/47 Watt	15/-/42 Watt
Gemess. Verbr. Crysis 3/Risen 3/Anno 2070/Max.	-/134/133/147 Watt (Powerlimit: 100 Prozent)	210/214/239/250 Watt (Powerlimit: Standard)	174/178/199/203 Watt (Powerlimit: Standard)
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Nein (1.575)/nein (1.645)/nein (1.715 MHz)	Ja (1.145)/nein (1.195)/nein (1.250 MHz)	Nein (1.135)/nein (1.185)/nein (1.235 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (3.855)/ja (4.030)/nein (4.205 MHz)	Nein (3.300)/nein (3.450)/nein (3.600 MHz)	Ja (3.135)/nein (3.280)/nein (3.420 MHz)
Spannungsänderung in Tools möglich?	Ja (GPU bis 1,237 Volt; Powerlimit bis 115 %)	Ja (nur mittels Sapphire Trixx; VGPU bis +200 mV)	Nein (zum Testzeitpunkt; nur Powerlimit +20 %)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	25,7 (PCB: 25,7/3,5 cm; 1x 8-Pol (vertikal))	23,5 (PCB 22,7/3,5 cm; 2x 6-Pol (vertikal))	27,0 (PCB 22,5/3,7 cm; 2x 6-Pol (vertikal))
Leistung im PCGH-Index (60 %)	3,00	2,88	2,91
FAZIT	- Hoher Boost, leise Kühlung - Dual-BIOS + Backplate 3 Jahre Garantie	- Hoher Takt - Dual-BIOS - Relativ hohe Leistungsaufnahme	- Leiser Kühler 3 Jahre Garantie - Nur geringfügig übertaktet
	Wertung: 2,67	Wertung: 2,72	Wertung: 2,72

GRAFIKKARTEN Auszug aus Testtabelle mit 21 Wertungskriterien			
	R9 380 Gaming 4G	GTX 960 Jetstream 4GB	GTX 960 Phantom 4GB
Hersteller/Webseite	MSI (http://de.msi.com)	Palit (www.palit.biz)	Gainward (www.gainward.de)
Ca.-Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 230, -/ausreichend	Ca. € 220, -/befriedigend	Ca. € 220, -/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgch.de/preis/1282072	www.pcgch.de/preis/1241519	www.pcgch.de/preis/1241549
2D-Takt GPU/RAM (Spannung)	300/300 MHz (0,912 VGPU)	135/405 MHz (0,862 VGPU)	135/405 MHz (0,875 VGPU)
3D-Basis-/Boosttakt GPU/RAM (Übertaktung)	~980 (Boost: 980)/2.850 MHz (+1/0 % OC)	1.127 (Boost: ~1.266)/3.506 MHz (+7/0 % OC)	1.127 (Boost: ~1.266)/3.506 MHz (+7/0 % OC)
Ausstattung (20 %)	2,43	2,75	2,75
Speichermenge/Anbindung	4.096 MiByte (256 Bit)	4.096 MiByte (128 Bit)	4.096 MiByte (128 Bit)
Speicherart/Hersteller	6-Gbps-GDDR5 (SK-Hynix H5GC4H24AJR-T2C)	7-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G41325FC-HC28)	7-Gbps-GDDR5 (Samsung K4G41325FC-HC28)
Monitoranschlüsse	1x DVI-I, 1x DVI-D, 1x HDMI 1.4a, 1x Displayport 1.2	1x DVI-I, 1x DVI-D, 1x HDMI 2.0, 1x Displayport 1.2	1x DVI-I, 1x DVI-D, 1x HDMI 2.0, 1x Displayport 1.2
Kühlung	„Twin Froz V“, Dual-Slot, 3 Heatpipes (1x 8, 2x 6 mm), 2x 95 mm axial, VRM-/RAM-Kühlplatte + Backplate	„Jetstream“, 2,5-Slot, 3 Heatpipes à 6 mm, 2x 90 mm axial, großer, verschraubter VRM-Kühler (RAM: blank)	„Phantom“, 2,5-Slot, 4 Heatpipes à 6 mm, 2x 80 mm axial, großer, verschraubter VRM-Kühler (RAM: blank)
Software/Tools/Spiele	Afterburner & MSI Gaming App, Treiber	Thunder Master (Tweak-Tool), Treiber	Expertool (Tweak-Tool), Treiber
Handbuch; Garantie	Faltblatt (deutsch); 3 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre	Faltblatt (deutsch); 2 Jahre
Kabel/Adapter/Beigaben	DVI-VGA-Adapter	1x Strom: Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA-Adapter	1x Strom: Molex-auf-6-Pol, DVI-VGA-Adapter
Sonstiges	Semi-aktive Lüfter; Backplate ohne Wärmeleitpads; GPU-Spannung im Afterburner regelbar	PCB deutlich länger als bei 2G-Version der Karte; Powerlimit limitiert beim OC nur vereinzelt	PCB deutlich länger als bei 2G-Version; Powerlimit limitiert beim OC nur selten; herausnehmbare Lüfter
Eigenschaften (20 %)	2,33	1,86	1,89
Temperatur GPU (2D/Spiel/Extremfall)	47/68/69 Grad Celsius	39/74/74 Grad Celsius	29/62/62 Grad Celsius
Lautheit und PWM aus 50 cm (2D/Spiel/Extremfall)	0,0 (passiv)/1,6 (36 %)/2,0 (41 %) Sone	0,0 (passiv)/0,7 (45 %)/0,7 (45 %) Sone	0,2 (30 %)/0,8 (50 %)/0,8 (50 %) Sone
Spulenpeifen/-zirpen (unter Last)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)	Unauffällig (erst ab hohen vierstelligen Fps)
Gemessener Verbrauch 2D/Blu-ray/2 LCDs	19/40/48 Watt	11/14/13,5 Watt	10/13/11 Watt
Gemess. Verbr. Crysis 3/Risen 3/Anno 2070/Max.	184/209/206/229 Watt (Powerlimit: Standard)	-/124/126/127 Watt (Powerlimit: 100 Prozent)	-/124/123/125 Watt (Powerlimit: 100 Prozent)
GPU-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (1.080)/nein (1.125)/nein (1.175 MHz)	Ja (1.395)/ja (1.455)/nein (1.520 MHz)	Ja (1.395)/ja (1.455)/nein (1.520 MHz)
RAM-OC bestanden? (+10/+15/+20 %)	Ja (3.135)/nein (3.280)/nein (3.420 MHz)	Ja (3.855)/nein (4.030)/nein (4.205 MHz)	Ja (3.855)/nein (4.030)/nein (4.205 MHz)
Spannungsänderung in Tools möglich?	Ja (GPU +100 mV; Powerlimit +20 %)	Ja (GPU bis 1,212 Volt; Powerlimit bis 108 %)	Ja (GPU bis 1,212 Volt; Powerlimit bis 108 %)
Länge/Breite der Karte; Stromstecker	26,7 (PCB 25,0/4,5 cm; 2x 6-Pol (vertikal))	24,5 (PCB: 24,0/4,5 cm; 1x 6-Pol (vertikal))	24,0 (PCB: 24,0/5,0 cm; 1x 6-Pol (vertikal))
Leistung im PCGH-Index (60 %)	3,07	3,12	3,12
FAZIT	4 GiByte Speicher - Leises, starkes Kühldesign - Werkseitig nur minimal übertaktet	- Sehr leise in jeder Situation - Hohe Energieeffizienz - Benötigt effektiv 3 Slots im Gehäuse	- Benötigt nur einen 6-Pol-Stromstecker - Dank aktiver Lüfter im Leerlauf kühl - Benötigt 3 Slots im Gehäuse
	Wertung: 2,79	Wertung: 2,79	Wertung: 2,80

KLANG, DER SICH SEHEN LASSEN KANN



Die neueste, innovativste und aufregendste Serie fortgeschrittener Gaming-Headsets von Corsair



VOID RGB

WIRELESS

- > Bei 2,4 GHz kabellose Freiheit bis zu 12 m
- > Original Dolby 7.1 Surround-Sound
- > 50mm Neodymium Lautsprecher
- > InfoMic - LED Audiostatusanzeige



VOID RGB

USB

- > Original Dolby 7.1 Surround-Sound
- > 50mm Neodymium Lautsprecher
- > InfoMic - LED Audiostatusanzeige



VOID

STEREO

- > 50mm Neodymium Lautsprecher
- > Universell kompatibel mit PC, Xbox One, PS4 und mobile Geräte
- > Ohrmuschelpolster mit Mikrofaserbezug



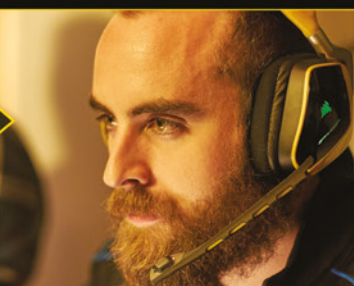
InfoMic

Alles was Sie über Ihren Audiostatus wissen müssen - auf einem Blick



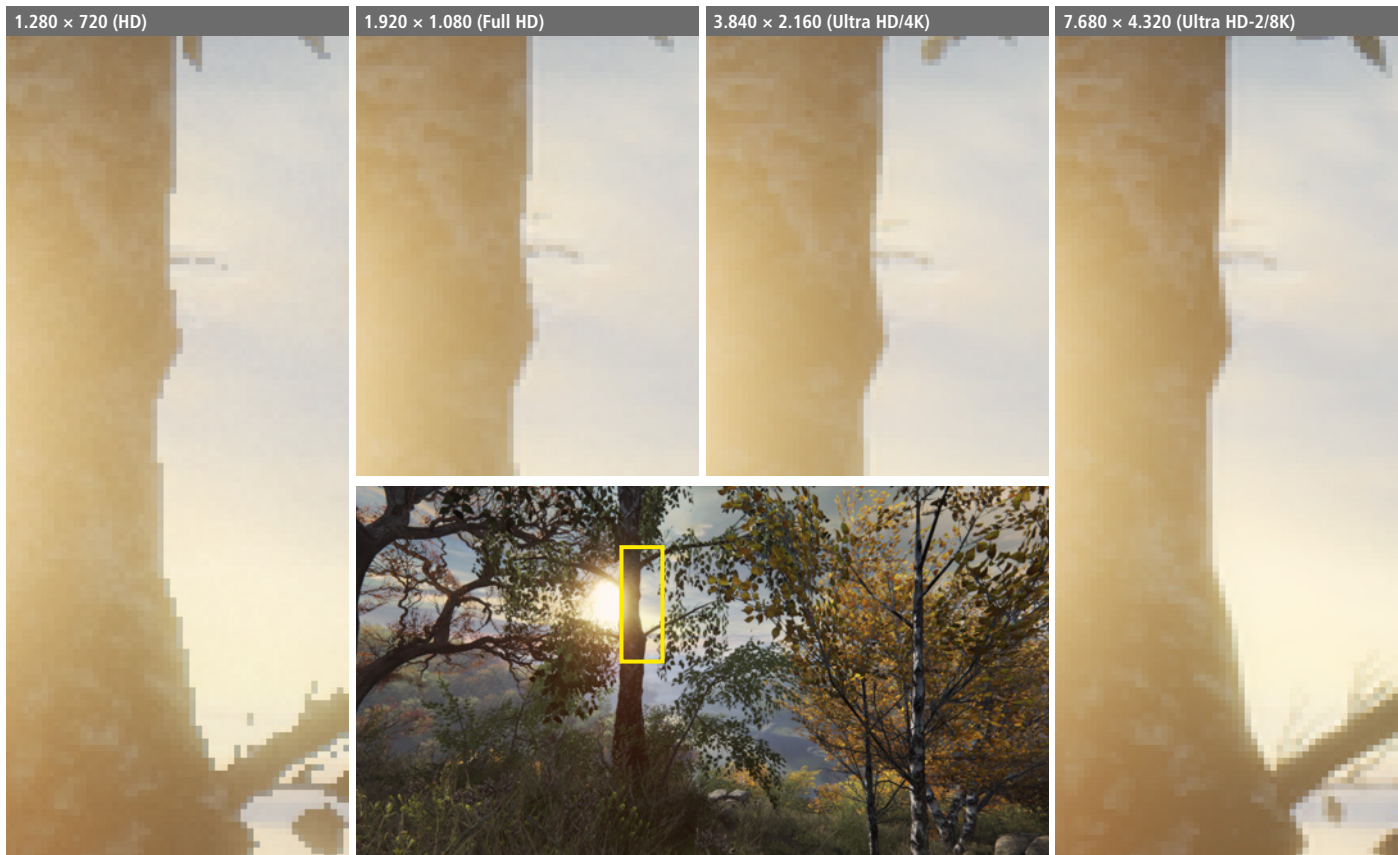
RGB Lighting (RGB Leuchteffekte)

Synchronisiere dein VOID mit anderen RGB Geräten - oder gib ihm sein eigenes Farbspektrum



Epic Audio

Extra große 50mm Neodymium Lautsprecher und der original Dolby 7.1 Surround Modus liefern die innovative Audioqualität und bieten ein atemberaubendes Sounderlebnis.



Pure Pixelpracht

Ihre Lieblingsspiele in extrem hoher Qualität: Mit den richtigen Tools aktivieren Sie wahnwitzige Auflösungen selbst auf Mittelklasse-Grafikkarten. PC Games Hardware zeigt, wie.

Steter Tropfen höhlt den Stein: Es hat viele Jahre gedauert und Pioniere wie PC Games Hardware einiges an Überzeugungskraft gekostet, bis aus den ersten Hacks ausgereifte, von AMD und Nvidia offiziell implementierte Lösungen wurden. Die Rede ist von Downsampling, dem derzeit effektivsten Mittel gegen Pixeltreppen und Flimmern.

Prinzipiell ist Downsampling genauso alt wie Rastergrafik und heißt eigentlich Supersampling: Mithilfe erhöhter Auflösung – mehr Bildpunkte pro Flächeneinheit – wird das Dargestellte feinkörniger und detaillierter. Je mehr Pixel, desto besser. Dieses Spiel lässt sich bis ins Extreme treiben und genau davon handelt dieser Artikel.

Geforce: Das brauchen Sie

Die Geforce-Schöpfer machten der jahrelangen Treiber-Bastelei zuerst ein Ende, seit Oktober 2014 steht mit „Dynamic Super Resolution“, kurz DSR, eine treiberinterne Lösung bereit, um jedes Spiel in höherer Auflösung darzustellen. Zwar ist die Implementierung relativ flexibel und bietet auf jedem Bild-

schirm Multiplikatoren bis 4 an, auf einem verbreiteten Full-HD-LCD resultiert dies jedoch in höchstens 3.840 × 2.160 Pixeln. Möchten Sie mehr als das, benötigen Sie ein inoffizielles Programm, das aus der gleichen Feder stammt wie der Nvidia Inspector: das DSR Tool. Mit diesem kompakten GUI lassen sich komfortabel DSR-Faktoren bis

hinauf zu 40 (!) einstellen. Dabei greift das Tool lediglich auf die von Nvidia hinterlegten Einträge in der Windows-Registrierung zurück. Damit das DSR Tool funktioniert, müssen Sie zuvor mindestens einen DSR-Faktor im Geforce-Treiber auswählen und aktivieren. Nun können Sie im DSR Tool mittels Schieberegler den gewünschten Faktor sowie unter „Smoothness“ die Bildschärfe einstellen. Dazu gleich mehr.

Radeon: Das brauchen Sie

AMD zog mit seiner „Virtual Super Resolution“ – übrigens ein passenderer Name für die Funktionsweise – nach, VSR ist seit Dezember 2014 im Radeon-Treiber implementiert und wurde zwischenzeitlich auch für ältere Grafichips freigeschal-

Inhalte auf Heft-DVD

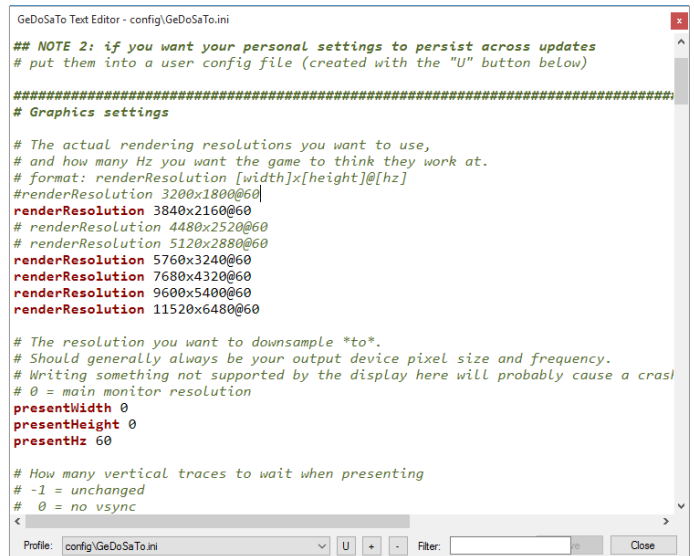


Auf dem Datenträger der DVD-Plus-Heftversion finden Sie diverse Screenshots, welche die Wirkung extremen Downsamplings aufzeigen; einige davon sind in diesem Artikel abgebildet. Unser Tipp: Probieren Sie es besser live und in Bewegung aus!

tet. VSR ist gegenüber DSR deutlich unflexibler, es stehen keine immer anwendbaren Multiplikatoren der nativen Monitorauflösung zur Verfügung. Die maximale Downsampling-Auflösung richtet sich hier nicht nur nach der Grafikkarte, sondern auch nach dem Display. Nur die neuesten Radeon-GPUs, welche auf der Fury/Nano-Reihe sowie den 380(X)- und 285-Karten arbeiten, können auf einem Full-HD-LCD die Ultra-HD-Auflösung herunterrechnen. Die deutlich verbreiteteren 290(X)- und 390(X)-Karten bieten höchstens 3.200×1.800 und die Modelle darunter gar nur 2.560×1.440 Pixel an.

VSR ist daher für Extrem-Downsampling ungeeignet, doch für dieses Problem existiert eine Lösung:

das Generic Downsampling Tool, kurz GeDoSaTo, über welches PCGH schon mehrfach berichtete. Hierbei handelt es sich um ein von Hobbyprogrammierern erstelltes Werkzeug, das sich zwischen Treiber und Spiel schaltet („Hooking“) und dadurch ein paar Wunderdinge vollbringen kann – extreme Auflösungen zum Beispiel. Das hochwertige Downsampling inklusive wählbarer Filter funktioniert dank stetiger Weiterentwicklung tadellos, sofern es sich um eine Direct-X-9-Anwendung handelt; die Unterstützung von DX11 steckt in den Kinderschuhen. Wir nutzen das Programm in diesem Artikel, um einige DX9-Spiele in extremer Pixelpracht zu testen. Alle Informationen zum GeDoSaTo finden Sie unter blog.metaclassofnail.com.



GeDoSaTo: In der Konfigurationsdatei des Programms können Sie unter anderem hinterlegte Downsampling-Auflösungen (de-)aktivieren und neue einfügen.

GTX 670 @ ~1.189/3.004 MHz

Max Payne 2 inkl. WS-Fix, max. Details + Treiber-FXAA – „Elevator Doors“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	225	297,5 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	140	169,1 (-43 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	81	99,3 (-67 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	38	46,9 (-84 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	21	25,9 (-91 %)

CS Source, max. Details, 4× MSAA – „Militia“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	285	288,8 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	179	225,8 (-22 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	120	150,6 (-48 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	5,2	104,6 (-98 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	2,4	109,9 (-99 %)

Diablo 3, max. Details, Ingame-FXAA – „New Tristram“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	149	159,3 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	81	85,7 (-46 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	51	57,2 (-64 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	25	27,7 (-83 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	4,6	49,7 (-97 %)

TES 5: Skyrim, max. Details, nur FXAA – „Secunda's Kiss“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	92	105,4 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	57	64,4 (-39 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	39	44,4 (-58 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	18	21,0 (-80 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	6	8,0 (-92 %)

Bioshock Infinite, max. Details inkl. DX11-DoF, FXAA – „New Eden“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	98	103,5 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	49	52,4 (-49 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	30	31,8 (-69 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)*	3,6	3,6 (-97 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)*	1,7	1,7 (-98 %)

WoW, max. Details inkl. CMAA – „Azeroth's Last Battle“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	75	85,7 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	49	53,6 (-37 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	33	35,6 (-58 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	2,2	2,2 (-97 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	1,2	1,2 (-99 %)

System: MSI GTX 670 Power Edition OC/2G, Core i7-6700K @ 4,5 GHz, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Win 10 x64, Gef. 358,50 WHQL **Bemerkungen:** Wer eine überaktete GTX 670 nutzt, kann diverse Spiele mit UHD-Downsampling spielen. Alle Tests inkl. 16:1 HQ-AF.

Min. **Ø Fps**
Besser

GTX 780 @ ~1.032/3.004 MHz

Max Payne 2 inkl. WS-Fix, max. Details + Treiber-FXAA – „Elevator Doors“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	227	310,7 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	226	282,1 (-9 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	155	188,8 (-39 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	71	86,5 (-72 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	39	48,2 (-84 %)

CS Source, max. Details, 4× MSAA – „Militia“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	286	288,9 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	286	288,8 (0 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	180	213,7 (-26 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	87	104,6 (-64 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	2,9	109,9 (-99 %)

Diablo 3, max. Details, Ingame-FXAA – „New Tristram“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	190	201,9 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	108	115,7 (-43 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	70	77,7 (-62 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	35	38,9 (-81 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	20	22,8 (-89 %)

TES 5: Skyrim, max. Details, nur FXAA – „Secunda's Kiss“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	125	141,4 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	80	89,7 (-37 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	54	61,6 (-56 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	28	32,6 (-77 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	9	10,3 (-93 %)

Bioshock Infinite, max. Details inkl. DX11-DoF, FXAA – „New Eden“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	133	140,5 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	62	71,3 (-49 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	40	43,2 (-69 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)*	17	18,8 (-87 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)*	5,6	5,6 (-96 %)

WoW, max. Details inkl. CMAA – „Azeroth's Last Battle“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	100	107,9 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	59	67,6 (-37 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	44	47,9 (-56 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	22	24,5 (-77 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	1,2	1,2 (-99 %)

System: Palit GTX 780 Jetstream/3G, Core i7-6700K @ 4,5 GHz, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Win 10 x64, Gef. 358,50 WHQL **Bemerkungen:** Die GTX 780 kommt mit DSR dank 3 GiB RAM und höherer Rechenleistung besser klar als die GTX 670. Alle Tests inkl. 16:1 HQ-AF.

Min. **Ø Fps**
Besser

* Texturen werden teilweise nur mit geringer Auflösung dargestellt.

* Texturen werden teilweise nur mit geringer Auflösung dargestellt.



Wie Sie sehen, sehen Sie fast nichts: Anno 1404 läuft zwar selbst in extremen Auflösungen flüssig, die (Bau-)Menüs skalieren jedoch nicht und werden daher winzig.

Geeignete „Opfer“

Bei Downsampling handelt es sich um ein Feature, das Ihrer Grafikkarte alles abverlangt und gleichzeitig Ihren Hauptprozessor entlastet – mehr Pixel bedeuten einzig und allein mehr Arbeit für die GPU. Daher ist extremes Downsampling jenseits der UHD-Auflösung keine Option bei modernen High-End-Spielen wie The Witcher 3 oder Batman: Arkham Knight, selbst wenn Sie Grafikleistung für Tausend Euro im PC haben. Zwar soll es Leute geben, die hübsche Diashows mögen, wir raten jedoch dazu, extreme Auflösungen als letzte Aufwertung für angestaubte oder grafisch anspruchslose Spiele zu verwenden – die Auswahl ist riesig. Wir haben unzählige Spiele ausprobiert und sind schließlich bei dieser Mischung aus Klassik und Moderne gelandet:

le zu verwenden – die Auswahl ist riesig. Wir haben unzählige Spiele ausprobiert und sind schließlich bei dieser Mischung aus Klassik und Moderne gelandet:

- Bioshock Infinite
- Counter-Strike: Source
- Diablo 3
- Max Payne 2
- Skyrim
- World of Warcraft

Diese sechs populären Spiele stellen in gängigen Auflösungen geringe Anforderungen an die Grafikkarte und eignen sich daher zum Test in 7.680 × 4.320 Pixel alias 8K – oder noch mehr, wenn nicht eine

GTX 970 @ ~1.316/3.506 MHz

Max Payne 2 inkl. WS-Fix, max. Details + Treiber-FXAA – „Elevator Doors“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	226	303,0 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	225	302,1 (0 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	223	270,3 (-11 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	107	131,5 (-57 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	59	69,5 (-77 %)

CS Source, max. Details, 4× MSAA – „Militia“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	286	288,7 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	247	278,5 (-4 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	157	196,9 (-32 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	78	98,0 (-66 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	2,0	-99 %

Diablo 3, max. Details, Ingame-FXAA – „New Tristram“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	207	220,5 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	114	126,9 (-42 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	72	81,1 (-63 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	35	40,2 (-82 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	20	23,1 (-90 %)

TES 5: Skyrim, max. Details, nur FXAA – „Secunda's Kiss“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	140	158,2 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	85	96,5 (-39 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	58	65,2 (-59 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	29	33,7 (-79 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	17	20,6 (-87 %)

Bioshock Infinite, max. Details inkl. DX11-DoF, FXAA – „New Eden“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	143	152,4 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	74	79,3 (-48 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	44	47,3 (-69 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)*	20	21,9 (-86 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)*	5	6,6 (-96 %)

WoW, max. Details inkl. CMAA – „Azeroth's Last Battle“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	95	109,8 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	78	85,2 (-23 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	49	54,3 (-51 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	25	26,8 (-76 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	2,0	-98 %

System: MSI GTX 970 Gaming/3,5+0,5G, Core i7-6700K @ 4,5 GHz, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Win 10 x64, Gef. 358.50 WHQL **Bemerkungen:** Die GTX 970 stimmt UHD in den Testspielen, spätestens in 8K geht ihr jedoch der Speicher aus. Alle Tests inkl. 16:1 HQ-AF.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

GTX 980 @ ~1.316/3.506 MHz

Max Payne 2 inkl. WS-Fix, max. Details + Treiber-FXAA – „Elevator Doors“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	229	310,5 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	226	307,1 (-1 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	224	290,1 (-7 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	131	158,2 (-49 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	68	84,4 (-73 %)

CS Source, max. Details, 4× MSAA – „Militia“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	286	288,8 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	286	288,8 (0 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	190	237,0 (-18 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	97	120,4 (-58 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	56	69,6 (-76 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	1,3	-99 %

Diablo 3, max. Details, Ingame-FXAA – „New Tristram“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	246	263,1 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	134	148,9 (-43 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	86	97,4 (-63 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	42	46,1 (-82 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	24	26,8 (-90 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	16	18,1 (-94 %)

TES 5: Skyrim, max. Details, nur FXAA – „Secunda's Kiss“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	163	185,2 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	102	113,5 (-39 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	69	77,5 (-58 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	36	40,2 (-78 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	21	24,4 (-87 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	1,9	-99 %

Bioshock Infinite, max. Details inkl. DX11-DoF, FXAA – „New Eden“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	164	173,2 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	87	93,0 (-46 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	52	56,2 (-68 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)*	24	26,2 (-85 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)*	12	13,8 (-92 %)

WoW, max. Details inkl. CMAA – „Azeroth's Last Battle“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	97	110,0 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	90	98,6 (-10 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	58	63,3 (-42 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	29	31,4 (-71 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	4	5,2 (-95 %)

System: Asus GTX 980 Strix/4G, Core i7-6700K @ 4,5 GHz, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Win 10 x64, Gef. 358.50 WHQL **Bemerkungen:** Die GTX 980 macht 8K-DSR teilweise nutzbar, darüber hinaus fehlt es jedoch an allem. Alle Tests inkl. 16:1 HQ-AF.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

* Texturen werden teilweise nur mit geringer Auflösung dargestellt.

RAZER
MAMBA TOURNAMENT
EDITION



CONTROL. COMFORT. CUSTOMIZED.



DER PRÄZISESTE
GAMING-MAUSSENSOR
DER WELT MIT 16.000 DPI



ERGONOMISCHER
FORMFAKTOR FÜR
PERFECTEN KOMFORT



CHROMA-BELEUCHTUNG MIT
16,8 MILLIONEN ANPASSBAREN
FARBOPTIONEN

JETZT ÜBERALL ERHÄLTlich

Copyright © 2015 Razer Inc. All rights reserved. Actual product may differ from pictures. Information correct at time of printing.



der obligatorischen Einschränkungen dazwischenfunkt. Erstens streckt selbst das anspruchloseste Spiel irgendwann jede Grafikkarte nieder, man muss nur lange genug die Pixelmenge erhöhen. Zweitens ist nicht jedes Spiel fit für eine Pixelflut. Das fängt bei erst gar nicht verfügbaren Auflösungen an und gipfelt in Abstürzen mit mehr oder minder abstrusen Fehlermeldun-

gen. Doch selbst wenn alles glattläuft, zeigen sich manchmal auf den zweiten Blick Probleme. Das prominenteste betrifft die grafischen Oberflächen vieler Spiele. Diese zweidimensionalen Layer über dem eigentlichen Spielgeschehen bestehen in den meisten Fällen aus Pixeln, welche 1:1 dargestellt werden. Nun führen extrem hohe Auflösungen zu stark verkleinerten

Pixeln und somit direkt zu winzigen Anzeigen. Das mag bei Energiebalken und Munitionsanzeige noch verschmerzbar sein. Doch wenn sich „Save“ im Menü nicht mehr von „Load“ unterscheiden lässt, der Questgeber unleserliche Wünsche äußert oder sich die Baumenüs im Lieblingswuselspiel nicht mehr bedienen lassen, ist die Schmerzgrenze erreicht. Falls das unglaublich

würdig auf Sie wirkt, sollten Sie Extrem-Downsampling unbedingt ausprobieren und gleich eine Lupe bereithalten. Die gute Nachricht in diesem Kontext lautet, dass viele Spiele Gegenmaßnahmen in Form einer Skalierung implementiert haben. Die Einblendungen erhalten hier eine feste Größe und werden – wie die 3D-Grafik auch – schlicht mit mehr Pixeln dargestellt.

GTX 980 Ti @ ~1.350/3.506 MHz

Max Payne 2 inkl. WS-Fix, max. Details + Treiber-FXAA – „Elevator Doors“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	227	311,3 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	227	310,5 (0 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	225	308,5 (-1 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	184	221,5 (-29 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	102	125,3 (-60 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	65	79,2 (-75 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	Technisch unmöglich	

CS Source, max. Details, 4× MSAA – „Militia“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	286	288,8 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	286	288,8 (0 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	266	283,8 (-2 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	134	162,9 (-44 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	80	97,4 (-66 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	52	62,3 (-78 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	1,4 (-99 %)	

Diablo 3, max. Details, Ingame-FXAA – „New Tristram“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	333	357,3 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	181	196,3 (-45 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	113	118,8 (-67 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	55	60,1 (-83 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	32	36,3 (-90 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	21	24,0 (-93 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	15	16,4 (-95 %)

TES 5: Skyrim, max. Details, nur FXAA – „Secunda's Kiss“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	205	232,2 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	136	152,4 (-34 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	94	104,6 (-55 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	50	56,0 (-76 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	30	34,4 (-85 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	20	23,0 (-90 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	Technisch unmöglich	

Bioshock Infinite, max. Details inkl. DX11-DoF, FXAA – „New Eden“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	190	224,8 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	119	126,5 (-44 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	72	77,7 (-65 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)*	34	36,6 (-84 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)*	16	18,6 (-92 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)*	10	11,0 (-95 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)*	Auflösung nicht verfügbar	

WoW, max. Details inkl. CMAA – „Azeroth's Last Battle“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	97	110,1 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	92	108,5 (-1 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	81	88,0 (-20 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	42	45,2 (-59 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	24	26,9 (-76 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	3	3,5 (-97 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	0,8 (-99 %)	

System: EVGA GTX 980 Ti Superclocked/6G, Core i7-6700K @ 4,5 GHz, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Win 10 x64, Gef. 358.50 WHQL **Bemerkungen:** Eine übertaktete GTX 980 Ti macht 8K in diesen Spielen nutzbar, allerdings nicht flüssig. Alle Tests inkl. 16:1 HQ-AF.

Min. | Ø Fps
➤ Besser

GTX Titan X @ ~1.500/4.196 MHz

Max Payne 2 inkl. WS-Fix, max. Details + Treiber-FXAA – „Elevator Doors“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	230	312,3 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	230	312,1 (0 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	230	312,0 (0 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	223	262,3 (-16 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	126	152,8 (-51 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	83	98,6 (-68 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	Technisch unmöglich	

CS Source, max. Details, 4× MSAA – „Militia“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	286	289,0 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	286	289,0 (0 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	286	288,8 (0 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	160	195,2 (-32 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	95	116,1 (-60 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	62	75,3 (-74 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	45	52,9 (-82 %)

Diablo 3, max. Details, Ingame-FXAA – „New Tristram“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	386	404,0 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	209	228,4 (-43 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	135	151,2 (-63 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	66	75,3 (-81 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	38	42,1 (-90 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	25	28,2 (-93 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	18	20,4 (-95 %)

TES 5: Skyrim, max. Details, nur FXAA – „Secunda's Kiss“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	212	245,5 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	159	178,4 (-27 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	111	123,3 (-50 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	60	66,5 (-73 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	36	40,8 (-83 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	24	27,3 (-89 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	Technisch unmöglich	

Bioshock Infinite, max. Details inkl. DX11-DoF, FXAA – „New Eden“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	212	244,2 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	140	148,8 (-39 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	86	92,0 (-62 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	41	43,9 (-82 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	23	25,2 (-90 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	12	14,2 (-94 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	Auflösung nicht verfügbar	

WoW, max. Details inkl. CMAA – „Azeroth's Last Battle“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	97	110,3 (Basis)
2.880 × 1.620 (1,5×1,5 DSR)	96	109,5 (-1 %)
3.840 × 2.160 (2×2 DSR)	91	99,9 (-9 %)
5.760 × 3.240 (3×3 DSR)	48	52,5 (-52 %)
7.680 × 4.320 (4×4 DSR)	28	30,7 (-72 %)
9.600 × 5.400 (5×5 DSR)	17	20,3 (-82 %)
11.520 × 6.480 (6×6 DSR)	13	14,3 (-87 %)

System: Nvidia GTX Titan X/12G + Accellero Xtreme IV, Core i7-6700K @ 4,5 GHz, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Win 10 x64, Gef. 358.50 WHQL **Bemerkungen:** Die schnellste Grafikkönigslösung 2015 gerät zu keiner Zeit in einen Speicherengpass. Alle Tests inkl. 16:1 HQ-AF.

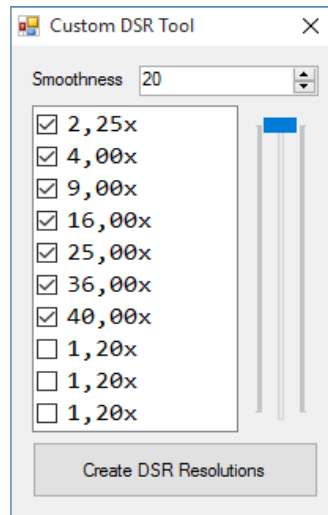
Min. | Ø Fps
➤ Besser

* Texturen werden teilweise nur mit geringer Auflösung dargestellt.

Downsampling-Einmaleins

Nicht jeder Auflösungs-multiplikator ist sinnvoll. Computer sind im Binärsystem zu Hause, weshalb Vielfache der Zahl 2 auch beim Downsampling die beste Wahl sind. Mit anderen Worten: Das glatteste und flimmerärmste Bild erhalten Sie bei einer Verdopplung (2×2) oder Vervierfachung (4×4) pro Pixelachse (X×Y). Doch auch andere ganzzahlige Faktoren wie 3×3, 5×5 und 6×6 sind anscheinlich. Weichen Sie von diesem Eingabe-Ausgabe-Verhältnis ab, hat das sichtbare Auswirkungen: Der Downfilter kann die Farbinformationen nicht optimal vermischen und das Bild neigt in Bewegung zum Flimmern – obwohl genau das durch die erhöhte Auflösung verhindert werden sollte.

Falls Sie verwirrt sind: Im Geforce-Treiber und DSR Tool können Sie keinen Faktor pro Achse, sondern nur den Ganzbildmultiplikator auswählen. Ziehen Sie in diesem Fall die Wurzel aus dem Faktor, um die Auflösung pro Achse zu erhalten. Im GeDoSaTo, das auch auf Geforce-Grafikkarten funktioniert,



Das Custom DSR Tool erlaubt komfortabel höhere Downsampling-Faktoren als 4× (bis zu 40×).

dort aber nicht so dringend benötigt wird, wählen Sie indes keine Faktoren, sondern benennen die gewünschten Auflösungen selbst. Einige sind in der Konfigurationsdatei des Programms hinterlegt, weitere müssen manuell eingetragen und abgespeichert werden. Nehmen wir ein verbreitetes Full-

HD-Display als Maßstab, sind das die optionalen Auflösungen:

- 3.840 × 2.160 (2×2 = 4× DS)
- 5.760 × 3.240 (3×3 = 9× DS)
- 7.680 × 4.320 (4×4 = 16× DS)
- 9.600 × 5.400 (5×5 = 25× DS)
- 11.520 × 6.480 (6×6 = 36× DS)
- 13.440 × 7.560 (7×7 = 49× DS)
- 15.360 × 8.640 (8×8 = 64× DS)

Natürlich ergeben sich durch eine abweichende native Auflösung andere Ergebnisse. Ein LCD mit 2.560 × 1.440 landet schon mit 9× Downsampling bei der 8K-Auflösung.

Übrigens: Weder DSR noch VSR oder GeDoSaTo zaubern schönere Spielwelten auf Ihren Bildschirm, wenn Sie die neu gewonnenen Auflösungen nicht explizit in den Spielen auswählen!

Benchmarkauswertung

Kommen wir nun zum spannendsten Teil dieses Artikels, der Leistungsbetrachtung. Ein Blick auf die unten stehende Grafik veranschaulicht die extremen Auswirkungen eines Pixelmultiplikators. In der Praxis ist der Einschlag fast immer vergleichbar stark – den wahrscheinlichen Fall, dass der Grafikspeicher ausgeht, noch gar nicht beachtet. Daher bietet es sich an, anstelle von MSAA auf Postfilter wie FXAA, MLAA oder SMAA zurückzugreifen. Da es sich hier um pixelbasierende Algorithmen handelt, sind aber selbst diese ressour-

censchonenden Verfahren jenseits der Ultra-HD-Auflösung relativ teuer – je mehr Pixel, desto größer die Kosten des nachträglichen Filterns. So werden aus einem Einbruch von zwei bis drei Prozent in 1080p/2K plötzlich rund zehn Prozent in 4320p/8K. Max Payne 2 treibt dieses Spiel mit ungeklärter Ursache auf die Spitze und entpuppte sich als Worst-Case-Szenario, als wir einmal vergaßen, FXAA im Nvidia-Treiber zu forcieren. So bricht die GTX 670 in 2160p von 298 auf 99 Fps mit FXAA ein (-67 %) und in 3240p sogar von 159 auf 47 Fps (-70 %)!

Grundsätzlich gilt: Unterhalb einer übertakteten Geforce GTX 980 oder Radeon R9 390X machen 8K-Ausflüge nur wenig Spaß, viele Spiele verkommen zur Diashow. Klassiker wie Max Payne 2 laufen zumindest in 6K schon mit einer GTX 670/760 oder HD 79x0/R9 280(X) ordentlich und erstrahlen so in bestmöglicher Pracht. (rv)

Fazit



Extreme Bildqualität

Erste Fernseher mit nativer 8K-Auflösung stehen pünktlich zu Weihnachten in den Geschäften bereit. Die gigantische Pixelmenge lässt sich mittels Downsampling schon jetzt ohne ein neues Anzeigegerät nutzen, was in ungeschlagener Bildruhe und -glättung resultiert. Probieren Sie's unbedingt aus, doch erwarten Sie Ruckeln!

Fury X: Trotz lediglich 4 GiByte Speicher stark

CS Source, max. Details, 4× MSAA – „Militia“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	286	288,8 (Basis)
3.200 × 1.800 (1,67×1,67 VSR)	286	288,7 (0 %)
3.840 × 2.160 (2×2 VSR)	270	285,7 (-1 %)
3.840 × 2.160 (2×2 via GeDoSaTo)	258	280,3 (-3 %)
5.760 × 3.240 (3×3 via GeDoSaTo)	128	146,1 (-49 %)
7.680 × 4.320 (4×4 via GeDoSaTo)	78	89,4 (-69 %)
9.600 × 5.400 (5×5 via GeDoSaTo)	51	57,4 (-80 %)
11.520 × 6.480 (6×6 via GeDoSaTo)	5,0	5,0 (-98 %)

Diablo 3, max. Details, Ingame-FXAA – „New Tristram“

1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	239	248,3 (Basis)
3.200 × 1.800 (1,67×1,67 VSR)	133	140,3 (-43 %)
3.840 × 2.160 (2×2 via GeDoSaTo)	106	118,3 (-52 %)
3.840 × 2.160 (2×2 VSR)	102	109,0 (-56 %)
5.760 × 3.240 (3×3 via GeDoSaTo)	54	58,2 (-77 %)
7.680 × 4.320 (4×4 via GeDoSaTo)	33	37,3 (-85 %)
9.600 × 5.400 (5×5 via GeDoSaTo)	21	23,7 (-90 %)
11.520 × 6.480 (6×6 via GeDoSaTo)	15	16,1 (-94 %)

TES 5: Skyrim, max. Details, Ingame-FXAA – „Secunda's Kiss“

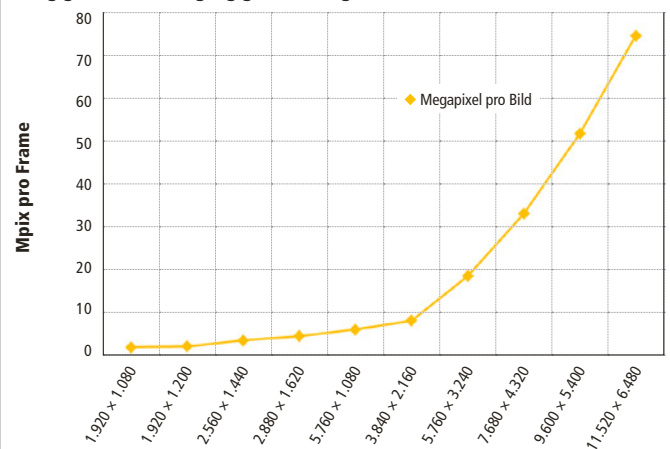
1.920 × 1.080 (1×1 nativ)	145	157,6 (Basis)
3.200 × 1.800 (1,67×1,67 VSR)	92	99,3 (-37 %)
3.840 × 2.160 (2×2 VSR)	74	79,6 (-49 %)
3.840 × 2.160 (2×2 via GeDoSaTo)	73	77,9 (-51 %)
5.760 × 3.240 (3×3 via GeDoSaTo)	40	43,9 (-72 %)
7.680 × 4.320 (4×4 via GeDoSaTo)	25	27,6 (-82 %)
9.600 × 5.400 (5×5 via GeDoSaTo)	17	18,7 (-88 %)
11.520 × 6.480 (6×6 via GeDoSaTo)		Technisch unmöglich

System: AMD Radeon R9 Fury X/4G, Core i7-6700K @ 4,5 GHz, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Win 10 x64, Cat. 15.11 Beta **Bemerkungen:** Das AMD-Flaggschiff kommt in hohen Auflösungen sehr gut klar, solange der Speicher ausreicht. Alle Tests inkl. 16:1 HQ-AF.

Min. ∅ Fps
➤ Besser

Auflösungs-Einmaleins

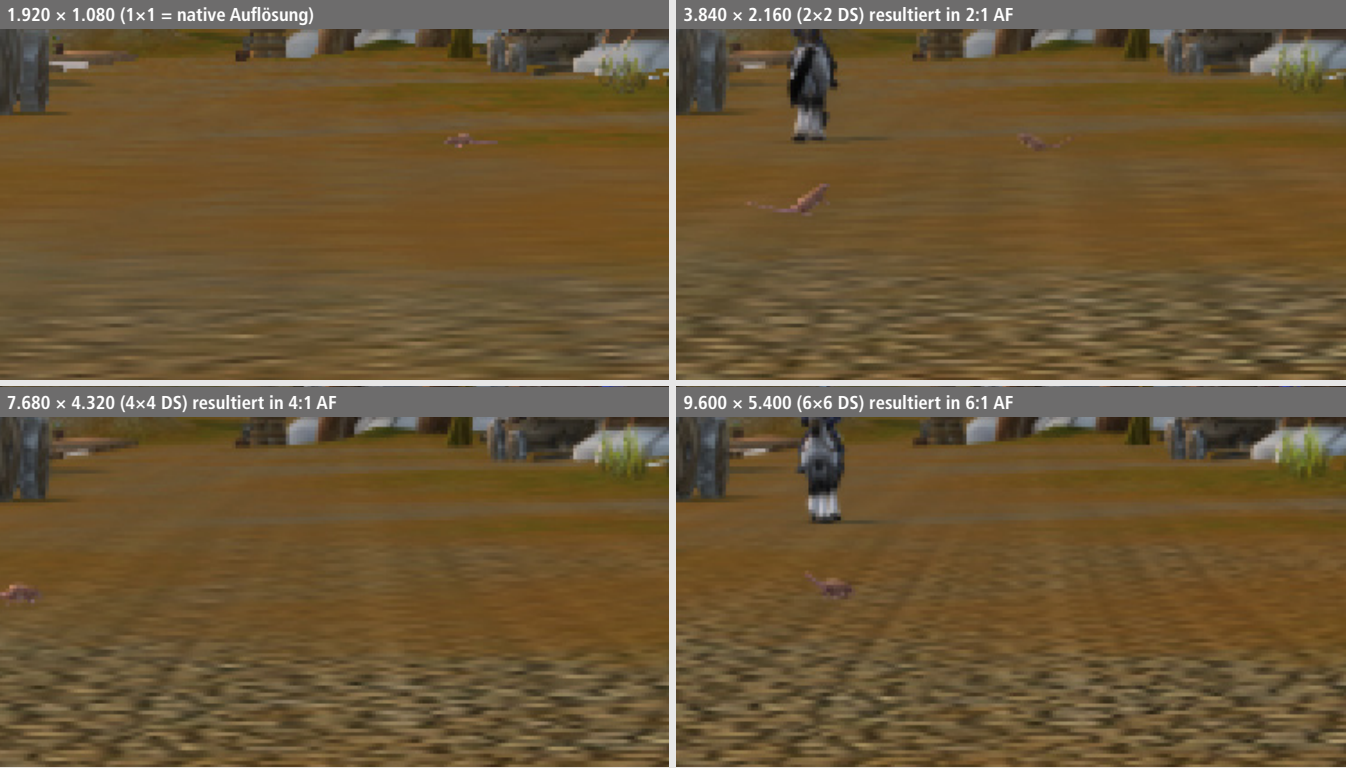
Gängige und nicht so gängige Auflösungen in der Übersicht



Bemerkungen: Full HD, der Standard für PC-Spieler im Jahr 2015 – laut einer aktuellen Umfrage auf PCGH, de spielen rund 55 Prozent der 2.300 Teilnehmer in dieser Auflösung –, zeichnet lediglich 2,1 Megapixel pro Bild, UHD das Vierfache. Extrem-Downsampling ist, wie man deutlich sieht, wesentlich anspruchsvoller.

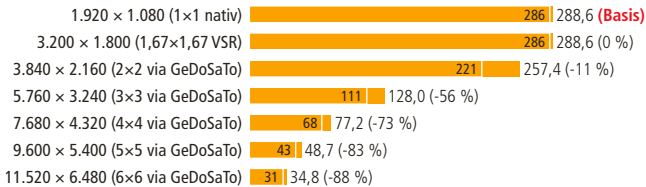
Bildvergleich: Hohe Auflösung als AF-Multiplikator

Als PCGH-Leser wissen Sie, dass anisotrope Filterung (AF) für detaillierte Texturen selbst bei flachen Winkeln und steigender Darstellungstiefe sorgt. Eine hohe Auflösung, egal ob nativ oder mittels Downsampling, tut das ebenfalls. Verdoppeln Sie die Auflösung der Pixelachsen, erhalten Sie die Wirkung von 2:1 AF. Die Wirkung von 8:1 oder gar 16:1 AF ist mittels Downsampling nicht möglich, da hierfür die Auflösung um den Faktor 64 respektive 256 gesteigert werden müsste.

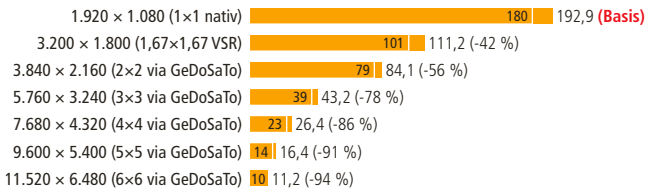


R9 390X: Dank 8 GiByte gut gerüstet

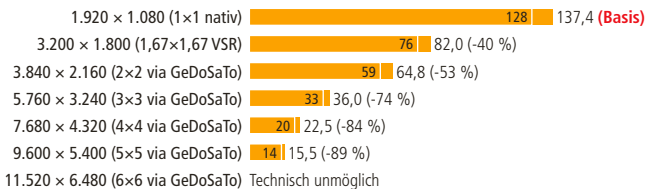
CS Source, max. Details, 4× MSAA – „Militia“



Diablo 3, max. Details, Ingame-FXAA – „New Tristram“



TES 5: Skyrim, max. Details, Ingame-FXAA – „Secunda's Kiss“

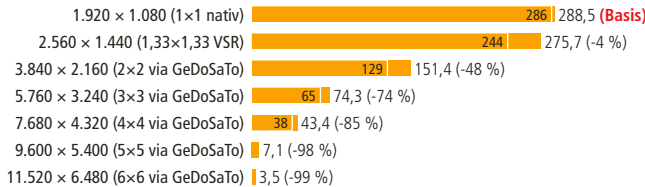


System: MSI R9 390X Gaming/8G, Core i7-6700K @ 4,5 GHz, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Win 10 x64, Cat. 15.11 Beta
 Bemerkungen: Die Fury X (vorherige Seite) bricht in CS Source bei der höchsten Auflösung ein, die 390X dank 8 GiB nicht. Alle Tests inkl. 16:1 HQ-AF.

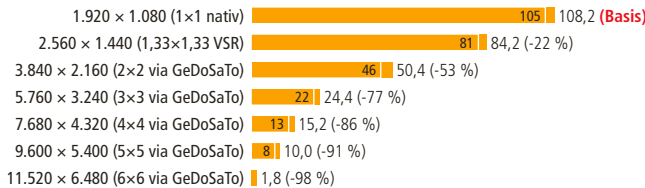
Min. Fps
 > Besser

R9 280: Für Extrem-Downsampling zu schwach

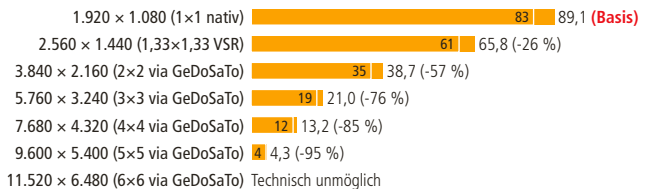
CS Source, max. Details, 4× MSAA – „Militia“



Diablo 3, max. Details, Ingame-FXAA – „New Tristram“



TES 5: Skyrim, max. Details, Ingame-FXAA – „Secunda's Kiss“



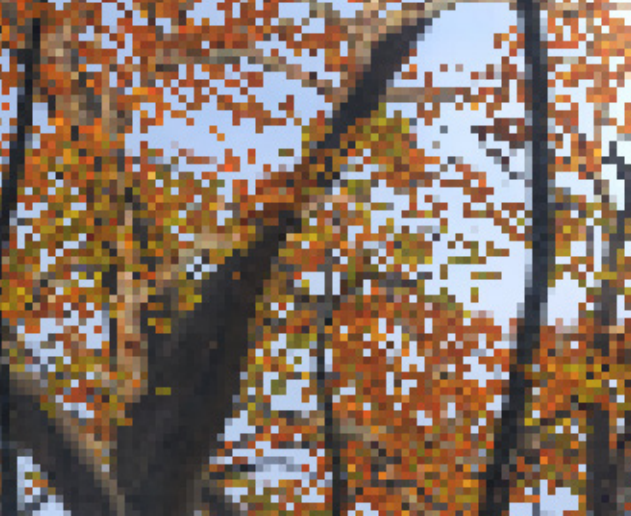
System: Powercolor R9 280 Turbo Duo/3G, Core i7-6700K @ 4,5 GHz, 2 × 8 GiB DDR4-2800, Win 10 x64, Cat. 15.11 Beta
 Bemerkungen: Die altherwürdige R9 280 stemmt ältere Spiele mit UHD-Downsampling – wer hätte es gedacht? Alle Tests inkl. 16:1 HQ-AF.

Min. Fps
 > Besser

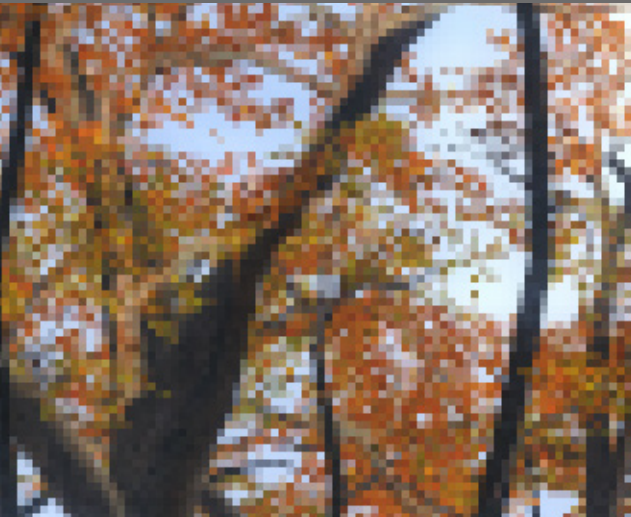
SSAA als Detailliebhaber

Wird ein Bild mit geringer Auflösung ausgegeben, fallen Elemente, die kleiner als ein Pixel sind, oft unter den Tisch und es kommt zu Flimmern. Wird die Sample-Menge pro Bild durch eine höhere Auflösung erhöht, verschwinden die Symptome.

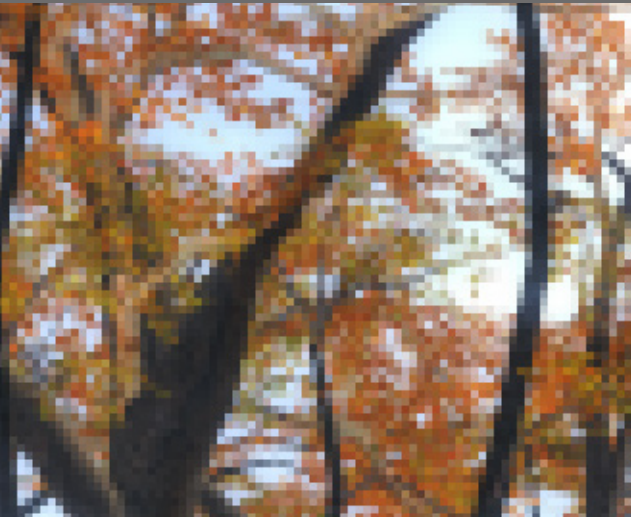
Filigrane Blätterstruktur ohne Supersampling



Filigrane Blätterstruktur mit $2 \times 2 = 4 \times$ Supersample-AA



Filigrane Blätterstruktur mit $4 \times 4 = 16 \times$ Supersample-AA



SSAA als Texturverbesserer

Hier haben wir noch ein Beispiel für Sie, bei dem extremes Super-/Downsampling die Texturdetails über das ganze Bild herauskitzelt: Vorhang auf für das „AF-Lehrbuch“ Half-Life 2! Beachten Sie vor allem die Schräge links vom Fadenkreuz.

Starke Texturverzerrung ohne anisotrope Filterung (rein trilinear)



Starke Texturverzerrung mit 16:1 HQ-AF, aber ohne Supersampling



Starke Texturverzerrung mit 16:1 HQ-AF plus $4 \times 4 = 16 \times$ Supersample-AA

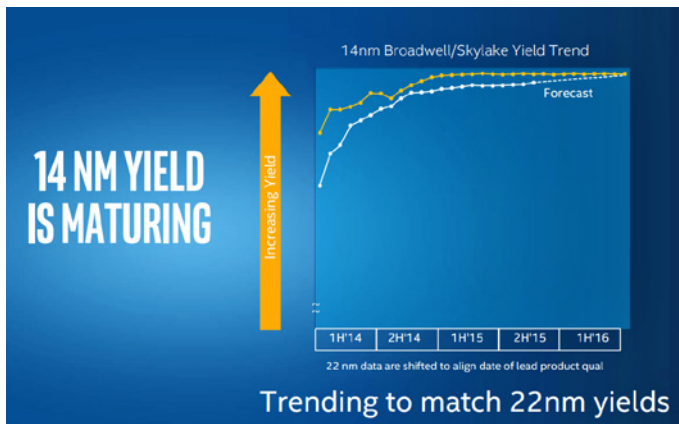


Prozessoren

AMD- und Intel-Prozessoren, Prozessorkühler, Wärmeleitpasten

www.pcgameshardware.de/cpu

Intel zur 14-nm-Verfügbarkeit und weiteren Zukunft



Auf dem Investoren-Meeting 2015 aktualisiert Intel die Angaben zum Stand der 14-nm-Produktion und gibt Ausblicke auf die 10- und 7-nm-Technik.

Sowohl Skylake- als auch Broadwell-Prozessoren – beide in 14-nm-Technik hergestellt – sind derzeit trotz zum Teil exorbitant hoher Preise nur schlecht verfügbar. Neue Informationen des Prozessorgiganten zeigen nun einen möglichen Grund für die offenbar zu geringen Stückzahlen: Die Ausbeute des 14-nm-Prozesses erfüllt nicht die Vorhersagen.

Auf dem Investoren-Meeting 2015, welches Mitte November stattfand, gab Intel in einer Präsentation Auskunft über den Zustand des 14-nm-Prozesses. Laut Vorhersage aus dem letzten Jahr sollte die Yield-Rate – also die Ausbeute innerhalb der Spezifikation funktionierender Prozessoren pro Wafer – im ersten Quartal 2015 die des 22-nm-Prozesses erreichen, der Intels bestlaufende Herstellungstechnik ist. Doch daraus wurde offenbar nichts, sodass die Verfügbarkeit insbesondere der schnelleren, vierkernigen Skylake-CPU's nach wie vor schlecht ist. Das nutzen Händler in Form hoher Preisforderungen aus, sollten sich vereinzelte CPUs zu ihnen verirren. Zum Redaktionsschluss war gegenüber dem laut Listenpreis gleich teuren i7-4790K ein Aufpreis von rund 130 Euro für lieferbare i7-6700K fällig. Doch es gibt Hoffnung: Für den letzten nicht geschätzten („Forecast“) Datenpunkt im Diagramm zeigt die Yield-Kurve leicht nach oben. Da es jedoch wie immer ohne jedwede Skala dargestellt wird, lässt sich nicht sagen, ob es sich dabei um beispielsweise eine 5-prozentige oder eine 0,005-prozentige Verbesserung handelt. Für die Zukunft blickt Intel jedenfalls wieder optimistisch auf 10-nm-Fertigung – 7 nm stehen am Horizont, derzeit aber noch mit großem Fragezeichen. Im Vergleich zum Wettbewerb von Samsung und TSMC gibt Intel den eigenen Packdichtenvorteil (die Transistoren pro Quadratmillimeter) mit normalisierten 35 bis 40 Prozent an. Interessant dabei ist, dass sich die Broadwell-Chips offenbar leicht dichter packen lassen als ihr Nachfolger Skylake.

(cs)

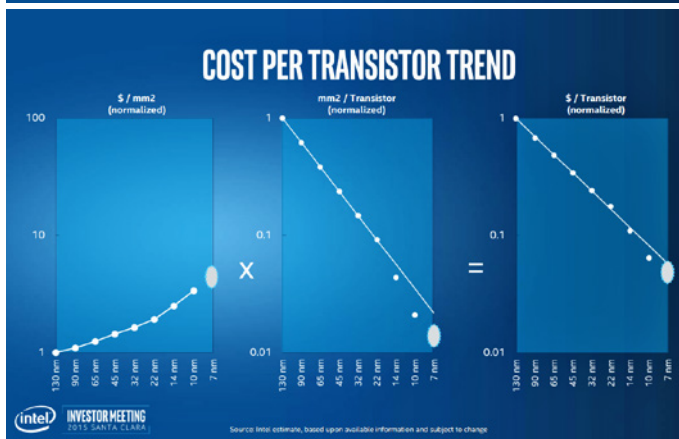


Bild: Intel

Neue CPUs für den Sockel 2011 v3

In der fernöstlichen Gerüchteküche brodelt der Broadwell-E-Topf bereits auf höchster Stufe.

Während es um offizielle Informationen vonseiten Intels immer spärlicher bestellt ist, finden fernöstliche Quellen weitere Details zum kommenden Update für die Sockel-2011-v3-Plattform heraus. Vier neue Modelle stehen in der Liste von xfastest.com, die von benchlife.info um Turbotakte ergänzt werden.

Dabei soll es sich um Broadwell-E-Modelle handeln, die nach wie vor zur v3-Version der Sockel-2011-Plattform kompatibel sind. Das Spitzenmodell wartet gar mit 10 Kernen („Dekacore“) auf, darunter folgt ein acht- und zwei Sechskerner.

Die Taktraten bleiben demnach konservativ im niedrigen 3-GHz-Bereich, lediglich im Single-Core-Turbo geht es bis maximal 3,8 GHz für den Hexacore und 3,5 GHz für den Dekacore. Doch da alle Modelle über freie Multiplikatoren verfügen sollen, ist das ein eher kleineres Problem. Das vierkanalige Speicherinterface verkraftet nun auch im HEDT-Bereich offiziell DDR4-2400, die TDP beträgt 140 Watt. Angaben zu den Preisen gibt es bisher noch nicht, auch die Verfügbarkeit ist ungewiss. Für Server wird ab Anfang 2016 mit Broadwell-EP gerechnet, wichtigen Partnern

will Intel dann auch gleich Skylake-EP mitgeben. Die Broadwell-E-Modelle hingegen werden eher zur Jahresmitte verortet.

(cs)



Sockel-2011-v3-Refresh 2016

CPU-Modell	Basistakt	Turbotakt (max.)	Kerne/Threads	L3-Cache
i7-6950X	3,00 GHz	3,50 GHz	10/20	25 MiByte
i7-6900K	3,20 GHz	3,70 GHz	8/16	20 MiByte
i7-6850K	3,60 GHz	3,80 GHz	6/12	15 MiByte
i7-6800K	3,40 GHz	3,60 GHz	6/12	15 MiByte
zum Vergleich: Haswell-E				
i7-5960X	3,00 GHz	3,50 GHz	8/16	20 MiByte
i7-5930K	3,50 GHz	3,70 GHz	6/12	15 MiByte
i7-5820K	3,30 GHz	3,60 GHz	6/12	15 MiByte

PCGH-Index: Top 10 APUs

BESSER ► Normierte Leistung

Intel Core i7-5757C 3,1/1,15 GHz – 4c/8t – GPU 384 ALUs						100%
Preis: Ca. 370 Euro	Anno: 53/33 BF4: 88/38	Bi: 73/35 F1: 94/68	TES: 147/62 TR: 127/47	WoW: 83/39 7-Zip: 193	Lux: 713 LRS: 155	x264: 5,62
Intel Core i5-5675C 3,1/1,15 GHz – 4c/8t – GPU 384 ALUs						92,2%
Preis: Ca. 275 Euro	Anno: 52/32 BF4: 86/38	Bi: 70/34 F1: 91/66	TES: 142/60 TR: 119/45	WoW: 79/37 7-Zip: 274	Lux: 469 LRS: 160	x264: 4,53
Intel Core i7-6700K 4,0/1,15 GHz – 4c/8t – GPU 192 ALUs						77,9%
Preis: Ca. 470 Euro	Anno: 48/23 BF4: 63/28	Bi: 48/21 F1: 83/52	TES: 102/41 TR: 77/28	WoW: 52/25 7-Zip: 194	Lux: 715 LRS: 145	x264: 6,82
AMD A10-7870K 3,9/0,87 GHz – 2m/4t – GPU 512 ALUs						74,2%
Preis: Ca. 135 Euro	Anno: 32/24 BF4: 66/32	Bi: 67/33 F1: 80/62	TES: 132/57 TR: 84/34	WoW: 77/37 7-Zip: 439	Lux: 248 LRS: 267	x264: 2,66
AMD A10-7850K 3,7/0,72 GHz – 2m/4t – GPU 512 ALUs						70,2%
Preis: Ca. 120 Euro	Anno: 31/23 BF4: 63/31	Bi: 62/30 F1: 78/60	TES: 124/51 TR: 80/32	WoW: 71/35 7-Zip: 445	Lux: 234 LRS: 277	x264: 2,56
AMD A10-7800 3,5/0,72 GHz – 2m/4t – GPU 512 ALUs						66,0%
Preis: Ca. 120 Euro	Anno: 30/22 BF4: 60/29	Bi: 54/27 F1: 76/57	TES: 113/45 TR: 73/29	WoW: 73/36 7-Zip: 483	Lux: 230 LRS: 300	x264: 2,44
AMD A10-7700K 3,4/0,72 GHz – 2m/4t – GPU 384 ALUs						65,0%
Preis: Ca. 110 Euro	Anno: 30/22 BF4: 59/29	Bi: 53/26 F1: 75/55	TES: 111/44 TR: 72/28	WoW: 71/35 7-Zip: 459	Lux: 232 LRS: 298	x264: 2,44
AMD A8-7650K 3,3/0,72 GHz – 2m/4t – GPU 384 ALUs						64,2%
Preis: Ca. 90 Euro	Anno: 28/21 BF4: 57/27	Bi: 57/26 F1: 73/55	TES: 114/46 TR: 71/28	WoW: 70/34 7-Zip: 468	Lux: 230 LRS: 306	x264: 2,44
AMD A8-7600 3,1/0,72 GHz – 2m/4t – GPU 384 ALUs						63,2%
Preis: Ca. 85 Euro	Anno: 28/21 BF4: 56/27	Bi: 56/25 F1: 71/54	TES: 111/45 TR: 70/27	WoW: 70/33 7-Zip: 475	Lux: 229 LRS: 302	x264: 2,42
Intel Core i7-4790K 4,0/1,25 GHz – 4c/8t – GPU 160 ALUs						62,2%
Preis: Ca. 340 Euro	Anno: 43/18 BF4: 44/21	Bi: 32/14 F1: 61/37	TES: 85/33 TR: 56/20	WoW: 34/15 7-Zip: 211	Lux: 666 LRS: 150	x264: 5,94

Anno 2070/Battlefield 4/Bioshock Infinite/F1 2013/Skyrim/Tomb Raider: Durchschn. Fps in 768p/1080p bei niedr./mittl. Details, kein AA/AF; **World of Warcraft**: Durchschn. Fps in 1080p mit mittl./guten Details, Letzteres inkl. 4x MSAA, kein AF; **7-Zip v9.30**: Sek. (Komp. von 3 GB gemischten Daten); **Luxmark 2.0**: Punkte (Ksamples/s, Sala); **Lightroom 5.3**: Sek. (30 Raws in JPEG konvertieren, Vorgabe „kraftvoll“, Standard-Schärfen für Web); **x264**: Fps (Ultra-HD); **System**: Z87/77, A88X, 2× 4 GiB DDR3, Turbo an; Win8.1 Pro x64

Intel Xeon Phi und AMD Zen

Der 76-kernige Nicht-mehr-nur-Coprozessor Xeon Phi wurde öffentlich vorgestellt und auch zu AMDs kommender Zen-Generation gibt's Infohappen.

Im erweiterten Rahmen der Supercomputing Conference 2015 hat Intel bekanntgegeben, dass man zum Launch der nächsten Generation von Xeon-Phi-Beschleunigern mit Knights-Landing-Architektur (KNL) rund 50 Supercomputer-Systeme auf Basis der Xeon-Phi-Familie in Betrieb erwarte – das bedeute aber nicht unbedingt auch mit KNL. Allerdings seien KNL-Systeme von Cray, Atos und Penguin Computing für verschiedene Regierungsstellen bereits im Testbetrieb. Bei der Gelegenheit gab es auch einen Die-Shot des 76-kernigen Xeon-Phi sowie einen Wafer, auf dem laut den Kollegen von golem.de rund 80 belichtete Dies erkennbar waren.

Gute Nachrichten auch für und von AMD. Fertigungspartner Globalfoundries vermeldete die ersten erfolgreich hergestellten 14-nm-FinFet-Chips.

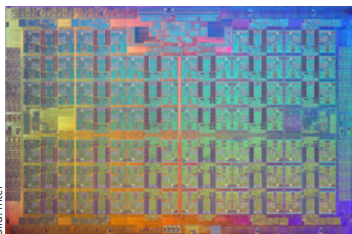


Bild: Intel

Der 14LPP-Prozess soll laut AMD für CPUs und GPUs genutzt werden. Eher auf Gerüchten basiert die Meldung, interne Tests der Zen-Architektur hätten sämtliche Erwartungen erfüllt und auch die Server-Partner sollen sich trotz noch nicht finalisierter Spezifikation begeistert gezeigt haben. (cs)

PCGH-Index: Top 20 CPUs

BESSER ► Normierte Leistung

Intel Core i7-5960X 3,0 GHz – 8c/16t						100%
Preis: Ca. 1.080 Euro	Anno: 53,2 BF4: 158,3	C3: 131,7 F1: 107,1	SC2: 28,3 TESS: 72,5	7-Zip: 134 Lux: 1052	LRS: 125 x264: 8,35	
Intel Core i7-4960X 3,6 GHz – 6c/12t						95,0%
Preis: Ca. 1.080 Euro	Anno: 57,6 BF4: 156,9	C3: 125,6 F1: 106,4	SC2: 28,4 TESS: 74,7	7-Zip: 147 Lux: 855	LRS: 132 x264: 6,81	
Intel Core i7-6700K 4,0 GHz – 4c/8t						94,5%
Preis: Ca. 470 Euro	Anno: 64,7 BF4: 156,9	C3: 119,6 F1: 109,6	SC2: 38,2 TESS: 77,1	7-Zip: 191 Lux: 715	LRS: 145 x264: 6,82	
Intel Core i7-5930K 3,5 GHz – 6c/12t						94,3%
Preis: Ca. 615 Euro	Anno: 55,7 BF4: 156,8	C3: 128 F1: 105,7	SC2: 29,5 TESS: 71,9	7-Zip: 154 Lux: 840	LRS: 134 x264: 7,11	
Intel Core i7-5820K 3,3 GHz – 6c/12t						91,7%
Preis: Ca. 390 Euro	Anno: 53,2 BF4: 155,6	C3: 126,4 F1: 103,7	SC2: 28,2 TESS: 70,7	7-Zip: 158 Lux: 805	LRS: 138 x264: 6,76	
Intel Core i7-4930K 3,4 GHz – 6c/12t						91,6%
Preis: Ca. 560 Euro	Anno: 56,8 BF4: 153	C3: 122,7 F1: 104,3	SC2: 25,8 TESS: 71,7	7-Zip: 159 Lux: 830	LRS: 136 x264: 6,7	
Intel Core i7-5775C 3,3 GHz – 4c/8t						89,6%
Preis: Ca. 380 Euro	Anno: 61,4 BF4: 157,7	C3: 112,5 F1: 115,8	SC2: 31,8 TESS: 74,4	7-Zip: 193 Lux: 713	LRS: 155 x264: 5,65	
Intel Core i7-4790K 4,0 GHz – 4c/8t						88,7%
Preis: Ca. 340 Euro	Anno: 58,3 BF4: 156,8	C3: 114 F1: 103,4	SC2: 35,9 TESS: 70,3	7-Zip: 198 Lux: 671	LRS: 151 x264: 6	
Intel Core i7-3960X 3,3 GHz – 6c/12t						87,6%
Preis: Ca. 700 Euro	Anno: 52,8 BF4: 146,9	C3: 115 F1: 102,6	SC2: 24,9 TESS: 70,1	7-Zip: 157 Lux: 796	LRS: 144 x264: 6,01	
Intel Core i7-4790 3,6 GHz – 4c/8t						83,2%
Preis: Ca. 310 Euro	Anno: 55 BF4: 153,7	C3: 104,2 F1: 96,4	SC2: 31,9 TESS: 67,2	7-Zip: 204 Lux: 624	LRS: 161 x264: 5,53	
Intel Core i7-4770K 3,5 GHz – 4c/8t						81,8%
Preis: Ca. 340 Euro	Anno: 54,3 BF4: 152,2	C3: 102 F1: 95,4	SC2: 31,2 TESS: 67	7-Zip: 207 Lux: 614	LRS: 167 x264: 5,39	
Intel Xeon E3-1231 v3 3,4 GHz – 4c/8t						79,6%
Preis: Ca. 250 Euro	Anno: 52,9 BF4: 149,9	C3: 100,7 F1: 94,1	SC2: 29,7 TESS: 65,9	7-Zip: 225 Lux: 600	LRS: 170 x264: 5,22	
Intel Core i5-5675C 3,1 GHz – 4c/4t						78,7%
Preis: Ca. 270 Euro	Anno: 56,7 BF4: 146,8	C3: 89,2 F1: 114,8	SC2: 29,2 TESS: 71,4	7-Zip: 274 Lux: 469	LRS: 160 x264: 4,53	
Intel Core i5-6600K 3,5 GHz – 4c/4t						77,0%
Preis: Ca. 285 Euro	Anno: 53,6 BF4: 139,1	C3: 85,1 F1: 100,9	SC2: 32,5 TESS: 68	7-Zip: 273 Lux: 441	LRS: 157 x264: 4,97	
Intel Core i7-3770K 3,5 GHz – 4c/8t						75,0%
Preis: Ca. 360 Euro	Anno: 51,1 BF4: 143,2	C3: 91,3 F1: 94,2	SC2: 22,6 TESS: 65,8	7-Zip: 206 Lux: 556	LRS: 177 x264: 4,51	
Intel Core i5-4690K 3,5 GHz – 4c/4t						72,2%
Preis: Ca. 235 Euro	Anno: 53 BF4: 120,6	C3: 77,6 F1: 94,5	SC2: 30,3 TESS: 67	7-Zip: 271 Lux: 406	LRS: 170 x264: 4,57	
Intel Core i7-990X 3,46 GHz – 6c/12t						72,1%
Preis: Ca. 850 Euro	Anno: 41,9 BF4: 135,5	C3: 108,1 F1: 84	SC2: 16 TESS: 58,1	7-Zip: 194 Lux: 615	LRS: 181 x264: 5,08	
Intel Core i5-6500 3,2 GHz – 4c/4t						71,8%
Preis: Ca. 205 Euro	Anno: 49,3 BF4: 132,2	C3: 78,6 F1: 97,4	SC2: 28,9 TESS: 63,8	7-Zip: 282 Lux: 412	LRS: 170 x264: 4,59	
Intel Core i7-2600K 3,4 GHz – 4c/8t						71,3%
Preis: Ca. 290 Euro	Anno: 49,1 BF4: 135,9	C3: 90,2 F1: 92,5	SC2: 21,9 TESS: 64,2	7-Zip: 236 Lux: 524	LRS: 192 x264: 4,15	
Intel Core i5-4670K 3,4 GHz – 4c/4t						70,8%
Preis: Ca. 240 Euro	Anno: 51 BF4: 117,8	C3: 75,5 F1: 93,9	SC2: 29,6 TESS: 66,2	7-Zip: 274 Lux: 397	LRS: 173 x264: 4,46	

Spiele: Durchschnittliche Fps in 1.280 × 720 bei max. Details (außer Post-Processing, AO), kein AA/AF; **7-Zip v9.30**: Sekunden (Komprimieren von 3 GB gemischten Dateien); **Luxmark v2.0 x64**: Punkte (Ksamples/s, Sala-Szene); **Adobe Lightroom 5.3**: Sekunden (Konvertierung von 30 Raws in JPEG, Vorgabe „kraftvoll“, Standard-Schärfen für Web); **x264 UHD x64**: Fps (Ultra HD, 50 Mbps); **System**: Intel X99/79/Z87/77, AMD 990FX, 4 GiB DDR3 je Speicherkanal, Turbo an; Win8.1 Pro x64, Geforce GTX 780 Ti @ 875 MHz, GF 337.88 WHQL (HQ)



CPU-Leistung analysiert

Trotz beinahe jährlich neuer CPU-Architekturen von Intel und AMD haben viele Nutzer den Eindruck mangelnden Fortschritts – ein Luxusproblem? PC Games Hardware prüft die Entwicklung seit 2006.

Es vergeht kaum ein Jahr, in dem nicht zumindest eine neue Prozessorarchitektur von Intel, aber auch von AMD gibt. Die Zeiten, in denen zwischen diesen Generationen Performance-Sprünge im deutlich fühlbaren Bereich, also von 30 Prozent und mehr, lagen, sind allerdings schon lange vorbei. Ist dieser wahrgenommene Stillstand nur ein unbestimmtes Gefühl oder gibt es gute Gründe sowohl für diese Annahme als auch für die kleineren Entwicklungsschritte?

Wir liefern eine Bestandsaufnahme und Analyse aus der Sicht von PC-Spielern und sagen Ihnen, wie stark sich die CPU-Leistung sowohl insgesamt als auch pro Megahertz in den vergangenen Jahren wirklich gesteigert hat.

CPU-Leistung im Fokus

Im Verhältnis zum Bedarf des typischen Heimanwenders war noch nie zuvor so viel Rechenleistung vorhanden. Mokierte man sich früher noch über viele im Hintergrund laufende Prozesse eines Windows XP, sind derlei Nebentätigkeiten angesichts der hohen durchschnittlichen Leistungsfähigkeit aktueller PCs nahezu in der Bedeutungslosigkeit verschwunden und nur noch wenige typische Anwendungen fordern wirklich die gesamte Rechenleistung ab, dazu zählen neben PC-Spielen auch Videoumwandlung sowie Rendering-Programme. Genau diese repräsentieren wir in diesen Artikeln mithilfe unserer Benchmarks. Neben Crysis 3 als stark mehrkernoptimiertem Spiel und dem verbreiteten x264-

Videotranscoder haben wir eine Übersicht mit dem frei verfügbaren Cinebench R15, den Sie auch auf dem Datenträger der DVD-plus-Version finden, im Programm. Abgerundet wird der Pro-MHz-Parcours mit dem Fritz-Schachbenchmark, der bis zu 16 Kerne nutzen kann, dem Physik-Einzeltest des 3D Mark Firestrike und dem immer noch beliebten Rollenspiel Skyrim, welches im Kontrast zu Crysis 3 nicht gerade für gute Kernskalierung bekannt ist.

Pro-MHz-Leistung und mehr

Auf vielfachen Leser- und Community-Wunsch, aber auch aus praktischen Erwägungen abstrahieren wir für diesen Artikel von einzelnen CPU-Modellen auf bekannte Architekturen. Konkret bedeutet das: Wir vergleichen auf den folgenden

Seiten keine einzelnen Prozessor-Modelle (Produkte), sondern deren zugrunde liegende Architekturen. Und das bei immer derselben Taktrate von 3,2 Gigahertz und deaktivierten Energiesparfunktionen.

Mitdenk-Benchmarks von abstrakt bis praktisch

Um eine möglichst hohe Informationsdichte zu erzielen, haben wir eine spezielle Form der Benchmarks wiederbelebt und erweitert – eine genaue Erklärung beinhaltet der Kasten auf der rechten Seite. Diese erfordern ein wenig mehr Mitdenken als unsere üblichen Balken-Diagramme, bei denen von oben nach unten nach Leistung durchsortiert wird. Belohnt wird die Eigenleistung jedoch mit einer Vielzahl möglicher Erkenntnisse: Beispielsweise

Benchmarks mit hoher Informationsdichte: Mitdenken erwünscht

Unsere Benchmarks auf der folgenden Doppelseite weichen vom üblichen Schema ab; hier lesen Sie, warum und wie sie zu lesen sind.

Für eine möglichst hohe Informationsdichte in den Benchmarks haben wir die AMD-Modelle (grün) und die Intel-CPU's (blau) farblich voneinander abgesetzt. Zudem hat die oberste wie unterste Gruppe zwei Basiswerte – Basis A für AMD, Basis I für Intel. Diese sind die jeweils ältesten Prozessoren beider Hersteller, die als Basis heute aktueller Modelle dienen: Sandy-Bridge-8M und Bulldozer-8M (die nachgestellten Zahlen geben die Größe des L3-Caches an), damit können Sie die prozentualen Vergleiche über alle Generationen und Kernzahlen gleichermaßen nachvollziehen. Zudem haben wir die Sortierung verändert. Anstelle des schnellsten Prozessors stehen die jeweils ältesten Rechenkerne von Intel und AMD oben respektive unten – in der Mitte treffen sich also die aktuellen Ausbaustufen beider Hersteller im direkten Vergleich. Steamroller-Kerne mit L3-Cache sind uns noch nicht untergekommen, aber „Steamroller-OM“ steht direkt über „Piledriver-8M“, sodass Sie auf einen Blick sehen können, wie viel vom Steamroller-Vorteil der L3-Cache von Piledriver abfangen kann.

Prinzipiell takten alle Prozessoren mit 3,2 GHz, in der oberen Gruppe (außer bei Crysis 3) arbeiten sie jedoch nur mit einem Thread. Hyperthreading oder CMT sind



deaktiviert. Im Balkenpaket darunter haben wir diese Techniken – sofern unterstützt – aktiviert und den prozentualen Anstieg (in Klammern) zur jeweiligen CPU-Basis ohne HTT/CMT gesetzt. Gemischter, aber praxisnäher wird der Vergleich in der unteren Gruppe. Hier dürfen die Prozessoren alles an Technik abfeuern, was sie zu bieten haben. Hier stehen also die Architekturen in ihrer jeweils vollen Ausbaustufe direkt gegenüber: von zwei bis acht Kernen, mit und ohne HTT/CMT, nach wie vor aber bei 3,2 GHz ohne Energiesparmechanismen wie EIST und Cool'n'quiet, aber auch ohne Turbofunktion. Unsere Mainboards erlauben bei den Steamroller- und Piledriver-OM-APUs keine separate Abschaltung des CMT, sodass wir bei diesen CPUs die Kerne nicht über BIOS/UEFI deaktivieren konnten, sondern mit NUMPROC=1 arbeiten.

lässt sich im oberen Teil der drei Benchmark-Gruppen auf den Folgeseiten die Pro-MHz-Leistung, also die pro Taktschritt erledigte Arbeit ablesen, die jeder einzelne Prozessorkern verrichtet.

In den jeweils mittleren Abschnitten wird den Architekturen Hyperthreading (HTT) beziehungsweise AMDs Core-Multithreading (CMT) zur Seite gestellt sofern sie diese unterstützen. Hier sehen Sie also anhand der Balkenlänge das Abschneiden von Single-Core+HTT gegenüber einem AMD-Modul – die Prozentwerte geben jeweils den Zugewinn gegenüber dem reinen Single-Core-Betrieb aus dem oberen Abschnitt wieder. Einen Core i5 werden Sie mangels HTT-Unterstützung hier also genauso wenig finden wie einen Phenom II oder einen Athlon 64 X2 – wohl aber unseren Pentium-(4)-EE-Dino.

Der untere und umfangreichste Abschnitt ist der am wenigsten abstrakte: Hier messen wir alle Architekturen mit ihrer maximalen Kern- und Modulanzahl sowie sonstigen Leistungsverbesserungen bei identischem Takt von 3,2 GHz. Zwar haben nur die wenigsten Prozessoren wirklich einen feststehenden Werkstakt von 3,2 GHz, aber dafür gilt hier: Der Vergleich pro MHz erlaubt zum Beispiel Übertaktern, die ihren Core i7-920 auf 3,6, ihren i5-3570K auf 4,4 oder ihren Phenom II X4 auf 4 GHz aufgebohrt haben, ei-

nen direkten Vergleich zu anderen, neueren wie älteren Architekturen. Damit ist eine gute Einschätzung möglich, was beim Aufrüsten und ähnlichem Anheben der Taktrate für ein Leistungsgewinn zu erwarten ist. Für ausgewählte Architekturen haben wir auch verschiedene Ausbaustufen des L3-Caches mitgetestet, um dessen Auswirkungen auf die Leistung zu ermitteln.

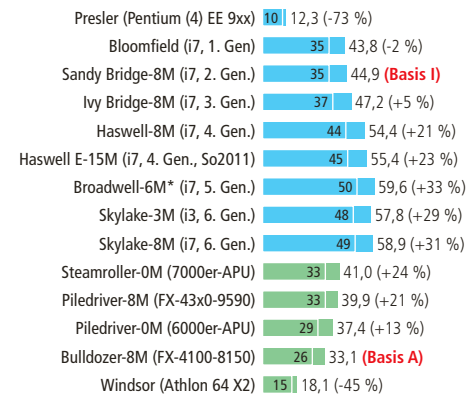
Eine Ausnahme jedoch gleich zu Beginn: Crysis 3 (rechts) startet nicht mit weniger als zwei Kernen – hier entfällt also der Single-Core-Vergleich und wir beginnen mit Dualcores inklusive Hyperthreading und Core-Multithreading.

Fortschrittsoptionen

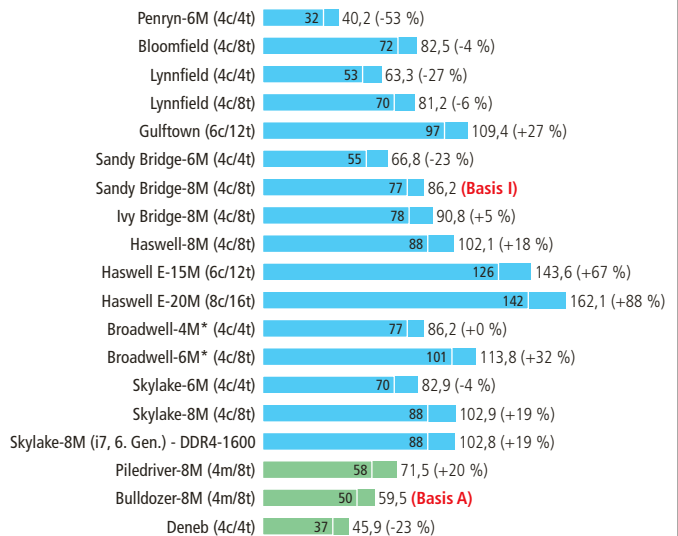
Prozessoren können auf verschiedene Arten weiterentwickelt werden. Die bekanntesten sind die immer noch mit mehr Leistung gleichgesetzte, historisch vertraute höhere Megahertz-Zahl und zusätzliche Prozessorkerne. Letztere werfen nach dem einfachen Prinzip „viel hilft viel“ weitere identische Ressourcen auf ein Problem in der Hoffnung, es würde helfen. Mit diesen beiden Ansätzen gibt es allerdings zunehmend Probleme. Reine Megahertz – regelmäßige PCGH-Leser wissen das natürlich – sagen nur innerhalb einer einzigen CPU-Familie etwas aus, für den Vergleich zwischen AMD- und Intel-Modellen taugen sie seit den Zeiten des in Frieden ruhenden Pentium 4 nicht mehr. Auch die Kern-

Crysis 3 „Fields“: Mehrkern-Extrem

Pro-MHz-Vergleich bei 3,2 GHz (2 Kerne/Module, dazu HTT/CMT aktiv)



Pro-MHz-Vergleich bei 3,2 GHz (alle Kerne/Module, dazu HTT/CMT aktiv)



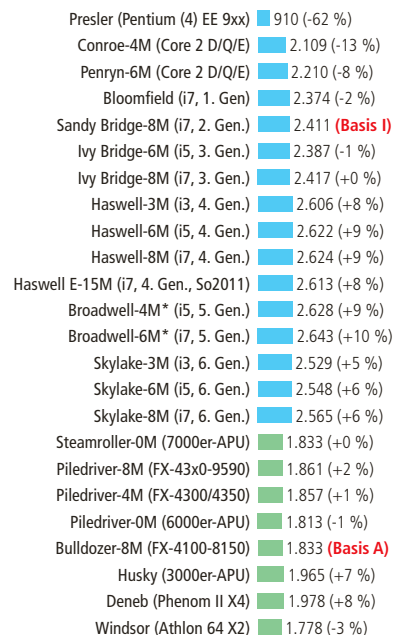
System: Verschiedene Mainboard-Chip(sätze), 4 GiB RAM pro Speicherkanal (DDR2-800/DDR3-1600/DDR4-2133), GF GTX 980 Ti (@1,38/3,9 GHz fix); Win 8.1 Pro x64
Bemerkungen: Native Zweikern-/Modul-CPU's sind nur im oberen Teil des Benchmarks enthalten.

Min. Ø Fps
Besser

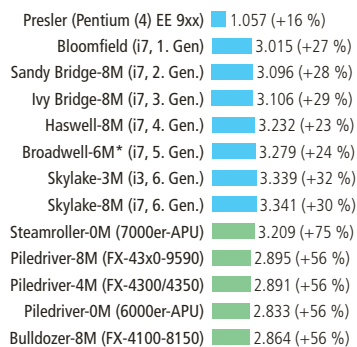
* CPU verfügt über 128 MiByte L3-Cache

Fritz Schach-Benchmark 4.3.2.0

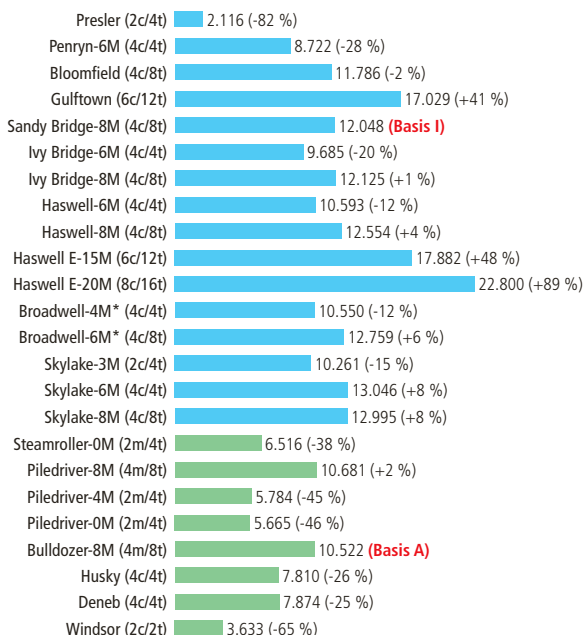
Single-Thread (Hyperthreading, Core-Multithreading aus)



Vergleich: Kern vs. Modul (Hyperthreading, Core-Multithreading an)



Pro-MHz-Vergleich bei 3,2 GHz (jeweils alle Kerne, HTT/CMT aktiv)

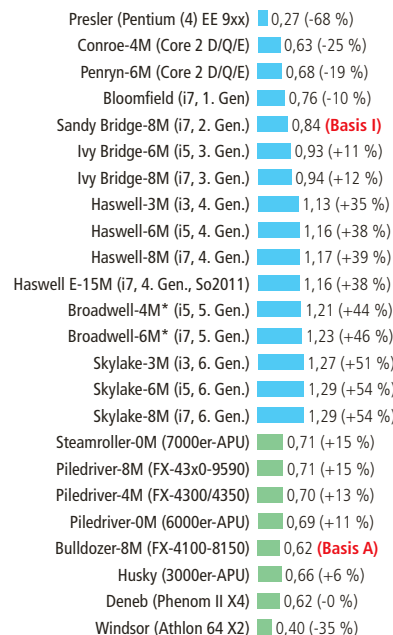


System: Verschiedene Mainboard-Chip(sätze), 4 GiB RAM pro Speicherkanal (DDR3-1600/DDR4-2133), GF GTX 780 Ti (928 MHz fixe Taktrate); Win 8.1 Pro x64

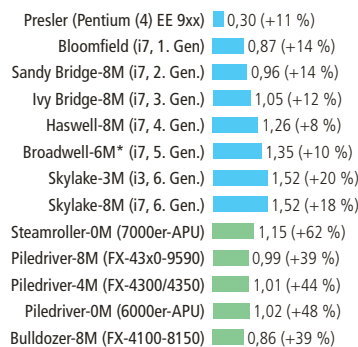
kNodes/s
► Besser

Videokonvertierung x264-UHD

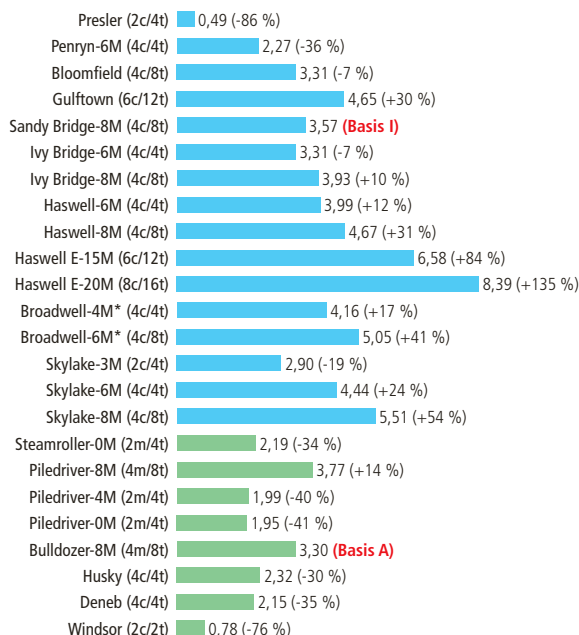
Single-Thread (Hyperthreading, Core-Multithreading aus)



Vergleich: Kern vs. Modul (Hyperthreading, Core-Multithreading an)



Pro-MHz-Vergleich bei 3,2 GHz (jeweils alle Kerne, HTT/CMT aktiv)



System: Verschiedene Mainboard-Chip(sätze), 4 GiB RAM pro Speicherkanal (DDR3-1600/DDR4-2133), GF GTX 780 Ti (928 MHz fixe Taktrate); Win 8.1 Pro x64

Bilder/Sek.
► Besser

* CPU verfügt über 128 MiByte L4-Cache ** Basis für Prozentwerte ist jeweils dieselbe CPU ohne Hyperthreading (HTT) oder Core-Multithreading (CMT) aus der Gruppe darüber.

* CPU verfügt über 128 MiByte L4-Cache ** Basis für Prozentwerte ist jeweils dieselbe CPU ohne Hyperthreading (HTT) oder Core-Multithreading (CMT) aus der Gruppe darüber.

zahl ist kein hinreichendes Maß für die Leistungsfähigkeit eines Prozessors. Nicht nur, dass zum Beispiel AMD und Intel einen Kern („Core“) unterschiedlich definieren, auch die jeweilige Aufgabe bestimmt, ob weitere CPU-Kerne helfen.

Berühmt-berüchtigte Beispiele aus der Spiele-Welt: Starcraft 2: Heart of the Swarm, welches aus mehr als zwei Kernen keinen Nutzen zieht, dafür aber überproportional mit der Taktrate skaliert, und auf der Gegenseite das stark auf kleinteilige Parallelverarbeitung optimierte Crysis 3, welches in unserer Benchmark-Szene im Level „Welcome to the jungle“ nicht nur sehr gut mit der Kernzahl skaliert, sondern auch überdurchschnittlich gut auf AMDs Modulbauweise (immerhin ein „Gaming Evolved“-Titel) sowie Intels Hyperthreading anspringt.

Bleiben die wichtige Leistung pro Megahertz oder zusätzliche Fähigkeiten wie etwa integrierte Grafik oder spezielle Stromsparfunktionen als Fortschrittsoptionen, Letztere

jedoch sollen im Rahmen dieses Artikels keine Rolle spielen.

Gefühlter Stillstand bei der Leistung pro Takt

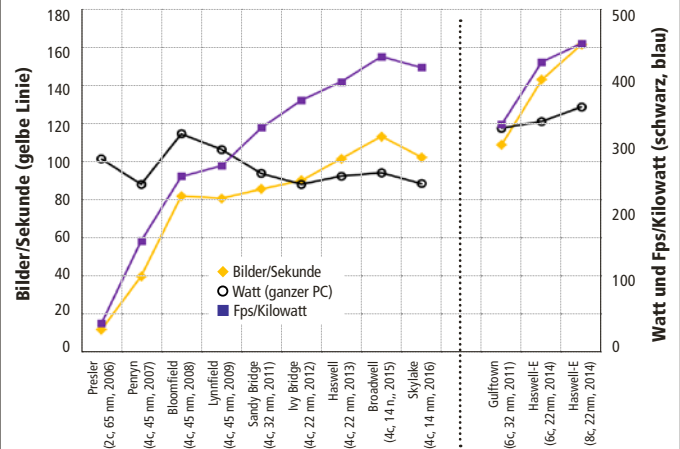
Die Analyse der Ergebnisse zeigt generell, dass die Zugewinne an Pro-MHz-Leistung immer geringer werden. Das Phänomen ist ähnlich dem der 3D-Grafik: Die einfach umzusetzenden Maßnahmen sind bereits in der Vergangenheit durchgeführt worden; jede weitere Verbesserung ist nur mit überproportionalem Aufwand zu erreichen und bringt gleichzeitig nur einen geringen Performancegewinn. Auch das Hochsetzen der spezifizierten Leistungsaufnahme für das Kühlsystem (TDP), früher ein beliebtes Mittel, um mehr Takt zu erreichen, ist inzwischen besonders bei AMD an einer Grenze angelangt, bei der kein sinnvolles Kosten/Nutzen-Verhältnis mehr erreicht werden kann. Hier geht der Trend eher zu niedrigeren Watt-Zahlen, da die Nutzung im wachstumsträchtigen Mobilbereich (Notebooks, aber auch Tablets etc.) eine wichtige Rolle für die

Hersteller spielt. Da es sich kaum lohnt, dafür eigene Architekturen zu entwickeln, wird eine möglichst geringe TDP mit der sich noch vernünftige Leistung abliefern lässt, immer wichtiger. AMD wie Intel haben

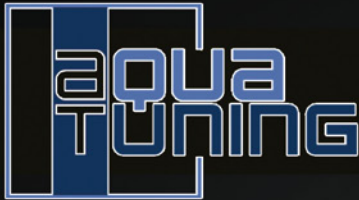
sich daher vor einiger Zeit darauf konzentriert, erst einmal weitere Kerne zu integrieren – eine weitere sogenannte „low hanging fruit“. Doch auch hier ist seit Jahren bei vier Kernen (AMD: vier Modulen

Energieeffizienz bei Intel-Prozessoren

Crysis 3 „Fields“: 720p, max. Details, kein AA/AF, min. Post-Processing

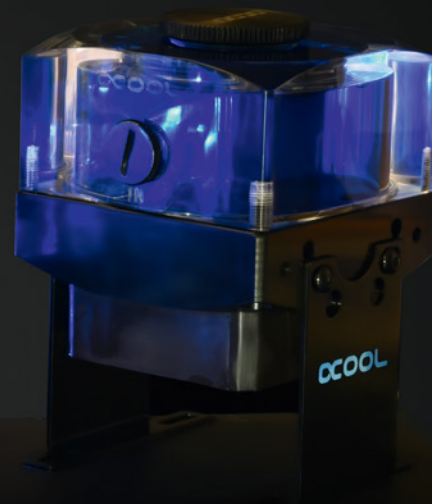


System: GTX 980 Ti (@1,38/3,9 GHz fix); Win 8.1 Pro x64 **Bemerkungen:** Viele Kerne bringen in Crysis 3 auch bei der Effizienz überdurchschnittliche Vorteile, die Grafikkarte benötigt bei höheren Fps ebenfalls mehr Strom. AMD-Beispiele: Piledriver-8M 71,5 Fps/313 Watt/228,4 Fps/kW, Deneb 45,9/276/166,3, Windsor 18,1/262/69,1.



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

viel mehr unter:
WWW.AQUATUNING.COM



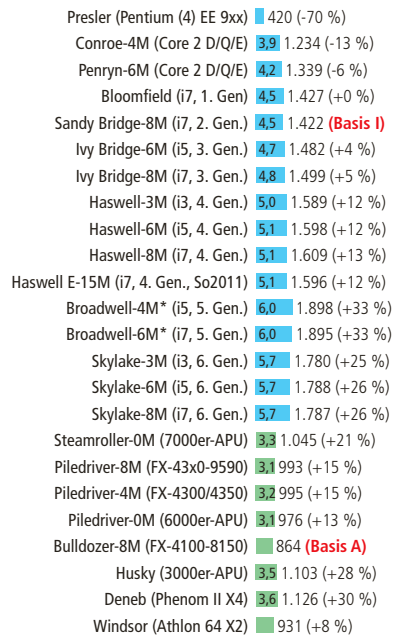
ACOOL
ALPHACOOL – THE COOLING COMPANY

Eiskalte Eisdecke

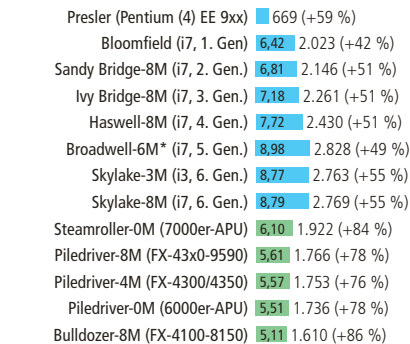
Die perfekte Kombination aus Pumpe und AGB auf kleinem Raum
Erhältlich für DDC und D5 Pumpen, als Plexi und Acetal Version

3D Mark Firestrike Physics

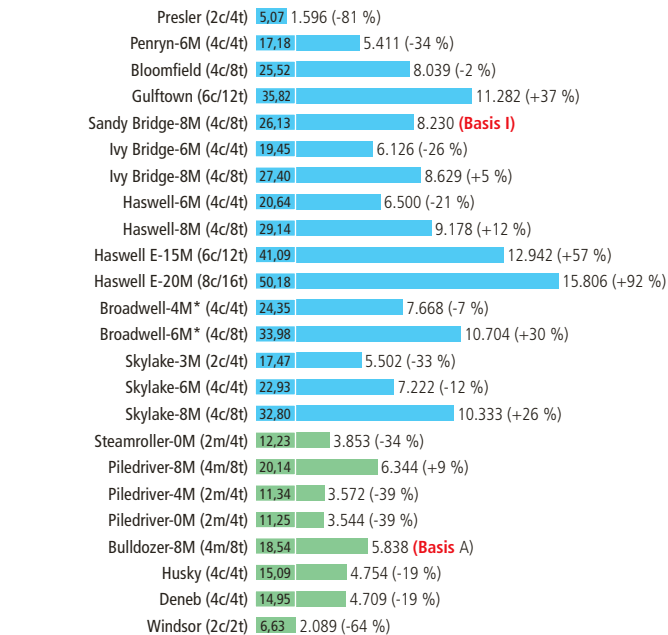
Single-Thread (Hyperthreading, Core-Multithreading aus)



Vergleich: Kern vs. Modul (Hyperthreading, Core-Multithreading an)



Pro-MHz-Vergleich bei 3,2 GHz (jeweils alle Kerne, HTT/CMT aktiv)

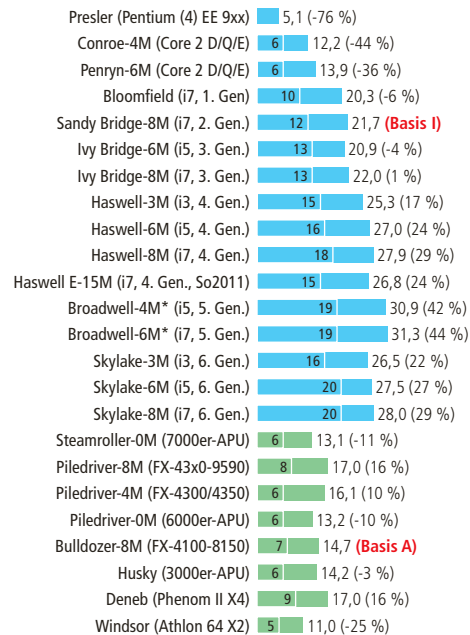


System: Verschiedene Mainboard-Chips, 4 GiB RAM pro Speicherkanal (DDR3-1600/DDR4-2133), GF GTX 780 Ti (928 MHz fixe Taktrate); Win 8.1 Pro x64

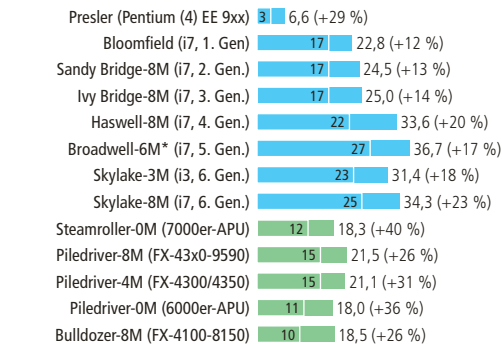
Fps **Punkte**
► Besser

TES 5: Skyrim

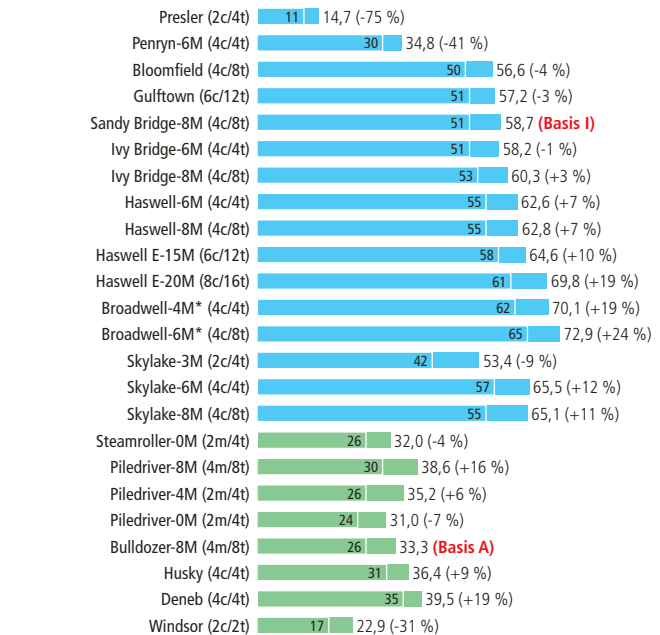
Single-Thread (Hyperthreading, Core-Multithreading aus)



Vergleich: Kern vs. Modul (Hyperthreading, Core-Multithreading an)



Pro-MHz-Vergleich bei 3,2 GHz (jeweils alle Kerne, HTT/CMT aktiv)



System: Verschiedene Mainboard-Chips, 4 GiB RAM pro Speicherkanal (DDR3-1600/DDR4-2133), GF GTX 780 Ti (928 MHz fixe Taktrate); Win 8.1 Pro x64

Min. **Ø Fps**
► Besser

* CPU verfügt über 128 MiByte L4-Cache ** Basis für Prozentwerte ist jeweils dieselbe CPU ohne Hyperthreading (HTT) oder Core-Multithreading (CMT) aus der Gruppe darüber.

* CPU verfügt über 128 MiByte L4-Cache ** Basis für Prozentwerte ist jeweils dieselbe CPU ohne Hyperthreading (HTT) oder Core-Multithreading (CMT) aus der Gruppe darüber.

mit acht Threads) im Mainstream-Bereich Schluss.

Kerngeschichten

Der Sprung vom Pentium 4/EE auf die Core-Generation (Penryn) fällt nur aus dem Grund so groß aus, weil die Presler-Architektur des P4 so enorm ineffizient ist. Beim Schritt auf die erste Core-i-Generation (Bloomfield) spielt neben der Integration aller vier Kerne samt verbindenden L3-Caches auf einem Chip auch die des Speichercontrollers in die CPU eine Rolle. Danach werden die Gewinne, zum Beispiel im Vergleich zu Lynnfield, der als wichtigste Neuerung den integrierten PCI-Express-Controller besitzt, dafür aber auf einen der drei Speicherkanäle Bloomfield verzichten muss, bereits deutlich niedriger. Im Pro-MHz-Vergleich kann sich erst Gultown etwas absetzen, da er über sechs anstelle von vier Kernen verfügt. Er arbeitet jedoch energieeffizienter, da Intel bei ihm erstmals auf 32-nm-Fertigung setzt. Mit der muss auch die Nachfolgeneration Sandy Bridge auskommen, die gewis-

sermaßen das Bauschema bildet, auf dem in Grundzügen auch die moderneren Intel-CPU's aufsetzen: Vier Kerne im Mainstream, integrierter Zweikanal-DDR3-Speicher und ein PCI-Express-x16-Controller für die direkte Grafikkarten-Anbindung, AVX-Befehlssatzerweiterung sowie eine für 2D- und Video-Nutzung ausreichende Grafikeinheit. Für Ivy Bridge verfeinerte Intel hauptsächlich das Fertigungsverfahren zugunsten niedrigerer Leistungsaufnahme und bohrte die integrierte Grafik mit DX11-Funktionen auf. Haswell bringt eine weiter überarbeitete Grafik sowie AVX2-Befehle mit und versucht sich an einer verbesserten Spannungsversorgung („FIVR“).

Broadwell ist der kurzlebige Exot im Desktop: Neue 14-nm-Technik, fette integrierte Grafik bei den beiden einzig verfügbaren Sockel-Modellen, ein 128 MiByte großer L4-Cache und eine gesenkte TDP von nur noch 65 Watt – doch taktmäßig lässt Broadwell auch und gerade mit Overclocking zu wünschen übrig.



Die krassste Paarung in unserem Vergleich: Ein Pentium Extreme Edition 955 (Presler, 2006) und die von uns auf 1,38 GHz übertaktete GTX 980 Ti Classified von EVGA.

Vergleich: Speichergeschwindigkeit Skylake-8M

	DDR4-1600 (10-10-10-30-1T)	DDR4-2133 (13-13-13-33-1T)	Verlust 1600 vs. 2133	Gewinn 2133 vs. 1600
Fritz Chessbench	12.995 kNodes/s	13.046 kNodes/s	-0,4%	+0,4%
x264-Transcoding	5,46 Fps	5,51 Fps	-0,9%	+0,9%
3DMark Fire Strike Physics	10.304 Punkte	10.333 Punkte	-0,3%	+0,3%
Crysis 3 „Fields“ (720p)	102,8 Fps	102,9 Fps	-0,1%	+0,1%
Skyrim „Secun- da's Kiss“ (720p)	61,3 Fps	65,1 Fps	-5,8%	+6,2%

Bemerkung: Nur im Falle von Skyrim ist die Differenz ausreichend groß, dass die geänderte Gewinn-/Verlust-Basis überhaupt einen Unterschied in den Prozentwerten ausmacht. Die DDR4-Geschwindigkeit spielt für unsere Pro-MHz-Vergleiche also nur eine untergeordnete Rolle.

Die Antwort ist „JA!“

Ist das Silent Base 600 ein wahrer Alleskönner?

Absolut! Das neue be quiet! Silent Base 600 Gehäuse hat einfach alles was man braucht, um jeden System-Wunsch zu erfüllen. Es bietet die perfekte Symbiose aus leisem Betrieb, Kühlleistung, Benutzerfreundlichkeit und viel Platz für High-End-Hardware.

- Herausragende Kühlleistung
- Flüsterleiser Betrieb
- Großzügiges Platzangebot und werkzeugfreie Montage
- Mit und ohne doppelverglastem Seitenfenster erhältlich

Produktkonzeption, Design und Qualitätskontrolle in Deutschland. Mehr Infos auf bequiet.com.

Erhältlich bei: alternate.de · arlt.de · atelco.de · bora-computer.de · caseking.de · conrad.de · cyberport.de · e-tec.at · galaxus.ch · mindfactory.de · reichelt.de · snogard.de



*GfK Panelmarkt, 2007-2015

GERMANY'S NO. 1
PSU MANUFACTURER

be quiet!

Aktuelles Intel-Flaggschiff ist Skylake, bei dem Intel viel Feintuning betrieben hat, das sich im Desktop-Betrieb jedoch nur wenig auswirkt. Immerhin reicht es, um Broadwell trotz Verzicht auf L4-Cache einen harten Kampf um die Pro-MHz-Krone zu liefern – den Skylake ohne DDR4-RAM knapp verliert.

Stillstand bei AMD?

Sie werden sich vielleicht wundern, warum bisher so wenig von AMD die Rede gewesen ist. Der Grund ist simpel: Seit unserem letzten größeren Architekturvergleich in Ausgabe 05/2014 hat sich im Desktop-Bereich nichts Wesentliches getan. Die letzte Bulldozer-Ausbaustufe und Steamroller-Nachfolger „Excavator“ ist bisher nur im Notebook-Bereich mit engem

TDP-Rahmen verfügbar, sodass sie für Vergleiche wie in diesem Artikel nicht nutzbar ist. Neuerungen stehen für Ende 2016 mit der Zen-Architektur an, für die AMD zurzeit eine bis zu 40 Prozent höhere Pro-MHz-Leistung im Vergleich zu Excavator verspricht und so wieder mit Intel gleichziehen will.

i7: 2600K vs. 3770K vs. 6700K

Über unsere Benchmarks in diesem speziellen Parcours ermitteln wir für den i7-6700K pro Takt einen durchschnittlichen Vorsprung von knapp 24 Prozent gegenüber dem bald fünf Jahre alten i7-2600K. Dabei sind Vorteile durch flotten Speicher (Skyrim) ebenso enthalten wie durch den moderneren Befehlssatz (x264-Transcoder). Gegenüber dem 3770K schrumpft der

Vorsprung auf knappe 18 Prozent. Das ist mit etwas Glück gerade noch spürbar, aber sicherlich kein Grund, stante pede aufzurüsten, zumal der Pro-MHz-Zuwachs selbst im Musterbeispiel Crysis 3 bei mageren 13 Prozent liegt. Ausnahme: Sie betreiben viel Videoumwandlung und haben lange Wartezeiten satt: Hier sind durch den moderneren Befehlssatz mehr als 50 Prozent Extraleistung möglich, auch gegenüber dem 3770K sind es noch 40 Prozent Zuwachs. Erst der 4770K (Haswell) drückt diesen auf rund 18 Prozent. Für Videokonvertierung gilt allerdings: Derzeit schlägt nichts einen Sechs-, Acht- oder Noch-mehr-Kerner.

Core i7 990X vs. AMD

Interessant ist dieser Vergleich,

weil erstens die Architekturen aus demselben Zeitraum stammen und zweitens die Fertigung derselben Generation angehört. Und siehe da: Gegenüber der Nehalem-Architektur liegt Piledrive-8M nur rund ein Drittel zurück – Pro Kern gar nur knapp 17 Prozent. (cs)

Fazit

Hardware

Pro-Megahertz-Leistung: CPUs

Wenn dieser Vergleich eine Kernaussage untermauern kann, dann diese: Nie konnten Spieler so lange sorgenfrei mit einem flotten Mittelklasse-Prozessor unter 400 Euro auskommen. Das sollten Sie bei der Anschaffung eines neuen Systems berücksichtigen und eher auf langfristige Nutzbarkeit als auf wenige kurzfristig eingesparte Euro achten.

Zum Vergleich: Leistung bei Normalbetrieb mit individuellen Kern- und Taktkonfigurationen

Cinebench R15 (64 Bit), CPU-Test mit einem und allen Kernen

Intel Xeon E5-2690 v2	116	1.444 (+1302 %)
Intel Core i5-5960X	139	1.331 (+1192 %)
Intel Xeon E5-2687W	119	1.166 (+1032 %)
Intel Core i7-5930K	144	1.080 (+949 %)
Intel Core i7-4960X	144	1.076 (+945 %)
Intel Core i7-4930K	141	1.043 (+913 %)
Intel Core i7-5820K	142	1.024 (+894 %)
Intel Core i7-3960X	136	1.017 (+887 %)
Intel Core i7-6700K	183	886 (+760 %)
Intel Core i7-4790K	176	857 (+732 %)
Intel Core i7-990X	110	802 (+679 %)
Intel Core i7-5775C	156	783 (+660 %)
Intel Core i7-4790	159	781 (+658 %)
Intel Core i7-4770K	156	756 (+634 %)
Intel Xeon E3-1240 v3	149	749 (+627 %)
Intel Xeon E3-1231 v3	154	745 (+623 %)
AMD FX-9590	115	730 (+609 %)
Intel Xeon E3-1230 v3	146	715 (+594 %)
AMD FX-9370	108	681 (+561 %)
Intel Core i7-3770K	142	675 (+555 %)
Intel Core i7-4820K	130	664 (+545 %)
AMD FX-8350	99	642 (+523 %)
Intel Core i7-2600K	131	615 (+497 %)
Intel Core i5-6600K	169	609 (+491 %)
Intel Core i5-4690K	157	575 (+458 %)
Intel Core i5-5675C	148	574 (+457 %)
AMD FX-8320	95	572 (+455 %)
Intel Core i5-6500	151	560 (+444 %)
Intel Core i5-4670K	151	553 (+437 %)
AMD FX-8150	93	550 (+434 %)
AMD FX-8370E	101	532 (+417 %)
Intel Core i5-3570K	134	521 (+406 %)
AMD FX-8320E	94	519 (+404 %)
Intel Core i5-4570	142	512 (+397 %)
AMD Phenom II X6 1100T	96	501 (+386 %)
Intel Core i5-4460	137	498 (+383 %)
Intel Core i5-3550	130	493 (+379 %)

Intel Core i5-3470	129	478 (+364 %)
AMD FX-6350	99	470 (+356 %)
Intel Core i7-860	103	460 (+347 %)
Intel Core i5-2500K	117	456 (+343 %)
Intel Core i5-2400	119	436 (+323 %)
Intel Core i7-920	88	432 (+319 %)
Intel Core i3-6100	152	405 (+293 %)
AMD Phenom II X4 980 BE	97	374 (+263 %)
Intel Core i5-760	98	343 (+233 %)
Intel Core i3-4330	134	355 (+245 %)
Intel Core i3-4150	138	353 (+243 %)
AMD Phenom II X4 965 BE	90	347 (+237 %)
Intel Core i3-4130	132	341 (+231 %)
Intel Core i5-4570T	138	334 (+224 %)
Intel Core 2 Extreme QX9650	84	329 (+219 %)
AMD A10-6800K	100	324 (+215 %)
Atom C2750	42	318 (+209 %)
AMD A10-7850K	88	317 (+208 %)
AMD Athlon X4 860 BE	91	312 (+203 %)
AMD FX-4300	94	308 (+199 %)
AMD A8-7600	88	298 (+189 %)
Intel Core i3-4130T	116	295 (+186 %)
Intel Pentium G4400	111	276 (+168 %)
AMD Athlon X4 740	84	262 (+154 %)
Intel Pentium G3420	128	245 (+138 %)
Intel Pentium G3258 AE	125	243 (+136 %)
Core 2 Quad Q6600	63	242 (+135 %)
Intel Pentium G3220	116	228 (+121 %)
Intel Celeron N1820	103	204 (+98 %)
Intel Core 2 Duo E8500	88	166 (+61 %)
Athlon 5350	44	164 (+59 %)
Athlon 64 X2 6400+	56	137 (+33 %)
Intel Pentium EE 955	40	103 (Basis)
Intel Celeron N2820	38	71 (-31 %)
AMD E-350	50	50 (-51 %)
Atom D510	43	43 (-58 %)
Atom Z530*	16	16 (-84 %)

System: Diverse Chips, 4 GiB RAM pro Speicherkanal, Windows 8.1 Pro x64 (* Windows 8 Pro x32) **Bemerkungen:** Der Cinebench dient als Abgleich für die Leistung, welche die einzelnen Prozessoren bei ihren jeweiligen Kernzahlen und Nominaltaktungen erreichen. Im Gegensatz zu unserem letztjährigen Pro-Takt-Vergleich schaffen es nun Vierkerner, in die Sechskern-Riege einzubrechen, und die flotten Zweikerner können einzelne Quadcore-Prozessoren überholen. Im Cinebench bringen sowohl Hyperthreading als auch AMDs Modulkonzept überdurchschnittlich hohen Nutzen.

Punkte
1 Kern Alle
Besser

THE SOUND OF SILENCE



SUPPRESSOR F31

ATX Mid-Tower Chassis

OPTIMALE SCHALLDÄMUNG | LCS CERTIFIED
MEHR UNTER WWW.THERMALTAKE.DE



Jetzt erhältlich bei:

www.alternate.de • www.amazon.de • www.caseking.de
www.conrad.de www.cyberport.de • www.hardwareversand.de
www.kmcomputer.de www.snogard.de
... und in vielen weiteren Shops



Cool: Skylake geköpft

Die neuen Sockel-1151-„K“-CPUs verleiten zum Übertakten, haben aber die Temperaturprobleme ihrer Vorgänger geerbt. Wir probieren eine drastische Maßnahme zur Temperatursenkung aus.

Die aktuell schnellsten Prozessoren für Spieler stammen aus Intels Core-i5- und -i7-6000-Baureihe. Aber nicht immer ist schnell auch schnell genug. Wie die zeitweilig schlechte Lieferbarkeit belegt, liegen vor allem die für Übertaktung freigegebenen „K“-SKUs Core i7-6700K und i5-6600K weit vorn in der Gunst der Käufer.

Wer bei einem Händler ein Exemplar ergattern konnte und nun dessen Übertaktungspotenzial ausloten möchte, steht aber schnell vor einem Temperaturproblem. Obwohl die Effizienz von Skylake gegenüber Haswell deutlich gesteigert wurde, werden die CPUs unangenehm warm, sobald man Takt und Kernspannung deutlich über die Werkseinstellungen anhebt.

Wärmenichtleitpaste

Grund für diesen Temperaturanstieg ist nicht allein die Belastung des Kühlkörpers; selbst mit Wasserkühlung sind niedrige Skylake-Temperaturen bei Übertaktung nur schwer zu erreichen. Die wahre Ursache findet sich vielmehr beim Wärmeübergang vom eigentlichen Siliziumchip zum Heatspreader.

Diese Metallabdeckung (mit vollständigem Namen Integrated Heat Spreader – IHS genannt) verteilt die konzentriert auftretende Wärme und erleichtert so den Wärmeübergang zum CPU-Kühler. Zunächst muss die Wärme aber vom eigentlichen Silizium-Chip auf den Heatspreader wechseln und genau hier wurden bereits Haswell und Ivy Bridge bemängelt. Im Gegen-

satz zu älteren Vorgängern seit Pentium-4-Zeiten verzichtet Intel heute darauf, Heatspreader und CPU zu verlöten. Dies vereinfacht die Fertigung und beugt verformten Heatspreadern vor, wie sie besonders die Core-2-Quad-Modelle plagten. Es fehlt aber auch die großflächige Metallverbindung zwischen Silizium und Heatspreader-Unterseite.

Statt dieser soll seit Ivy Bridge ein Klecks Wärmeleitpaste den Wärmeübergang vom Silizium zu Heatspreader gewährleisten. In der Praxis wird sie dieser Anforderung nur bedingt gerecht, wie Intel selbst im Rahmen des Haswell-Refreshes eingestehen musste. So wurden die Übertakter-SKUs Core i7-4970K und i5-4690K unter dem Codenamen Devil's Canyon explizit mit ei-

nem verbesserten Wärmeleitmittel ausgestattet, was tatsächlich bessere Temperaturen zur Folge hatte.

Wärmeleitpaste tauschen

Bastler waren von dieser Neuerung nicht überrascht, im Gegenteil: Durch Austausch der serienmäßigen Wärmeleitpaste gegen hochqualitatives Material wurden schon lange vorher deutlich bessere Ergebnisse erzielt. Und genau diese Situation wiederholt sich jetzt bei Skylake. Mehreren Erfahrungsberichten zufolge sinkt die Temperatur eines übertakteten Core i7-6700K mit hochwertigem Wärmeleitmittel um 10, 15 oder gar 20 Kelvin. Derart starke Temperaturverbesserungen sind selbst mit einem Wechsel von Mittelklasse- auf High-End-Luftkühler unerreichbar.

und sie versprechen ein gesteigertes Übertaktungspotenzial. Für uns Anlass genug, es selbst zu versuchen.

Prozessoren „köpfen“

Wie wechselt man aber Wärmeleitpaste in einer CPU? Logischerweise, indem man sie öffnet – und damit beginnt der „Nachahmung auf eigene Gefahr“-Teil dieses Artikels. Garantieanspruch hat man nach einer derartigen Modifikation definitiv nicht mehr, eventuell aber eine Handvoll Elektroschrott.

Die Grenze zwischen besserem Übertaktungsergebnis und 480-Euro-Verlust verläuft entlang der Verklebung zwischen Heatspreader und dem Substrat, das den Silizium-Chip in der CPU mit dem Sockel verbindet. Während der Heatspreader selbst ein unempfindliches Stück Metall ist, das explizit auch dem Schutz des empfindlichen Siliziums dient, handelt es sich beim CPU-Substrat um die feinste, komplexeste und empfindlichste Platine im gesamten Computer. Um diese trotz des sehr festen Klebers vom Heatspreader zu trennen und Zugang zum Silizium zu erreichen, haben sich drei Ansätze bewährt.

Hammer und Schraubstock: Kurz, aber leider nicht immer schmerzlos.

Die erste Möglichkeit ist ein beherzter seitlicher Schlag. Die CPU ist kopfüber mit dem Heatspreader in einem Schraubstock fixiert, sodass das Substrat frei darüber liegt. Mit einem weichen Stück Holz als Zwischenstück wird nun horizontal ein kräftiger Hammerschlag gegen das Holz und damit das Substrat geführt. Bei Erfolg bleibt der Heatspreader im Schraubstock, während sich die Kombination aus Silizium und Substrat ablöst. Vorsicht: Bei einem zu festen Schlag fliegt diese quer durch den Raum, ein geschickt platziertes Bettlaken fängt sie wieder ein.

Auch wenn diese Methode brachial erscheint, gehörte sie bei Ivy Bridge zu den beliebtesten überhaupt und erfahrene Extremübertakter, für die das „Köpfen“ zum Standard-Repertoire gehört, haben zum Teil 100 Prozessoren auf diese Art modifiziert, ohne einen Totalschaden zu verursachen. Nichtsdestotrotz besteht die Gefahr, dass man die CPU in mehr als zwei Elemente zerlegt, von denen keins mehr funktioniert.

Schraubstock alleine: Langsam, kontrollierbar – aber mit hohen Kräften.

In den letzten Jahren wurde deswegen ein modifizierter Ansatz ohne Hammer bevorzugt. Hierbei wird der Prozessor leicht schräg in den Schraubstock gespannt, sodass die eine Spannbacke den Heatspreader greift, während die andere gegen das Substrat drückt. Wird nun der Schraubstock weiter angezogen, versucht er das Substrat gegenüber dem Heatspreader zu verschieben. Sobald die resultierende Scherkraft die Klebkraft der Verbindung zwischen IHS und Substrat übersteigt, löst sich der Heatspreader. Ein Heißluftföhn kann den Kleber zusätzlich lockern, man sollte aber die Temperatur der CPU im Auge behalten.

Im Gegensatz zur Hammer-Methode entfällt die Gefahr eines davonfliegenden Prozessors und die einwirkende Kraft lässt sich genauer dosieren als bei einem Schlag. Allerdings wirkt sie durch die Schrägstellung nicht mehr exakt in der Ebene des Substrats und auch mit einer guten Polsterung der Spannbacken lässt sich nicht vermeiden, dass die obere Kante des Substrats mehr Kraft aufnimmt als die untere. Die resultierenden Biegespannungen können das Substrat ebenfalls beschädigen.

Rasierklinge: Höchste Kontrolle möglich, höchste Sorgfalt gefordert.

Die dritte Möglichkeit ist auch die älteste und wurde schon bei Pentium 4 und Athlon 64 angewendet. Der Kleber wird von der Seite her mit einer Rasierklinge durchtrennt, der Heatspreader kann zum Schluss einfach abgenommen werden. Bei Haswell-CPU's ist diese Methode eher unbeliebt, denn direkt hinter der Klebestelle sitzen kleine Bauteile auf dem Substrat. Wer zu tief schneidet, richtet fatalen Schaden an.

Bei Skylake entfällt dieses Problem und das Substrat fällt deutlich empfindlicher aus als bei Haswell. Wie mehrere zerstörte i7-6700K beweisen, ist die Gefahr von Substratschäden durch die Schraubstockmethode hier besonders groß. Unserer Meinung nach ist die Rasierklinge unter den klassischen Methoden daher am besten für Skylake geeignet. Trotzdem kann auch sie den Prozessor zerstören, denn die Leiterbahnen im Substrat sind nur durch eine dünne Isolationsschicht geschützt.

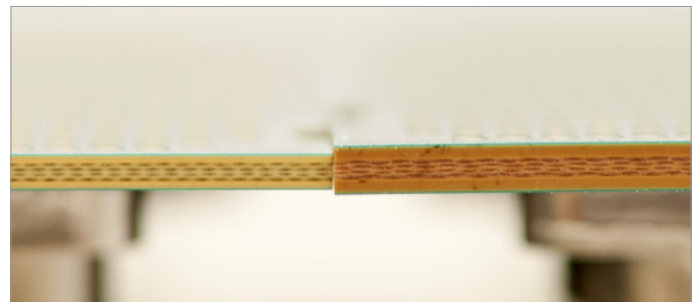
Aufwendig: CPUs verlöten

Metalle weisen höhere Wärmeleitfähigkeiten auf als die etwa 3 – 10 W/(m*K) handelsüblicher Wärmeleitpasten. Eine direkte Verbindung von Silizium und Heatspreader bringt aber neue Probleme mit sich:

Silizium verhält sich ähnlich wie Glas, normales Lot auf Zinn-Basis haftet nicht auf der Oberfläche. Deswegen wird für verlötete CPUs das Edelmetall Indium genutzt. Dessen Wärmeleitfähigkeit liegt bei etwa 82 W/(m*K) und der Schmelzpunkt bei etwa 155 °C. Da es sowohl auf Metallen als auch auf Silizium haftet, eignet sich Indium also perfekt als Medium zwischen Silizium-Chip und Heatspreader.

Vor dem Löt-Prozess müssen Heatspreader und Silizium-Chip aber aufwendig vorbereitet werden. Heatspreader werden aus Kupfer gefertigt und anschließend vernickelt. Indium haftet zwar auf Nickel, würde sich aber nach mehreren Temperaturzyklen wieder ablösen. Deshalb muss der Heatspreader von unten im Bereich der Lötverbindung zunächst vergoldet werden. Die Goldschicht haftet sowohl auf Nickel als auch auf Indium sehr gut und wird deshalb als Verbindungsmedium genutzt. Auch auf den Silizium-Chip wird eine dünne Goldschicht aufgetragen, um eine bestmögliche Haftung für das Indium zu gewährleisten. Zuvor muss er aber noch durch eine Diffusionssperre geschützt werden. Ohne diese könnten Indium- und Gold-Atome in das Silizium eindringen und den Chip verunreinigen.

Zwischen Silizium-Chip und Heatspreader wird dann ein etwa 1 mm dickes Indium-Plättchen platziert und die CPU anschließend auf etwa 170 °C erhitzt. Chip und Heatspreader sind nun durch das Indium fest miteinander verbunden. Die Wärmeausdehnungskoeffizienten der Materialien führen allerdings unter Umständen zu Langzeit-Problemen. Durch die unterschiedliche Ausdehnung von Die, Heatspreader und Lötmedium kommt es nach einer großen Anzahl von Temperaturzyklen zu Spannungsrissen innerhalb des Lötmediums. Dies führt zunächst zu einer Verschlechterung der Performance und letztendlich zum Versagen der Lötverbindung beziehungsweise dem Defekt der CPU. Diese Anfälligkeit für Spannungsrisse ist maßgeblich von der Größe des Siliziums abhängig. Entgegen dem normalen Verständnis sind kleinere Chips wie bei Skylake oder Haswell um ein Vielfaches empfindlicher als große CPUs wie Haswell-E. Neben dem einfacheren Prozess und den niedrigeren Fertigungskosten ist dies einer der Hauptgründe, weshalb aktuelle Desktop-CPU's nicht verlötet, sondern mit Wärmeleitpaste ausgestattet werden.



Mikroelektronik: Das Substrat von Skylake (links) ist deutlich dünner und damit empfindlicher als bei älteren Prozessoren (rechts: Haswell).

Wer nicht exakt horizontal schneidet, kann leicht Schaden anrichten.

Der8auer Delid Die Mate: Spezialwerkzeug mit leichter Handhabung.

Für unseren i7-6700K nutzten wir deswegen eine nagelneue, vierte Methode. Extremübertakter und PCGH-X-Community-Mitglied Roman „der8auer“ Hartung hat eine spezielle Vorrichtung entwickelt, die die Vorteile beider Schraub-

stockmethoden ohne deren Nachteile kombiniert. Der stabile „Delid Die Mate“ nimmt das Substrat der CPU (sowohl Skylake als auch Haswell/Broadwell/Ivy Bridge) in einer exakt bemessenen Mulde auf und fixiert es durch Druck eines Deckels von oben. Punktuelle Belastungen und Verformungen des Substrats werden so wirkungsvoll vermieden. Für die Enthauptung befindet sich im Deckel ein schraubstockähnli-

Ideale Kraftrichtung, aber schwierig zu dosieren: Die Hammer-Methode



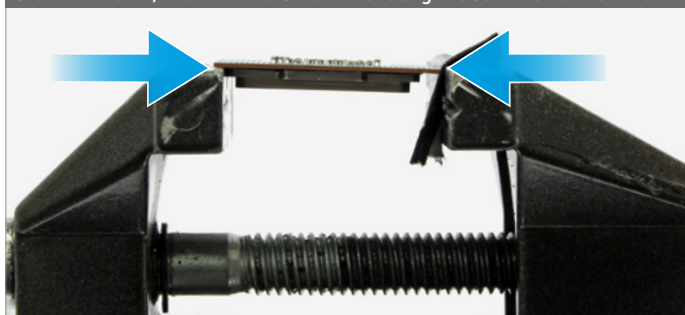
Der Heatspreader wird in einem Schraubstock fixiert, ein Holzklötzchen überträgt einen Hammerschlag seitlich auf das Substrat und schlägt es vom Heatspreader.

Geringe Krafteinwirkung aber Gefahr von Schnittfehlern: Die Rasierklingen-Methode



Den Klebeverbindung des Heatspreaders mit einer Rasierklinge zu schneiden, erfordert wenig Kraft, aber hohe Präzision – sonst schneidet man in das Substrat.

Gut kontrollierbar, aber mit hoher Substrat-Belastung: Die Schraubstock-Methode



Der Schraubstock verschiebt Heatspreader und Substrat gegeneinander, bis der Kleber nachgibt. Die schräge Position führt aber zu hohen Spannungen im Substrat.

Anfängerfreundliches Spezialwerkzeug: Der8auer Delid Die Mate



Eine Fixierung schützt das Substrat, die Kraft wirkt parallel auf den Heatspreader und lässt sich gut dosieren. Leider nicht für wenige Euro im Baumarkt zu erwerben. (Exklusivvertrieb über Caseking, UVP 90 Euro)

Anleitung: Skylake köpfen mit Delid Die Mate

1



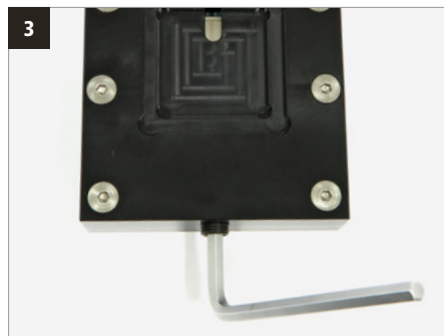
Die CPU wird in die passende Vertiefung auf der richtigen Bodenplattenseite gelegt (bei uns S für Skylake).

2



Der Deckel samt Köpf-Mechanismus wird aufgeschraubt und dadurch das CPU-Substrat eingespannt.

3



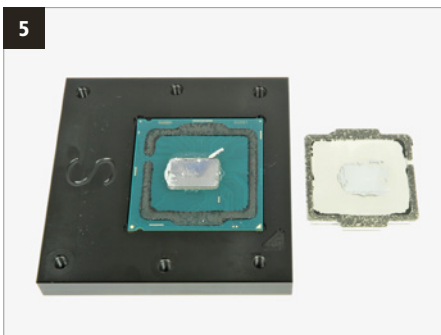
Mit der seitlichen Schraube wird die Spannbacke im Inneren unter Druck gesetzt, bis sich der IHS löst.

4



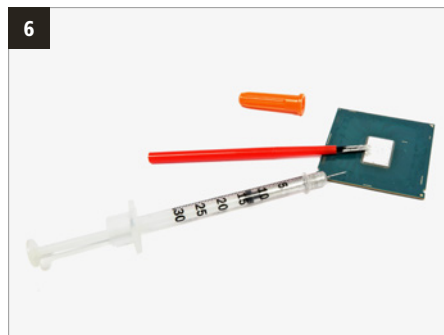
Auch durch den Schlitz im Deckel sichtbar: Der Heatspreader wurde verschoben und liegt nur noch lose auf.

5



Wärmeleitpaste und Kleberreste müssen von Hand entfernt werden, bevor ein Neuauftrag möglich ist.

6



Aufgrund der sehr guten Wärmeleitfähigkeit empfiehlt sich der Einsatz von Flüssigmetall beim Zusammenbau.

cher Mechanismus, der seitlich gegen den Heatspreader drückt. Das Substrat wird durch die horizontal wirkende Kraft wenig belastet; zugleich lässt sich diese kontrolliert steigern, bis der Kleber nachgibt.

Nachbearbeitung

Nach der IHS-Entfernung gleicht das Vorgehen einem Kühlerwechsel. Heatspreader-Unterseite, Substrat-Oberseite und das eigentliche Silizium müssen von der alten Intel-Wärmeleitpaste beziehungsweise von Kleberresten befreit werden. Anschließend wird eine neue, möglichst hochwertige Wärmeleitpaste aufgetragen. In den vergangenen PCGH-Tests haben Flüssigmetall-Produkte von Coolaboratory und Phobya jedes Mal mit klarem Vorsprung die Spitzenplätze belegt. Da diese elektrisch leitfähig sind, sollten sie vorsichtig und sparsam aufgetragen werden; zum Glück lässt sich Flüssigmetall auf Silizium deutlich besser verarbeiten als auf vernickelten Oberflächen. Alternativ kann eine gute konventionelle Wärmeleitpaste

te wie Gelid Extreme, Prolimatech PK-3 oder Grizzly Cryonaut genutzt werden. Extrem-Übertakter bevorzugen diese aufgrund der besseren Eigenschaften bei -100 °C sogar.

Auf die so präparierte CPU wird der Heatspreader einfach aufgelegt. Zusätzlich kann er mit einer geringen Menge Silikon fixiert werden, was die weitere Handhabung der CPU erleichtert. Ohne Fixierung muss der Heatspreader beim Schließen der Sockelverriegelung mit den Fingern stabilisiert, gegebenenfalls sogar leicht versetzt platziert werden, denn der Verriegelungsmechanismus verschiebt ihn leicht um mehrere Millimeter. Unserem Test-Mainboard lag allerdings eine komfortable Alternative bei: Das Asus-CPU-Tool soll eigentlich nur das Einsetzen der CPU erleichtern, umrahmt aber auch den Heatspreader von allen Seiten, sodass er sich nicht mehr verschieben kann.

Der Praxisnutzen

Um vergleichen zu können, welche Vorteile das Köpfen bringt, testen

Wärmeentwicklung und OC-Reserven

Wasserkühlung (Koolance CPU-380I, Alphacool Monsta 420, Blacksilentpro PK-2)

Auto-Konfig., mit CPU-Mod	51,4
1,35 Volt, 4,5 GHz, mit CPU-Mod	51,6
1,35 Volt, 4,6 GHz, mit CPU-Mod	52,1
1,40 Volt, 4,6 GHz, mit CPU-Mod	Nicht getestet
1,40 Volt, 4,7 GHz, mit CPU-Mod	55,9

Auto-Konfiguration	66,7
1,35 Volt, 4,5 GHz	67,3
1,35 Volt, 4,6 GHz	67,7
1,40 Volt, 4,6 GHz	Nicht getestet
1,40 Volt, 4,7 GHz	74,9

Luftkühlung (Thermalright HR-02 Macho Rev. B)

Auto-Konfig., mit CPU-Mod	59,8
1,35 Volt, 4,5 GHz, mit CPU-Mod	60,4
1,35 Volt, 4,6 GHz, mit CPU-Mod	Instabil
1,40 Volt, 4,6 GHz, mit CPU-Mod	65,7
1,40 Volt, 4,7 GHz, mit CPU-Mod	67,0

Auto-Konfiguration	73,0
1,35 Volt, 4,5 GHz	74,0
1,35 Volt, 4,6 GHz	Instabil
1,40 Volt, 4,6 GHz	82,2
1,40 Volt, 4,7 GHz	Instabil

System: Core i7-6700K, Asus Maximus VIII Ranger, 2 x 8 GiB RAM, Zotac Gef. GT 640, Arctic MX-4; Win 8.1 U1 64 Bit, Gef. 358.50, Prime95 v28.7 (Custom 8K, min. 30 Minuten)

Bemerkungen: Dank CPU-Mod sind auch mit Luftkühlung 4,7 GHz bei 1,40 V möglich.

Grad Celsius
▲ Besser



FUMA

Simply Cool

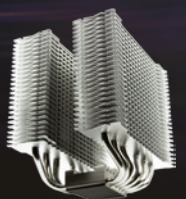
NEU

kompaktes Doppel-Tower-Design

für verbesserte Kühlleistung

sechs hochleistungsfähige Heatpipes

für maximalen Wärmetransfer



zwei 120mm Slip Stream Lüfter

für besonders leisen Betrieb

wir unseren Core i7-6700K zuerst ohne Modifikation. Als intensiven Kurztest wählen wir Prime95 mit einer FFT-Größe von 8K und 30 Minuten Laufzeit. Die Standardspannung unseres Prozessors ist hoch, das Mainboard legt mit Auto-Einstellungen über 1,3 Volt für 4,2 GHz Kern- und 4,1 GHz Ringbustakt an. Mit dem Thermalright HR-02 Macho Rev. B lässt sich die CPU bei 1,35 Volt auf 4,5 GHz übertakten, bei 1,40 Volt sind 4,6 GHz drin. Dabei fallen die Temperaturen sehr hoch aus, im Prime95-Härtetest werden einzelne Kerne bis zu 89 °C heiß. Unsere Wasserkühlung mit Triple-Radiator bietet mehr Spielraum zum Übertakten: Bei gleicher

Spannung sind jeweils 100 MHz mehr Kern- und Ringbustakt drin.

Nach der Modifikation liegen die Kerntemperaturen mit dem Luftkühler auf einem deutlich niedrigeren Niveau: Ohne Overclocking beträgt die gemittelte, auf 20 °C Raumtemperatur normierte Kerntemperatur nur noch 59,8 °C statt 73,0 °C. Je höher die Kernspannung und Taktfrequenz, desto deutlicher ausgeprägt ist der Vorteil: Bei 1,40 Volt und 4,6 GHz verzeichnen wir 65,7 statt 82,2 °C – ein Rückgang um 16,5 Kelvin! Besonders beeindruckend: Die geköpfte, bei Überspannung übertaktete CPU erwärmt sich mit dem Luftkühler für 45 Euro

nicht stärker als der Prozessor im Auslieferungszustand bei Standardtakt- und -spannung mit der Wasserkühlung für über 300 Euro. Dank der besseren Wärmeabfuhr besteht der Prozessor nun auch bei 4,7 GHz den halbstündigen Stabilitätstest.

Mit der Wasserkühlung erhöht sich der Spielraum für Overclocking nicht direkt: Bei 1,35 und 1,40 Volt ist weiterhin bei 4,6 beziehungsweise 4,7 GHz Schluss. Allerdings registrieren wir angenehm niedrige Temperaturen unter Volllast, die (normiert) unter 60 °C liegen. Der Spielraum lässt sich für Silent-Optimierungen nutzen. Risikofreudige Nutzer können den Prozessor auch

mit noch mehr Spannung (Nachteile: hohe Leistungsaufnahme, beschleunigte Alterung) ausquetschen. *(rh/sw/tv)*

Fazit

Hardware

No risk, no fun?

Sind 16,5 Kelvin niedrigere Temperaturen das Risiko wert? Nüchtern betrachtet sind Skylake und auch Haswell im Lieferzustand und ohne Übertaktung kühl und schnell genug, um aktuelle GPUs zu versorgen. Aber trotzdem investieren Anwender hunderte Euro in Kühltechnik, um auch nur 10 Kelvin herauszuholen – da wirkt ein Austausch der Wärmeleitpaste verlockend.

Skylake oben ohne: Das meinen die Redakteure

Den Heatspreader einer CPU zu entfernen, birgt ein hohes Risiko, ist aber die mit Abstand wirkungsvollste Methode zur Temperatursenkung.

Carsten Spille: Ich finde 4,5 GHz bei 74 °C im Stress-test gar nicht mal so schlecht.

Stephan Wilke: Da stimme ich dir zu, aber beim Vergleichen der OC-Ergebnisse ist mir aufgefallen, dass dieser i7-6700K bei gleicher Spannung deutlich kühler bleibt als der erste von mir getestete i7-6700K.

Torsten Vogel: Die hohe Kernspannung im Werkszustand hat uns da in der Tat limitiert. Viele andere Skylake erreichen bei derartigen Kernspannungen höhere Taktraten – wenn sie nicht vorher überhitzen.

Carsten Spille: Dazu muss man aber sagen, dass die Temperatur in typischen Spielen und sogar beim Video-Transcoding noch etwas mehr Spielraum lässt.

Stephan Wilke: Stimmt ebenfalls, allerdings haben wir im offenen Aufbau ohne Abwärme der Grafikkarte getestet. Im Spielbetrieb landen häufig noch ein paar hundert Watt Abwärme zusätzlich im Rechner, die weggekühlt werden müssen.

Torsten Vogel: Außerdem sind unsere Temperaturangaben auf 20 °C Umgebungstemperatur normiert. Wann habt ihr zum letzten Mal einen Hochsommer mit maximal 20 °C erlebt?

Carsten Spille: In Gehäusen herrscht üblicherweise ein anständiger Luftstrom. Aber mal was anderes: Garantieverlust durch OC ist eine Sache, aber den Deckel abmachen ist noch mal 'ne andere Hausnummer. Für Rekordjäger und Extrem-Übertakter meinetwegen, aber für den Hausgebrauch finde ich Aufwand und Risiko etwas übertrieben.

Stephan Wilke: Deswegen finde ich es prima, dass mit dem Delid Die Mate nun erstmals eine Lösung existiert, die zuverlässig funktioniert und nicht vom Geschick des Anwenders abhängt.



Stephan Wilke



Torsten Vogel



Carsten Spille

Carsten Spille: Für den Preis krieg' ich allerdings schon eine brauchbare Wasserkühlung – zur Not bei Ebay. Mit Wasser.

Torsten Vogel: Für 90 Euro eine komplette Wasserkühlung? Das sind dann aber gut gebrauchte Exemplare. Neu kann man für eine 2x140-mm-Kompaktwasserkühlung 130 Euro zahlen und hat dann nicht nur weniger Silent-Potenzial als mit einem Mittelklasse-Luftkühler, sondern auch nur leicht bessere Temperaturen. (1,0-Sone-Vergleichswerte aus PCGH-Tests: Corsair H110i 49,8 °C; EKL Brocken Eco 55,9 °C auf 150 W TDP Test-CPU)

Carsten Spille: ... und den übertakteten Skylake kühlt du mit dem (nicht mitgelieferten) Boxed-Kühler? Die 30+ Euro kann ich auch in eine Wakü investieren, wenn es nottut.

Stephan Wilke: Wakü hin, Wakü her, entwickelt wurde das Ding primär für Extrem-Übertakter, die mit Flüssigstickstoff das Letzte aus dem Prozessor quetschen. Für diese Zielgruppe ist der Preis zweitrangig, das Ergebnis zählt. Der Preis ist auch deshalb so hoch, weil es kein Produkt für den Massenmarkt ist. Bei entsprechendem Interesse lässt sich der Preis vermutlich senken.

Torsten Vogel: Bei dem Preis wird es aber dauern, bis das entsprechende Interesse zustande kommt. Es wären

zwar diverse Leute bereit, 40 bis 50 Euro für eine bessere Wärmeableitung ab Werk zu zahlen – aber 90 Euro und weiterhin ohne Garantie?

Stephan Wilke: Wenn man clever ist, dann tut man sich mit Freunden zusammen, die ebenfalls Vorteile von einem CPU-Mod haben. Wenn man sich den Preis mit 2–3 Leuten teilt, halten sich die Kosten in Grenzen. Die Methode funktioniert schließlich auch mit Haswell, Broadwell und Ivy Bridge, die sehr verbreitet sind.

Carsten Spille: Da wird die Argumentation für Personengruppen außerhalb des elitären Zirkels deiner Extrem-OCer aber dünn, oder? Übrigens ist OC bei gleichzeitigem Undervolten eine günstige Option. Mein Haswell läuft bei (zugegeben gemächlichen) 4 GHz bei 0,95 Volt und bleibt ohne eigenen CPU-Lüfter nur im Gehäuse-Luftstrom unter 70° C.

Stephan Wilke: Aber sogar wenn du auf Energieeffizienz achtest, profitierst du von dem CPU-Mod. Ich habe bei meinen Vergleichstests gemerkt, dass der geköpfte Prozessor dank niedrigerer Temperaturen auch eine niedrigere Leistungsaufnahme aufweist. Es ist nicht viel, aber 1–2 Watt kann man leicht einsparen.

Torsten Vogel: 2 Watt weniger wären mir das Risiko selbst bei einer alten CPU nicht wert – aber dass mein i7-6700K jetzt 16 K kälter bleibt, bereue ich nicht.

ASRock G10 Gaming Router

Während der Markt für Gaming-optimierte PC-Hardware förmlich überquillt, muss der Spieler für sein Heimnetzwerk immer noch auf normale Router zurückgreifen. Der ASRock G10 ändert das.

Spieler legen Wert auf überdurchschnittlich gute Hardware – schließlich soll das Spielvergnügen oder gar das kompetitive Kräfteressen keinesfalls durch unzureichende Leistung der Komponenten negativ beeinflusst werden. Beim PC ist der Griff zu hochwertigen Komponenten problemlos möglich. Die stärkste Hardware nutzt aber wenig, wenn die Verbindung zum Server durch schlechte Standard-Netzwerkkomponenten ausgebremst wird. Der ASRock G10 Gaming Router beugt hier vor.

ASRock G10 Gaming Router

ASRock bietet Spielern mit dem G10 diverse Features, welche andere Router vermissen lassen. So kann der G10, anders als viele andere ac-Router, bei denen die Geschwindigkeiten der einzelnen Bänder einfach aufsummiert werden, dank Multi-User-MIMO drei ac-Geräte gleichzeitig mit der vol-

len Geschwindigkeit anbinden. Zudem sind hier pro Gerät bis zu 1.733 MBit/s statt nur 1.300 MBit/s brutto möglich. Im n-Band schafft der G10-Router 800 statt der normalerweise möglichen 600 MBit/s. Das macht den ASRock G10 zum derzeit schnellsten Router, wenn es um das Anbinden einzelner oder auch mehrerer Clients geht.

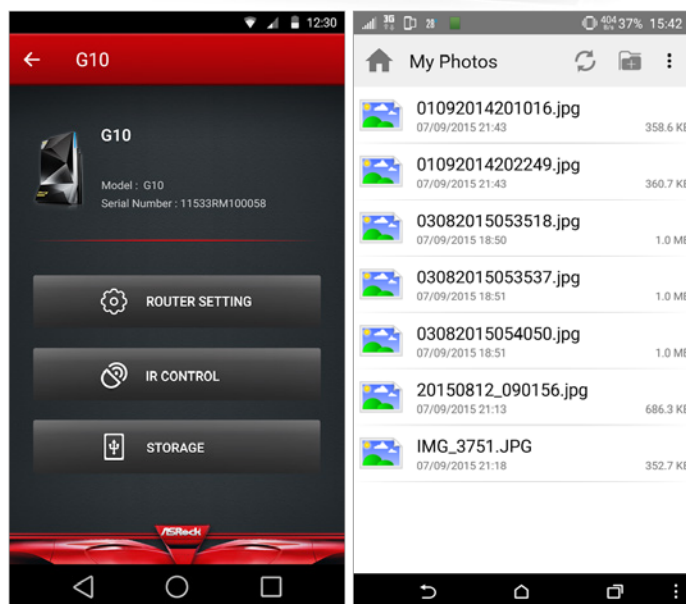
Prioritäten setzen

Genauso wie Gamer selbst setzt auch der G10 beim Verwalten des Traffics die Spiele in den Vordergrund: Der Router nutzt das erweiterte QoS-System „Gaming Boost“, das die Datenpakete von Spielen bevorzugt behandelt. Der Nutzer muss nichts konfigurieren – der G10 holt sich die Konfiguration für jedes Spiel über einen Server, der regelmäßig aktualisiert wird. So erkennt ist der ASRock G10 jederzeit auf dem aktuellen Stand.

Als weiteres einzigartiges Feature besitzt der Router eingebaute IR-LEDs. Zusammen mit der für Android und iOS erhältlichen App lässt sich der ASRock G10 so zum Steuern sämtlicher Infrarot-Geräte im gleichen Raum einsetzen – Ihr Smartphone wird damit zur Universalfernbedienung. Die LEDs müssen dabei nicht in die Richtung des Empfängers weisen, da die Signale von den Wänden reflektiert werden. Zudem arbeitet die App auch als Client für die NAS-Funktionen des ASRock G10. Damit können ganz einfach Daten für alle Geräte im Netzwerk zur Verfügung gestellt werden. Für Bittorrent-Downloads muss zukünftig auch nicht mehr der stromhungrige Spiele-PC laufen. Des Weiteren liegt dem G10 der Miracast-Dongle H2R bei, der unterwegs auch als mobiler Access-Point fungiert. Dieser übertrifft einen Chromecast in seiner Funktionalität deutlich. Weitere Infos zum H2R-Dongle finden Sie dazu unter <http://goo.gl/fQSFbu>.



Der ASRock G10 Gaming Router ist mit allen notwendigen Anschlüssen ausgestattet. Es gibt sogar IR-LEDs (oben).



Den Zugriff auf Konfiguration und NAS erhalten Sie beim ASRock G10 komfortabel per App. Dem Router liegt zudem ein Miracast-fähiger Dongle bei, mit dem Sie andere Geräte flott für die Medienübertragung über das Netzwerk machen.

Infrastruktur

Boards, RAM, Eingabegeräte, Festplatten, SSDs, Netzteile, Notebooks

www.pcgameshardware.de/hardware



Mark Mantel
Fachbereich Online
E-Mail: mm@pcgh.de

Kommentar

Der „Nice!“-Effekt durch Freesync bei Echtzeitstrategie.

Nachdem mein NEC 2690 Wuxi (1) inzwischen doch in die Jahre gekommen ist und die ersten Anzeichen machte, sich in die heiligen Hardware-Gründe zu verabschieden, musste etwas Neues her. In der Hoffnung, dass Nvidia irgendwann vielleicht mal Adaptive-Sync unterstützen wird (man sehe sich „G-Sync Direct“ auf Notebooks an), wurde es ein Freesync-Modell in Form des Asus MG279Q in Kombination mit einer Radeon R9 390. Hat man erst mal die Inbetriebnahme erfolgreich vollführt – was wegen Black-Screens und falscher Bildschirmerkennung gar nicht so einfach war – stellte sich bei mir schnell ein „Aha!“- beziehungsweise „Nice!“-Effekt ein.

Dabei wird in Zusammenhang mit Free- oder G-Sync meistens nur darüber berichtet, dass Tearing und Ruckler durch V-Sync Geschichte sind. Oftmals vergessen wird aber der Input-Lag, wenn man nicht gerade eine Tearing-Orgie feiern möchte: In Kombination mit der höheren Bildwiederholrate zauberte die Neuanschaffung beim ersten Spielstart von DOTA 2 prompt ein Grinsen auf mein Gesicht. Meine Mitspieler durften sich im Teamspeak über einen längeren Zeitraum meine Freudesbekundungen anhören – so einen direkten Effekt hatte ich bei einer Hardware-Neuanschaffung schon lange nicht mehr. Ein weiterer netter Nebeneffekt: Diablo 3 läuft endlich flüssig und ohne nervigen Schluckauf wie „Rubberbanding“ (warum auch immer das ansonsten nicht funktioniert ...). Wer also gerade über eine Monitor-Neuanschaffung nachdenkt, sollte vielleicht mal nachsehen, ob es bei den gewünschten Eigenschaften nicht auch ein Modell mit einer dynamischen Bildwiederholrate gibt. Meine Meinung nach jetzt zwei Wochen: Einen etwaigen Aufpreis ist es definitiv wert!



MSI GE62 6QF Apache Pro im Kurztest

Das GE62 6QF Apache Pro erweist sich in unserem Kurztest als alltagstaugliches und schnelles Gaming-Notebook mit Skylake-Herz.

Beim GE62 6QF kombiniert MSI eine Nvidia GeForce GTX 970M mit der neuen Skylake-Generation, hier einem Core i7-6700HQ. Zusammen mit der sehr schnellen, 256 GB großen M.2-SSD für das Betriebssystem (Windows 10) sowie 16 GiByte DDR4-2133-RAM ist das GE62 6QF explizit zum Spielen geschaffen. Die GTX 970M mit 3 GiByte Grafikspeicher versorgt ein 15,6-Zoll-Display in 1.920 × 1.080 Pixel mit hoher Blickwinkelstabilität und Farbtreue, das allerdings etwas leuchtstärker sein dürfte. Ein neuer USB-3.1-Typ-C-Anschluss ermöglicht hohe Durchsatzraten und die Stromversorgung energiehungriger USB-Geräte, ergänzt von zwei USB-3.0-Schnittstellen, HDMI und Displayport. Die Tastatur mit variabler RGB-LED-Beleuchtung stammt von Steelseries und eignet sich dank eines angenehmen Druckpunkts sowohl zum

Schreiben als auch zum Spielen vorzüglich. Mit an Bord ist 2.1-Soundunterstützung von Dynaudio, die aus dem begrenzten Resonanzraum ansprechende Klangqualität herausholen kann; trotzdem empfiehlt sich ein Headset, schon weil das GE62 6QF unter Last recht laut wird. Nützlich: Per Tastendruck ist die Systemperformance dynamisch veränderbar, die drei Shift-Einstellungen „Green“, „Comfort“ und „Sport“ beeinflussen dabei jeweils GPU-Takt und Temperaturlimit. Die Abwärme wird über zwei Lüftererauslässe an der Rückseite sowie das Brushed-Aluminium-Gehäuse effektiv abgeführt. Im Akkubetrieb drosselt das Notebook spürbar, Spielen unterwegs ist daher nur bedingt möglich. (ms)

GE62 6QF Apache Pro

Fazit: MSI spendiert dem Apache Pro neben dem neuen Skylake Mobile eine ganze Reihe nützlicher Schnittstellen. USB 3.1 Typ C sowie die fixe M.2-SSD für das Betriebssystem sind äußerst gern gesehene Features.

Hersteller: MSI

Web: de.msi.com

Preis: Ca. € 1.450,- | Preis-Leistung: Gut

Skylake & DDR4-2133	Ausstattung	1,06
Schnelle M.2-SSD für OS	Eigenschaften	1,55
Recht laut unter Volllast	Leistung	2,08
PCGH-Preisvergleich		www.pcgh.de/preis/1330103
WERTUNG		1,77





Fanatec Clubsport Pedale V3

Mit hochwertiger, für Rennsims optimierter Peripherie hat sich Fanatec einen Namen gemacht. Jetzt präsentiert man die neue Clubsport-Pedalerie.

Fanatecs Clubsport Pedals V3 ist mehr als nur eine optisch aufgepeppte Neuauflage der von uns vor einem Jahr getesteten und als „Top-Produkt“ ausgezeichneten Clubsport Pedals V2. Um das Gefühl und die Authentizität bei der Rennsportsimulation mit Profi-Einstellungen noch deutlich zu steigern, stellt Fanatec auf der Webseite eine lange Liste von Verbesserungen vor. Darauf stehen der neue 90-kg-Load-Cell-Sensor, der einen realistischen, starken Pedaldruck aufbaut, magnetische Hallsensoren für Gas und Kupplung mit 12-Bit-Auflösung (viermal so viel wie bei der Version 2) sowie viele Möglichkeiten, die Pedale gemäß Ergonomie und Fahrstil einstellen zu können. Dazu gehören die alterna-

tiven, D-förmigen Pedalplatten mit gekrümmtem Design und die Vibrationsmotoren an Gas- und Bremspedal genauso wie die geänderte Konstruktion des Gaspedals zum schnellen Auswechseln der Feder oder die massive Stellschraube hinter dem Bremspedal zur Modifizierung der Steifigkeit und des Pedalwegs ohne Werkzeug.

Unser Praxistest mit *Assetto Corsa* (Profi-Einstellungen) untermauert, dass jedes dieser Upgrades sinnvoll war. Das Gaspedal reagiert im Anfangsbereich viel feinfühler und garantiert auch mit PS-Boliden wie dem Ferrari LaFerrari Starts ohne Traktionsverlust. Die äußerst feinfühlerige Reaktion des Bremspedals ist ein Klasse für sich, denn sie erlaubt präzise Bremsmanöver zur Geschwindigkeitskorrektur in scharfen Kurven. Ebenfalls begeistert waren wir von den möglichen Anpassungen bei der Ergonomie und dem Fahrstil. (fs)



Clubsport Pedals V3 EU

Fazit: Wer 360 Euro auf den Tisch legt – das Dämpfungs-Kit im Bild kostet 80 Euro extra –, darf sich auf ultrarealistischen Fahrspaß, extremes Feingefühl und optimale physische Anpassungsmöglichkeiten beim virtuellen Rennsport freuen.

Hersteller: Fanatec

Web: www.fanatec.com/eu-de/

Preis: Ca. € 360,- | Preis-Leistung: Ausreichend

PCGH-Preisvergleich Nur beim Hersteller erhältlich

WERTUNG

★★★★★

Thunderbolt 3 gratis bei Gigabyte

Die Topmodelle von Gigabytes Gaming-Baureihe wurden nachträglich für Thunderbolt 3 zertifiziert, passende Updates stehen zum Download bereit.

Gigabyte verbaut auf mehreren Sockel-1151-Mainboards Intels Alpine Ridge als USB-3.1-Controller. Dieser wurde eigentlich für Thunderbolt entwickelt. Für die Modelle Z170X-Gaming G1, Z170X-Gaming 7 und Z170X-Gaming GT hat Gigabyte jetzt eine Zertifizierung von Intel erhalten und schaltet über USB 3.1 hinausgehend den vollen Funktionsumfang frei. Besitzer der genannten Platinen finden im jeweiligen Supportbereich neue UEFI-Versionen und ein Thunderbolt-Firmware-Update-Tool. Nach der Installation kann am USB-3.1-Typ-C-Stecker des Mainboards auch Thunderbolt-Peripherie betrieben werden. In der neuen 3.0-Ausführung sind hierbei Datentransferraten von 40 GBit/s möglich (USB 3.1 erlaubt maximal 10 GBit/s).

Entsprechend des erweiterten Funktionsumfangs ändert sich die Bewertung unseres Sockel-1151-Testsiegers. Die Ausstattungsnote des Gigabyte Z170X-Gaming G1 (Test in PCGH 10/2015) verbessert sich um 0,11 Notenpunkte, die End-



note von 1,70 auf 1,68. Zu einem Preis von über 500 Euro ist das Preis-Leistungs-Verhältnis dennoch nur knapp ausreichend.

Ob weitere Mainboards nachträglich zertifiziert werden, hat Gigabyte nicht bekannt gegeben. Auf einigen Platinen wird Alpine Ridge nicht mit den für Thunderbolt 3 benötigten vier Lanes angebunden; beispielsweise beim Z170X-Gaming 3 ist eine Zertifizierung unwahrscheinlich. (tv)



Pure Wings 2 PWM

Zu spät für die Marktübersicht auf den folgenden Seiten, aber rechtzeitig für einen Kurztest erreicht uns Be quiets 140-mm-PWM-Budget-Modell.

Die 3-Pin-Ausführung des Be quiet Pure Wings 2 belegt als Silent-Empfehlung den fünften Platz unserer Marktübersicht (siehe Beschreibung/vollständige Testtabelle auf Seite 74/75). Bei 1.000 U/min bietet die von den Silent Wings 2 übernommene Lüftergeometrie zwar wenig Leistungsreserven, ist aber sehr gut für den Silent-Betrieb geeignet. Diese Abstimmung wurde auch für die PWM-Ausführung übernommen; nur der im Rahmen der Serienstreuung leicht größere Drehzahlbereich sorgt für eine etwas bessere Eigenschaftennote. Die Ausstattungsnote profitiert umgekehrt von der PWM-Fähigkeit. Im Alltag lässt sich gegebenenfalls aber nur eine von beiden Eigenschaften nutzen: Ausgeprägte PWM-Geräusche verdoppeln bereits bei 660 U/min die Lautheit auf 0,4 Sone gegenüber analoger Regelung. Wie immer bei PWM-Geräuschen können diese an anderen Lüftersteuerungen unterschiedlich ausgeprägt sein. An unserer Zalman ZM-MFC 3 zieht das PWM-Modell jedenfalls keinen Vorteil aus seinem vierten Pin und schlägt die 1 Euro günstigere 3-Pin-Ausführung nicht. (tv)

Gekürzte Testtabelle	Pure Wings 2 140mm
Hersteller	Be quiet (www.bequiet.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 9,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1345684
Ausstattung (20%)	3,01
Lüfteranschluss	4-Pin PWM
Eigenschaften (20%)	2,46
Max. Drehzahl nominell*/real	1.000/850 U/min**
Anlauf-Drehzahl PWM/analog, Anlaufspannung	310/310 U/min, 4,4 Volt
Leistung (60%)	3,06
Neben-/PWM-Geräusche	Hörbar
Testdrehzahl 100/75/50 %	880/660/480 U/min**
Temperaturdifferenz 100/75/50 %	12,1/15,5/21,1 Kelvin
Lautheit 100/75/50 %	0,6/0,4/0,3 Sone
Schalldruck 100/75/50 %	25,7/22,6/22,8 dB(A)
Lüfter sehr leise PWM-Störgeräusche Begrenzte Leistung FAZIT	
Wertung: 2,93	

Testsystem, Fußnoten und ausgelassene Tabellenpunkte: Siehe Lüftertest auf Seite 75.



140-mm-Marktübersicht

Nicht jeder ist bereit, 25 Euro pro Lüfter zu zahlen. Wir haben sechs weitere 140-mm-Modelle von 5 bis 15 Euro unter die Lupe genommen und prüfen, ob sie Anschluss an die Topmodelle halten können.

In Teil 1 unseres Vergleichs von 140-mm-Lüftern (PCGH 12/2015) setzte sich Noiseblockers Eloop B14-PS klar gegen andere Oberklassenlüfter durch. Aufgrund von Unregelmäßigkeiten im Testsystem konnten wir aber weder eine endgültige Wertung vergeben noch einen Vergleich zu günstigen Modellen aus älteren Tests ziehen.

Beides wollen wir jetzt nachholen. Zum einen haben wir sechs neue Lüfter zum Test gebeten, die die untere Hälfte des Preisspektrums abdecken. Zum anderen haben wir alle Lüfter aus Teil 1 und die sieben besten Lüfter aus vergangenen Tests erneut vermessen, um Vergleichbarkeit herzustellen. Die vollständige Testtabelle aller 13

Nachtests finden Sie unmittelbar im Anschluss an diesen Artikel, insgesamt präsentieren wir somit 19 Lüfter zwischen 25 und 5 Euro, vom Hochleistungs- bis zum Silent-Spezialisten. Zusätzlich beinhalten unsere Benchmarks die Lautheits- und die aktuellen Temperaturmesswerte aller 12 Lüfter aus Teil 1 und Teil 2 dieser Marktübersicht.

Neues, altes Testsystem

Nachdem wir bei den Arbeiten an der letzten Ausgabe Unterschiede von 7 bis 13 Prozent zwischen alten und neuen Messungen bei identischem Lüfter und Szenario feststellen mussten, haben wir unser gesamtes Testsystem einer umfangreichen Prüfung unterzogen. Glücklicherweise haben sich

Messtechnik, Messverfahren und Wärmequelle hierbei als robust erwiesen. Kleine, unvermeidbare Variationen und wechselnde Lüfter beeinflussten aber die Menge an warmer Abluft, die um den Testaufbau herum in den Ansaugbereich der Lüfter und den Messbereich der Lufttemperaturfühler gelang-

ten konnte. Dieser Prozess an und für sich ist kein Problem und tritt auch im Alltag an jedem Luftkühler auf. Im Falle des alten Testaufbaus schwankte jedoch die Menge der auf diesem Wege rezirkulierenden Luft stark, wenn sich die Position des Radiators zwischen zwei Marktübersichten leicht änderte, und

Auf Heft-DVD



Während die Temperaturmesswerte mit dem modifizierten Testaufbau neu ermittelt wurden, sind die Lüfter selbst unverändert. Begleitend zu den gedruckten Messwerten finden Sie daher die Beschreibungen aus PCGH 04 und 12/2015 auf der Heft-DVD.

Kühlleistung: Nanoxia und Cooltek punktgleich

100 Prozent Drehzahl, Temperaturdifferenz Wasser/Luft

Noctua NF-A14 IPPC-2000 PWM	7 (-10 %)
Noiseblocker Eloop B14-PS	7,8 (Basis)
Akasa 14cm Apache Black	8,2 (+5 %)
Enermax Cluster Advance	8,4 (+8 %)
Fractal Design Venturi HP-14 PWM	8,8 (+13 %)
Cryorig XF140	8,9 (+14 %)
Phanteks PH-F140SP	8,9 (+14 %)
Thermaltake Riing 14 RGB	9,3 (+19 %)
EK Water Blocks Vardar F1-140	10,3 (+32 %)
Be quiet Pure Wings 2 140 mm	11,8 (+51 %)
Nanoxia Cool Force	12,2 (+56 %)
Cooltek Silent Fan 14 Blue LED	12,2 (+56 %)

75 Prozent Drehzahl, Temperaturdifferenz Wasser/Luft

Noctua NF-A14 IPPC-2000 PWM	8,2 (-15 %)
Noiseblocker Eloop B14-PS	9,6 (Basis)
Akasa 14cm Apache Black	9,8 (+2 %)
Enermax Cluster Advance	10,1 (+5 %)
Fractal Design Venturi HP-14 PWM	10,7 (+11 %)
Thermaltake Riing 14 RGB	10,7 (+11 %)
Cryorig XF140	11,2 (+17 %)
Phanteks PH-F140SP	11,5 (+20 %)
EK Water Blocks Vardar F1-140	12,5 (+30 %)
Nanoxia Cool Force	14,6 (+52 %)
Cooltek Silent Fan 14 Blue LED	14,6 (+52 %)
Be quiet Pure Wings 2 140 mm	15,6 (+63 %)

50 Prozent Drehzahl, Temperaturdifferenz Wasser/Luft

Noctua NF-A14 IPPC-2000 PWM	10,8 (-15 %)
Noiseblocker Eloop B14-PS	12,7 (Basis)
Akasa 14cm Apache Black	13,1 (+3 %)
Thermaltake Riing 14 RGB	13,9 (+9 %)
Fractal Design Venturi HP-14 PWM	14,3 (+13 %)
Enermax Cluster Advance	14,8 (+17 %)
Cryorig XF140	15,4 (+21 %)
EK Water Blocks Vardar F1-140	17,8 (+40 %)
Phanteks PH-F140SP	16,2 (+28 %)
Nanoxia Cool Force	20,3 (+60 %)
Cooltek Silent Fan 14 Blue LED	20,3 (+60 %)
Be quiet Pure Wings 2 140 mm	21,0 (+65 %)

System: Xeon E5-2687W (8 Kerne Sandy Bridge, 150 W TDP); Core Damage; Alphacool Nexxos XP9 Black Chrome; Nexxos XT45 140mm **Bemerkungen:** Der XF-140 lässt sich nur mittels Spannungsregelung auf 50 Prozent Drehzahl drosseln.

Kelvin
◀ Besser

Lautheit: „Silent“ und „quiet“ gegen Nanoxia

100 Prozent Drehzahl, Lautheit aus 50 cm Entfernung

Nanoxia Cool Force	0,4 (-67 %)
Cooltek Silent Fan 14 Blue LED	0,5 (-58 %)
Be quiet Pure Wings 2 140 mm	0,6 (-50 %)
EK Water Blocks Vardar F1-140	1 (-17 %)
Noiseblocker Eloop B14-PS	1,2 (Basis)
Fractal Design Venturi HP-14 PWM	1,6 (+33 %)
Thermaltake Riing 14 RGB	1,6 (+33 %)
Phanteks PH-F140SP	1,7 (+42 %)
Cryorig XF140	2,3 (+92 %)
Enermax Cluster Advance	2,8 (+133 %)
Akasa 14cm Apache Black	2,8 (+133 %)
Noctua NF-A14 IPPC-2000 PWM	3,8 (+217 %)

75 Prozent Drehzahl, Lautheit aus 50 cm Entfernung

Be quiet Pure Wings 2 140 mm	0,2 (-50 %)
Nanoxia Cool Force	0,2 (-50 %)
Cooltek Silent Fan 14 Blue LED	0,2 (-50 %)
Noiseblocker Eloop B14-PS	0,3 (-25 %)
EK Water Blocks Vardar F1-140	0,4 (Basis)
Phanteks PH-F140SP	0,5 (+25 %)
Fractal Design Venturi HP-14 PWM	0,6 (+50 %)
Thermaltake Riing 14 RGB	0,7 (+75 %)
Cryorig XF140	0,8 (+100 %)
Akasa 14cm Apache Black	1,1 (+175 %)
Enermax Cluster Advance	1,4 (+250 %)
Noctua NF-A14 IPPC-2000 PWM	1,9 (+375 %)

50 Prozent Drehzahl, Lautheit aus 50 cm Entfernung

Be quiet Pure Wings 2 140 mm	0,1 (0 %)
Nanoxia Cool Force	0,1 (0 %)
Cooltek Silent Fan 14 Blue LED	0,1 (0 %)
Phanteks PH-F140SP	0,1 (0 %)
Fractal Design Venturi HP-14 PWM	0,1 (0 %)
Noiseblocker Eloop B14-PS	0,1 (Basis)
Thermaltake Riing 14 RGB	0,1 (0 %)
EK Water Blocks Vardar F1-140	0,2 (+100 %)
Cryorig XF140	0,2 (+100 %)
Enermax Cluster Advance	0,3 (+200 %)
Akasa 14cm Apache Black	0,3 (+200 %)
Noctua NF-A14 IPPC-2000 PWM	0,5 (+400 %)

System: Lüfter freistehend, an Zalman ZM-MFC3. Messung frontal. **Bemerkungen:** Der XF-140 lässt sich nur mittels Spannungsregelung auf 50 Prozent Drehzahl drosseln. Viele Teilnehmer von Teil 2 der Marktübersicht drehen langsam und bleiben leise.

Sone
◀ Besser

dies wurde von den Temperatursensoren nur unzureichend erfasst. Ergebnis: Die in der PCGH 04/2015 gemessenen Lüfter kühlten mit vorgewärmter Luft, ohne dass dies von den Lufttemperatursensoren angemessen berücksichtigt wurde.

Auf den direkten Vergleich untereinander hatte dies keinen Einfluss, aber die Vergleichbarkeit zwischen Messungen der PCGH 04/2015 und der 12/2015 war nicht gegeben. Wir haben nun die Position des Radiators geändert und alle Lüfter neu vermessen. Dank reproduzierbarer Bedingungen ist hierbei auch die Vergleichbarkeit zukünftiger Messungen sichergestellt. Alle anderen Testaspekte konnten unverändert übernommen werden.

Test szenarien

So testen wir jeden Lüfter bei 100, 75 und 50 Prozent seiner maximalen Drehzahl. Gemessen wird zum einen die Lautheit frontal aus einer Entfernung von 50 Zentimetern bei frei stehendem Lüfter. Zum anderen beurteilen wir die Leistung im realen Einsatz, indem wir den Lüfter auf einen Nexxos XT45 140-mm-Radiator schrauben und die Kühlleistung ermitteln. Der Einsatz einer Wasserkühlung erlaubt uns neben der Messung der Umgebungslufttemperatur auch die präzise Messung der Temperatur des zu kühlenden Wassers. Dies führt zu wesentlich exakteren Ergebnissen als bei einer Ermittlung der Kühlleistung über einen Vergleich zwischen Luft- und CPU-Tempera-

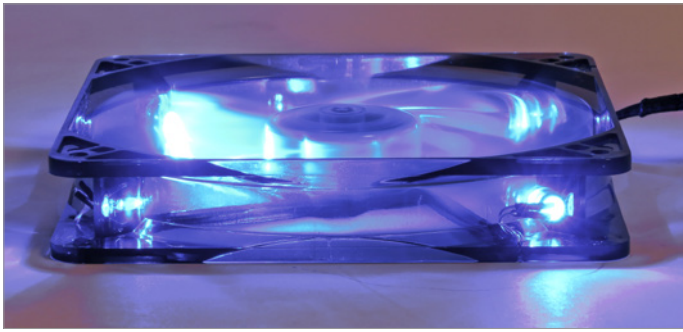
tur, da die CPU-internen Sensoren Letztere nur ungenau wiedergeben. Der Xeon E5-2687W im PCGH-Testsystem arbeitet dagegen nicht als Messelement, sondern als reine Wärmequelle – eine Aufgabe, die er mit 150 Watt TDP und voller Auslastung mittels Core Damage hervorragend erfüllt.

Abgerundet wird unsere Leistungsnote noch durch eine grobe Einschätzung der Nebengeräusche; ein unter starkem PWM-Fiepen leidender Lüfter kann schließlich auch bei geringer Lautheit störend sein. Mechanische Aspekte und die Regelbarkeit der Lüfter berücksichtigen wir dagegen in der Eigenschaftsnote; Features und Lieferumfang zählen zur Ausstattung.

Phanteks PH-F140SP: Oberklasseambitionen mit hochwertiger Technik.

In Sachen Ausstattung hebt sich unser Vergleichssieger primär durch seine Kabellänge ab. 50 cm wären für sich genommen schon ein komfortabler Wert; Phanteks legt zusätzlich eine Verlängerung bei, die rekordverdächtige 92 cm Abstand zum Lüfteranschluss ermöglicht. Für die Platzierung im Test ist aber die Technik des Lüfters wichtiger.

Hier fallen vor allem Lager und Antrieb des PH-F140SP positiv auf – indem sie nicht auffallen. Neben Noctuas NF-A14 FLX ist der PH-F140SP der einzige 14-cm-Lüfter, bei dem wir selbst aus wenigen Zentimetern Entfernung gar keine Nebengeräusche heraushören kön-



Der halbtransparente Rahmen des Cooltek Silent Fan 14 Blue LED lässt den direkten Blick auf die LEDs zu und verteilt deren Licht willkürlich in der Umgebung.



Cryorig legt dem XF140 alternative Gummiauflagen in Rot und Weiß bei. So kann man das Design des Lüfters an das Farbschema des eigenen Rechners anpassen.



Auch durch die Rahmenöffnungen strömt Luft in den Cluster Advance. Bei saugender Montage hinter einem Radiator trägt dieser Nebenstrom nicht zur Kühlung bei.

nen. Eingeschränkt wird dieses Lob durch das bei niedrigen Drehzahlen brummige Lufttrauschen von Phanteks Topmodell, das leichte Lagergeräusche schlicht übertönen würde. Insgesamt stellt der PH-140SP damit keine neuen Silent-Rekorde auf. Er erlaubt sich umgekehrt aber auch keine Schwächen bei der Kühlleistung, sondern hält beim Lautheits-Leistungs-Verhältnis genauso den Anschluss an die Oberklasse wie beim Preis.

Nanoxia Cool Force: Überraschend leiser Gehäuselüfter in neuer Farbe.

Nummer zwei unserer Marktübersicht ist ein alter Bekannter im neuen Gewand. Passend zu den neuen Cool-Force-Gehäusen legt Nanoxia den Deep-Cool-Lüfter unter neuem Namen und mit geändertem Farbschema neu auf. Mit einem Straßenpreis von um die neun Euro gehört die Deep-Cool-Serie klar zu den günstigeren Lüftern am Markt, versteht sich aber nicht als Billigprodukt. Im Test macht sich dies vor allem bei der Lautheit bemerkbar.

Mit maximal 0,4 Sone ist der Cool Force der leiseste 140-mm-Lüfter, den wir bislang getestet haben, und dank eines weiten Drehzahlbereiches und einer akzeptablen Lagerqualität lässt er sich noch deutlich weiter herunterregeln. Bei 50 Prozent Drehzahl macht er mit weit unter 0,1 Sone beziehungsweise 16,2 dB(A) dann selbst deutlich teureren Silent-Spezialisten Konkurrenz. Leider ebenfalls auf niedrigem Niveau bewegt sich die Kühlleistung. Seine geringe Lautheit erzielt der Cool Force nur teilweise über die Aerodynamik seiner sichelförmigen Lüfterblätter. Ebenso viel Einfluss hat die geringe Drehzahl von rund 1.000 U/min, die neben einem geringen Lufttrauschen auch eine geringe Kühlleistung zur Folge hat. Bei maximaler Drehzahl kann das Verhältnis aus beiden mit einigen Oberklasse-Produkten in gedrosseltem Zustand mithalten, Letztere bieten aber zusätzlich die Option auf höhere Drehzahlen, die dem günstigeren Cool Force fehlt.

Enermax Cluster Advance: Vielseitigkeit und Leistung mit Beleuchtung.

Aus Enermax' Twister-Familie haben wir bereits den T.B. Silence und (im 120-mm-Format) den Twister Pressure getestet. Auch

im Cluster Advance punktet das „Twister“-Lager mit seinem weiten Drehzahlbereich. Trotz 1.500 U/min Maximaldrehzahl läuft der Lüfter bei PWM-Regelung minimal mit 630 U/min, analog liegt die Anlaufdrehzahl gar bei knapp 500 U/min. Zusätzlich bietet Enermax einen Wahlschalter an der Lüfternabe, mit dem sich die Maximaldrehzahl auf 1.200 oder 900 U/min eingrenzen lässt. Im PWM-Betrieb hat diese einfache Lüftersteuerung kaum Einfluss auf die Minimaldrehzahl, in der 900-U/min-Einstellung bleibt es bei 620 U/min. Bei analoger Regelung messen wir dagegen eine Reduktion der Anlaufdrehzahl auf extrem niedrige 210 U/min.

Formell deckt der Cluster Advance somit von gehobenen Leistungsanforderungen bis zum extremen Silent-Bereich alle Szenarien ab. In der Praxis macht sich das Twister-Lager aber leider auch akustisch bemerkbar; über alle Drehzahlbereiche und Regelmethode hinweg sind Nebengeräusche hörbar. So bezahlt der Cluster Advance sein weites Leistungsspektrum mit einer in Relation zur Leistung immer leicht erhöhten Lautheit. Zum Ausgleich bietet Enermax eine weiße Beleuchtung, die sich alternativ auch ausschalten lässt.

Cryorig XF140: CPU-Lüfter mit Ambitionen und eigenem Rahmendesign.

Während man Nanoxias Cool Force den Gehäuselüfter-Ursprung erst an der Abstimmung anmerkt, macht der XF140 keinen Hehl aus seiner Vergangenheit. Dem Rahmen, der vom CPU-Kühlerspezialisten Cryorig kommt, sieht man bereits an, dass das gleiche Modell auch mit den hochqualitativen Kühlkörpern der Marke vertrieben wird. Beim Einsatz als Gehäuse- oder Radiatorlüfter ist das runde Design ohne ausgeprägte Ecken aber im Nachteil. Der für Befestigungspunkte oder genauer Lüfterklammern im Raster von 120-mm-Lüftern konzipierte Rahmen des XF140 deckt eine quadratische 140-mm-Lüfteröffnung nur teilweise ab und kann somit keinen hohen statischen Druck aufbauen.

Im Testergebnis spiegelt sich dies, trotz gehobener Drehzahl und einhergehender Lautheit, in einer eher mittelmäßigen Kühlleistung wider.

Exklusiv bei



CASEKING.de

DEN SCHNELLSTEN GAMING-PC DER WELT KONFIGURIEREN:



Werksübertaktete Prozessoren:

Handverlesene, übertaktete CPUs für das Extra an Gaming-Power!



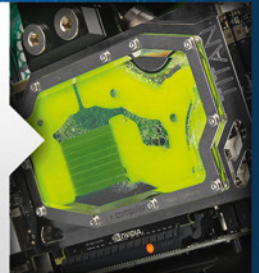
Custom-Wakü:

Unsere Profis vom King Mod Service nehmen den Einbau nach Ihren Bedürfnissen fachmännisch vor!



King Mod High-End Grafikkarten:

Sie wählen Ihre Traumgrafikkarte mit Wasserkühler oder alternativem Heatsink aus!



www.caseking.de/traumsystem

Die große 0% Weihnachtsfinanzierung im Dezember!

Auf das gesamte Sortiment, ab einem Warenkorb von 99 EUR und einer Laufzeit von maximal 12 Monaten!



Perfektion bis ins kleinste Detail



Belastungstests auf maximale Stabilität und Performance



36 Monate Garantie mit 2 Jahren Pick-Up-Service



Höchste Kompatibilität aller Komponenten

Du willst es noch individueller?

systems@caseking.de

+49 (0)30 5268473-07

Der King Mod Service macht

ALLES möglich – denn:

HIER ist NICHTS Standard!

Caseking GmbH, Gaußstr. 1, 10589 Berlin

eMail: info@caseking.de

tel. bestellen: 030 52 68 473 00

www.caseking.de

Alle Preisangaben inkl. 19% MwSt., exkl. Versandkosten. Irrtümer, Druckfehler und Preisänderungen vorbehalten.

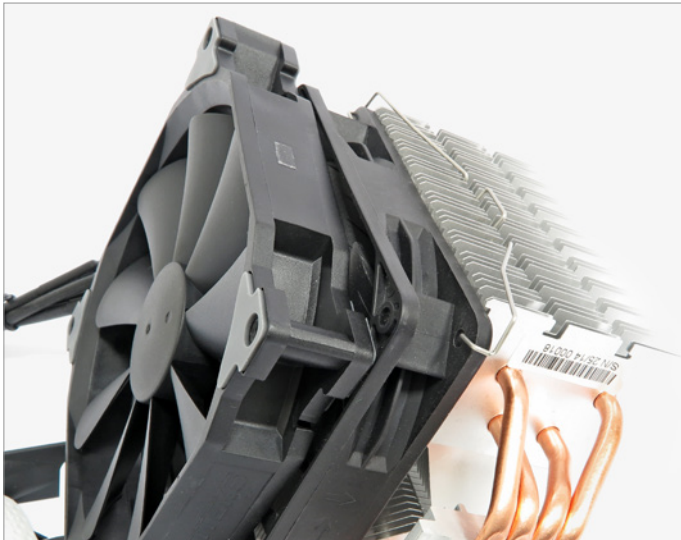
Intel, das Intel Logo, Intel Inside, Intel Core, und Core Inside sind Marken der Intel Corporation in den USA und anderen Ländern.

*Finanzierung gültig für alle Caseking PC-Systeme.

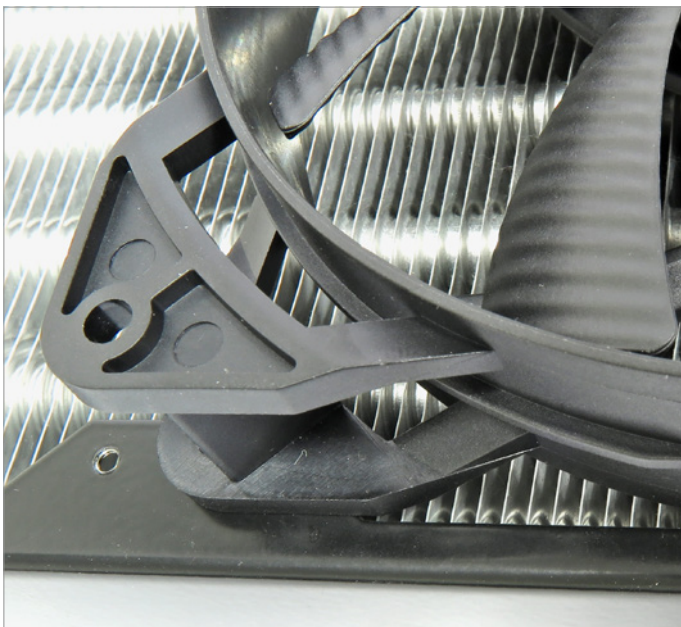
Barzahlungspreis entspricht dem Nettodarlehensbetrag. Finanzierungsbeispiel: Nettodarlehensbetrag von 499,90€. Effektiver Zins von 9,9% bei einer Laufzeit von 24 Monaten entspricht einem gebundenen Sollzins von 9,5% p. a. Bonität vorausgesetzt. Partner ist die Targobank. Die Angaben stellen zugleich das 2/3 Beispiel gem. § 6 a Abs. 3 PAngV dar. Technische Änderungen, Irrtümer und Druckfehler vorbehalten.



Nanoxias Cool Force (rechts) ist eine Neuauflage des bewährten Deep Silence in passendem Design zur neuen Cool-Force-Gehäuseserie.



Tunnel zwischen den Schraublöchern auf beiden Rahmenseiten stabilisieren den PH-F140SP (vorne), machen ihn aber auch inkompatibel zu manchen Lüfterhalterungen.



Die Aussparungen im Be-quiet-Rahmen benachteiligen den Pure Wings 2, wenn Luft durch eine klar definierte Gehäuse- oder Radiatoröffnung bewegt werden soll.

Bei maximaler Drehzahl ist dies kein großer Nachteil gegenüber den anderen Teilnehmern von Teil 2 unserer Marktübersicht, denn nur der ähnlich (in-)effiziente Cluster Advance überbietet die Maximalleistung des Cryorigs. In gedrosselem Zustand ist dieser aber nur noch bedingt konkurrenzfähig zu Phanteks PH-F140SP oder Nanoxias Silent-Spezialisten, die mittlere und niedrige Leistungsanforderungen bei klar geringerer Lautheit befriedigen. Passend hierzu ermöglicht der XF140 bei PWM-Regelung maximal eine Drosselung auf 54 Prozent der Maximaldrehzahl; als Endnote geben wir daher die leicht bessere Wertung für den Einsatz als analog geregelter Lüfter mit etwas größerem Regelbereich an.

Als Entschädigung für die mittelmäßige Leistung bietet Cryorig den besten Lieferumfang im Test. Zwar ist das Kabel des XF140 etwas kurz, mit Entkopplungsaufgaben (in verschiedenen Farben) und -steckern, Befestigungsschrauben und einem Steckeradapter liegen dem XF140 für 13 Euro aber mehr Extras bei als anderen Teilnehmern des günstigen zweiten Testfeldes unserer 140-mm-Marktübersicht.

Be quiet Pure Wings 2: Spartanischer Silent-Spezialist zum Budget-Preis. Minimalistisch ist die Ausstattung von Be quiets Pure Wings 2. Als einziger Lüfter in diesem Vergleich verfügt er nicht einmal über ummantelte Kabel, mit acht Euro ist er allerdings auch das zweitgünstigste Angebot. Neben dem Verzicht auf Extras ermöglichen ein günstiges Lager und ein spartanischer Rahmen ohne Entkopplung diesen günstigen Preis. Der Rahmen bringt, genauso wie bei Cryorig, einen prinzipiellen Leistungs-nachteil mit sich, nutzt aber die normalen 140-mm-Halterungspunkte. Ohne die Entkopplungselemente teurer Be-quiet-Modelle ist er übrigens kompatibel mit gängigen Lüfterbefestigungsschrauben.

Glanzpunkt der Baureihe ist die unverändert vom High-End-Produkt Silent Wings übernommene Lüfterblattgeometrie. Insbesondere am unteren Ende des weiten Regelbereichs, wo der offene Rahmen weniger Einfluss hat, bieten die Pure Wings 2 quasi die gleiche Kühlleistung bei gleicher Lautheit wie ihre mehr als doppelt so teuren Kollegen. Auch das Lager schränkt die Silent-Eignung nicht ein; nur an der geringeren spezifizierten Lebenserwartung (80.000 statt 300.000 Betriebsstunden) zeigt sich die Sparmaßnahme. Damit ist der Pure Wings 2 neben Nanoxias Cool Force klar der Sparfuchs-Silent-Tipp dieser Ausgabe. In der Gesamtwertung macht sich aber die allgemein niedrige Drehzahl bemerkbar – leiser als leise bringt vielen Nutzern keine Vorteile, führt aber zu etwas höheren Temperaturen.

Cooltek Silent Fan 14 Blue LED: Niedriger Preis trifft niedrige Drehzahl. Noch billiger ist Coolteks Silent Fan, den es mit verschiedenen Beleuchtungen oder auch ohne gibt. „Billig“ beschreibt aber auch die verwendete Technik. So ist der Lüfter zwar dank seiner niedrigen Maximaldrehzahl von 900 U/min nie laut, wie bei anderen Silent-Produkten sinkt die Kühlleistung aber mit dem Luftaustausch. Zusätzlich macht sich beim Silent Fan 14 das Lager bemerkbar, dessen Rattern insbesondere bei voller Leistung klar herauszuhören ist. In gedrosselem Zustand werden die Nebengeräusche und das Rauschen der Lüfterblätter zwar leiser, insgesamt ist der Silent Fan 14 aber immer etwas lauter als nötig. Hinzu kommt die hohe Anlaufdrehzahl von fast 700 U/min – ein stark gedrosselter Betrieb ist nur möglich, wenn die verwendete Lüftersteuerung eine Start-Boost-Funktion hat. In diesem Szenario werden minimal 280 U/min bei 3 V möglich, Lager und Lüfter sind nur noch aus wenigen Zentimetern Entfernung wahrnehmbar. Für gerade einmal sechs Euro sind die Schwächen des Silent Fan 14 aber auch in anderen Szenarien hinnehmbar.

Fazit

Hardware

Qualität oder Quantität?

Der Vergleich mit den Oberklasse-Lüftern (siehe folgende Seiten) zeigt: Wirklich gute Lüfter haben ihren Preis, die günstigen Modelle haben bei gleicher Lautheit keine Chance gegen NF-A14FLX, B14-SP und Co. Nutzt man zum gleichen Preis aber zwei bis fünf günstige Lüfter, sieht die Leistungsrechnung wieder ganz anders aus.

Testsystem: Xeon E5-2687W (3,4 GHz/1,069 V unter Last), Gigabyte GA-X79-UD7, EK! Permafrost, Nexxos XP Black Chrome Aquastream XT@75 Hz, Nexxos XT@45 180mm/140/120mm, Windows 7 x64 SP1, Core Damage, Temperaturmessung vor und nach Radiator und mit drei Sensoren vor Lüfter via Aquaroc XT. Herstellerangaben. ** - Aufgrund des fehlenden Gegendrucks kann die freistehend gemessene Maximaldrehzahl in beide Richtungen von der 100-Prozent-Testdrehzahl auf einem Radiator abweichen.

140-MM-LÜFTER

Auszug aus Testtabelle mit 39 Wertungskriterien



Produkt	PH-F140SP	Cool Force	Cluster Advance
Hersteller	Phanteks (www.phanteks.com)	Nanoxia (www.nanoxia-world.com)	Enermax (www.enermax.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 15,-/befriedigend	Ca. € 9,-/gut	Ca. € 13,-/befriedigend
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1112616	Noch nicht gelistet	www.pcgh.de/preis/1186749
Alternative Varianten	Weißer Lüfterblätter; beleuchtet LED weiß, blau, grün, rot oder orange; PWM	Deep Silence (anderer Grünton) 1.100, 1.400, 1.800 und PWM 1.400 U/min	–
Ausstattung (20%)	2,45	2,38	1,72
Lüfteranschluss	3-Pin	3-Pin	4-Pin PWM
Kabel	Ummantelt, 92 cm inkl. Verlängerung(en)	Ummantelt, 43 cm	Ummantelt, 49 cm
Entkopplung	Gummi-Auflagefläche	Gummistecker	Gummistecker
Lüftersteuerung	–	Vorwiderstand	3-stufig an Lüfternabe
Zubehör	Lüfterschrauben	Lüfterschrauben	Adapter auf 4-Pin Mol
Optische Besonderheiten	–	–	4 weiße LEDs, deaktivierbar (Schalter, 3 cm Kabel)
Eigenschaften (20%)	2,64	2,07	2,18
Länge x Breite x Höhe	139 x 139 x 27 mm	140 x 140 x 25 mm	139 x 139 x 25 mm
Lebensdauer/MTBF/MTTF*	150.000 Stunden	80.000 Stunden	160.000 Stunden
Nenn-Stromstärke*	0,20 Ampere	0,14 Ampere	0,30 Ampere
Max. Drehzahl nominell*/real	1.200/1.220 U/min**	1.100/1.060 U/min**	1.500/1.490 U/min** (auf niedrigster Stufe 900 U/min)
Anlauf-Drehz. PWM/analog, Anlaufspann.	–/570 U/min, 4,5 Volt	–/360 U/min, 3,6 Volt	630/490 U/min, 4,3 Volt (auf niedrigster Stufe 620/210 U/min)
Rahmen, Montage	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (Tunnel)	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)	Rahmen saugseitig offen; 140- und 135-mm-Montagebohrungen (offen)
Leistung (60%)	2,39	2,63	3,12
Neben-/PWM-Geräusche	(Fast) unhörbar	Leise	Hörbar
Testdrehzahl 100/75/50 %	1.200/910/600 U/min**	980/780/540 U/min**	1.500/1.140/720 U/min**
Temperaturdifferenz 100/75/50 %	8,9/11,5/16,2 Kelvin	12,2/14,6/20,3 Kelvin	8,4/10,1/14,8 Kelvin
Lautheit 100/75/50 %	1,7/0,5/0,1 Sone	0,4/0,2/0,1 Sone	2,8/1,4/0,3 Sone
Schalldruck 100/75/50 %	34,0/24,7/16,7 dB(A)	21,7/18,4/16,3 dB(A)	38,5/31,4/21,3 dB(A)
FAZIT	- Sehr leises Lager - Leistung bei niedrigen Drehzahlen gut - Brummige Klangcharakteristik	- Sehr leise - Weiter Regelbereich - Niedrige Leistung	- Integrierte Steuerung - Weiter Regelbereich - Hörbares Lager
	Wertung: 2,45	Wertung: 2,47	Wertung: 2,65

140-MM-LÜFTER

Auszug aus Testtabelle mit 39 Wertungskriterien



Produkt	XF140	Pure Wings 2 140mm	Silent Fan 140 Blue LED
Hersteller	Cryorig (www.cryorig.com)	Be quiet (www.bequiet.de)	Cooltek (www.cooltek.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 13,-/befriedigend	Ca. € 8,-/gut	Ca. € 6,-/sehr gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1062136	www.pcgh.de/preis/994425	www.pcgh.de/preis/1138077
Alternative Varianten	–	1.000 U/min PWM	LED Grün, Rot; unbeleuchtet; PWM 1.200 U/min
Ausstattung (20%)	2,59	3,15	3,01
Lüfteranschluss	4-Pin PWM (voller Regelbereich nur analog)	3-Pin	3-Pin
Kabel	Ummantelt, 30 cm	Zusammenhängende Adern, 45 cm	Ummantelt, 44 cm
Entkopplung	Gummistecker, Gummi-Auflagefläche	–	–
Lüftersteuerung	–	–	–
Zubehör	Lüfterschrauben; Adapter auf 4-Pin Mol	Lüfterschrauben	Lüfterschrauben
Optische Besonderheiten	Alternative Gummi-Auflageflächen in rot und weiß	–	–
Eigenschaften (20%)	2,74	2,90	3,48
Länge x Breite x Höhe	140 x 140 x 27 mm	139 x 139 x 25 mm	140 x 140 x 25 mm
Lebensdauer/MTBF/MTTF*	keine Angabe	80.000 Stunden	80.000 Stunden
Nenn-Stromstärke*	0,16 Ampere	0,30 Ampere	0,11 Ampere
Max. Drehzahl nominell*/real	1.300/1.320 U/min**	1.000/910 U/min**	900/940 U/min**
Anlauf-Drehz. PWM/analog, Anlaufspann.	710/610 U/min, 5,3 Volt	–/440 U/min, 4,9 Volt	–/690 U/min, 8,3 Volt
Rahmen, Montage	Rahmen beidseitig offen; 120-mm-Montagebohrungen (offen)	Rahmen beidseitig offen; 140-mm-Montagebohrungen (offen)	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)
Leistung (60%)	2,74	2,78	2,70
Neben-/PWM-Geräusche	Leise	(Fast) unhörbar	Noch leise
Testdrehzahl 100/75/50 %	1.300/970/660 U/min**	910/660/480 U/min**	890/720/480 U/min**
Temperaturdifferenz 100/75/50 %	8,9/11,2/15,4 Kelvin	11,8/15,6/21,1 Kelvin	12,2/14,6/20,3 Kelvin
Lautheit 100/75/50 %	2,3/0,8/0,2 Sone	0,6/0,2/0,1 Sone	0,5/0,2/0,1 Sone
Schalldruck 100/75/50 %	36,8/27,5/19,6 dB(A)	25,2/18,2/16,2 dB(A)	23,8/19,5/16,5 dB(A)
FAZIT	- Lieferumfang - Kein Standard-140-mm-Rahmen - PWM-Regelbereich sehr eng	- Sehr leise - Sehr leises Lager - Begrenzte Leistung	- Niedriger Preis - Hörbares Lager - Sehr hohe Anlaufspannung und -Drehzahl
	Wertung: 2,71	Wertung: 2,88	Wertung: 2,92

Testsystem: Xeon E5-2687W (3,4 GHz/1,069 V unter Last), Gigabyte GA-X79-UD7, EK! Permafrost, Nexxos XP Black Chrome Aquastream XT@75 Hz, Nexxos XT@45 180mm/140/120mm, Windows 7 x64 SP1, Core Damage, Temperaturmessung vor und nach Radiator und mit drei Sensoren vor Lüfter via Aquaroc XT. Herstellerangaben. ** - Aufgrund des fehlenden Gegendrucks kann die freistehend gemessene Maximaldrehzahl in beide Richtungen von der 100-Prozent-Testdrehzahl auf einem Radiator abweichen.

140-mm-Nachtest: 13 Lüfter neu gemessen

Im ersten Teil unserer 140-mm-Marktübersicht (PCGH 12/2015) beobachteten wir Unregelmäßigkeiten verglichen mit früheren Tests. So kühlte der Noctua NF-A14 IPPC bei gleicher Drehzahl etwas besser als der NF-A14 FLX in der PCGH 04/2015, dabei sind beide Lüfter aerodynamisch identisch. Gegenproben mit dem NF-A14 FLX und weiteren Lüftern ergaben Abweichungen um 7 bis 13 Prozent gegenüber bisherigen Messungen.

Fehlereingrenzung

Trotz fieberhafter Anstrengungen konnte die Fehlerursache bis zum Redaktionsschluss der Ausgabe 12/2015 nicht geklärt werden. Da die neuen Messergebnisse zumindest untereinander vergleichbar waren, erschien der Test trotzdem mit einem entsprechenden Hinweis und einer vorläufigen Endwertung. Parallel ging die Fehlersuche mit mehreren Dutzend Kontrollmessungen weiter.

Fehlerursache & -behebung

Die Testplattform erwies sich hierbei als voll funktionsfähig; weder Temperaturfühler noch Energieumsatz zeigten Auffälligkeiten. Auch der Wärmeübergang von der CPU in den Wasserkühlungs-Messkreislauf und der Wärmetransport im Kreislauf selbst waren wenig anfällig gegenüber Störungen, genauso wie die Wärmeabgabe am Radiator. Leider gilt dies nicht für die Luftströmung um den Testaufbau.

Kleine Variationen, wie sie bei einer erneuten Nutzung nach mehreren Monaten unvermeidbar sind, wirkten sich deutlich auf den alten Testaufbau aus. Das erneute Ansaugen eines kleinen, aber schwankenden Teils der warmen Abluft ohne Registrierung durch die Umgebungstemperatursensoren manipulierte die Kühlleistungsmessung. Ab sofort testen wir deswegen mit einer neuen Anordnung von Radiator und Temperatursensoren.

Korrekturauswirkungen

Ohne unbemerkten, schwanken den Einfluss von Abluft stellt die neue Testkonfiguration sicher, dass Messungen in Zukunft über lange Zeiträume konsistent bleiben. Um auch einen Vergleich mit alten Testkandidaten zu ermöglichen, haben wir außerdem zahlreiche Lüfter erneut vermessen und die Ergebnisse hier zusammengefasst; die weiterhin gültigen, alten Beschreibungen finden Sie auf der Heft-DVD.

Die neue Bestenliste

Spitzenreiter der neuen Gesamtwertung ist Noiseblockers Eloop B14-PS aus der PCGH 12/2015, dessen finale Wertung ihn deutlich vor der alten Referenz Noctua NF-A14 FLX platziert. Thermaltakes Riing 14 RGB liegt dank seiner aufwendigen Beleuchtung gleichauf. Die alten Paare NF-A14 FLX und Aerocool Dead Silence beziehungsweise Scythe Slip Stream und Noiseblocker Black Silent Pro sind dafür jetzt kla-

rer getrennt, während der Abstand zwischen Enermax T.B. Silence und Silverstone SST-FQ141 beinahe auf null schrumpft. Vor diesen beiden findet sich Fractal Designs Venturi HP-14 als dritter Neuzugang aus der PCGH 12/2015. Weiter hinten folgt eine Mischung aus Silent- und Power-Spezialisten (Be Quiet Silent Wings 2 und Noctua NF-A14 IPPS) sowie zwei universell abgestimmten, aber qualitativ etwas einfacher gehaltenen Produkten. (tv)

Fazit



Aus Fehlern gelernt

Kein Tester gesteht gerne Mängel in seinen bisherigen Messungen ein, aber nur so sind Qualitätssteigerungen möglich. Positiver Nebeneffekt für unsere Leser sind zuverlässige Tests und die wohl umfangreichste PCGH-140-mm-Lüfterübersicht mit insgesamt 19 Modellen auf diesen beiden und den vorangegangenen Seiten.

140-MM-LÜFTER Auszug aus Testtabelle mit 39 Wertungskriterien	Test in PCGH 12/2015	Test in PCGH 12/2015	Test in PCGH 04/2015	Test in PCGH 04/2015	Test in PCGH 04/2015
Produkt	Eloop B14-PS	Riing 14 RGB	NF-A14 FLX	Dead Sil. White Edi. 140mm	Slip Stream 140XT 1200rpm
Hersteller	Blacknoise (www.noiseblocker.de)	Thermaltake (www.thermaltake.de)	Noctua (www.noctua.at)	Aerocool (www.aerocool.com.tw)	Scythe (www.scythe-eu.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 25,-/ausreichend	Ca. € 25,-/ausreichend	Ca. € 20,-/befriedigend	Ca. € 18,-/befriedigend	Ca. € 9,-/gut
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcggh.de/preis/1313838	www.pcggh.de/preis/1348647	www.pcggh.de/preis/870798	www.pcggh.de/preis/1058907	www.pcggh.de/preis/954180
Alternative Varianten	Non-PWM 600 U/min, 900 U/min und 1.400 U/min	LED einfarbig weiß, orange, gelb, grün, rot oder blau	-	Rot, blau, schwarz (ohne LED)	500 U/min, 800 U/min, 1.700 U/min, 1.300 U/min PWM
Ausstattung (20%)	2,17	1,75	1,54	1,75	2,31
Lüfteranschluss	4-Pin PWM	4-Pin PWM	3-Pin	3-Pin	3-Pin
Kabel	Ummant., 75 cm inkl. Verlängerung(en)	Ummantelt, 45 cm	Ummant., 53 cm inkl. Verlängerung(en)	Ummantelt, 50 cm	Ummantelt, 50 cm
Entkopplung	Gummi-Auflagefläche	Gummi-Auflagefläche	Gummistecker, Gummi-Auflagefläche	Gummistecker, Gummi-Auflagefläche	Gummistecker
Lüftersteuerung	-	2-stufig, zusätzlich zu PWM, regelt drei Lüfter, mit 50 cm Kabel	2 Spannungs-Adapter	Spannungs-Adapter	-
Zubehör	Lüfterschrauben	Lüfterschrauben; Y-Verteiler	Lüfterschrauben; Adapter auf 4-Pin Mol	Lüfterschrauben; Adapter auf 4-Pin Mol	Lüfterschrauben; Adapter auf 4-Pin Mol
Optische Besonderheiten	-	RGB-LED-beleuchteter Ring (256 Farben wählbar oder durchwechselnd)	-	4 weiße LEDs, nicht deaktivierbar	-
Eigenschaften (20%)	1,91	2,00	2,93	3,00	1,91
Länge x Breite x Höhe	140 x 140 x 29 mm	140 x 140 x 26 mm	140 x 140 x 25 mm	140 x 140 x 25 mm	140 x 140 x 25 mm
Lebensdauer/MTBF/MTTF*	140.000 Stunden	40.000 Stunden	150.000 Stunden	100.000 Stunden	30.000 Stunden
Nenn-Stromstärke*	0,15 Ampere	0,26 Ampere	0,08 Ampere	0,30 Ampere	0,20 Ampere
Max. Drehzahl nominell*/real	1.200/1.160 U/min**	1.400/1.430 U/min**	1.200/1.220 U/min**	1.000/1.020 U/min**	1.200/1.300 U/min**
Anlauf-Drehzahl PWM/analog, Anlaufspannung	320/390 U/min, 3,5 Volt	690/460 U/min, 5,4 Volt	-/710 U/min, 6,4 Volt	-/610 U/min, 5,5 Volt	-/420 U/min, 3,2 Volt
Rahmen, Montage	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)	Geschlossen, 140-mm- und 120-mm-Montagebohrungen (offen/Tunnel),
Leistung (60%)	2,02	2,52	2,30	2,30	2,49
Neben-/PWM-Geräusche	Leise	Leise	(Fast) unhörbar	(Fast) unhörbar	Hörbar
Testdrehzahl 100/75/50 %	1.150/840/570 U/min**	1.340/1.020/610 U/min**	1.190/900/590 U/min**	1.010/780/500 U/min**	1.270/970/670 U/min**
Temperaturdiff. 100/75/50 %	8,8/11,0/15,2 Kelvin	9,1/11,3/16,9 Kelvin	9,5/12,0/16,9 Kelvin	10,3/12,9/18,3 Kelvin	8,9/11,4/15,7 Kelvin
Lautheit 100/75/50 %	1,2/0,3/0,1 Sone	1,6/0,7/0,1 Sone	1,2/0,4/0,1 Sone	0,7/0,3/0,1 Sone	1,6/0,7/0,1 Sone
Schalldruck 100/75/50 %	31,0/21,5/17,2 dB(A)	32,6/26,4/18,2 dB(A)	29,7/21,6/16,6 dB(A)	26,8/20,5/16,5 dB(A)	33,6/26,6/18,0 dB(A)
FAZIT	➢ Gute Leistung ➢ Sehr leise ➢ Etwas dicker als andere Lüfter	➢ Extravagante Beleuchtung ➢ Beiliegende Steuerung ➢ Leistung pro Lautheit mittelmäßig	➢ Lautloses Lager ➢ Leise ➢ Umfangreiche Ausstattung	➢ Sehr leise ➢ Leistung trotzdem gut ➢ Beleuchtet	➢ Gute Leistung ➢ Runtergeregelte leise ➢ Sehr günstig
	Wertung: 2,03	Wertung: 2,27	Wertung: 2,27	Wertung: 2,33	Wertung: 2,34

Testsystem: Xeon E5-2687W (3,4 GHz/1,069 V unter Last), Gigabyte GA-X79-UD7, EKL Permafrost, Nexos XP Black Chrome, Aquasystem XT@75 Hz, Nexos XT45 180mm 140/120mm, Windows 7 x64 SP1, Core Damage. Temperaturmessung vor und nach Radiator und mit drei Sensoren vor Lüfter via Aquarob XT. * : Herstellerangaben ** : Aufgrund des fehlenden Gegendrucks kann die feststehend gemessene Maximaldrehzahl in beide Richtungen von der 100-Prozent-festdrehzahl auf einem Radiator abweichen.

beyerdynamic MMX 300 Manufaktur

**Vorteilspreis
für PCGH-Leser:
Nur € 259,-**
inkl. Versand

Features MMX 300 Manufaktur

- Jedes Headset ein Unikat, handgefertigt in Deutschland
- 5 Jahre Garantie
- Hervorragende Dämpfung von Außengeräuschen (ca. 18 dBA)
- Ergonomische Bauweise für höchsten Tragekomfort
- Erstklassige Hi-Fi-Qualität mit brillanten Höhen und abgründigen Bässen
- Kondensatormikrofon (Back-Elektret) mit Nierencharakteristik
- Geräuschkompensiertes Mikrofon mit hoher Störschallauslöschung
- Robuste Federstahlbügelkonstruktion mit weichen, austauschbaren Ohr- und Kopfpolstern

Zusätzlich ein DTX 102 iE in der Farbe weiß/silber im Wert von € 79,- on top
Limitiert auf 100 Stück*



*Laufzeit beschränkt bis 31.12.2015



Hier können Sie sich den Rabatt sichern: www.beyerdynamic.de/PCGH

Rabattcode: PCGH2015

Games Hardware
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

140-MM-LÜFTER Auszug aus Testtabelle mit 39 Wertungskriterien				
	Test in PCGH 04/2015	Test in PCGH 12/2015	Test in PCGH 04/2015	Test in PCGH 04/2015
Produkt	Black Silent Pro PK-2	Venturi HP-14 PWM	T.B.Silence PWM 140mm	SST-FQ141
Hersteller	Blacknoise (www.noiseblocker.de)	Fractal Design (www.fractal-design.de)	Enermax (www.enermax.de)	Silverstone (www.silverstonetek.com)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 16,-/befriedigend	Ca. € 20,-/ausreichend	Ca. € 11,-/gut	Ca. € 15,-/befriedigend
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcg.de/preis/476867	www.pcg.de/preis/1266895	www.pcg.de/preis/886129	www.pcg.de/preis/1170330
Alternative Varianten	700 U/min, 1.700 U/min, 1.500 U/min PWM	–	Non-PWM 750 und 1.300 U/min	–
Ausstattung (20%)	1,89	2,31	2,59	1,96
Lüfteranschluss	3-Pin	4-Pin PWM	4-Pin PWM	4-Pin PWM
Kabel	Ummantelt, 75 cm inkl. Verlängerung(en)	Ummantelt, 50 cm	Ummantelt, 49 cm	Ummantelt, 29 cm
Entkopplung	Gummirahmen beiliegend	Gummiecken	–	Gummistecker, Gummi-Auflagefläche
Lüftersteuerung	–	–	–	Spannungs-Adapter
Zubehör	Lüfterschrauben	Lüfterschrauben; Y-Verteiler	Lüfterschrauben; Adapter auf 4-Pin Mol	Lüfterschrauben; Adapter auf 4-Pin Mol
Eigenschaften (20%)	2,29	1,76	1,58	2,47
Länge × Breite × Höhe	140 × 140 × 25 mm	140 × 140 × 25 mm	140 × 140 × 25 mm	140 × 140 × 25 mm
Lebensdauer/MTBF/MTTF*	140.000 Stunden	150.000 Stunden	160.000 Stunden	150.000 Stunden
Nenn-Stromstärke*	0,09 Ampere	0,20 Ampere	0,30 Ampere	0,11 Ampere
Max. Drehzahl nominell*/real	1.200/1.250 U/min**	1.500/1.360 U/min**	1.200/1.270 U/min**	1.000/1.000 U/min**
Anlauf-Drehzahl PWM/analog, Anlaufspannung	–/460 U/min, 3,7 Volt	350/330 U/min, 7,0 Volt	520/200 U/min, 4,4 Volt	460/630 U/min, 6,4 Volt
Rahmen, Montage	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (Tunnel)	Geschlossen, 120- und 140-mm-Montagebohrungen (Tunnel)	Saugseitig seitlich offen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)
Leistung (60%)	2,59	2,66	2,64	2,56
Neben-/PWM-Geräusche	Leise	Leise	Deutlich hörbar	Hörbar
Testdrehzahl 100/75/50 %	1.210/890/600 U/min**	1.350/1.030/600 U/min**	1.290/970/660 U/min**	1.030/790/550 U/min**
Temperaturdifferenz 100/75/50 %	10,2/12,8/18,1 Kelvin	9,6/11,7/18,2 Kelvin	9,2/11,8/16,0 Kelvin	10,3/12,9/17,6 Kelvin
Lautheit 100/75/50 %	1,2/0,5/0,1 Sone	1,6/0,6/0,1 Sone	1,7/0,6/0,1 Sone	1,1/0,4/0,1 Sone
Schalldruck 100/75/50 %	31,1/23,1/17,3 dB(A)	33,5/25,5/17,1 dB(A)	34,6/25,6/18,1 dB(A)	30,0/21,6/17,8 dB(A)
FAZIT	Leise Flexibles Kabelsystem Leistung pro Lautheit nur Mittelmaß	Intelligente Entkopplung Niedrige Anlaufdrehzahl Leistung pro Lautheit nur Mittelmaß	Weiter Regelbereich Hohe Leistung Luft- & Lager-Nebengeräusche	Leise Begrenzte Maximalleistung Leichtes Lagerklackern
	Wertung: 2,39	Wertung: 2,41	Wertung: 2,42	Wertung: 2,42

Testsystem: Xeon E5-2687W (3,4 GHz/1,069 V unter Last), Gigabyte GA-X79-UD7, EKL Permafract, Nexos XP Black Chrome, Aquatream XT@75 Hz, Nexos XT45 180mm/140/120mm, Windows 7 x64 SP1, Core Damage. Temperaturmessung vor und nach Lüfter und mit drei Sensoren vor Lüfter via Aquarob XT1. Herstellerangaben. **Aufgrund des fehlenden gemessenen Maximaldrehzahl in beide Richtungen von der 100-Prozent-Istleistung auf einem Radiator abweichen.

140-MM-LÜFTER Auszug aus Testtabelle mit 39 Wertungskriterien				
	Test in PCGH 04/2015	Test in PCGH 12/2015	Test in PCGH 12/2015	Test in PCGH 12/2015
Produkt	Silent Wings 2 PWM	14cm Apache Black	Vardar F1-140	NF-A14 Industr.-PPC-2000 PWM
Hersteller	Be quiet (www.bequiet.de)	Akasa (www.akasa.com.tw)	EK Water Blocks (www.ekwb.com)	Noctua (www.noctua.at)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 20,-/ausreichend	Ca. € 17,-/ausreichend	Ca. € 19,-/ausreichend	Ca. € 22,-/mangelhaft
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcg.de/preis/877396	www.pcg.de/preis/681031	www.pcg.de/preis/1309081	www.pcg.de/preis/1115473
Alternative Varianten	Non-PWM 1.000 U/min	–	–	3.000 U/min PWM; 2.000 U/min PWM IP67; 2.000 U/min non-PWM,
Ausstattung (20%)	2,31	2,80	3,43	2,87
Lüfteranschluss	4-Pin PWM	4-Pin PWM	4-Pin (starke PWM-Störgeräusche)	4-Pin PWM
Kabel	Ummantelt, 45 cm	Ummantelt, 40 cm	Ummantelt, 30 cm	Ummantelt, 40 cm
Entkopplung	Gummistecker, Gummi-Auflagefläche	Gummistecker	–	Gummi-Auflagefläche
Lüftersteuerung	–	–	–	–
Zubehör	Lüfterschrauben	–	Lüfterschrauben	Lüfterschrauben
Eigenschaften (20%)	1,95	2,05	1,91	1,18
Länge × Breite × Höhe	141 × 141 × 26 mm	140 × 140 × 25 mm	139 × 139 × 26 mm	140 × 140 × 25 mm
Lebensdauer/MTBF/MTTF*	300.000 Stunden	50.000 Stunden	50.000 Stunden	150.000 Stunden
Nenn-Stromstärke*	0,20 Ampere	0,21 Ampere	0,08 Ampere	0,18 Ampere
Max. Drehzahl nominell*/real	1.000/970 U/min**	1.300/1.270 U/min**	1.150/1.080 U/min**	2.000/1.890 U/min**
Anlauf-Drehzahl PWM/analog, Anlaufspannung	190/270 U/min, 5,4 Volt	430/500 U/min, 4,4 Volt	–/320 U/min, 6,9 Volt	180/840 U/min, 5,1 Volt
Rahmen, Montage	Beidseitig offen, Durchmesser für durchgehende Schrauben max. 3 mm	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)	Geschlossen, 140-mm-Montagebohrungen (offen)
Leistung (60%)	2,64	2,92	2,78	3,24
Neben-/PWM-Geräusche	(Fast) unhörbar	Hörbar	Leise	Noch leise
Testdrehzahl 100/75/50 %	980/720/480 U/min**	1.320/970/660 U/min**	1.140/830/600 U/min**	1.850/1.450/910 U/min**
Temperaturdifferenz 100/75/50 %	11,4/15,3/21,0 Kelvin	8,1/10,2/14,0 Kelvin	11,1/14,4/19,0 Kelvin	6,9/8,1/11,8 Kelvin
Lautheit 100/75/50 %	0,5/0,1/0,1 Sone	2,8/1,1/0,3 Sone	1,0/0,4/0,2 Sone	3,8/1,9/0,5 Sone
Schalldruck 100/75/50 %	23,3/18,0/16,5 dB(A)	39,4/29,8/21,8 dB(A)	27,8/23,0/18,6 dB(A)	42,5/35,0/22,9 dB(A)
FAZIT	Lager und Lüfter sehr leise Gutes Lautheits-/Leistungsverhältnis Teuer	Lager relativ leise Knapper Lieferumfang PWM-Störgeräusche	Niedrige maximale Lautheit PWM-Ansteuerung nicht empfehlenswert Leist. unterhalb 750 U/min relativ gering	Hohe Maximalleistung Laut PWM-Störgeräusche bei niedr. Drehzahl
	Wertung: 2,44	Wertung: 2,72	Wertung: 2,74	Wertung: 2,75

Testsystem: Xeon E5-2687W (3,4 GHz/1,069 V unter Last), Gigabyte GA-X79-UD7, EKL Permafract, Nexos XP Black Chrome, Aquatream XT@75 Hz, Nexos XT45 180mm/140/120mm, Windows 7 x64 SP1, Core Damage. Temperaturmessung vor und nach Radiator und mit drei Sensoren vor Lüfter via Aquarob XT1. Herstellerangaben. **Aufgrund des fehlenden gemessenen Maximaldrehzahl in beide Richtungen von der 100-Prozent-Istleistung auf einem Radiator abweichen.

STRAFE RGB

SILENT

**DIE WELTWEIT ERSTE ULTRALEISE
MECHANISCHE TASTATUR**

LEISE, ABER TÖDLICH



Die Strafe RGB MX Silent bietet ultrageräuscharme mechanische Tastenschalter mit professioneller Performance und dynamischer Lichtsteuerung. Sie ist um bis zu 30 % geräuscharmer als andere mechanische Gaming-Tastaturen, erfüllt alle Anforderungen erfolgreicher Gamer hinsichtlich Geschwindigkeit, Empfindlichkeit und Tastengefühl, und dank der nahezu unbegrenzten Anpassungsmöglichkeiten für die Beleuchtung, beeindruckt auch ihre Optik.



100 % Cherry MX Silent
Gaming-Tastenschalter mit
exklusiver, patentierter
Geräuschdämmungstechnologie



Dynamische mehrfarbige
Hintergrundbeleuchtung
optimiert das Spielerlebnis



Voll programmierbar
– jede Taste lässt sich
individuell programmieren



Wie war's vor 20 Jahren?

„3D“ wird erwachsen und dank Voodoo Graphics & Co. laufen Spiele so schön und flüssig wie nie zuvor. Entlastet werden damit die Prozessoren, die kaum genug Leistung für Spiele haben können.

Vor 20 Jahren ist die Welt des Spiele-PCs im Umbruch: Nicht nur kommen die ersten 3D-Beschleuniger auf den Markt, die ihren Namen auch verdienen. Microsoft schickt sich mit Direct X an, den Windows-Spielermarkt zu dominieren, und die Shooter-Welt feiert die Geburt einer Ikone, die bis 2011 in Deutschland auf dem Index steht: Quake.

Wir nutzen die einmalige Gelegenheit, in dieser Ausgabe, welche 2015 und 2016 in gewisser Weise vereint, auf das Jahr 1996 zurückzublicken und die wichtigsten Entwicklungen in Wort und Benchmark Revue passieren zu lassen; denn überdies feiert neben 3Dfx, Direct 3D und dem modernen 3D-

Shooter noch eine Technik Jubiläum – wenn auch bereits 1995: Die bis heute den Intel-Core-Prozessoren in Grundzügen innewohnende Pentium-Pro-Architektur.

Zeitenwende 1995/96

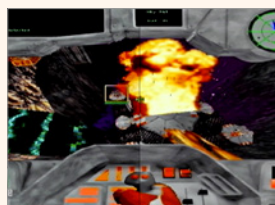
Vor 20 Jahren befindet sich der PC im wohl heftigsten Umbruch bis

heute. Zwar gab es bereits zuvor 3D-Beschleunigung, ernst zu nehmen ist diese jedoch lediglich im professionellen Bereich. Verbreitete „Spielerkarten“ hingegen sind eher 3D-Entschleuniger, welche Spiele zwar schön, aber gleichzeitig auch langsamer machten. Auch in Sachen Rechenleistung beginnt

sich der ehemals sündteure Pentium dank Preissenkungen bei den niedrigeren Taktstufen weiter zu verbreiten. Dadurch können zu der Zeit maßgebliche Entwickler wie John Carmack von id Software ihre Revolution der Spiele-Engines und -grafik vorantreiben: Immer größere, dreidimensionale Spielwelten, dynamische Beleuchtung inklusive korrektem Schattenwurf und natürlich 3D-Beschleunigung.

Aber auch aufseiten der Software wandelt sich das Blatt: Die ehemals dominierende Spieleplattform MS-DOS wird dank des 1996 erschienenen Direct X 2 (erstmalig mit Direct 3D) von Windows abgelöst und bildet heute das Quasi-Monopol abseits des Mobile-Gaming.

Video auf Heft-DVD

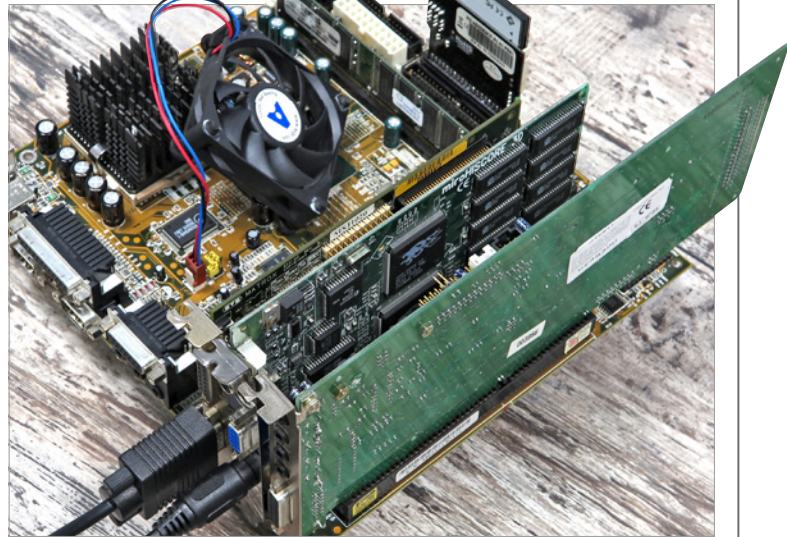


Im begleitenden Special auf der Heft-DVD finden Sie neben einem aufwendigen Retro-Video mit analog abgegriffenen, auch einzeln abrufbaren Spieleszenen aus Tomb Raider, Unreal, Schleichfahrt und anderen auch zwei zeitgenössische PC-Games-Artikel.

Retro-Testsystem mit kleinen Tricks

Wir mussten ein wenig in die Motten-, aber auch Trickkiste greifen, um unseren 20-Jahre-Retro-PC auf die Beine zu stellen.

1996 war PC Games Hardware noch für Jahre eine Zukunftsvision – entsprechend herrschte gähnende Leere in unseren Testlaborbeständen, als wir uns auf die Suche nach passenden Teilen begaben. Also mussten wir improvisieren und griffen auf etliche Teile aus Carsten Spilles Privatfundus zurück. Diese Hardware-Sammlung ist allerdings nicht auf historisch korrekte Rechner von 1996 spezialisiert, sondern sollte die komplette DOS- und Windows-9x-Ära einigermaßen abbilden. Hinzu kam, dass der eigentlich eingeplante Pentium 166 sich nicht (mehr) zum Betrieb überreden ließ und wir stattdessen auf einen P166-MMX (P55C) umsatteln mussten – der verfügt über doppelt soviel L1-Cache (16 Daten- sowie Instruktionscache anstelle von je 8 KiB) und über vier- anstelle zweifacher Assoziativität. Das konnte, wenn die Erinnerung nicht trügt, etwa 5 bis 10 Prozent Mehrleistung gegenüber einem Pentium 166 (P54C) bringen. Unser Sockel-7-Mainboard mit Unterstützung für SDRAM und USB ist ebenfalls etwas „zu modern“, bringt aber unter Verwendung von PCI-Grafikkarten keine nennenswerte Mehrleistung gegenüber historisch korrektem Material. Der Soundblaster 16 sowie die primär genutzten Grafikkarten waren jedoch allesamt im Jahr 1996 verfügbar.



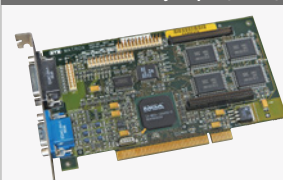
Soundkarte: Soundblaster 16 (Creative Labs CT2911)



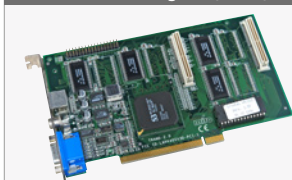
Arbeitsspeicher: 64 MiByte PC100 SDR-SDRAM



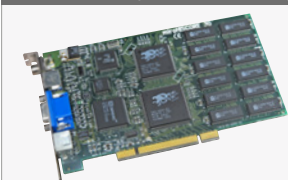
2D-Karte: Matrox Mystique (4 MiB)



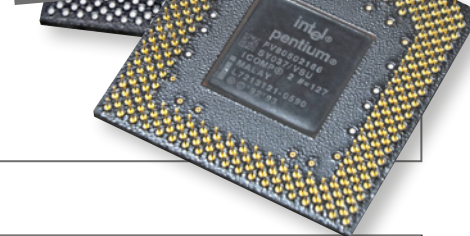
2D-/3D-Karte: S3 VirgeVX (4 MiB)



Miro HiScore 3D (6 MiB, 3Dfx Voodoo)



Prozessor: Pentium 166



Leistungszentrale: CPU

Mit dem 1993 eingeführten Pentium hat Intel das auf den 8086-Mikroprozessor von 1978 zurückgehende x86-Namensschema (8086, 80186, 80286, 80386, 80486) hinter sich gelassen. Den neuen Namen lässt sich der Hersteller schützen und hofft damit, sich von AMD und Cyrix stärker absetzen zu können, die 486er-Varianten unter ähnlichen Namen anbieten. Mit den Namenswechsel gehen auch bedeutende technische Änderungen einher: Anders als sämtliche Vorgänger ist der Pentium superskalar und kann dank zweier Integer-Pipelines zwei Instruktionen pro Taktzyklus abarbeiten. Gegenüber der 486er-Generation zeichnet sich der Pentium unter anderem auch

durch seine stark erhöhte Fließkommaleistung, getrennte Instruktions- und Daten-Caches und einen auf 64 Bit verdoppelten Datenbus für eine höhere Leistung bei Speicherzugriffen aus.

Für Wirbel sorgt Ende 1994 das Bekanntwerden eines Hardware-Fehlers, der als FDIV-Bug in die Geschichte eingeht: Ein Mathematikprofessor in den USA stößt bei Arbeiten zur Zahlentheorie auf fehlerhafte Daten und macht nach mehreren Monaten Analyse den Pentium als Fehlerquelle aus. Die Divisionseinheit des Pentiums ist fehlerhaft und kann bei Gleitkommaberechnungen zu falschen Ergebnissen führen. Als der nach dem oft genutzten Gleitkomma-Befehl

CPU-Skalierung: Doom Shareware 1.9s

Doom Shareware 1.9s, Demo 2



Doom Shareware 1.9s, Demo 1



Doom Shareware 1.9s, Demo 3

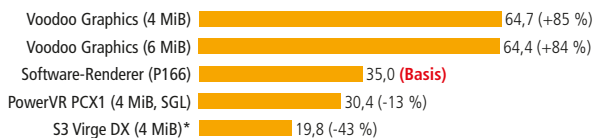


System: Matrox Mystique, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; MS-DOS 7.0 **Bemerkungen:** Da in Doom auch die Grafik primär von der CPU berechnet wird, spielt deren Leistungsfähigkeit für die Fps eine entscheidende Rolle.

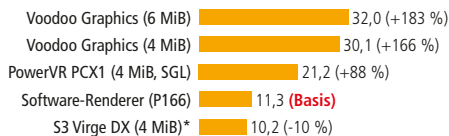
Bilder/Sek.
► Besser

Grafikleistung: Quake

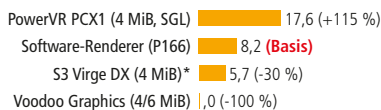
320×200: integrierte Demo 1



640×480: integrierte Demo 1



800×600: integrierte Demo 1



System: Intel Pentium 166 MMX, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; Windows 98 SE **Bemerkungen:** Versionen: Windows-Quake 1.09, GL-Quake 0.97. Mit Z-Buffer konnte die Voodoo I maximal 640 × 480 Pixel rendern.

Bilder/Sek.
▶ Besser

* Pro-Forma Open-GL-Renderer, keine dynamischen Lichter, keine Texturfilterung

FDIV benannte Bug publik wird, versucht der Hersteller zunächst zu beschwichtigen. Da gleitkommaintensive Anwendungen damals noch selten sind und der Fehler selbst auch nur unter bestimmten Voraussetzungen auftritt, bleiben Normalanwender von den Auswirkungen meist verschont. Als skandalös wird allerdings empfunden, dass Intel den Fehler bei der Entwicklung des Pentium Pro mehrere Monate vor dem Bekanntwerden aufgespürt und behoben, aber nicht nach außen kommuniziert oder die Auslieferung fehlerhafter Modelle sofort eingestellt hat. Nachdem der Druck wächst, der Aktienkurs fällt und IBM die Auslieferung von PCs mit Intel-Prozessoren stoppt, kündigt Intel schließlich ein Austauschprogramm an und legt dafür fast eine halbe Milliarde US-Dollar zur Seite. Rund eine Million Prozessoren werden umgetauscht, Intels Ruf ist beschädigt.

Der 1995 auf den Markt gekommene Pentium Pro ist der erste Vertreter der sechsten x86-Generation, kann sich auf dem Markt aber nicht behaupten: Ursächlich ist, dass der für 32-Bit-Anwendungen optimierte Prozessor in weit verbreiteter 16-Bit-Software oft hinter die Vorgängergeneration zurückfällt, die zu attraktiveren Preisen erhältlich ist. Das Design ist wegweisend: Im Prozessorgehäuse ist ein 256 bis 1.024 KiByte großer L2-Cache integriert, der mit vollem Kernkontakt betrieben wird. Neben Out-of-Order-Execution bietet der Chip drei parallel arbeitende Pipelines, die mit RISC-Befehlen gefüttert werden. Die P6-Architektur übernimmt Intel mit dem Pentium 2/3 und greift sie nach dem Ende der Netburst-Ära später sogar mit den Core-Prozessoren rund 10 Jahre später wieder auf – ihre Grundzüge bleiben bis heute aktuell.

Pentium-Gegner: AMD

Als Konsequenz veröffentlicht der Hersteller seit 1995 alle entdeckten Fehler in seinen Prozessoren – keiner davon ist so folgenschwer wie der FDIV-Bug. Den fehlerbereinigten Pentium beschleunigt Intel in den folgenden Jahren deutlich, sodass er insbesondere für Anhänger von CPU-lastigen Ego-Shootern wie dem Pentium-optimierten Quake das Maß aller Dinge bleibt: Bis Ende 1995 hat Intel den Pentium bereits von 60 auf 133 MHz beschleunigt, 1996 läuft das Topmodell schon mit 200 MHz. 1997 kommt die Befehlssatzerweiterung MMX hinzu.

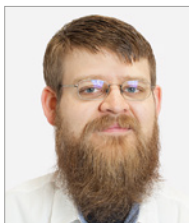
AMD befindet sich Mitte der 90er-Jahre in einem Umbruch. Der Konzern hatte 1979 eine Lizenz zur Herstellung von 8086- und 8088-Prozessoren erworben, die 1986 gekündigt wurde. In einem folgenden Rechtsstreit wurde AMD untersagt, ab der 5. x86-Generation, also dem Pentium, Nachbauten von Intel-CPU's zu fertigen. 1995 setzt AMD noch auf den Am5x86, einen weiterentwickelten Am486. Das 486er-Design reizt der Hersteller mit Taktfrequenzen bis 150 MHz Kerntakt und einem auf 16 KiByte verdoppelten L1-Cache aus.

Zeitleiste: Die heute dominierende Direct-X-API

Zeitraum	Entwicklungsschritte von Direct X
1994, Weihnachten	Die ersten Codezeilen werden von Craig Eisler, Alex St. John und Eric Engstrom geschrieben.
1995, April	Die Direct X 1 Beta steht rechtzeitig zur CGDC zur Verfügung, eine Ati Mach 64 ist der erste „Direct-X-Chip“.
1995, 30. September	Direct X 1 ist final und wird veröffentlicht.
1996, 5. Juni	Direct X 2 wird veröffentlicht, erstmals ist Direct3D mit von der Partie.
1996, 15. September	Direct X 3 erblickt das Licht der Welt.
1996, Dezember	Geplanter Release von DX4 für spezielle Features eines verspäteten Mobil-Chips von Cirrus Logic.
1997, 16. Juli	Direct X 5 erscheint, am 5.5.1998 folgt Direct X 5.2
1998, 7. August	Direct X 6 samt Multitexturing-Support ist geboren; DX6.1 und 6.1a folgen am 3.2. bzw. 5.5.1999.
1999, 22. September	Direct X 7 bringt H-TnL in die Windows-Welt, am 8.3.2000 folgt DX 7.0a; 7.1 am 14.09.
2000, 12. November	Direct X 8 und die Geburtsstunde der Shader

„Du, Papa, was ist eigentlich ein High-End-PC?“

Zu den festen Gewohnheiten gehörte es Mitte der 90er, dass ich meinen Vater dabei begleitete, die PC-Läden in der Innenstadt aufzusuchen und die Preise und Verfügbarkeit von Hardware zu prüfen; damals ging das eben nur offline. Ab und zu fiel mir ein dabei gekauftes PC-Spiele-Magazin in die Hände. Im Sommer 1996 las ich den Test zur Formel-1-Simulation Grand Prix 2 – ein absolutes Muss, da wir beide uns schon im Vorgänger Windschattenduelle lieferten. Laut Test sollte man allerdings einen „High-End-PC“ besitzen. Das Wort hatte ich als Grundschüler noch nie gehört und fragte dementsprechend nach. Sehr schnell verstand ich, dass flotte Hardware und tolle Spiele zusammengehören. Am liebsten gespielt habe ich damals u. a. Der Clou!, Hocus Pocus, Jazz Jackrabbit, Overkill und Pirates! Gold. Ach ja, wir hatten Caddies für CD-ROMs (laut!) – Sie vielleicht auch?



Stephan Wilke

„Das erste Jahr 3D-Grafik habe ich verpasst ...“

1996 stand bei mir zunächst im Zeichen des in diesem Artikel kaum berücksichtigten NBA Live 1995 (!), bei dem ich die komplette Saison mit den Utah Jazz in voller 48-Minuten-Partiellänge durchzockte. Außerdem hoch im Kurs: The Need for Speed – und zwar der erste Teil – sowie Doom und andere id-Software-Titel. Tomb Raider, Schleichfahrt und Co. hingegen konnten mich zunächst eher nicht begeistern – was jedoch auch an meinem schwächlichen Rechenknecht lag, den ich erst 1997 übergangsweise auf einen AMD K5-75, später auf den eigentlich geplanten K6-200 aufrüsten konnte. Bis dahin musste ich mit 486er-Power leben. Auch das erste Jahr 3D-Grafik habe ich u. a. mangels liquider Mittel noch abstinert reifen lassen, bevor ich dann '97 im Doppelpack zuschlug: Riva 128 und eine Voodoo Graphics.



Carsten Spille

Um eine Vergleichbarkeit mit der Pentium-Serie herzustellen, greift AMD auf das sogenannte P-Rating zurück. Ein mit 133 MHz betriebener Am5x86-P75 soll es demnach bei typischen Büroanwendungen mit einem Pentium 75 aufnehmen können.

Der 1996 auf den Markt gekommene K5 basiert auf der ersten, von AMD selbst entwickelten x86-Mikroarchitektur. Das Debüt gelingt leider nicht wie erhofft: Die Entwicklung verzögert sich, die Ausbeute ist zu niedrig und die ersten ausgelieferten Chips können aufgrund niedriger Taktfrequenzen dem Pentium nicht gefährlich werden. Als AMD im Frühjahr 1996 mit 75 bis 100 MHz schnellen Modellen auf den Markt kommt, ist Intel bereits bei 166 MHz angelangt. Dank fünf Integer-Einheiten bietet der Chip allerdings eine hohe Geschwindigkeit bei Rechenvorgängen mit ganzen Zahlen, was AMD erneut auf das P-Rating zurückgreifen lässt. Endanwender fahren mit dem Intel-Gegenstück allerdings in der Praxis meistens schneller. Den K5 lässt AMD zugunsten eines neuen Sockel-7-Prozessors rasch wieder fallen: 1997 übernimmt man den Hersteller Nexgen und bringt den K6 auf den Markt, der in der Ausbaustufe K6-2 von 1998 mit 3DNow! eine verbesserte Variante von Intels MMX erhält.

Pentium-Gegner: Cyrix

Mitte der 90er-Jahre mischt mit Cyrix ein weiterer Hersteller im x86-Markt mit. Die Firma bot ab Ende der 80er Jahre Koprozessoren zur Fließkommaberechnung an und spezialisierte sich in den Folgejahren auf x86-Chips für Aufrüster, die mehr CPU-Leistung benötigen, aber nicht das Mainboard tauschen möchten. Anders als AMD hat Cyrix nie eine Lizenz von Intel erhalten, sondern Kompatibilität durch Reverse Engineering erzielt. Ab 1996 tritt Cyrix mit dem 6x86 an. Wie bei AMD wird durch den Namen der Vergleich mit dem Pentium gesucht: Der 6x86 mit 133 MHz erhält beispielsweise den Zusatz „P166+“ und wie schon bei AMD hängt die Aussagekraft des Performance-Ratings stark von den Anwendungen ab: Während die Integer-Leistung vergleichsweise hoch ist, arbeitet die Fließkommabeeinheit langsamer

als beim Intel-Produkt. Die Cyrix-Chips sind für Aufrüster nicht ganz pflegeleicht, da sie zu Instabilität neigen: Sie setzen vergleichsweise viel Hitze frei (etwa 10 Watt mehr als ein vergleichbarer Pentium) und erfordern mitunter ein Über-takten des Frontside-Busses und damit auch der PCI-Schnittstelle, um bestimmte Taktstufen mit den ganzzahligen Multiplikatoren erreichen zu können. 1997 schließen sich Cyrix und National Semiconductor zusammen, durch Finanzprobleme, eine stärkere Ausrichtung auf günstige Prozessoren und die folgenden großen Fortschritte bei AMD und Intel sind die Prozessoren aber bald für Spieler uninteressant.

RAM und Mainboards

In den meisten Spiele-PCs sind mindestens 8 oder – gerade in besseren Pentium-Systemen – 16 MiByte Arbeitsspeicher verbaut. Die PS/2-SIMMs mit meist 60 oder 70 Nanosekunden Zugriffszeit gibt es in den Ausführungen Fastpage Memory (FPM) und Extended Data Output (EDO) – Letzteres ist etwas schneller und kostet als 16-MiByte-Riegel Ende 1996 rund 150 DM. Auch auf Mainboards ist Speicher verbaut. Üblicherweise 256 oder 512 KiByte dienen als L2-Cache, der sich mitunter weiter aufrüsten lässt. Wer zum falschen Mainboard-(Chipsatz) greift, büßt Leistung und Stabilität ein. Beliebt ist bei Pentium-Nutzern der Intel-Triton 430FX, der als erster Chipsatz EDO-RAM unterstützt.

Für Erweiterungskarten ist der 1988 eingeführte EISA-Bus beliebt, eine Ausbaustufe von ISA, die in der Theorie maximal 32 MB/s überträgt. Der leistungsfähigere, aber stark auf 486er-Systeme zugeschnittene VESA Local Bus (VLB), erhält 1993 mit PCI einen Nachfolger, der dank flotter Übertragungsraten von bis zu 133 MB/s und vereinfachter Konfiguration schnell zum Standard für Grafikkarten avanciert und dies bis zur Einführung von AGP im Jahr 1997 bleibt.

Eine neue Dimension

Auf dem Grafikkartenmarkt sind sehr viele Hersteller aktiv, die sich Mitte der 90er-Jahre verstärkt dem Thema 3D widmen. Doch etablierte Größen wie Ati, S3 Graphics und



Aus dem „bösen Traum“ ist ein Meilenstein nicht nur des Genres, sondern auch der 3D-Beschleunigung geworden. Frisch runter vom Index: Quake.

Grafikleistung: Doom Shareware 1.9s

Doom Shareware 1.9s, Demo 2

Voodoo Banshee (AGP)	90,3 (+46 %)
Voodoo Banshee (PCI)	81,6 (+32 %)
Ati Mach 64 (Rage II)	73,6 (+19 %)
Matrox Mystique (MAG-1064SG)	67,8 (+9 %)
Hercules Terminator 3D (S3 Virge)	67,6 (+9 %)
Hercules Termin. 3D/DX (S3 Virge DX)	67,4 (+9 %)
Miro Crystal VR2000 (S3 Virge VX)	66,2 (+7 %)
Diamond Stealth 64V (S3 968)	62,0 (Basis)

Doom Shareware 1.9s, Demo 1

Voodoo Banshee (AGP)	86,1 (+43 %)
Voodoo Banshee (PCI)	78,0 (+29 %)
Ati Mach 64 (Rage II)	71,0 (+18 %)
Matrox Mystique (MAG-1064SG)	66,1 (+10 %)
Hercules Terminator 3D (S3 Virge)	65,9 (+9 %)
Hercules Termin. 3D/DX (S3 Virge DX)	65,5 (+9 %)
Miro Crystal VR2000 (S3 Virge VX)	64,1 (+6 %)
Diamond Stealth 64V (S3 968)	60,3 (Basis)

Doom Shareware 1.9s, Demo 3

Voodoo Banshee (AGP)	85,0 (+44 %)
Voodoo Banshee (PCI)	76,4 (+29 %)
Ati Mach 64 (Rage II)	69,4 (+17 %)
Matrox Mystique (MAG-1064SG)	64,4 (+9 %)
Hercules Terminator 3D (S3 Virge)	64,4 (+9 %)
Hercules Termin. 3D/DX (S3 Virge DX)	63,9 (+8 %)
Miro Crystal VR2000 (S3 Virge VX)	62,8 (+6 %)
Diamond Stealth 64V (S3 968)	59,1 (Basis)

System: Pentium 166, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; MS-DOS 7.0 **Bemerkungen:** Fps nach der Formel Gametics x 35 : Realtime errechnet. Die (zu neuen!) Voodoos und Atis Mach 64 setzen sich teils deutlich vom Rest des Feldes ab.

Bilder/Sek.
► Besser

CPU-Skalierung: Superscape

Superscape Virtual Realities VGA Benchmark 1.0C (Pent.-Ed.)

Pentium 166 MMX @ 233 MHz	182,0 (+17 %)
Pentium 166 MMX @ 200 MHz	170,2 (+10 %)
Pentium 166 MMX	155,4 (Basis)
Pentium 166 MMX @ 133 MHz	138,0 (-11 %)

System: Matrox Mystique, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; MS-DOS 7.0 **Bemerkungen:** Etwas weniger als 50 Prozent vom Extra-Takt des Hauptprozessors werden hier in Leistung umgesetzt.

Bilder/Sek.
► Besser



HD-Datentransport anno 1996: 1,44 Megabyte fasst eine 3,5-Zoll-„HD“-Diskette. Ein guter USB-3.0-Stick würde sich pro Sekunde mit rund 140 davon beschreiben lassen. Für moderne PCs gibt es Diskettenlaufwerke mit USB-Anschluss für unter 15 Euro.

CPU-Skalierung: MDK-Demo

MDK-Demo (DOS, int. Benchmark)

Pentium 166 MMX @ 233 MHz	107,0 (+27 %)
Pentium 166 MMX @ 200 MHz	97,0 (+15 %)
Pentium 166 MMX	84,0 (Basis)
Pentium 166 MMX @ 133 MHz	72,0 (-14 %)

System: Matrox Mystique, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; MS-DOS 7.0 **Bemerkungen:** Der optisch eher schlicht anmutende DOS-Benchmark der MDK-Demo profitiert sehr stark von einer schnelleren CPU.

Bilder/Sek.
► Besser

Grafikleistung: MDK-Demo

MDK-Demo (DOS, int. Benchmark)

Ati Mach 64 (Rage II)	84,0 (+15 %)
Voodoo Banshee (AGP)	84,0 (+15 %)
Voodoo Banshee (PCI)	84,0 (+15 %)
Matrox Mystique (MGA-1064SG)	84,0 (+15 %)
Hercules Termin. 3D/DX (S3 Virge DX)	76,0 (+4 %)
Hercules Terminator 3D (S3 Virge)	76,0 (+4 %)
Diamond Stealth 64V (S3 968)	73,0 (Basis)

System: Pentium 166 MMX, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; MS-DOS 7.0 **Bemerkungen:** Mit dem P166MMX sind wir bei 84 Fps an der Grenze des CPU-Limits angekommen.

Bilder/Sek.
► Besser

Matrox werden dabei von jungen und innovativen Unternehmen wie Rendition und 3Dfx überholt. Eine der ersten aufsehenerregenden Grafiklösungen ist die 1995 vorgestellte Rendition Vérité V1000, die in 3D eine hohe Leistung und Bildqualität erzielt. Die Rendition-API Speedy 3D wird von Spielen wie Descent 2, Grand Prix Legends, Tomb Raider und Quake unterstützt, bei der Entwicklung des ersten Direct-3D-Treibers arbeiten Microsoft und Rendition eng zusammen. In 2D-Anwendungen enttäuscht die Grafikkarte, das Hauptproblem ist allerdings die Fertigung: Erst nach zwei Überarbeitungen des Chips kommen die Karten im Herbst 1996 auf den Markt.

3Dfx versucht gar nicht erst, überzeugende 2D-Ergebnisse zu erzielen, sondern bringt mit der Voodoo Graphics im Oktober 1996 eine reine 3D-Lösung auf den Markt. Spieler können ihre bevorzugte 2D-Grafikkarte behalten, was ins-

besondere Besitzer hochwertiger 2D-Beschleuniger wie der Matrox Millennium freut. Beim Start eines 3D-Spiels übernimmt die in den PCI-Slot gesteckte Voodoo Graphics; das gleiche Konzept verfolgt Power VR mit der PCX1, die ebenfalls Ende 1996 erscheint und ohne externe, qualitätsmindernde Kabelage per PCI-Busmaster das 3D-Bild direkt in den Grafikspeicher der 2D-Karte schreiben kann. Da 3Dfx nicht nur eine sehr schnelle Grafiklösung bietet, sondern bereits vor dem Launch aktiv um Spiele-Entwickler wirbt, ist die Akzeptanz für die Programmierschnittstelle Glide von Beginn an hoch; ein wichtiger Vorteil, da jeder Hersteller sein eigenes API-Süppchen kocht.

Das Nvidia-Erstlingswerk STG-200 mit NV1-Chip von 1995 ist nicht nur 2D/3D-Karte, sondern bietet auch Controller-Anschlüsse und Klangausgabe. Anstelle von Dreiecken baut der Grafikchip die Spiel-

VESA-Grafikleistung: PC-Player-Benchmark

PCP-Bench: DOS, VESA-Modus 100 (640×400, 8 Bit)

Voodoo Banshee (AGP)	24,1 (+31 %)
Voodoo Banshee (PCI)	22,5 (+22 %)
Ati Mach 64 (Rage II)	21,5 (+17 %)
Matrox Mystique (MGA-1064SG)	21,4 (+16 %)
Hercules Termin. 3D/DX (S3 Virge DX)	19,5 (+6 %)
Hercules Terminator 3D (S3 Virge)	19,0 (+3 %)
Diamond Stealth 64V (S3 968)	18,4 (Basis)

System: Pentium 166 MMX, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; MS-DOS 7.0 **Bemerkungen:** Dank vergleichsweise anspruchsvollem DOS-VESA-Modus zeigen sich auch Leistungsunterschiede zwischen den Grafikkarten.

Bilder/Sek.
► Besser

1996: Das Jahr, in dem die Pixel hübsch und schnell wurden

Als 3Dfx den/die/das Voodoo Graphics auf den Markt brachte, war ich elf Jahre jung und fing so langsam an, das IT-Geschehen in Zeitschriften zu verfolgen – damals nannte man das übrigens noch Elektronische Datenverarbeitung, EDV. Das, was die erste Voodoo-Karte mit angepassten Spielen machte, war auch aus der Ferne ein kleines Wunder: Die Grafik wurde nicht nur gefiltert und somit gefühlt unfassbar gut, sondern auch noch flüssiger als bei „Software“-Rendering. Ich selbst bekam meinen ersten eigenen Rechner erst zwei Jahre später und erfreute mich derweil bei einem guten Freund an Quake & Co. (psst!) sowie an meinem SNES. Auf jeden Fall war die 3D(fx)-Pionierzeit nicht nur für mich die Initialzündung für das Interesse an Grafik und der erste Schritt, ein Geek zu werden – ohne Glide zeitnah (!) live erlebt zu haben.



Raffael Vötter

Mitte der 90er: Was hatte ich noch Zeit zum Zocken ...

Vor 20 Jahren lag ich in den finalen Zügen meines Studiums, gönnte mir aber speziell im Jahr 1995 und auch noch bis Mitte 1996 viele Stunden vor meinem Spiele-PC. So ganz bekomme ich die Konfiguration nicht mehr zusammen, aber ich war auf jeden Fall mit einem Intel Pentium, einer Hercules Tseng Labs ET4000/W32p (VLB) und einer Sound Blaster 32 unterwegs. Und ich weiß noch genau, dass ich mit meinem Gravis Gamepad (inklusive vom Onkel selbst gedrehtem Metal-Steuerknüppel!) mindestens 500 Stunden bei NHL 95 zubachte (bevorzugt mit einem Kumpel im Koop) und dass mich die Komplettlösung zu Siedler 2, die ich für meinen künftigen Arbeitgeber erstellt habe (PC Action lässt grüßen), damals fast in den Wahnsinn getrieben hat. Danach konnte ich nie wieder Siedler spielen. Schade.



Thilo Bayer



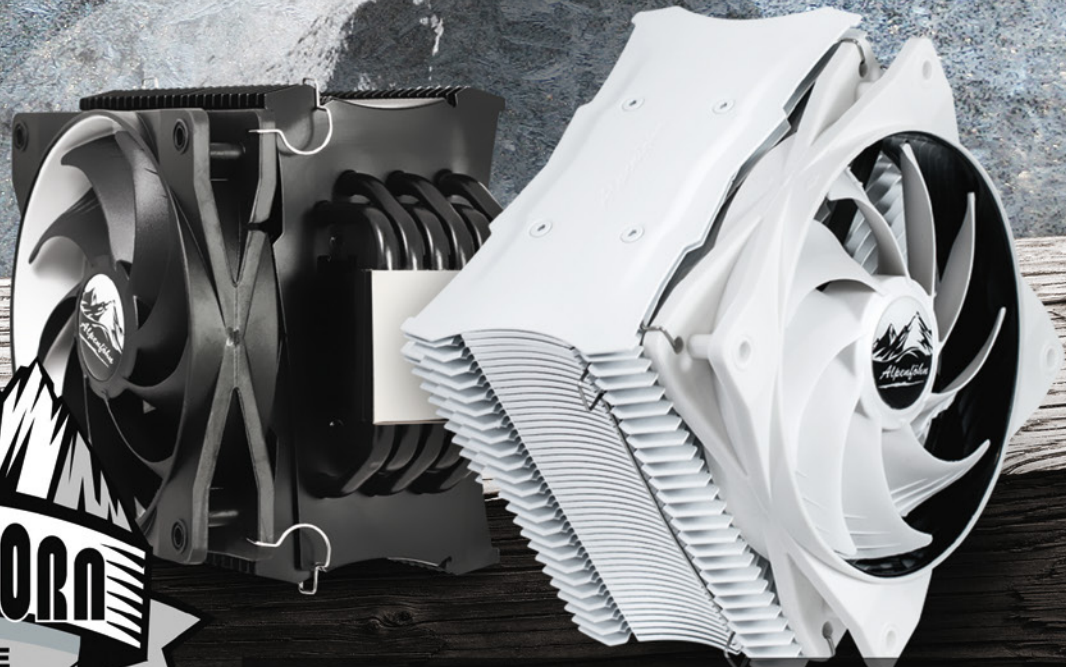
CASEKING.de

präsentiert



Alpenföhn

ENGINEERED
IN
GERMANY



Wahlweise in weißer oder schwarzer Beschichtung
erhältlicher High-End-Kühler mit Alpenföhn
Wing-Boost-2-PWM-Lüfter für perfekte Kühlleistung.

BROCKEN²

Asymmetrischer Dual-Radiator-
Tower mit 5 vernickelten
Heatpipes & 2x Alpenföhn
140er-Wing-Boost-2-Fans.



Selbst Tastaturen waren dem Wandel unterworfen: Die Windows-Taste hielt auf modernen Hackbrettern Einzug.

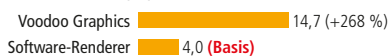


On/Off: 3D- vs. Software-Rendering in Spielen

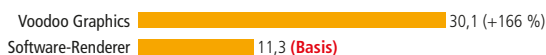
Schleichfahrt 1.120 + 3Dfx: Start Training „Moghs“, 640 × 480, max. Details



Unreal 2.25 „Nali Castle Flyby“, 640 × 480, max. Details



(GL-) Quake „Demo 1“, 640 × 480, max. Details



Hellbender Trial „Demo“, 640 × 480, jeweils max. mögliche Details



System: Intel Pentium 166 MMX, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; Windows 98 SE **Bemerkungen:** Nicht nur die Fps-Rate steigt mehr als deutlich, auch die Bildqualität ist mit aktiver 3D-Beschleunigung um Klassen besser.

Bilder/Sek.
► Besser

Grafikleistung: Monster Truck Madness

Yucatan Adventure Rally: 640 × 480, hohe Details, „Normale“ Texturen, 3 Gegner



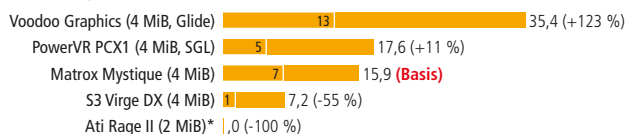
System: Intel Pentium 166 MMX, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; Windows 98 SE **Bemerkungen:** MTM bietet bis zu 7 Gegner, welche die Fps-Rate auf dem P166 aber drastisch herunterziehen; wir messen daher mit 3 Gegnern.

Bilder/Sek.
► Besser

* Fps-Werte zu hoch, da teils keine Texturfilterung (Mystique) oder Grafikfehler (Virge)

Grafikleistung der Zukunft I: Turok-Demo (1997)

640×480: Integrated Benchmark



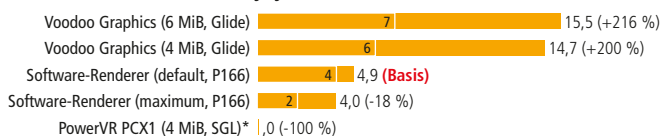
System: Intel Pentium 166 MMX, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; Windows 98 SE **Bemerkungen:** 1997 war Turok ein beliebter Konsolen-Port mit angepassten Renderpfaden für D3D, 3Dfx, Power VR und Atis Rage Pro.

Bilder/Sek.
► Besser

* Der Ati Rage II stellt zwar alle Effekte dar, verfügt aber über zu wenig Grafikspeicher für die 640er-Auflösung

Grafikleistung der Zukunft II: Unreal (1998)

640×480: Unreal v2.25 Intro Flyby



System: Intel Pentium 166 MMX, Acer Labs Inc. Aladdin V (M1541/1543), 64 MiB PC100-RAM; Windows 98 SE **Bemerkungen:** Unreal sorgte anno 1998 für offenstehende Münder allerorten.

Bilder/Sek.
► Besser

* Der PCX1 wollte trotz nativer SGL-Unterstützung durch Unreal mit Spielversion 2.25 nicht starten.

welt aus (gebogenen) Vierecken zusammen. Die Karte floppt, 1997 kommt mit der Riva 128 eine Direct-3D-kompatible Lösung auf den Markt. In der Folgezeit entwickelt sich Nvidia insbesondere aufgrund eines gut laufenden OEM-Geschäfts und schwindender Bedeutung von Glide zum größten 3Dfx-Rivalen.

Scheibenwelt

Mit CD-ROMs ist es aufgrund der gegenüber konventionellen 1,44-MB-Disketten riesigen Speicherkapazität möglich, Videosequenzen ins Spiel zu integrieren oder eine große Anzahl vorgerenderter Hintergründe auf den Datenträger zu packen. Spiele wie Star Wars: Rebel Assault oder Myst von 1993 zeigen die Möglichkeiten des Mediums auf und verhelfen der CD-ROM zum Durchbruch. Flotte Laufwerke rotieren vor 20 Jahren mit achtfacher Geschwindigkeit, was knapp 1,2 MiByte/s entspricht. Zugriffszeiten und Leserate optischer Laufwerke sind von Bedeutung, da viele Spiele ständig auf die CD-ROM zugreifen. Zur Verdeutlichung eine Passage aus dem Test der lokalisierten Version von The Elder Scrolls: Dagerfall in der PC Games 12/96: „Die Mindestanforderung für Dagerfall: Die Schriften der Weisen liegen nach Herstellerangaben bei einem 486DX2/66, 8 MB RAM und 50 MB Festplattenspeicher. Tatsächlich wird bei dieser Ausstattung das Abenteuer zum Geduldsspiel, da für jedes Haus einer Stadt die Texturen einzeln von CD-ROM nachgeladen werden müssen. [...] Erst wenn man dem Spiel 190 MB Platz oder mehr gönnt, ist ein flüssiges Spielen möglich.“ Das Geduldsspiel auf dem 486er-System mit 50 MB Installationsgröße bedeutet konkret: Bei 60 Sekunden Geradeauslaufen in der Stadt entfallen laut PC-Games-Messung 50 Sekunden auf das Nachladen von CD-ROM!

Generell sind Spieler aus heutiger Sicht sehr leidenschaftlich. Beispiel gefällig? „Ab einem Pentium 90 aufwärts liegen Sie bei Schleichfahrt auf der Gewinnerseite“ meint PC Games ebenfalls in der Ausgabe 12/96 und serviert einige Benchmarks zu der U-Boot-Simulation von Massive, die für ihre grafische Pracht ohne übertriebenen Hardware-Hunger gelobt wird. Ein Pentium 100 erreicht im Vollbild-

modus in 640 × 480 und 16 Bit Farbtiefe bemitleidenswerte 8 Fps, selbst im Halbzeilenmodus springen gerade einmal 13 Fps heraus.

Wie gewaltig die 650 MByte einer CD-ROM zu jener Zeit sind, zeigt sich im Vergleich mit Festplatten: Ein Modell mit 1 GByte kostet rund 300 DM, für 2 GByte werden rund 500 DM fällig. Wer eine CD-ROM brennen möchte, muss noch tiefer in die Tasche greifen: Über 1.000 DM kostet 1996 ein Brenner mit 4×-Geschwindigkeit, der zudem einen SCSI-Controller erfordert. Wer einen solchen hat, kann dann aber immerhin besonders große Festplatten anschließen: Für 4,3 GByte Speicherplatz von Herstellern wie Conner oder Quantum werden rund 1.500 DM fällig.

Ins Netz gegangen

Wer das noch junge kommerzielle Internet erkunden und Online-Spiele ausprobieren möchte, zahlt neben einer monatlichen Grundgebühr mehrere DM pro Stunde; abgerechnet wird pro Minute, die Preise variieren aber stark von Anbieter zu Anbieter und sind abhängig von der Tageszeit: Wer zwischen 8 und 16 Uhr das Internet nutzen möchte, zahlt beispielsweise bei T-Online 6 Pfennig pro Minute, sonst lediglich 2 Pfennig pro Minute. Nach Schätzungen sind 1996 weltweit rund 40 Millionen Anwender im Internet unterwegs, die Telekom begrüßt das millionste Mitglied des Online-Dienstes T-Online. Wer mittels Analogmodem im Internet surft, kann keine Anrufe tätigen oder entgegennehmen; das geht nur mit ISDN.

Im August 1995 erscheint Windows 95. Der Nachfolger von Windows 3.1 ist wie NT ein 32-Bit-Betriebssystem, aufgrund seines MS-DOS-Unterbaus aber zu den allermeisten 16-Bit-Anwendungen kompatibel. Unterstützt werden präemptives Multitasking und eine vereinfachte Systemkonfiguration durch Plug & Play. Eine Neuheit ist das Startmenü, für das sogar das bisherige Tastaturlayout überarbeitet wird. Zwei Windows- und eine Menütaste kommen hinzu. Mit Direct X und Direct 3D unternimmt Microsoft in der Folgezeit den Versuch, im APIDschungel einen Standard zu schaffen – rückblickend gesehen sehr erfolgreich. (cs/sw)

Bildvergleich: Turok

Die Turok-Demo erschien erst 1997 und stellt die 1996er-Grafikriege vor große Herausforderungen.

Matrox Mystique (MGA-1064SG)



Videologic Apocalypse 3D (Power VR PCX1)



Hercules Terminator 3D/DX (S3 Virge DX)



Miro Hiscore 3D (3Dfx Voodoo Graphics)



Bildvergleich: Quake 2

Als Ersatz für das unerfindlich dunkle Quake 1 zeigt Q2 (ebenfalls Open GL) auch transparentes Glas.

Software-Modus S3 Virge („stippled alpha: yes“)



Software-Modus S3 Virge („stippled alpha: no“)



Software-Modus Mystique („stippled alpha: no“)



Matrox m3D (Power VR PCX2, opt. ähnlich Glide)



Bildvergleich: Unreal

Der Benchmark für Bildqualität: Der Epic-Titel von 1998 war unumstrittenene grafische Referenz.

Software-Modus (Standard-Qualität)



Software-Modus (maximale Qualität)



Matrox Mystique (MGA-1064SG)



Miro Hiscore 3D (3Dfx Voodoo Graphics)



PCGH-Notebooks

MEDION® ERAZER® X7843 / P6661

Die Redaktion der PC Games Hardware bringt zusammen mit MEDION zwei neue Gaming-Notebooks mit Windows 10 auf den Markt. Kompromisslose Leistung bietet das ERAZER X7843 dank Intel Core i7-6700HQ und der Nvidia GeForce GTX 980M. Das brandneue 17,3-Zoll-Display mit Full-HD-Auflösung verfügt über eine Anzeigequalität, die Sie begeistern wird. Der Lärmpegel wurde auf ein Minimum reduziert und wird auch Silent-Fans freuen, denn das letzte PCGH-Notebook war sechs Mal lauter. Wer aktuelle Spiele nicht mit höchsten Details spielen möchte und maximal 999 Euro bezahlen will, sollte einen Blick auf das ERAZER P6661 werfen. Auch dieses Gerät verfügt über ein neues und ausgezeichnetes Full-HD-Display (15,6 Zoll). Mit seinem Gewicht von nur 2,3 kg und über sechs Stunden Akkulaufzeit ist das ERAZER P6661 auch perfekt für den mobilen Einsatz geeignet.

MEDION AG | Am Zehnthof 77 | 45307 Essen

MEDION® ERAZER® X7843

- +** Sehr hohe 3D-Performance
- +** Tolles 17,3 Zoll Full HD None-Glare-Display
- +** 256-GByte-SSD für schnelle Zugriffszeiten
- +** Leises Betriebsgeräusch unter 2D und 3D

1.999,00 €

Hersteller/Bezugsquelle
MEDION (www.pcgh.de/erazer)

Erweiterte Informationen
www.pcgh.de/x7843



AUSSTATTUNG

Prozessor	Intel Core i7-6700HQ (2,6 bis 3,5 GHz, 4 Kerne/8 Threads)
Betriebssystem	Microsoft Windows 10 Home
Grafikeinheit	Nvidia GeForce GTX 980M (4.096 MiByte)
LCD	17,3 Zoll Full HD None-Glare (1.920 x 1.080 Pixel)
SSD-Laufwerk	256 GByte (Samsung)
HDD-Laufwerk	1.000 GByte (HGST, 7.200 U/min)
Optisches Laufwerk	Nicht vorhanden
Speicher	16 GByte DDR4
Akku/Gewicht	58 Wattstunden/3,5 kg
Kommunikation	GBit-Lan (RJ-45), WLAN 802.11ac, Bluetooth 4.0, SD-Kartenleser, Full-HD-Webcam
Soundchip	Sound Blaster X-Fi MB5
Anschlüsse	4 x USB 3.0, HDMI, 2 x Mini-Displayport, 3 x Klinke (1 x Line in, 1 x Mikrofon in, 1 x S/PDIF)

LEISTUNG

Lautstärke 2D (0,5 m)	0,3 Sone/21 dB(A)
Lautstärke 3D (0,5 m)	1,1 Sone/29 dB(A)
Leistungsaufnahme 2D/3D	22 Watt/174 Watt
3D Mark (2013-Edition)	8.460 (F), 22.267 (S), 23.300 (C)
Crysis 3/The Witcher 3	43 Fps/33 Fps
Stalker: Call of Pripyat	103 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)
Aliens vs Predator Benchmark	119 Fps (1.920 x 1.080)
Cinebench R11.5 x64 (CPU)	7,44 Punkte
Akkulaufzeit 2D (WLAN aktiv)	217 Minuten (3:37 Stunden)



MEDION®



Preiserfassung vom 19.11.2015, zzgl. Versandkosten - Verringerte Leistung im Akkubetrieb

PCGH-Edition

Jetzt bestellen unter: www.medion.com/PCGH

NEUE MODELLE!

MEDION® ERAZER® P6661

-  **Über 6 Stunden Akku-Laufzeit, flaches Design**
-  **Tolles 15,6 Zoll Full HD None-Glare-Display**
-  **256-GByte-SSD für schnelle Zugriffszeiten**
-  **Leises Betriebsgeräusch unter 2D und 3D**

999,00 €

Hersteller/Bezugsquelle
MEDION (www.pcgh.de/erazer2)
Erweiterte Informationen
www.pcgh.de/p6661



AUSSTATTUNG

Prozessor	Intel Core i5-6200U (2,3 bis 2,8 GHz, 2 Kerne/4 Threads)
Betriebssystem	Microsoft Windows 10 Home
Grafikeinheit	Nvidia GeForce GTX 950M (2.048 MiByte)
LCD	15,6 Zoll Full HD None-Glare (1.920 x 1.080 Pixel)
SSD-Laufwerk	256 GByte (Phison)
HDD-Laufwerk	1.000 GByte (HGST, 5.400 U/min)
Optisches Laufwerk	DVD-Brenner
Speicher	16 GByte DDR3L
Akku/Gewicht	38 Wattstunden/2,3 kg
Kommunikation	GBit-Lan (RJ-45), WLAN 802.11ac, Bluetooth 4.0, SD-Kartenleser, HD-Webcam
Soundchip	Dolby Audio Premium
Anschlüsse	2 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, HDMI, VGA, 1 x Klinke (Kopfhörer, Mikrofon)

LEISTUNG

Lautstärke 2D (0,5 m)	0,3 Sone/21 dB(A)
Lautstärke 3D (0,5 m)	0,9 Sone/28 dB(A)
Leistungsaufnahme 2D/3D	11 Watt/49 Watt
3D Mark (2013-Edition)	2.579 (F), 8.728 (S), 9.230 (C)
Crysis 3/The Witcher 3	11 Fps/10 Fps
Stalker: Call of Pripyat	28 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)
Aliens vs Predator Benchmark	31 Fps (1.920 x 1.080)
Cinebench R11.5 x64 (CPU)	3,22 Punkte
Akkulaufzeit 2D (WLAN aktiv)	369 Minuten (6:09 Stunden)



MEDION®



Preiserfassung vom 19.11.2015, zzgl. Versandkosten - Verringerte Leistung im Akkubetrieb

Jetzt bestellen unter: www.medion.com/PCGH

Hardware
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER



Viel Geld, viele Extras?

Eine gut ausgestattete Spielm Maus gibt es für weniger als 60 Euro. Viele neue Modelle überschreiten diese Grenze jedoch deutlich. Wir überprüfen, ob deren Extraausstattung den höheren Preis rechtfertigt.

Wer auf der Suche nach einer zum Spielen am PC bestens geeigneten Maus ist, hat nicht nur die Qual der Ausstattungswahl. Er steht auch vor der Überlegung, wie viel Geld er für den Spielpartner in spe ausgeben möchte. Mit einer Umfrage auf unserer Webseite haben wir ermittelt, dass die finanzielle Schmerzgrenze bei rund 33 Prozent der 409 Teilnehmer bei 60 Euro liegt. Mit diesem Ergebnis als Basis haben wir in der Ausgabe 12/2015 einen genaueren Blick auf die Spielmäuse geworfen, die für unter 60 Euro zu haben sind. Jetzt folgen die Vertreter, welche diese Preisgrenze überschreiten, denn immerhin sind 26 Prozent der 409 befragten PCGH-Leser bereit, 80 Euro für eine Spielm Maus anzulegen. 17 Prozent der Befragten

würden sogar maximal 100 Euro ausgeben. Dabei überschreiten längst nicht alle Testkandidaten die 60-Euro-Marke so deutlich wie die Razer Mamba Tournament Edition (90 Euro) oder die Shogun Bors. Ballista MK-I (80 Euro). Mit der Mionix Castor und der G.Skill Ripjaws MX780 befinden sich sogar zwei Vertreter im Testfeld, deren Preis diesen Monat (Stand 19.11.2015) auf genau 60 Euro gefallen ist.

Doch sind diese Gaming-Mäuse wirklich besser ausgestattet und bieten bestimmte Leistungsmerkmale, die bei günstigen Geräten nicht zu finden sind? Genau diese Frage wollen wir in unserer Marktübersicht klären, indem wir sechs Geräte genauer unter die Lupe nehmen. Dabei kommen wir zu

sehr interessanten und aufschlussreichen Ergebnissen.

Razer Mamba Tournament Edition: Neuauflage des ergonomischen Eingabegeräts mit sinnvollen Verbesserungen. Da das Neuauflegen bewährter Mausveteranen bei Razer aktuell Programm ist, hat man sich auch der Mamba angenommen. Einerseits bringt Razer die Sieben-Tasten-Maus mit dem neuesten 5G-Lasersensor (16.000 Dpi) sowie der RGB-Beleuchtung mit ihren fünf Modi technisch auf den neuesten Stand. Andererseits nimmt man mit der Platzierung der Dpi-Umschalter hinter das Mausrad sowie der Bestückung der Seitenteile mit einer großflächigen sowie griffigen Gummischicht mit Struktur Änderungen vor, um die Mängel der Ur-

Mamba zu beseitigen. In der Summe verbessert das die Ergonomie sowie die Erreichbarkeit aller Tasten deutlich. So liegt die mit einem internen Speicher für Profile und Einstellungen bestückte Mamba Tournament Edition gerade beim Palm-Grip noch geschmeidiger in der Hand als ihr Vorgänger.

Natürlich profitiert die Mamba TE auch von der kontinuierlich verbesserten Software. Die Makro- und Beleuchtungsprogrammierung ist einfach und eine Option zur Minimierung der Lift-Off-Distanz (Sensorabstand) und Oberflächenkalibrierung ist auch vorhanden. Anders als bei der Software der Ur-Mamba herrscht bei Razers cloud-basierter Synapse-2.0-Lösung allerdings Online-Zwang. Letztge-

nanntes sowie die Tatsache, dass die Druckpunkte der Zusatztasten nicht so knackig und direkt ausfallen wie die der Haupttasten, sind die einzigen Kritikpunkte am Testsieger. Razers 5G-Sensor reagiert äußerst präzise und verzögerungsfrei, ohne dass Korrekturen eingreifen. Eine Dpi-Rate von 16.000 bleibt allerdings in der Handhabung gewöhnungsbedürftig.

Mionix Castor: Unscheinbarer Preis-Leistungs-Tipp mit beeindruckender Performance. Äußerlich betrachtet sieht die Castor von Mionix unspektakulär aus und ein Dpi-Umschalter sowie zwei Seitentasten sind auch eher magere Ausstattungskost. In puncto Technik dagegen hat die für alle Griffstile geeignete Rechtshändermaus einiges zu bieten, das Begehrlichkeiten weckt. Dazu gehört die Abtasteinheit, die aus dem Pixart PMW-3310 sowie einem 32-Bit-ARM-Prozessor (32 MHz) besteht. Mithilfe der CPU schafft es Mionix nicht nur, die Abtastleistung des LED-Sensors auf 10.000 Dpi hochzuschrauben. Sie ist auch verantwortlich dafür, dass der Spieler in der umfangreichen Software das Angle-Snapping sowie die Lift-Off-Distanz minimieren und zusätzlich eine präzise Oberflächenkalibrierung durchführen kann. Des Weiteren regelt die CPU die vier Modi der RGB-Beleuchtung und hilft bei der Verwaltung der fünf Profile sowie des 128 kB großen Speichers.

Zur modernen Technik kommt eine gute bis sehr gute Ergonomie und optimale Griffbarkeit. Letztgenanntes wird sowohl durch die mit einem Profil versehene Gummieinlage in der Daumenmulde als auch durch die Anti-Rutsch-Gummierung der Mionix Castor erzielt. Dazu kommen direkt und leicht auslösende Druckpunkte für die Haupttasten, ein fein und definiert rastendes Mausrad sowie eine dank der Oberflächenoptimierung äußerst präzise und verzögerungsfrei ausfallende Sensorleistung ohne Pfadbegrädigung und mit minimalster Lift-Off-Distanz. Das macht die Mionix Castor zum Preis-Leistungs-Tipp.

Qpad 8K Pro Gaming Mouse: Spielermouse mit Fokus auf Ausstattung und Ergonomie. Die Ausstattung der Qpad 8K bietet keine Highlights, entspricht aber dem, was

man von einer Spielermouse für 70 Euro erwarten kann. Qpad legt den Fokus bei dem Sieben-Tasten-Nager eher auf eine für den Palm-Grip optimierte Ergonomie sowie eine einwandfreie Abtastung des 8.200-Dpi-Sensors, bei dem es sich um einen modifizierten Avago ADNS-9800 handeln dürfte. Letztgenanntes stellt man einen 32-Bit-ARM-M3-Prozessor (72 MHz) zur Seite, der das Tracking optimiert und dafür sorgt, dass dem Spieler in der einfach bedienbaren Software Optionen zur Einstellung der Lift-Off-Distanz und der Pfadbegrädigung sowie eine Untergrundkalibrierung zur Verfügung stehen. Des Weiteren regelt die ARM-CPU die getrennt einstellbare RGB-Beleuchtung (vier Modi) für das Scrollrad und das Logo sowie die Verwaltung der Makros und des 128 kB großen Profilspeichers.

Die Ablagen für den Ring- und den kleinen Finger garantieren eine sehr gute Ergonomie bei der Palm-Griffhaltung und die komplette Antirutsch-Beschichtung macht Qpads 8K auch dann noch griffig, wenn man die Rechtshändermaus mit dem Claw- oder Fingertip-Grip einsetzt. An den direkten, knackigen Druckpunkten der Tastenschalter gibt es ebenfalls nichts auszusetzen. Das gilt auch für die Abtastleistung des Gespanns aus Sensor und Hilfsprozessor. Dank der in der Software durchführbaren Optimierungen arbeitet die Qpad 8K auch bei höchster Dpi-Stufe latenzfrei und sehr präzise.

G.Skill Ripjaws MX780: Gut ausgestatteter, für Claw-Grip-Spieler konzipierter G.Skill-Mausdebütant. Die Ripjaws MX780 ist die erste Gaming-Mouse der Speicherspezialisten G.Skill und dieses Debüt kann durchaus als gelungen bezeichnet werden. Für einen günstigen Preis von 60 Euro bietet die symmetrische Acht-Tasten-Mouse eine gute bis sehr gute Ausstattung. Dazu gehören die fünfstufige Dpi-Umschaltung, ein Gewichtssystem (2x 4,5 g), der 512 kB große Speicher für fünf Profile und Tasten-/Textmakros sowie eine Beleuchtung im vollen RGB-Farbspektrum. Letztere kann für vier Zonen (Heck, Mausrad, Seitenteil, Dpi-Anzeige) separat festgelegt werden und verfügt über zwei



Ein Blick auf die Unterseite der Shogun Bros. Ballista MK-I zeigt die ungewöhnliche Sensorposition. Auch bei der ZA11 hält Zowie an der Dpi-Umschaltung am Mausboden fest.



Die Ballista MK-I fällt nicht nur durch viele LEDs und Sondertasten auf. Es wird, wohl nicht ganz ernst gemeint, auch davor gewarnt, die Maus vor dem Lesen der Gebrauchsanleitung zu nutzen.



Neben der neuen Technik (RGB-Beleuchtung und 16.000-Dpi-Sensor) wertet Razer die Mamba TE mit großflächiger Gummierung und geänderten Tastenpositionen ergonomisch auf.

Die Stärken der Zowie ZA11 liegen bei der Ergonomie, den Tastendruckpunkten sowie der Leistung. Dank der mittig schmal zulaufenden Form sowie des hohen Hecks ist sie unabhängig von Griffstil ergonomisch und die leicht raue Beschichtung gibt guten Halt. Die Tastendruckpunkte fallen angenehm direkt aus, lediglich der Dpi-Umschalter auf der Unterseite ist nicht funktional. Dazu kommt eine tadellose und sehr präzise Abtastung, bei der auch die Lift-Off-Distanz mit ca. 1 mm für einen Nager mit LED-Sensor erfreulich niedrig ist.

Shogun Bros Ballista MK-I: Makrowunder mit problematischer Lift-Off-Distanz. Mit ihren vielen LED-Anzeigen, den teils ungewöhnlich platzierten Knöpfen im Metallic-Look sowie den Beschriftungen auf der fein gummierten Oberschale ist die Ballista MK-I des noch relativ unbekannten Herstellers Shogun Bros. definitiv ein Blickfang. Auch bei der Ausstattung findet man Features, die keine andere hier getestete Maus auf Lager hat. So liegt

beispielsweise der Schiebeschalter zum Wechseln der vier Dpi-Stufen (maximal 8200 Dpi) am hinteren Ende der mit einer Gummierung versehenen Daumenmulde. Dazu kommen zwei sogenannte Gaming-Tasten am Außenrand der rechten Haupttaste sowie zwei Knöpfe mit festgelegten Funktionen (Makro Direktaufruf/Modus-Wechsel) hinter den Mousrad. Die Beleuchtung der LEDs ist einfarbig, kann aber weder geändert werden noch steht der volle RGB-Farbraum bereit. Der genauere Blick in die Software zeigt, dass der Hersteller bei der Ballista MK-I die Prioritäten klar bei der Makroprogrammierung legt (5 Modi, 50 Tastenbelegungen pro Makrotaste). Angle-Snapping lässt sich auch zuschalten, Optionen für die Lift-Off-Distanz oder eine Untergrundkalibrierung fehlen jedoch.

Der Avago-ADNS-9800-Sensor (Laser) tastet zwar präzise und ohne jegliche Verzögerung ab, die hohe Lift-Off-Distanz von 4 mm wird beim Umsetzen der Ballista MK-I

Roccat Kova: Weiterentwicklung beim Sensor und der Ergonomie

Ab Ende November steht die überarbeitete Variante der Roccat Kova in den Läden. Die sieht schnittig aus und verfügt über eine neue Abtasttechnik.

Wie der Vorgänger ist auch die Kova-Neuauflage für Links- und Rechtshänder geeignet. Die wichtigste Weiterentwicklung steckt im Inneren der mit 60 Euro angesetzten Spielermouse. Dort übernimmt der Pro-Optic R6 Sensor der neuesten Generation die Abtastung mit bis zu 3.500 Dpi. Mithilfe der von Roccat entwickelten Overdrive-Funktion soll sich der Dpi-Wert auf 7.000 Dpi verdoppeln lassen, ohne dass die Genauigkeit dadurch leidet. Möglich macht diese Dpi-Interpolation die 32 Bit Turbo Core V2 ARM-MCU, die der LED-Abtastoptik zur Seite steht. Neben der neuen Technik sollen die am linken respektive rechten Rand der Haupttasten angeordneten Smart-Cast-Tasten die Reaktion auf das Spielgeschehen erhöhen. Für eine optimale Ergonomie spendiert Roccat auch der neuen Kova gummierte Seitenpartien. Die Easy-Shift-Funktion ist ebenfalls wieder mit an Bord.



IHR GAMERLEIN, KOMMET!

**JETZT
TICKET
SICHERN!**

DEUTSCHER
ENTWICKLERPREIS
2015

LIVE BEIM DEUTSCHEN ENTWICKLERPREIS DABEI SEIN

ASUS

DAEDALIC
ENTERTAINMENT

koelnmesse
we energize your business

EA

UBISOFT

BLACK FOREST

Blue Byte

intel
Software

BIU.Dev
BIU.Net

wirecard

SCG
INSTITUTE

Razer

kalypso

Blue Byte
A UBISOFT STUDIO

GAME
Bundesverband e.V.

CRYTEK

EUROVIDEO
MEDIAN

Games **Bavaria**

Film und Medien
Stiftung NRW

Minister für Bundesangelegenheiten,
Europa und Medien
des Landes Nordrhein-Westfalen
und Chef der Staatskanzlei

Stadt Köln

Stadt Köln

17.12.2015 Köln, DOCK.ONE

ARUBA
EVENTS

compuTEC
MEDIA



jedoch zum ernststen Problem. Dazu kommt, dass auch die Form und somit die Ergonomie vor allem für den Fingertip- und Claw-Griffstil optimiert ist. Natürlich liegt die Ballista auch beim Palm-Grip noch ordentlich in der Hand, die Ablagen für den Ring- und kleinen Finger sind aber für Spieler mit großen Händen und/oder langen Fingern wenig komfortabel. (fs)

Fazit

Hardware

Spielermäuse ab 60 Euro

Die 90 Euro teure Razer Mamba Tournament Edition ist ein Top-Produkt und unser Testsieger. Das heißt jedoch nicht, dass eine empfehlenswerte Spielermouse mit guter Ergonomie und vielen per ARM-CPU erzielten Features wie die verstellbaren Lift-Off-Distanz oder die Unterkalibrierung so viel Geld kosten muss. Dafür ist die Minionix Castor der beste Beweis. Features wie modulare Seitenteile gibt es bei der G.Skill Ripjaws auch schon für 60 Euro. Den Preis zahlen auch Zowie-Fans gerne für die neue ZA11, welche die FK-Reihe ablöst.

SPIELERMÄUSE AB 60 EURO

Auszug aus Testtabelle
mit 24 Wertungskriterien



Produkt	ZA11	Ripjaws MX780	Ballista MK-I
Hersteller/Vertrieb (Webseite)	Zowie/Caseking (www.zowiegear.com/www.caseking.de)	G.Skill (www.gskill.com)	Shogun Bros. (http://shogunbros.com)
Preis/Preis-Leistung	Ca. 65,- Euro/gut	Ca. 60,- Euro/gut	Ca. 80,- Euro/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1261386	www.pcgh.de/preis/1332718	www.pcgh.de/preis/1286692
Bauart/Anschluss	Kabel-Maus/USB	Kabel-Maus/USB	Kabel-Maus/USB
Empfohlener Spielstil	Low-, und Mid-Sense	Low-, Mid- und High-Sense	Low-, Mid- und High-Sense
Ausstattung:	3,37	1,78	1,88
Abtastung/Lasertyp	Optisch (LED)/Avago ADNS-3310	Optisch (Laser)/vermutlich Avago ADNS-9800	Optisch (Laser)/Avago ADNS-9800
Anzahl Tasten	7 + Scrollrad	5 + Scrollrad	10 + Vier-Wege-Scrollrad
Max. Auflösung	3.200 Dpi	8.200 Dpi	8.200 Dpi
Kabellänge	Ca. 180 cm	Ca. 180 cm	Ca. 180 cm
Sonderausstattung	Dpi-Umschaltung (vier festgelegte Stufen), keine Software erforderlich (Deaktivierung der linken und rechten Seitentasten sowie Einstellung der Polling-Rate per Tastendruck), 1.000 MHz Polling Rate, Ersatz-Mouseglider	Dpi-Umschaltung (fünf Stufen, 100-Dpi-Schritte), Gewichtssystem, (2 x 4,5 Gramm), Makrofunktion, 512 kB Speicher (fünf Profile), RGB Beleuchtung (vier Zonen, 2 Modi), 1.000 MHz Polling Rate	Dpi-Umschaltung, Modus-Taste, Taste für Makro-Direktaufruf, umfangreiche Makrofunktion, Speicher (fünf Modi, 50 Tasten-belegungen), Beleuchtung (Dpi-Anzeige/Moduswahl), 1.000 MHz Polling Rate
Eigenschaften:	1,45	1,40	1,58
Geeignet für/Gewicht/Verarbeitung	Rechts- und Linkshänder/ca. 90 Gramm/sehr gut	Rechts- und Linkshänder/111 Gramm + 2x 4,5 Gramm/sehr gut	Rechtshänder/119 Gramm/sehr gut
Druckpunkte Haupt-/Sondertasten	Sehr gut/sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/gut
Druckpunkt/Rasterung Scrollrad	Gut/sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut	Sehr gut/gut bis sehr gut
Funktionsumfang und Features Software	Keine Software vorhanden/Polling-Rate sowie Rechts- und Linkshändermodus per Knopfdruck (Hardware)	Gut/Untergrundkalibrierung fehlt, keine Option für Angle-Snapping, Lift-Off-Distanz verstellbar	Gut/Pfadbegradigung aktivierbar, sehr umfangreiche Makrofunktion, keine Option für Untergrundkalibrierung und Lift-Off-Distanz
Leistung:	1,16	1,81	2,11
Ergonomie	Sehr gut (alle Griffstile)	Gut (für Claw- und Fingertip-Grip optimiert)	Gut (für Fingertip-/Claw-Grip optimiert)
Präzision/1.000 Hz Polling-Rate	Sehr gut/ja, per Hardware	Sehr gut/ja, per Software	Sehr gut/ja, per Software
Gleiteigenschaften	Sehr gut	Gut	Gut bis sehr gut
Abtastverhalten	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut
Lift-Off-Distanz	Niedrig: ca. 1 mm	Niedrig: ca. 1 mm (per Software modifizierbar)	Sehr hoch: ca. 4 mm
FAZIT	➤ Niedrige Lift-Off-Distanz trotz LED-Sensor ➤ Druckpunkte aller Tasten ➤ Dpi-Umschaltungen an der Unterseite	➤ Sehr gute Ausstattung ➤ Wechselbare Seitenteile und Heckverstellung ➤ Optimale Ergonomie nur für den Claw-/Fingertip-Grip	➤ Sehr umfangreiche Makrofunktion ➤ Druckpunkt Haupttasten und Scrollrad ➤ Viel zu hohe Lift-Off-Distanz
	Wertung: 1,66	Wertung: 1,72	Wertung: 1,95



SHARK ZONE

sharkoon

H30

GAMING STEREO HEADSET

PC/PS4™
COMPATIBLE



Du hast das Kommando!

Die robuste Konstruktion des SHARK ZONE H30 Stereo-Headsets verbindet Langlebigkeit mit einem exzellenten Tragekomfort und passiver Dämpfung der Umgebungsgeräusche. Gamer können sich somit akustisch von der Außenwelt nahezu vollständig abschotten, um sich noch intensiver auf ihr Spiel zu konzentrieren.

Individuelle Anpassungen bietet eine solide Ohrmuschel-Aufhängung aus Metall. Die Höhenverstellung erfolgt mittels Schraubensystem und garantiert fortwährenden Halt.

Für einen universellen Einsatz verfügt das H30 über ein modulares Kabelsystem mit vergoldeten Anschlüssen und bietet insgesamt zwei Anschlussvarianten: An einen PC mittels zweier 3,5-mm-Klinkenstecker oder an ein modernes Notebook, Smartphone oder PS4 über einen 3,5-mm-TRRS-Stecker.

Weitere Infos:



SHARKOON SHARK ZONE | A warning for some, an adventure for you.

www.sharkoon.de

Rundum-Klangkünstler

Creatives Sound Blaster X7 ist eine externe High-End-Soundkarte. Allerdings verfügt sie zusätzlich über einen integrierten Verstärker, so können Passivlautsprecher direkt angeschlossen werden.

Creatives Sound Blaster X7 ist nicht einfach nur eine externe Soundkarte, im Kern des ansehnlich gestalteten und edel wirkenden Äußeren verbirgt sich soundkartenuntypisch ein Class-D-Verstärker. Damit ist es möglich, passive Stereo-Lautsprecher direkt an der Rückseite des Geräts anzuschließen. Die X7 verfügt zudem über eine Bluetooth-4.1-Schnittstelle, zwei Geräte können simultan betrieben werden. Der AptX-Audio-kompressions-Codec sorgt dabei für eine möglichst hohe Qualität.

Neben diesen für Soundkarten eher atypischen Eigenschaften kann die X7 aber auch mit gewohnten Features voll überzeugen. Natürlich setzt Creative auch bei der X7 auf ihren potenten Mehrkern-DSP SB-Axx1 beziehungsweise Sound Core 3D, der bis zu 32 Audiokanäle mit maximal 24 Bit und 96 KHz gleich-

zeitig verwalten kann. Der Prozessor kümmert sich auf Wunsch um die anspruchsvolle Klangmodulation, die beispielsweise von der internen High-End-Soundkarte Sound Blaster ZxR bekannt ist. Neben der virtuellen Surround-Simulation SBX umfasst diese unter anderem den bekannten Crystalizer zum Aufbessern von komprimierten Audiodateien, die Mikrofonverbesserung Crystal Voice und den Scout Mode, der durch Hervorheben bestimmter Frequenzen die Ortung von Gegnern in Spielen verbessern soll, sowie einen sehr guten Equalizer. Mit Ausnahme des Scout-Mode kann jedwedes dieser Features zudem den eigenen Wünschen angepasst und in Profilen gespeichert werden.

Feinste Audio-Hardware

Die Analogsektion der X7 ist sehr gut ausgestattet: Um die Digital-

zu-Analog-Wandlung kümmert sich ein ebenfalls von Texas Instruments stammender Burr-Brown PCM1794 DAC, per Direct-Mode unterstützt dieser bis zu 24 Bit bei 192 kHz mit einem sagenhaften Rauschabstand von 127 dB. Dieser Modus umgeht den DSP und klingt nochmals eine Ecke detaillierter und feiner, auch gegenüber der schon ausgezeichneten Sound Blaster ZxR. Die klangliche Ausgabe des DACs kann mittels vier gesockelter Op-Amps vom Nutzer angepasst werden. Um die Strom-Spannungswandlung (U/I) kümmern sich in der Standardkonfiguration zwei JRC2114D-Operationsverstärker von Japan Radio Corporation, darauf folgen zwei Texas-Instruments-LME47910.

Beide Kopfhörerausgänge werden von dem ausgezeichneten und leistungsstarken TPA6120A2-



Die Op-Amps können auf Wunsch gewechselt werden. Die Standardkonfiguration klingt detailliert und natürlich.

Kopfhörerverstärker von Texas Instruments befeuert, der auch sehr anspruchsvolle Headphones mit voller Dynamik anzutreiben weiß. Dabei ist die Ausgangsimpedanz des 3,5-mm-Kopfhöreranschlusses aber auch niedrig genug, um In-Ear-Kopfhörer nutzen zu können. Zumindest wenn es sich um ordentli-



Das Gehäuse der X7 bietet eine Vielzahl Anschlüsse, darunter einen 6,3- und 3,5-mm-Kopfhöreranschluss, die von einem sehr leistungsfähigen Verstärker angetrieben werden. Auf der Rückseite finden sich Ein- und Ausgänge sowohl für analoge als auch digitale Übertragung, außerdem verfügt die X7 über USB und Bluetooth für mobile Geräte.

che Geräte mit einzelnen Treibern handelt, wie wir uns mit einem Fostex TE-05 überzeugten. Wenn Sie sehr gute In-Ear-Hörer mit Dual-Treibern nutzen wollen, sollten Sie eventuell die ebenfalls erhältliche Limited Edition der Sound Blaster X7 wählen; diese hat eine niedrigere Ausgangsimpedanz, was unter Umständen bei solchen In-Ear-Modellen von Vorteil sein könnte.

Die Limited Edition kommt zudem mit einem stärkeren Netzteil. Der Standardversion der X7 stehen 70 Watt zur Verfügung, während die LE 144 Watt aus der Steckdose ziehen darf. Dies könnte unter Umständen von Nutzen sein, wenn Sie mit der X7 anspruchsvolle Lautsprecher betreiben wollen. Der in der X7 verbauten TPA3116D2-Class-D-Verstärker liefert zwar hier wie dort 2 x 50 Watt Spitzenleistung, die zusätzliche Leistung des Netzteils der Limited Edition könnte allerdings Schwankungen minimieren. Im Test klangen die E-MU-XM7-Regalboxen, die spezifisch für die X7 ausgelegt wurden, mit einem vorgeschalteten Pioneer A-676 Reference Hi-Fi-Verstärker bei gleicher Lautstärke noch einen Tick voller und detaillierter. Die nicht nur mit der X7 sehr gut klingenden Lautsprecher, auf die wir in diesem Test mangels Platz nur kurz eingehen können, kosten im Übrigen knapp unter 300 Euro, zu finden unter <http://www.pcgh.de/preis/1290079>. Die schicken 2-Wege-Boxen sind nicht nur eine Überlegung wert, wenn Sie sich eine X7 anschaffen wollen.

Klasse Klang bei Musik und Spiel

Kommen wir aber zum Eingemachten, dem Klang: Für die Musikwiedergabe empfiehlt es sich, in den schon eingangs erwähnten Direct-Mode zu wechseln. Hier liefert die X7 feinsten Stereo-Klang, der selbst der Sound Blaster ZxR überlegen ist, die wir als Vergleich herangezogen haben. Das Klangbild ist gegenüber dieser schon ausgezeichneten Soundkarte nochmals ein wenig detaillierter, offener und transparenter, die Wiedergabe ist sehr natürlich. Der Bass ist straff und fest, die Mitten sehr ausgeglichen, fast ein wenig analytisch, die Höhen fein aufgelöst und sehr lebendig. Wir haben mit mehreren verschie-

denen Kopfhörern getestet, am besten sagte uns das Klangbild mit einem Philips Fidelio X1 zu. Dieser Kopfhörer löst fein auf und bietet eine große Bühne, besitzt aber auch ein warmes Klangbild mit einer recht kräftigen Bassbetonung und warmen Mitten.

Ein ebenfalls zum Einsatz kommander Audio Technica ATH-700X hingegen wirkte wegen seiner sehr spitzen Höhen und dem eher schwächtigen Bass etwas zu analytisch und scharf auf unsere Ohren, genau wie der Sennheiser HD 560 Ovation II, der ein ähnliches Klangbild aufbietet, dabei allerdings weit weniger offen klingt und noch feiner auflöst. Je nach zugespieltem Material und persönlichem Geschmack könnten die Höhen schon unangenehm sein. Hier hilft der exzellente Equalizer aber sehr gut, alternativ könnte ein Wechsel der LME47910-Operationsverstärker auf etwas wärmer und weniger klar aufspielende Modelle ein angenehmeres Klangbild ergeben – ein Burr-Brown- oder Muses-Modell etwa.

Für Spiele bietet sich der DPS-Modus an, hier ist ein so feiner Klang nicht wirklich vonnöten. Zudem stehen mit der SBX-Software einige sehr interessante Features bereit. Darunter etwa die nach unserer Einschätzung beste Surround-Simulation via Creative SBX. Es kommt natürlich ein wenig auf Ihre Ohren an, wie sie dies wahrnehmen, da hier mit der Psychoakustik gearbeitet wird. Jedoch wirkt das tatsächlich eingehende 5.1-Audiosignal dank des Mehrkern-Audioprozessors Sound Core 3D gegenüber anderen Lösungen wirklich prozessiert, was unserer Erfahrung nach für ein besonders authentisches Klangbild ohne größere Nebeneffekte wie Hall sorgt. (pr)

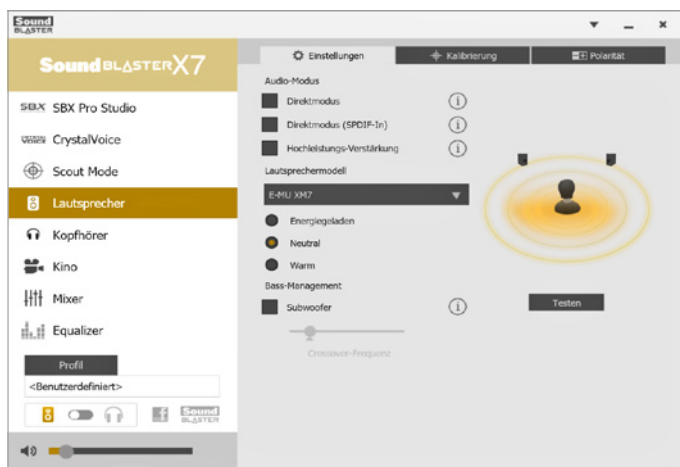
Fazit

Rundum-sorglos-Lösung

Klanglich schlägt die X7 im Direct-Mode gar die sehr gute High-End-Soundkarte ZxR aus gleichem Hause und besitzt im DSP-Modus all deren Features. Der eingebaute Verstärker ist ein weiterer Pluspunkt. Dazu kommt USB im asynchronen Transfermodus sowie Bluetooth via Aptx, beides ist klanglich optimal. Tolle Leistung von Creative!



Die Passivlautsprecher E-MU XM7 sind spezifisch für die X7 ausgelegt. Die Boxen klingen detailliert und ausgewogen, sind für den Schreibtisch aber schon etwas groß.



Die Software-Oberfläche unterscheidet sich in Details von dem geläufigen SBX Pro Studio beispielsweise der Sound Blaster ZxR, bietet aber all deren üppige Funktionen.

Produkt	Sound Blaster X7
Hersteller	Creative
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 400/befriedigend
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1207054
Art	Externe Soundkarte/Verstärker
Stereo/Surround	5.1-Surround/Stereo
Ausstattung (20 %)	1,33
Anschlüsse	U. a.: S/PDIF- sowie Cinch-Stereo-Ein-/Ausgang, 6,3-mm-Headphone-Out, 3,5-mm-Mikrofonanschluss; USB-Anschluss (async)
Besonderheiten	Class-D-Stereo- und leistungsfähiger 600-Ohm-Kopfhörerverstärker, wechselbare Op-Amps, Bluetooth 4.1
Eigenschaften (20 %)	1,31
Einstellungs-elemente/Anordnung	Sehr umfangreiches doch übersichtliches Treibermenü mit sehr vielen Einstellungen/gut bedienbare Regler und Schalter an der Front, allerdings eingeschränkte Funktionalität
Dolby Digital Live/DTS Connect	Ja/ja
Leistung (60 %)	1,30
Hochtonbereich	Sehr lebendig und fein aufgelöst
Mitteltonbereich und Stimmwiedergabe	Ausgewogen und natürlich, tendenziell Richtung analytisch
Tiefenbereich	Schnell, straff und satt und mit viel Volumen
Räumlichkeit	Sehr offenes, transparentes Klangbild
Spieleleistung	Umfangreiche Software und Spiele-Features, Klasse Surround-Simu.
FAZIT Erstklassiger Klang/guter Stereo-Verstärker Vielseitig einsetzbar Sehr gute Software-Features Wertung: 1,31	



Edel-Controller im Duell

Razer hat mit dem in Ausgabe 12/15 mit fünf Sternen prämierten Wildcat vorgelegt. Jetzt stellt sich der Xbox One Elite dem Kampf um die Controller-Krone. PCGH zitiert das Luxus-Pad zum Vergleichstest.

Mit dem Erfolg konnte Microsoft nicht rechnen. Kaum hatte man mit der Auslieferung des eigentlich für eine Nische an Pro-Spielern konzipierten Xbox One Elite Controllers an Vorbesteller begonnen, war das Luxus-Gamepad bereits ausverkauft. Obwohl der Ersatz für das Standardeingabegerät der Xbox One mit stolzen 150 Euro zu Buche schlägt – die Konsole kostet gerade einmal das Doppelte –, versprechen sich Konsolen- und PC-Spieler einiges von dem Gamepad. Einerseits wirkt der Xbox One Elite Controller mit seiner sanft matten Kunststoff-Oberschale, der Anti-Rutsch-Gummierung an der Unterseite sowie der Metall-Optik der Bumper- und Trigger-Tasten edel und hochwertig. Andererseits bestückt ihn Microsoft mit einer teils

einmaligen und selbst beim Konkurrenten, dem Razer Wildcat, nicht zu findenden Sonderausstattung, von der sich Käufer eine bessere und optimierte Spielsteuerung, gerade bei Shootern oder Rennspielen, versprechen. Ob das 150-Euro-Luxus-Pad diese hohen Erwartungen erfüllen kann und sich Microsoft mit dem Elite die Controller-Krone vor dem gleich teuren Razer Wildcat sichert, erfahren Sie in unserem vergleichenden Test.

Viel Ausstattung für höchste Modularität

Schon beim Öffnen des Kartons, mit dem der Xbox One Elite Controller geliefert wird, stellt man fest, dass es sich hier um ein Eingabegerät der Luxusklasse handelt: Wie das Razer Wildcat liefert Microsoft

den Elite Controller mit einer hochwertig wirkenden Transporttasche aus. Nimmt man das Edel-Gamepad mit der matten, leicht angerauten Oberseite sowie den gummierten Griffhörnern aus der Box, bemerkt man, dass dessen Grundform dem normalen Xbox-One-Eingabegerät entspricht. Mit zwei Analogsticks, einer Steuerwanne, je zwei Schultertasten (Bumper) und Trigger sowie sieben weiteren Knöpfen auf der Oberseite ist auch die Grundausstattung des Standard-Controllers vorhanden. Dreht man jedoch den Elite oder wirft einen genaueren Blick in die Transportbox, findet man die Features, die das Gerät zu etwas Besonderem machen und die teils weder beim Razer Wildcat noch einem anderen Gamepad in dieser Form zu finden sind.

Exklusive Extras des Elite

Zur exklusiven Sonderausstattung des Elite Controllers gehören zuerst einmal die verschieden langen Thumbsticks aus Gussmetall, die dank Magnetmechanismus einfach, zur Not sogar mitten im Spiel, gewechselt werden können und von denen ein Paar über eine konvexe statt konkave Daumenauflage verfügt. Der Spieler kann also die Länge der Steuerknüppel nach eigenem Gusto und in Abhängigkeit von der Art des Spiels frei wählen. Da Modularität respektive das Anpassen vieler Bedienelemente an die eigenen Vorzüge beim Xbox One Elite Controller generell großgeschrieben wird, lässt sich das ebenfalls magnetisch haftende und konkav geformte Digitalkreuz auch gegen die Standardvariante austauschen.

Xbox One Elite Controller: Modulare Analogsticks im Vergleich

Zur Edelausstattung des Elite Controllers, die Razers Wildcat nicht zu bieten hat, gehören verschieden lange Thumbsticks aus Gussmetall. Die können einfach gewechselt werden und verfügen über unterschiedliche Daumenablagen. Der Spieler kann so die Länge der Analogsticks nach eigenem Gusto und in Abhängigkeit vom Spiel/Spielstil frei wählen.

Kurze Analogsticks mit konkaver Daumenauflage



Mittellange Analogsticks mit konvexer Daumenauflage



Lange Analogsticks mit konkaver Daumenauflage



Diese Luxusausstattung ist auf jeden Fall ein Alleinstellungsmerkmal des Geräts, denn der Wechsel von Steuerkreuz und Analogsticks ist selbst beim schärfsten Konkurrenten, dem Razer Wildcat, nicht möglich. Auf der Rückseite des Gamepads findet man weitere Extras, welche die Modularität des Elite Controllers unterstreichen. Zum einen befinden sich dort kleine grüne Schiebescalter, mit denen sich, ähnlich wie bei Razer Wildcat, der Hub der Trigger-Tasten verkürzen lässt, um beispielsweise bei Shootern schneller den Waffenabzug zu betätigen. Zum anderen verfügt das Eingabegerät über vier Pedale, die mit den Mittel- und Ringfingern bedient werden und auf die sich mittels der umfangreichen App (mehr dazu später) ansonsten am Gamepad schwer erreichbare Tasten legen lassen. Auch hier hat der Spieler die Wahl, ob er alle vier der sehr direkt reagierenden Metallschalter nutzen möchte oder lediglich das lange oder kurze Pedalpaar zum Einsatz kommt.

Sieger im Feature-Vergleich

Um die Sondertasten, aber auch alle anderen Knöpfe per Anwendung neu belegen zu können, verfügt der Elite über einen Speicher für zwei Profile sowie einen Schiebescalter zum Wechsel zwischen den beiden Voreinstellungen. Zwei AA-Batterien sowie ein stoffummanteltes, ca. 2,50 Meter langes Kabel runden die exzellent und sehr funktionale Ausstattung des Elite Controllers ab. In der Summe der Features hat Microsofts Edel-Gamepad hier bei gleichem Preis klar mehr zu bieten als der Razer Wildcat.

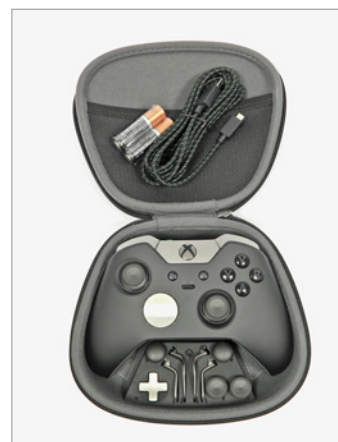
Sehr gut konfigurierbarer Handschmeichler

Obwohl der Elite die Grundform

des Standard-Controllers besitzt, fällt seine Ergonomie noch besser aus. Das liegt einerseits an der matten und fein angerauten Oberseite mit griffiger Haptik. Andererseits bieten die mit einer Anti-Rutsch-Gummierung versehenen Griffhörner den Handinnenflächen auch dann noch guten Halt, wenn sich hier nach längerer Benutzung Schweiß gebildet hat. Des Weiteren ist der Xbox One Elite Controller überhaupt nicht kopflastig, auch das kommt der Ergonomie spürbar zugute. Dazu kommt die Möglichkeit, die Höhe der Analogsticks in Abhängigkeit zur Daumenlänge und -haltung des Spielers wählen zu können. Aus ergonomischer Sicht sind auch die Pedaltasten an der Unterseite extrem gut gestaltet. Man erreicht diese optimal mit den für die Bedienung vorgesehenen Mittel- oder Ringfingern, ohne dabei zu verkrampfen. Mit etwas Eingewöhnung und Übung klappt sogar die koordinierte Nutzung beider Fingerpaare. Das alles macht den Xbox One Elite Controller zu einem echten Handschmeichler, der Razers Wildkatze in puncto Ergonomie in nichts nachsteht. Darüber hinaus kann man für vier frei belegbare Knöpfe auf der Rückseite den Ring- und Mittelfinger einsetzen. Beim Razer Wildcat stehen dagegen nur Mini-Trigger für die Mittelfinger bereit, während die beiden Mini-Bumper an der Front nur mit dem Zeigefinger bedient werden können.

Hilfreiche App (nur Win 10!)

Die Umbelegung von Tasten – für unseren Test mit Project Cars legten wir die zum Schalten vorgesehenen Knöpfe „B“ (Hochschalten) und „A“ (Runterschalten) auf die Pedaltasten P3- und P1 – geht mithilfe der für den Elite Controller



Im direkten Ausstattungsvergleich mit Razers Wildcat sind es vor allem die speziellen Extras in der Transportbox, mit der sich Microsofts hochwertiges Pad die Controller-Krone sichert.

Xbox One Elite vs. Razer Wildcat: Feature-Vergleich

Ausstattungs-Feature	Xbox One Elite Controller	Razer Wildcat
Gewicht ohne Kabel und Extraknöpfe/leicht kopflastig	340 Gramm/nein	263 Gramm/nein
Standardelemente (am Xbox One Controller vorhanden)	Zwei Analogsticks/Trigger/Bumper, Steuerkreuz/-wanne (digital), sieben Knöpfe auf der Oberseite	Zwei Analogsticks/Trigger/Bumper, Steuerkreuz (digital), sieben Knöpfe auf der Oberseite
Ausstattung für bessere Haptik und Ergonomie	Anti-Rutsch-Gummierung für die Griffhörner/Gummi-Elemente am Analogstick/leicht nageraute und griffige Oberschale	Gummi-Überzug für den Griff sowie die Oberseite der Analogsticks
Profilspeicher (Größe)/Profilwahl (Schalterart)	Speicher für zwei Profile/Schiebeschalter	Speicher für zwei Profile/Taste zum Umschalten von Profilen
Modulare Elemente am Controller	Drei Analogsticks mit verschiedener Höhe, Steuerwanne für Steuerkreuz, vier Pedaltasten auf der Unterseite	Zwei optional montierbare Pedal-Trigger
Alternativ belegbare Extratasten	Vier Pedaltasten (P1 bis P4)	Zwei Mini-Trigger (M3/M4) und zwei kleine Bumper (M1/M2) zwischen den regulären Triggern
Art der Umbelegung der Zusatz Tasten	Per Software/App, die nur für Windows 10 verfügbar ist	Per Hardware, Mapping per Knopf on-the-fly im Spiel möglich
Federweg des Triggers verstellbar?	Ja, per Schiebescalter auf der Unterseite	Ja, per Schiebescalter auf der Unterseite
Drahtloser Betrieb möglich/Batterien erforderlich?	Ja, Xbox One Wireless Adapter für Windows (ca. 30 Euro)	Nein/nein, Stromversorgung erfolgt per USB-Kabel
Weitere Besonderheiten der Hardware/Software	Reaktion/Ansprechverhalten der Mini-Steuerknüppel und der Trigger sowie Vibrationsstärke per Windows-10-App modifizierbar	Lautstärke des Headsets per Knopf verstellbar/Knopf für die Stummuschaltung des Mikrofons

Weil Luxus kostet: Wenig Neues für ziemlich viel Geld

Der Elite ist das Optimum dessen, was dem Xbox-Standard an Ergonomie und Qualität entlockt werden kann. Metall, Gummierung, Gewicht – ein echter Handschmeichler. Trigger und Sticks lassen sich feintunen; mehr Präzision ist mit einem normalen Gamepad nicht zu erreichen. Dass dies nur über die Windows-10-App möglich ist, nervt latent. Die optionalen Pedaltasten auf der Unterseite sind gewöhnungsbedürftig, einleuchtend hingegen die mechanischen Verschlüsse zur Verkürzung des Trigger-Regelwegs. All das bietet der Wildcat auch, ist mit Ausnahme der Backtrigger aber ein Plastikbomber. Dafür fügt Razer mit den Funktionstasten Nützliches hinzu. Leider haben beide Controller ein großes Problem: Das Preis-Leistungs-Verhältnis ist trotz der gebotenen Qualität happig. Zur Erinnerung: Den schon sehr guten Xbox-One-Wireless-Controller gibt es inklusive Play-&-Charge-Kit schon für 60 Euro – macht rund 80 Euro Aufschlag für Sondertasten und ein Qualitäts-Upgrade



Matthias Spieth

entwickelten Anwendung beeindruckend einfach. Selbiges gilt für die Modifikation der Reaktion/des Ansprechverhaltens der Mini-Steuerknüppel und der Trigger. Selbst die Vibrationsstärke der Abzüge sowie der Griffhörner lässt sich separat einstellen. Anders als beim Razer Wildcat, bei dem die Tasten on-the-fly, sogar mitten im Spiel, hardwareseitig umbelegt werden können, ist beim Elite Controller die alternative Tastenbelegung nur per App möglich. Die PC-Spieler muss sich die nur mit Windows 10 nutzbare Software jedoch erst aus dem Microsoft-Store herunterladen und installieren. Für Nutzer vorheriger Windows-Versionen steht die Konfigurations-App nicht zur Verfügung und an unserem Testrechner wurde der Elite Controller nicht erkannt. Hier muss Microsoft nachbessern.

Leistung & Präzision Deluxe

Wer 150 Euro in Microsofts Edel-Pad investiert, verspricht sich eine höhere Präzision bei der Spielsteuerung als beim Standardmodell – und wird nicht enttäuscht. Die Trigger reagieren im Test mit Project Cars absolut direkt und ihr Ansprechverhalten lässt sich sogar per Software auf die eigenen Präferenzen anpassen. Selbiges gilt auch

für die modularen Analogsticks, mit denen sich unsere Polygonkarosse optimal lenken lässt. Des Weiteren fallen die Druckpunkte aller Standardtasten gefühlt noch besser und knackiger aus als beim regulären Xbox-One-Eingabegerät. Besonders gefallen haben uns die sofort ansprechenden Schultertasten und Pedalknöpfe sowie die sehr definiert und genau reagierende Steuerwanne als Steuerkreuzersatz. Insgesamt kann man sagen, dass die Kombination aus perfekt reagierenden Triggern und Mini-Steuerknüppeln sowie leichtgängigen, aber sehr direkten Tastendruckpunkten dafür sorgt, dass wir mit dem Xbox One Elite Controller besser als mit jedem anderen erhältlichen Gamepad spielen konnten. Dieser Eindruck ist aber längst nicht nur der Verdienst der anstandslosen Leistung, sondern auch der Ergonomie und der Modifikationsmöglichkeiten.

Etwas besser spielen

Die Erwartung, mit diesem Edel-Pad eine wenig besser, präziser und komfortabler spielen zu können, wird nicht enttäuscht. Ob das einen Preis von 150 Euro rechtfertigt, muss jeder für sich entscheiden. Die aktuell eingeschränkte Verfügbarkeit deutet jedoch darauf hin, dass Microsoft hier nicht nur mit der Preispolitik richtig liegt. Das Konzept, ein Gamepad mit Profi-Ausstattung anzubieten, das sich auch für den Gelegenheitsspieler bestens eignet, kommt bei Konsolen- und PC-Spielern an. Es mag subjektiv klingen, aber mit diesem tollen und funktionalen Fünf-Sterne-de-luxe-Controller lässt es sich wirklich besser spielen als mit dem Standardmodell. (fs)



Die vier Pedaltasten (Unterseite) sind das nützliche Alleinstellungsmerkmal des Elite. Razers Wildcat bietet dagegen nur zwei Pedal- und ergonomisch platzierte Multifunktions-Trigger.

Microsofts Edel-Pad: Knapper Sieg im Vergleichstest

Wie den Razer Wildcat (siehe PCGH 12/15, S. 98) bewerten wir auch den Xbox One Elite Controller mit der Höchstnote von fünf Sternen (Sehr gut). Dabei sichert sich Microsofts Edel-Gamepad vor allem mit seiner Spezialausstattung im direkten Vergleich die Controller-Krone.



Xbox One Elite Wireless Controller

Fazit: Die teils einmalige und durchdachte Ausstattung, die hochwertige Optik und Haptik, die tolle Ergonomie und die beeindruckende Leistung machen den Microsoft Xbox One Elite Controller zu einem Eingabegerät der Extraklasse.

Hersteller: **Microsoft**

Web: **www.microsoft.de**

Preis: **Ca. € 150,-** | Preis-Leistung: **ausreichend**

PCGH-Preisvergleich www.pcgh.de/preis/1282350

WERTUNG

★★★★★

Fazit

Hardware

Xbox One Elite vs. Razer Wildcat

Bei der Ergonomie und Leistung liegen die gleich teuren Eingabegeräte gleichauf und ob man die Zusatztasten nun per App oder direkt per Knopfdruck in der Hardware umprogrammieren will, das muss der Spieler selbst entscheiden. Features wie der Wechsel von Steuerkreuz und Analogsticks sowie die hilfreichen Pedaltasten gibt es allerdings nur bei Microsofts empfehlenswertem Edel-Controller. Genau wegen dieser Sonderausstattung hat der Elite Controller im direkten Vergleich die Nase vorn.

4 PCGH-Hefte ab 7,90 Euro

Hardware
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

PCGH-Monatsheft + Sonderheft abstauben



Magazin-Miniabo

**3 x PCGH (Magazin-Version)
+ Sonderheft
7,90 Euro**

Jetzt bestellen unter:
www.pcgh.de/miniabo-sohe



DVD-Miniabo

**3 x PCGH (DVD-Version)
+ Sonderheft
11,00 Euro**

Jetzt bestellen unter:
www.pcgh.de/miniabo-sohe2

Heiße Weihnacht

Die PCGH-Redaktion präsentiert Ihnen 30
geniale Geschenkideen fürs Fest, die Sie mit
etwas Glück sogar gewinnen können!

Stress beim Weihnachts-Shopping? Nicht mit uns! Auf den folgenden Seiten finden Sie alles, was große und kleine Technikfans begeistert! Gaming-Hardware, Spiele, Filme, Heimkino-Zubehör und spaßige Gadgets für den Gabentisch. Das Beste daran: Sie können diese und weitere Produkte von den hier genannten Herstellern in unserem großen Online-Gewinnspiel abstauben: Besuchen Sie unsere Internetseite und halten Sie die Augen nach den hier abgebildeten Produkten offen. Wenn Sie eines finden, genügt ein Klick darauf und Sie gelangen zur Gewinnspielseite mit den Teilnahmebedingungen. Die große Advents-Schnitzeljagd beginnt am **25.11.2015** und endet am **23.12.2015**. Teilnehmen können alle Besucher unserer Internetseite www.pcgh.de. Wir wünschen unseren Lesern viel Spaß beim Stöbern in den Geschenketipps, viel Glück beim Gewinnspiel und natürlich frohe Weihnachten!

Teufel Cinebase

WEB: www.teufel.de PREIS: € 599

Die Cinebase von Teufel steht für ein gewaltiges, klanglich einhüllendes Sounderlebnis. Das High-End-Sounddeck ist die stärkste Antwort auf flachen TV-Sound. Alle stehen drauf: Ihr Flachbildschirm und echte Kinofans. Dank HDMI-Anschlüssen, Bluetooth und weiteren Steckplätzen für optische oder koaxiale Verbindungen lässt sich die Cinebase kinderleicht in jedes bestehende Wohnzimmer-Setup einbinden. Bei der komfortablen Steuerung aus der Ferne hilft neben der mitgelieferten Fernbedienung auch HDMI-CEC, wodurch das Soundbrett mit der TV-Bedienung gesteuert wird – einfacher geht es nicht! Wer sich zu lange über den monotonen Sound des eigenen Fernsehers geärgert hat, taucht mit der Cinebase in eine völlig neue Klangwelt ein: Insgesamt sechs Lautsprecher sorgen in Kombination mit zwei Jet-Engine-Subwoofern für ein mitreißendes Kinofeeling, das man so schnell nicht mehr missen möchte. Dank Sonic Emotion Absolute 3D Technologie beweist die Teufel Cinebase darüber hinaus, dass man für einen raumfüllenden

Surround-Sound ohne Effekthascherei kein sperriges 5.1-Lautsprecher-Set braucht.



AUS GUTEM GRUND
GRUNDIG

Die Winteredition von Grundig

WEB: www.grundig.de PREIS (ZOLL): € 499 (32), € 629 (43), € 749 (49), € 999 (55)

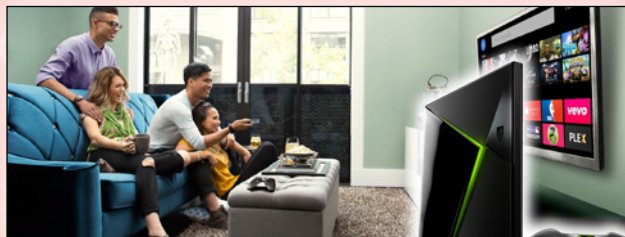
Überzeugende Bildperformance kombiniert mit einem attraktiven Preis-Leistungs-Verhältnis: Das ist die neue Winteredition von Grundigs Vision-6-Serie. Die Fernseher sind in vier Zollgrößen (32, 43, 49 und 55) erhältlich, pfeilschnell dank Dualcore-Prozessoren und Smart Inter@ctive TV 3.0-Betriebssystem und dabei kinderleicht zu bedienen. Neben den nach vorne abstrahlenden Lautsprechern mit DTS StudioSound HD-Technologie und 40 Watt Ausgangsleistung für besten Klang sorgt der HD-Triple-Tuner für umfangreiche Empfangsmöglichkeiten, inklusive USB Recording 2.0 mit Permanent-Timeshift-Funktion. Mit den Vision 6 Full-HD-TVs der Winteredition beschenken Sie sich gleich doppelt: Neben brillanten Bildern dürfen Sie sich über zusätzliche 24 Monate Weihnachtsgarantie freuen! Aktionszeitraum: 15. November bis 16. Januar.

Acer Predator Z35 Gaming-Monitor

WEB: www.acer.de PREIS: € 1.099

Gamer, die schon immer Teil des Games sein wollten, haben mit dem Acer Predator Z35 nun alle Möglichkeiten dazu! Mit seinem beeindruckenden 35-Zoll-Format und dem Curved-Design zieht der Gaming-Monitor jeden Gamer wortwörtlich ins Spielgeschehen. Dabei stellt das Ultra-Display Spiele in scharfem Full HD und dank 100 % sRGB-Farbraumabdeckung in lebendigen Farben dar. Für ein reibungsloses Spielerlebnis sorgt die NVIDIA® G-Sync™-Technologie, die lästiges Ruckeln und Tearing-Effekte eliminiert. Wer beim Gaming an der Konkurrenz vorbeiziehen will, kann den Z35 zudem auf eine blitzschnelle Bildwiederholfrequenz von 200 Hz übertakten. Dadurch erspähen Sie Feinde, bevor Sie entdeckt werden. Für eine kristallklare Darstellung bei hohen Wiederholungsraten lässt sich auf Wunsch NVIDIA® ULMB™ (Ultra

Low Motion Blur) zuschalten. Hinzu kommen aggressives Design, kinoreifer DTS® Sound und erweiterte Einstellungsoptionen dank der Predator-GameView-Technologie, die den Predator Z35 zum idealen Gaming-Monitor machen – für alle, die die Kontrolle übernehmen wollen.



NVIDIA SHIELD Android TV

WEB: <http://shield.nvidia.de> PREIS: € 199,99

Sie sind auf der Suche nach einer leistungsstarken Set-Top-Box fürs Wohnzimmer? Dann werden Sie bei der NVIDIA SHIELD Android TV fündig. Die kleine Smart-TV-Box ist bis zu 34 Mal schneller als andere Medien-Streamer. Sie kann als einzige Ultra-HD-4K-Inhalte (u. a. von YouTube und Netflix) flüssig mit 60 Bildern pro Sekunde auf den Fernseher zaubern. Darüber hinaus bietet SHIELD Gaming-Unterhaltung vom Feinsten: Neben zahlreichen, speziell angepassten Next-Gen-Android-Games unterstützt SHIELD ATV den neuen On-Demand-Cloud-Gaming-Dienst GeForce NOW. Das „Netflix für Spiele“ ermöglicht unbegrenztes Streamen von mehr als 60 populären PC-Spielen ohne Wartezeiten. Jeder Konsole liegt ein griffiger Gaming-Controller bei, optional sind eine schicke Fernbedienung sowie ein hochwertiger Standfuß aus Metall erhältlich.



Samsung SSD 850 PRO

WEB: www.samsung.com PREIS: € 638,74

Zusammen mit Samsung Electronics verlosen wir eine SSD 850 PRO mit einer Speicherkapazität von 1 TB. Die SSD ist der perfekte Begleiter für alle Anwender, die höchste Anforderungen an ihr Speichermedium stellen. Neben einer Belastbarkeit von bis zu 80 GB an Schreibdaten pro Tag, integrierter Verschlüsselung nach AES 256 Bit und einer hohen Energieeffizienz hat die SSD 850 PRO vor allem hinsichtlich der Performance einiges zu bieten: Die sequenzielle Leseleistung der SSD 850 PRO erreicht bis zu 550 MB/s, die Schreibleistung bis zu 520 MB/s. Die zufällige Leseleistung beträgt bis zu 100.000 Input/Output-Operationen pro Sekunde (IOPS), die Schreibgeschwindigkeit bis zu 90.000 IOPS. Für alle Liebhaber von hohen Geschwindigkeiten und kompromissloser Leistung ein absolutes Muss!



NVIDIA SHIELD Tablet K1

WEB: <http://shield.nvidia.de> PREIS: € 199

So viel Tablet fürs Geld gab es selten: Für 199 Euro bekommen Sie das neue SHIELD Tablet von NVIDIA. Es handelt sich um ein 8-Zoll-Tablet mit 1.920x1.200-Full-HD-Touchscreen. SHIELD hat ordentlich Dampf unter der Haube, denn im Inneren werkelt einer der schnellsten Mobilprozessoren, der Tegra-K1-Prozessor von NVIDIA mit 192 Grafikrechenheiten. So ist das Allround-Gerät insbesondere für Gamer interessant! Wie der große Bruder SHIELD Android TV (siehe Artikel), lässt sich auch über das SHIELD Tablet der neue On-Demand-Cloud-Gaming-Dienst GeForce NOW mit echten Blockbuster-Titeln wie *The Witcher 3*, *Batman: Arkham Origins* oder *Ultra Street Fighter IV* nutzen. Die Muskeln spielen lässt das handliche Gerät aber auch bei Android-Games der neuesten Generation in nie da gewesener Grafikpracht. Damit der volle Spielspaß aufkommt, bietet NVIDIA optional ein Gamepad – den SHIELD Controller – an. Wer will, kann einen Fernseher per HDMI verbinden und die Games auf dem großen Bildschirm zocken.



Nerf N-Strike Elite XD Modulus Blaster

WEB: hasbro.de PREIS: € 79,99

Bauen Sie mit dem Modulus von Nerf Ihren eigenen Blaster! Sie möchten ein Doppel-Magazin, einen einklappbaren Griff oder ein anderes Zielfernrohr? Kein Problem, der Modulus Blaster lässt sich beliebig zerlegen und durch alternative Bauteile modifizieren. Neben dem Blaster an sich, der alleine bereits 30 unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten bereithält, stehen vier Erweiterungspakete (separat erhältlich) bereit. Insgesamt eröffnen sich somit mehr als 1.000 Möglichkeiten, Ihren eigenen Nerf-Blaster zusammenzustellen. Der Modulus muss an regnerischen Tagen außerdem nicht aus der Hand gelegt werden. Nutzen Sie die Auszeit, um sich neue Konfigurationen auszudenken oder kleine Wettbewerbe zu veranstalten: Wer baut den größten Blaster oder wer kann ihn am schnellsten zerlegen und wieder zusammensetzen? Der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt!



WLAN überall! devolo dLAN 1200+ WiFi ac

WEB: www.devolo.de PREIS: € 189,99

Mit bis zu 1,2 Gbit/s im Heimnetzwerk – der devolo dLAN 1200+ WiFi ac verbindet das schnellste WLAN mit dem leistungsstärksten Powerline-Heimnetz, ganz einfach an jeder Steckdose. Das Flaggschiff der dLAN-1200-Generation sorgt für eine ideale Verbindung – über WLAN mit allen mobilen oder per Kabelverbindung mit stationären Endgeräten im Haus. Smartphones, Tablets, Spiele-Konsolen und Notebooks sind so jederzeit perfekt mit dem Internet verbunden, genauso wie Ihre moderne Unterhaltungselektronik und smarte Haustechnik. Der devolo dLAN 1200+ WiFi ac ist voll kompatibel zu den dLAN 200-, dLAN 500- und dLAN 650-Modellen sowie allen Powerline-Adaptoren, die dem HomePlug AV(2) Standard entsprechen. Die WLAN-Übertragung ist abwärtskompatibel bis WiFi n.



Die Besten zum Fest! Neue Sammelboxen zu Weihnachten

WEB: www.fox.de PREIS: € 14,99 (KEVIN), € 29,99 (ROCKY), € 29,99 (PREDATOR)

Auch dieses Weihnachten präsentiert Ihnen 20th Century Fox Home Entertainment Kultfilme in attraktiven Sammelboxen: Der Weihnachtsklassiker Kevin – Allein zu Haus mit Macaulay Culkin erstrahlt dank 4K-Transfer in neuer Bildqualität und kommt im Doppelpack mit dem zweiten Teil Kevin – Allein in New York. Pünktlich zum 40-jährigen Jubiläum des Boxer-Epos von Sylvester Stallone gibt es mit Rocky – The Complete Saga das ultimative Fanpaket für alle Freunde des Champions: alle sechs Teile der Reihe inklusive Bonusmaterial und nie gezeigter Interviews. Nicht zu vergessen die nagelneue Predator 1-3 Collection mit allen drei Teilen der Sci-Fi-Horrorreihe in ungeschnittener Fassung!



nerdytec Couchmaster® NERDTRON

WEB: www.nerdytec.com PREIS: € 249

Nutzen Sie die Couch! Mit dem Couchmaster® von nerdytec wird es Ihnen auf bequeme Weise ermöglicht, von Ihrem Sofa aus die volle Kontrolle über Ihre Lieblings-Games zu erlangen oder auch gemütlich durch das Netz zu surfen. Die optimal durchdachte Unterlage für Maus und Tastatur wurde mit feinen Details ausgestattet und bietet neben ausreichend Stauraum für alle Peripherie-Kabel auch Anschlussmöglichkeiten für diese, um so den Couchmaster® mit nur einem Kabel mit Ihrem PC zu verbinden. Das geschieht durch einen im Inneren verbauten USB-3.0-Hub, der durch das mitgelieferte 5-m-Kabel mit einem freien USB-3.0-Port am Computer verbunden wird und Power für bis zu vier Eingabegeräte oder ein Headset bietet. Ausreichend Taschen mit Stauraum für Maus und weiteres Gaming-Zubehör oder Getränke sind ebenfalls vorhanden und frei positionierbare Handballenkissen bieten die beste Haltung beim Zocken. Zu gewinnen gibt es den Couchmaster® in der limitierten „NERDTRON“ Edition im Gesamtwert von 249 Euro (ohne Peripherie).



Creative MUVO mini

WEB: www.creative.com PREIS: € 59,99 UVP

Genießen Sie überall tollen Klang, bei Wind und Wetter. Der mit Schutzart IP66 bewertete MUVO mini ist nachweislich gegen Wettereinflüsse geschützt und damit bei jedem Wetter perfekt für die Nutzung im Freien geeignet. Die beiden Fullrange-Mikrotreiber des MUVO mini sorgen für glasklaren Stereo-Sound und die besonders große Front-Bassmembran liefert eindrucksvolle Bässe. Der kompakte Lautsprecher enthält sogar ein unsichtbares Mikrofon, mit dem Sie Anrufe annehmen können. Mit der praktischen Tap-&-Play-Funktion via NFC und Bluetooth können Sie Ihre Musik jetzt ganz bequem über Bluetooth oder den Aux-Eingang für analoge Geräte streamen. Der eingebaute Akku ermöglicht bis zu zehn Stunden kabellose Wiedergabe und lässt sich ganz bequem per Mikro-USB-Anschluss mit den meisten USB-Ladegeräten aufladen.



Corsair STRAFE RGB Silent

WEB: www.corsair.com PREIS: € 159,99

Die STRAFE RGB Silent Tastatur zeichnet sich durch extrem geräuscharme mechanische Tastenschalter und eine dynamische Multicolor-Lichteffektsteuerung aus. Die Tastatur ist bis zu 30 % leiser als andere mechanische Gaming-Tastaturen, ohne Abstriche bei Geschwindigkeit, Tastengefühl und Reaktionsgeschwindigkeit zu machen. Auch bei der sonstigen Ausstattung muss man keinerlei Kompromisse in Kauf nehmen. Dank USB-Passthrough-Anschluss werden Maus, Headset oder USB-Stick einfach über das Keyboard mit dem PC verbunden. Austauschbare FPS- und MOBA-Tastenklappen rüsten die STRAFE RGB Silent ganz einfach für Ihr Lieblingsgenre und bieten ein optimales Tippgefühl sowie verbesserte Griffbarkeit. Damit Ihre Hände auch bei längeren Spielsitzungen nicht ermüden, kommt das Keyboard mit einer abnehmbaren Softtouch-Handballenablage. Und dank der praktisch unbegrenzten Anpassbarkeit der Lichteffekte sieht die Tastatur genauso toll aus wie man damit spielt.

Torchance 2016 DER FUSSBALLMANAGER

WEB: www.torchance.de PREIS: € 29,99

Das einstige Indie-Projekt *Torchance* von 2tainment gilt als eines der führenden Fußballmanager-Spiele für den PC und steht seit seinem Erscheinen fast durchgehend in der Top 3 der Sportmanagement-Titel bei Amazon Deutschland. Die umfangreichen Verbesserungen und neuen Inhalte wie das Livespiel machen die neueste Version *Torchance 2016* zum absoluten Muss für Fans: Der Weg von der 8. Liga bis an die Weltspitze überzeugt durch ausgefeilte Management-Funktionen, vom Stadionausbau über den Transfermarkt bis hin zum Ticketpreis im Vorverkauf. Für den optimalen Start in die Fußball-Saison wurde ein Trikot-Designer integriert und dank des umfangreichen Editors kann die aktive Community jederzeit Änderungen an Spieler- und Vereinsdaten vornehmen.



Grundig M 2300 DAB+

WEB: www.grundig.de PREIS: € 399

Mit ihrer klassischen Form ist die hochwertige Kompaktanlage von Grundig eine Zierde für jedes Wohnzimmer. Das Gehäuse des Verstärkers aus teilweise gebürstetem Metall und die edlen Boxen aus Holz passen perfekt zu jedem Interieur und benötigen dank ihrer schlanken Maße kaum Platz im Schrank. Dabei muss sich das Soundsystem hinsichtlich der Klangqualität und Leistung nicht vor großen Anlagen verstecken und ist dennoch kinderleicht zu bedienen. Auch bei der Ausstattung und den Anschlüssen bleiben keine Wünsche offen. Erleben Sie glasklaren Hörgenuss von CDs, USB-Laufwerken, Bluetooth (mit NFC), UKW oder per Digitalradio mit DAB/DAB+. Der kompakte, aber leistungsfähige Verstärker (PMPO 450 Watt) sorgt mit zweimal 50 Watt RMS Ausgangsleistung inklusive Dynamic Bass Boost und fünf fest programmierten Equalizer-Einstellungen dafür, dass Ihre Musik perfekt in Szene gesetzt wird.

Angelbird SSD2GO PKT

WEB: www.angelbird.com PREIS: ab € 199,90

Schnell, geräuschlos, unempfindlich und energieeffizient: Mit der SSD2GO PKT vereint Angelbird all diese Vorteile in einem ganz besonders kompakten Speicherwunder. Die SSD ist mit OS X, Windows und Linux kompatibel, kleiner als eine Kreditkarte und wiegt lediglich 50 Gramm. Das Gehäuse besteht aus massivem Aluminium, anschlussseitig setzt die SSD2GO PKT bereits auf den neuesten Standard von USB 3.1 Type C Gen-2 mit 10Gb/s. Für optimale Kompatibilität werden 2x USB-3.1 Typ C-Kabel mitgeliefert: Type C auf C & Type C auf A.



- 256 GB, 512 GB
- Datendurchsatz:
Bis zu 560 MB/s
- TRIM Support am Mac –
ab 10.6 Snow Leopard
- USB 3.1, Type C,
Gen 2, 10 Gb/s
- 7 x 4 x 0,9 cm
- Splash-, Dust-,
Temperature-, Magnet-,
X-ray-, Shock-Proof
- Personalisierbar

Grand Ages: Medieval von Kalypso Media

WEB: www.grandages.com PREIS: € 39,99 (PC), € 59,99 (PS4)

Wir schreiben das Jahr 1050 nach Christus und die Entwicklung Europas schreitet mit Riesenschritten voran. Neue Gebiete werden erschlossen und Handelsrouten errichtet. Im Echtzeitstrategiespiel *Grand Ages: Medieval* steigen Sie vom einfachen Bürgermeister einer kleinen Siedlung zum Herrscher über ganz Europa auf: von Skandinavien bis Nordafrika und von Portugal bis zum Kaukasus. Auch der Nahe Osten wird sich Ihrem Einfluss nicht entziehen. Sammeln Sie Ressourcen, treffen Sie andere Völker und gelangen Sie durch geschickten Handel und Expansion zu Reichtum! Sie gründen blühende Städte, forschen nach neuen

Technologien, trotzen den Angriffen der Barbaren, sichern Ihre Handelsrouten und erobern fremde Ländereien. Erleben Sie eine spannungsgeladene Kampagne inklusive aufwendig gestalteter Zwischensequenzen. Spielen Sie nach Ihren eigenen Regeln im freien Spiel oder messen Sie Ihre Fähigkeiten im Mehrspielermodus mit bis zu acht Spielern!



Mionix Nash 20 und Mionix Naos 8200

WEB: www.mionix.net PREIS: € 119,99 (HEADSET), € 89,99 (MAUS)

It's all about the Craftsmanship: Das ausgezeichnete Nash 20 ist ein geschlossenes, analoges Gaming-Headset mit passiver Umgebungsgeräuschunterdrückung. Die vierfache Gummi-beschichtung sorgt für eine angenehme Haptik und unterstreicht das klare Design. Passend dazu liefert Mionix die Naos 8200 Laser-Gaming-Maus. Die Kombination aus High-End-Komponenten und der preisgekrönten, ergonomischen Form machen die Mionix Naos 8200 zum neuen Standard im Bereich hochwertiger Gaming-Mäuse. Als Weihnachtsspecial bietet Mionix in seinem Webshop zwischen dem 25. November und dem 24. Dezember allen Lesern **20 Prozent Rabatt** auf seine gesamte Produktpalette. Einfach beim Check-out auf www.mionix.net den Gutscheincode **MioniXmas** eingeben und beim Schenken auch noch sparen!

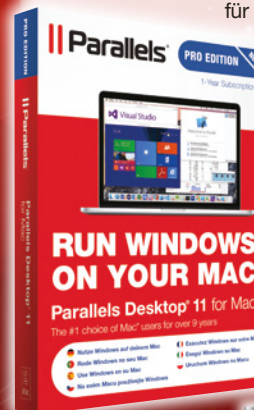
Parallels Desktop für Mac Pro Edition

WEB: www.Parallels.com PREIS: € 79,99 (STANDARD), 99,99 (PRO UND BUSINESS/P.A.)

Sie lieben die Arbeit mit Ihrem Mac, müssen aber trotzdem gelegentlich Windows- oder Linux-Programme nutzen? Sie entwickeln Software und wollen das Ergebnis gleichzeitig auf unterschiedlichen Plattformen testen? Dank der neuen *Parallels Desktop für Mac Pro Edition* ist das kein Problem: Ohne Neustart können Sie mit einem Klick zwischen mehreren virtuellen Rechnern, auf denen unterschiedliche Windows-, Linux- oder Mac-Versionen laufen, hin und her wechseln. Power-User müssen dabei keine Kompromisse fürchten: Jede virtuelle Maschine greift auf bis zu 64GB vRAM und 16vCPUs zurück – mehr als genug Leistung selbst für anspruchsvolle Anwendungen und sogar

Spiele. Beliebte Entwicklertools wie Visual Studio, Docker oder Vagrant lassen sich mühelos integrieren.

Mehr Infos: <http://blog.parallels.com/de/>





FRITZ! ist zu Hause

WEB: www.avm.de PREIS: € 194 (FRITZ!BOX), € 59 (FRITZ!FON), € 99 (FRITZ!WLAN REPEATER)

Lehnen Sie sich entspannt zurück und genießen Sie den vollen Heimnetzkomfort! Die vielfach ausgezeichnete **FRITZ!Box 7490** sorgt mit innovativer Spitzentechnologie für ultraschnelle Verbindungen an jedem Anschluss und deckt mit vielen Extras alle Kommunikationswünsche rund um Internet, Telefonie und Netzwerk ab. Als ideale Ergänzung bietet **FRITZ!Fon C4** Telefonate in HD-Qualität, zahlreiche Multifunktionsfunktionen und Internetdienste sowie Musik- und Smart-Home-Steuerung. Schnell und einfach ins Heimnetz integriert und sofort einsatzbereit. Genießen Sie Ihr Lieblingsprogramm, wo Sie es möchten. Denn **FRITZ!WLAN Repeater DVB-C** bringt das TV-Programm auf Smartphone, Tablet und andere Geräte im Heimnetz und sorgt gleichzeitig für mehr WLAN-Reichweite mit rasantem WLAN AC im 2,4- und 5-GHz-Band. Alles für Ihr Heimnetz und weitere Infos finden Sie auf: www.avm.de



EIZO FS2434 FORIS

Gaming-Monitor
mit brillanter Bildqualität

WEB: www.eizo.de PREIS: € 349

Full-HD-Inhalte Ihrer Spiele-Konsolen, Blu-ray-Player, HD-Video-Kameras und Computer setzt der EIZO FS2434 in glasklare und detaillierte Bilder um. Auf seinem 23,8-Zoll-LCD mit IPS-Technik zeigt er jede Farbnuance und Textur. Deshalb wirken Bildszenen und Videosequenzen realistisch und lebendig. Der EIZO FS2434 punktet außerdem durch ein sehr geringes Input-Lag von 0,05 Frames je Sekunde und seine entspiegelte Anzeigefläche. Das Resultat: spielentscheidende Vorteile und vorbildliche Ergonomie für ein optimales Sehvergnügen. Auch das Design des EIZO FS2434 überzeugt: Es glänzt durch einen extrem schmalen Gehäuserahmen und ist eine echte Augenweide – ein Monitor mit Spaßgarantie!



Cougar 700K Gaming-Tastatur

WEB: www.caseking.de/cougargaming.com PREIS: € 149,90

Pro-Gamer und Enthusiasten wissen die Ingenieurskunst der deutschen Hardwarespezialisten von Cougar schon länger zu schätzen. Mit der 700K hat die Zubehörschmiede eine Gaming-Tastatur geschaffen, die mit ihren verzögerungsfreien Premium-Cherry-MX-Switches das Herz jedes Profis höherschlagen lässt und sich auch ästhetisch von der Konkurrenz absetzt. Das von militärischer Stealth-Technologie inspirierte Design aus gebürstetem Aluminium sieht dabei nicht nur gut aus, es ist auch praktisch: Die Tasten stehen frei, sodass sich Krümel und Staub nicht dazwischen sammeln können. Die mitgelieferte UX-Software bietet Anpassungsmöglichkeiten bis ins kleinste Detail und ist trotzdem von ungeübten Benutzern problemlos zu bedienen. Die LED-Beleuchtung jeder einzelnen Taste lässt sich dabei individuell konfigurieren und Makros dank On-The-Fly-Feature einfach während des Spielens programmieren.

Onkyo LS3200

WEB: www.eu.onkyo.com PREIS: € 399

Egal, ob für den Film-, Musik- oder Gaming-Einsatz – das kompakte Lautsprechersystem LS3200 von Onkyo sorgt in jedem Fall für erstklassigen Klang. Um ein zu kleines Wohnzimmer oder zu wenig Platz auf dem Schreibtisch muss man sich dabei allerdings keine Sorgen machen. Die beiden formschön geschwungenen Front-Lautsprecher mit Hochglanz-Finish lassen sich dank Halterungen vertikal oder horizontal auf dem Tisch oder an der Wand platzieren und der kraftvolle Subwoofer kann dank Wireless-Anbindung völlig frei positioniert werden. Bei den kompakten Maßen der Komponenten ist es umso erstaunlicher, wie klar, detailreich und kraftvoll das System klingt. Mithilfe

aktueller Standards wie Dolby Digital und DTS Studio Sound kommen auch Audioliebhaber auf ihre Kosten und erleben hochqualitativen Klang genau so, wie es sich die Macher von TV-Sendungen, Blockbuster-Filmen und Videospielen vorstellen.



SEIT 10/2015
REDAKTIONELLE
SEHR GUT

be quiet! Hardware-Paket

WEB: www.bequiet.com GESAMTWERT: € 411

Das be quiet! Silent Base 800 Window Orange bietet die perfekte Symbiose aus leisem Betrieb, Kühlleistung, Benutzerfreundlichkeit und viel Platz für High-End-Hardware, zum Beispiel das besonders leistungsstarke und nahezu unhörbar leise Dark Power Pro 11 650W Netzteil aus der High-End-Serie be quiet! und den Dark Rock Pro 3 CPU-Kühler mit immenser Kühleffizienz sowie einer geräuschoptimierten Kühlungstechnologie.

Gewinnen Sie jetzt ein rundum perfektes Hardware-Paket vom deutschen Silence-Experten be quiet!.

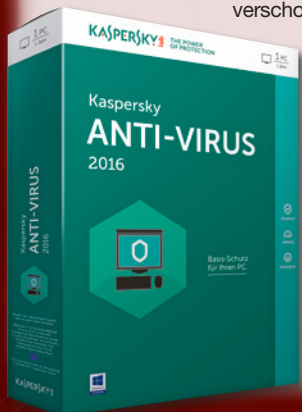


Kaspersky Anti-Virus 2016

WEB: www.kaspersky.de/anti-virus PREIS: ab € 29,95 (1 PC | 1 Jahr)

Kaspersky Anti-Virus 2016 bietet effektiven Basis-Schutz für Ihren PC vor Viren, Phishing, Spyware und anderer Schadsoftware. Dank regelmäßiger und leistungsschonender Updates bleibt Ihr Schutz jederzeit auf dem neuesten Stand. So werden Sicherheit und Leistung vereint. Cyberbedrohungen können dadurch Ihren persönlichen Daten und Ihrer digitalen Identität nichts anhaben: weder online noch offline. Als Anwender von Kaspersky Anti-Virus 2016 können Sie sich auf die Schutzleistung verlassen, auch wenn Sie bei der PC-Nutzung gar nichts davon mitbekommen. Ihr Rechner arbeitet ohne Performance-Einbußen weiter. Im Gamer-Modus werden Sicherheitswarnungen zudem einfach auf einen späteren Zeitpunkt verschoben, während Sie im Vollbildmodus

spielen. So genießen Sie ungetrübtes Spielvergnügen. Im My-Kaspersky-Webportal haben Sie die Möglichkeit, den Sicherheits- und Lizenzstatus aller Geräte, die mit Kaspersky-Produkten geschützt werden, bequem über das Internet zu verwalten. Darüber hinaus können Sie über Ihr My-Kaspersky-Konto ganz einfach auf den technischen Support zugreifen.



Minecraft Story Mode:

A Telltale Games Series

4U2PLAY
FOR YOU TO PLAY

WEB: www.4u2play.de PREIS: € 22,99 (PC); € 32,99 (KONSOLEN)

Ob Hobby- oder Profi-Gamer, ob PC-Fan oder Konsolero: Auf 4u2play.de finden Sie für jedes System eine riesige Auswahl an Spielen, Filmen, Lösungsbüchern, Zubehör sowie trendigen Merchandise-Produkten und ausgewählten Plüschfiguren. Mit seinem kompetenten Team und besten Kontakten zu Publishern und Herstellern garantiert Ihnen 4u2play erstklassigen Service, günstige Preise, kurze Lieferzeiten ohne Versandkosten und attraktive Sonderangebote. SFT-Leser bekommen sogar exklusiv 10 Prozent Rabatt auf alle Telltale-Games geschenkt: Einfach den Code **TELLTALE10** beim nächsten Einkauf angeben und sparen! Ganz neu im Sortiment gibt es zum Beispiel den Abenteuerkracher *Minecraft: Story Mode – A Telltale Games Series* für PlayStation 4, PlayStation 3, Xbox One, Xbox 360 und für PC. Die Box enthält neben der ersten Episode „The Order of the Stone“ einen Season-Pass für die vier Episoden der ersten Staffel.



Der Hobbit – Die Schlacht der fünf Heere

(Limitierte Extended Edition)

WEB: www.warnerbros.de PREIS: € 69,99

Mit *Der Hobbit – Die Schlacht der fünf Heere* findet das dreiteilige Kino-Epos um Bilbo Beutlin, Gandalf den Grauen, Thorin Eichen-schild und ihre Gefährten ein spektakuläres Finale. Erleben Sie J. R. R. Tolkiens Meisterwerk unter der Regie des oscarprämiierten Filmemachers Sir Peter Jackson in der limitierten Extended Edition auf fünf Blu-rays! Es warten 20 Minuten an neuen, erweiterten Szenen und neun Stunden exklusives Bonusmaterial auf Sie, dazu eine hochwertige WETA-Sammlerfigur, deren Detailtreue das Herz jedes Mittel-erde-Fans höherschlagen lässt.

Magnat LZR 588 BT

WEB: www.magnat-lzr.com PREIS: € 129

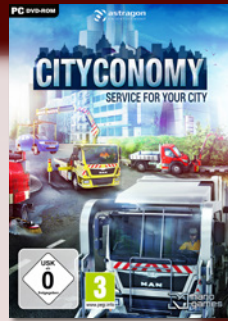
Der Magnat.LZR-Einstieg wird wireless – der neue LZR 588 BT Kopfhörer ist die kabellose Bluetooth-Variante des LZR 580 mit identisch sattem, dynamischem und kraftvollem Sound. Das garantiert die Kombination aus integriertem Präzisions-Stereoverstärker mit aptX und Klippel-optimiertem 40mm-Laser-Tech-Treiber. Der Li-Ionen-Hochleistungsakku hält dabei bis zu 19 Stunden und wird in nur zwei Stunden an jedem beliebigen USB-Slot wieder aufgeladen. Doch auch bei leerem Akku kann der LZR 588 BT problemlos passiv mit dem beiliegenden Kabel verwendet werden. Im typischen LZR-500-Design von dwx thiele ist nicht nur der schicke optische Auftritt, sondern auch ein hervorragender Tragekomfort mit optimierter Ergonomie und Memoryschaum-Polsterung gesichert. Die Bedienung der meisten Smartphones erfolgt direkt über Elemente am Kopfhörer und selbstverständlich ist auch Freisprechen mit dem LZR 588 BT möglich.



CITYCONOMY Service for your City

WEB: www.astragon-entertainment.de PREIS: € 24,99

Ob Müllabfuhr, Recycling, Kanalreinigung, Abschleppdienst oder Grünflächen-Pflege: Ohne fleißige Dienstleistungskräfte herrscht in einer Großstadt schnell heilloses Chaos. In der Open-World-Simulation **CITYCONOMY** des Mönchengladbacher Games-Publishers astragon Entertainment sind Sie als Inhaber einer Service-Firma in einer riesigen, frei befahrbaren Metropole unterwegs. Abwechslungsreiche Stadtteile und vielfältige, non-lineare Missionen warten auf Sie, inklusive Tag-Nacht-Zyklus, detaillierter Grafik, realistischer Soundkulisse und eines umfangreichen Mehrspielermodus. Zum Einsatz kommen dabei originalgetreue Fahrzeuge und Maschinen, darunter zahlreiche lizenzierte Modelle des deutschen Herstellers MAN!



Elgato Game Capture HD60

WEB: www.elgato.com PREIS: € 189,95

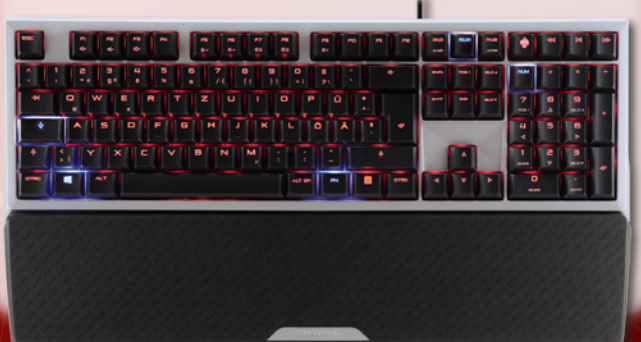
Mit Elgato Game Capture HD60 nehmen Sie Ihr Xbox-, PlayStation- oder Wii-U-Gameplay auf, streamen live und verewigen Ihre Highlights in 1.080p-Qualität mit 60 Bildern pro Sekunde und verzögerungsfreier Darstellung auf dem Spielbildschirm – ohne Zeitbeschränkung und direkt verfügbar auf Ihrem PC oder Mac. Das Flashback Recording merkt sich automatisch Ihr vorheriges Gameplay, damit Sie auf Ihrem Computer einfach zurückspulen und die Aufnahme nachträglich starten können. Das integrierte Live-Streaming bringt Sie im Nu auf Plattformen wie Twitch, YouTube oder Ustream. Fügen Sie per Stream Command Ihre Webcam- und Grafik-Overlays hinzu und wechseln Sie schnell zwischen verschiedenen Szenen. Kommentieren Sie das Geschehen mit der integrierten Live-Kommentar-Funktion und Ihrem perfekten Auftritt steht nichts mehr im Weg.



Cherry MX BOARD 6.0

WEB: www.cherry.de PREIS: € 189

Das CHERRY MX BOARD 6.0 ist das erste seiner Klasse: Ein mechanisches Keyboard wie ein Präzisionsinstrument für höchste Ansprüche. Kompromisslos schnell und akkurat dank CHERRY RealKey-Technologie für vollständig analoge Signalverarbeitung, mit puristischem Design und erstklassiger Verarbeitungsqualität „Made in Germany“: Das Gehäuseoberteil aus Aluminium punktet durch sein edles Sanded-Finish und eine fettabweisende Beschichtung. Die gummierte Handballenaufgabe hält bombenfest per Magnetverbindung. Dazu verfügt das Keyboard über 12 doppelt belegbare Funktionstasten und die rote LED-Hintergrundbeleuchtung ist dimmbar. Dank Full-N-Key-Rollover werden alle Tasten gleichzeitig ausgelesen und das 100-prozentige Anti-Ghosting verhindert Fehleingaben. Für Menschen, die vorangehen statt zu folgen.



Leserwahl 2015

Welche Komponenten und welcher Hersteller haben Ihnen im vergangenen Jahr mit innovativen, außergewöhnlichen oder einfach sehr guten Produkten am meisten Freude bereitet?



Seit dem Bestehen von PC Games Hardware suchen wir jedes Jahr aufs Neue die beliebtesten Hersteller – so auch 2015. Sie können einfach auf www.pcgh.de/leserwahl2015 teilnehmen oder Sie laden sich dort das Umfrage-PDF herunter. Die Datei finden Sie außerdem auf der Heft-DVD dieser Ausgabe.

Wählen Sie dort Ihre Favoriten und schicken Sie das PDF per Mail an redaktion@pcgameshardware.de oder ausgedruckt als Brief (Computec Media GmbH, Stichwort: PCGH-Leserwahl, Dr.-Mack-Str. 83, 90762 Fürth) an uns zurück. Genaue Anweisungen finden Sie im PDF. Wer bereits einen Account in unserem Forum hat, kann besonders einfach teilnehmen – nutzen Sie einfach den Link www.pcgh.de/leserwahl2015. Beachten Sie, dass nur bereits registrierte PCGH-Leser an der Umfrage teilnehmen dürfen, da wir die Meinung unserer eigenen Community ohne Verfälschung erfahren möchten. (rv)

Alle Kategorien im Überblick

► Prozessoren (x86)

Das Jahr 2015 brachte unter anderem Intels Skylake und AMD Carrizo. Welcher Hersteller ist Ihr Favorit? AMD, Intel, Via

► Grafikchip

Radeon gegen Geforce ist eines der wichtigsten Duelle des Hardware-Marktes, doch auch Hersteller von Mobilösungen stehen zur Auswahl. AMD, Apple, Intel, Nvidia, Qualcomm, Samsung, Imagination Technologies

► Grafikkarten

Eine gute GPU ist nur die halbe Miete – wer baut die besten Karten und hat den besten Service? Asus, Club 3D, EVGA, Gainward, Gigabyte, HIS, Inno 3D, KFA², MSI, Palit, PNY, Point of View, Powercolor, Sapphire, Sparkle, VTX3D, XFX, Zotac

► Hauptplatinen

Welchem Hersteller schenken Sie Ihr Vertrauen? Asrock, Asus, Biostar, EVGA, Fujitsu, Gigabyte, Intel, MSI, Supermicro

► Arbeitsspeicher

DDR3 ist der aktuelle Standard, doch DDR4 ist im Kommen. Welcher Hersteller hat Ihr Vertrauen? Adata, AMD, Avexir, Corsair, Crucial, G.Skill, GEIL, Goodram, Kingston, Klevv, Micron, Mushkin, Patriot, PNY, Samsung, Silicon Power, SK Hynix, Teamgroup, Transcend

► Monitore

Ein gutes Display ist sowohl zum Spielen als auch zum Arbeiten besonders wichtig. Acer, AOC, Apple, Asus, Benq, Dell, Eizo, Fujitsu, HP, Iiyama, LG, NEC, Philips, Samsung, Sony, Viewsonic

► Festplatten

In dieser Kategorie geht es um den besten Hersteller platterbasierter Massenspeicher. Für SSDs haben wir eine eigene Rubrik. Seagate, Toshiba, Western Digital, Hitachi

► Solid State Disks

Der „PC-Turbo“ sollte in keinem neuen PC fehlen. Wem geben Sie Ihr Geld? Adata, Buffalo, Corsair, Crucial, Extrememory, G.Skill, Intel, Kingston, Mach Extreme, Mushkin, OCZ, Patriot, Plextor, Samsung, Sandisk, Seagate, Super Talent, Western Digital

► Soundkarten

Wer großen Wert auf guten Klang legt, freut sich über das aktuelle Angebot an Top-Soundkarten. Audiotrak/ESI, Asus, Auzentech, Creative, Terratec, Powercolor

► CPU-Kühler (Luft)

Zunächst möchten wir Ihren Lieblingsluftkühlhersteller wissen, ...

Akasa, Arctic, Be quiet, Cooler Master, Coolink, Cooltek, Corsair, Cryorig, Deepcool, EKL Alpenföhn, Enermax, Gelid Solutions, Intel, LC Power, Noctua, NZXT, Phanteks, Prolimatech, Raijintek, Revoltec, Scythe, Silenium PC, Silverstone, Spire, Thermalright, Thermaltake, Titan, Xigmatek, Xilence, Zalman, Zerotherm

► CPU-Kühler (Kompakt-Wakü)

... ehe es um den besten Produzenten von Fertig-Wasserkühlungen geht:

Alphacool, Antec, Asetek, Arctic Cooling, Cool IT, Cooler Master, Corsair, Enermax, Fractal Design, Intel, Lepa, NZXT, Raijintek, Silverstone, Thermaltake, Zalman

► CPU-Kühler (Wasser)

Die dritte CPU-Kühler-Kategorie dreht sich um Kühlblöcke für eine Wasserkühlung.

Alphacool, Anfi-tec, Aqua Computer, EK Water Blocks, Innovatek, Koolance, Liquid Extasy, Magi-cool, Phoby, Swiftech, Thermaltake, Watercool, XSPC

► Lüfter

Leistung, Laufzeit, Langlebigkeit, darauf kommt es bei guten Lüftern an. Die Auswahl ist riesig!

Aerocool, Akasa, Antec, Aquatuning, Arctic Cooling, Be quiet, Bitfenix, Blacknoise (Noiseblocker), Cooler Master, Coolink, Cooltek, Corsair, EKL (Alpenföhn), Enermax, EK Water Blocks, Fractal Design, Gelid Solutions, Lepa, Nanoxia, Noctua, NZXT, EBM-Papst, Phanteks, Phoby, Prolimatech, Raijintek, Revoltec, Scythe, Sharkoon, Silverstone, Spire, Thermalright, Thermaltake, Titan, Xigmatek, Xilence, Yate Loon, YS-Tech, Zalman

► Tastaturen

2015 kamen viele gute mechanische Keyboards, aber auch klassische Tastaturen auf den Markt.

Asus, Bloody, Cherry, CM Storm (Cooler Master), Corsair, Gigabyte, Logitech, Mad Catz, Microsoft, Mionix, Ozone, Q-Pad, Razer, Roccat, Rapoo Vpro, Sharkoon, Steelseries, Speedlink, Thermaltake (Tt Esports), Zowie

► Mäuse

Die Auswahl an Gaming-Mäusen ist riesig. Welcher Hersteller bietet die besten Modelle?

Asus, Bloody, CM Storm (Cooler Master), Corsair, Func, Gigabyte, Logitech, Mad Catz, Microsoft, Mionix, Ozone, Q-Pad, Razer, Roccat, Rapoo Vpro, Sharkoon, Steelseries, Speedlink, Thermaltake (Tt Esports), Trust

► Lautsprecher

Für klangbewusste PC-Spieler ist die Wahl der richtigen Lautsprecher besonders wichtig.

Altec Lansing, Arctic, Asus, B&W, Bose, Canton, Creative, Edifier, Hama, Hercules, JBL, Logitech, M-Audio, Nubert, Philips, Razer, Scythe, Sony, Speedlink, Teufel, Trust

► Netzteile

Unzählige Hersteller ringen in dieser wahrlich spannenden Kategorie um Platz 1.

Aerocool, Akasa, Amacox, Antec, Arctic, Be quiet, Chieftec, Coda Nitrox, Cooler Master, Corsair, Cougar, Enermax, Fractal Design, FSP, Gigabyte, IN WIN, LC-Power, Lepa, Li-Lian, Nesterq, NZXT, OCZ, PC Power & Cooling, Sapphire, Scythe, Seasonic, Seventeam, Sharkoon, Silentmaxx, Silverstone, Super Flower, Tagan, Thermaltake, Xfx, Xigmatek, Xilence, Zalman

► Gehäuse

Das richtige Gehäuse hat großen Einfluss auf Temperatur und Lautheit des PCs.

Aerocool, Akasa, Anidées, Antec, Arctic, Bitfenix, Be quiet, Chieftec, Cooler Master, Cooltek, Corsair, Enermax, Enthoo, Fractal Design, In Win, Lian-Li, Nox, NZXT, Phanteks, Nanoxia, Revoltec, Sharkoon, Silverstone, Thermaltake, Xigmatek, Xilence, Zalman

► Notebooks

Wir fassen hier Netbooks, Macbooks, Ultrabooks und Convertibles zusammen.

Acer, Apple, Asus, Dell/Alienware, Deviltech, Fujitsu, Lenovo, Medion, MSI, Samsung, Schenker (XMG), Sony, Toshiba, HP

► Sicherheitssoftware

Virens Scanner und Firewalls gehören für viele Anwender zum Alltag.

Avast, AVG, Avira, Bitdefender, Command, Escan, Eset, F-Secure, G-Data, Kaspersky, McAfee, Microsoft, Panda, Sophos, Symantec

► Kopfhörer/Headsets

Ordentliche Lautsprecher gehören neben guten Kopfhörern zu einem vollwertigen Spiele-PC.

AKG, Arctic, Asus, Beyerdynamic, Bose, CM Storm (Cooler Master), Corsair, Creative, Hama, Koss, Logitech, M-Audio, Ozone, Philips, Plantronics, Q-Pad, Razer, Roccat, Sennheiser, Sharkoon, Shure, Skullcandy, Sony, Speedlink, Steelseries, Superlux, Teac, Trust, Ultrason, Fostech, V-Moda

► Smartphones

Neben dem PC nutzen viele PCGH-Leser auch ein Smartphone – aber mit welcher Herstellerpräferenz? Apple, Asus, BlackBerry, Google, HTC, Huawei, LG, Motorola, Nokia, Panasonic, Samsung, Sony, ZTE

► Tablets

Tablets wie das Microsoft-Surface eignen sich in manchen Bereichen bereits als Notebook-Ersatz.

Acer, Amazon, Apple, Archos, Asus, BlackBerry, Dell, Fujitsu, Google, Huawei, Lenovo, Medion, Microsoft, Point of View, Samsung, Sony, Toshiba, Viewsonic, HP

► Produkt des Jahres

Die Redaktion hat hier bereits eine Vorauswahl getroffen. Welches Produkt ist Ihr Favorit? Radeon R9 Fury X, Radeon R9 Fury, Radeon R9

Nano, Radeon R9 380X, Radeon R9 380, Geforce GTX 960, Noiseblocker Eloop B14-SP, Intel Core i7-6700K, Intel Core i5-6600K, Intel Core i7-5775C, Intel Core i5-5675C, Intel Z170, Samsung SSD 850 (Evo/Pro), Intel SSD 750, Crucial MX200, Asus ROG Swift PG279Q, Dell UP2715K, AMD Carrizo-APU, Microsoft Xbox One Elite Controller, Logitech G920, Razer Wildcat, Mad Catz Rat Pro X, Creative Sound Blaster X7, Asus Strix Soar, Asus Strix Raid Pro, Asus Strix Raid DLX, Windows 10, Steam Controller

► Spiel des Jahres

Mit welchem 2015 veröffentlichten PC-Spiel hatten Sie am meisten Spaß?

Assassin's Creed: Syndicate, Batman: Arkham Knight, Battlefield: Hardline, Blackguards 2, Call of Duty: Black Ops 3, Cities: Skylines, Dungeons 2, Fallout 4, GTA 5, Hotline Miami 2: Wrong Number, Invisible Inc., Kerbal Space Program, Life Is Strange, Pillars of Eternity, Project Cars, Rocket League, Satellite Reign, Shadowrun: Hong Kong, Star Wars: Battlefront, The Witcher 3: Wild Hunt, Mad Max, Metal Gear Solid 5, The Vanishing of Ethan Carter Redux, Warhammer Vermintide, Killing Floor 2, Total War: Attila, Civilization: Beyond Earth, F1 2015

► Versender des Jahres

Eine zuverlässige sowie schnelle Lieferung und faire Preise zeichnen Online-Shops aus. Bei welchem haben Sie 2015 am liebsten bestellt?

Alternate, Amazon, Aquatuning, Arlt, Atelco, Avitos, Caseking, Compuland, Computeruniverse.net, Comtech, Conrad, CSL-Computer, Cyberport, Dell (Alienware), Drive City, Fort Knox, Getgoods.de, Hardwareversand.de, Home of Hardware, Jacob Elektronik, Mediamarkt.de, Medion, Mein Paket, Mindfactory, Mix Computerversand, Notebooksbilliger, PC Spezialist, PC-Cooling, Planet4one, Redcoon, Saturn, Snogard, Ultraforce, Vibu Online, VV-Computer

Mitmachen & abstimmen!



Stimmen Sie **bequem** per Foren-Quickpoll unter www.pcgh.de/leserwahl2015 ab oder laden Sie dort das PDF herunter!

Lesereinsendungen



PCGH-Mailbox

Außer über unsere Webseite www.pcgh.de und unser Forum www.pcghx.de können Sie selbstverständlich auch per E-Mail an redaktion@pcgameshardware.de mit uns Kontakt aufnehmen.



Bild: EyeWire

Lüfter für Kompaktwasserkühlung?

Ich möchte meinen PC mit einer AiO-Wasserkühlung ausrüsten. Ich habe vor, die mitgelieferten Lüfter auszutauschen. Dabei ist mir aufgefallen, dass 120-mm-Lüfter meist einen höheren statischen Druck aufbauen als 140-mm-Lüfter. Hat deshalb ein 240er-Radiator eine größere Kühlleistung als ein 280er? Können Sie mir eine Wasserkühlung und einen Lüfter empfehlen?

„siku“, per E-Mail

Torsten Vogel: Es gibt leider keine Vorschriften für Lüftertestverfahren. Die Angaben unterschiedlicher Hersteller sind daher nur eingeschränkt vergleichbar. Des Weiteren hängt der maximal aufbaubare statische Druck auch stark von der Drehzahl eines Lüfters ab – ein schnell drehendes, lauterer 120-mm-Modell mag durchaus 140-mm-Lüfter überbieten. Dass dies auch bei gleicher Lautheit der Fall ist, kann ich anhand der vorliegenden Daten nicht sagen. Zu guter Letzt gilt auch für Lüfter: Der maximale Druckaufbau ist nur der praxisferne Endpunkt einer Kennlinie, die je nach Lüfter unterschiedlich verläuft. Wichtig für die Leistung im Alltag wäre der Luftdurchsatz bei gewissem Gegen-Druck. Mit ihrem bei gleicher Lautheit viel größerem Luftdurchsatz sind 140-mm-Lüfter hier deutlich im Vorteil; zudem hat ein 2×140-mm-Radiator bei gleicher Lamellenoberfläche und -tiefe einen größeren Lamellenabstand als ein 2×120-mm-Modell und damit einen geringeren Widerstand. Prinzipiell ist ein 2×140-mm-Modell also klar leistungsfähiger; auch wenn dies in Einzelfällen von den Unterschieden zwischen Radiator-Baureihen überlagert wird. (Nicht jeder 2×140-mm-Radiator ist in jedem Szenario besser als jeder 2×120-mm-Radiator. Aber die meisten in den meisten Szenarien.)

Unter den von uns getesteten Kompaktwasserkühlungen hat Cooler Masters Nepton 240M den besten Gesamteindruck hinterlassen. Wenn die Serienlüfter ohnehin getauscht werden sollen, sind Silverstones Tundra TD02-E und Corsairs H110i GT (je nach Geld- und Platzverfügbarkeit) die etwas bessere Wahl. Beim

typischen Einbau im Deckel mit Lüftern, die ohne Hindernisse frei aus dem Innenraum ansaugen können, sind Noiseblockers Eloop B14 die besten 140-mm-Lüfter. Werden die Lüfter direkt hinter dem Radiator oder hinter Staubfiltern etc. montiert, können diese aber Störgeräusche produzieren (siehe Test in der aktuellen PCGH 12/2015), in diesem Fall sind Noctua NF-A14FLX oder Aerocool Dead Silence die bessere Wahl. Ähnliches gilt verstärkt in der 12-cm-Klasse, wo eine Eloop-Variation die bislang beste Leistungsnote erhalten hat, die zweit- und drittplatzierten Noiseblocker MultiFrame M12 und Be quiet Silent Wings 2 aber die bessere Wahl für saugenden Betrieb sind.

Unabhängig hiervon weise ich ausdrücklich darauf hin, dass High-End-Luftkühler vom Schlage eines Noctua NH-D15 oder Thermaltake Frio Extreme Silent 14 typische CPUs auf quasi die gleiche Temperatur kühlen können wie eine Kompaktwasserkühlung, aber wesentlich mehr Silent-Potenzial und dank guter Serienlüfter einen niedrigeren Preis haben.

i7-5820K: Maximale Kerntemperatur?

Ich würde gerne wissen, bei welchen Temperaturen der Core i7-5820K in Gefahr gerät. Diesen sowie weitere Hitzequellen des Asus Rampage V Extreme kühle ich mit einem EK-FB Asus R5E Monoblock, wobei ich um die 63 °C bei 4607 MHz und 1,482 Volt Kernspannung habe. Nun würde ich gerne die 4.800 MHz angehen, möchte aber schon vermeiden, dass mir die CPU um die Ohren fliegt. Der Tcase-Wert liegt bei 66,8 °C, jetzt kann ich nirgends die Tjunction finden. Haben Sie da eventuell zuverlässige Daten?

Egon S., per E-Mail

Carste Spille: Leider macht Intel es dem Endanwender nicht mehr so einfach wie in der Vergangenheit, sondern spezifiziert lediglich die Zeiten, in welchen die standardmäßigen Stromleitungen stillgelegt werden müssen, wenn sie über einen bestimmten Zeitraum bei spezifikationsgemäßer Kühlung über den erlaubten Werten liegen. Eine einzelne Zahl lässt sich da-

raus für Ihr System unseres Wissens nach nicht ableiten.

Dazu kommt, dass Intel für externe, spricht nicht von Intel intern verwendete Software keine Exaktheit garantiert, da lediglich die Differenz zum Schwellwert für die Drosselung und/oder Notabschaltung im Temperature-Target-Register angegeben wird.

Backplate bei Grafikkarten sinnvoll?

Konntet ihr beim Test von Grafikkarten eine signifikante Wirkung der „backplate“ ermitteln? Im Netz findet man widersprüchliche Aussagen zur Sinnhaftigkeit dieser Ausstattung.

Gert-Michael K., per E-Mail

Torsten Vogel: Die Kühlwirkung einer Backplate hängt stark von deren Design ab. Ein Extremfall wäre die rückseitige Spannungswandlerkühlung von Arctics Accelereo III, die tatsächlich große Wärmemengen abführt, am anderen Ende der Skala gibt es Zier-Zackplates, die nur über die Befestigungsschrauben Kontakt zur Platine haben und sogar aus Kunststoff bestehen können. Es sollte also besser die gemessene Kühlleistung des gesamten Designs betrachtet werden, das Vorhandensein einer Backplate erlaubt keine Rückschlüsse. Ein immer vorhandener Nutzen ist aber der Schutz der Kartenrückseite vor mechanischer Beschädigung.

Mehr Takt für PCI-Express

Beim Lesen des Artikels „Mysterium PCI-Express“ (Ausgabe 12/2015) habe ich mich gewundert, wie PCI-E 1.0 mit 250 MHz 250 MByte/s übertragen soll. Also habe ich nachgeschaut: Das sind wohl 2.500 MHz. Das erklärt dann auch, wie es nicht ganz geklappt hat, PCI-E 3.0 gegenüber PCI-E 2.0 nochmal zu verdoppeln, 10 GHz waren anscheinend einfach zu viel. Daher nutzt PCI-E 3.0 8GHz + eine kompaktere Codierung.

Michael D., per E-Mail

Torsten Vogel: Da ist mir bei den Taktangaben tatsächlich je eine Null abhanden gekommen. Vielen Dank für den Hinweis.

Die Leserbriefe geben nicht die Meinung der Redaktion wieder. Die Redaktion behält sich außerdem vor, Leserbriefe zu kürzen.

PCGH-Ultimate-PC 8-Core-Edition

Info: Bei den PCGH-PCs werden nur hochwertige Retail-Komponenten und keine OEM-Produkte verbaut, um eine hohe Qualität und einen niedrigen Lärmpegel zu gewährleisten.

Der Ultimate-PC 8-Core-Edition ist der schnellste PC im PCGH-Sortiment und erfüllt höchste Ansprüche.

Die Referenz unter den PCGH-PCs ist dieser neue PCGH-Ultimate-PC. Dabei kommt mit dem Core i7-5960X das Topmodell für den Sockel 2011-v3 zum Einsatz. Dank seiner acht CPU-Kerne liegt die Leistung im Cinebench um 38 Prozent über dem Core i7-6700K. Auch die Grafikleistung lässt keine Wünsche offen, denn die von uns verwendete Asus Strix GTX 980 Ti ist dank der hohen Taktfrequenz sogar schneller und günstiger als eine normale

GTX Titan X. Neben einer 1.000-GB-SSD verbauen wir in diesem PC zwei 3.000-GB-HDDs im RAID-1-Modus. Die Daten werden dabei automatisch gespiegelt, fällt also eine WD Red aus, sind Ihre Daten nicht verloren. Die 32 GB DDR4-2666-RAM richten sich eher an professionelle Anwender und sind für Spieler überdimensioniert. Trotz der enormen Leistung ist der PC im 2D-Betrieb nahezu lautlos. Mehr Infos unter: www.pcgh-pc.de (dw)



					
Produkt	PCGH-Professional-PC Skylake-Edition	PCGH-Enthusiast-PC Skylake-Edition	PCGH-Extreme-PC Skylake-Edition	PCGH-Extreme-PC GTX980Ti-Edition	PCGH-Ultimate-PC 8-Core-Edition
Hersteller/Bezugsquelle	ALTERNATE	ALTERNATE	ALTERNATE	ALTERNATE	ALTERNATE
Erweiterte Informationen	www.pcgh.de/professional-pc	www.pcgh.de/enthusiast2-pc	www.pcgh.de/skylake-pc	www.pcgh.de/980ti-pc	www.pcgh.de/8core-pc
Ausstattung					
Prozessor	Intel Core i7-6700	Intel Core i7-6700	Intel Core i7-6700K	Intel Core i7-5820K	Intel Core i7-5960X
Grafikkarte	Asus STRIX-GTX970-DC20C	Asus Strix GTX980-DC20C-4GD5	Asus STRIX-GTX980Ti-DC30C	Asus STRIX-GTX980Ti-DC30C	Asus STRIX-GTX980Ti-DC30C
Mainboard	Asus H170-Pro Gaming	Asus H170-Pro Gaming	Asus Z170 Pro Gaming	Asus X99-A	Asus X99-A/U3.1
SSD-Laufwerk	500-GB-SSD (Crucial BX100)	500-GB-SSD (Crucial BX100)	500-GB-SSD (Crucial MX200)	500-GB-SSD (Crucial MX200)	1.000-GB-SSD (Crucial MX200)
HDD-Laufwerk	2.000-GB-HDD (WD Blue)	2.000-GB-HDD (WD Blue)	3.000-GB-HDD (WD Blue)	3.000-GB-HDD (WD Red)	2 x 3.000-GB-HDD (WD Red, RAID 1)
Speicher	16 GByte DDR4-2133 (Kingston)	16 GByte DDR4-2133 (Kingston)	16 GB DDR4-2133 (Crucial)	16 GB DDR4-2133 (Crucial)	32 GB DDR4-2666@2133 (Kingston)
Netzteil	Seasonic G-Series 550W PCGH-Ed.	Seasonic G-Series 550W PCGH-Ed.	Seasonic G-Series 550W PCGH-Ed.	Seasonic G-Series 550W PCGH-Ed.	Seasonic G-Series 550W PCGH-Ed.
CPU-Kühler	EKL Brocken 2 PCGH-Edition	EKL Brocken 2 PCGH-Edition	EKL Brocken 2 PCGH-Edition	Scythe Mugen 4 PCGH-Edition	Mugen 4 PCGH oder Brocken PCGH
Gehäuse	Fractal Design R5 PCGH-Edition	Fractal Design R5 PCGH-Edition	Fractal Design R5 PCGH-Edition	Fractal Design R5 PCGH-Edition	Fractal Design R5 PCGH-Edition
Laufwerk/Soundkarte	DVD-Brenner/Onboard-Sound	Blu-ray-Brenner/Onboard-Sound	Blu-ray-Brenner/Onboard-Sound	Blu-ray-Brenner/Onboard-Sound	Blu-ray-Brenner/Onboard-Sound
Gehäuselüfter/Sonstiges	3 x Fractal-Lüfter, WLAN-Karte	3 x Fractal-Lüfter, WLAN-Karte	3 x Fractal-Lüfter, WLAN-Karte	3 x Fractal-Lüfter, WLAN-Karte	3 x Fractal-Lüfter, WLAN-Karte
Leistung					
Lautstärke 2D (0,5 m)	0,3 Sone/21 dB(A)	0,3 Sone/21 dB(A)	0,2 Sone/19 dB(A)	0,4 Sone/22 dB(A)	0,4 Sone/22 dB(A)
Lautstärke 3D (0,5 m)	0,5 Sone/24 dB(A)	0,9 Sone/28 dB(A)	1,0 Sone/29 dB(A)	1,6 Sone/34 dB(A)	1,5 Sone/32 dB(A)
Leistungsaufnahme 2D/3D	47 Watt/238 Watt	44 Watt/269 Watt	48 Watt/350 Watt	59 Watt/374 Watt	86 Watt/419 Watt
3D Mark (2013-Edition)	10.048 (F), 26.216 (S), 27.838 (C)	11.778 (F), 29.356 (S), 29.099 (C)	15.593 (F), 34.779 (S), 33.078 (C)	13.901 (F), 32.830 (S), 30.880 (C)	15.504 (F), 40.493 (S), 40.925 (C)
Crysis 3/The Witcher 3	51 Fps/39 Fps	62 Fps/48 Fps	64 Fps/67 Fps	70 Fps/55 Fps	87 Fps/60 Fps
Stalker: Call of Pripyat	126 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	146 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	190 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	166 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)	188 Fps (Sun Shafts, Ultra, 4x AA)
Aliens vs Predator Bench.	163 Fps (1.920 x 1.080)	191 Fps (1.920 x 1.080)	259 Fps (1.920 x 1.080)	229 Fps (1.920 x 1.080)	269 Fps (1.920 x 1.080)
Cinebench R11.5 x64 (CPU)	8,91 Punkte	8,80 Punkte	9,71 Punkte	11,75 Punkte	13,42 Punkte
PREIS ohne Betriebssystem*	€ 1.679,-	€ 1.899,-	€ 2.249,-	€ 2.399,-	€ 3.689,-
PREIS mit 64-Bit-Betriebssystem*	€ 1.779,- (inkl. Windows 10 Home)	€ 1.999,- (inkl. Windows 10 Home)	€ 2.349,- (inkl. Windows 10 Home)	€ 2.499,- (inkl. Windows 10 Home)	€ 3.829,- (inkl. Windows 10 Pro)
	Extrem leise unter 2D und 3D Schnelle GeForce GTX 970 Kein Blu-ray-Laufwerk	Extrem leise unter 2D und 3D GeForce GTX 980 Keine „K“-CPU	Neueste Intel-CPU-Generation Unter Windows nahezu lautlos Sehr hohe Geschwindigkeit	GTX 980 Ti extrem schnell 6-Kern-CPU und 500-GB-SSD Unter 2D nahezu lautlos	8-Kern-Prozessor von Intel RAID 1 für mehr Datensicherheit Hoher Stromverbrauch

* Preiserfassung und Produktdaten vom 18.11.2015, unter www.pcgh.de/alternate finden Sie stets den aktuellen Preis. Bei der Variante mit Betriebssystem sind neben Windows auch sämtliche Treiber installiert und der PC ist sofort einsatzbereit. Außerdem dürfen Sie kostenlos auf Windows 10 upgraden, wenn Sie dies im ersten Jahr der Windows-10-Verfügbarkeit tun.

FAQ: Wie installiere ich Windows selbst? Eine Video-Anleitung, wie Sie die Windows-Version Ihrer Wahl ganz einfach selbst installieren, finden Sie unter www.pcgh.de/windows.

Projekt-PCs: Steam

An PCs können die unterschiedlichsten Anforderungen gestellt werden, dementsprechend gibt es optimale Zusammenstellungen der einzelnen Komponenten.

Valve hat nach reichlich Verspätung seine Steam Machines veröffentlicht. Da wir gerne PCs selbst zusammenbauen und die Verfügbarkeit von fertigen Steam Machines ohnehin noch nicht so gut aussieht, haben wir zwei eigen-

ne Konfigurationen erstellt – einen Mittelklasse-PC für knapp 800 Euro sowie einen Oberklasse-Rechner für fast 1.500 Euro. In beiden haben wir uns für Nvidia-Grafikkarten entschieden, da die Radeons unter dem Linux-basierten Steam

OS treiberbedingt noch größere Performance-Probleme haben. Zudem haben wir als Empfehlungen Skylake-Vierkerner genommen, sodass man nicht mehr in auslaufenden DDR3-RAM investieren muss. Alternativen mit älteren Architek-

turen sowie DDR3-Speicher finden Sie weiter unten. Damit spart man vor allem Geld, büßt dafür aber einen gewissen Teil an Zukunftssicherheit ein. Natürlich lassen sich die beiden Zusammenstellungen auch kombinieren. (mm)

Mittelklasse

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis
Prozessor	Core i5-6500	€ 210,-
CPU-Kühler	Thermalright AXP-200 Muscle	€ 40,-
Grafikkarte (Nvidia)	Palit GeForce GTX 950 Stormx Dual	€ 140,-
Mainboard	Gigabyte GA-H170N-WiFi	€ 130,-
Arbeitsspeicher	Crucial Ballistix Sport, 2 × 4 GiB, DDR4-2400	€ 55,-
HDD	Seagate Desktop HDD 2TB (ST2000DM001)	€ 70,-
Gehäuse	Silverstone Raven Z RVZ01	€ 90,-
Netzteil	Silverstone Strider 300W (SST-ST30SF)	€ 50,-
Gesamtpreis (ab)		€ 785,-

Core i5-6500 + H170

Der Core i5-6500 ist Intels kleinster Skylake-Vierkerner, der sich noch gut zum Spielen eignet. Der 6400er ist nur 20 Euro günstiger, dafür aber 500 MHz (Basis) beziehungsweise 300 MHz (maximaler Turbo) langsamer. Das H170-Mainboard bietet noch die Option auf eine M.2-SSD (PCIe 3.0 x4), ein 2,5-Zoll-Modell passt ebenfalls.



Bild: Gigabyte

Palit GTX 950 Stormx Dual

Die GeForce GTX 950 basiert auf Nvidias modernster GPU, dem GM206. Mit an Bord sind Unterstützung für den HDCP-2.2-Kopierschutz sowie den H.265-Codec. Im Gegensatz zum GM107 in der GTX 750 Ti gibt es zudem HDMI 2.0, sodass sich ein Ultra-HD-Fernseher mit 60 Hertz ansteuern lässt. Für 140 Euro ein fairer Deal.

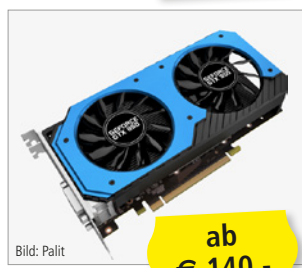


Bild: Palit

Alternativ-Komponenten

- GeForce GTX 750 Ti/2G oder GTX 960/4G
- Core i5-4460 mit H97-Mini-ITX-Mainboard und 8 GiByte DDR3-RAM beziehungsweise Athlon X4 860K + A55X-Mini-ITX-Mainboard

Oberklasse

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis
Prozessor	Intel Core i5-6600K	€ 280,-
CPU-Kühler	Thermalright AXP-200 Muscle	€ 40,-
Grafikkarte (AMD)	Inno3D GeForce GTX 980 OC	€ 500,-
Grafikkarte (Nvidia)	Asus Z170I Pro Gaming	€ 155,-
Mainboard	Corsair Vengeance LPX, 2 × 8 GiB, DDR4-3000	€ 125,-
Arbeitsspeicher	Samsung SSD 850 Evo 250 GB (+ HDD)	€ 70,-
SSD	Silverstone Fortress FTZ01	€ 125,-
Netzteil	Chieftec Smart SFX-500GD-C 500W	€ 80,-
Gesamtpreis (ab)		€ 1.455,-

Core i5-6600K + Z170

Der Core i5-6600K stellt die günstigste Skylake-CPU dar, die sich in einem Z170-Mainboard per Multiplikator und BCLK übertakten lässt. Wem die saftigen 280 Euro zu viel sind, der bekommt einen i5-4690K für unter 240 Euro. Alternativ kann Broadwell interessant sein, bei beiden muss man aber mit der alten Sockel-1150-Plattform leben.



Bild: Asus

Silverstone Fortress FTZ01

Das Silverstone Fortress FTZ01 ist vom Aufbau her identisch mit dem Raven Z RVZ01, hat aber eine Aluminium- statt Kunststoffverkleidung, was im Wohnzimmer einiges hermachen kann. Wem das egal ist, der greift lieber zum günstigeren Raven-Gehäuse. Die langen Grafikkarten werden übrigens dank einer PCI-Express-Riser-Karte unterstützt.



Bild: Silverstone

Alternativ-Komponenten

- GeForce GTX 980 Ti oder GTX 970
- Core i5-4690K, i5-5675C oder i7-4790K mit Z97-Mini-ITX-Mainboard und DDR3-RAM

4NETPLAYERS

● Gameserver ● Teamspeak-Server ●



BATTLEFIELD 4 SERVER



TRAFFIC-FLATRATE

BIS ZU 64 SPIELER IM MULTIPLAYER

OFFIZIELLER EA-PARTNER

HIGH-END-HARDWARE FÜR BESTEN PING

AB 10,57 €/MONAT

Landwirtschafts- Simulator 15 SERVER



TRAFFIC-FLATRATE

EIGENER DEDICATED SERVER

ÜBER 40 FAHRZEUGE, INKL. ALLER DLC'S

BIS 4GB SPEICHER VERFÜGBAR

AB 3,23 €/MONAT

teamspeak 3 SERVER



BIS 500 SLOTS MÖGLICH

OFFIZIELLER ATHP-HOSTER

SERVER SOFORT ONLINE

INKL. TS3MUSICBOT FÜR MUSIK

AB 3,39 €/MONAT

WWW.4NETPLAYERS.DE

Ein Produkt der **compuTEC**
MEDIA

Einkaufsführer

Preisentwicklung und Kauftipps

www.pcgh.de/einkaufsfuehrer

DDR4 kaum noch teurer als DDR3

Sowohl im Heft als auch auf PCGH.de haben wir schon des Öfteren über die Preisentwicklung von DDR4-Arbeitsspeicher berichtet. Inzwischen sind die Preise so weit gefallen, dass man für unter 130 Euro ein performantes 16-GiByte-Kit bekommt.

Spätestens seit November sind zu hohe Preise für Arbeitsspeicher kein Grund mehr, nicht auf Intels aktuelle Sockel-1151- oder -2011-v3-Plattform aufzurüsten. Während die Hersteller immer mehr Kits auf den Markt bringen und das Angebot zulegt, sinken die Preise auf ein für viele Anwender vertretbares Niveau. Die Startpreise liegen nämlich kaum noch über jenen des DDR3-Standards, selbst wenn man auf die höheren Taktraten schaut.

Wer aktuell gängige 16 GiByte kaufen möchte (im optimalen Fall 2 × 8 GiB mit Sockel 1151, 4 × 4 GiB mit Sockel 2011v3), muss dafür zwischen 90 und 130 Euro ausgeben. Die günstigeren DDR4-2133/2400-Kits kosten keine sechs Euro pro Gi-gabyte mehr, sind also nur noch etwa 1 Euro/GiB teurer als die langsameren DDR3-Riegel. Interessant ist die Entwicklung bei dem höhergetakteten DDR4-Speicher, der nicht so viel teurer wird wie bei DDR3. 16 GiByte DDR4-3000 gibt es bereits für 120 Euro, DDR4-3200 kostet nur unwesentlich mehr. Noch schnellere Module haben es bisher kaum auf den deutschen Markt geschafft und sind daher noch deutlich teurer. Die kommenden Monate könnten auch hier die



Bild: Alibox

Preise regulieren. Aufseiten von DDR3 wird es derzeit ab 1.333 MHz (DDR3-2666) teurer als beim Nachfolger, noch höhere Frequenzen ab Werk werden jedoch fast unbezahlbar.

Weitere Preisrutsche erwarten wir vorerst nicht. Allerdings muss sich noch etwas beim Markt für SO-DIMMs bewegen, wie sie vor allem bei Notebooks eingesetzt werden. Zum Redaktions-

schluss wurden nur 55 solcher Kits im Preisvergleich gelistet, davon ein Dutzend mit einer Gesamtkapazität von 16 GiByte. Mit der jetzt steigenden Zahl an Skylake-basierten Notebooks sollte sich auch das Problem in den nächsten Monaten beheben, sodass Enthusiasten ihren DDR4-Speicher im Notebook selbst austauschen können. AMD-Prozessoren werden ab dem nächsten Jahr DDR4-Support bieten. (mm)

Preisentwicklung Corsair Vengeance LPX, 2 × 8 GiB DDR4-3000

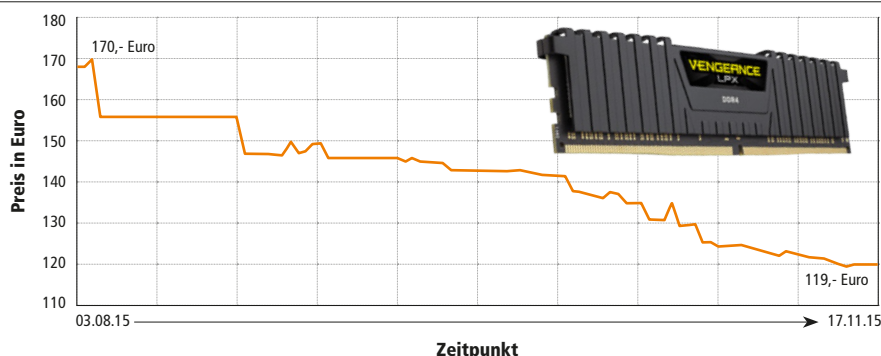


Bild: Corsair

RAM-Preise: 16-GiB-Kits

DDR-Takt	DDR4	Euro/GiB	DDR3	Euro/GiB
1333	-	-	75 €	4,69 €
1600	-	-	75 €	4,69 €
1866	-	-	80 €	5,00 €
2133	90 €	5,63 €	80 €	5,00 €
2400	95 €	5,94 €	85 €	5,31 €
2666	105 €	6,56 €	130 €	8,13 €
2800	115 €	7,19 €	185 €	11,56 €
3000	120 €	7,50 €	-	-
3200	125 €	7,81 €	-	-

PC GAMES HARDWARE

IHRE DIGITALE AUSGABE ÜBERALL DABEI!

PC Games Hardware begleitet Sie
jetzt überall – egal, ob auf Tablet,
Smartphone, KindleFire oder im Browser.
PC Games Hardware ist jetzt immer dabei.



1x anmelden – auf allen Plattformen lesen!

epaper.pcgh.de

Oder einfach den QR-Code scannen bzw. im Store unter „PC Games Hardware“ suchen.



Digital-und-Print-Kombiabonnements der PC Games Hardware gibt's auf shop.pcgameshardware.de.
PC Games Hardware und alle digitalen Magazine auch im iKiosk, OnlineKiosk und im Pressekatolog erhältlich.

compuTEC
MEDIA



Einkaufsführer Grafikkarten

Preise: Stand 19.11.2015

HÄRTEWARE PREIS-LEISTUNGSTIPP

HÄRTEWARE SPAR-TIPP

Wertungen gemäß aktueller PCGH-Testmethodik

Nvidia GeForce	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM)	Verbrauch (2D/3D/Ernstfall)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/3D/Ernstfall)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus GTX 980 Ti Strix DC3OC	€ 760,-	6.144 MiB	1.367+/3.600 MHz	20/297/297 Watt	30,5/3,5 cm	2x 8-Pol	0,0/3,3/3,3 Sone	1,57	09/2015	www.pcgh.de/preis/1274965
Inno 3D 980 Ti Accellero Hybrid S	€ 750,-	6.144 MiB	1.392+/3.645 MHz	20/303/305 Watt	26,7/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	1,0/2,6/2,6 Sone	1,59	09/2015	www.pcgh.de/preis/1274999
Zotac GTX 980 Ti AMP Extreme	€ 750,-	6.144 MiB	1.329+/3.610 MHz	27/296/306 Watt	31,0/5,2 cm	2x 8-Pol	0,0/2,8/2,8 Sone	1,60	09/2015	www.pcgh.de/preis/1274988
Inno 3D GTX 980 Ti iChill X3 Ultra	€ 680,-	6.144 MiB	1.266+/3.600 MHz	15/275/275 Watt	29,7/5,0 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/1,1/1,1 Sone	1,61	09/2015	www.pcgh.de/preis/1275006
MSI GTX 980 Ti Gaming 6G	€ 700,-	6.144 MiB	1.228+/3.549 MHz	19/241/241 Watt	27,7/3,6 cm	2x 8-Pol	0,0/2,2/2,2 Sone	1,62	08/2015	www.pcgh.de/preis/1274979
Palit GTX 980 Ti Super Jetstream	€ 700,-	6.144 MiB	1.266+/3.506 MHz	19/255/255 Watt	28,0/4,9 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/1,3/1,4 Sone	1,63	09/2015	www.pcgh.de/preis/1275014
Gainward GTX 980 Ti Phoenix GS	€ 690,-	6.144 MiB	1.253+/3.506 MHz	20/259/259 Watt	29,4/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/2,0/2,0 Sone	1,65	09/2015	www.pcgh.de/preis/1285876
Gigabyte GTX 980 Ti G1 Gaming	€ 700,-	6.144 MiB	1.278+/3.506 MHz	16/280/280 Watt	29,7/3,5 cm	2x 8-Pol	0,0/3,5/3,5 Sone	1,65	09/2015	www.pcgh.de/preis/1274970
Evga GTX 980 Ti SC+ ACX 2.0+	€ 700,-	6.144 MiB	1.215+/3.506 MHz	16/255/255 Watt	26,7/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/3,9/3,9 Sone	1,66	08/2015	www.pcgh.de/preis/1275048
MSI GTX 980 Gaming 4G	€ 540,-	4.096 MiB	1.316+/3.506 MHz	14/201/202 Watt	27,8/3,5 cm	2x 8-Pol	0,0/1,6/1,6 Sone	1,91	04/2015	www.pcgh.de/preis/1167948
Palit GTX 980 Super Jetstream	€ 520,-	4.096 MiB	1.328+/3.600 MHz	14/247/260 Watt	28,3/4,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/1,4/1,5 Sone	1,93	04/2015	www.pcgh.de/preis/1184579
Evga GTX 980 Superclocked	€ 530,-	4.096 MiB	1.304+/3.506 MHz	11/198/199 Watt	26,8/3,5 cm	2x 6-Pol	0,0/2,1/2,1 Sone	1,93	04/2015	www.pcgh.de/preis/1168427
Zotac GTX 980 AMP Omega	€ 500,-	4.096 MiB	1.278+/3.524 MHz	16/198/200 Watt	26,9/5,0 cm	2x 8-Pol	0,2/2,0/2,0 Sone	1,94	04/2015	www.pcgh.de/preis/1167978
Gainward GTX 980 Phantom	€ 500,-	4.096 MiB	1.304+/3.600 MHz	13/231/242 Watt	27,9/4,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,2/2,6/2,6 Sone	1,95	04/2015	www.pcgh.de/preis/1177063
Asus GTX 980 Strix	€ 540,-	4.096 MiB	1.253+/3.506 MHz	14/201/201 Watt	29,0/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/2,2/2,2 Sone	1,96	04/2015	www.pcgh.de/preis/1168148
Gigabyte GTX 980 G1 Gaming	€ 540,-	4.096 MiB	1.380+/3.506 MHz	16/240/300 Watt	29,7/3,5 cm	2x 8-Pol	0,1/5,6/7,3 Sone	1,96	04/2015	www.pcgh.de/preis/1168440
MSI GTX 970 Gaming 4G	€ 350,-	4.096 MiB*	1.291+/3.506 MHz	14/201/203 Watt	26,9/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/2,1/2,1 Sone	2,18	04/2015	www.pcgh.de/preis/1167950 Hardware
Asus GTX 970 Strix	€ 350,-	4.096 MiB*	1.202+/3.506 MHz	15/166/168 Watt	28,2/3,5 cm	1x 8-Pol	0,0/0,7/0,7 Sone	2,19	04/2015	www.pcgh.de/preis/1167954
Gigabyte GTX 970 G1 Gaming	€ 360,-	4.096 MiB*	1.354+/3.506 MHz	18/220/255 Watt	29,7/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,9/2,6/3,2 Sone	2,21	04/2015	www.pcgh.de/preis/1167952
Palit GTX 970 Jetstream	€ 360,-	4.096 MiB*	1.266+/3.506 MHz	12/184/187 Watt	24,5/4,5 cm	2x 6-Pol	0,0/1,4/1,4 Sone	2,23	04/2015	www.pcgh.de/preis/1168012
Asus GTX 970 Direct CU Mini OC	€ 340,-	4.096 MiB*	1.190+/3.506 MHz	13/149/149 Watt	17,0/3,5 cm	1x 8-Pol	0,4/1,8/1,8 Sone	2,24	04/2015	www.pcgh.de/preis/1203543
Gainward GTX 970 Phantom	€ 350,-	4.096 MiB*	1.278+/3.506 MHz	12/188/191 Watt	24,0/4,5 cm	2x 6-Pol	0,1/1,8/1,8 Sone	2,24	04/2015	www.pcgh.de/preis/1168018
MSI GTX 970 4GD5T OC	€ 360,-	4.096 MiB*	1.240+/3.506 MHz	13/179/180 Watt	27,5/3,4 cm	2x 6-Pol	0,3/3,4/3,4 Sone	2,25	04/2015	www.pcgh.de/preis/1168197
Zotac GTX 970 (Eigendesign)	€ 320,-	4.096 MiB*	1.126+/3.506 MHz	16/163/163 Watt	20,3/3,4 cm	2x 6-Pol	0,2/2,3/2,3 Sone	2,26	04/2015	www.pcgh.de/preis/1167955
Evga GTX 960 SSC ACX 2.0+ 4GB	€ 240,-	4.096 MiB	1.430+/3.506 MHz	10/134/147 Watt	25,7/3,5 cm	1x 8-Pol	0,0/1,2/1,3 Sone	2,55	06/2015	www.pcgh.de/preis/1241646
MSI GTX 960 Gaming 4G	€ 230,-	4.096 MiB	1.392+/3.506 MHz	12/136/136 Watt	26,8/3,5 cm	1x 8-Pol	0,0/0,6/0,6 Sone	2,56	06/2015	www.pcgh.de/preis/1241385 Hardware
Asus GTX 960 Strix DC2OC-4GD5	€ 240,-	4.096 MiB	1.404+/3.506 MHz	10/145/150 Watt	21,5/3,5 cm	1x 6-Pol	0,0/1,0/1,0 Sone	2,58	06/2015	www.pcgh.de/preis/1240219
Gigabyte GTX 960 G1 Gaming	€ 210,-	2.048 MiB	1.455+/3.506 MHz	12/150/170 Watt	29,7/3,5 cm	2x 6-Pol	0,0/0,7/0,8 Sone	2,63	04/2015	www.pcgh.de/preis/1220551
MSI GTX 960 Gaming 2G	€ 210,-	2.048 MiB	1.367+/3.506 MHz	12/133/135 Watt	26,8/3,5 cm	1x 8-Pol	0,0/0,4/0,4 Sone	2,63	04/2015	www.pcgh.de/preis/1220562
Palit GTX 960 Super Jetstream	€ 200,-	2.048 MiB	1.418+/3.600 MHz	11/135/136 Watt	24,5/4,5 cm	1x 6-Pol	0,0/1,0/1,0 Sone	2,68	04/2015	www.pcgh.de/preis/1220361
Gainward GTX 960 Phantom 4GB	€ 220,-	4.096 MiB	1.253+/3.506 MHz	10/124/125 Watt	24,0/5,0 cm	1x 6-Pol	0,2/0,8/0,8 Sone	2,69	06/2015	www.pcgh.de/preis/1241549
Zotac GTX 960 AMP-Edition	€ 200,-	2.048 MiB	1.342+/3.506 MHz	11/128/128 Watt	20,5/3,5 cm	1x 6-Pol	0,0/1,4/1,5 Sone	2,70	04/2015	www.pcgh.de/preis/1220610
Gainward GTX 750 Ti GS	€ 130,-	2.048 MiB	1.306+/3.004 MHz	11/70/74 Watt	21,5/3,4 cm	–	0,6/1,3/1,3 Sone	3,03	05/2014	www.pcgh.de/preis/1072366
Palit GTX 750 Ti Storm X Dual	€ 125,-	2.048 MiB	1.306+/3.004 MHz	11/71/75 Watt	21,9/3,4 cm	–	0,7/1,6/1,8 Sone	3,04	05/2014	www.pcgh.de/preis/1072386
MSI GTX 750 Ti Gaming 2G	€ 130,-	2.048 MiB	1.189+/2.700 MHz	10/65/73 Watt	24,7/3,4 cm	–	0,2/0,3/0,3 Sone	3,05	05/2014	www.pcgh.de/preis/1072369
AMD Radeon	Circa-Preis	Grafik-speicher	3D-Taktung (GPU-Boost/RAM)	Verbrauch (2D/3D/Ernstfall)	Länge/ (Slot-)Breite	Benötigte Stromstecker	Lautheit (2D/3D/Ernstfall)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
AMD R9 Fury X	€ 650,-	4.096 MiB	1.050/1.000 MHz	21/346/385 Watt	19,5/3,3 cm	2x 8-Pol	1,3/1,6/1,6 Sone	1,92	09/2015	www.pcgh.de/preis/1285788
Sapphire R9 Fury Tri-X OC	€ 600,-	4.096 MiB	1.040/1.000 MHz	15/320/373 Watt	30,5/4,4 cm	2x 8-Pol	0,0/1,5/1,6 Sone	1,96	09/2015	www.pcgh.de/preis/1295300
Asus R9 Fury Strix	€ 580,-	4.096 MiB	970+/1.000 MHz	12/267/274 Watt	30,0/3,5 cm	2x 8-Pol	0,0/2,6/3,1 Sone	1,98	09/2015	www.pcgh.de/preis/1296495
MSI R9 390X Gaming 8G	€ 450,-	8.192 MiB	1.070+/3.050 MHz	23/400/401 Watt	27,5/4,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/4,9/4,9 Sone	2,17	09/2015	www.pcgh.de/preis/1282063
Asus R9 390X Strix DC3OC	€ 440,-	8.192 MiB	1.030+/3.000 MHz	22/345/351 Watt	30,0/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/4,3/4,3 Sone	2,20	09/2015	www.pcgh.de/preis/1282538
Sapphire R9 390X Tri-X	€ 420,-	8.192 MiB	1.020+/3.000 MHz	20/337/340 Watt	30,5/4,0 cm	2x 8-Pol	0,0/3,8/3,8 Sone	2,24	09/2015	www.pcgh.de/preis/1280753
Asus R9 390 Strix DC3OC	€ 350,-	8.192 MiB	1.030+/3.000 MHz	22/344/349 Watt	30,0/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,0/3,2/3,2 Sone	2,29	09/2015	www.pcgh.de/preis/1282721 Hardware
Sapphire R9 390 Nitro	€ 360,-	8.192 MiB	1.010/3.000 MHz	20/315/319 Watt	30,5/4,0 cm	2x 8-Pol	0,0/2,6/2,7 Sone	2,32	09/2015	www.pcgh.de/preis/1280763
Powercolor R9 290X PCS+	€ 340,-	4.096 MiB	1.010+/2.500 MHz	14/298/303 Watt	29,4/4,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,8/4,6/4,6 Sone	2,37	04/2014	www.pcgh.de/preis/1053920
Sapphire R9 380 Nitro	€ 230,-	4.096 MiB	985/2.900 MHz	14/197/205 Watt	23,7/3,5 cm	2x 6-Pol	0,0/1,4/1,7 Sone	2,66	09/2015	www.pcgh.de/preis/1280834
MSI R9 380 Gaming 4G	€ 230,-	4.096 MiB	980/2.850 MHz	19/209/229 Watt	26,7/3,5 cm	2x 6-Pol	0,0/1,6/2,0 Sone	2,68	09/2015	www.pcgh.de/preis/1282072
MSI R9 280 Gaming 3G	€ 260,-	3.072 MiB	972/2.500 MHz	21/195/220 Watt	26,8/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,3/1,7/1,8 Sone	2,76	09/2014	www.pcgh.de/preis/1084930
Asus R9 380 Strix DC2OC-2GD5	€ 210,-	2.048 MiB	990/2.750 MHz	19/220/230 Watt	27,0/3,7 cm	1x 8-Pol	0,0/1,3/1,3 Sone	2,80	09/2015	www.pcgh.de/preis/1282736
Sapphire R9 380 ITX Compact	€ 190,-	2.048 MiB	980/2.800 MHz	11/186/210 Watt	17,1/3,5 cm	1x 8-Pol	0,2/2,3/2,4 Sone	2,81	10/2015	www.pcgh.de/preis/1280836
MSI R9 285 Gaming 2G	€ 190,-	2.048 MiB	970/2.750 MHz	15/233/250 Watt	26,2/3,5 cm	2x 6-Pol	0,5/1,9/1,9 Sone	2,83	11/2014	www.pcgh.de/preis/1160945
Powercolor R9 280 Turbo Duo OC	€ 190,-	3.072 MiB	960/2.500 MHz	15/214/221 Watt	26,7/3,5 cm	1x 8-/1x 6-Pol	0,4/3,3/3,6 Sone	2,83	09/2014	www.pcgh.de/preis/1079881
MSI R9 270X Gaming 2G	€ 180,-	2.048 MiB	1.120/2.800 MHz	17/168/220 Watt	26,2/3,4 cm	2x 6-Pol	0,2/1,1/1,5 Sone	2,86	01/2014	www.pcgh.de/preis/1013474
XFX R9 285 Double D. Black Ed.	€ 220,-	2.048 MiB	975/2.900 MHz	12/202/213 Watt	22,0/3,5 cm	2x 6-Pol	0,7/3,9/3,9 Sone	2,86	11/2014	www.pcgh.de/preis/1160936
Powercolor R9 270X PCS+	€ 160,-	2.048 MiB	1.100/2.800 MHz	15/171/196 Watt	24,1/3,5 cm	2x 6-Pol	0,4/1,9/2,3 Sone	2,88	09/2014	www.pcgh.de/preis/1045077
Powercolor R9 285 Turbo Duo OC	€ 220,-	2.048 MiB	~940/2.750 MHz	13/198/201 Watt	21,7/3,5 cm	2x 6-Pol	0,4/2,5/2,5 Sone	2,89	11/2014	www.pcgh.de/preis/1159270
Sapphire R9 285 ITX Compact OC	€ 280,-	2.048 MiB	928/2.750 MHz	11/188/214 Watt	17,1/3,5 cm	1x 8-Pol	0,3/3,4/3,6 Sone	2,92	11/2014	www.pcgh.de/preis/1160963
MSI R9 270 Gaming 2G	€ 170,-	2.048 MiB	975/2.800 MHz	13/145/171 Watt	25,7/3,5 cm	1x 6-Pol	0,2/1,2/1,6 Sone	2,97	04/2015	www.pcgh.de/preis/1031749
Sapphire R9 270 Dual-X OC	€ 180,-	2.048 MiB	935/2.800 MHz	10/120/120 Watt	21,2/3,5 cm	1x 6-Pol	0,2/1,7/1,9 Sone	2,98	04/2015	www.pcgh.de/preis/1031583

* 3.584 MiByte an 224 Bit plus 512 MiByte an nur 32 Bit – siehe PCGH 04/2015, Seite 28 ff. für alle Details

Sapphire-Karten: Sofern verfügbar, wurde die Full-Retail-Version (maximales Zubehör) getestet.

DIE KOSTENLOSE VIDEO-APP FÜR GAMER



Jetzt auch im
Windows Store

*Exklusiv auf Games TV 24:
tägliche News-Show und
wöchentliche Let's Player-Show!*

*Tägliche neue Gaming-Videos für PS4,
XBOX ONE, Wii U, PC und Mobile.*

Über 20.000 Videos in der Datenbank.

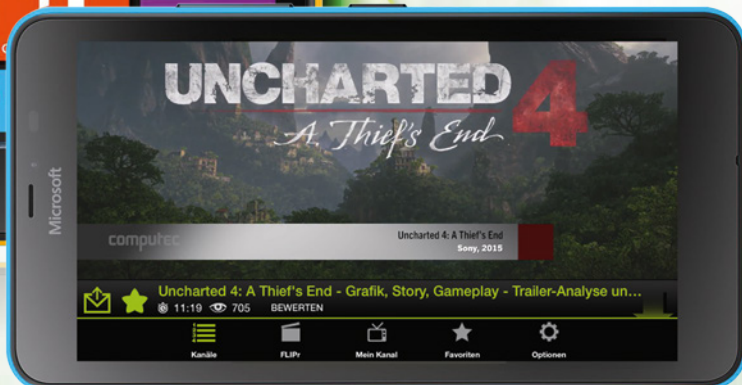
DAS SAGEN DIE USER:

»Wunderbar! Habt ihr
gut gemacht!«
.....

»Super App für
Videospielfans. :-!«
.....

»Top! Weiter so und
danke!«
.....

»Mein eigenes Spiele-
fernsehen! Informativ,
übersichtlich und
kompetent auf-
bereitet.«



Downloaden im
Windows Store

Erhältlich im
App Store

Google play





Einkaufsführer Prozessoren & Kühler

Preise: Stand 19.11.2015

HÄHNCHEN PREIS-LEISTUNGS-TIPP

HÄHNCHEN SPAR-TIPP

Prozessoren & APUs (Auswahl)

AMD-Prozessoren	Preis	Leistung*	Stromverbrauch**	Kerne	Grafik	Basis-Takt	Prozess	RAM	Socket	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
AMD FX-9590	Ca. € 220,-	66,1 %/63,7 %	53/369/402/298	4m/8t	-	4,7 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,46	01/2014	www.pcgh.de/preis/973468
AMD FX-9370	Ca. € 205,-	61,8 %/61,0 %	56/387/382/299	4m/8t	-	4,4 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,56	01/2014	www.pcgh.de/preis/976942
AMD FX-8350	Ca. € 175,-	58,0 %/58,4 %	54/296/309/200	4m/8t	-	4,0 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,57	01/2014	www.pcgh.de/preis/852989
AMD FX-8370E	Ca. € 180,-	52,5 %/52,4 %	53/266/268/146	4m/8t	-	3,3 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,65	12/2014	www.pcgh.de/preis/1155963
AMD FX-8320	Ca. € 145,-	53,2 %/53,1 %	55/296/305/180	4m/8t	-	3,5 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,68	01/2014	www.pcgh.de/preis/852342
AMD FX-8320E	Ca. € 125,-	50,5 %/50,8 %	53/256/260/142	4m/8t	-	3,2 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,69	12/2014	www.pcgh.de/preis/1155966
AMD FX-6350	Ca. € 120,-	54,6 %/46,9 %	55/278/277/173	3m/6t	-	3,9 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,72	01/2014	www.pcgh.de/preis/939528
AMD FX-6300	Ca. € 105,-	51,9 %/44,2 %	55/256/256/140	3m/6t	-	3,5 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,77	09/2014	www.pcgh.de/preis/853168
AMD FX-8150	Nicht lieferbar	48,9 %/50,9 %	60/312/295/194	4m/8t	-	3,6 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,80	01/2014	www.pcgh.de/preis/689396
AMD FX-4300	Ca. € 55,-	44,8 %/33,5 %	53/231/233/131	2m/4t	-	3,8 GHz + Turbo	32 nm	DDR3-1866	AM3+	2,82	01/2014	www.pcgh.de/preis/853505
AMD Athl. X4 860 BE	Ca. € 75,-	42,2 %/31,7 %	58/239/236/147	2m/4t	-	3,7 GHz + Turbo	28 nm	DDR3-1866	FM2+	3,03	12/2014	www.pcgh.de/preis/1154025
Intel-Prozessoren	Preis	Leistung*	Stromverbrauch**	Kerne	Grafik	Basis-Takt	Prozess	RAM (max.)	Socket	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Intel Core i7-6700K	Ca. € 470,-	100 %/76,5 %	31/255/267/121	4c/8t	HD 530	4,0 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2133	1151	1,49	10/2015	www.pcgh.de/preis/1290371
Intel Core i7-5775C	Ca. € 380,-	95,7 %/71,4 %	32/229/245/91	4c/8t	Iris Pro 6200	3,3 GHz + Turbo	14 nm	DDR3(L)-1600	1150	1,56	08/2015	www.pcgh.de/preis/1275291
Intel Core i7-5960X	Ca. € 1.080,-	92,9 %/100 %	57/268/293/178	8c/16t	-	3,0 GHz + Turbo	22 nm	DDR4-2133	2011-v3	1,59	10/2014	www.pcgh.de/preis/1121089
Intel Core i7-5930K	Ca. € 615,-	93,1 %/86,3 %	53/263/284/152	6c/12t	-	3,5 GHz + Turbo	22 nm	DDR4-2133	2011-v3	1,70	01/2015	www.pcgh.de/preis/1121098
Intel Core i7-5820K	Ca. € 390,-	90,9 %/83,2 %	48/255/279/132	6c/12t	-	3,3 GHz + Turbo	22 nm	DDR4-2133	2011-v3	1,71	10/2014	www.pcgh.de/preis/1121100
Intel Core i7-4790K	Ca. € 340,-	94,1 %/71,5 %	35/253/272/131	4c/8t	HD 4600	4,0 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1150	1,78	08/2014	www.pcgh.de/preis/1119923
Intel Core i7-4960X	Ca. € 1.080,-	93,5 %/87,2 %	58/311/332/188	6c/12t	-	3,6 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1866	2011	1,84	01/2014	www.pcgh.de/preis/993664
Intel Core i7-4930K	Ca. € 560,-	90,4 %/83,8 %	59/291/300/183	6c/12t	-	3,4 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1866	2011	1,90	01/2014	www.pcgh.de/preis/993654
Intel Core i7-4770K	Ca. € 340,-	87,0 %/65,6 %	34/240/249/110	4c/8t	HD 4600	3,5 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1150	1,91	01/2014	www.pcgh.de/preis/928911
Intel Core i5-6600K	Ca. € 285,-	84,8 %/57,5 %	32/239/226/100	4c/4t	HD 530	3,5 GHz + Turbo	14 nm	DDR4-2133	1151	1,96	11/2015	www.pcgh.de/preis/1290376
Intel Core i5-5675C	Ca. € 270,-	88,3 %/56,5 %	33/230/224/90	4c/4t	Iris Pro 6200	3,1 GHz + Turbo	14 nm	DDR3(L)-1600	1150	1,97	11/2015	www.pcgh.de/preis/1275321
Intel Core i7-4790	Ca. € 310,-	88,1 %/67,2 %	33/249/259/125	4c/8t	HD 4600	3,6 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1150	1,99	07/2014	www.pcgh.de/preis/1050223
Intel Xeon E3-1231v3	Ca. € 250,-	85,1 %/63,2 %	34/239/251/114	4c/8t	-	3,4 GHz + Turbo	22 nm	DDR3-1600	1150	2,07	07/2014	www.pcgh.de/preis/1106393
APUs (AMD/Intel) -	Preis	Leistung*	Stromverbrauch**	Recheneinheiten	Takt CPU/GPU	Prozess	RAM (max.)	Socket	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Intel Core i7-5775C	Ca. € 380,-	100 %/94,0 %	21/99/97/80	4c/8t/384 (Gen8)	3,3 - 3,7/1,25 GHz	14 nm	DDR3(L)-1600	1150	1,31	08/2015	www.pcgh.de/preis/1275291	
Intel Core i7-6700K	Ca. € 470,-	64,2 %/100 %	23/77/70/112	4c/8t/192 (Gen9)	4,0 - 4,2/1,15 GHz	14 nm	DDR4-2133	1151	1,86	10/2015	www.pcgh.de/preis/1290371	
AMD A10-7870K	Ca. € 135,-	83,1 %/43,0 %	26/104/105/109	2m/4t/512 (GCN)	3,9 - 4,1/0,87 GHz	28 nm	DDR3-2400	FM2+	1,98	03/2014	www.pcgh.de/preis/1259232	
AMD A10-7850K	Ca. € 120,-	78,4 %/41,5 %	27/104/105/109	2m/4t/512 (GCN)	3,7 - 4,0/0,72 GHz	28 nm	DDR3-2400	FM2+	2,11	03/2014	www.pcgh.de/preis/1050011	
AMD A8-7650K	Ca. € 90,-	71,3 %/38,2 %	26/108/111/121	2m/4t/384 (GCN)	3,3 - 3,8/0,72 GHz	28 nm	DDR3-2400	FM2+	2,28	05/2015	www.pcgh.de/preis/1223313	
AMD A10-7800	Ca. € 120,-	73,7 %/39,1 %	27/100/97/97	2m/4t/512 (GCN)	3,5 - 3,9/0,72 GHz	28 nm	DDR3-2133	FM2+	2,26	09/2014	www.pcgh.de/preis/1076550	
Intel Core i7-4790K	Ca. € 340,-	50,9 %/92,2 %	23/80/74/119	4c/8t/160 (Gen7.5)	4,0 - 4,4/1,25 GHz	22 nm	DDR3-1600	1150	2,30	08/2015	www.pcgh.de/preis/1119923	
AMD A8-7600	Ca. € 85,-	70,0 %/38,1 %	26/93/90/100	2m/4t/384 (GCN)	3,1 - 3,8/0,72 GHz	28 nm	DDR3-2133	FM2+	2,35	07/2014	www.pcgh.de/preis/1051533	

APU: nicht direkt mit CPU-Wertung vergleichbar | * Normierte Leistung in Spielen/Anwendungen | ** Gesamtes System in Watt (Leerlauf/BF 4/Crysis 3/x264 – APUs: Leerlauf/BF 4/Bioshock Infinite/x264, 1080p)

Prozessorkühler

Modell	Preis	Maße (B x H x T) Gewicht	CPU-Temp. 1,0 Sone	CPU-Temp. (100/75/50 %)	Lautheit (100/75/50 %)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Noctua NH-D15	Ca. € 90,-	151 x 175 x 162 mm; 1312 g	50,8 °C (1.020 U/min)	48,1/49,9/54,5 °C	3/1,2/0,2 Sone	2,08	09/2015	www.pcgh.de/preis/1098241
Thermalright Frio Extr. Silent 14 Dual	Ca. € 80,-	157 x 166 x 146 mm; 1235 g	50,3 °C (1.000 U/min)	49,6/52,1/61,2 °C	1,6/0,6/0,1 Sone	2,11	09/2015	www.pcgh.de/preis/1196525
Noctua NH-U14S	Ca. € 70,-	152 x 166 x 80 mm; 938 g	51,4 °C (1.140 U/min)	49,7/52,1/58,7 °C	1,8/1,1/0,3 Sone	2,16	12/2014	www.pcgh.de/preis/929404
Thermalright Macho Rev. B	Ca. € 42,-	142 x 173 x 129 mm; 877 g	52,2 °C (1.190 U/min)	51,2/54,7/62,9 °C	1,2/0,5/0,2 Sone	2,22	02/2015	www.pcgh.de/preis/1193857
Soythe Ninja 4	Ca. € 40,-	132 x 155 x 155 mm; 905 g	52,4 °C (1.170 U/min)	50,6/53,2/60,3 °C	2,1/0,7/0,2 Sone	2,22	09/2015	www.pcgh.de/preis/1267181
Silentium PC Fortis 1425	Ca. € 55,-	140 x 160 x 127 mm; 843 g	51,2 °C (1.300 U/min)	50,5/54,3/59,3 °C	1,2/0,4/0,1 Sone	2,22	09/2015	www.pcgh.de/preis/1326807
EKL Alpenföhn Himalaya 2	n. verfüg.	154 x 172 x 79 mm; 810 g	Nicht mögl. (max. 0,9 Sone)	54,1/58/65,6 °C	0,9/0,2/0,1 Sone	2,27	12/2014	www.pcgh.de/preis/1020143
Be quiet Dark Rock Pro 3	Ca. € 75,-	141 x 164 x 150 mm; 1244 g	51,6 °C (1.340 U/min)	50,3/52,1/55,6 °C	2,1/0,9/0,3 Sone	2,29	09/2015	www.pcgh.de/preis/1054341
EKL Alpenföhn Brocken 2	Ca. € 37,-	153 x 173 x 98 mm; 840 g	Nicht mögl. (max. 0,8 Sone)	53,8/57,7/64,6 °C	0,8/0,2/0,1 Sone	2,38	09/2015	www.pcgh.de/preis/912549 HÄHNCHEN
Thermalright True Spirit 140 BW Rev. A	Ca. € 45,-	155 x 166 x 80 mm; 796 g	Nicht mögl. (max. 0,9 Sone)	52,4/55/60,4 °C	0,9/0,4/0,1 Sone**	2,41	09/2015	www.pcgh.de/preis/1202482
Cryorig R1 Ultimate	Ca. € 75,-	144 x 166 x 144 mm; 1316 g	52,5 °C (900 U/min)	48,7/50,8/55,8 °C	3,9/1,8/0,5 Sone	2,43	09/2015	www.pcgh.de/preis/1062161
Thermalright Frio Silent 14	Ca. € 39,-	150 x 165 x 68 mm; 633 g	54 °C (1.060 U/min)	52,2/55,4/63,9 °C	1,2/0,3/0,1 Sone	2,48	12/2014	www.pcgh.de/preis/1157899
Cooler Master Hyper 612 Ver.2	Ca. € 39,-	151 x 162 x 131 mm; 945 g	Nicht mögl. (max. 0,9 Sone)	54,9/58,2/-* °C	0,9/0,3/-* Sone	2,50	12/2014	www.pcgh.de/preis/1172666
EKL Alpenföhn Brocken Eco	Ca. € 30,-	131 x 151 x 88 mm; 612 g	55,9 °C (1.240 U/min)	53,7/57,4/64,2 °C	1,4/0,5/0,1 Sone	2,55	12/2014	www.pcgh.de/preis/1081623
Cooler Master Hyper 412S	Ca. € 26,-	132 x 162 x 97 mm; 580 g	Nicht mögl. (max. 0,8 Sone)	56,7/59,1/67,2 °C	0,8/0,3/0,1 Sone	2,65	09/2015	www.pcgh.de/preis/697260 HÄHNCHEN

Kompaktwasserkühlungen. Temperatur- und Lautheitsmessungen entsprechen Luftkühlern, aber abweichendes Benetzungssystem. Wertung nicht vergleichbar!

Modell	Preis	Radiator (B x H x T)	CPU-Temp. 1,0 Sone	CPU-Temp., (100/75/50 %)	Lauth. (100/75/50%/Pumpe)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Cooler Master Nepton 240M	Ca. € 110,-	277 x 123 x 59 mm	49,7 °C (1.320 U/min)	46,4/47,6/51,2 °C	4,3/2,1/0,6/0,2 Sone	2,13	06/2015	www.pcgh.de/preis/1184616
Enermax Liqmax II 240	Ca. € 70,-	275 x 120 x 53 mm	53,3 °C (1.020 U/min)	50,2/52,5/58,1 °C	2,8/1,3/0,4/0,3 Sone	2,20	06/2015	www.pcgh.de/preis/1214287
Fractal Design Kelvin S24	Ca. € 120,-	276 x 124 x 58 mm	52,7 °C (900 U/min)	49,3/50,5/53,3 °C	4,4/2,2/0,8/0,7 Sone	2,42	06/2015	www.pcgh.de/preis/1127755

* Betrieb mit 50 Prozent Drehzahl nicht möglich ** Messung mit analoger Ansteuerung; bei PWM-Ansteuerung 0,1 Sone mehr wegen Piepgeräuschen

Aus de.gamesindustry.biz wird

gamesbusiness.de

DIE NEWS-ZENTRALE DER SPIELEINDUSTRIE

NEU!

gamesbusiness.de
DIE NEWS-ZENTRALE DER SPIELEINDUSTRIE

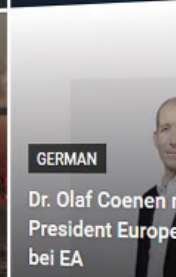
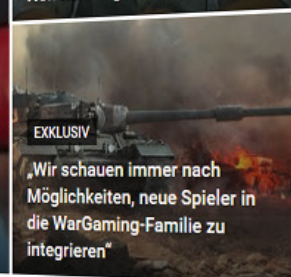
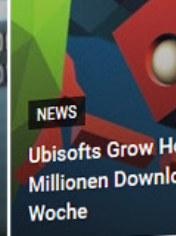
NEWS ▾ EVENTS ▾ SPIELE-INDUSTRIE-JOBS

NEWS & INTERVIEWS

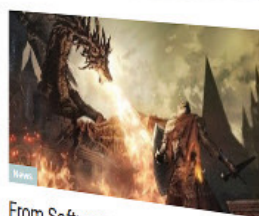
JOBS IN DER
SPIELE-INDUSTRIE

BRANCHEN-EVENTS

Registrieren Sie
sich jetzt für den
**kostenlosen
Newsletter!**

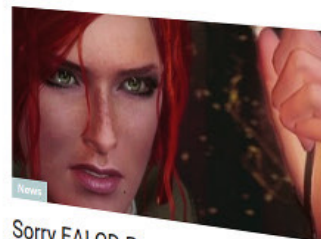


NEUESTE ARTIKEL



DEVELOPER 16. September 2015

From Software, der Entwickler von Dark Souls, eröffnet nächstes Jahr im Januar ein neues Studio in Fukuoka. „Fukuoka und seine Umgebung sind von Tokio aus...“



DEVELOPER 16. September 2015

CD Projekt Red reagierte dieses Mal sehr schnell auf Gerüchte, die in den sozialen Medien kursieren, dass ein Verkauf an EA...

f 69,800 Fans
t 54,928 Nachfolger
▶ 8,864 Abonnenten



Ein Produkt der
compuTEC
MEDIA



Einkaufsführer Mainboards & RAM

Preise: Stand 19.11.2015

Mainboards für AMD-Prozessoren

Sockel FM2+	Preis	Chip/Format	Slotanzahl	USB 3.0 (Front)/SATA3	Besonderheiten	Stromverbrauch*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus A88X-Pro	Ca. € 100,-	A88X/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	4 x (6 x)/6 x 6Gb/s	BIOS-Flashback	38,1/173,2 Watt	1,66	03/2014	www.pcgh.de/preis/1001720
Asrock FM2A88X+ Killer	Ca. € 90,-	A88X/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (3)	4 x (2 x)/8 x 6Gb/s	Killer E2200 LAN	25,1/163,3 Watt	1,67	03/2014	www.pcgh.de/preis/1051505
Gigabyte G1.Sniper A88X	Ca. € 95,-	A88X/ATX	x16 (2), x1 (3), PCI (2)	2 x (2 x)/8 x 6Gb/s	HQ-D/A-Wandler	34,4/172,2 Watt	1,69	03/2014	www.pcgh.de/preis/994595
Sockel AM3+	Preis	Chip/Format	Slotanzahl	USB 3.0 (Front)/SATA3	Besonderheiten	Stromverbrauch*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asrock 990FX Killer	Ca. € 140,-	990/ATX	x16 (3), x1 (2), PCI (0)	4 x (2 x)/5 x 6Gb/s	M.2-Schnittstelle	60,7/287,4 Watt	1,76	09/2014	www.pcgh.de/preis/1051502
Asus Crosshair Formula-Z	Ca. € 220,-	990/ATX	x16 (4), x1 (2), PCI (0)	4 x (2 x)/8 x 6Gb/s	Gut überaktbar	67,0/290,4 Watt	1,84	09/2014	www.pcgh.de/preis/823995
Asus 990FX Sabertooth	Ca. € 170,-	990/ATX	x16 (4), x1 (1), PCI (1)	4 x (2 x)/8 x 6Gb/s	E-SATA	81,4/334,7 Watt	1,89	09/2014	www.pcgh.de/preis/827096
Asus M5A97 R2.0	Ca. € 85,-	970/ATX	x16 (2), x1 (2), PCI (2)	2 x (4 x)/6 x 6Gb/s	BIOS-Flashback	58,8/277,6 Watt	1,89	01/2013	www.pcgh.de/preis/818969

* Leistungsaufnahme des ganzen PCs (A10-850K bzw. FX-8350 + HD 7970; 2x 2 GiB DDR3-1333) bei Windows-Leerlauf/Stabilitätstest

Mainboards für Intel-Prozessoren

Sockel 1151	Preis	PCH/Form.	PCI-E CPU (3.0) & PCH (3.0)	M.2-Anbindung	Sound	USB ext./int.; SATA	Lüfter	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Gigabyte Z170X-Gam. G1	Ca. € 520,-	Z170/E-ATX	x16*/x0* & x1/x1/x1/x1	3.0x4**; 3.0x4**	Sound Core	2/0x3.1; 7/4x3.0; 10x	6 (2x PWM)	1,68	10/2015	www.pcgh.de/preis/1306474
Asus Z170-Deluxe	Ca. € 290,-	Z170/ATX	x16*/x0* & x1/x1/x1/x1/x2*	3.0x4	ALC 1150	6/0x3.1; 1/4x3.0; 8x	7 (6x PWM)	1,77	10/2015	www.pcgh.de/preis/1306329
Asus Maximus VIII Ranger	Ca. € 180,-	Z170/ATX	x16*/x0* & x1/x1/x1/x1/x4	3.0x4	ALC 1150	2/0x3.1; 2/4x3.0; 6x	7 (7x PWM)	1,78	11/2015	www.pcgh.de/preis/1306336
Biostar Gaming Z170T	Ca. € 150,-	Z170/ATX	x16 & x0*/x0*/x4*	3.0x4**	ALC 892	0/0x3.1; 4/2x3.0; 6x	5 (5x PWM)	2,02	11/2015	www.pcgh.de/preis/1321100
MSI Z170A Gaming Pro	Ca. € 150,-	Z170/ATX	x16*/x0* & x1/x1/x1/x1/x4	3.0x4**	ALC 1150	2/0x3.1; 4/2x3.0; 6x	5 (2x PWM)	2,12	11/2015	www.pcgh.de/preis/1306786
Asrock Z170 Gaming K4	Ca. € 140,-	Z170/ATX	x16 & x1/x1/x4/x1	3.0x4	ALC 1150	0/0x3.1; 6/2x3.0; 6x	6 (6x PWM)	2,15	11/2015	www.pcgh.de/preis/1306625
Gigabyte Z170X-Gaming 3	Ca. € 150,-	Z170/ATX	x16*/x0* & x1/x1/x0*/x4*	3.0x4; 3.0x4**	ALC 1150	2/0x3.1; 3/4x3.0; 6x	5 (1x PWM)	2,23	11/2015	www.pcgh.de/preis/1306467
MSI Z170A Gaming M7	Ca. € 200,-	Z170/ATX	x16*/x0* & x1/x0*/x0*/x0*/x4*	3.0x4; 3.0x4***	ALC 1150	2/0x3.1; 2/4x3.0; 6x	4 (2x PWM)	2,32	10/2015	www.pcgh.de/preis/1306689
Semiprico C7Z170-SQ	n. verfüg.	Z170/ATX	x16*/x0*/x0* & x1/x4/x1	3.0x4	ALC 898	1/0x3.1; 2/4x3.0; 6x	5 (5x PWM)	2,51	10/2015	www.pcgh.de/preis/1307677
Sockel 2011-v3	Preis	PCH/Form.	PCI-E CPU (3.0) & PCH (2.0)	M.2-Anbindung	Sound	USB ext./int.; SATA	Lüfter	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asus Rampage V Extreme	Ca. € 450,-	X99/E-ATX	x16/x0*/x16*/x8* & x0*/x1*	3.0x4*	ALC 1150	10/4x3.0; 12x	8 (8x4-Pin)	1,54	12/2014	www.pcgh.de/preis/1159294
MSI X99S SLI Plus	Ca. € 220,-	X99/ATX	x16/x16*/x0*/x8* & x1/x1	3.0x4* o. 2.0x2**	ALC 892	8/4x3.0; 10x	5 (5x4-Pin)	2,42	01/2015	www.pcgh.de/preis/1148609
Asrock Fatal1. X99X Killer	Ca. € 260,-	X99/ATX	x16/x16/x8* & x1/x1	3.0x4*	ALC 1150	6/4x3.0; 10x	6 (2x4-Pin)	2,52	12/2014	www.pcgh.de/preis/1159472
Gigabyte X99-UD3	Ca. € 220,-	X99/ATX	x16*/x0*/x16/x8* & x1/x1/x1/x1	2.0x2**; 2.0x1	ALC 1150	6/2x3.0; 10x	5 (5x4-Pin)	2,52	01/2015	www.pcgh.de/preis/1157069
Asus X99-A	Ca. € 230,-	X99/ATX	x16/x16/x8* & x1*/x1*/x1	3.0x4*	ALC 1150	6/4x3.0; 10x	6 (6x 4-Pin)	2,70	01/2015	www.pcgh.de/preis/1159296
Sockel 1150	Preis	PCH/Form.	PCI-E CPU (3.0) & PCH (2.0)	M.2-Anbindung	Sound	USB ext./int.; SATA	Lüfter	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Asrock Z97 Extreme6	Ca. € 370,-	Z97/ATX	x16*/x0* & x1/x1*/x2	3.0x4*; 2.0x2**	ALC 1150	0x3.1; 6/4x3.0; 10x	6 (2x4-Pin)	1,90	06/2015	www.pcgh.de/preis/1106887
Asus Z97-A/USB 3.1	Ca. € 170,-	Z97/ATX	x16*/x0* & x0*/x0*/x0*	2.0x2*	ALC 892	2x3.1; 4/2x3.0; 6x	6 (6x4-Pin)	1,99	06/2015	www.pcgh.de/preis/1238117
Asus Maximus VII Ranger	Ca. € 170,-	Z97/ATX	x16*/x0* & x1/x0*/x0*/x2*	2.0x2*	ALC 1150	0x3.1; 4/2x3.0; 6x	5 (5x4-Pin)	2,12	06/2015	www.pcgh.de/preis/1106084
Gigabyte G1.Sniper Z97	n. verfüg.	Z97/ATX	x16*/x0* & x1/x1/x1	–	Sound Core	0x3.1; 4/2x3.0; 6x	4 (4x4-Pin)	2,13	06/2015	www.pcgh.de/preis/1107852
Biostar Gaming Z97X	Ca. € 180,-	Z97/ATX	x16*/x0*/x0* & x1/x1/x1	2.0x2**	ALC 892	2x3.1; 4/2x3.0; 8x	6 (6x4-Pin)	2,30	06/2015	www.pcgh.de/preis/1230180
MSI Z97A Gaming 6	Ca. € 170,-	Z97/ATX	x16*/x0*/x0* & x1/x0*/x1*/x1	2.0x2**	ALC 1150	1x3.1; 2/4x3.0; 6x	5 (5x4-Pin)	2,33	07/2015	www.pcgh.de/preis/1215741
MSI Z97S SLI Krait Edition	Ca. € 120,-	Z97/ATX	x16*/x0* & x1/x1/x1	2.0x2**	ALC 892	0x3.1; 4/2x3.0; 6x	5 (5x4-Pin)	2,36	07/2015	www.pcgh.de/preis/1153578
Gigabyte GA-H97-D3H	Ca. € 100,-	H97/ATX	x16 & x0*/x4*/x0*	2.0x2**	ALC 1150	0x3.1; 4/2x3.0; 6x	5 (5x4-Pin)	2,88	07/2015	www.pcgh.de/preis/1107992
Asus B85-Pro Gamer	Ca. € 100,-	B85/ATX	x16 & x1/x1/x4	–	ALC 1150	0x3.1; 2/2x3.0; 6x	5 (5x 4-Pin)	2,99	07/2015	www.pcgh.de/preis/1087607
Asrock B85M-HDS	Ca. € 50,-	B85/µATX	x16 & x1	–	ALC 662	0x3.1; 2/2x3.0; 4x	3 (2x 4-Pin)	3,53	07/2015	www.pcgh.de/preis/953888

*: PCI-E-Lane-Sharing **; M.2 shared mit SATA ***: M.2 shared mit SATA und mit PCI-E-Slot(s)

Arbeitsspeicher

DDR3	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Höhe	Spannung	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
G.Skill Trident X	F3-2666C12D-16GTXD	Ca. € 140,-	2 x 8 GiByte DDR3-2666	12-13-13-35	Dual-Rank	5,4 cm	1,65 Volt	2,19	06/2015	www.pcgh.de/preis/963433
Adata XPG V3	AX3U2933W4G12-DBV-RG	Ca. € 260,-	2 x 4 GiByte DDR3-2933	12-14-14-36	Single-Rank	5,1 cm	1,65 Volt	2,38	10/2014	www.pcgh.de/preis/1150319
Mushkin Redline Frostbyte	997121F	N. verfügbar	2 x 8 GiByte DDR3-2133	9-11-11-28	Dual-Rank	3,8 cm	1,65 Volt	2,38	06/2015	www.pcgh.de/preis/991929
G.Skill Trident X	F3-1600C7D-16GTX	Ca. € 100,-	2 x 8 GiByte DDR3-1600	7-8-8-24	Dual-Rank	5,4 cm	1,65 Volt	2,39	06/2015	www.pcgh.de/preis/855480
Avexir Raiden Series	AVD3U21330908G-2RD	N. verfügbar	2 x 8 GiByte DDR3-2133	9-11-10-27	Dual-Rank	6,3 cm	1,65 Volt	2,40	06/2015	www.pcgh.de/preis/1248060
Corsair Vengeance Pro	CMY8GX3M2A1866C9	Ca. € 55,-	2 x 4 GiByte DDR3-1866	9-10-9-27	Single-Rank	4,5 cm	1,50 Volt	2,41	09/2013	www.pcgh.de/preis/951191
Kingston Hyper X Savage	HX321C11SRK2/16	Ca. € 100,-	2 x 8 GiByte DDR3-2133	11-12-12-30	Dual-Rank	3,4 cm	1,60 Volt	2,47	06/2015	www.pcgh.de/preis/1160242
Crucial Ballistix Tactical	BLT2CP8G3D1869DT1TX0EU	Ca. € 90,-	2 x 8 GiByte DDR3-1866	9-9-9-27	Dual-Rank	3,6 cm	1,50 Volt	2,52	08/2014	www.pcgh.de/preis/1037301
DDR4	Produktnummer	Preis	Speichertyp	Latenzen	Aufbau*	Höhe	Kopierrate	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
G.Skill Ripjaws 4	F4-3200C16Q-16GRKD	Ca. € 170,-	4 x 4 GiByte DDR4-3200	16-16-16-36	Single-Rank	4,1 cm	64.295 MiByte/s	1,67	02/2015	www.pcgh.de/preis/1166213
Corsair Vengeance LPX	CMK16GX4M4B3200C16	Ca. € 180,-	4 x 4 GiByte DDR4-3200	16-18-18-36	Single-Rank	3,5 cm	63.473 MiByte/s	1,94	08/2015	www.pcgh.de/preis/1229100
Kingston Hyper X Predator	HX430C15PB2K4/16	Ca. € 170,-	4 x 4 GiByte DDR4-3000	15-16-16-39	Single-Rank	5,5 cm	62.322 MiByte/s	1,94	08/2015	www.pcgh.de/preis/1159804
GEIL Super Luce	GLW416B3000C16QC	Ca. € 140,-	4 x 4 GiByte DDR4-3000	16-16-16-36	Single-Rank	5,0 cm	62.435 MiByte/s	1,97	08/2015	www.pcgh.de/preis/1261490
G.Skill Ripjaws 4	F4-2400C15Q-32GRR	Ca. € 200,-	4 x 8 GiByte DDR4-2400	15-15-15-35	Dual-Rank	4,1 cm	59.431 MiByte/s	1,98	08/2015	www.pcgh.de/preis/1155346
G.Skill Ripjaws 4	F4-3000C15Q-16GRR	Ca. € 140,-	4 x 4 GiByte DDR4-3000	15-15-15-35	Single-Rank	4,1 cm	62.629 MiByte/s	2,01	12/2014	www.pcgh.de/preis/1155352
Mushkin 994192F	994192F	Ca. € 130,-	4 x 4 GiByte DDR4-2666	15-15-15-36	Single-Rank	4,0 cm	58.281 MiByte/s	2,06	08/2015	www.pcgh.de/preis/1205189
Kingston Hyper X Fury	HX424C15FBK4/16	Ca. € 110,-	4 x 4 GiByte DDR4-2400	15-15-15-35	Single-Rank	3,4 cm	54.432 MiByte/s	2,22	08/2015	www.pcgh.de/preis/1231167

System DDR3: Core i7-4770K, Asus Maximus VI Extreme (UEFI 0711/1402), Zotac Geforce GT 640; Windows 7 64 Bit SP1, HCI Memtest Pro

* Aufbau von den meisten Herstellern nicht garantiert, ggf. Abweichungen möglich

System DDR4: Core i7-5820K, Asus Rampage V Extreme (UEFI 0706/0901), Zotac Geforce GT 640; Windows 8.1 64 Bit, HCI Memtest Pro, Kopierrate bei Standardakti-timings mit Aida 64 ermittelt



Einkaufsführer LCDs & Eingabegeräte

Preise: Stand 19.11.2015

PREIS-LEISTUNGS-TIPP
 SPAR-TIPP

LCDs

	Full HD	Preis	Bilddiagonale	Refreshrate	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
	Eizo Foris FG 2421	Ca. € 400,-	24 Zoll	120 Hertz	1 ms	15 ms	40 bis 360 cd/m²	VA-Panel	1,63	12/2013	www.pcgh.de/preis/1024965
	Asus VG248QE	Ca. € 290,-	24 Zoll	144 Hertz	2 ms	4 ms	74 bis 441 cd/m²	TN-Panel	1,86	04/2013	www.pcgh.de/preis/891345
	Asus VG278HE	Ca. € 350,-	27 Zoll	144 Hertz	3 ms	10 ms	61 bis 301 cd/m²	TN-Panel	1,88	12/2012	www.pcgh.de/preis/807004
	Eizo Foris FS2434	Ca. € 300,-	24 Zoll	60 Hertz	5 ms	7 ms	5 bis 239 cd/m²	IPS-Panel	1,92	10/2014	www.pcgh.de/preis/1128190
	LG Flatron 24EB23PY-W	Ca. € 230,-	24 Zoll	60 Hertz	5 ms	5 ms	99 bis 303 cd/m²	IPS-Panel	1,95	02/2014	www.pcgh.de/preis/936781
	Asus VE278H	Ca. € 220,-	27 Zoll	60 Hertz	2 ms	3 ms	53 bis 265 cd/m²	TN-Panel	1,96	09/2013	www.pcgh.de/preis/806934
	Asus VS248H	Ca. € 260,-	24 Zoll	60 Hertz	2 ms	3 ms	120 bis 267 cd/m²	TN-Panel	2,00	02/2014	www.pcgh.de/preis/668654
	WQHD	Preis	Bilddiagonale	Refreshrate	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
	Asus ROG PG279Q	Ca. € 850,-	27 Zoll	165 Hertz	6 ms	9 ms	50 bis 300 cd/m²	IPS-Panel	1,79	12/2015	www.pcgh.de/preis/1275089
	NEC Multisync EA274Wmi	Ca. € 660,-	27 Zoll	60 Hertz	5 ms	12 ms	17 bis 374 cd/m²	IPS-Panel	1,81	03/2014	www.pcgh.de/preis/1028029
	Benq BL2710PT	Ca. € 450,-	27 Zoll	60 Hertz	4 ms	19 ms	65 bis 382 cd/m²	AHVA-Panel	1,86	03/2014	www.pcgh.de/preis/978482
	Asus MG279Q	Ca. € 590,-	27 Zoll	144 Hertz	8 ms	9 ms	35 bis 343 cd/m²	IPS-Panel	1,87	08/2015	www.pcgh.de/preis/1215454
	Eizo Flexscan EV2736W	Ca. € 630,-	27 Zoll	60 Hertz	6 ms	18 ms	1 bis 290 cd/m²	IPS-Panel	1,93	03/2014	www.pcgh.de/preis/848569
	Iiyama ProLite XB2779QS	Ca. € 500,-	27 Zoll	60 Hertz	5 ms	12 ms	140 bis 400 cd/m²	IPS-Panel	1,98	03/2014	www.pcgh.de/preis/990459
	Acer XB270HU	Ca. € 750,-	27 Zoll	144 Hertz	8 ms	6 ms	125 bis 419 cd/m²	IPS-Panel	1,99	08/2015	www.pcgh.de/preis/1216766
	Benq XL2730Z	Ca. € 570,-	27 Zoll	144 Hertz	8 ms	8 ms	52 bis 353 cd/m²	TN-Panel	2,01	05/2015	www.pcgh.de/preis/1223748
	Acer T272HUL bmidpzc	Ca. € 550,-	27 Zoll	60 Hertz	5 ms	19 ms	74 bis 312 cd/m²	AHVA-Panel	2,04	03/2014	www.pcgh.de/preis/997601
	Ultra HD	Preis	Bilddiagonale	Refreshrate	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
	Asus PB278Q	Ca. € 440,-	28 Zoll	60 Hertz	2 ms	3 ms	36 bis 277 cd/m²	TN-Panel	1,87	07/2014	www.pcgh.de/preis/1094194
	Samsung U28D590D	Ca. € 430,-	28 Zoll	60 Hertz	3 ms	20 ms	14 bis 368 cd/m²	TN-Panel	1,96	07/2014	www.pcgh.de/preis/1077793
	Asus PB279Q	Ca. € 690,-	27 Zoll	60 Hertz	6 ms	9 ms	54 bis 266 cd/m²	IPS-Panel	2,04	01/2015	www.pcgh.de/preis/1123437
	Samsung U28E850R	Ca. € 560,-	28 Zoll	60 Hertz	6 ms	8 ms	70 bis 224 cd/m²	TN-Panel	2,08	08/2015	www.pcgh.de/preis/1258114
	LG 27MU67-B	Ca. € 530,-	27 Zoll	60 Hertz	8 ms	11 ms	72 bis 230 cd/m²	IPS-Panel	2,12	09/2015	www.pcgh.de/preis/1273811
	21:9	Preis	Auflösung	Refreshrate	Reaktionszeit	Inputlag	Leuchtkraft	Paneltyp	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
	LG 34UC97-S	Ca. € 940,-	3.440 x 1.440	60 Hertz	5 ms	8 ms	51 bis 273 cd/m²	IPS-Panel	1,92	12/2014	www.pcgh.de/preis/1159982
	LG 34UM67-P	Ca. € 500	2.560 x 1.080	60 Hertz	10 ms	11 ms	52 bis 320 cd/m²	IPS-Panel	2,05	05/2015	www.pcgh.de/preis/1218026
	LG 34UM95	Ca. € 689,-	3.440 x 1.440	60 Hertz	5 ms	25 ms	54 bis 266 cd/m²	IPS-Panel	2,09	07/2014	www.pcgh.de/preis/1049833
	LG 29UM65	N. verfüg.	2.560 x 1.080	60 Hertz	5 ms	17 ms	141 bis 321 cd/m²	IPS-Panel	2,15	07/2014	www.pcgh.de/preis/1078048

Mäuse

	Modell	Preis	Kabellänge	Tasten	Abtastung	Auflösung	Gewicht	Ergonomie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
	Roccat Nyth	Ca. € 130,-	180 cm	16 + Scrollrad	Optisch (Laser)	12.000 Dpi	130 Gramm	Sehr gut	1,16	11/2015	www.pcgh.de/preis/1300527
	Roccat Tyon	Ca. € 105,-	180 cm	16 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	126 Gramm	Sehr gut	1,32	12/2014	www.pcgh.de/preis/1154844
	Razer Mamba Tournament Edition	Ca. € 90,-	210 cm	6 + Scrollrad	Optisch (Laser)	16.000 Dpi	133 Gramm	Sehr gut	1,39	01/2016	www.pcgh.de/preis/1310517
	Logitech G502 Proteus Core	Ca. € 60,-	180 cm	9 + Scrollrad	Optisch (Laser)	12.000 Dpi	128 bis 146 Gramm	Sehr gut	1,42	07/2014	www.pcgh.de/preis/1098847
	Mionix Naos 8200	Ca. € 85,-	200 cm	6 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	105 Gramm	Sehr gut	1,43	12/2014	www.pcgh.de/preis/900404
	SteelSeries Sensei MLG Edition	Ca. € 90,-	200 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	105 Gramm	Sehr gut	1,43	12/2012	www.pcgh.de/preis/871876
	Roccat Kone XTD	Ca. € 80,-	180 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	120 bis 140 Gramm	Sehr gut	1,43	12/2012	www.pcgh.de/preis/841868
	Razer Ouroboros	Ca. € 125,-	Schnurlos	8 + Scrollrad	Laser und LED	8.200 Dpi	117/147 Gramm mit Akku	Sehr gut	1,43	07/2013	www.pcgh.de/preis/815637
	Rapoo Vpro VR900	Ca. € 50,-	180 cm	7 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	115 Gramm	Sehr gut	1,46	12/2014	www.pcgh.de/preis/393923114
	Mad Catz R.A.T. Tournament Ed.	Ca. € 60,-	180 cm	9 + Scrollrad	Optisch (Laser)	8.200 Dpi	91 Gramm	Sehr gut	1,46	07/2014	www.pcgh.de/preis/1063444
	Razer Taipan	Ca. € 80,-	210 cm	8 + Scrollrad	Laser und LED	8.200 Dpi	96 Gramm	Sehr gut	1,46	09/2012	www.pcgh.de/preis/802137
	Mionix Castor	Ca. € 60,-	200 cm	5 + Scrollrad	Optisch (LED)	10.000 Dpi	95 Gramm	Gut bis sehr gut	1,50	01/2016	www.pcgh.de/preis/1319591

Tastaturen

	Nicht mechanisch	Preis	Beleuchtung	Anschlüsse	Handballenablage	Zusatz Tasten	Makro/Speicher	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
	Roccat Isku	Ca. € 60,-	Voll, 6 Helligkeitsstufen	-	Ja (integriert)	15 + 3 Daumenta.	Ja/Ja (k. A.)	1,42	11/2011	www.pcgh.de/preis/648485
	Logitech G510s	Ca. € 90,-	Voll, Schalter	Audio	Ja (modular)	18 + LCD	Ja/Ja (k. A.)	1,58	07/2013	www.pcgh.de/preis/941371
	SteelSeries Apex	Ca. € 95,-	Voll, 8 Helligkeitsstufen	2 x USB 2.0	Ja	8 + 5 Multimedia	Ja/Ja (k. A.)	1,63	11/2013	www.pcgh.de/preis/889403
	Corsair Raptor K50	Ca. € 40,-	Voll, farbig, dreistufig	2 x USB 2.0	Ja	18 + 9 Multimedia	Ja/Ja (k. A.)	1,87	01/2014	www.pcgh.de/preis/968762
	Sharkoon Skiller Gaming Keyboard	Ca. € 20,-	Keine Beleuchtung	-	Ja (integriert)	20 Zusatz Tasten	Ja/nein	2,68	06/2014	www.pcgh.de/preis/783118
	Mechanisch	Preis	Beleuchtung	Anschlüsse	Schalter (getestet)	Schalter (verfüg.)	Makro/Speicher	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
	Roccat Ryos MK Pro	Ca. € 155,-	Voll, 6 Helligkeitsstufen	2 x USB 2.0, Audio	Cherry MX Brown	MX Black/Red/Blue	Ja/Ja (2 MByte)	1,36	12/2013	www.pcgh.de/preis/996208
	Logitech G910 Orion Spark	Ca. € 130,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Romer G (taktill)	Nur ein Modell	Ja/Ja (k. A.)	1,39	12/2014	www.pcgh.de/preis/1167372
	Gigabyte Aivia Osmium	Ca. € 115,-	Ja, Scrollrad, stufenlos	1 x USB 3.0, Audio	Cherry MX Red	MX Brown	Ja/Ja (k. A.)	1,43	01/2013	www.pcgh.de/preis/818661
	Ryos TKL Pro	Ca. € 100,-	Voll, 6 Helligkeitsstufen	Keine	Cherry MX Brown	MX Black/Red/Blue	Ja/Ja (2 MByte)	1,45	03/2015	www.pcgh.de/preis/1154843
	Qpad MK 90	Ca. € 160,-	RGB-Einzeltastenbel.	2 x USB 2.0, Audio	Kailh RGB Red	Kailh RGB Black	Ja/Ja (k. A.)	1,45	11/2015	www.pcgh.de/preis/1258778
	Razer Black Widow Chroma	Ca. € 170,-	RGB-Einzeltastenbel.	1 x USB 2.0, Audio	Razer Green (taktill)	Razer Orange	Ja/Ja (k. A.)	1,46	12/2014	www.pcgh.de/preis/1154331
	Corsair K70 RGB	Ca. € 175,-	RGB-Einzeltastenbel.	Keine	Cherry MX RGB Red	MX RGB Brown	Ja/Ja (k. A.)	1,52	12/2014	www.pcgh.de/preis/1156244
	SteelSeries Apex M800	Ca. € 180,-	RGB-Einzeltastenbel.	2 x USB 2.0	Q51-Switch (Kailh)	Q51-Switch (Kailh)	Ja/Ja (k. A.)	1,52	11/2015	www.pcgh.de/preis/1216334
	Madcatz Strike TE	Ca. € 95,-	Voll-/Zonenbel. + Modi	Keine	Kailh Brown (taktill)	Kailh Brown (taktill)	Ja/Ja (k. A.)	1,54	03/2015	www.pcgh.de/preis/1154828



Einkaufsführer SSDs & Festplatten

Preise: Stand 19.11.2015

HÄUFIGE PREIS-LEISTUNGS-TIPP

HÄUFIGE SPAR-TIPP

Solid State Drives (2,5-Zoll-Format)

Bis 256 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer L/S* AS-SSD	IOPS**	Kopiertest	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Samsung SSD 850 Pro	Ca. € 130,-	238 GiB/256 GB	527/503 MB/s	90.000	68 Sekunden	10 Jahre	1,83	08/2015	www.pcgh.de/preis/1136098	
Samsung SSD 850 Evo	Ca. € 80,-	233 GiB/250 GB	514/496 MB/s	76.000	75 Sekunden	5 Jahre	1,96	08/2015	www.pcgh.de/preis/1194261	HÄUFIGE
Plextor M6 Pro	Ca. € 130,-	238 GiB/256 GB	513/471 MB/s	88.000	80 Sekunden	5 Jahre	1,87	08/2015	www.pcgh.de/preis/1150916	
Adata SX 930	Ca. € 100,-	224 GiB/240 GB	515/410 MB/s	78.000	91 Sekunden	5 Jahre	2,04	12/2015	www.pcgh.de/preis/1299666	
Crucial MX200	Ca. € 90,-	233 GiB/250 GB	521/475 MB/s	77.000	73 Sekunden	3 Jahre	2,08	12/2015	www.pcgh.de/preis/1215088	
Kingston Hyper X Sa. SSD Kit	Ca. € 120,-	224 GiB/240 GB	525/497 MB/s	33.000	92 Sekunden	3 Jahre	2,08	08/2015	www.pcgh.de/preis/1255802	
OCZ Vector 180	Ca. € 130,-	224 GiB/240 GB	509/489 MB/s	85.000	90 Sekunden	5 Jahre	2,12	08/2015	www.pcgh.de/preis/1230956	
AMD Radeon R7-Ser. SSD	Ca. € 120,-	224 GiB/240 GB	508/493 MB/s	88.000	85 Sekunden	4 Jahre	2,13	08/2015	www.pcgh.de/preis/1154205	
Crucial BX100	Ca. € 80,-	233 GiB/250 GB	527/360 MB/s	76.000	75 Sekunden	3 Jahre	2,21	08/2015	www.pcgh.de/preis/1215183	HÄUFIGE
OCZ Arc 100	Ca. € 85,-	224 GiB/240 GB	462/403 MB/s	83.000	97 Sekunden	3 Jahre	2,42	08/2015	www.pcgh.de/preis/1144991	HÄUFIGE
Bis 512 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer L/S* AS-SSD	IOPS**	Kopiertest	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Samsung SSD 850 Pro	Ca. € 220,-	477 GiB/512 GB	528/503 MB/s	90.000	66 Sekunden	10 Jahre	1,77	08/2015	www.pcgh.de/preis/1136104	
Samsung SSD 850 Evo	Ca. € 160,-	466 GiB/500 GB	514/502 MB/s	89.000	67 Sekunden	5 Jahre	1,85	08/2015	www.pcgh.de/preis/1194263	HÄUFIGE
Toshiba Q300 Pro	Ca. € 250,-	477 GiB/512 GB	519/490 MB/s	48000	63 Sekunden	5 Jahre	1,92	12/2015	www.pcgh.de/preis/1312394	
Crucial MX200	Ca. € 170,-	466 GiB/500 GB	519/475 MB/s	88.000	73 Sekunden	3 Jahre	1,98	08/2015	www.pcgh.de/preis/1215110	
Crucial BX100	Ca. € 160,-	466 GiB/500 GB	526/435 MB/s	72.000	75 Sekunden	3 Jahre	2,13	08/2015	www.pcgh.de/preis/1215184	HÄUFIGE
OCZ Vector 180	Ca. € 180,-	447 GiB/480 GB	513/483 MB/s	91.000	86 Sekunden	5 Jahre	2,14	08/2015	www.pcgh.de/preis/1230954	
Sandisk Extreme Pro	Ca. € 190,-	447 GiB/480 GB	526/485 MB/s	35.000	96 Sekunden	10 Jahre	2,19	08/2015	www.pcgh.de/preis/1126463	
OCZ Trion 100	Ca. € 140,-	447 GiB/480 GB	528/468 MB/s	11.000	132 Sekunden	3 Jahre	2,56	12/2015	www.pcgh.de/preis/1294599	
Ab 960 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	Transfer L/S* AS-SSD	IOPS**	Kopiertest	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Samsung SSD 850 Pro	Ca. € 850,-	1.908 GiB/2.048 GB	523/502 MB/s	89.000	67 Sekunden	10 Jahre	1,72	12/2015	www.pcgh.de/preis/1291107	
Samsung SSD 850 Pro	Ca. € 410,-	954 GiB/1.024 GB	528/502 MB/s	90.000	64 Sekunden	10 Jahre	1,74	08/2015	www.pcgh.de/preis/1136105	
Samsung SSD 850 Evo	Ca. € 700,-	1.863 GiB/2.000 GB	523/503 MB/s	89.000	68 Sekunden	5 Jahre	1,81	12/2015	www.pcgh.de/preis/1291113	
Samsung SSD 850 Evo	Ca. € 310,-	932 GiB/1.000 GB	521/503 MB/s	90.000	72 Sekunden	5 Jahre	1,88	08/2015	www.pcgh.de/preis/1194264	HÄUFIGE
Crucial MX200	Ca. € 330,-	932 GiB/1.000 GB	516/480 MB/s	88.000	73 Sekunden	3 Jahre	1,97	08/2015	www.pcgh.de/preis/1215111	
Crucial BX100	Ca. € 330,-	932 GiB/1.000 GB	528/434 MB/s	70.000	75 Sekunden	3 Jahre	2,07	08/2015	www.pcgh.de/preis/1215186	HÄUFIGE
OCZ Vector 180	Ca. € 370,-	894 GiB/960 GB	513/488 MB/s	81.000	89 Sekunden	5 Jahre	2,15	08/2015	www.pcgh.de/preis/1230950	
Altes Testsystem										
Ab 256 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	Zugriffszeit L/S*	Transfer L/S Atto*	IOPS**	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Corsair Neutron GTX	Ca. € 190,-	238 GiB/256 GB	0,04/0,05 ms	559/512 MB/s	88.000	5 Jahre	1,90	09/2013	www.pcgh.de/preis/796012	
Ab 512 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	Zugriffszeit L/S*	Transfer L/S Atto*	IOPS**	Herstellergarantie	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Crucial MX100	Ca. € 180,-	477 GiB/512 GB	0,03/0,04 ms	549/508 MB/s	88.000	3 Jahre	1,97	08/2014	www.pcgh.de/preis/1122682	

* L/S: Lesen und Schreiben | ** 4k-Random-Write-Operationen pro Sekunde

Festplatten (3,5-Zoll-Format)

Bis 8.000 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	U/min	Lautheit Leerl./Zugr.	Zugriffszeit L/S**	Transfer L/S**	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Seagate Archive HDD 8TB	Ca. € 240,-	7.452 GiB/8.000 GB	5.900	0,5/0,6 Sone	13,5/14,0 ms	143/136 MB/s	2,23	08/2015	www.pcgh.de/preis/1204027	
Toshiba MC04ACA500E	Ca. € 290,-	4.548 GiB/5.000 GB	7.200	0,7/1,3 Sone	12,0/13,4 ms	166/163 MB/s	1,88	08/2015	www.pcgh.de/preis/1145736	
Toshiba MG04ACA600E	Ca. € 480,-	5.586 GiB/6.000 GB	7.200	0,8/1,4 Sone	12,0/5,0 ms	166/163 MB/s	1,71	08/2015	www.pcgh.de/preis/493352788	
Altes Testsystem										
Bis 2.000 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	U/min	Lautheit Leerl./Zugr.	Zugriffszeit L/S**	Transfer L/S**	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Toshiba DT01ACA200	Ca. € 70,-	1.863 GiB/2.000 GB	7.200	0,4/0,6 Sone	15,7/15,4 ms	144/144 MB/s	1,90	02/2014	www.pcgh.de/preis/833755	
Hitachi Deskstar HDS723020BLA642	Ca. € 160,-	1.863 GiB/2.000 GB	7.200	0,6/0,7 Sone	15,6/7,0 ms	125/125 MB/s	2,08	06/2012	www.pcgh.de/preis/588432	
Seagate Barracuda 7200.14 ST1000DM003	Ca. € 50,-	932 GiB/1.000 GB	7.200	0,3/0,4 Sone	14,5/15,7 ms*	164/164 MB/s	2,15	01/2013	www.pcgh.de/preis/686480	
Western Digital 2.0 TB	Ca. € 80,-	1.863 GiB/2.000 GB	5.400	0,3/0,3 Sone	14,9/17,9 ms	119/86 MB/s	2,25	02/2014	www.pcgh.de/preis/828732	HÄUFIGE
Bis 3.000 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	U/min	Lautheit Leerl./Zugr.	Zugriffszeit L/S**	Transfer L/S**	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Toshiba DT01ACA300	Ca. € 90,-	2.794 GiB/3.000 GB	7.200	0,3/0,6 Sone	15,2/15,4 ms*	154/153 MB/s	1,90	01/2013	www.pcgh.de/preis/833757	
Western Digital Red WD30EFRX	Ca. € 100,-	2.794 GiB/3.000 GB	K. A.	0,2/0,3 Sone	19,9/21,0 ms*	112/112 MB/s	2,22	01/2013	www.pcgh.de/preis/807343	HÄUFIGE
Bis 5.000 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	U/min	Lautheit Leerl./Zugr.	Zugriffszeit L/S**	Transfer L/S**	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Western Digital Black WD4003FZEX	Ca. € 210,-	3.726 GiB/4.000 GB	7.200	0,5/0,9 Sone	12,5/12,9 ms	145/146 MB/s	1,98	02/2014	www.pcgh.de/preis/1010394	
Hitachi Deskstar HDS724040ALE640	Ca. € 160,-	3.726 GiB/4.000 GB	7.200	0,5/0,6 Sone	16,3/14,8 ms*	131/135 MB/s	1,98	02/2014	www.pcgh.de/preis/682487	
Western Digital Red WD40EFRX	Ca. € 160,-	3.726 GiB/4.000 GB	5.400	0,4/0,5 Sone	16,6/18,5 ms	119/109 MB/s	2,06	02/2014	www.pcgh.de/preis/992027	
Ab 6.000 Gigabyte	Preis	Kapazität bin./dez.	U/min	Lautheit Leerl./Zugr.	Zugriffszeit L/S**	Transfer L/S**	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich	
Seagate Enterprise Capacity 6TB	Ca. € 430,-	5.589 GiB/6.000 GB	7.200	0,6/0,9 Sone	12,5/4,3 ms*	167/167 MB/s	1,72	11/2014	www.pcgh.de/preis/1148556	
HGST Ultrastar He6 6TB	Ca. € 450,-	5.589 GiB/6.000 GB	7.200	0,1/1,6 Sone	12,6/5,8 ms	143/143 MB/s	1,80	11/2014	www.pcgh.de/preis/1049476	
Western Digital Red WD60EFRX	Ca. € 250,-	5.589 GiB/6.000 GB	K. A.	0,3/0,4 Sone	15,8/18 ms*	127/127 MB/s	2,05	11/2014	www.pcgh.de/preis/1143813	

* Advanced-Format/4K-Sektoren | ** L/S: Lesen und Schreiben



Einkaufsführer Gehäuse, Lüfter & Netzteile

Preise: Stand 19.11.2015

Gehäuse

Midi-Gehäuse (CPU @ 3,2 GHz, 1,2 Volt)	Preis	Lüfterplätze	Enthaltene Lüfter	Lautheit frontal/ schräg (12 V)	Lauth. frontal/ schräg (7 V)	Temperatur (CPU/GPU/ HDD)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Antec P100	Ca. € 80,-	4 x 140, 1 x 120 mm	2 x 120 mm	2,1/2,2 Sone	2,2/1,9 Sone	79/85/31 °C	1,71	06/2014	www.pcgh.de/preis/1013922
Be Quiet Silent Base 800	Ca. € 110,-	5 x 140/120 mm, 2 x 120 mm	3 x 120 mm	2,7/2,6 Sone	2,3/2,3 Sone	79/82/32 °C	1,90	02/2015	www.pcgh.de/preis/1155576
Thermaltake Suppressor F51	Ca. € 120,-	3 x 200 mm, 2 x 140 mm, 2 x 120 mm	200 mm, 120 mm	2,6/2,8 Sone	2,2/2,6 Sone	80/87/35 °C	1,94	10/2015	www.pcgh.de/preis/1273311
Fractal Design Define R5	Ca. € 100,-	9 x 140/120 mm	2 x 140 mm	2,5/2,7 Sone	2,4/2,6 Sone	85/89/32 °C	1,97	02/2015	www.pcgh.de/preis/1200732
Chieftec Libra LF-01B	Ca. € 75,-	8 x 120 mm	4 x 120 mm	4,3/4,2 Sone	2,6/3,0 Sone	75/73/30 °C	2,04	06/2014	www.pcgh.de/preis/804417
Fractal Design Define S	Ca. € 80,-	9 x 140/120 mm	2 x 140 mm	2,6/2,6 Sone	2,3/2,4 Sone	87/91/37 °C	2,11	10/2015	www.pcgh.de/preis/1259880
Aerocool Aero-1000	Ca. € 65,-	2 x 140/120 mm, 3 x 120 mm	3 x 120 mm	3,2/3,0 Sone	2,7/3,0 Sone	72/88/31 °C	2,20	10/2015	www.pcgh.de/preis/1242807
Chieftec Dragon DX-02B	Ca. € 110,-	3 x 200 mm, 1 x 140 mm, 3 x 120 mm	2 x 200, 3 x 120 mm	3,2/3,5 Sone	2,7/3,0 Sone	78/88/35 °C	2,30	10/2015	www.pcgh.de/preis/884481
Big-Tower-Gehäuse (CPU @ 3,2 GHz, 1,2 Volt)	Preis	Lüfterplätze	Enthaltene Lüfter	Lautheit frontal/ schräg (12 V)	Lauth. frontal/ schräg (5 V)	Temperatur (CPU/GPU/ HDD)	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Nanoxia Deep Silence 5 Rv B	Ca. € 115,-	4 x 140/120 mm, 2 x 140 mm	3 x 140 mm	2,2/2,4 Sone	1,9/2,0 Sone	83/90/34 °C	1,64	04/2015	www.pcgh.de/preis/1224505
Phanteks Enthoo Luxe	Ca. € 135,-	2 x 200 mm, 2 x 140 mm, 4 x 120 mm	1 x 200, 2 x 140 mm	3,4/3,7 Sone	2,3/2,4 Sone	75/86/31 °C	1,71	04/2015	www.pcgh.de/preis/1142200
Enermax Thormax Giant	Ca. € 140,-	3 x 200 mm, 1 x 140 mm, 2 x 120 mm	2 x 180, 1 x 120 mm	3,8/3,9 Sone	2,8/2,9 Sone	71/81/31 °C	1,84	04/2015	www.pcgh.de/preis/1189301
Antec P380	Ca. € 155,-	4 x 140 mm, 1 x 120 mm	2 x 140, 1 x 120 mm	2,9/3,2 Sone	2,1/2,3 Sone	74/85/35 °C	2,00	04/2015	www.pcgh.de/preis/1211049
Corsair Graphite 780T	Ca. € 195,-	5 x 140, 2 x 120 mm	3 x 140 mm	3,3/3,1 Sone	2,4/2,6 Sone	77/90/34 °C	2,02	04/2015	www.pcgh.de/preis/1141589
Thermaltake Core X9	Ca. € 160,-	2 x 200 mm, 4 x 140 mm, 3 x 120 mm	1 x 200, 1 x 140 mm	4,2/4,1 Sone	2,4/2,1 Sone	73/90/35 °C	2,13	04/2015	www.pcgh.de/preis/1215051

System: Core i7-920, Stromsparmodi aus, Radeon R9 290(X) @ 55/50 % Lüfterdrehzahl, 3 x 2.048 MiByte DDR3-1280-RAM, Deep Cool Ice Matrix 400 @ 12 Volt (1.600 U/min), Be Quiet Dark Power Pro 650 Watt, Umgebungstemperatur: 22/24 °C

Lüfter

120-mm-Lüfter	Preis	Anschluss/Kabellänge	Regelung	Drehzahl 100 %	Kühlleistung*	Lautheit*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Noctua NF-F12 PWM	Ca. € 18,-	4-Pin PWM/53 cm	Spannungs-Adapter	1.500 U/min	10,5/13,2/18,0 Kelvin	1,9/0,4/0,1 Sone	2,24	05/2015	www.pcgh.de/preis/698532
Blacknoise Multiframe M12-2	Ca. € 18,-	3-Pin/44 cm	–	1.250 U/min	12,0/14,6/19,9 Kelvin	0,6/0,2/0,1 Sone	2,43	05/2015	www.pcgh.de/preis/342339
Nanoxia FX Evo 120mm IFC 1300	Ca. € 12,-	3-Pin/43 cm	Stufenlos (Slotblech)	1.300 U/min	11,2/13,9/18,6 Kelvin	1,3/0,4/0,1 Sone	2,46	05/2015	www.pcgh.de/preis/732780
Be quiet Silent Wings 2 PWM	Ca. € 18,-	4-Pin PWM/44 cm	–	1.500 U/min	11,4/14,5/19,7 Kelvin	1,0/0,3/0,1 Sone	2,49	05/2015	www.pcgh.de/preis/877395
Scythe Glide Stream 120 PWM	Ca. € 10,-	4-Pin PWM/50 cm	–	1.300 U/min	10,6/12,7/17,0 Kelvin	1,5/0,6/0,1 Sone	2,51	05/2015	www.pcgh.de/preis/837136
Phobya NB-Eloop 1600rpm	Ca. € 15,-	3-Pin/48 cm	–	1.600 U/min	10,0/12,4/16,5 Kelvin	1,5/0,5/0,1 Sone	2,56	05/2015	www.pcgh.de/preis/929515
Blacknoise Black Silent Pro PL-2	Ca. € 12,-	3-Pin/75 cm	–	1.400 U/min	12,3/14,8/20,0 Kelvin	1,1/0,4/0,1 Sone	2,60	05/2015	www.pcgh.de/preis/476778
Cooler Master Silencio FP 120 PWM	Ca. € 9,-	4-Pin PWM/44 cm	–	1.400 U/min	12,7/15,9/21,5 Kelvin	0,7/0,4/0,1 Sone	2,64	05/2015	www.pcgh.de/preis/1227673
140-mm-Lüfter	Preis	Anschluss/Kabellänge	Regelung	Drehzahl 100 %	Kühlleistung*	Lautheit*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Blacknoise Eloop B14-PS	n. verfüg.	4-Pin PWM/75 cm	–	1.200 U/min	8,8/11,0/15,2 Kelvin	1,2/0,3/0,1 Sone	2,03	01/2015	www.pcgh.de/preis/1313838
Thermaltake Ring 14 RGB	Ca. € 28,-	4-Pin PWM/45 cm	2-stuf., mit 50 cm Kab.	1.400 U/min	9,1/11,3/16,9 Kelvin	1,6/0,7/0,1 Sone	2,27	01/2015	www.pcgh.de/preis/1348647
Noctua NF-A14 FLX	Ca. € 20,-	3-Pin/53 cm	2 Spann.-Adapter	1.200 U/min	9,5/12,0/16,9 Kelvin	1,2/0,4/0,1 Sone	2,27	01/2015	www.pcgh.de/preis/870798
Aerocool Dead Sil. White Edi. 140mm	Ca. € 20,-	3-Pin/50 cm	Spann.-Adapter	1.000 U/min	10,3/12,9/18,3 Kelvin	0,7/0,3/0,1 Sone	2,33	01/2015	www.pcgh.de/preis/1058907
Scythe Slip Stream 140XT 1200rpm	Ca. € 9,-	3-Pin/50 cm	–	1.200 U/min	8,9/11,4/15,7 Kelvin	1,6/0,7/0,1 Sone	2,34	01/2015	www.pcgh.de/preis/954180
Blacknoise Black Silent Pro PK-2	Ca. € 16,-	3-Pin/75 cm	–	1.200 U/min	10,2/12,8/18,1 Kelvin	1,2/0,5/0,1 Sone	2,39	01/2015	www.pcgh.de/preis/476867
Fractal Design Venturi HP-14 PWM	Ca. € 19,-	4-Pin PWM/50 cm	–	1.500 U/min	9,6/11,7/18,2 Kelvin	1,6/0,6/0,1 Sone	2,41	01/2015	www.pcgh.de/preis/1266895
Enermax T.B.Silence PWM 140mm	Ca. € 11,-	4-Pin PWM/49 cm	–	1.200 U/min	9,2/11,8/16,0 Kelvin	1,7/0,6/0,1 Sone	2,42	01/2015	www.pcgh.de/preis/886129
Silverstone SST-FQ141	Ca. € 15,-	4-Pin PWM/29 cm	Spann.-Adapter	1.000 U/min	10,3/12,9/17,6 Kelvin	1,1/0,4/0,1 Sone	2,42	01/2015	www.pcgh.de/preis/1170330
Be quiet Silent Wings 2 PWM	Ca. € 19,-	4-Pin PWM/45 cm	–	1.000 U/min	11,4/15,3/21,0 Kelvin	0,5/0,1/0,1 Sone	2,44	01/2015	www.pcgh.de/preis/877396
180-mm-Lüfter	Preis	Anschluss/Kabellänge	Regelung	Drehzahl 100 %	Kühlleistung*	Lautheit*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Phobya G-Silent 18 rot	Ca. € 18,-	3-Pin/50 cm	–	700 U/min	7,3/9,0/12,6 Kelvin	0,6/0,2/0,1 Sone	1,72	04/2015	www.pcgh.de/preis/955636

* Lüfter auf Alphacool Nexxos XT45 120/140/180mm Radiator, Differenztemperatur Wasser/Luft; Wärmequelle: Xeon E5-2687W (150 W TDP); Messung bei 100/75/50 % Lüfterdrehzahl; Lautheit in 50 cm Entfernung

Netzteile

400 bis 600 Watt	Preis	PCI-E-Anschlüsse (Kabellänge)	Leistung +12 V	Lautheit*	Effizienz*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Be quiet Dark Power Pro 11 550W	Ca. € 135,-	4x 6+2-Pin, 1 x 6-Pin (70 cm)	540 Watt	0,1/0,1/0,1/0,4/0,5 Sone	87/91/94/92 %	1,36	10/2015	www.pcgh.de/preis/1318886
Enermax DigiFanless 550W	Ca. € 200,-	2x 6+2-Pin (60 cm)	540 Watt	0,1/0,1/0,1/0,1/0,1 Sone	83/90/92/91 %	1,42	10/2015	www.pcgh.de/preis/1236229
Superflower Leadex Platinum 550W	Ca. € 120,-	1x 2 6+2-Pin (53/63 cm)	550 Watt	0,1/0,1/0,1/0,4/0,5 Sone	87/91/93/91 %	1,48	10/2015	www.pcgh.de/preis/1287434
Coolermaster V550	Ca. € 110,-	1x 2 6+2-Pin (48/58 cm)	540 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/0,1,2 Sone	81/87/91/90 %	1,61	10/2015	www.pcgh.de/preis/1325567
EVGA G2 550W	Ca. € 110,-	1x 2 6+2-Pin (65/78 cm)	550 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/0,7 Sone	81/88/91/90 %	1,66	10/2015	www.pcgh.de/preis/1297440
Fractal Design Edison M 550W	Ca. € 85,-	2x 2 6+2-Pin (53/62 cm)	540 Watt	0,4/0,4/0,4/1,1/1,8 Sone	83/89/91/90 %	1,72	10/2015	www.pcgh.de/preis/1189076
600 bis 800 Watt	Preis	PCI-E-Anschlüsse (Kabellänge)	Leistung +12 V	Lautheit*	Effizienz*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Seasonic Platinum 760W	Ca. € 160,-	4x 6+2-Pin (59 cm)	760 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/1,5 Sone	89/92/93/-/92 %	1,50	02/2015	www.pcgh.de/preis/874979
Fractal Newton R3	Ca. € 130,-	4x 6+2-Pin (57 cm)	600 Watt	0,1/0,1/0,1/1,9/1,9 Sone	89/92/94/92/91 %	1,50	06/2013	www.pcgh.de/preis/815663
Be quiet Straight Pow. 10 700W CM	Ca. € 120,-	4x 6+2-Pin (59 cm)	700 Watt	0,2/0,2/0,2/0,8/1,2 Sone	85/90/92/-/90 %	1,67	02/2015	www.pcgh.de/preis/1165610
Über 800 Watt	Preis	PCI-E-Anschlüsse (Kabellänge)	Leistung +12 V	Lautheit*	Effizienz*	Wertung	Test in	PCGH-Preisvergleich
Corsair HX1000i	Ca. € 210,-	4x 2 6+2-Pin (60, 74 cm)	1.000 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/1,1 Sone	88/92/93/-/91 %	1,45	02/2015	www.pcgh.de/preis/1145509
Enermax Platimax 850W	Ca. € 160,-	4x 6+2-Pin (50 cm)	840 Watt	0,1/0,1/0,1/0,6/2,1 Sone	83/90/94/92/92 %	1,46	11/2011	www.pcgh.de/preis/683488
Be quiet Dark Power Pro P10 850W	Ca. € 210,-	6x 6+2-Pin (60 cm)/1x 6-Pin (60 cm)	840 Watt	0,3/0,3/0,3/0,4/0,6 Sone	85/91/93/92/91 %	1,49	01/2013	www.pcgh.de/preis/790591

* Gemessen bei 10/20/50/80/100 Prozent Auslastung des Netzteils

Die Redaktion

THILO BAYER

Chefredakteur | tb@pcgh.de | Aufgabengebiete: Themen aufspüren ;-)

PC aktuell: Der Lüfter auf meinem CPU-Kühler hat neuerdings gute und schlechte Tage. An Letzteren hört er sich an wie ein startendes Flugzeug. Da muss ich wohl notgedrungen mal wieder den PC aufmachen :-)

Meine beste PC-Investition ... ist aus Sicht der Nutzungsdauer meine Logitech MX-518, die ich seit gefühlt 100 Jahren nutze und die bis auf Abnutzungserscheinungen bei den Füßchen noch einwandfrei funktioniert.

Privat-PC: Intel Core i7-970, 12 GiB RAM, Asus Sabertooth X58, MSI Geforce GTX 970 Gaming 4G, 27-Zoll-Display von Qnix



RAFFAEL VÖTTER

Leitender Redakteur | rv@pcgh.de | Fachbereiche: Heftplanung, Grafikkarten, GPU-Kühler, Spiele

PC aktuell: Keine Änderung – ich habe die ersten düster-nassen Tage genutzt, um ausgiebig zu zocken, teilweise zusammen mit meiner schöneren Hälfte.

Meine beste PC-Investition ... ist natürlich meine V5 6000 (s. u.). Einst für 750 Euro gekauft, hat sich ihr Wert mittlerweile vervierfacht, sofern man das letzte Angebot dieser Art als Maßstab nimmt. Edelmetalle und Immobilien waren gestern, heutzutage investiert man in solche 3dfx-„Aktien“! :-)

Privat-Retro-PC: AMD Athlon XP-M 2600+ @ 2,7 GHz, Epox 8K5A3+, 2 x 512 MiB DDR, 3dfx Voodoo 5 6000 Rev. A-3700 (4 x 32 MiB), 19-Zoll-CRT



ANDREAS LINK

Leitender Redakteur Online | al@pcgh.de | Fachbereich: Online-Auftritt (pcgh.de)

PC aktuell: Ich bin jetzt stolzer Besitzer eines Dongles für das Xbox-One-Gamepad und kann nun endlich auch am PC kabellos spielen.

Meine beste PC-Investition ... Nach reiner Nutzzzeit berechnet ist es die Audigy 2 ZS. Die habe ich zum Release 2004 gekauft und sie ist immer noch im Rechner für ordentlichen Klang an den Sennheiser-Kopfhörern eingebaut. Der Pentium 3 aus dem Jahr 2000 läuft aber auch noch (selten) als Retro-Kiste.

Privat-PC: Core i5-750, P7P55D Evo, Geforce GTX 470, 16 GiByte DDR3-1600, Audigy 2 ZS, 120-GByte-SSD, 24-Zoll-LCD, Obsidian 800D, Windows 8.1



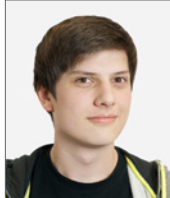
MARK MANTEL

Redakteur | mm@pcgh.de | Fachbereich: Online-Auftritt (pcgh.de)

PC aktuell: Darf sich jetzt endlich auf einen Freesync-Monitor (Asus MG279Q) freuen. Parallel dazu gibt es eine Radeon R9 390. Möge der NEC 2690 Wuxi (1) in den wohlverdienten Hardware-Feierabend gehen.

Meine beste PC-Investition ... war in jüngerer Vergangenheit (ja, so viele Jahre gibt es bei mir noch nicht) wohl der Core i7-4790K. Vor einhalb Jahren für 250 Euro gekauft, kann mir der schwache Euro egal sein.

Privat-PC: Core i7-4790K @ H₂O, Asus Z97-A, Corsair 16 GiB DDR3-1600, Radeon R9 390, Samsung SSD 840 Evo 250 GB



PHILIPP REUTHER

Redakteur | pr@pcgh.de | Fachbereiche: Spiele, Sound, Notebooks

PC aktuell: Dank neuem Nachbarn kann ich tatsächlich in Zimmerlautstärke Musik hören und sogar den Subwoofer zuschalten. Die STX II harmonisiert am besten mit meinen Boxen, zum Spielen nutze ich lieber die ZxR und Kopfhörer.

Meine beste PC-Investition ... Hmm, vom Kosten-Nutzen-Faktor wahrscheinlich der Intel i7-920, diese CPU habe ich so lange genutzt wie keine andere Komponente. Aber auch die Radeon HD 7970 wäre ein guter Kandidat.

Privat-PC: Core i7-5820K @ 4,2 GHz, MSI Mpower, 32 GiB DDR4@2666, Samsung 512 GB SSD, 3x WD 3 TB, Sapphire R9 290X, SB ZXR, Asus STX II



CARSTEN SPILLE

Redakteur | cs@pcgh.de | Fachbereiche: Grafikkarten, Prozessoren

PC aktuell: Ich liebäugle mit einem neuen Display, aber die bislang beobachteten Anti-Downsampling-Fähigkeiten lassen mich noch zurückschrecken.

Meine beste PC-Investition ... ist objektiv betrachtet meine IBM-Model-M-Tastatur für einen symbolischen Euro, mein Leben am meisten beeinflusst haben jedoch zwei 3D-Grafikkarten: eine STB Velocity 128 (mit Riva 128) und eine Voodoo Graphics – ohne diese beiden wäre ich heute wohl nicht bei PCGH.

Privat-PC: Core i7-4770K, MSI Z87-G43, 16 GiB G-Skill-DDR3-1600, 238-GiB-Samsung-SSD, Powercolor HD 7970, Benq XL2410T, IBM-Knickfeder-Tastenbrett



REINHARD STAUDACHER

Redakteur | rs@pcgh.de | Fachbereiche: Windows, SSDs, Festplatten, USB-Storage, NAS

PC aktuell: Am PC bastle ich derzeit weniger. Jedoch habe ich zuletzt endlich mal die Zeit gefunden, die GPIO-Pins des Raspberry Pi zu programmieren. Dinge in der echten Welt mit C-Code zu steuern ist schon faszinierend.

Meine beste PC-Investition ... dürfte wohl die Geforce 8800 GTX gewesen sein. Am Abend des Erscheinungstages für sündhaft teure 760 Euro bestellt, wurde sie erst nach ihrem Tod vier Jahre später ersetzt.

Privat-PC: Core i7-4770K, Asus Z87 Plus, 16 GiB DDR3-2133, Samsung 830 256 GB, GTX 780 iChill Hercules X3, Soundblaster Z, Iiyama XB2779QS-S1



FRANK STÖWER

Redakteur | fs@pcgh.de | Fachbereiche: Spiele, Eingabegeräte, Mausepads, Gehäuse

PC aktuell: Der Wechsel vom Phenom II X6 1075T auf den AMD FX-8350 bringt ein kleines Leistungsplus beim virtuellen Motosport mit Assetto Corsa und neuer Fanatec-Clubsport-V3-Pedalerie – dank R9 290X sogar mit 4K-Optik.

Meine beste PC-Investition ... war meine erste SSD, die nur 60 GiByte groß war. Völlig fasziniert habe ich damals auf den Bildschirm geschaut, als mein Windows 7 mich in Rekordzeit mit dem Desktop begrüßte.

Privat-PC: AMD FX-8350 auf Asus Sabertooth 990FX (AMD 990), 16 GiByte DDR3-1600-RAM, Asus R9 290X Matrix Platinum, 28-Zoll-4K-LCD



MATTHIAS SPIETH

Volontär | ms@pcgh.de | Fachbereich: Monitore

PC aktuell: Der 980 einen Accellero IV zu spendieren, wäre schon was. Aber dann ist da noch der schneckige RAM und zu allem Überfluss hat mich Kollege Reuther mit der Essence STX II angefixt. Plot-Twist: Kostet leider alles Geld.

Meine beste PC-Investition ... war die gar nicht so teure Radeon X1950XT mit 512 MiByte. Das war damals ziemlich viel Holz und hat Oblivion, Bioshock, Stalker & Co. ordentlich Beine gemacht. Vier Jahre lang tat sie ihren Dienst.

Privat-PC: Core i5-4670K @ 4,2 GHz, Gigabyte Z87X-UD3H, Be quiet E9 580, 16GiB DDR3-1333, EVGA GTX 980, Samsung 840 Pro, Define R4 PCGH-Edition



TORSTEN VOGEL

Volontär | tv@pcgh.de | Fachbereiche: Kühlung (Luft und Wasser), Mainboards

PC aktuell: Auch nach dem Skylake-Xeon-Launch gibt es kein Sockel-1151-Mainboard, das wirklich zu mir passt. Jetzt schwanke ich zwischen Gigabytes Z170-HD3 und Asus' Z170-A als akzeptabelster Näherung.

Meine beste PC-Investition ... ist das 200-DM-„Big-Tower“-Angebot eines Händlers beim Kauf meines ersten individuellen PCs. Seit 1999 erfüllt dieses OEM-Stahlmonster meine Ansprüche besser als jedes andere Gehäuse.

Privat-PC: Core 2 QX9650 @ 3,5 GHz/FSB 467 MHz, 8 GiB DDR3-1866, GTX 670, Gigabyte EP-45T-UD3P; alles @ Wäku. HP 24-Zöller (1.920 x 1.200 5-IPS)



DANIEL WAADT

Head of E-Commerce | dw@pcgh.de | Fachbereich: PCGH-Produkte (u. a. PCGH-PC), PCGH in Gefahr

PC aktuell: Als großer Fan von Forsaken und Descent habe ich ähnliche Spiele lange vermisst. Jetzt hat mich Stephan auf Sublevel Zero aufmerksam gemacht und ich bin nach dem ersten Anspielen von der Steuerung und dem Spielgefühl schwer begeistert. Zudem ist es bei GOG mit 13,49 Euro sehr günstig.

Meine beste PC-Investition ... war die erste SSD, denn so konnte ich laute und langsame HDDs endlich komplett aus meinem Silent-PC verbannen.

Privat-PC: Core i7-4770, 8 GiB DDR3, Gigabyte Z87-Board, GTX 760, 624-GB-SSD, Be quiet E8 580W, LG BH10LS, Samsung S27A850D, WD EX2100 NAS



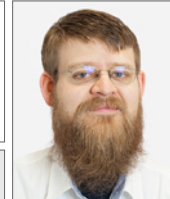
STEPHAN WILKE

Community Content Commerce Manager | sw@pcgh.de | Fachbereiche: OC, RAM, PCGH-Extreme-Forum

PC aktuell: Durchgespielt sind Among The Sleep (tolles Sound-Design!) und ein 2012 indiziertes Horror-Adventure von Shiver Games mit Das-Omen-Anleihen.

Meine beste PC-Investition ... war gemessen an der Nutzungsdauer wohl der Sony CPD-G520, welcher meinen CPD-G420 ablöste. Den 21-Zoll-Röhrenmonitor für 1.029 Euro – solche Preise merkt man sich als armer Schüler ;) – habe ich knapp 10 Jahre lang genutzt, bevorzugt in 1.600 x 1.200 @ 85 Hz.

Privat-PC: Core i7-5820K, Rampage V Extreme, 16 GiByte DDR4, GTX 780 Ti, 850 Evo 1 TB, 2 x 4 TB HDD, Nupro A-300, EC1-A, K95 RGB, P27T-6 IPS



LINUX

MAGAZIN

**33%
Rabatt**

TESTEN SIE JETZT 3 AUSGABEN FÜR 16,90 €

OHNE DVD 12,90 €



ABO-VORTEILE

- Günstiger als am Kiosk
- Versandkostenfrei bequem per Post
- Pünktlich und aktuell
- Keine Ausgabe verpassen

Telefon: 07131 / 2707 274

Fax: 07131 / 2707 78 601

E-Mail: compu-tec@zenit-presse.de

Einfach bequem online bestellen: shop.linux-magazin.de

Verlag	ComputeC Media GmbH Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth Telefon: 0911/2872-100 Telefax: 0911/2872-200 redaktion@pcgameshardware.de www.pcgameshardware.de www.pcggh.de
Geschäftsführer	Rainer Rosenbusch, Hans Ippisch
Chefredakteur (V.i.S.d.P.)	Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift
Leitende Redakteure	Raffael Vötter (Print, rv), Andreas Link (Online, al), Mark Mantel (mm), Philipp Reuther (pr), Matthias Spieth (ms), Carsten Spille (cs), Reinhard Staudacher (rs), Frank Stöwer (fs), Torsten Vogel (tv), Stephan Wilke (sw)
Head of E-Commerce	Daniel Waadt (dw)
Mitarbeiter dieser Ausgabe	Roman Hartung (rh)
Lektorat	Claudia Brose (Lt.), Birgit Bauer, Esther Marsch, Heidi Schmidt
Layout	Frank Pfürnder (Ltg.), Hans Strobel
Layoutkoordination	Albert Kraus
Titelgestaltung	Frank Pfürnder
Fotografie Heft	tb, al, mm, pr, ms, cs, rs, fs, tv, rv, dw, sw
Bildnachweis	Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware
CD, DVD, Video	Simon Fistrich (Ltg.), Alexander Wadenstorfer, Thomas Dziewiszek, Michael Schraut, Daniel Kunoth, Dominik Pache, Marcus Winkler
Vertrieb, Abonnement	Werner Spachmüller (Ltg.)
Marketing	Jeanette Haag
Produktion	Thomas Eder, Jörg Gleichmar

www.pcgameshardware.de

Head of Online	Christian Müller
Chefredakteur Online	Thilo Bayer
Redaktion	Andreas Link, Mark Mantel, Philipp Reuther, Matthias Spieth, Carsten Spille, Reinhard Staudacher, Frank Stöwer, Torsten Vogel, Raffael Vötter, Stephan Wilke
Entwicklung	Markus Wollny (Ltg.), Ruben Engelmann, René Giering, Aykut Arik, Tobias Hartlehnert, Christian Zamora
Webdesign	Tony von Biedefeld, Daniel Popa
SEO/Produktmanagement	Stefan Wölfl

Anzeigen

CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

Verantwortlich für den Anzeigenteil

Annett Heinze, Adresse siehe Verlagsanschrift

Anzeigenberatung Print

Anne Müller: Tel.: +49 911 2872-251; anne.mueller@computeC.de
Alto Mair: Tel.: +49 911 2872-144; alto.mair@computeC.de
Bernhard Nusser: Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@computeC.de

Head of Digital Sales

Jens-Ole Quiel: Tel.: +49 (911) 2872-253; jens-ole.quiel@computeC.de

Anzeigenberatung Online

Ströer Digital Media GmbH, Stresemannstraße 29, 22789 Hamburg
Telefon: Tel.: +49 40 46 85 67-0, Fax: +49 40 46 85 67-39
E-Mail: info@stroerdigitalmedia.de

Anzeigenendisposition

anzeigen@computeC.de
via E-Mail: anzeigen@computeC.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 28 (01/2015)

PC Games Hardware wird in den AWA- und ACTA-Studien geführt. Ermittelte Reichweite: 351.000 Leser

Abonnement – http://abo.pcgameshardware.de

Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand)
erfolgt über unser Partnerunternehmen DPV Direct GmbH:

Post-Adresse:

Leserservice ComputeC, 20080 Hamburg, Deutschland

Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr ComputeC-Team unter:

Deutschland

E-Mail: computeC@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, 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.: +49-911-99399098, 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.pcggh.de/go/shop, E-Mail: computeC@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, Fax: 01805-8618002*
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH, Düsterstr. 1-3, 20355 Hamburg, Internet: www.dpv.de

Druck: Quad/Graphics Europe, 120 Pultuska Street, 07-200 Wyszów, 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 Behme, 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,
BUFFED, PLAY 4, GAMES AKTUELL, N-ZONE, XBG GAMES,
LINUX-MAGAZIN, LINUXUSER, EASYLINUX, RASPBERRY PI GEEK

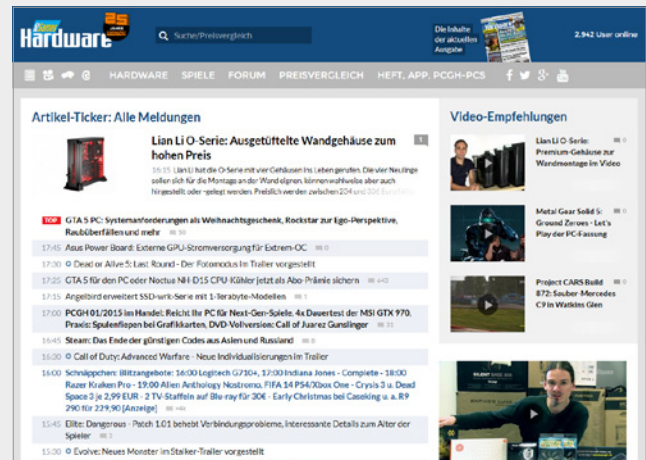
Polen

COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, HOT, PLAYBOY, CKM, VOYAGE, HARPER'S BAZAAR

Ungarn

JOY, SHAPE, ÉVA, IN STYLE, PLAYBOY, CKM, MEN'S HEALTH

PC Games Hardware Online; wichtige Dienste und Partner



- **News & Downloads:** www.pcgameshardware.de
- **Expertenforum:** www.pcggh.de
- **Abos online bestellen:** www.pcggh.de/shop
- **PCGH als Digitalausgabe:** pcggh.de/digital-ausgabe
- **Einzelheft bestellen:** www.pcggh.de/heft

Amazon: Amazon verkauft längst nicht mehr nur Bücher, sondern ist auch ein führender Anbieter von PC-Spielen, Blu-rays und Unterhaltungselektronik.
www.pcggh.de/amazon

Alternate: Soll es eine neue Grafikkarte oder ein PCGH-PC sein? Besuchen Sie den größten IT-Händler in Deutschland. **www.pcggh.de/alternate**

Facebook: Infos zu aktuellen Hardware-Themen und Schnäppchen finden Sie auch auf unserer Facebook-Seite: **facebook.com/pcgameshardware**

Der PCGH-PC: Wenn Sie auf der Suche nach einem gut abgestimmten Rechner sind, kommen Sie um die PCGH-PCs kaum herum. **www.pcggh-pc.de**

PCGH-Preisvergleich: Finden Sie immer die besten Preise für Hardware, Spiele und Software im PCGH-Preisvergleich powered by Geizhals!
www.preisvergleich.pcgameshardware.de

PCGH-Schnäppchenführer: Erfahren Sie in unserem täglich aktualisierten Schnäppchenführer, welche Produkte besonders günstig zu haben sind.
www.pcggh.de/preistipps

Inserenten PC Games Hardware 01/2016

Listan	2, 59	1&1	39
MSI	5, 132	Corsair	43, 79
Asrock	11, 67	Razer	47
Creative	13, 41	Aquatuning	57
Micron	15	Thermaltake	61
Seasonic	19, 21	Scythe	65
Thermal Grizzly	23	Caseking	73
Silent Power	25	Beyerdynamic	77
EVGA	27	EKL	85
Jöllenbeck	29	Sharkoon	95
Alternate	30, 31	Expert	131
Enermax	37		

IT-Online Trainings

Mit Experten lernen.

- Lernen Sie, wo und wann Sie möchten.
- Sparen Sie Zeit und Kosten.
- Bleiben Sie trotz zeitlicher Engpässe up-to-date.

computec
MEDIA
IT-ACADEMY

LPIC-1 / LPIC-2 Trainings

mit Ingo Wichmann, Linuxhotel

LPIC-1 (LPI 101 + 102)

499 €

LPIC-2 (LPI 201 + 202)

499 €

*Neue Lernziele für LPIC-2 gültig ab 1.11.2013!

NEU*
Entspricht neuen
LPIC-2-Lernzielen!



Effiziente BASH-Skripte



mit Klaus Knopper,
Gründer der Knoppix-Distribution,
KNOPPER.NET

199 €

Zarafa – die offiziellen Trainings



mit Marco Welter,
Zarafa Deutschland GmbH

Zarafa Administrator

249 €

Zarafa Engineer

249 €

Einfache IMAP-Server mit Dovecot



mit Peer Heinlein,
Heinlein Support GmbH

249 €



Linux-Hochverfügbarkeit und Clusterbau



mit Dr. Michael Schwartzkopff,
sys4 AG

299 €



Python für Systemadministratoren



mit Rainer Grimm,
science + computing AG

199 €



Puppet Fundamentals



Das offizielle Training
mit Achim Ledermüller,
NETWAYS GmbH

299 €



Univention Corporate Server (UCS)



Technikschulung
mit Philipp Hahn,
Univention GmbH

299 €



/ComputecAcademy

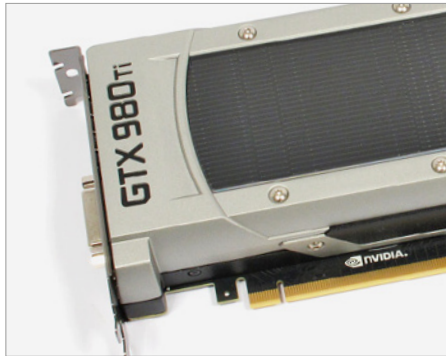
www.computec-academy.de

Vorschau: 02/2016



Praxistest: SSD vs. HDD, Teil 2*

Nachdem wir in Teil 1 bereits aktuelle SSDs mit HDDs im Praxis-Einsatz verglichen haben, überprüfen wir in Teil 2 des Speicher-Shootouts, wie gut HDDs gegenüber modernen SSDs abschneiden, wenn vorwiegend ungecachte Zugriffe durchgeführt werden.



GTX 980 Ti*

Mit der Asus Matrix, Evga Classified und MSI Lightning testen wir drei besonders edle Grafikbeschleuniger auf Basis der GTX 980 Ti. In einem weiteren Artikel zeigen wir Ihnen die besten Praxistipps dazu.



Retro: 3D-Grafik*

Zum 20. Geburtstag der 3-D Beschleunigung gehen wir auf die Geschichte des zu Beginn noch exotischen Vorgangs ein und bieten einen Überblick über die Entwicklung bis heute.



Bild des Monats

[illegible]

Hartnäckig, gar schon verzweifelt versuchte sich Windows 10 im Verlauf des vergangenen Monats auf so machem PC zu installieren. Laut Microsoft war das aber nur ein unbeabsichtigter Bug.

Worte des Monats

„Zen wird einen riesigen Sprung bei Performance und Verbrauch bieten.“

Eine AMD-Ingenieurin gibt erste positive Aussichten nach internen Tests mit den neuen Zen-CPU's.

Rossis Restekiste

Innen-Selfie-Stick

Ob man will oder nicht – man wird ständig mit Selfies zwangsbeglückt. Wer selbst gerne Selfies macht, kann auf eine Unmenge von zweckdienlichen Hilfsmitteln zurückgreifen. Aber wie Müttern immer sagte: „Es zählen nur die inneren Werte“. Dies ist der Moment, an dem der „Innen-Selfie-Stick“ zum Einsatz kommt. Dank des flexiblen Schlauchs, an dessen Ende sich eine Kamera befindet, kommt man wirklich überall hin und kann auf Instagram, Facebook etc. durchaus für überraschte Gesichter sorgen.

<https://www.firebox.com>



Weitere Themen*

- Tests: CPU-Benchmarks 2016, Kompaktwasserkühlungen, Skylake-Notebooks, neue Soundkarten
- Praxis: Direct-X-12-Bestandsaufnahme, Dauertest Eingabegeräte
- Info: Mechanische Tastaturen – Schalter im Detail

Die nächste PC Games Hardware erscheint am 5. Januar 2016.

Abonnenten bekommen das Heft üblicherweise ein bis drei Tage früher.

*Alle Angaben und Termine ohne Gewähr. Aufgrund von Terminverschiebungen auf Herstellerseite kann es zu außerplanmäßigen Änderungen kommen.

expert



IMMER STARK BERATEN



**UND WEIHNACHTEN
WIRD EIN FEST!**



DISPLAY
25,6cm
(10,1 Zoll)

Intel® Atom™ Prozessor Z3735F

10.1" IPS-Display mit 1280 x 800 Auflösung

Auch in anderen Farben erhältlich!

**Inkl. Acer original Tasche
im Wert von 39,99 €**



acer

**Aspire Switch 10 E in der Pro7
2in1 Entertainment Edition**

- 2 GB Arbeitsspeicher
- 32 GB Speicher
- Front- und Back-Kamera (2MP), WLAN, Micro-USB, Bluetooth 4.0
- Micro-HDMI

- Micro-SD Slot bis zu 64 GB erweiterbar
 - Windows 10 inkl. Office Mobile
 - 6 Monate kostenfreie Nutzung von Maxdome, 7TV und Deezer
- Art.Nr.: 17010023033

299,-

Intel, das Intel-Logo, Intel Atom und Intel Atom Inside sind Marken der Intel Corporation in den USA oder anderen Ländern.

KEINE MITNAHMEGARANTIE. SOFERN WARE NICHT VORHANDEN, BEMÜHEN WIR UNS, DIESE UMGEHEND FÜR SIE ZU BESCHAFFEN! ANGEBOTE SIND NUR BEI TEILNEHMENDEN MÄRKTEN ERHÄLTICH.

Die Firmierungen und Anschriften der expert-Fachmärkte finden Sie unter www.expert.de und unter der kostenfreien Telefonnummer 08 00-05 06 212 • Für die Werbung verantwortlich: expert Warenvertrieb GmbH, Bayernstr. 4, 30855 Langenhagen

msi®



GAMING MIT MSI DEINE STÄRKSTE WAFFE

Für jeden Gamer und jede Anforderung bietet MSI die passende starke GAMING-Hardware. Von Experten entwickelt und Profi-Gamern getestet, setzen die MSI GAMING-Produkte Standards. Top-Spieler vertrauen auf MSI und finden die passende »Waffe«, um internationale Erfolge zu feiern. Setze auf die Wahl der Top Player.

NO. 1 IN GAMING