

Richtig aufrüsten

Der Zeitpunkt zum Aufrüsten ist momentan sehr günstig, aber welche CPU oder Grafikkarte beschleunigt Ihren Spiele-PC am meisten? Wir haben Hunderte von Benchmarks durchgeführt, Flaschenhälse identifiziert und geben Tipps, welche Komponenten am besten miteinander harmonieren – und welche nicht. Nils Raettig

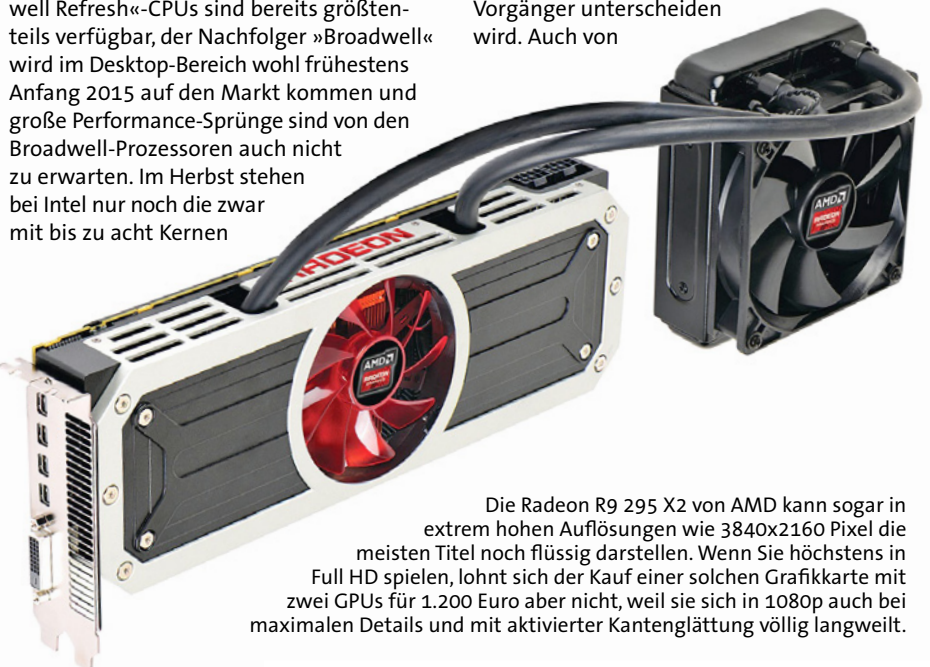
Wer regelmäßig spielt, sollte (nach Möglichkeit) zumindest einen Spiele-PC haben, der aktuelle Titel in Full-HD-Auflösung und größtenteils hohen Details flüssig bewältigt, sonst geht doch ein merklicher Teil Spielspaß flöten. Zusätzliche Reserven schaden natürlich nicht, damit auch anspruchsvolle neue Spiele wie Watch Dogs ruckelfrei laufen oder um von Monitoren mit hohen Bildwiederholraten oder Auflösungen jenseits von Full HD zu profitieren. Hat Ihr PC dafür nicht genug Leistung, ist momentan ein sehr guter Zeitpunkt zum Aufrüsten (oder zum Kauf eines neuen Komplett-PCs), da es in den nächsten Monaten nur wenig Neues geben wird und die Preise größtenteils stabil bleiben.

Bei den Grafikkarten haben sowohl AMD mit »Volcanic Islands« (Radeon R-Serie) als auch Nvidia mit »Kepler« (Geforce GTX-600/700-Reihe) ihre aktuellen Generationen inzwischen in großer Breite auf den Markt gebracht, angepasste Hersteller-Modelle sind in Hülle und Fülle vorhanden und die Preise seit den meist einige Monate zurückliegenden Markteinführungen auf ein angemessenes Niveau gesunken. Zudem erscheinen die Nachfolger-Generationen »Pirate Islands« (AMD) und »Maxwell« (Nvidia) mit Modellen

im neuen Fertigungsverfahren von 20 Nanometern (statt wie bisher 28 Nanometern) wahrscheinlich frühestens Anfang 2015.

Das Warten auf eine neue Generation von Grafikkarten lohnt sich also nicht, wenn Sie jetzt bereits Performance-Probleme in aktuellen Titeln haben. Bei den Prozessoren gilt Ähnliches: Intels wenig spektakuläre »Haswell Refresh«-CPUs sind bereits größtenteils verfügbar, der Nachfolger »Broadwell« wird im Desktop-Bereich wohl frühestens Anfang 2015 auf den Markt kommen und große Performance-Sprünge sind von den Broadwell-Prozessoren auch nicht zu erwarten. Im Herbst stehen bei Intel nur noch die zwar mit bis zu acht Kernen

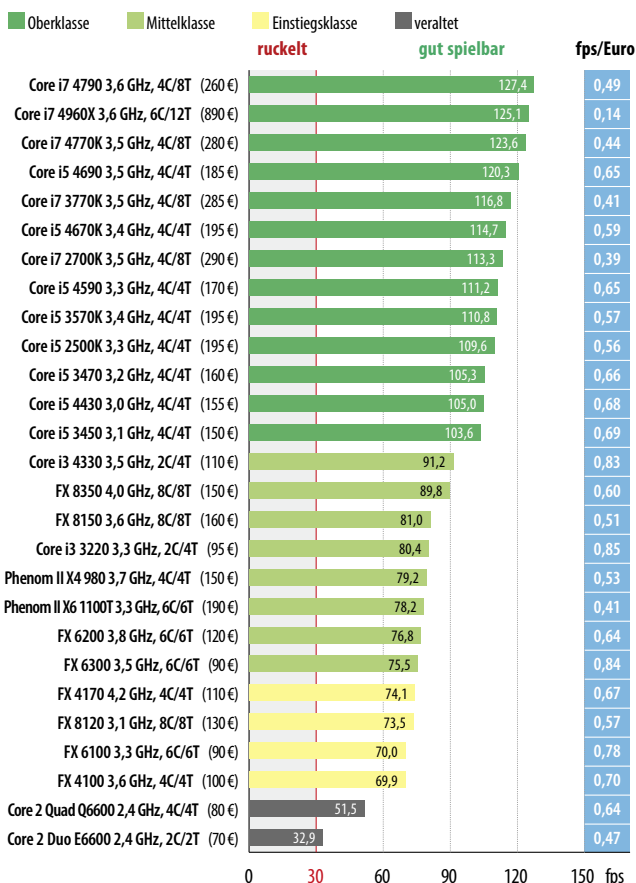
ausgestatteten, aber sicher wieder extrem teuren »Haswell-E«-Prozessoren ins Haus, die aus Preis-Leistungs-Sicht genau wie ihre Vorgänger für den Sockel 2011 keine gute Wahl sein werden. Daran kann auch der neue DDR4-Speicher nichts ändern, der mit Haswell-E erstmals in Desktop-PCs Einzug hält, da er sich eher durch höhere Energieeffizienz als durch mehr Leistung vom DDR3-Vorgänger unterscheiden wird. Auch von



Die Radeon R9 295 X2 von AMD kann sogar in extrem hohen Auflösungen wie 3840x2160 Pixel die meisten Titel noch flüssig darstellen. Wenn Sie höchstens in Full HD spielen, lohnt sich der Kauf einer solchen Grafikkarte mit zwei GPUs für 1.200 Euro aber nicht, weil sie sich in 1080p auch bei maximalen Details und mit aktivierter Kantenglättung völlig langweilt.

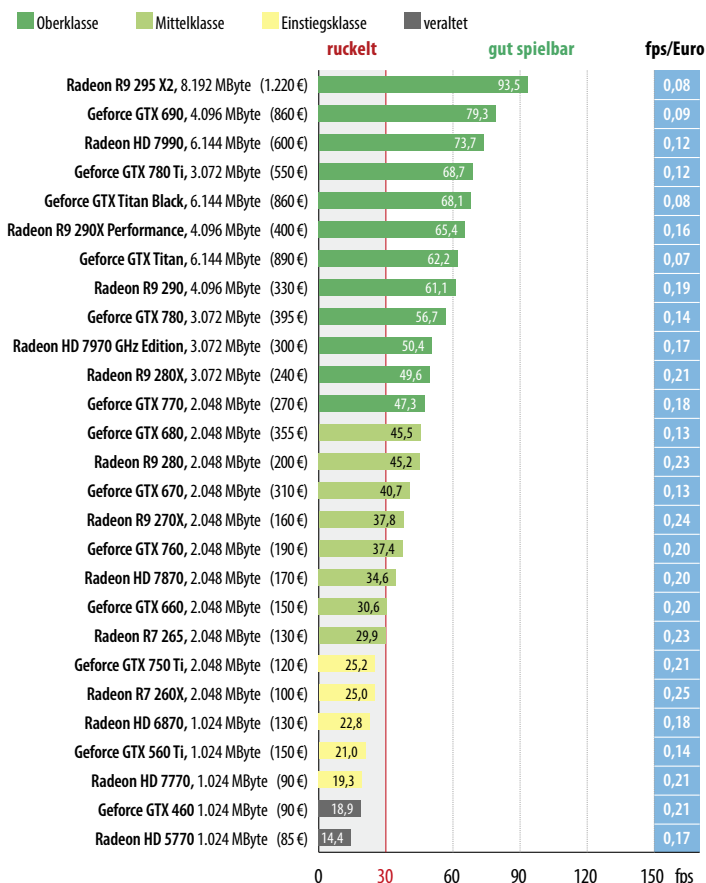
Performance-Ratings

Prozessoren (fps-Durchschnittswert aus fünf Spielen)



Testsystem: GeForce GTX 680, 8,0 GByte DDR3-1600, Samsung SSD 840 Pro, Windows 7 64 Bit

Grafikkarten (fps-Durchschnittswert aus sechs Spielen)



Testsystem: Core i7 4770K(@4,5 GHz), MSI Z87-GD65 Gaming, 32,0 GByte DDR3-1600, Samsung SSD 840 Pro, Windows 7 64 Bit

AMD ist im Desktop-CPU-Bereich außer den für Spielern größtenteils uninteressanten, weil in Sachen Rechenleistung meist zu schwachen APUs der A-Serie nichts zu erwarten und der bereits eineinhalb Jahre alte **FX 8350** wird wohl noch längere Zeit der schnellste AMD-Prozessor bleiben.

Wenn Sie jetzt aufrüsten, müssen Sie also nicht befürchten, dass in wenigen Wochen oder Monaten schon wieder wesentlich bessere Spieler-Hardware auf dem Markt ist, deshalb erwarten wir auch keinen großen Preisverfall, auf den sich das Warten lohnen würde. Angesichts der Fülle an Komponenten und Modell-Reihen ist es aber alles andere als leicht, die optimale Hardware zu finden. In diesem Schwerpunkt gehen wir daher zunächst darauf ein, was einen guten Spiele-PC im Allgemeinen ausmacht und wie viel (zusätzliche) Leistung Sie je nach Ihrer vorhandenen Hardware und Ihren Ansprüchen benötigen. Anschließend klären wir anhand zahlreicher Benchmarks mit verschiedenen Spielen und Hardware-Konstellationen, welche Komponenten die beste Wahl in verschiedenen Preisklassen darstellen. Weil Prozessor und Grafikkarte den mit Abstand größten Einfluss auf die PC-Leistung in Spielen haben,

Wenn aufrüsten, dann jetzt

widmen wir uns diesen beiden Komponenten und ihrem Zusammenspiel besonders ausführlich. Außerdem sagen wir Ihnen, wie sehr Sie von einer SSD profitieren, ob sich der Kauf von mehr und höher getaktetem Arbeitsspeicher lohnt und wie sich das inzwischen gereifte **Windows 8.1** in Spielen gegenüber dem seit Jahren etablierten und immer noch beliebten **Windows 7** schlägt.

Ein guter Spiele-PC zeichnet sich nicht nur durch ausreichend Leistung, sondern auch durch gut zueinander passende Hardware aus. Mit anderen Worten: Es sollte keine Flaschenhälse geben, die den Rechner unnötig ausbremsen. Schließlich können Spiele auch mit dem schnellsten Prozessor ruckeln, wenn die Grafikkarte zu lahm ist, umgekehrt gilt dasselbe. Aber nicht nur das Zusammenspiel der Komponenten muss stimmen, sondern auch die Anschaffungskosten im Verhältnis zur Leistung. So liegt beispielsweise AMDs neue Dual-GPU-Karte **Radeon R9 295 X2** für stolze 1.200 Euro in all unseren Benchmarks deutlich an der Spitze, der preisliche Abstand zu ebenfalls extrem schnellen Single-GPU-Karten wie der **Radeon R9 290X** für knapp 400 Euro ist aber im Verhältnis zur gebotenen Mehrleistung viel zu hoch. Au-

ßerdem mag es zwar wegen der immer noch sehr niedrigen Preise für Arbeitsspeicher verlockend erscheinen, sich 32,0 GByte davon zuzulegen, wenn das aber in der Praxis auf absehbare Zeit keinerlei spürbaren Unterschied zu 16,0 GByte oder 8,0 GByte macht, lohnt sich diese Investition trotz günstiger Anschaffungskosten nicht.

Ein weiterer wichtiger Aspekt beim Aufrüsten: Hohe fps-Zahlen sind in Spielen nur bis zu einem gewissen Grad wirklich sinnvoll, weil Sie beispielsweise zwischen 100 und 120 fps kaum einen Unterschied bemerken werden, es sei denn, Sie besitzen einen TFT mit 120 Hertz Bildwiederholrate oder mehr. Eine sehr teure Grafikkarte zu kaufen, die sich in Full HD die meiste Zeit nur langweilt, ist also nicht ratsam. Natürlich schadet es nicht, einen gewissen Puffer für neue, anspruchsvollere Spiele oder für Monitore mit höherer Auflösung oder Hertz-Zahl zu haben. Statt aber mehr Geld für eine aktuelle Grafikkarte auszugeben und sie bis zur nächsten Generation zu behalten, ist es unter Leistungsaspekten meist sinnvoller, ein etwas günstigeres Modell zu kaufen und es früher durch ein Modell mit ebenfalls gutem Preis-Leistungs-Verhältnis der nächsten Grafikkarten-Generation zu ersetzen.

Beim Aufrüsten eines Rechners oder dem Kauf eines Komplett-PCs sollten Sie sich



In Anno 2070 wird die Bildrate hauptsächlich durch den Prozessor und nicht durch die Grafikkarte beeinflusst, das ist bei Spielen aber eher die Ausnahme als die Regel.

also vor allem folgende Fragen stellen: Wie viel zusätzliche Leistung brauche ich wirklich? Welche Komponenten benötige ich dazu? Ist der Preis der Komponenten ihrer Leistung angemessen? Und passt die ausgewählte Hardware gut zusammen oder gibt es möglicherweise Flaschenhälse, welche die Gesamtleistung senken? Die Beantwortung der ersten Frage hängt stark von Ihren Ansprüchen und dem vorhandenen Monitor ab. Wenn Ihnen mittlere Grafikdetails genügen und Sie einen Full-HD-Monitor mit 60 Hertz besitzen, können Sie auch schon mit Hardware der Einstiegsklasse glücklich werden (siehe die Skalierungs-Benchmarks mit vier Spielen, sowie sechs CPUs und Grafikkarten in unterschiedlicher Kombination). Legen Sie stattdessen

Viel Leistung zum fairen Preis

Wert auf maximale Grafikdetails mit aktivierten Bildverbesserungen wie Kantenglättung, wollen auch in Auflösungen jenseits von 1080p flüssig spielen oder von TFTs mit hoher Bildwiederholrate profitieren, dann brauchen Sie deutlich schnellere Komponenten. Unserer Meinung nach sollte das Ziel sein, auf mindestens 60 fps in den von Ihnen bevorzugten Grafikeinstellungen und Spielen zu kommen, damit noch etwas Puffer für neuere und anspruchsvollere Titel vorhanden ist. Bei Monitoren mit 120 Hz sollten es sogar mindestens 90 fps oder mehr sein. Erreicht Ihr PC diese Werte momentan in den meisten Fällen nicht, lässt sich das nur durch niedrigere Grafikqualität in Spielen oder durch den Kauf von neuer Hardware ändern.

Damit kommen wir zur zweiten Frage: Welche Komponenten benötigen Sie, um diese Leistungsziele zu erreichen? In Spielen sind die mit Abstand wichtigsten Faktoren der Prozessor und die Grafikkarte. Letztere lässt sich sehr einfach austauschen, bei der CPU kann das etwas anders aussehen, weil ein neuer Prozessor nicht immer in das vorhandene Mainboard passt. Das macht oft auch den Kauf eines neuen Mainboards und eines neuen Kühlers nötig, am Ende dieses Artikels finden Sie deshalb drei von uns zusammengestellte und unterschiedlich teure Upgrade-Kombinationen aus CPU, Mainboard, RAM und Kühler, mit denen Sie Ihren bestehenden PC aufrüsten können. Eine in Sachen Leistung gut dazu passende Grafikkarte ist auch dabei, Gehäuse, Festplatte(n) und Laufwerke lassen sich problemlos weiter verwenden. Das gilt meist auch für das Netzteil: Mit einem Markengerät ab 450 Watt sind aktuelle Komponenten immer noch bestens versorgt, solange Sie nicht zwei Grafikkarten oder eine Dual-GPU-Karte nutzen wollen. Solche Karten sind aber ohnehin sehr teuer und nur sinnvoll, wenn Sie in einer höheren Auflösung als 1920x1080 Pixeln spielen wollen.

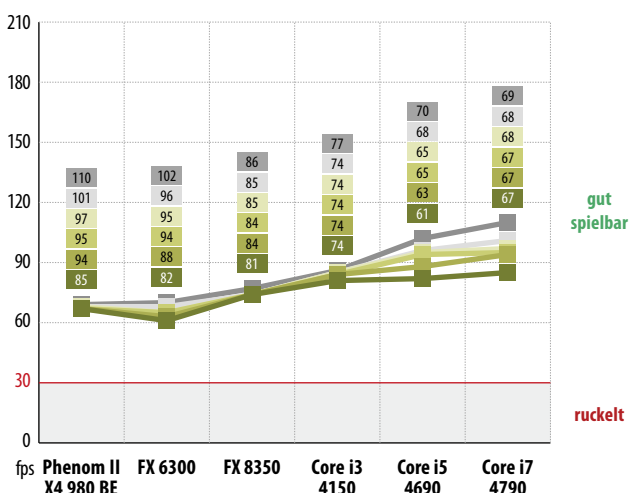
Um die Leistung von Prozessoren und Grafikkarten einschätzen zu können, haben wir mit jeweils 27 verschiedenen Modellen diverser Generationen ausführliche Benchmarks durchgeführt. Das Endergebnis finden Sie in den Performance-Ratings auf Seite 113. Die Leistung bei den Prozessoren ist ein Mittelwert aus den durchschnittlichen Ergebnissen in Anno 2070, Batman: Arkham City, F1 2011, H.A.W.X. 2 und Skyrim bei hohen bis maximalen Details (aber ohne Kantenglättung) und in den Auflösungen 1680x1050 sowie 1920x1080. Um die Gra-

Skalierung CPU und GPU

Anno 2070

mittlere Details, Kantenglättung aus

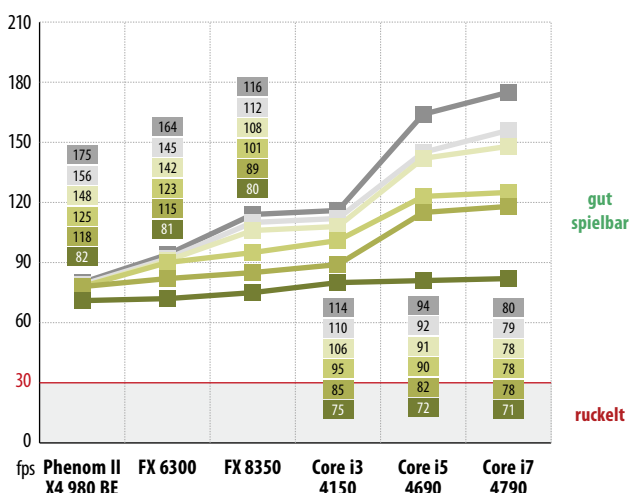
■ GTX 750 Ti ■ R9 270 ■ GTX 760 ■ R9 280X ■ R9 290X ■ GTX 780 Ti



Battlefield 4

mittlere Details, Kantenglättung aus

■ GTX 750 Ti ■ R9 270 ■ GTX 760 ■ R9 280X ■ R9 290X ■ GTX 780 Ti



Testsystem Intel: MSI Z87-GD65 Gaming, 8,0 GByte ADATA DDR3-1600, Samsung SSD 840 Pro

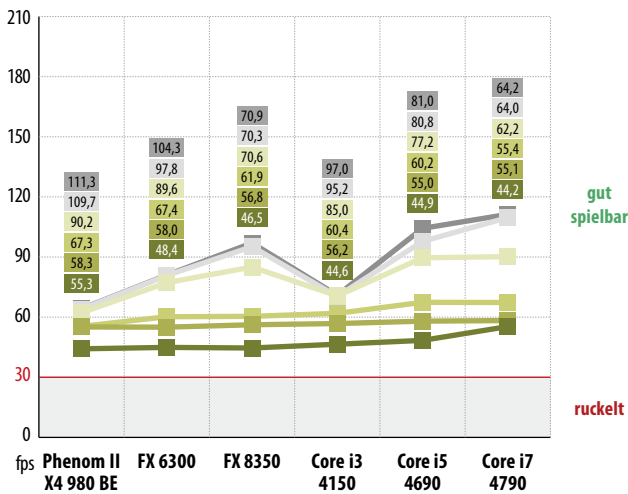
Testsystem AMD: Asus Corsair V Formula, 8,0 GByte ADATA DDR3-1600, OCZ Vector 150

Skalierung CPU und GPU

Metro: Last Light

hohe Details, Kantenglättung, PhysX und Tessellation aus

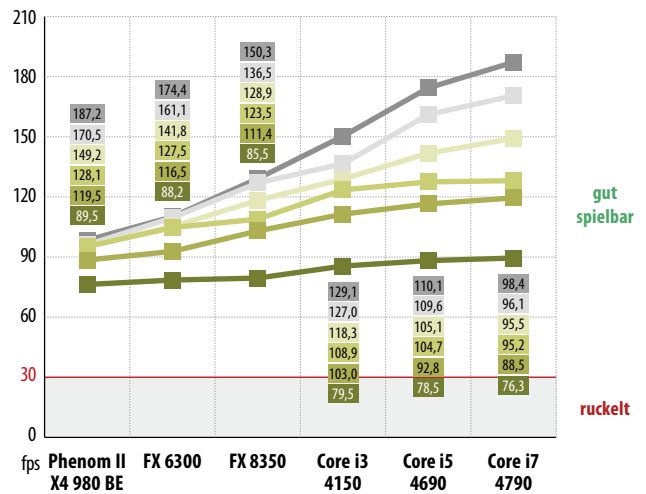
■ GTX 750 Ti ■ R9 270 ■ GTX 760 ■ R9 280X ■ R9 290X ■ GTX 780 Ti



Total War: Rome II

hohe Details, Kantenglättung aus

■ GTX 750 Ti ■ R9 270 ■ GTX 760 ■ R9 280X ■ R9 290X ■ GTX 780 Ti



Testsystem Intel: MSI Z87-GD65 Gaming, 8,0 GByte ADATA DDR3-1600, Samsung SSD 840 Pro

Testsystem AMD: Asus Corsair V Formula, 8,0 GByte ADATA DDR3-1600, OCZ Vector 150

fikkarten stärker zu fordern, kommen hier die Auflösungen 1920x1080 und 2560x1440 jeweils ohne und mit vierfacher Kantenglättung zum Einsatz, die getesteten Spiele sind Anno 2070, Battlefield 4, Crysis 3, Grid 2, Rome 2 und Metro: Last Light.

Damit Ihnen beim Aufrüsten die Entscheidung für die richtige Hardware leichter fällt, haben wir die Prozessoren und Grafikkarten in verschiedene Kategorien eingeteilt, die sie an der farblichen Markierung ablesen können. Die wenigen grau hinterlegten

Komponenten wie etwa der **Core 2 Quad Q6600** oder die **Geforce GTX 460** sind so alt oder langsam, dass sie entweder nicht mehr auf dem Markt oder keinen Kauf wert sind. Zur Orientierung, wie viel schneller aktuelle CPUs und Grafikkarten sind, haben wir die



REVOLUTION X't NETZTEIL FÜR STABILE GAMING-POWER

430W / 530W / 630W / 730W

Hocheffizient (80 PLUS® Gold)

Leiser 139-mm-Twister-Lüfter

Haswell-Support durch Zero Load Design

Beste Enermax-Qualität für 24/7 @ 40°C

Starke 12V-Schiene für starke CPUs + GPUs

Flachbandkabel für bequeme Kabelführung



LIQTECH FLÜSSIGKÜHLER FÜR KÜHLE GAMING-POWER

Hochwertiger Aluminiumkühlkörper

Patentierte Shunt-Channel-Technologie

Neuer, durchsatzstarker Twister-Lüfter

APS: Variierbares Drehzahlenspektrum

Haswell Ready! Unterstützt alle AMD® + Intel® CPUs

ENERMAX AHEAD OF THE GAME

IVEKTOR ATX MIDI TOWER FÜR VOLLE GAMING-POWER

Soft-Grip-Beschichtung

Flexibles Kühlsystem

Drehzahlregler

2x USB 3.0 / 2x USB 2.0

Platz für 240-mm-Radiatoren

Bis zu 7x 2,5"/3,5" SSD/HDD

Modularer Laufwerksschacht

In Schwarz und Weiß





Mit zwei 4,0 GByte-Modulen Arbeitsspeicher im Dual-Channel-Modus sind Sie auch auf lange Sicht in Spielen und im Windows-Alltag noch bestens versorgt.

beliebten Oldies aber mit in das Performance-Rating aufgenommen. Gleiches gilt für ältere Modelle aus den anderen Kategorien, die nicht mehr auf dem Markt sind. Die gelben Komponenten wie der **FX 6100** oder die **Radeon R7 265** von AMD gehören zur Einstiegsklasse und können Spiele in mittlerer Grafikqualität flüssig darstellen, maximale Qualität und Kantenglättung überfordern diese Hardware dagegen (zu) oft. Zu den Prozessoren und Grafikkarten in Hellgrün gehören unter anderem Intels Dual-Core-CPU **Core i3 4330** und AMDs neue **Radeon R9 280**. Komponenten aus dieser Kategorie kommen in Full HD meist mit maximalen Details und sogar Kantenglättung zurecht, in sehr anspruchsvollen Spielen wie Watch Dogs oder Metro: Last Light und in höheren Auflösungen als 1080p geht ihnen aber meist die Puste aus. Dunkelgrün steht für Oberklasse-Hardware wie den neuen **Core i7 4790** oder Nvidias **GeForce GTX 780 Ti**, die sich ohne Kantenglättung in Full HD langweilt und genug fps für 120-Hertz-Monitore oder höhere Auflösungen als 1920x1080 bietet. Damit weder der Prozessor die Grafikkarte ausbremst noch umgekehrt, sollten Sie generell möglichst Modelle aus den gleichen Kategorien oder mit höchstens einer Kategorie Abstand kombinieren. Auch einen gut zu-

sammengestellten Komplett-PC erkennen Sie daran, dass er dieses Kriterium erfüllt.

Ob der Preis der Komponenten ihrer Leistung angemessen ist, wird in den Performance-Ratings ebenfalls beantwortet. Neben der reinen Leistung finden Sie darin nämlich auch die fps pro Euro, die Prozessor und Grafikkarte jeweils bieten. Je höher dieser Wert ist, desto besser ist das Preis-Leistungs-Verhältnis. Wenn es nur um die Spieleleistung geht, haben Prozessoren von AMD keine Chance gegen die versammelte Intel-Konkurrenz, für sparsame Spieler ist aber beispielsweise der AMD **FX 6300** mit 3,5 GHz und drei Dual-Core-Modulen für unter 100 Euro eine gute Wahl, zumal er als eine von wenigen AMD-CPU mit einer leistungsstarken Grafikkarte sogar Watch Dogs in Full HD mit hohen Details flüssig darstellen kann. Bei den Grafikkarten liefern sich AMD und Nvidia ein Kopf-an-Kopf-Rennen, wobei Sie mit Modellen von AMD bei gleicher Leistung derzeit generell günstiger fahren – von der extrem überbewerteten **Radeon R9 295 X2** einmal abgesehen. Wenn Ihnen außer der Leistung und dem Preis auch andere Faktoren wie die Lautstärke oder der Stromverbrauch wichtig sind, finden Sie in unseren regelmäßigen Vergleichs- und Einzeltests diverser Prozes-

soren und Grafikkarten hier im Heft oder auf unserer Webseite ausführliche Messergebnisse zu diesen Bereichen, die Ihnen die Wahl für das richtige Modell erleichtern.

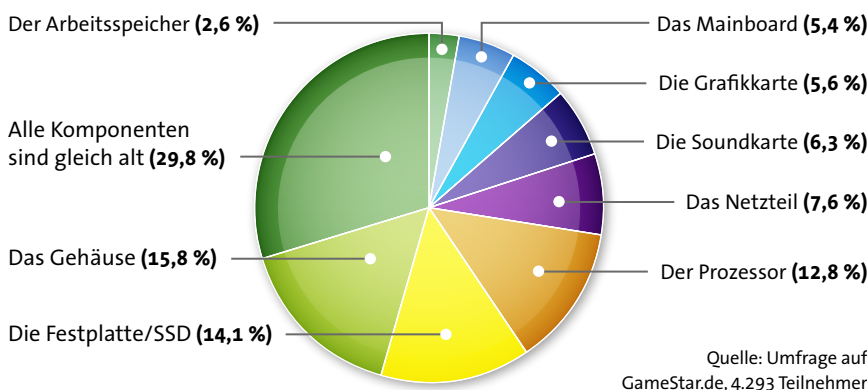
Mögliche Flaschenhälse decken wir einerseits durch die unterschiedlichen Kategorien in den Performance-Ratings ab, andererseits haben wir Skalierungs-Benchmarks mit mehreren Kombinationen von CPUs und Grafikkarten in den Spielen Anno 2070, Battlefield 4, Metro: Last Light und Total War: Rome 2 durchgeführt (siehe Seite 114 und 115). Daran können Sie mehrere Dinge gleichzeitig ablesen: Wie viel flüssiger ein Spiel mit einer bestimmten Grafikkarte läuft, wenn der Prozessor gegen immer schnellere Modelle ausgetauscht wird (fps-Werte in einer Farbe). Wie viel flüssiger es mit dem gleichen Prozessor beim Einsatz einer immer schnelleren Grafikkarte läuft (fps-Werte in einer Spalte). Und wie sehr die Performance beim Wechsel von CPU und Grafikkarte gleichzeitig steigt (fps-Werte an den Schnittpunkten der verschiedenen Farben und Spalten). Weil in hohen Auflösungen jenseits von Full HD und in besonders fordernden Einstellungen mit aktivierter Kantenglättung sehr schnell die Grafikkarte zum limitierenden Faktor wird, haben wir für die Skalierungs-Benchmarks bewusst etwas niedrigere, aber immer noch realistische Qualitätseinstellungen auf meist hoher Stufe ohne Kantenglättung in der beliebten Full-HD-Auflösung gewählt.

SSD lohnt sich

Ist der Prozessor oder die Grafikkarte zu langsam, kann das die Leistung aber auch bei diesen moderaten Einstellungen deutlich begrenzen. So steigt die Bildrate mit einer **GeForce GTX 750 Ti** in allen vier Spielen beim Einsatz immer schnellerer Prozessoren nur leicht an, weil die Grafikkarte einfach zu wenig Leistung besitzt und praktisch alle CPUs auf das gleiche Niveau ausbremst. Wird sie dagegen durch immer schnellere Modelle wie die **GeForce GTX 760** oder die **Radeon R9 290X** ersetzt, sind beim gleichen Prozessor meist wesentlich höhere Bildraten möglich. So erreicht der **Core i5 4690** mit einer **GTX 750 Ti** in Battlefield 4 81 fps, mit einer **GTX 760** sind es dagegen 123 fps und mit einer **R9 290X** sogar 145 fps. Im Falle des vier Jahre alten **Phenom II X4 980 Black Edition** schwenkt die Limitierung dagegen schon mit der **Radeon R9 270** um: Ab dieser Leistungsklasse erreichen alle Grafikkarten mit dem AMD-Prozessor nur noch knapp 80 fps, sogar die über 500 Euro teure **GeForce GTX 780 Ti** ist dann nicht mehr schneller als die nur 140 Euro teure **Radeon R9 270**. Insgesamt ist Battlefield 4 ein gutes Beispiel für einen Titel, in dem sowohl der Prozessor als auch die Grafikkarte die Leistung stark beeinflussen – was es umso wichtiger macht, dass beide Komponenten in ähnlichen Leistungskategorien

Welche Komponente in Ihrem PC ist am ältesten?

Nur bei 2,6 Prozent unserer Leser ist der Arbeitsspeicher die älteste Komponente im PC – kein Wunder, schließlich lässt er sich leicht austauschen und ist seit langer Zeit sehr günstig zu haben. Grafikkarten sind mit 5,6 Prozent ebenfalls erwartungsgemäß selten die älteste Hardware, da sie großen Einfluss auf die Leistung in Spielen haben. Das für die Leistung unwichtigste Gehäuse landet mit 15,8 Prozent auf dem zweiten Platz, viele Leser nutzen es dementsprechend auch für neuere Komponenten gerne weiter. Bei einem Drittel der Umfrageteilnehmer sind alle Komponenten gleich alt, seit dem Zusammenbau oder dem Kauf des Komplett-PCs wurde in diesen Fällen also nicht mehr aufgerüstet.



liegen. Ganz anders sieht es dagegen bei Anno 2070 aus: Hier sind die Bildraten bei vier von sechs Prozessoren unabhängig von der genutzten Grafikkarte fast immer auf dem gleichen Niveau, weil die CPU der wichtigste Faktor ist. Erst ab **Intels Core i5 4690** sind etwas größere Unterschiede zwischen den verschiedenen Grafikkarten zu sehen, sie fallen aber immer noch deutlich niedriger als in den anderen getesteten Spielen aus. So ist die **GTX 750 Ti** in Anno 2070 mit dem **Core i5 4690** nur etwa 25 Prozent langsamer als die deutlich teurere **GTX 780 Ti** (82 fps vs. 102 fps), in Battlefield 4 liegt der Unterschied dagegen bei über 100 Prozent (81 fps vs. 164 fps).

Dass auch ein aktueller Dual-Core-Prozessor wie Intels neuer **Core i3 4150**, der dank Hyperthreading vier Aufgaben (»Threads«) gleichzeitig bearbeiten kann, heute in manchen Spielen ein Bremsklotz

Grafikkarte oft entscheidend

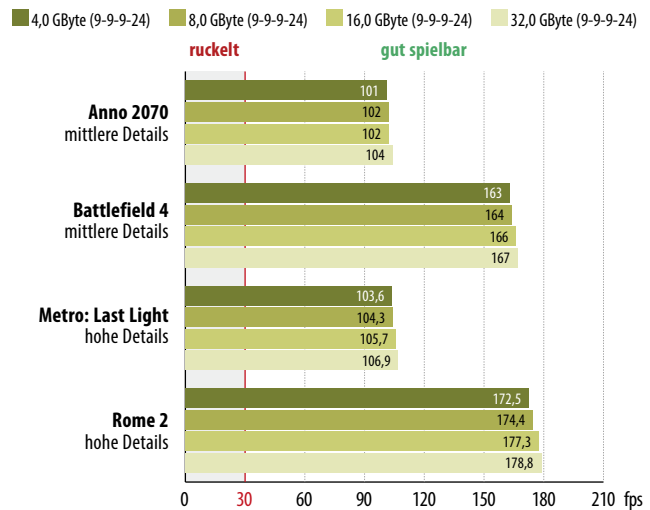
ist, sehen Sie bei Metro: Last Light. Während die Intel-CPU für knapp 100 Euro in allen anderen Spielen spürbar schneller als AMDs **FX 8350** (vier Dual-Core-Module und acht Threads) für 150 Euro ist, kommt sie in Metro auch mit den schnellsten Grafikkarten auf maximal 70,9 fps, während der AMD-Prozessor mit acht Kernen erst bei 97 fps sein Maximum erreicht. Nur der in die Jahre gekommene **Phenom II X4 980 BE** ist mit maximal 64,2 fps trotz vier Kernen noch langsamer als der **Core i3 4150** mit zwei Kernen, was er wohl vor allem seiner veralteten Architektur zu verdanken hat. Unterm Strich hängt die Leistung in Metro: Last Light aber stärker von der Grafikkarte als vom Prozessor ab, was sich auch daran zeigt, dass erst ab einer **Radeon R9 280X** größere Abstände zwischen den unterschiedlich schnellen Prozessoren festzustellen sind. In Total War: Rome 2 spielen wiederum sowohl CPU als auch GPU eine wichtige Rolle, wobei die Grafikkarte tendenziell etwas mehr Unterschied ausmacht. So liegen die fps bei den drei Intel-Prozessoren mit einer in diesem Fall limitierenden **GTX 760** nur knapp vier Prozent auseinander, während es mit einer **GTX 780 Ti** immerhin 25 Prozent sind. Der langsamste AMD-Prozessor aus den Skalierungsbenchmarks bremst dagegen die Grafikkarten in Total War: Rome 2 aus, mit dem **Phenom II X4 980 BE** ist ab der **GTX 760** keine nennenswerte Steigerung der Bildrate mehr festzustellen.

Um genauer sagen zu können, ob der Prozessor oder die Grafikkarte generell ein größeres Gewicht hat, lohnt sich ein Blick auf die fps-Mittelwerte der einzelnen GPUs und CPUs. Besonders interessant ist dabei die durchschnittliche Leistungssteigerung, die mit dem jeweils schnellsten Modell einer Kategorie im Vergleich zum jeweils langsamsten Modell möglich ist. In Metro: Last Light rechnet bei den Grafikkarten die **GTX 780 Ti** im Schnitt ganze 86 Prozent schneller, als die **GTX 750 Ti**, bei den Prozessoren kann sich der **Core i7 4790** dagegen nur um 42 Prozent vom **Phenom II X4 980 BE** absetzen. Im Falle von Total War: Rome 2 sieht es ähnlich aus, Battlefield 4 wird dagegen von beiden Komponenten gleich stark beeinflusst: In diesem Spiel liegt die schnellste CPU genau wie die schnellste GPU knapp 74 Prozent vor ihrem langsamsten Gegenstück. In Anno 2070 kann sich die schnellste Grafikkarte schließlich nur 14 Prozent vor dem langsamsten Modell platzieren, während der Abstand bei den Prozessoren immerhin 43 Prozent beträgt. Alles in allem bestimmt die Grafikkarte unseren Skalierungs-Benchmarks zufolge die Leistung in aktuellen Spielen aber dennoch etwas stärker als der Prozessor – was umso mehr gilt, wenn Sie in maximalen Details mit aktivierter Kantenglättung oder in höheren Auflösungen als 1920x1080 Pixeln spielen wollen.

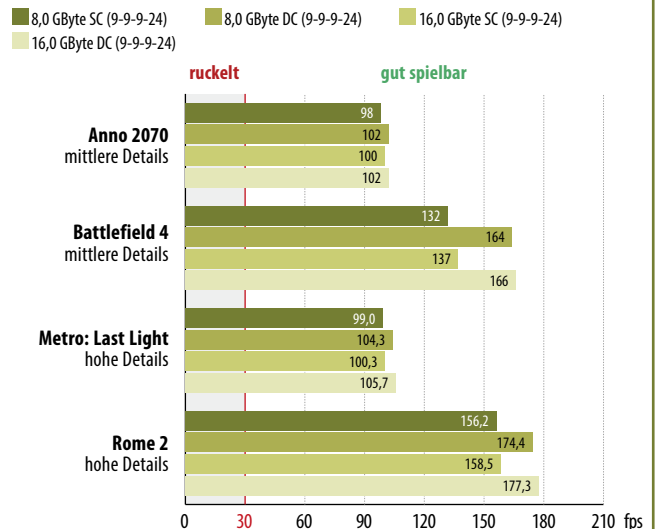
Intels großer Vorsprung gegenüber AMD bei den klassischen Desktop-CPUs bestätigt sich in den Skalierungs-Benchmarks einmal mehr, gleichzeitig wird aber auch sehr deutlich, dass Sie bei mittleren Einstellungen selbst mit einer alten AMD-CPU und einer vergleichsweise langsamen Grafikkarte wie der **Geforce GTX 750 Ti** in Full HD noch flüssig spielen können. Der Kauf einer Grafikkarte über 200 Euro wie der **Radeon R9 280X** ist allerdings erst ab dem **FX 8350** oder mit einer der schnellen Intel-CPUs wirklich sinnvoll,

Skalierung Arbeitsspeicher

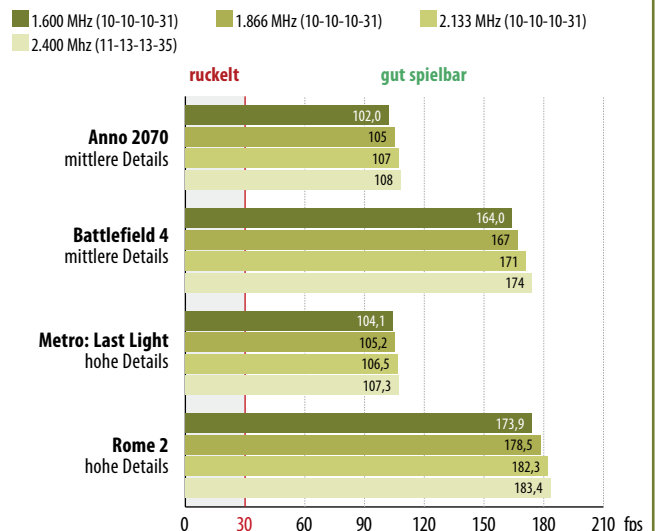
Größe (Takt: 1.600 MHz)



Single-Channel vs. Dual-Channel (Takt: 1.600 MHz)



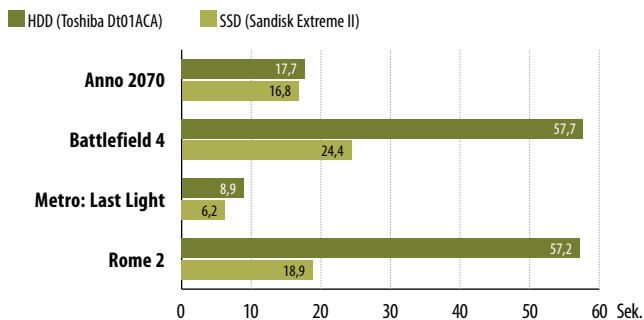
Taktung (Größe: 8,0 GByte)



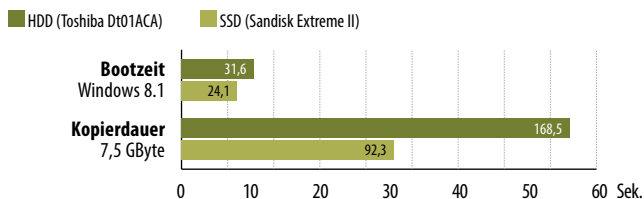
Testsystem: Core i5 4690, MSI Z87-GD65 Gaming, Geforce GTX 780 Ti, ADATA DDR3, Samsung SSD 840 Pro

SSD vs. HDD

Ladezeit (weniger ist besser)



Anwendungen (weniger ist besser)



Testsystem: Core i7 3770K, GA-Z68P-DS3, Geforce GTX 780 Ti, 8,0 GByte ADATA DDR3-1600

da die Grafikleistung sonst zu häufig durch den Prozessor limitiert wird. Wenn Sie dagegen mit einer Grafikkarte unter 200 Euro spielen, lohnt sich der Kauf einer CPU aus der dunkelgrünen Kategorie wie etwa den i7-Modellen von Intel nur bedingt, da in diesem Fall die Grafikkarte häufig den Prozessor deutlich ausbremst.

Nach Prozessor und Grafikkarte verschafft der Kauf einer SSD Ihrem PC den größten Leistungsschub. Der flotte Flash-Speicher erlaubt wesentlich höhere Datenraten und schnellere Zugriffszeiten als eine herkömmliche HDD mit Magnetscheiben und Schreibkopf, und das bei niedrigerem Energiebedarf. Unsere Benchmarks zeigen die Überlegenheit von SSDs gegenüber HDDs sehr deutlich: Die Ladezeit sinkt in Total War: Rome 2 beispielsweise von fast einer Minute auf unter 20 Sekunden, **Windows 8.1** bootet knapp 25 Prozent flotter und 7,5 GByte an Daten sind in 92,3 statt lahm 168,5 Sekunden kopiert. Die SSD-Geschwindigkeit macht sich auch im Windows-Alltag sehr positiv bemerkbar, das Betriebssystem reagiert

fast ohne Verzögerung auf Eingaben, und Programme starten in Windeseile. Es gibt aber auch gewissen Einschränkungen, die allerdings leicht zu verschmerzen sind. So kann eine SSD Nachladeruckler in Spielen zwar teilweise verschwinden lassen, auf die durchschnittlichen fps hat sie meist aber keinen nennenswerten Einfluss. Außerdem zahlen Sie bei einer SSD pro Gigabyte deutlich mehr als bei einer HDD, die Preise sind in den letzten Jahren aber so stark gesunken, dass inzwischen selbst ausreichend große Modelle mit 256 GByte teilweise schon für unter 100 Euro zu haben sind.

Wenn Sie noch nicht über eine SSD verfügen, ist das eine mehr als lohnende Investition, zumal bezahlbare Größen mittlerweile für die Installation von Windows und einer Reihe von Spielen locker ausreicht. Besitzen Sie dagegen bereits seit längerem eine SATA2-SSD, lohnt sich der Wechsel zu einem aktuellen SATA3-Modell oder gar einer PCI-Express-SSD mit noch höheren Datenraten kaum, da die Unterschiede zu älteren SSDs gerade in praxisnahen Tests sehr gering ausfallen. In diesem Fall empfiehlt es sich aus unserer Sicht deshalb eher, mit dem Kauf einer neuen SSD bis zur Etablierung des kommenden SATA-Express-Standards zu warten, der vermutlich spätestens Mitte 2015 im Markt angekommen sein dürfte.

Während die Preise von SSDs in den letzten Jahren immer weiter gesunken sind, ist Arbeitsspeicher schon seit langem so günstig zu haben, dass weitere Preissenkungen kaum noch möglich scheinen. Dadurch ist das Aufstocken besonders verlockend, zumal der

8,0 GByte sind mehr als genug

Wechsel von Arbeitsspeicher auch für Laien problemlos machbar ist und selbst mehrere Jahre alte PCs in der Regel den längst etablierten DDR3-Standard unterstützen. Aber lohnt sich das Aufrüsten aus Spielersicht überhaupt? Um das herauszufinden, haben wir sowohl unterschiedliche Mengen von Arbeitsspeicher als auch unterschiedliche Taktraten gegeneinander antreten lassen. Das Ergebnis ist ziemlich ernüchternd: Zwischen 4,0 GByte und 32,0 GByte liegen nur ungefähr drei Prozent Abstand, beim RAM-Takt ergibt sich ein ähnliches Bild, der gleiche Speicher ist mit 2.400 MHz nur fünf Prozent schneller als mit 1.600 MHz. All diese Messungen haben wir jeweils mit zwei Modulen im Dual-Channel-Modus durchgeführt, der im Vergleich zum Single-Channel-Modus noch am ehesten einen spürbaren Unterschied ausmacht: Sowohl Battlefield 4 als auch Total War: Rome 2 laufen im Dual-Channel-Modus immerhin zwischen 10 und 20 Prozent schneller als

Übertakten statt aufrüsten?

Um Ihren PC zu beschleunigen, müssen Sie nicht unbedingt neue Hardware kaufen, sondern können stattdessen auch die vorhandenen Komponenten übertakten. Prozessor und Grafikkarte bieten sich dafür an, da sich höhere Taktraten dort direkt positiv auf die Spieleleistung auswirken. Wie leicht und gut sich diese Komponenten übertakten lassen, hängt allerdings von vielen Faktoren wie der vorhandenen Kühlung und dem jeweiligen, individuellen Chip ab. Zudem dürfen Sie generell keine Wunder vom Übertakten erwarten: Das maximale praktische Leistungsplus ohne enormen Zusatzaufwand liegt bei ungefähr 10 bis 15 Prozent. In den meisten Fällen ruckelt ein Spiel also ohnehin so stark, dass auch das Übertakten nicht wirklich hilft, oder Sie bemerken in einem bereits flüssig laufenden Spiel nur eine geringe Verbesserung. Die gute Nachricht lautet dagegen, dass Übertakten heute deutlich simpler ist als noch vor einigen Jahren. Das liegt vor allem an den einfach zu bedienenden Tools wie etwa dem MSI Afterburner für Grafikkarten.

Dazu kommen mehr Prozessoren mit freiem Multiplikator zur unkomplizierten Taktserhöhung wie den FX-CPU von AMD und Intels Modellen mit angehängtem »K«. Bedenken Sie aber, dass manuell erhöhte Taktraten auch mehr Wärmeentwicklung mit sich bringen und zu einem Garantieverlust führen. Das gilt vor allem dann, wenn Sie die Spannung von CPU oder Grafikkarte erhöhen, was zwar die höchsten Taktsteigerungen ermöglicht, aber auch das größte Risiko darstellt. Im schlimmsten Fall kann die Hardware sogar irreparabel beschädigt werden, tasten Sie sich deshalb möglichst vorsichtig an höhere Taktraten heran. Da kein Prozessor und

keine Grafikkarte der anderen exakt gleicht, kann es unabhängig davon aber sein, dass mit Ihrer Hardware nur geringe Taktsteigerungen möglich sind, professionelle Übertakter suchen sich daher möglichst übertaktungsfreudige Chips einzeln aus.



Prozessoren mit freiem Multiplikator wie der FX 8350 lassen sich leicht im BIOS übertakten, allzu viel bringt das aber meist nicht.

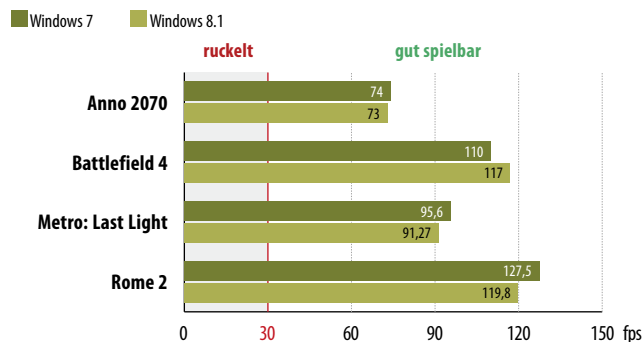
im Single-Channel-Modus mit nur einem RAM-Modul, bei Anno 2070 und Metro Last Light gibt es dagegen kaum Unterschiede. Den Einfluss der RAM-Timings (also der zeitlichen Abstände zwischen der Abarbeitung von anstehenden Aufgaben) haben wir ebenfalls gemessen, weil hier aber noch geringere Leistungsunterschiede in Spielen bestehen als bei RAM-Takt und -Menge, führen wir die Messergebnisse nicht gesondert auf.

Unterm Strich können Sie auch heute noch ohne große Nachteile mit nur 4,0 GByte RAM spielen, allerdings ist die Kapazität bei vielen parallel laufenden Anwendungen und speicherhungrigen Open-World-Spielen wie Watch Dogs schnell gefüllt. Das kann je nach Spiel zu schwer messbaren, aber spürbaren Nachladerucklern und einem insgesamt langsameren System führen. Wir empfehlen deshalb den Einsatz von zwei günstigen 4,0-GByte-Modulen im Dual-Channel-Modus für etwa 65 Euro. Die doppelte Menge von 16,0 GByte für etwa 130 Euro bringt in Spielen auf absehbare Zeit dagegen nichts und ist eher eine Investition in die Zukunft, die sich nur vielleicht auszahlt, eventuell aber ersetzen Sie den PC schon, bevor Sie jemals mehr als 8,0 GByte benötigen. Auch schneller als DDR3-1600 getaktete und deshalb teure Speichermodule sind höchstens auf der Jagd nach Benchmark-Rekorden sinnvoll, beim Spielen ist der Vorteil so unspürbar gering, dass er den Aufpreis nicht wert ist.

Neben der Hardware kann auch die Software eines Rechners großen Einfluss auf Leistung und PC-Alltag haben, allen voran das Betriebssystem. Die Skepsis gegenüber **Windows 8** war bei Spielern lange Zeit groß, nicht zuletzt wegen unkluger Entscheidungen von Microsoft wie dem Zwangs-Boot in die Metro-Oberfläche oder dem Streichen des Startknopfes. Die meisten dieser Entscheidungen sind mit dem Erscheinen von **Windows 8.1** zurückgenommen, abgesehen davon ist Microsofts neuestes Betriebssystem unter der Haube ein sehr schnelles und auch komfortables Windows mit mehr Vorteilen gegenüber seinem beliebten Vorgänger, als man auf den ersten Blick meint. Ein Umstieg lohnt sich aber nur dann, wenn

Windows 7 vs. Windows 8.1

Spieleleistung



Testsystem: AMD FX-8350, Asus Corsair V Formula, Radeon R9 290X, 8,0 GByte ADATA DDR3-1600, OCZ Vector 150

die Leistung in Spielen auf dem gleichen oder bestenfalls sogar einem höheren Niveau liegt als bei **Windows 7**, was wir in mehreren Titeln überprüft haben. Die Benchmarks zeigen, dass die fps-Werte in beiden Windows-Versionen sehr ähnlich sind. Während Anno 2070 mit 73 und 74 fps praktisch identisch schnell läuft, liegt **Windows 8.1** in Battlefield 4 knapp sechs Prozent vor **Windows 7**, in Metro: Last Light und Total War: Rome 2 hat dagegen **Windows 7** mit fünf bis sechs Prozent die Nase vorn. Die Unterschiede fallen also insgesamt sehr gering aus, beim Neukauf eines PCs raten wir deshalb zum Umstieg auf **Windows 8.1**, zumal es in der Regel schneller bootet als sein Vorgänger und auch mit älteren Spielen meist genauso gut zurechtkommt wie **Windows 7**.

In Anbetracht aller Benchmark-Ergebnisse bekommen Sie das größte Leistungsplus in Spielen also durch den Kauf einer schnelleren

LC-POWER™
www.lc-power.com



ALLIANCE
Gaming 930W

- * 2x USB 3.0-Port
- * Lüftersteuerung am Frontpanel
- * Vorrichtung für Wasserkühlung
- * Gehäuse innen schwarz lackiert
- * Seitenteil mit Acrylglas-Fenster
- * schraubenlose Montage aller ODDs & HDDs
- * inkl. zwei rot beleuchteten 120mm-Frontlüftern
- * Position des internen Lüfters variabel verstellbar, um Grafikkarten mit verschiedenen Größen zu verbauen
- * auch erhältlich in schwarz - PRO-930B - Silent Thunder

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

Find us on Facebook
facebook.com/lcpower.germany





Die Mischung macht's.

Nils Raettig
Redakteur Hardware
nils@gamestar.de

Für mich ist eine der erstaunlichsten Erkenntnisse aus den zahlreichen Benchmarks für diesen Schwerpunkt, dass man auch mit einem vier Jahre alten Prozessor und einer Grafikkarte für 120 Euro in mittleren bis hohen Details die meisten aktuellen Titel locker flüssig spielen kann. Das zeigt einmal mehr, wie langsam Hardware für einen Spiele-PC inzwischen altert. Für mich müssen Prozessor und Grafikkarte beim Neukauf trotzdem aus der dunkelgrünen Kategorie sein, damit ich wirklich von einem Monitor mit 120 Herz profitieren kann und mir lange Zeit keine Gedanken mehr um das Aufrüsten machen muss.

Grafikkarte, gefolgt von einem eben solchen Prozessor. Achten Sie sowohl beim Aufrüsten als auch beim Kauf eines Komplett-PCs darauf, dass beide Komponenten möglichst gut harmonisieren. Unsere Performance-Übersichten von CPUs und Grafikkarten geben Ihnen dafür einen Anhaltspunkt anhand der farblichen Kategorien: CPU und Grafikkarte sollten möglichst in der gleichen Kategorie liegen, bei Grenzfällen auch in benachbarten. Nach CPU und



Um in Battlefield 4 möglichst hohe Bildraten zu erreichen, sind Prozessor und Grafikkarte bei mittleren Details gleich wichtig, in hohen Details bekommt die Grafikkarte mehr Gewicht.

Grafikkarte ist in jedem Fall eine SSD das lohnendste Upgrade, da sie Ihren PC zwar subtil, aber doch enorm beschleunigt. Hier können Sie auch problemlos zu einem möglichst günstigen, halbwegs aktuellen SSD-Modell greifen, denn in der Praxis ist der Unterschied zu den teuren High-End-Modellen im Windows-Alltag nicht spürbar. Gleiches gilt für den Arbeitsspeicher: Hauptsache

8,0 GByte DDR3-RAM mit mindestens 1.600 MHz und aktiviertem Dual-Channel-Modus stecken im Rechner, noch schnellere Riegel lohnen sich in Spielen nicht, schaden (bei gleichem Preis) aber auch nicht. Und ob Sie nun Windows 7 oder 8 einsetzen, macht aus Spielersicht ebenfalls keinen nennenswerten Unterschied, sondern bleibt eine Frage des persönlichen Geschmacks. **NR**

Windows 8.1 ausgereift

Aufrüst-Pakete für jeden Geldbeutel

Während sich viele Komponenten wie eine SSD oder der Arbeitsspeicher einzeln aufrüsten lassen, sind beim Kauf eines neuen Prozessors häufig auch ein neues Mainboard, ein neuer Kühler und neuer Arbeitsspeicher fällig. Um Ihnen das Aufrüsten so einfach wie möglich zu machen, haben wir deshalb drei CPU-Upgrade-Pakete in unterschiedlichen Preiskategorien samt passender Grafikkarte für Sie zusammengestellt. Das günstigste Paket (370 Euro) ist für Sparfüchse

gedacht, deshalb setzten wir darin auch auf eine AMD-CPU samt Boxed-Kühler und die **Radeon R9 270X**. Das Performance-Paket für 545 Euro enthält bereits eine deutlich flottere Intel-Haswell-CPU sowie die **Radeon R9 280**, beim teuersten Paket für 850 Euro können Sie den Intel-Prozessor auf Wunsch sogar per freiem Multiplikator ganz einfach übertakten und Dank **Radeon R9 290X** auch in aktuellen Titeln bei maximalen Details mit aktivierter Kantenglättung flüssig spielen.

Einstiegs-Paket

	Preise
Prozessor AMD FX 6300	90 €
Prozessorkühler AMD Boxed-Kühler	0 €
Mainboard MSI 970A-G43	55 €
Grafikkarte Sapphire R9 270X Dual-X	160 €
Arbeitsspeicher Kingston HyperX Blu Kit 8,0 GByte DDR3-1600	65 €
GESAMTPREIS	370 €

Fazit Dank preiswerter AMD-CPU sehr günstig und trotzdem auch in aktuellen Spielen meist locker schnell genug für hohe Details in Full HD.

Preis/Leistung Sehr gut

Mittelklasse-Paket

	Preise
Prozessor Intel Core i5 4590	170 €
Prozessorkühler Alpenföhn Sella	15 €
Mainboard Gigabyte GA-H97-D3H	90 €
Grafikkarte MSI R9 280 Gaming	205 €
Arbeitsspeicher Kingston HyperX Blu Kit 8,0 GByte DDR3-1600	65 €
GESAMTPREIS	545 €

Fazit Durch die leistungsstarke Intel-CPU und die brandneue Radeon R9 280 von AMD noch schneller und zukunftssicherer als das Einstiegs-Paket.

Preis/Leistung Gut

Oberklasse-Paket

	Preise
Prozessor Intel Core i5 4670K	195 €
Prozessorkühler Thermalright HR-02 Macho	35 €
Mainboard ASRock Fatal1ty Z87 Killer	110 €
Grafikkarte Powercolor Radeon 290X PCS+	445 €
Arbeitsspeicher Kingston HyperX Blu Kit 8,0 GByte DDR3-1600	65 €
GESAMTPREIS	850 €

Fazit Extrem schnelle Hardware mit genug Luft für maximale Details und Kantenglättung in aktuellen und kommenden Spielen, auch jenseits von 1080p.

Preis/Leistung Gut