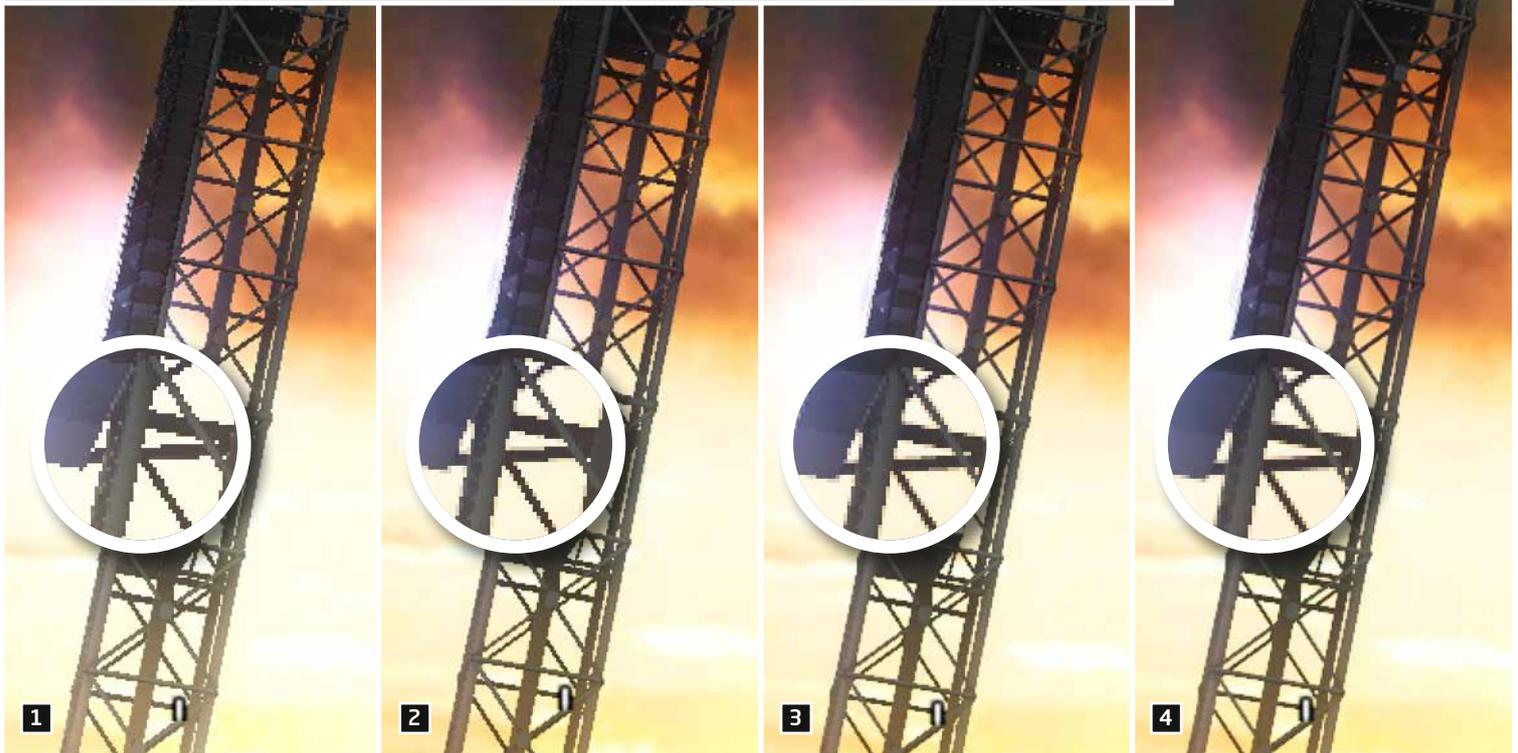


Kantenglättung

Kantenglättung glättet Kanten – soweit klar. Aber was ist der Unterschied zwischen Multi Sampling und Super Sampling? Und was bedeuten Narrow-tent, Wide-tent oder Edge-detect? In diesem Artikel erklären wir die wichtigsten Kantenglättungsmodi und deren Unterschiede. Von Hendrik Weins

- 1 Ohne Kantenglättung verpixeln die vielen verschränkten Metallstreben des Krans deutlich sichtbar.
- 2 Bereits mit zweifachem Multi Sampling (2x MSAA) sind die Kanten des Krans deutlich geglättet.
- 3 Mit vierfacher Kantenglättung sehen Sie erneut eine Verbesserung gegenüber 2x MSAA.
- 4 Erst mit 8x MSAA werden die Streben des Krans optimal geglättet – das kostet aber gehörig Leistung.



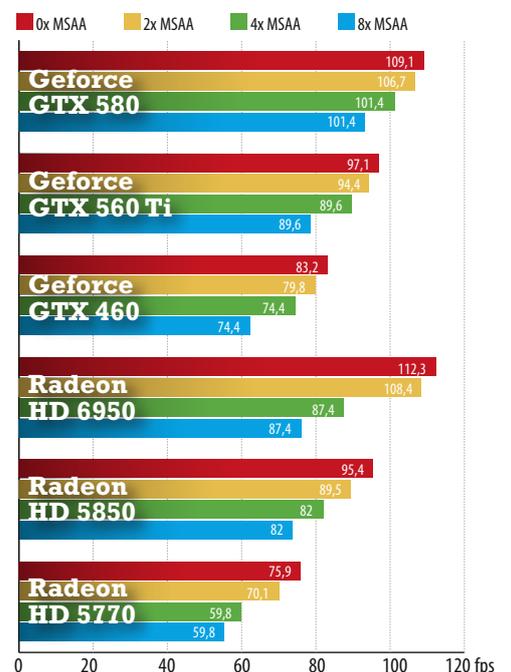
Multisampling Anti-Aliasing (MSAA)

Multisampling Anti-Aliasing (MSAA) ist die bekannteste und weit verbreitetste Form der Kantenglättung, sämtliche Grafikkarten von AMD und Nvidia und nahezu alle aktuellen Spiele beherrschen diese Art der Treppchenbeseitigung. Im Gegensatz zu Full Scene Anti Aliasing (FSAA), einem der

4x MSAA packt so gut wie jede Karte.

ersten AA-Modi, mit dem Voodoo-Karten schon im Jahr 2000 zurechtkamen, glättet MSAA aber lediglich die Polygonkanten. Die Technik erzeugt also nicht das ganze Bild in einer höheren Auflösung, um es im nächsten Schritt wieder auf die Auflösung

des Monitors anzupassen. Durch diesen Trick arbeitet MSAA spürbar effektiver als FSAA – auch wenn die Bildqualität nicht ganz das Niveau von FSAA erreicht. Der Leistungsverlust durch MSAA ist vergleichsweise gering, die Bildqualität profitiert aber sichtbar. In unserem Beispiel *Call of Duty: Black Ops* sinkt die durchschnittliche Bildwiederholrate bei zweifachem Multi Sampling gegenüber 0x MSAA lediglich um etwa fünf Prozent, 8x MSAA zieht hingegen bereits bis zu 20 Prozent Leistung. Während Geforce GTX 460 oder Radeon HD 5770 mit achtfachem MSAA gut ein Viertel ihrer Leistung verlieren, reduziert sich die Bildwiederholrate bei der Geforce GTX 580 nur um 15 Prozent. Je schneller die eigentliche Karte, desto weniger Leistung frisst MSAA.



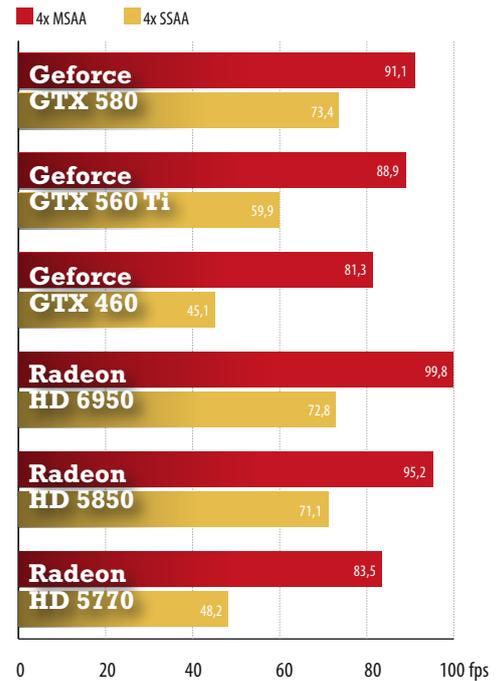
Super Sampling

Super Sampling Anti Aliasing (SSAA) ist eine Art des Full Screen Anti Aliasing (FSAA) und glättet im Vergleich zu MSAA nicht nur Polygonkanten, sondern auch Texturen sowie Shader-Effekte zuverlässig. Vereinfacht funktioniert SSAA so: Das Bild

Super Sampling kostet immens viel Leistung!

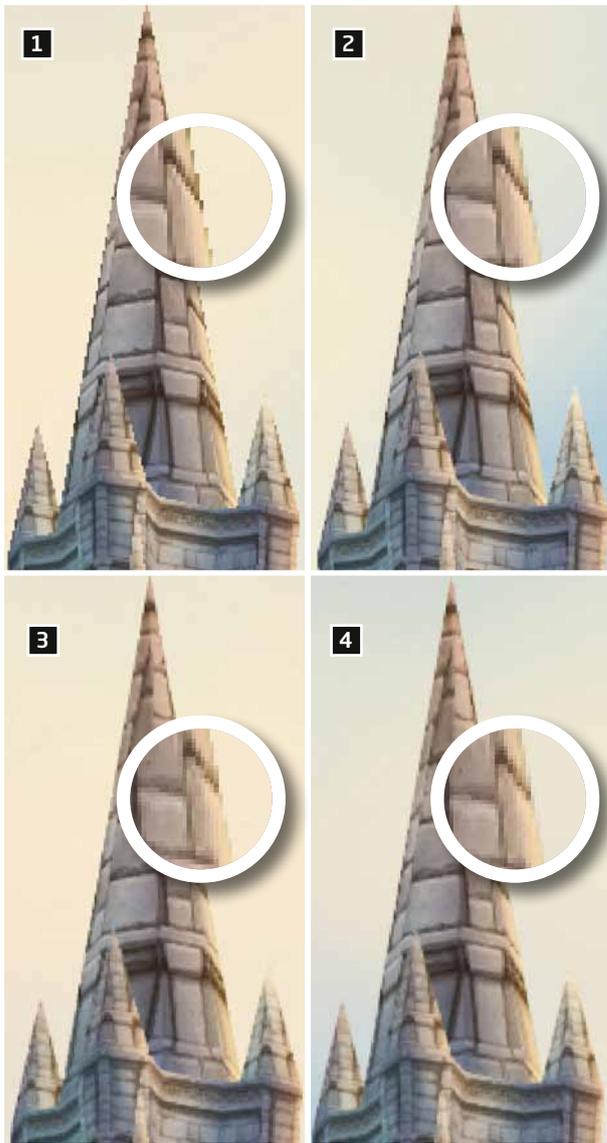
wird mit einer deutlich höheren Auflösung als der im Spiel eingestellten berechnet, und dann wieder auf den Monitor angepasst. Nachteil dieser Methode: Sie frisst ungemein viel Leistung. Zudem funktioniert sie offiziell nur unter DirectX 9. Aber Nvidia bietet mit dem SSAA-Tool ein separates Programm an, um SSAA auch unter DirectX 10 und 11 zu nutzen. Im Spieletest mit **Dragon Age 2** sind die Vorteile von Super

Sampling deutlich zu erkennen: Nur mit SSAA verschwindet der Moiré-Effekt auf der Treppe. Dabei ist SSAA auf Geforce-Karte deutlich unschärfer als auf Radeon-Modellen. Die Erklärung: Mit Super Sampling ändert sich der Wert des LOD-Bias (eine Level-of-Detail-Einstellung), der festlegt, ab welcher Nähe zum Betrachter höher aufgelöste Texturen verwendet werden. Während AMD in den Treibern des Catalyst den LOD-Bias automatisch an die SSAA-Einstellung anpasst und so optimale Schärfe liefert, müssen Geforce-Besitzer mit dem Tool Inspector von www.GameStar.de/Quicklink/7436 nachhelfen. Die Leistung bricht je nach Grafikkarte mit Super Sampling allerdings um fast die Hälfte ein. Eine Einsteigerplatte wie die Radeon HD 5770 kracht von durchschnittlich 83,5 fps mit 4x MSAA auf 48,2 fps mit SSAA herunter, der High-End-Grafikkarte Geforce GTX 580 macht SSAA mit einem Verlust von knapp 20 Prozent spürbar weniger aus.

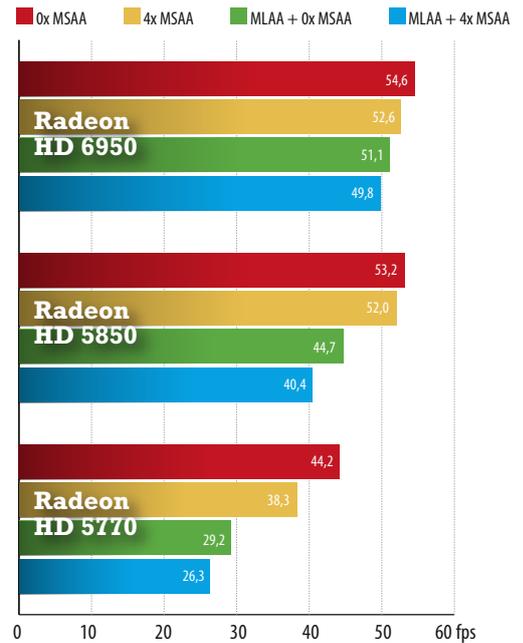


- 1 Vierfaches Multi Sampling sorgt zwar für glatte Kanten an den Säulen oder dem Torbogen in der Mitte des Bildes, doch der Moiré-Effekt an der Treppe stört noch immer.
- 2 Nvidias Super Sampling verhindert zwar den Moiré-Effekt zuverlässig, verunstaltet durch einen zu hohen LOD-Bias aber das Bild mit einer unscharfen Darstellung.
- 3 AMDs SSAA-Modus setzt hingegen den LOD-Bias korrekt. So bleibt das Bild gestochen scharf und auch der Moiré-Effekt verschwindet. Der Leistungseinbruch ist aber signifikant.

Morphological Antialiasing (AMD)



- 1** Starke Kontraste machen die Notwendigkeit von Kantenglättung besonders deutlich.
- 2** Vierfaches Multi Sampling wirkt dem Treppeneffekt entgegen: Die Turmspitze hat glatte Kanten.
- 3** Mit AMDs Morphological AA verschwinden zwar die Kanten, aber auch die Bildschärfe.
- 4** Die Kombination aus MSAA und MLAA liefert zwar saubere Kanten, bringt aber insgesamt dennoch eher eine Verschlechterung gegenüber 4x MSAA.



Morphological Antialiasing ist ein Kantenglättungsmodus, der nur von AMDs Radeon-Modellen unterstützt wird, und das auch erst seit der Radeon-HD-6800er-Serie. Im Vergleich zu normalem MSAA arbeitet MLAA als reiner Post-Processing-Filter. Das bedeutet, dass die Kantenglättung nicht bereits bei der Entstehung des Bildes angewendet, sondern über das bereits fertige Bild gelegt wird, bevor es an den Monitor geschickt wird. Dabei untersucht MLAA das Bild auf Kanten mit einem starken Kontrast, beispielweise die Spitze des Turmes vor den weißen Wolken in unserem WoW-Testbild. Im nächsten Schritt verwischt MLAA die Konturen leicht und erzeugt so den Eindruck von geglätteten Kanten. Da die Technik allerdings das ganze Bild anfasst, werden auch Kanten geglättet beziehungsweise verwischt, die besser unangetastet bleiben sollten – zum Beispiel Schriften im Chat oder Ähnliches. Bei der Leistung kann MLAA nur bedingt überzeugen. Je nach Grafikkarte frisst MLAA bis zu 35 Prozent Leistung und liefert dabei ein sichtbar schlechteres Bild als 4x MSAA.

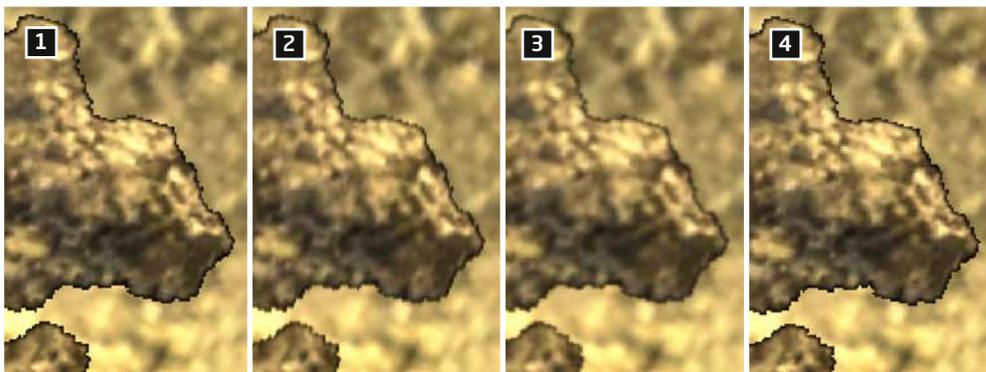
MLAA ist unscharf und unperformant.

Custom Filter Antialiasing (AMD)

Neben normalem MSAA unterstützten die Radeon-HD-5000-Karten noch angepasste Kantenglättungsmodi (CFAA), AMD nennt diese »Narrow-tent«, »Wide-tent« sowie »Edge-detect«. Im Gegensatz zu herkömmlichem MSAA (im Treiber »Box« genannt) beziehen diese Verfahren zusätzliche Pixel in der Nachbarschaft der zu glättenden Pixel mit in die Berechnung ein. Das sorgt auf

der einen Seite für weichere Übergänge an harten Kanten, hat aber auch den Nebeneffekt, dass das komplette Bild unscharf wird. Wide-tent reagiert hierbei etwas aggressiver als Narrow-tent, da mehr und weiter entfernte Subpixel zum Einsatz kommen. Der Edge-detect-Modus geht subtiler vor und glättet nur die Polygon-Kanten mit CFAA. Dadurch vermatscht nicht mehr das

ganze Bild, sondern nur Teilbereiche. Allerdings kamen nicht alle Spiele problemlos mit den CFAA-Modi zurecht und produzierten teilweise Bildfehler, weshalb AMD bei der Radeon-HD-6000-Serie die Modi Narrow- und Wide-tent gestrichen hat. Auf die Leistung haben die unterschiedlichen CFAA-Einstellungen wenig Einfluss, sie benötigen nur wenig mehr als normales MSAA.



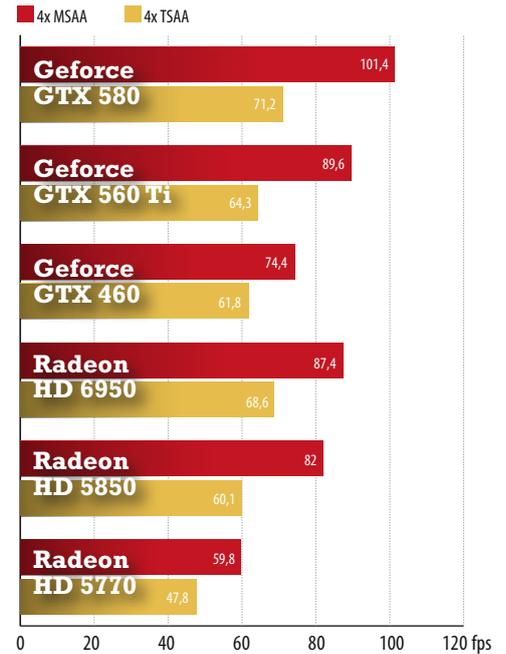
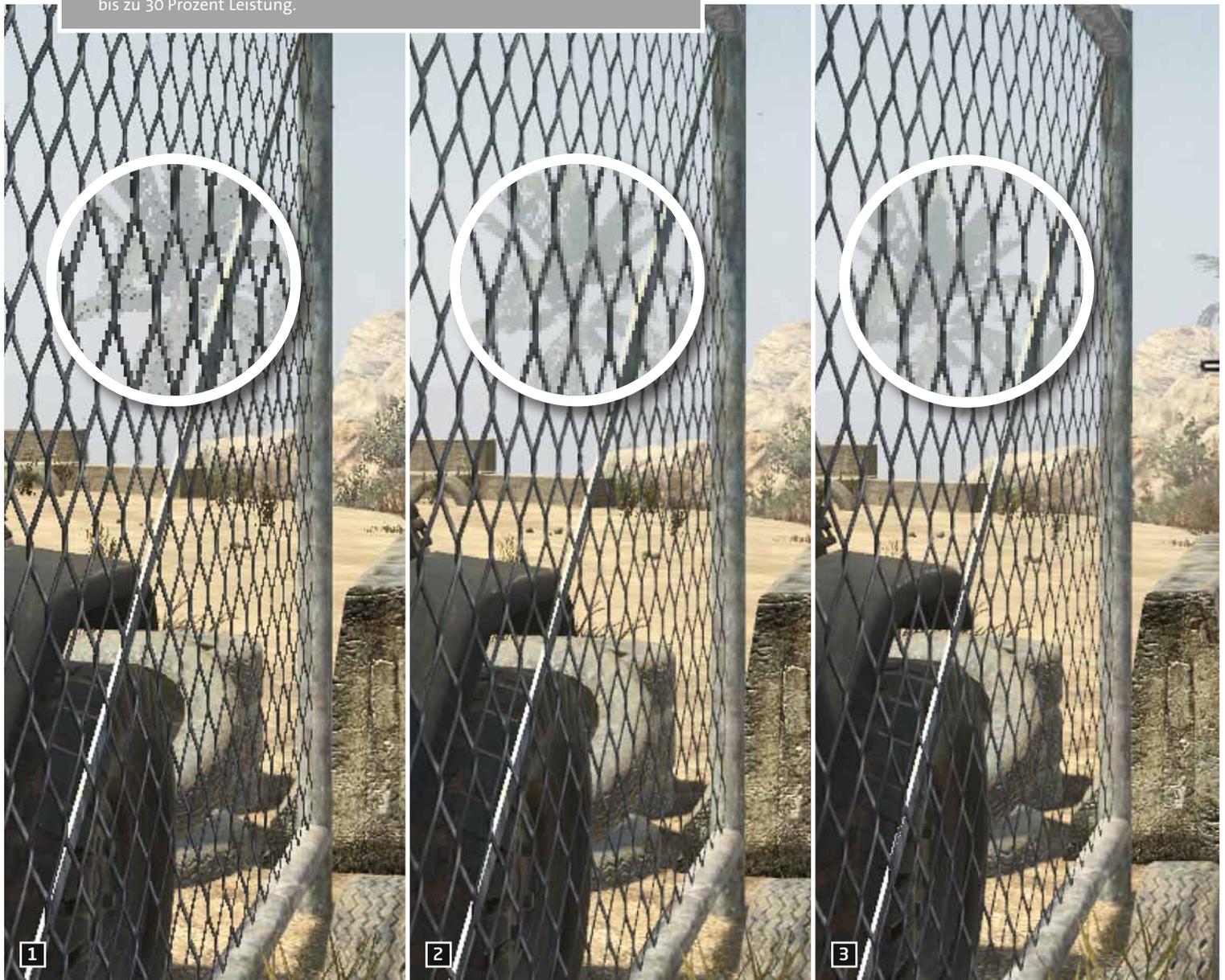
- 1** Die Standard-Einstellung für Multi Sampling Kantenglättung heißt bei AMD »Box« und glättet zuverlässig, wenn auch keine Textur-Kanten.
- 2** Durch das gezielte Verwischen von benachbarten Pixeln und dem daraufhin eintretenden Unschärfefekt fransen Texturkanten sichtbar weniger aus.
- 3** Wide-tent dehnt den Unschärfefilter gegenüber Narrow-tent etwas aus, wodurch das Bild noch eine Spur verwaschener wirkt.
- 4** Edge-detect ähnelt dem »Box«-Verfahren, arbeitet jedoch mit Shader- statt Textureinheiten. Wie bei »Box« bleiben Textur-Treppchen aber unangetastet.

Transparenz-Kantenglättung

Transparenz-AA (TSAA) glättet im Vergleich zu Multi Sampling Anti Aliasing (MSAA) nicht nur die Polygonkanten von Objekten, sondern auch durchsichtige 2D-Texturen wie zum Beispiel die einzelnen Segmente bei Maschendrahtzäunen oder die Blätter von Bäumen. Während AMD für Transparenz-AA immer eine Mischung aus MSAA für die normale Kantenglättung und SSAA für Transparenz-Objekte nutzt, können Sie bei Nvidia beide Arten kombinieren – zumindest theoretisch. Denn die Funktion, MSAA auch auf transparente Objekte anzuwenden, funktioniert in nahezu keinem Spiel problemlos. Entweder quittiert das Spiel diese Einstellung mit heftigen Bildfehlern oder verweigert gar den Start komplett. Daher entschieden wir uns für die Kombination von 4x Super Sampling Transparency gepaart mit 4x MSAA.

Im Bildvergleich wird der Maschendrahtzaun von AMD als auch Nvidia gleich gut geglättet, die Unterschiede zum einfachen MSAA sind deutlich erkennbar – TSAA sorgt für sichtbar glatteren Draht. Im Gegenzug brechen die durchschnittlichen Bilder pro Sekunde aber um bis zu 30 Prozent ein, je nachdem, wie viele transparente Texturen in einer Szene bearbeitet werden.

- 1** Transparente Objekte bleiben von normaler Kantenglättung unberücksichtigt, sodass der Zaun an hässlichen Kanten leidet.
- 2** Mit Transparenz-AA wird nun auch der Zaun sichtbar geglättet, die Leistung bricht aber um bis zu 30 Prozent ein.
- 3** AMDs TSAA-Lösung ist der Nvidia-Einstellung ebenbürtig, kostet aber ebenfalls bis zu 30 Prozent Leistung.





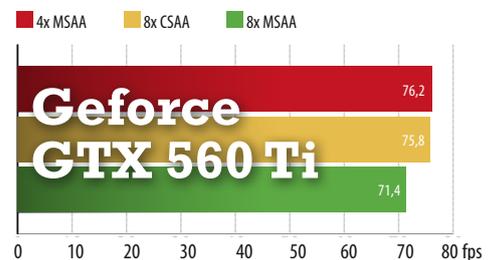
- 1** Mit vierfachem Multisampling (MSAA) franst die Kabine noch leicht aus.
- 2** 8x CSAA liefert annähernd die Qualität von 8x MSAA, kostet aber nur wenig mehr Leistung als 4x MSAA.
- 3** Minimal bessere Bildqualität liefert 8x MSAA, kostet gegenüber 4x MSAA aber gut 10 Prozent Leistung.

Coverage Sample Anti Aliasing (Nvidia)

Mit der Geforce 8 präsentierte Nvidia Ende 2006 eine weitere, speziell an Geforce-Karten angepasste Form der Kantenglättung, das Coverage Sample Anti Aliasing. CSAA basiert auf dem bekannten Multi Sampling, arbeitet aber durch die Einsparung von Arbeitsschritten wesentlich schneller, wenn auch nicht so exakt wie MSAA. Im optimalen Fall liefert 8x CSAA die Bildqualität von 8x MSAA, benötigt aber im Gegenzug nur die Rechenleistung von 4x MSAA. In unseren Beispielbildern erkennen Sie den Unterschied zwischen vierfachem und achtfachem Multisampling nur, wenn Sie genau hinschauen. So franst mit 4x MSAA die Kabine des Krans noch immer ein wenig aus, während 8x MSAA die Kanten wesentlich besser glät-

Nvidia verwirrt, statt zu helfen.

tet. 8x CSAA reicht fast an die Qualitätsstufe von 8x MSAA heran, sieht hingegen ein gutes Stück besser aus als 4x MSAA, benötigt aber nur wenig mehr Leistung. CSAA können Sie im Geforce-Treiber nur dann erzwingen, wenn Sie die Kantenglättungseinstellungen auf »Die Anwendungseinstellung erweitern« stellen. Im Geforce-Treiber müssen Sie für CSAA-Modi die Werte 8x, 16x oder 32x auswählen. Mehr als 8x MSAA bekommen Sie aber auch bei 32x nicht geboten, in diesem Fall kombiniert der Treiber 8x MSAA mit 24x CSAA. Reines MSAA liefern Geforce-Karten nur in den Einstellungen 2x, 4x, 8xQ sowie 16xQ. Da der Treiber nicht verrät, wie sich welcher Kantenglättungsmodus aufschlüsselt, finden Sie die Angaben rechts in der Tabelle. **HW**



Kantenglättungsmodus	Setzt sich zusammen aus
4x	4x MSAA
8x	4x MSAA + 4x CSAA
8xQ	8x MSAA
16x	4x MSAA + 12x CSAA
16xQ	8x MSAA + 8x CSAA
32x	8x MSAA + 24x CSAA