

Inhaltsangabe

- **Vorwort**
- **Wie sollte ich beim Kauf einer Grafikkarte vorgehen?**
 - Warum kann die Größe eine Rolle spielen?
 - Warum muss ich mir Sorgen um die Temperaturen machen?
 - Muss ich beim Kauf eines optionalen Kühlkörpers oder Lüfters auf etwas achten?
 - Warum muss ich die Leistung des Netzteiltes prüfen?
 - Wie viel Leistung muss ein Netzteil eigentlich haben?
 - Was hat es mit der Schnittstelle auf sich?
- **Eckdaten einer Grafikkarte und deren Bedeutung**
 - GPU / Chiptyp
 - Strukturbreite
 - DirectX / OpenGL
 - ROP's (Raster Operation Unit oder Render Output Unit)
 - SP's (Stream Processor)
 - Unified Shader
 - Vertexshader
 - Pixelshader
 - Geometryshader
 - TMU (Texture Mapping Unit) / Textureinheiten
 - Frequenzen
 - Speicherinterface
 - Speichertyp
 - shared / dedicated Memory
 - die richtige Größe des Grafikspeichers
 - interne Übertragungsgeschwindigkeit des Grafikspeichers
 - Auswirkung
- **die Namen richtig deuten**
- **Was ist ein Refresh?**
- **NVIDIA oder ATI?**
- **Was bedeutet SLI und Crossfire?**
 - Was ist denn der Unterschied zwischen DualGPU und SLI oder CF?
- **Unterschiede zwischen Spielegrafikkarten und den Pendants der Workstation**
- **Auflistung aktueller Chips und Grafikkarten**

Vorwort

Vorab möchte ich darauf hinweisen, dass sich die Technologien der Grafikkarten stetig weiterentwickeln und die Architektur sich manchmal sogar grundlegend ändert. Daher kann und werde ich mich lediglich auf die aktuellen Generationen beziehen. Allerdings kann man viele Dinge auch auf zukünftige oder ältere Technologien ableiten, da sich vor allem physikalische Gesetze und Grenzen nicht ändern werden. Ebenfalls werde ich nur am Rande auf die Workstationgrafikkarten eingehen bzw. Querbezüge und Verbindungen ziehen, da der Markt für Spiele-Grafikkarten deutlich umkämpfter ist, schneller weiterentwickelt wird und die Pendanten keine andere Technik darstellen bzw. im Endeffekt hier mehr oder weniger gleiche Kriterien gelten.

Wie sollte ich beim Kauf einer Grafikkarte vorgehen?

In erster Linie sollte man sich erst mal entscheiden, was man möchte, da hier zum Teil nur etwas mehr Leistung teuer erkaufte wird. Dann sollte man an Hand von so genannten Benchmarks, die den Leistungsindex über Tests definieren und leicht über eine Suchmaschine zu finden sind, und den dazu gehörigen Preisen prüfen, welcher Grafikkartentyp auf die gewünschten Bedürfnisse zugeschnitten ist. Danach wäre es sinnvoll, die Spezifikationen dieser Grafikkarte anzuschauen und zu ermitteln, ob genügend Platz im Gehäuse ist, für die Abwärme gesorgt werden und das Netzteil genügend Leistung zur Verfügung stellen kann. Im Normalfall sollte dies, außer bei HighEnd-Karten und der oberen MidRange, kein Problem darstellen. Zusätzlich muss dem Mainboard entsprechend die Schnittstelle (z. B. AGP / PCI / PCI-E) stimmen.

Warum kann die Größe eine Rolle spielen?

Aktuelle Grafikkarten aus dem HighEnd-Bereich können bis zu 30,5cm lang sein und können so zu einem Problem in kleinen bis mittleren Gehäusen werden.

Warum muss ich mir Sorgen um die Temperaturen machen?

Die Temperatur ist einer der Hauptindikatoren für die Lebensdauer eines Halbleiters. Umso höher die Temperaturen, umso geringer ist auch die Lebensdauer. Was dies im Einzelfall bedeutet und wie hoch die tatsächliche Maximaltemperatur ausfallen darf, ist sehr stark von der Technologie bzw. dem Material abhängig. Das Problem ist, dass manche Karten sehr viel Abwärme liefern und der Standard- oder auch Referenzkühler oftmals überfordert ist bzw. eine einigermaßen vernünftige Gehäusekühlung erfordert. Jede Karte über einer TDP von 180W **muss** mit vernünftig Frischluft im Gehäuse versorgt werden oder einen alternativen Kühler verbaut haben. Außerdem machen sich die meisten Grafikkarten, die auf dem Standardkühler aufbauen, ab einer TDP von über 100W unter Last auf Grund der hochdrehenden Lüfter zum Teil schon ordentlich bemerkbar. Viele Hersteller bieten hier schon einige Alternativen an und stellen damit, ohne Garantieverlust durch den Eigenumbau, vernünftige Kühllösungen zur Verfügung. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass gerade im HighEnd-Bereich die optimale Kühlung nur durch einen vernünftigen Umbau ermöglicht werden kann, was viele Gefahren birgt und jeder für sich selbst im Klaren sein sollte, was dies im schlimmsten Fall bedeuten könnte. Auch ein falsch verbauter Kühler oder das unsaubere Auftragen der Wärmeleitpaste(WLP) kann zum Tode der Grafikkarte oder sogar anderer Komponenten führen.

Muss ich beim Kauf eines optionalen Kühlkörpers oder Lüfters auf etwas achten?

Ja, denn nicht jeder Kühlkörper passt auch auf jede Grafikkarte oder kühlt alle Komponenten auf dem Board. Allerdings haben die Hersteller und meist sogar die Shops direkte Hinweise, für welche Grafikkarten der jeweilige Kühler geeignet ist und welche zusätzlichen Umbauten evtl. notwendig sein könnten. Außerdem gibt es viele und vor allem passive Kühler, die über die zwei Slots hinausragen und so evtl. mit anderen Karten oder gar dem Gehäuse kollidieren könnten.

Warum muss ich die Leistung des Netzteiles prüfen?

Wenn das Netzteil nicht in der Lage ist genügend Leistung zur Verfügung zu stellen oder zuwenig Anschlüsse vorhanden sind, dann kann die Grafikkarte nicht genutzt werden oder im schlimmsten Fall das Netzteil "durchbrennen". Allerdings sagt man nur durchbrennen, da jedes halbwegs aktuelle Netzteil einen Überlastschutz aufweist und unter Umständen nicht einmal dauerhaft beschädigt wäre. Sorgen um andere Komponenten braucht man sich in der Regel aber nicht zu machen.

Wie viel Leistung muss ein Netzteil eigentlich haben?

Oftmals kommt man schon mit einem guten 350W bis 400W Netzteil aus, da die Angaben bzw. Mindestforderungen der Grafikkartenhersteller viel zu hoch angesetzt sind. Warum dies der Fall ist, habe ich bis heute nicht verstanden, aber ich gehe davon aus, dass dies der Sicherheit gilt. Bei einem Core i7(Standardtakt), 4 Festplatten, 2 optischen Laufwerken und 4 Speicherriegeln, kann man von maximal 130-150W Gesamtleistung des Systems ausgehen und wäre damit schon auf der sicheren Seite. Wenn nun 200W nur für die Grafikkarte eingerechnet werden müssten, wäre man immer noch "unter" 350W. Leistung für einen Übertaktungsspielraum bleibt hierbei allerdings nicht viel, da die Übertaktung der CPU und GPU unter Last schnell mal 100W mehr in Anspruch nehmen kann. Allerdings ist auch der Kauf (auf Nummer sicher) von völlig überdimensionierten Netzteilen (>550W) nicht empfehlenswert, da diese trotz vll. vergebener 80+-Zertifizierung in einem sehr ineffizienten Bereich arbeiten könnten und die berechnete Maximalleistung auch nur ein theoretischer Wert ist, der in der Regel nie wirklich bzw. dauerhaft erreicht wird. Ebenfalls ist die Leerlaufleistung zum Teil erheblich geringer. Für die Berechnung der Maximalleistung eines Gesamtsystems gibt es mittlerweile einige im Internet befindliche Berechnungshilfen.

Zum Beispiel findet man unter "www.extreme.outervision.com/psucalculatorlite.jsp" ein Tool zur Berechnung der Gesamtleistung. Hier kann man aus meist aktuell gehaltenen Listen seine Wunschkomponenten auswählen und den Leistungshunger berechnen lassen.

Was hat es mit der Schnittstelle auf sich?

Die Schnittstelle stellt den Standard des Steckplatzes dar. Dieser gibt genau wie bei einem CPU-Sockel die Bauart vor und definiert, ob die Grafikkarte elektrisch und mechanisch kompatibel ist oder eben nicht. Zur Zeit sollte dies bei halbwegs aktuellen Mainboards ausschließlich PCI-E(Peripheral Component Interconnect Express) sein. Hier gibt es allerdings nochmals Unterschiede. Denn es gibt 4 verschiedenen Varianten des PCI-E-Steckplatzes (1x, 4x, 8x und 16x). Diese Zahlenangabe definiert die so genannten Lanes, die die mögliche Übertragungsgeschwindigkeiten vorgeben, und die dementsprechende Anzahl an Steckkontakten bzw. Gesamtlänge.

Bedeutung:

Lanes	Steckkontakte	Gesamtlänge	theo. Bandbreite PCI-E 2.0
1x	36	25 mm	500MB/s
4x	64	39 mm	2000MB/s
8x	98	56 mm	4000MB/s
16x	164	89 mm	8000MB/s

Alle dem Steckplatz entsprechend kleineren Steckkarten sind in der Regel nicht nur mechanisch, sondern auch elektrisch voll kompatibel. Daher passen z. B. in einen PCI-E(16x) alle vier verschiedenen Varianten. Außerdem besitzt jedes aktuelle Mainboard eigens für die Grafikkarte einen PCI-E(16x)-Steckplatz, der auch PEG (**PCI-Express for Graphics**) genannt wird.

Eckdaten einer Grafikkarte und deren Bedeutung

Vorab möchte ich sagen, dass man NVIDIA und ATI niemals anhand der Eckdaten in den direkten Vergleich stellen kann. Ebenfalls kann man auch beim jeweiligen Hersteller nur innerhalb einer Generation vergleichen, da sich stetig die Architektur ändert/weiterentwickelt und Features (z. B. DirectX11 / OpenGL4.0) hinzukommen, die die Verarbeitung stark beeinträchtigen und somit direkten Einfluss auf die Performance haben.

GPU / Chiptyp

Die GPU bzw. der Chiptyp (z. B. GF100 oder RV870) ist das Herz der Grafikkarte und gibt alles grundlegende vor. Dazu zählen unter anderem die Anzahl der maximal zur Verfügung stehenden Shader, ROP's, Textureinheiten und Transistoren. Diese Maximalwerte sind auf jeden Karten, auf denen der gleiche Chip verbaut wird, gleich und werden allerdings entsprechend des Leistungsindex der jeweiligen Kartenversion zum Teil drastisch dezimiert. Ebenfalls wird die Strukturgröße und die Technologie bzw. werden die möglichen Befehlsätze (z. B. DirectX) über den Chip vorgegeben.

Strukturbreite oder auch Strukturgröße

Die Strukturbreite wird durch das Fertigungsverfahren definiert. Zur Zeit liegt diese bei der GPU bei 40nm und bei der SPU bei 32nm. Je kleiner die Strukturbreite wird, je mehr Transistoren können auf die gleiche Fläche gebracht werden. Ebenfalls wird mit dem so genannten Shrink (verkleinern) die benötigte Leistung und dadurch auch die anfallende Verlustleistung (Wärmeentwicklung) verringert.

DirectX / OpenGL

Wichtig bei einer Grafikkarte sind natürlich die Funktionen und Features, um überhaupt bestimmte Programme oder Spiele verarbeiten zu können. Die aktuellsten Versionen sind zur Zeit DirectX Version 11 und OpenGL Version 4.0. Aktuell werden allerdings nicht viele Titel geliefert, die die neuen Versionen nutzen bzw. voll unterstützen. Das gängige Format ist daher zur Zeit noch DirectX10 und OpenGL 3.2. Ebenfalls werden in der Regel ältere Versionen unterstützt und demnach lediglich Features von höheren Version deaktiviert. Beim

OpenGL sieht es etwas anders aus, da in der Regel die Funktionen, die nicht von der Grafikkarte verarbeitet werden können, von der CPU berechnet werden. Während DirectX eine von Microsoft eigens für den Multimediabereich entwickelte Programmierschnittstelle ist, ist OpenGL (**Open Graphics Library**) eine plattformunabhängige Programmierschnittstelle und wird mit dem Grafikkartentreiber oder den Programmen selbst geliefert.

ROP's (**R**aster **O**peration Unit oder **R**ender Output Unit)

ROP's verarbeiten im Großen und Ganzen die Daten aus dem Speicher. Dies beinhaltet das Lesen und Schreiben verschiedener Daten, wie auch das Zusammenführen dieser. Dabei werden die endgültigen Pixel für die Ausgabe berechnet. Ebenfalls führen diese Einheiten das Antialiasing (Kantenglättung) durch und prüfen die Sichtbarkeit dieser Pixel.

SP's (**S**tream **P**rocessor)

Streamprozessoren sind so genannte Koprozessoren und können unabhängig von der GPU verwendet werden und eigenständige Berechnungen durchführen. In aktuellen Grafikkarten werden diese im Verbund als so genannte unified Shader verwendet.

Unified Shader

Während früher noch für jeden Shadertyp (Vertex-, Pixel- und Geometry-Shader) eigenständige Einheiten in die Schaltungen integriert werden mussten, so übernehmen diese Arbeit heute die so genannten unified Shader. Der Vorteil liegt klar auf der Hand, denn früher wäre ein Teil der Shader je nach Berechnung einfach unnütz gewesen, während in den aktuellen Grafikkarten jeder Shader jede derartige Berechnung durchführen kann. Zusätzlich können diese "Shader" auch als Recheneinheit bzw. können die Streamprozessoren auch für andere Berechnungen verwendet werden.

Vertexshader

Vertex-Shader können bestehende Geometrie verändern bzw. manipulieren. Das beste Beispiel hierfür ist Wasser bzw. sind die Wellen auf dem Wasser.

Pixelshader

Pixel-Shader berechnen die Oberfläche einer Geometrie und können so eine realistischere Darstellung ermöglichen. Dabei können auch mehrere Texturen ineinander fließen, wie es bei Transparenz der Fall ist. Ebenfalls können Spiegelungen und Schattierungen über diese berechnet werden.

Geometryshader

Geometry-Shader ermöglichen es aus vorhandener Geometrie neue Geometrie zu erzeugen. Bevor die Geometrie mit einer Oberfläche versehen wird, besteht diese lediglich aus Linen, Punkten und Dreiecken. Daher würde man wohl eher von einem Skelett reden. Der Geometry-Shader kann nun dieses Skelett verwenden und ein neues daraus generieren. Zum Beispiel können damit Fell- oder Haargeometrien erzeugt werden.

TMU (**T**exture **M**apping Unit) / Textureinheiten

Eine Textureinheit besteht jeweils aus einer Texture Adressing Unit (TAU) und einer Texture Filtering Unit. Eine Texture Adressing Unit ist wie der Name schon sagt für die Adressierung der Texturdaten verantwortlich und die Texture Filtering Unit übernimmt die Berechnung der Texturen bzw. kann diese durch Filter verändern. Die Textureinheiten ermöglichen im Grunde genommen, dass die Texturen innerhalb des Grafikkartenspeichers verwaltet

werden können und gerenderte Geometrie nicht mit jeder Neutexturierung auch neu gerendert werden müssen. Die Texturen werden somit von der TMU gefiltert, gespeichert und dann auf der Geometrie angewendet.

Frequenzen

Die jeweiligen Frequenzen (Chiptakt, Shadertakt und Speichertakt) stellen die jeweilige Rechenfrequenzen oder Übertragungsfrequenzen und somit einen direkten Bezug zur Performance innerhalb einer Chiptechnologie dar.

Speicherinterface

Das Speicherinterface gibt vor, wie viele Datenleitungen parallel verwendet werden.

Speichertyp

Der Speichertyp gibt die Technologie des Speicher vor, die wiederum die maximale Taktfrequenz definiert.

shared / dedicated Memory

Dedicated Memory oder im Deutschen dedizierter Speicher ist Speicher, der durch die Grafikkarte zur Verfügung gestellt wird. Shared Memory bedeutet hingegen, dass die Grafikkarte sich vom deutlich langsameren Hauptspeicher bedient. Dies hat nicht nur deutliche Performanceeinbußen zur Folge, sondern sperrt auch noch Hauptspeicher bzw. reserviert diesen für die Grafikkarte, womit er dem System nicht mehr zur Verfügung steht.

die richtige Größe des Grafikspeichers

Umso mehr Daten bearbeitet werden oder umso höher die Auflösungen werden, umso mehr Speicher wird zum Berechnen benötigt. Allerdings heißt dies nicht, dass mehr Speicher auch gleich mehr Leistung bedeutet. Oftmals werden bestimmte Grafikkarten (z. B. aus Marketinggründen) unter gleichem Namen und mit deutlich mehr Speicher bei ähnlichem Preis angeboten. Dieser Speicher ist jedoch meist deutlich langsamer und über ein kleineres Speicherinterface, welches noch mal die Bandbreite drosselt, angebunden. Im Normalfall wird die Grafikkarte stark durch den langsameren Speicher gebremst und kann diesen gar nicht nutzen. Daher sollte man hier nicht nur auf Zahlen einzelner Komponenten, sondern auf alle sich darauf beziehenden Parameter achten.

interne Übertragungsgeschwindigkeit des Grafikspeichers

Der Speichertyp, das Speicherinterface und die Frequenz geben als Einheit die interne Datenübertragungsgeschwindigkeit vor. Hierfür muss man die Frequenz auf Grund der Technologie mal 2 oder mal 4 (ab GDDR5) nehmen und diese mit den Datenleitungen multiplizieren. In der Regel wird danach noch in Byte (Bit/8) umgerechnet. Die Berechnung der theoretischen Geschwindigkeit wird daher nach folgender Formel durchgeführt.

Als Beispiel soll mir hier die aktuelle HD5870 dienen:

$(\text{Speicherinterface} / 8) * (\text{Speichertakt} * 2) = 256\text{bit} / 8 * 2400\text{Mhz} * 2 = 153,6\text{GByte/s}$

Auswirkung

In allen Fällen kann man eigentlich sagen, dass innerhalb einer Technologie mit Erhöhung der Taktfrequenzen und bei gleichem bzw. vergleichbarem Takt mit Erhöhung der Einheiten, auch die theoretische Leistung steigt.

Die Namen richtig deuten...

Sowohl ATI als auch NVIDIA gestalten die Namen nicht unbedingt zu Gunsten des Käufers. Außerdem ist es schwierig an einem Namen alleine die Leistungsdaten zu erkennen. Hinzu kommt dann noch das Umbenennen alter Technologie, wie NVIDIA es seit der GeForce9-Serie macht. Die komplette GeForce300-Serie besteht zum Beispiel nur aus umbenannten GeForce200-Grafikkarten. In den Listen und Leistungsdaten, die ich unten angehängt habe, kann man das sehr schön nachvollziehen. Hierbei hält ATI eindeutig die klarere Linie.

Generell kann man jedoch bei beiden Herstellern folgende Daten der Namensgebung entnehmen:

Bei ATI kann man den Leistungsindex in der Regel der 2. Ziffer entnehmen. Hierbei gilt je höher, desto besser.

HighEnd:	HD x8x0 - x9x0	(z. B. HD 5870)
MidRange:	HD x6x0 - x7x0	(z. B. HD 5670)
LowEnd:	HD x3x0 - x5x0	(z. B. HD 5450)

Alles darunter ist normaler Weise für Onboardgrafikchips reserviert.

Bei NVIDIA sieht die Sache anders aus, da hier seit der GeForce100-Serie ein Präfix den Leistungsindex darstellen soll.

HighEnd:	GTX	(z. B. GTX 295)
MidRange:	GT < GTS	(z. B. GTS 250)
LowEnd:	G oder kein Suffix	(z. B. G 210)

In beiden Fällen steht die erste Ziffer für die Generation und die dritte Ziffer bei ATI respektive die zweite Ziffer bei NVIDIA für die Leistungsunterteilung. Die letzte Ziffer verwendet ATI eigentlich gar nicht und NVIDIA signalisiert damit meist ein Refresh (siehe unten) der Grafikkarte oder spezielle Karten (zum Beispiel DualGPU).

Im prof. Bereich sieht die Namensgebung wieder etwas anders aus. In beiden Fällen gibt die zweite Ziffer die Generation vor. Die erste wiederum signalisiert den Leistungsindex. Die vorletzte bei den vierstelligen Ziffern wird in wenigen Fällen als Zwischenindex genommen und die letzte wird bis jetzt von beiden Herstellern nicht verwendet.

ATI:

HighEnd:	V7xxx - V8xxx	(z. B. FirePro V8700)
MidRange:	V5xxx	(z. B. FirePro V5700)
LowEnd:	V3xxx	(z. B. FirePro V3700)

NVIDIA:

HighEnd:	3xxx - 5xxx	(z. B. Quadro Fx 5800)
MidRange:	8xx - 1xxx	(z. B. Quadro Fx 1800)
LowEnd:	3xx - 5xx	(z. B. Quadro Fx 580)

Was ist ein Refresh?

Ein Refresh einer Grafikkarte ist eine Art Verbesserung auf Basis der ursprünglichen Grafikkarte. Dies kann bedeuten, dass lediglich das Boardlayout verbessert wurde oder handselektierte Bauteile zum Einsatz kommen oder im besten Falle ein Shrink der GPU durchgeführt wurde. In der Regel dient dies entweder der Verbesserung der thermischen Beschaffenheiten und somit der Nutzung höherer Taktfrequenzen oder um Strom zu sparen bzw. Stromsparsversionen auf den Markt zu bringen.

NVIDIA oder ATI?

Betrachten wir zunächst die aktuellen Generationen der beiden Hardwareschmieden.

Seit der ATI HD5xxx-Generation, hat sich nämlich einiges getan. Die aktuell schnellste Grafikkarte ist die DUAL-GPU "ATI HD5970", welche mit zwei RV870-GPU's bestückt ist, die ebenfalls in der HD5870 und HD5850 verwendet werden. Die Krone der Single-GPU-Grafikkarten hält im Moment allerdings NVIDIA mit der aktuell erschienenen GTX480. Die jedoch mit einer angegebenen MGCP (**M**aximum **G**raphics **C**ard **P**ower) von 250W den Bogen sehr weit spannt. Dieser Wert ist mit dem von ATI angegebenen Wert TDP (**T**ermal **D**esign **P**ower) nicht direkt vergleichbar, da der TDP-Wert den tatsächlichen Maximalwert der Verlustleistung und der unter MGCP angegebene Wert einer unter Normalbetrieb zu erwartende Maximalleistung, die wiederum jedoch deutlich niedriger als die tatsächliche Maximallast sein kann, entspricht. Jeder würde nun zurecht denken, dass der Name etwas anderes aussagt. Dem ist aber nicht so und so wurden bei der GTX480 zum Teil maximale Leistungen von über 300W und teilweise gar 360W gemessen. Dies hat zur Folge, dass sich die GPU mit dem Referenzkühler bis auf eine Temperatur von 97°hochschaukelt und der Lüfter mit ca. 68db ordentlich Radau macht. Im Vergleich dazu liegt die Maximalleistung der HD5870, die nur minimal langsamer ist, leicht über dem Wert der TDP-Angaben von etwas unter 200W. Selbst die HD5970 bleibt mit zwei GPU's und ihren knapp 300W genügsamer und ist dabei aber deutlich performanter. Die eigentliche Frage ist damit leider immer noch nicht beantwortet. Dies wird sich in Gänze auch mit den folgenden Sätzen nicht ändern, denn NVIDIA hat die Nase vorn bei GPGPU-Berechnungen und unterstützt das hauseigene bzw. aufgekaufte PhysX hardwareseitig. Die GTX4-Serie(Codename GF100) hat einen unwahrscheinlichen Leistungsvorteil bei Anwendung bestimmter DX11-Features wie z.B. der "Tesselation" oder "DirectCompute", bei denen alle ATI-Karten durchweg bei Aktivierung in ihrer Leistung zusammenbrechen. Zur Zeit unterstützten allerdings nur sehr wenige Spiele (z. B. Metro2033) diese Features und von Programmen brauchen wir in naher Zukunft noch gar nicht zu sprechen. Ebenfalls werden durch Deaktivieren der einzelnen Features die Spiele keine anderen. Dennoch bleibt abzuwarten, wie sich die Programme entwickeln und welche Features in der Zukunft verwendet werden. Allerdings stellt sich mir im Moment zu mindestens im HighEnd-Bereich die Frage, ob überhaupt DirektX11 unterstützt werden muss. Die vorletzte Generation gehört nämlich immer noch nicht zum "alten Eisen" und sollte nicht außer Acht gelassen werden. Sowohl die GTX275 (ca. 200€) als auch die HD4890 (ca. 180€) spielen noch ganz oben mit und lassen eigentlich jedes Spiel mit höchsten Einstellungen, abzüglich der DirectX11-Features natürlich, ruckelfrei über den Bildschirm wandern. Im MidRange und LowEnd-Bereich stellt sich die Frage eigentlich nicht, da die Preise des Nachfolgers an den des Vorgängers angepasst wurden. Zum Beispiel kostet eine HD5450 (ca. 35€) und liegt mit der Leistung knapp über einer HD4550 (ca. 35€). Auch die Tatsache, dass die kleinen Modelle eigentlich nicht in der Lage sind DirectX11-Titel

überhaupt ruckelfrei wiedergeben zu können, ändert nichts daran. Wenn ich mir den Leistungsindex, die dazu gehörigen Preise und den Verbrauch anschau, dann wäre meine Tendenz zur Zeit klar in Richtung ATI HD5xxx-Serie. Da das Preis-/Leistungsverhältnis in der kompletten Range von ATI angeführt wird, fällt meine Empfehlung beim Spielmarkt, solange NVIDIA dem nichts entgegenzusetzen hat bzw. bestimmte DirectX-Features als Kriterium angesehen werden, ganz klar auf ATI. Wer allerdings unbedingt alle Features verwenden möchte und aus diesem Grund für zukünftige DirectX11-Titel auf Nummer Sicher gehen möchte, der muss sich dies an Hand der GTX480 oder GTX470 nicht nur finanziell teuer erkaufen.

Im Workstationbereich sieht die Sache wieder anders aus, da meiner Meinung nach in Sachen Leistung und Treiber hier NVIDIA die Nase vorne hat. Allerdings kann man dazu keine klare Aussage treffen, da dies von Programm zu Programm völlig anders sein kann. Wenn man zum Beispiel UGNX betrachtet, dann steht diese zu mindestens in Benchmarks mit einer ATI besser dar. Anders sieht es zum Beispiel mit CATIA aus, denn dieses scheint wiederum mit NVIDIA besser zu harmonieren. Ebenfalls ist nicht die "größte" Grafikkarte auch immer die beste, da manche Programme eher CPU-lastig sind und manche mehr die Grafikkarte in beschlag nehmen. Daher sollte jeder vorher auf sein Programm bezogen prüfen bzw. schauen, welche die beste Leistung zur Verfügung stellt. Wenn es sich um mehrere Programme handelt, dann sollte man sich am besten entweder auf das Programm mit den größten Ansprüchen oder auf das mit der die meiste Zeit gearbeitet wird konzentrieren. In Anbetracht der Leistung und der Tatsache, dass es diese Karte schon ab 390€ gibt, würde ich in den meisten Fällen zur Zeit immer noch die Quadro Fx1800 oder den kleineren Bruder Fx580 empfehlen. Die Mehrleistung einer größeren Karte ist, außer beim Thema Rendering, fragwürdig und nur mit bestimmten Programmen wirklich nutzbar bzw. nur in Extremfällen spürbar. So kann es natürlich durchaus sein, dass mehr Leistung auf Grund der Geometrie benötigt wird. Hierfür muss sich jedoch schon einiges an Geometrie auf dem Bildschirm tummeln. Die Aussage ist natürlich schwammig, aber eine bessere Aussage kann ich leider nicht treffen, da der Leistungshunger bzw. der Nutzen sehr stark von der Applikation selbst, der Geometrie und der Datenmenge abhängig ist. Ebenfalls sind neue Features, die zum Beispiel von OpenGL4.0 (Tesselation und DirectCompute) mitgegeben werden, nur interessant, wenn diese auch vom Programm unterstützt werden. Es stehen von beiden Herstellern die neuen Workstationkarten schon in den Startlöchern und werden in den kommenden Wochen auf dem Markt erscheinen bzw. verfügbar. Hier muss man abwarten und schauen, wie sich die Mehrleistung tatsächlich auf die jeweiligen Programme auswirkt.

Was bedeutet SLI und Crossfire?

Die Technologie namens SLI von NVIDIA und Crossfire (CF) von ATI ermöglicht es mehrere Grafikkarten gleichen Typs parallel zu betreiben. Hierbei werden die Karten über eine Brücke miteinander verbunden und teilen sich theoretisch die Arbeit der Berechnung. Im Normalfall bedeutet dies, dass die eine Grafikkarte die obere Hälfte des Bildes und die andere die untere Hälfte des Bildes berechnet. Hierbei soll es zu einer theoretischen Verdopplung der Leistung kommen, was allerdings nur in den wenigsten Fällen der Fall ist. In der Regel kann man von einem Sprung zwischen 50-70% rechnen, wovon der größte Nutzen eher in sehr hohen Auflösung (>= 1920*1080) mit maximalen Details, aktiviertem Antialiasing, aktivierter Anisotrope Filterung und so weiter liegt. Nach Stand der heutigen Technik besteht die

Möglichkeit mit den Spitzenmodellen der Mainboards bis zu 4 Grafikkarten im so genannten 4Way-SLI oder -CrossfireX zusammen werkeln zulassen. Es gibt sogar einzelne Mainboards, die es ermöglichen 7 Grafikkarten mit den Abmessungen eines Slots zu verbauen. Hierbei sind die Skalierungen nach oben aber je nach Karte sehr unterschiedlich. Eine weitere Möglichkeit besteht bei NVIDIA darin auf einer zusätzlichen kleineren Karte (ab der Geforce 8000er-Serie) die PhysX-Berechnungen durchführen zu lassen, um so sowohl die Hauptgrafikkarte und zusätzlich sogar die CPU zu entlasten. Hinzukommen noch Technologien wie Hybrid-SLI und Hybrid-Crossfire, die es ermöglichen in Verbindung einer integrierten Chipsatzgrafik und einer zusätzlich verbauten Grafikkarte entweder Strom zu sparen, indem bei minimaler Auslastung einfach die integrierte Grafik die Arbeit übernimmt, oder zusätzliche Leistung, durch Zusammenarbeit beider, zu beziehen. Wenn man sich mal Preise von MidRange-Karten anschaut und die Leistungsdaten vergleicht, dann stellt man sehr schnell fest, dass sich eine SLI oder CF Konfiguration durchaus lohnen und nicht nur für Enthusiasten in Frage kommen kann. So sind z. B. 2*HD5770(ab 120€/Stück) im CF-Betrieb etwas schneller als eine HD5870(ab 360€/Stück) bei einem Drittel weniger Kosten.

Was ist denn der Unterschied zwischen DualGPU und SLI oder CF?

Der größte Unterschied liegt wohl in der Tatsache, dass bei einer DualGPU-Karte die beiden Chips auf einem Boardlayout verbaut sind und somit "mechanisch" nur ein Slot benötigt wird. Außerdem kommen hier zusätzlich physikalische und elektronische Gesetze zum tragen. Daher ist zum Beispiel die Zusammenarbeit und Datenübertragung der beiden GPU's gesteuert auf dem gleichen Board deutlich besser, da die Daten nicht über einen zusätzlichen BUS laufen müssen. Andererseits kann in den meisten Fällen eine DualGPU-Karte auf Grund thermischer Probleme nicht mit den gleichen Maximaltaktraten wie die normale Einzelkarte betrieben werden, da die Abwärme für 2 solcher Chips gewährleistet sein muss.

Unterschiede zwischen Spielegrafikkarten und den Pendants der Workstation

Wir alle fragen uns, wo genau die tatsächlichen Unterschiede zwischen einer Spielekarte und den Pendants der Workstationwelt ist. Die Antwort darauf ist eigentlich ziemlich simpel, denn der größte Unterschied, ist eigentlich der Treiber bzw. wird durch den Treiber verursacht. Die Workstationgrafikkarten selbst basieren auf der selben Technologie und dem gleichen Chip, wie es im Reich der Spiele der Fall ist. Es werden zusätzlich lediglich Änderungen am Boardlayout und der Serie entsprechend Beschneidungen für die einzelnen Leistungsabstufungen vorgenommen. Dies ist jedoch auch bei Spielegrafikkarten der Fall, da diese zum Teil ebenfalls künstlich beschnitten werden, um z.B. eine Leistungslücke der Serie zu füllen. Die Treiber sind allerdings das "Tor" zwischen Soft- und Hardware und stellen Funktionen zur Verfügung oder eben nicht. Daher ist es nicht verwunderlich, dass nur die Treiber für Workstationgrafikkarten in Bezug auf OpenGL-Anwendungen optimiert und zertifiziert sind. Allerdings muss man sagen, dass alleine die Treiber, die für OpenGL-Anwendungen optimiert sind, schon mehrere hundert Prozent Leistungsunterschied ausmachen können. Im aktuellen Fall der Fermi-Grafikkarte hat NVIDIA angekündigt, die Spielegrafikkarten im Bereich der GPGPU-Berechnungen stark zu beschneiden. Allerdings möchte ich an dieser Stelle weder NVIDIA noch ATI an den Pranger stellen, da sich hier beide nichts nehmen und dies auf Grund der Fertigung ein logisches Handeln ist. Sie fragen sich nun, was daran logisch sein soll? Ich möchte die Preisstrategie nicht gut heißen, allerdings ist klar, dass die Produktion vieler identischer Chips günstiger ist und man nicht

vergessen darf, dass alle Hersteller die Hardware testen und zertifizieren müssen bzw. die Treiber der Grafikkarte auf die Programme abgestimmt werden müssen. Dadurch entstehen zusätzliche Kosten, die über diese Art eben nicht an alle, sondern lediglich an die, die diese Vorteile nutzen möchten, weitergegeben werden.

Auflistung aktueller Chips und Grafikkarten

Chips	Fertigung nm	Transistoren Mio.	DIE-Fläche mm ²	ROP's	SP's	TMU's	DirectX / OpenGL
nVidia							
G92	65	754	324	16	128	64	10 / 3.3
G96	65	505	240	16	64	32	10 / 3.3
G92b	55	754	276	16	128	64	10 / 3.3
GT200	65	1400	576	32	240	80	10 / 3.3
GT200b	55	1400	470	32	240	80	10 / 3.3
GT215	40	727	144	8	96	32	10.1 / 3.3
GT216	40	486	100	8	58	16	10.1 / 3.3
GT218	40	260	57	4	16	8	10.1 / 3.3
GF100	40	3000	529	48	512	64	11 / 4.0
ATI							
RV620	55	181	64	4	40	8	10.1 / 3.2
RV710	55	242	72	4	80	8	10.1 / 3.2
RV730	55	514	146	8	320	32	10.1 / 3.2
RV740	40	826	137	16	640	32	10.1 / 3.2
RV770	55	956	256	16	800	40	10.1 / 3.2
RV790	55	959	282	16	800	40	10.1 / 3.2
RV810	40	292	63	4	80	8	11 / 3.2(4.0)
RV830	40	627	104	8	400	20	11 / 3.2(4.0)
RV840	40	1040	166	16	800	40	11 / 3.2(4.0)
RV870	40	2150	334	32	1600	80	11 / 3.2(4.0)

nVidia GeForce 200-Series											
Modell Desktop	Chip	ROP's	SP's	TMU's	Chiptakt Mhz	Shadertakt Mhz	Speicher MByte	Takt Mhz	Typ	Interface	Leistung MGCP
Geforce 210	GT218	4	16	8	589	1402	512	500	DDR2	64 bit	30.5W
Geforce G210					615	1335	1024	790	DDR3		
Geforce GT 220	GT216	8	48	16	625	1360	512	1000	GDDR3	128 bit	58W
Geforce GT 240	GT215	8	96	32	550	1340	1024	1000	DDR3	128 bit	69W
							512	(850)	GDDR5		
Geforce GTS 240	G92b	16	112	56	675	1620	1024	1100	GDDR3	256 bit	120W
Geforce GTS 250	G92b	16	128	64	738	1836	512	1100	GDDR3	256 bit	150W
							1024				
Geforce GTX 260	GT200 GT200b	28	192 216	64 72	576	1242	896	999	GDDR3	448 bit	183W
Geforce GTX 275	GT200b	28	240	80	633	1404	896	1134	GDDR3	448 bit	219W
Geforce GTX 280	GT200	32	240	80	602	1296	1024	1107	GDDR3	512 bit	236W
Geforce GTX 285	GT200b	32	240	80	648	1476	1024	1242	GDDR3	512 bit	204W
Geforce GTX 295	2* GT200b	2* 28	2* 240	2* 80	576	1242	2* 896	999	GDDR3	2* 448 bit	289W
Mobile											
Geforce G210M	GT218	4	16	8	625	1500	512	800	GDDR3	64 bit	14W
Geforce GT 230M	GT216	8	48	16	500	1100	1024	800	GDDR3	128 bit	23W
Geforce GT 240M	GT216	8	48	16	550	1210	1024	800	GDDR3	128 bit	23W
Geforce GTS 250M	GT215	8	96	32	500	1250	1024	1600 (800)	GDDR5	128 bit	28W
Geforce GTS 260M	GT215	8	96	32	550	1375	1024	1800 (900)	GDDR5	128 bit	38W
Geforce GTX 260M	G92b	16	112	56	550	1375	1024	950	GDDR3	256 bit	k. A.
Geforce GTX 280M	G92b	16	128	64	585	1463	1024	950	GDDR3	256 bit	k. A.
Geforce GTX 285M	G92b	16	128	64	576	1500	1024	1020	GDDR3	256 bit	k. A.

**nVidia
GeForce
300-Series**

Modell Desktop	Chip	ROP's	SP's	TMU's	Chiptakt Mhz	Shadertakt Mhz	Speicher MByte	Takt Mhz	Typ	Interface	Leistung MGCP
Geforce 310	GT218	4	16	8	589	1402	512	500	DDR2	64 bit	30,5W
Geforce 315	GT216	4	48	16	475	1100	512	790	DDR3	64 bit	33W
Geforce GT 320	GT215	8	72	24	540	1302	1024	790	DDR3	128 bit	69W
Geforce GT 330	G92b	8	96	48	550	1340	1024	500	DDR2	128 bit	75W
		1536					192 bit				
		2048					256 bit				
Geforce GT 340	GT215	8	96	32	550	1340	1024	1700 (850)	GDDR5	128 bit	69W
Mobile											
Geforce 305M	GT218	4	16	8	k. A.	1145	512	700	GDDR3	64 bit	k. A.
Geforce 310M	GT218	4	16	8	k. A.	1500	512	800	GDDR3	64 bit	14W
Geforce GT 325M	GT216	8	48	16	k. A.	1210	1024	800	GDDR3	128 bit	23W
Geforce GT 330M	GT216	8	48	16	k. A.	1265	1024	800	GDDR3	128 bit	k. A.
Geforce GT 335M	GT215	8	72	24	k. A.	1210	1024	800	GDDR3	128 bit	k. A.
Geforce GTS 350M	GT215	8	96	32	k. A.	1250	1024	2000 (1000)	GDDR5	128 bit	k. A.
Geforce GTS 360M	GT215	8	96	32	k. A.	1435	1024	2000 (1000)	GDDR5	128 bit	k. A.

**nVidia
GeForce
400-Series**

Modell Desktop	Chip	ROP's	SP's	TMU's	Chiptakt Mhz	Shadertakt Mhz	Speicher MByte	Takt Mhz	Typ	Interface	Leistung MGCP
Geforce GTX 470	GF100	40	448	56	607	1215	1280	1676 (838)	GDDR5	320 bit	215W
Geforce GTX 480	GF100	48	480	60	700	1401	1536	1848 (924)	GDDR5	384 bit	250W

ATI HD4xxx										
Modell Desktop	Chip	ROP's	SP's	TMU's	Chiptakt Mhz	Ram MByte	Takt Mhz	Typ	Interface	Leistung TDP
Radeon HD 4200	RV620	4	40	8	500	shared	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Radeon HD 4290	RV620	4	40	8	700	shared	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Radeon HD 4350	RV710	4	80	8	600	256	500	DDR2	64 bit	20W
Radeon HD 4550	RV710	4	80	8	600	512	800	DDR3	64 bit	25W
Radeon HD 4650	RV730	8	320	32	600	512 1024	500	DDR2	128 bit	48W
Radeon HD 4670	RV730	8	320	32	750	512 1024	1000 900	GDDR3 DDR3	128 bit	59W
Radeon HD 4730	RV770	8	640	32	700	512	1800 (900)	GDDR5	128 bit	110W
Radeon HD 4750	RV740	16	480	24	730	512	1600 (800)	GDDR5	128 bit	78W
Radeon HD 4770	RV740	16	640	32	750	512	1600 (800)	GDDR5	128 bit	80W
Radeon HD 4830	RV770	16	640	32	575	512	900	GDDR3	256 bit	110W
Radeon HD 4850	RV770	16	800	40	625	512 1024	993	GDDR3	256 bit	114W
Radeon HD 4870	RV770	16	800	40	750	512 1024	1800 (900)	GDDR5	256 bit	157W
Radeon HD 4890	RV790	16	800	40	850	1024	1950 (975)	GDDR5	256 bit	190W
Radeon HD 4850 X2	2* RV770	2* 16	2* 800	2* 2x 40	625	2* 1024	993	GDDR3	2* 256 bit	226W
Radeon HD 4870 X2	2* RV770	2* 16	2* 800	2* 2x 40	750	2* 1024	1800 (900)	GDDR5	2* 256 bit	286W

ATI HD4xxx										
Modell Mobile	Chip	ROP's	SP's	TMU's	Chiptakt Mhz	Ram MByte	Takt Mhz	Typ	Interface	Leistung TDP
Mobility HD 4330	RV710	4	80	8	450	256 512	600	DDR2	64 bit	8W
Mobility HD 4530	RV710	4	80	8	500	512 1024	700	DDR3	64 bit	12W
Mobility HD 4570	RV710	4	80	8	680	512 1024	800	DDR3	64 bit	15W
Mobility HD 4650	RV730	8	320	32	450 550	512 1024	600 800	DDR3	128 bit	25W 28W
Mobility HD 4670	RV730	8	320	32	675	512 1024	800	GDDR3	128 bit	30W
Mobility HD 4830	RV740	16	640	32	450 600	512 1024	800 900	GDDR3	128 bit	k. A.
Mobility HD 4850	RV770	16	800	40	500	512 1024	850	GDDR3	256 bit	k. A.
Mobility HD 4860	RV740	16	640	32	650	512 1024	2000 (1000)	GDDR5	128 bit	k. A.
Mobility HD 4870	RV770	16	800	40	550	512 1024	1776 (888)	GDDR5	256 bit	k. A.

ATI HD5xxx										
Modell Desktop	Chip	ROP's	SP's	TMU's	Chiptakt Mhz	RAM MByte	Takt Mhz	Typ	Interface	Leistung TDP
Radeon HD 5450	RV810	4	80	8	650	512	500 800	DDR2 DDR3	64 bit	19W
Radeon HD 5550	RV830	8	320	16	550	512	400 667 - 800	DDR2 DDR3	128 bit	40W
Radeon HD 5570	RV830	8	400	20	650	512	900	DDR3	128 bit	43W
Radeon HD 5670	RV830	8	400	20	775	512	2000 (1000)	GDDR5	128 bit	61W
Radeon HD 5750	RV840	16	720	36	700	512 1024	2300 (1150)	GDDR5	128 bit	86W
Radeon HD 5770	RV840	16	800	40	850	1024	2400 (1200)	GDDR5	128 bit	108W
Radeon HD 5830	RV870	16	1120	56	800	1024	2000 (1000)	GDDR5	256 bit	175W
Radeon HD 5850	RV870	32	1440	72	725	1024	2000 (1000)	GDDR5	256 bit	170W
Radeon HD 5870	RV870	32	1600	80	850	1024 2048	2400 (1200)	GDDR5	256 bit	188W
Radeon HD 5970	RV870	2* 32	2* 1600	2* 80	2* 725	2* 1024	2000 (1000)	GDDR5	2* 256 bit	294W

ATI HD5xxx										
Modell Mobile	Chip	ROP's	SP's	TMU's	Chiptakt Mhz	RAM MByte	Takt Mhz	Typ	Interface	Leistung TDP
Mobility HD 5145	RV710	4	80	8	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	64 bit	k. A.
Mobility HD 5165	RV730	8	320	32	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	128 bit	k. A.
Mobility HD 5430	RV810	4	80	8	550	k. A.	800	DDR3	64 bit	7W
Mobility HD 5450	RV810	4	80	8	675	k. A.	800	DDR3	64 bit	11W
Mobility HD 5470	RV810	4	80	8	750	k. A.	900 900 (1800)	DDR3 GDDR5	64 bit	13W 15W
Mobility HD 5650	RV830	8	400	20	450 650	1024	800	DDR3 GDDR3	128 bit	15W 19W
Mobility HD 5730	RV830	8	400	20	650	1024	800	DDR3 GDDR3	128 bit	26W
Mobility HD 5750	RV830	8	400	20	550	1024	800 (1600)	GDDR5	128 bit	25W
Mobility HD 5770	RV830	8	400	20	650	1024	800 (1600)	GDDR5	128 bit	30W
Mobility HD 5830	RV840	16	800	40	500	1024	800	GDDR3	128 bit	24W
Mobility HD 5850	RV840	16	800	40	500 625	1024	900 1000 (2000)	GDDR3 GDDR5	128 bit	30W 39W
Mobility HD 5870	RV840	16	800	40	700	1024	1000 (2000)	GDDR5	128 bit	50W

nVidia Quadro FX-Series								
Modell Desktop	Chip	Chiptakt Mhz	Speicher MByte	Typ	Takt Mhz	Interface	Leistung MGCP	Pendant**
Quadro FX 380	G96	450	256	GDDR3	700	128bit	34W	9500GT
Quadro FX 380 LP	k. A. (GT218)	450	256	GDDR3	700	128bit	34W	G210
Quadro FX 580	G96	550	512	DDR3	800	128bit	40W	9500GT
Quadro FX 1800	G92	550	768	GDDR3	800	192bit	59W	9600GSO
Quadro FX 3800	GT200	k. A.	1024	GDDR3	800	256bit	107W	GTX260
Quadro FX 4800	GT200	600	1536	GDDR3	800	384bit	150W	GTX260
Quadro FX 5800	GT200	650	4096	GDDR3	816	512bit	189W	GTX280
Mobile								
Quadro FX 380M	k. A. (GT218)	k. A.	512	DDR3	k. A.	64bit	25W	
Quadro FX 880M	k. A. (GT216)	k. A.	1024	DDR3	k. A.	128bit	35W	
Quadro FX 1800M	k. A. (GT215)	k. A.	1024	GDDR5	k. A.	128bit	45W	
Quadro FX 2800M	k. A. (GT200)	k. A.	1024	GDDR3	k. A.	256bit	75W	
Quadro FX 3800M	k. A. (GT200)	k. A.	1024	GDDR3	k. A.	256bit	100W	

ATI Fire-Series								
Modell * ³ Desktop	Chip	Chiptakt Mhz	Speicher MByte	Typ	Takt Mhz	Interface	Leistung TDP	Pendant * ²
FireGL V3600	k. A. (R600)	k. A.	256	GDDR2	k. A.	k. A.	k. A.	(HD 2900)
FireGL V5600	k. A. (R600)	k. A.	512	GDDR4	k. A.	k. A.	k. A.	(HD 2900)
FireGL V7700	RV670	k. A.	512	GDDR4	k. A.	k. A.	k. A.	HD 3800
FireGL V8600	R600	k. A.	1024	GDDR4	k. A.	512bit	k. A.	HD 2900
FireGL V8650	R600	k. A.	2048	GDDR4	k. A.	512bit	k. A.	HD 2900
FirePro V3700	RV620	k. A.	256	GDDR3	940	64bit	k. A.	HD 3400
FirePro V3750	RV730	k. A.	256	GDDR3	760	128bit	k. A.	HD 4600
FirePro V5700	RV730	k. A.	512	GDDR3	900	128bit	k. A.	HD 4600
FirePro V7750	RV770	k. A.	1024	GDDR3	k. A.	128bit	k. A.	HD 4800
FirePro V8700	RV770	k. A.	1024	GDDR5	1700 (850)	256bit	k. A.	HD 4800
FirePro V8750	RV770	750	2048	GDDR5	1800 (900)	256bit	k. A.	HD 4800
FirePro V8800	RV870	825	2048	GDDR5	2300 (1150)	256bit	k. A.	HD 5800

* Die in Klammern stehenden Informationen sind lediglich geschätzte Angaben.

*² Die Angaben der Spielependants sind lediglich als Richtwert zu betrachten, da die prof. Karten zum Teil modifiziert oder beschnitten sind.

*³ Leider konnte ich keinerlei verwertbare Informationen zu aktuellen Notebookvarianten von ATI finden, daher habe ich diese kurzerhand wegelassen.