Intels neue Core-i-Prozessoren im Test

Alle zwei Jahre bringt Intel eine neue CPU-Architektur auf den Markt, Anfang 2011 ist das die zweite Core-i-Generation, Codename »Sandy Bridge«. Und die hat es in sich: hohe Leistung bei niedrigem Verbrauch.

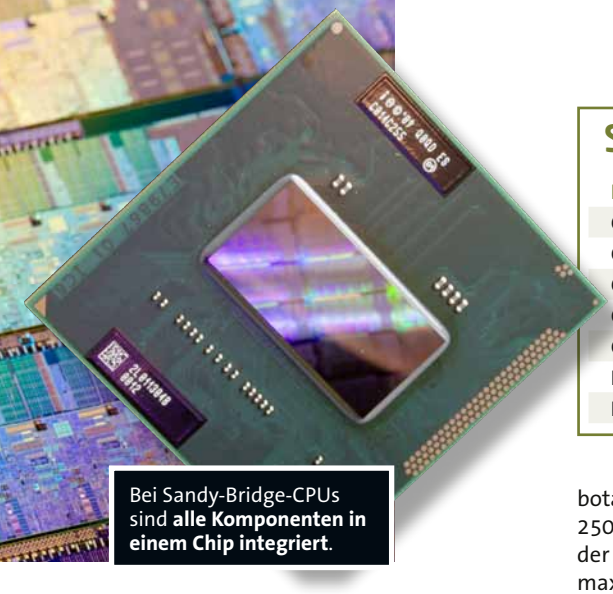
Von Florian Klein

Mehr Benchmarks: GameStar.de/Quicklink/7282

Intel veröffentlicht neue Prozessoren meist im jährlichen Rhythmus nach dem so genannten Tick-Tock-Modell. Ein Tick steht dabei für die Verkleinerung der Strukturbreite einer bestehenden Mikroarchitektur, wie es vor einem Jahr bei den damals neuen Core i3/i5/i7-Modellen für den Sockel 1156 der Fall war. Bei diesen CPUs fand weiterhin die Nehalem-Mikroarchitektur Verwendung, die vor gut zwei Jahren mit den ersten Core-i7-Modellen für den Sockel 1366 eingeführt worden war. Die Strukturbreite der Siliziumchips schrumpfte aber von 45 auf 32 Nanometer (»Tick«). Folglich steht dieses Jahr wieder ein »Tock« an, also eine neue Mikroarchitektur. Und die hört auf den Codenamen »Sandy Bridge«, die offiziellen Prozessorbezeichnungen folgen weiterhin dem gewohnten Core-i-Schema. Die darauf folgenden Modellnummern sind nun aber vier- statt dreistellig, wobei die erste Ziffer immer eine »2« ist (als Kürzel für die zweite Core-i-Generation mit Sandy-Bridge-Mikroarchitektur). Allerdings ist das Namensschema alles andere als intuitiv, denn neben der Serienbezeichnung Core i3/i5/i7 und der vierstelligen Modellnummer tragen einige Varianten auch noch einen angehängten Buchstaben wie »K« (freier Multiplikator«), »S« (geringerer Stromverbrauch mit 65 statt 95 Watt Verlustleistung) und »T« (nochmals niedrigerer Stromverbrauch mit maximal 35 oder 45 Watt). Ein Beispiel: Der Core i5 2500K arbeitet wie das Standardmodell mit 3,3 GHz, besitzt aber einen freien Multiplikator, der das ernsthafte Übertakten einer Sandy-Bridge-CPU zum jetzigen Zeitpunkt überhaupt erst ermöglicht (mehr dazu später). Der Core i5 2500S hat eine maximale Verlustleistung von 65 statt 95 Watt, arbeitet aber nur mit 2,7 statt 3,3 GHz Standardtakt, die »T«-Variante wiederum besitzt eine TDP von nur 45 Watt, taktet aber nur mit 2,3 GHz. Die trotz deutlich niedrigerem Standardtakt gleiche Modellbezeichnung, also Core i5 2500, rechtfertigt Intel mit dem zumindest beim i5 2500S noch identisch hohen maximalen Turbotakt von 3,7 GHz. Der Core i5 2500T erreicht aber selbst mit Turbo höchstens 3,3 GHz, was die Modellbezeichnung unserer Meinung nach nicht rechtfertigt. Die Verwirrung komplett machen CPUs wie der Core i5 2390T, der anders als die

Modellübersicht

Modell	Kerne / Threads	Takt (Turbo)	L3-Cache	Grafik	TDP	Preis
Core i7 2600K	4/8	3,4 (3,8) GHz	8,0 MByte	HD 3000	95 Watt	320 Euro
Core i7 2600	4/8	3,4 (3,8) GHz	8,0 MByte	HD 2000	95 Watt	280 Euro
Core i7 2600S	4/8	2,8 (3,8) GHz	8,0 MByte	HD 2000	65 Watt	300 Euro
Core i5 2500K	4/4	3,3 (3,7) GHz	6,0 MByte	HD 3000	95 Watt	200 Euro
Core i5 2500	4/4	3,3 (3,7) GHz	6,0 MByte	HD 2000	95 Watt	180 Euro
Core i5 2500S	4/4	2,7 (3,7) GHz	6,0 MByte	HD 2000	65 Watt	210 Euro
Core i5 2500T	4/4	3,3 (3,3) GHz	6,0 MByte	HD 2000	45 Watt	220 Euro
Core i5 2400	4/4	3,1 (3,4) GHz	6,0 MByte	HD 2000	95 Watt	180 Euro
Core i5 2400S	4/4	2,5 (3,3) GHz	6,0 MByte	HD 2000	65 Watt	200 Euro
Core i5 2300	4/4	2,8 (3,1) GHz	6,0 MByte	HD 2000	95 Watt	170 Euro
Core i5 2390T	2/4	2,7 (3,5) GHz	3,0 MByte	HD 2000	35 Watt	k. A.
Core i3 2120	2/4	3,3 (-) GHz	3,0 MByte	HD 2000	65 Watt	140 Euro
Core i3 2100	2/4	3,1 (-) GHz	3,0 MByte	HD 2000	65 Watt	120 Euro
Core i3 2100T	2/4	2,5 (-) GHz	3,0 MByte	HD 2000	35 Watt	k. A.



Bei Sandy-Bridge-CPUs sind **alle Komponenten in einem Chip integriert**.

Stromverbrauch Testsystem

Prozessor	Leerlauf (Windows)	Last (Anno 1404)
Core i7 2600K (3,4 GHz, 4C/8T, S1155)	88,0 Watt	261,0 Watt
Core i5 2500K (3,3 GHz, 4C/4T, S1155)	86,0 Watt	241,0 Watt
Core i7 980X (3,33 GHz, 6C/12T, S1366)	115,0 Watt	323,0 Watt
Core i7 975 XE (3,33 GHz, 4C/8T, S1366)	118,0 Watt	332,0 Watt
Core i7 870 (2,93 GHz, 4C/8T, S1156)	85,0 Watt	211,0 Watt
Phenom II X6 1100T (3,3 GHz, 6C/6T, AM3)	114,0 Watt	287,0 Watt
Phenom II X4 975 BE (3,6 GHz, 4C/4T, AM3)	110,0 Watt	291,0 Watt

restlichen i5-Modelle nur zwei statt vier Rechenkerne besitzt (siehe Modellübersicht). Die schlechte Nachricht: Der nur knapp eineinhalb Jahre alte Sockel 1156 wird schon wieder eingestampft, denn die Sandy-Bridge-CPUs passen nicht hinein. Stattdessen benötigen Sie den äußerlich annähernd identischen Sockel 1155. Um Verwechselungen bei den CPUs und Mainboards auszuschließen, sitzen bei Sandy-Bridge-CPUs und dem Sockel 1155 die zwei Einkerbungen am Prozessor und die passenden Nasen am Sockel an anderer Stelle als beim Sockel 1156. Die gute Nachricht: Da die Löcher im Mainboard für die Kühlerbefestigung identisch sind, passen Sockel-1156-Kühler auch auf den Sockel 1155, sodass bereits jetzt ein großes Angebot an unterschiedlichen Kühlaggregaten erhältlich ist.

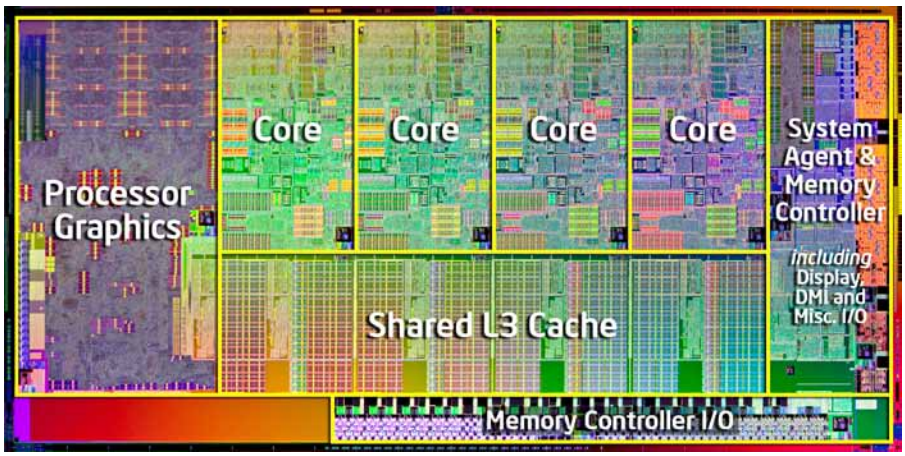
Für Spieler interessante Sandy-Bridge-Mainboards sind Sockel-1155-Platinen mit H67- oder P67-Chipsatz. Während der H67 die zur Nutzung der integrierten Grafik notwendigen Ausgänge (DVI, Display Port, HDMI) mitbringt, aber keine zwei Grafikkarten per Crossfire oder SLI ansprechen kann, sieht es

Da hilft nur Auswendiglernen.

beim P67-Chipsatz genau umgekehrt aus. Für Übertakter ist einzig der P67-Chipsatz interessant, da nur er die entsprechenden Einstellmöglichkeiten bietet. Denn Übertakten ist bei den Sandy-Bridge-CPUs nicht mehr so einfach möglich, mit Ausnahme der »K«-Varianten mit frei einstellbarem Multiplikator. Bei allen anderen Modellen können Sie nicht mehr einfach wie bisher den Referenztakt erhöhen, da jetzt fast alle Komponenten von diesem abhängen. Nicht nur Prozessor und Arbeitsspeicher, auch die PCI-Express-Slots, SATA-Anschlüsse und so weiter werden durch eine Erhöhung beeinflusst und machen das System so bereits nach Steigerungen von wenigen Megahertz instabil. Die einzige Möglichkeit, die Intel Besitzern von Modellen ohne »K«-Zusatz im Zusammenspiel mit dem P67-Chipsatz bietet, ist eine Erhöhung des maximalen Turbotaktes um 400 MHz. Im Detail: Ein Core i5 2500 arbeitet standardmäßig mit 3,3 GHz, der Turbo legt in der Standardeinstellung maximal 400 MHz oben drauf. Dieses Limit können Sie nun um weitere 400 MHz erhöhen. Das heißt, der Core i5 2500 arbeitet je nach Kernauslastung mit 3,3 GHz plus 400 MHz übertaktetem Turbo plus der gewöhnlichen Turbosteigerung von 100 bis 400 MHz. Bei Belastung aller vier Kerne schafft der Core i5 2500 so bis zu 3,8 GHz (3,3 GHz + 400 MHz + 100 MHz). Allerdings nicht als Standardtakt, sondern nur als Turbofrequenz, die hauptsächlich von einer adäquaten Kühlung abhängt. Eventuell noch dieses Frühjahr soll zudem ein Z68-Chipsatz erscheinen, der sowohl Grafikausgänge als auch Crossfire und SLI sowie die erweiterten Übertaktungsfunktionen unterstützt. Beim Arbeitsspeicher bleibt alles beim Alten: DDR3-RAM bis DDR3-1333 wird offiziell unterstützt, schnellere Speichermodule lassen sich ebenfalls nutzen.

Doch was bringt die Sandy-Bridge-Mikroarchitektur Neues gegenüber den Vorgängern? Das Auffallendste ist sicherlich die Integration einer Grafikeinheit in den gleichen Siliziumchip wie die eigentliche CPU. Bei den Vorgängern saß diese noch als separater (und mit höherer Strukturbreite gefertigter) Chip neben dem Prozessor (siehe Bilder). Mittlerweile unterstützt die Einheit zudem DirectX 10.1 und HDMI 1.4a für die Wiedergabe von 3D-Filmen. Technisch gesehen sollten die meisten aktuellen Titel problemlos starten, allerdings hatte Intels Grafiktreiber in der Vergangenheit vor allem bei Spielen noch viele Probleme. Es gibt zwei Varianten der integrierten Einheit: Die schnellere HD-3000-Grafik, die bei den Desktop-Prozessoren ausschließlich in Core i7 2600K und i5 2500K sowie in allen Notebook-Modellen steckt und die nur halb so schnelle HD 2000. Wunder dürfen Sie allerdings selbst von der HD 3000 keine erwarten, auch wenn wir etwa **Starcraft 2** in groben 1024x768 mit minimalen Details einigermaßen ruckelfrei spielen konnten. Trotzdem gilt nach wie vor: Wer gerne spielt, kommt um eine separate Grafikkarte keinesfalls herum.

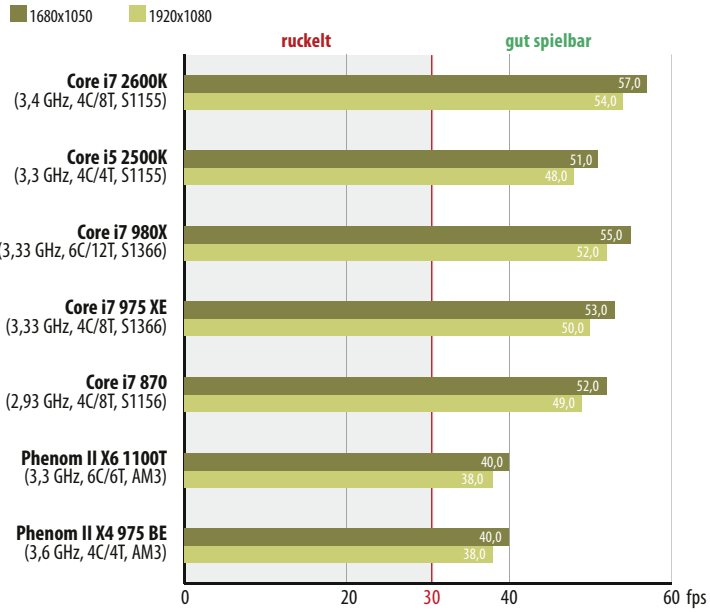
Neben der integrierten Grafik hat Intel bei Sandy Bridge vor allem die Effizienz verbessert, sodass die Rechenwerke schneller mit Arbeit beliefert werden und diese zügiger erledigen können. Der Kern selbst hat sich seit dem äußerst erfolgreichen Core 2 kaum verändert. Außerdem arbeitet der für Spiele wichtige L3-Cache bei Sandy Bridge nun mit vollem CPU-Takt und geringerer Latenz und ist über eine sehr schnelle Datenleitung (»Ring Bus«) mit den Kernen und der Grafikeinheit verbunden. Ein alter Bekannter ist dagegen Hyperthreading, das alle Dual-Core-Modelle von Sandy Bridge sowie die Core-i7-Reihe mitbringen. Hyperthreading gaukelt dem Betriebssystem pro Rechenkern einen weiteren virtuellen Kern vor und kann so in Anwendungen, die von vielen Kernen profitieren, einen spürbaren Leistungsvorteil bringen. In Spielen bringt die Technik meist nichts. Vor allem bei Quad-Core-CPUs, die dank Hyperthreading acht Aufgaben (»Threads«) parallel abarbeiten können, kostet der erhöhte Verwaltungsaufwand in Spielen häufig sogar ein paar Prozentpunkte Leistung. Bei Dual-Core-CPUs hat Hyperthreading heute dagegen



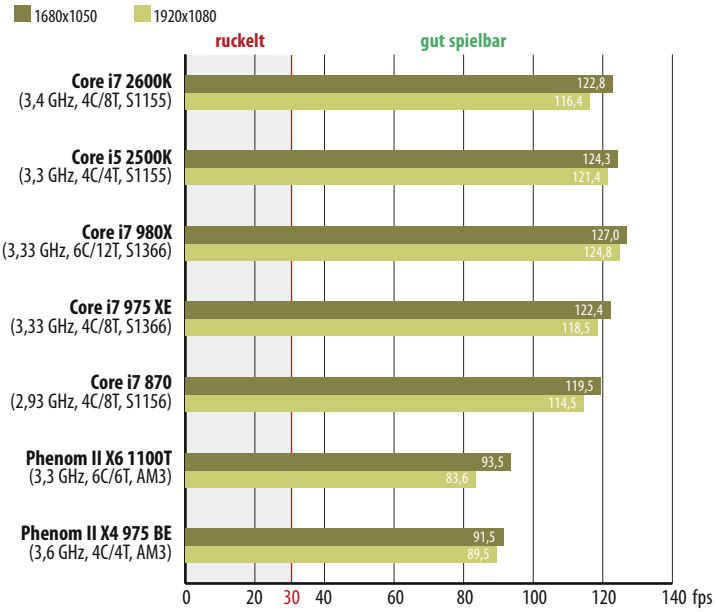
Das Schema zeigt, **welche Bereiche des Sandy-Bridge-Chips wofür zuständig sind**.

Sandy-Bridge-Benchmarks

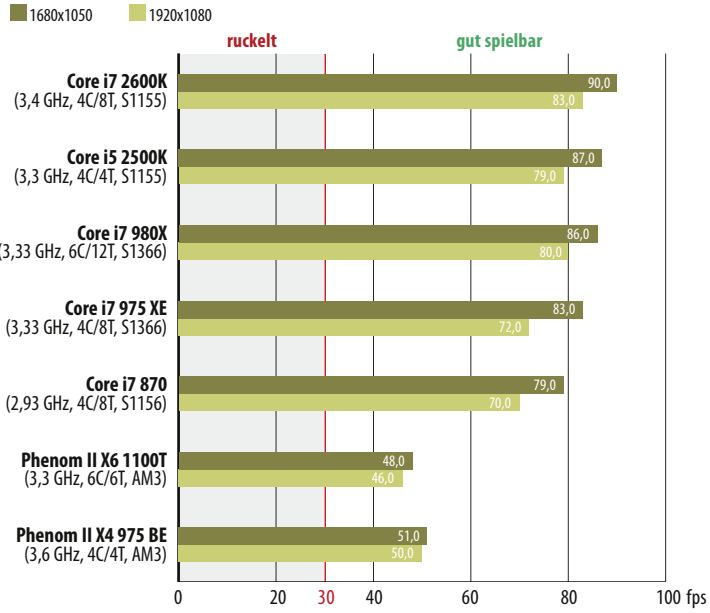
Anno 1404 DirectX 10, maximale Details



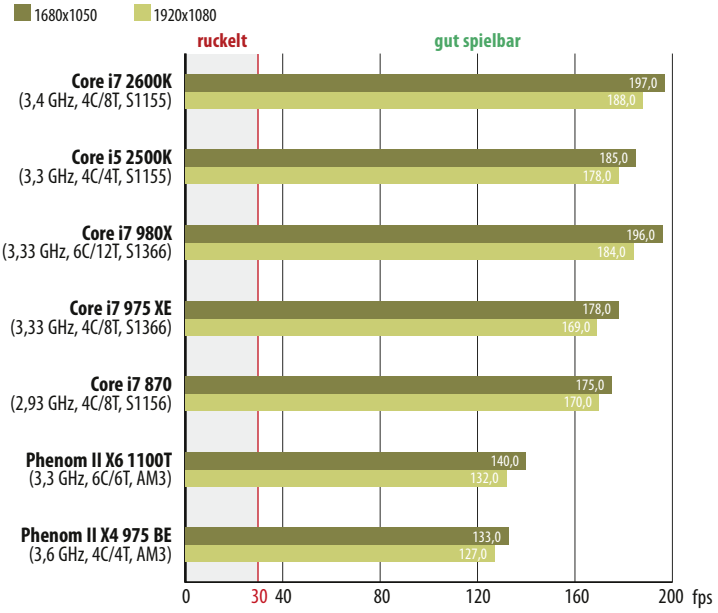
Call of Duty: Black Ops DirectX 9, maximale Details



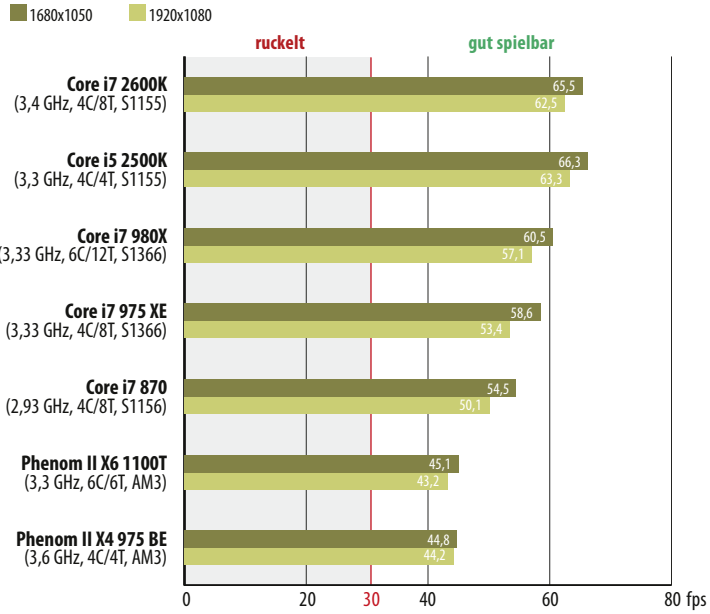
F1 2010 DirectX 11, maximale Details



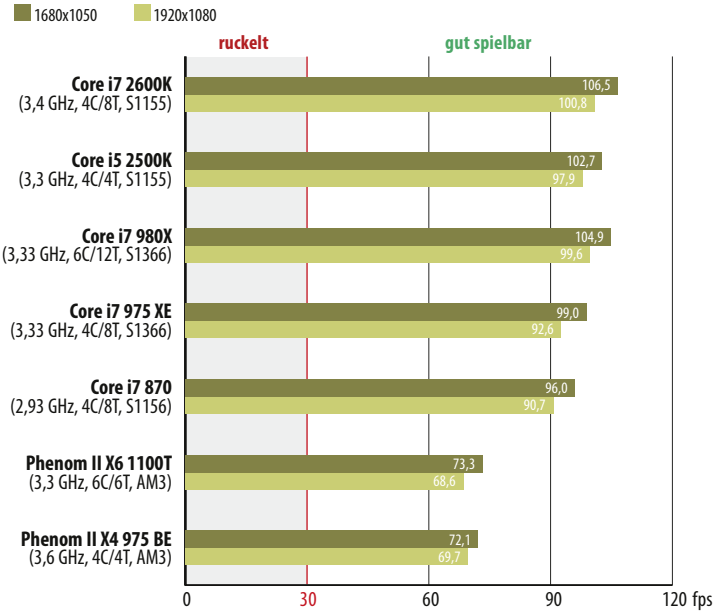
H.A.W.X. 2 DirectX 11, maximale Details



Starcraft 2 DirectX 9, maximale Details



Performance Rating durchschnittliche Leistung



Hit-Potenzial

Florian Klein
Redakteur Hardware
florian@gamestar.de

Die zweite Core-i-Generation hat das Zeug zu einem echten Hit: Deutlich gestiegene Leistung bei gleichbleibend niedrigem Strombedarf sowie relativ moderate Preise. Nachteile finde ich dagegen kaum: Zwar schränkt Intel das Übertakten der günstigen Modelle doch deutlich ein, dafür kosten die »K«-Varianten nur wenig Aufpreis. Der mal wieder nötige Sockel-Wechsel ist zwar ein Ärgernis, angsichts der vielen Neuerungen aber erträglicher als früher.

auch für Spieler einen kleinen Vorteil, da viele Titel mittlerweile auf mehr als zwei Kerne optimiert sind. Dazu kommt die bekannte Turbo-Funktion, die den Takt der Kerne abhängig von der CPU-Auslastung spürbar erhöht. Allerdings bleibt der reale Leistungsgewinn relativ gering, da bei Standardtaktraten von spürbar über 3,0 GHz selbst 300 oder 400 MHz zusätzlicher Takt prozentual nur ein kleiner Aufschlag sind.

In Spielen legt Intel kräftig einen drauf.

Nun zur für Spieler wichtigsten Frage: Was leistet Sandy Bridge in der Realität? Wir messen die Leistung in der gängigen 22-Zoll-Auflösung 1680x1050 sowie der Full-HD-Auflösung 1920x1080 jeweils mit maximalen Details. Auf Kantenglättung und Texturfilterung verzichten wir jedoch, da sogar die verwendete High-End-Grafikkarte Geforce GTX 580 mit diesen Bildverbesserungen relativ viel Einfluss auf die Ergebnisse hätte. Um es kurz zu machen: Laut unseren Benchmarks sind die Sandy-Bridge-CPUs ein echter Schritt nach vorne und liefern deutlich mehr Leistung als die Sockel-1156-Vorgänger. Selbst Intels Spitzenmodell für den Sockel 1366, der 900 Euro teure Sechskerner Core i7 980X, wird unterm Strich mit durchschnittlich 104,9 zu 106,5 fps (1680x1050) und 99,6 zu 100,8 fps (1920x1080) knapp vom neuen und 600 Euro günstigeren Core i7 2600(K) geschlagen. Auch der 200 Euro günstige i5 2500(K) liefert mit im Schnitt 102,7 (1680x1050) und 97,9 fps (1920x1080) ein in der Praxis nur unmerklich schlechteres Ergebnis ab und ist unter dem Preis-Leistungs-Aspekt für aufrüstwillige Spieler sicher die lohnendste Alternative. AMDs Topmodelle Phenom II X6 1100T und X4 975 BE mit sechs beziehungsweise vier Kernen liegen mit 73,3 und 72,1 fps in 1680x1050 sowie 68,6 und 69,7 fps in 1920x1080 deutlich dahinter. Allerdings fließen in die Durchschnittswerte der AMD-CPUs auch die ungewöhnlich niedrigen Messergebnisse von **F1 2010** mit ein. In dem Formel-1-Titel schneiden die Phenoms unerwartet schlecht ab – trotz aktuellem Patch 1.01 und dem von Codemasters bereitgestellten Hotfix für Sechskern-CPUs sind sie mit 48,0 (X6 1100T) und 51,0 fps (X4 975 BE) nur etwas mehr als halb so schnell wie Core i7 2600K (90,0 fps) und i5 2500K (87,0 fps). In den anderen Benchmark-Titeln sind die Abstände zwischen AMD und den Sandy-Bridge-CPUs aber deutlich geringer, etwa in **Call of Duty: Black Ops** mit 93,5 (X6 1100T) und 91,5 fps (X4 975 BE) zu 122,8 (i7 2600K) und 124,3 fps (i5 2500K). Der Abstand ist trotzdem signifikant, auch wenn Sie beim Phenom II X6 1100T (200 Euro) zwei Kerne mehr als beim gleich teuren i5 2500K erhalten. Im Vergleich zum Sockel-1156-Vorgänger Core i7 870 ist der Vorsprung der Sandy-Bridge-CPUs teils ebenfalls erheblich: Mit 50,1 zu 62,5 fps in **Starcraft 2** (1920x1080) muss sich der i7 870 dem gleich teuren Core i7 2600K deutlich geschlagen geben. Unterm Strich kann einzig der wesentlich kostspieligere Core i7 980X den Neulingen in Spielen die Stirn bieten. Aber nur in konsequent auf Multi-Core-CPUs getrimmten Anwendungen wie dem Cinebench rechtfertigt der Sechskerner seinen extremen Preis einigermaßen und liegt mit 8,8 Punkten weit vor dem Core i7 2600K mit 6,8 Punkten. Auch beim Video-Encodieren mit dem x264-HD-Benchmark liegt der Sechskerner mit 49,7 fps spürbar vor dem i7 2600K mit 35,7 fps und dem Phenom II X6 1100T mit 31,3 fps.

Neben der enormen Spiele- und Anwendungsleistung gefällt uns auch der Stromverbrauch der überarbeiteten Sandy-Bridge-Architektur. Im Leerlauf unter Windows genehmigt sich unser Testsystem insgesamt 88,0 (i7 2600K) beziehungsweise 86,0 Watt (i5 2500K). Das liegt auf einem Niveau mit dem Vorgänger i7 870 (85,0 Watt), aber deutlich unter dem Phenom II X6 1100T mit 114,0 Watt und dem Core i7 980X mit 115,0 Watt. Unter Last in Spielen übersteigt der Stromverbrauch mit 261,0 und 241,0 Watt bei Core i7 2600K beziehungsweise i5 2500K jedoch den des Vorgängers i7 870 mit 211,0 Watt. Der Phenom II X6 1100T genehmigt sich mit 287,0 Watt nochmals mehr, die größten Energieverschwender sind aber die Sockel-1366-CPUs mit 323,0 (i7 980X) und 332,0 Watt (i7 975XE).

Unterm Strich kann man die Sandy-Bridge-Plattform nur empfehlen: Sie kostet nicht mehr als die Sockel-1156-Vorgänger, der Energieverbrauch ist in etwa gleich geblieben, die Leistung und die technische Features sind deutlich besser. So gut sogar, dass nur die schnellsten und teuersten CPUs der Vorgängergeneration bei der neuen Mittelklasse einigermaßen mithalten können, dabei aber deutlich mehr Strom verbraten. Auch AMD muss sich warm anziehen, nicht nur wie zuvor im teuren High-End-Segment, sondern auch im Preisbereich knapp unter 200 Euro. Nur im Segment bis 150 Euro bietet AMD nach wie vor das eindeutig bessere Preis-Leistungs-Verhältnis. FK

PREIS 320 Euro **HERSTELLER** Intel

Prozessor Core i7 2600K

Kern	Sandy Bridge
Fertigung	32 nm
Taktfrequenz	3,4 GHz
Caches (L2/L3)	4x 256 KB / 8,0 MB
DMI	2.0
Steckplatz	Sockel 1155

SPIELELEISTUNG 40/40
- ⊕ schnellste Spiele-CPU
- ⊕ vier Kerne
- ⊕ knapp schneller als Core i7 980X

ARBEITSLEISTUNG 18/20
- ⊕ sehr hohe Arbeitsleistung
- ⊖ langsamer als Sechskerner

MULTIMEDIALEISTUNG 18/20
- ⊕ sehr gute Multimedia-Leistung
- ⊖ langsamer als Sechskerner

TECHNIK 9/10
- ⊕ vier Kerne ⊕ Turbo-Modus
- ⊕ Hyperthreading
- ⊕ freier Multiplikator

ENERGIEEFFIZIENZ 8/10
- ⊕ niedriger Verbrauch im Leerlauf
- ⊕ auch unter Last nur moderat

FAZIT

Extrem schnelle Quad-Core-CPU, die in Spielen selbst das dreimal so teure Topmodell der Vorgängergeneration schlägt. Dazu dick ausgestattet mit Hyperthreading, Turbo, Grafikchip und freiem Multiplikator. Wer nicht übertakten will, greift zum 40 Euro günstigeren Core i7 2600.

PREIS 200 Euro **HERSTELLER** Intel

Prozessor Core i5 2500K

Kern	Sandy Bridge
Fertigung	32 nm
Taktfrequenz	3,3 GHz
Caches (L2/L3)	4x 256 KB / 8,0 MB
DMI	2.0
Steckplatz	Sockel 1155

SPIELELEISTUNG 39/40
- ⊕ sehr schnelle Spiele-CPU
- ⊕ vier Kerne
- ⊕ nur wenig langsamer als i7 2600K

ARBEITSLEISTUNG 17/20
- ⊕ sehr hohe Arbeitsleistung
- ⊖ langsamer als Sechskerner

MULTIMEDIALEISTUNG 17/20
- ⊕ sehr gute Multimedia-Leistung
- ⊖ langsamer als Sechskerner

TECHNIK 8/10
- ⊕ vier Kerne ⊕ Turbo-Modus
- ⊕ freier Multiplikator
- ⊖ kein Hyperthreading

ENERGIEEFFIZIENZ 8/10
- ⊕ niedriger Verbrauch im Leerlauf
- ⊕ auch unter Last nur moderat

FAZIT

Angesichts der hervorragenden Leistung relativ günstiger Vierkernprozessor, der im Vergleich zur Core-i7-Reihe nur auf das für Spiele weitgehend uninteressante Hyperthreading verzichtet. Wer nicht übertakten will, nimmt besser den 20 Euro günstigeren, aber genauso schnellen Core i5 2500.

In Florians erstem eigenen PC werkelte ein Pentium 90, davor nahm er immer den 386-40 vom Vater in Beschlag.