

# Schöner spielen

## Bildverbesserungen im Detail



AMD und Nvidia entwickeln immer wieder Techniken, mit denen Sie die Optik von Spielen verbessern können. Wir erklären sowohl die etablierten als auch die neu hinzugekommenen Methoden zur Kantenglättung und Texturschärfung, zeigen die optischen Unterschiede und sagen Ihnen, wie viel Leistung diese kosten. Von Nils Raettig

Viele aktuelle Spiele ziehen Sie mit Hilfe lebensechter Animationen, filmreifer Skriptsequenzen und aufwändiger virtueller Welten in ihren Bann. Allzu oft rufen Ihnen unschöne Treppcheneffekte, matschige Texturen und flimmernde Kanten aber in Erinnerung, dass die Grafik von PC-Spielen auch 2014 noch mit einigen altbekannten Problemen zu kämpfen hat. Für diesen Kampf gibt es durchaus wirksame Mittel, mit denen Sie der Optik Ihrer Lieblingstitel sichtbar auf die Sprünge helfen können. Welche das genau sind, hängt von verschiede-

nen Faktoren ab. An erster Stelle stehen hier die Programmierer, die nach eigenem Ermessen Optionen zur Bildverbesserung in die Grafiken ihrer Spiele einbauen. In vielen Fällen reichen die aber nicht aus, um alle optischen Probleme zu beheben, deshalb bieten AMD und Nvidia über ihre Grafikkartentreiber ebenfalls viele Möglichkeiten zur Bildoptimierung. Da Kantenglättung & Co. in den allermeisten Fällen für eine niedrigere Framerate sorgen, ist zu guter Letzt auch die Leistungsfähigkeit Ihres PCs und im Besonderen Ihrer Grafikkarte eine wichtige Voraussetzung für die Nutzung von Bildverbesserungen, auch wenn es mittlerweile

durchaus Verfahren gibt, die kaum Leistung kosten, die Grafik aber dennoch sichtlich verbessern. Auf den folgenden Seiten widmen wir uns ausführlich der Kantenglättung und der anisotropen Filterung, die in der richtigen Dosierung jeweils ohne allzu große Auswirkungen auf die Bildrate eine deutlich stimmigere Optik in Spielen möglich machen.

Dass Bildverbesserungen überhaupt notwendig werden, hängt mit der Art und Weise zusammen, in der Ihr PC die Grafik eines Spiels berechnet und darstellt. Weil Sie beim Spielen in der Regel auf einen zweidimensionalen Monitor sehen, dessen Bild aber dreidimensional wirken soll, bleiben gewisse Einschränkungen dabei nicht aus. Eine der wichtigsten davon ist der sogenannte Treppcheneffekt, der die stufenartige Darstellung schräger Objektkanten beschreibt. In der Realität ist eine schräge Kante genauso gerade, wie eine waage- oder senkrechte Kante. Weil das Bild eines PC-Monitors aber letztlich aus einzelnen, quadratischen Pixeln besteht, können nur absolut horizontale oder vertikale Linien auch wirklich gerade aussehen. Je höher die Auflösung eines Monitors in Relation zu seiner Diagonale ist, umso höher steigt auch seine Pixeldichte und desto weniger schwerwiegend ist der sichtbare Treppcheneffekt. Bei



**Senkrechte und waagerechte Linien** 1 kann ein PC-Monitor völlig gerade darstellen. **Schräge Linien** 2 weisen wegen der quadratischen Pixelform je nach Auflösung einen mehr oder weniger stark zu sehenden Treppcheneffekt auf. **Kantenglättung** 3 gestaltet die Farbübergänge zwischen Hintergrund und Pixelkante fließender, sodass schräge Kanten letztendlich gerader wirken.

der aktuell weit verbreiteten Full-HD-Auflösung von 1920x1080 Pixeln mit einer Bildschirmdiagonale von 24 Zoll fällt er aber relativ stark auf, da die Pixeldichte nicht besonders hoch ist (92 Pixel pro Zoll). Erst bei 4K-Monitoren mit einer Auflösung von 3840x2160 Pixel und Diagonalen um die 32 Zoll steigt die Pixeldichte deutlich an (138 Pixel pro Zoll), sodass Kantenglättung weniger wichtig wird – allerdings kostet das Berechnen eines Spiels in 4K-Auflösung deutlich mehr Leistung als die meisten Kantenglättungs-Modi.

Die Illusion einer dritten Dimension erschwert den Umgang mit dem Treppchen-Phänomen zusätzlich, da Objekte in 3D deutlich mehr Kanten aufweisen als in 2D. Außerdem ist die Bestimmung der Farbe des zu einem Objekt gehörenden Pixels im dreidimensionalen Raum weitaus komplexer, da die zusätzliche Tiefe auch die Berücksichtigung weiterer Faktoren wie der korrekten Beleuchtung einer Szene oder der Bewegung von Objekten in der Welt anspruchsvoller gestaltet. Grafikkarten wird deshalb bei der Korrektur des Treppcheneffekts je nach angewendetem Verfahren mehr oder weniger abverlangt, wodurch die Framerate unterschiedlich stark sinkt, wenn Sie die Bildverbesserungen aktivieren.

Eines haben alle diese Verfahren gemein, sie tragen den Namen Kantenglättung beziehungsweise Anti-Aliasing (oder abgekürzt AA). Ihre Zahl ist mittlerweile derart angewachsen, dass es sehr schwer fällt, hier noch den Überblick zu behalten: SSAA, MSAA, MLAA, FXAA, CSAA, EQAA, SMAA und viele andere Verfahren wollen den unschönen Pixelstufen an den Kanten und verfolgen dabei jeweils eigene Ansätze. Eine grundsätzliche Unterscheidung besteht in dem Zeitpunkt, an dem die Korrekturen jeweils greifen: Entweder sie kommen bereits bei der eigentlichen Berechnung des Bildes zum Einsatz (Multisampling und Supersampling-Methoden) oder sie werden erst auf das bereits komplett fertig gerenderte Bild angewendet (Post-Processing-Methoden).

## Schöner spielen muss nicht viel kosten

Wir beschreiben in diesem Artikel die aus unserer Sicht wichtigsten AA-Verfahren und gehen auf ihre genaue Funktionsweise näher ein. Außerdem zeigen wir Ihnen anhand von Beispielen, wie effektiv die Methoden jeweils sind, und stellen in Benchmarks dar, wie viel Leistung sie benötigen. Weil das Erzwingen von bestimmten Kantenglättungs-Modi über den Grafikkarten-Treiber nicht immer erfolgreich ist, greifen wir soweit möglich auf Spiele zurück, in denen sich die gezeigten Verfahren von Haus aus einstellen lassen.

Neben der Kantenglättung betrachten wir auch die anisotrope Filterung («AF») im Detail. Sie greift zur Optimierung der Bildqualität nicht bei der Geometrie eines Objekts, sondern bei seiner Textur, also bei den Bildern, die auf das zugrundeliegende Drahtgittermodell projiziert werden. Je weiter die Spielfigur sich von Objekten entfernt, desto weniger detailliert müssen deren Texturen sein, da mit zunehmender Entfernung auch in der Realität Schärfe sowie Detailgrad stetig abnehmen. Weniger hochauflösende Texturen sparen zwar Rechenleistung, wenn die Übergänge zwischen den einzelnen Stufen aber zu abrupt sind und auf zu geringe Distanz unscharfe Texturen eingesetzt werden, kann das die Optik eines Spiels negativ beeinflussen. Die anisotrope Filterung wirkt dem entgegen, indem sie auch weit entfernte Texturen schärft und dafür sorgt, dass die Übergänge zwischen den (von den Entwicklern festgelegten) Detailstufen weniger abrupt ausfallen.

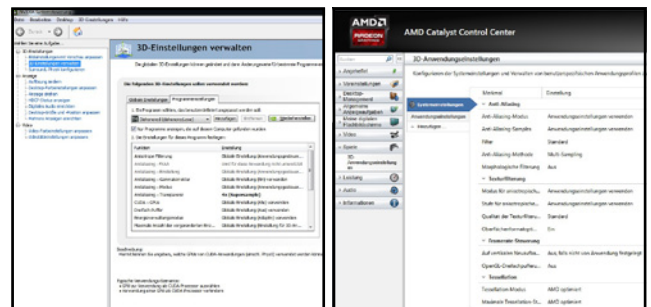
Unterm Strich können Sie praktisch allen Ihren Spielen mit diesen Verfahren optisch (teils erheblich) auf die Sprünge helfen. Wie Sie die verschiedenen Bildverbesserungen je nach Grafikkarte am besten aktivieren, erklären wir im Kasten rechts. Damit Sie dabei für Ihr System den optimalen Kompromiss aus Grafikqualität und Leistung finden, stellen wir Ihnen auf den nächsten Seiten nicht nur alle relevanten Bildverbesserungen mit Benchmarks und Beispielen vor, sondern identifizieren gleichzeitig auch die unserer Meinung nach lohnendsten Einstellungen. **NR**

## Bildverbesserungen aktivieren

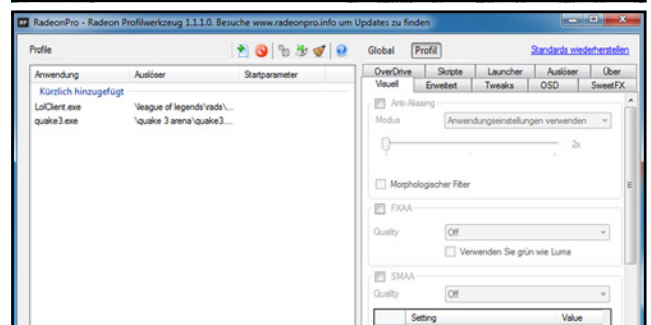
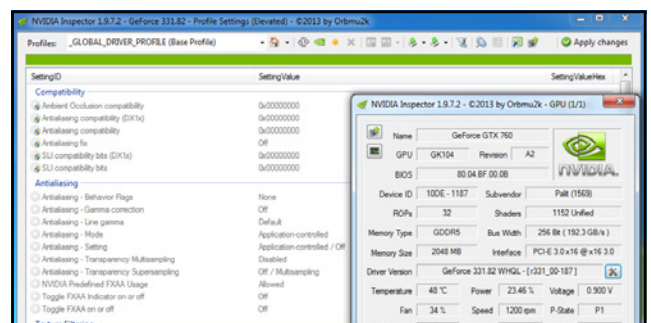
Im Prinzip gibt es drei Wege, um Bildverbesserungen in Spielen zu aktivieren: erstens über Einstellungen im Spiel selbst, zweitens über den Treiber Ihrer Grafikkarte und drittens mithilfe zusätzlicher Programme. Generell gilt, dass Sie für jedes Spiel am besten nur einen dieser Wege gehen sollten, weil es bei einer Mischung zu Bildfehlern kommen kann. Versuchen Sie zuerst, die Bildverbesserungen im Spiel zu aktivieren, da das in der Regel die besten Ergebnisse liefert. Findet sich dort keine passende Option, versuchen Sie Ihr Glück zunächst über den offiziellen AMD- oder Nvidia-Treiber und greifen Sie erst im letzten Schritt auf andere Programme zurück.



In fast jedem PC-Titel können Sie über **Menüs im Spiel** Kantenglättung & Co aktivieren. Welche Optionen das sind und wie viel Leistung diese benötigen, variiert stark von Spiel zu Spiel.



Sowohl Nvidia als auch AMD bieten in ihren **Grafikkartentreibern** ein Menü zur Feinjustierung von Bildverbesserungen. Auf Wunsch können Sie die Einstellungen separat pro Spiel festlegen.



Helfen weder die Optionen des Spiels selbst noch der Treiber, greifen Sie auf **zusätzliche Programme** wie den »Nvidia Inspector« (oben) und »RadeonPro« (unten) zurück. Die Handhabung ist etwas kompliziert, dafür haben Sie hier die meisten Optionen.



# MSAA und SSAA



**1** Ohne Anti-Aliasing ist der unschöne Treppcheneffekt an den schrägen Objektkanten der Rohre und vom Bagerüst deutlich zu sehen. **2** Zweifaches Multisampling sorgt zwar bereits für eine optische Verbesserung, wirklich gut geglättet sind die Kanten aber noch nicht. **3** Mit vierfachem Multisampling reduziert sich der Treppcheneffekt deutlich, das Bild wirkt dadurch ruhiger und stimmiger. **4** Das zweifache Supersampling bringt zwar nochmal eine sichtbare Verbesserung gegenüber 4x MSAA, kostet aber auch deutlich mehr Leistung.

SSAA (Supersampling) und MSAA (Multisampling) sind die ältesten Methoden, um Kanten in Spielen zu glätten. Supersampling-AA berechnet das gesamte Bild (vereinfacht ausgedrückt) zunächst in einer höheren Auflösung, um es möglichst genau analysieren zu können. Das erlaubt eine

präzisere Farbgebung für jeden einzelnen Pixel und verringert damit die Treppcheneffekte. Da das gesamte Bild in einer höheren Auflösung berechnet wird, kostet diese Methode besonders viel Leistung. Beim Multisampling-AA

werden dagegen nur die Polygonkanten in einer höheren Auflösung neu berechnet, was Leistung spart, aber auch weniger exakte Ergebnisse liefert als das Supersampling. Hinter den verschiedenen Stufen für SSAA und MSAA, also 2x, 4x und 8x verbirgt sich der Multiplikator, mit dem die Kantenberechnungen im Vergleich zur normalen Auflösung durchgeführt werden – je höher, desto mehr Arbeit hat die Grafikkarte.

Supersampling ist wegen seines hohen Leistungshungers (siehe Benchmarks) mittlerweile fast komplett von sparsameren AA-Methoden wie MSAA oder den immer beliebteren, weil sehr leistungsschonenden Post-Processing-Verfahren (siehe Seite 116 und 117) verdrängt worden. In Spielen findet es sich deshalb nur noch sehr selten als ein-

stellbare Option, auch wenn es immer noch die beste Bildqualität liefert. Falls Sie über eine schnelle Grafikkarte verfügen, können

Sie in älteren oder grafisch anspruchsvolleren Titeln Supersampling über den AMD-Treiber oder Tools wie den

Nvidia Inspector und RadeonPro erzwingen, falls es nicht im Spiel selbst aktiviert werden kann, und die Optik so verbessern.

MSAA war lange Zeit das Kantenglättungsverfahren der Wahl und wird auch heute noch von den meisten Spielen angeboten. Obwohl es nicht viel schlechter aussieht als SSAA, benötigt es deutlich weniger Leistung: Während **Splinter Cell: Blacklist** auf einer **Radeon R9 280X** ohne Kantenglättung mit 70 fps läuft und mit 4x MSAA immerhin noch auf flüssige 47 fps kommt, fällt die Bildrate mit 2x SSAA auf oftmals ruckelige 31 fps zurück. Höhere Einstellungen wie 8x MSAA verbessern das Bild kaum noch, kosten mehr Leistung und funktionieren in vielen aktuellen Spielen nicht – wir empfehlen deshalb 4x MSAA als guten Mittelweg.

## Supersampling frisst am meisten Leistung

### Benchmark

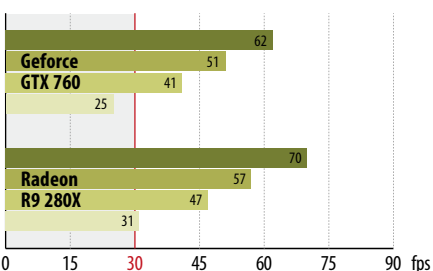
#### MSAA / SSAA

Splinter Cell: Blacklist

■ AA aus ■ 2x MSAA ■ 4x MSAA ■ 2x SSAA

ruckelt

gut spielbar



Testsystem: Core i7 3770K, Gigabyte GA Z68P-DS3, 8,0 GByte DDR3-1600, Windows 7 (64 Bit)

# CSAA (Nvidia) und EQAA (AMD)

Sowohl AMD als auch Nvidia bieten in ihren Treibern angepasste Formen von Multisampling an, namentlich EQAA (Enhanced Quality AA, AMD) beziehungsweise CSAA (Coverage Sample AA, Nvidia). Diese Modi sollen je nach gewählter Stufe ähnliche oder gar bessere Bildqualität als MSAA bei weniger oder höchstens identischem Leistungshunger ermöglichen. Um die Verfahren zu verstehen, lohnt sich zunächst ein genauer Blick auf die Vorgehensweise beim Multisampling: Für möglichst weiche Übergänge zwischen schrägen Kanten und der Umgebung muss die Farbgebung eines Pixels möglichst genau berechnet werden. Dazu überprüft Multisampling mehrere Bereiche eines Pixels auf dessen momentane Farbe (Color-Sample), das Vorhandensein einer Objektkante beziehungsweise eines Polygonübergangs (Coverage-Sample) und seine Position im Raum (Z-Sample), was die namensgebenden Multisamples ergibt. EQAA und CSAA ergänzen dieses Multisampling, indem sie zusätzliche Coverage-Samples ohne Color- und Z-Samples hinzufügen, was weniger Leistung be-

nötigt als die klassischen, kompletten Multisamples. Die sowohl bei AMDs EQAA als auch bei Nvidias CSAA mögliche Kombination aus zwei Multisamples und vier Coverage-Samples (auch »2x(4x)« genannt) soll dadurch bei geringerem Leistungsverlust als 4x MSAA ähnlich gut aussehen.

Für die Bilder und Benchmarks verwenden wir **Assassin's Creed 4: Black Flag**, da sich hier sowohl das EQAA der Radeons als auch das CSAA der GeForce-Karten jeweils über das Menü im Spiel einstellen lassen. Die Benennung der unterschiedlichen Modi

weicht aber in beiden Fällen von dem ab, was sich in den Treibern von AMD und Nvidia findet,

was die Identifikation des exakten Kantenglättungsverfahrens (unnötig) verkompliziert. Auffällig ist, dass Nvidias CSAA im Modus »4x(8x)« etwas weniger Leistung kostet als 4x MSAA, während AMDs EQAA im ebenfalls »4x(8x)« genannten Modus etwas langsamer als 4x MSAA ist. Das Ergebnis von EQAA ergibt mehr Sinn, da mehr Samples benutzt werden als bei 4x MSAA (auch wenn

das Bild höchstens minimal besser aussieht als mit 4x MSAA, siehe Screenshots). Unabhängig davon kann es sich durchaus lohnen, von MSAA zu CSAA oder EQAA zu wechseln, da beide Verfahren teilweise etwas besser aussehen als das klassische MSAA, dabei aber in etwa gleich viel Leistung kosten.

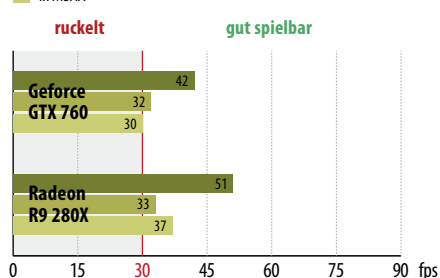
## Wenig Unterschied

## Benchmark

### EQAA / CSAA

Assassin's Creed 4: Black Flag

■ AA aus ■ 4x(8x) CSAA (Geforce) / 4x(8x) EQAA (Radeon)  
■ 4x MSAA



Testsystem: Core i7 3770K, Gigabyte GA Z68P-DS3, 8,0 GByte DDR3-1600, Windows 7 (64 Bit)



**1 Ohne Kantenglättung** verpixelt das Gelände deutlich, was sich in Bewegung beim Spielen noch stärker bemerkbar macht als auf unserem Screenshot. **2 Vierfaches Multisampling** (4x MSAA) glättet die Kanten zuverlässig bei moderatem Leistungsverlust. **3 Nvidias CSAA** liefert in der Einstellung 4x(8x) fast identische Bildqualität wie 4x MSAA, kostet aber etwas weniger Leistung. **4 Am besten gefällt uns** das Bild mit **AMDs EQAA** in der Einstellung 4x(8x), die allerdings auch etwas mehr Leistung kostet als 4x MSAA.



# FXAA (Nvidia) und MLAA (AMD)

Alle bisher beschriebenen Kantenglättungsmethoden werden bereits bei der Erstellung des 3D-Bildes angewendet, teilweise mit deutlicher Erhöhung der berechneten Auflösung und dem damit einhergehenden Leistungsverlust. Sowohl FXAA (Fast App-

ximate Anti-Aliasing, Nvidia) als auch MLAA (Morphological Anti-Aliasing, AMD) gehen einen anderen Weg. Sie analysieren das bereits fertig gerenderte Bild auf Kanten mit starken Kontrasten hin und verwischen diese anschließend leicht, um den Treppcheneffekt zu vermindern. Der große Vorteil dieser Methoden besteht darin, dass sie deutlich weniger Leistung benötigen als Multi- oder Supersampling, allerdings geht dabei auch immer etwas Bildschärfe verloren. Als etwa MLAA mit der Radeon-HD-6000-Serie eingeführt wurde, war davon sogar noch die Textdarstellung in Spielen stark betroffen, was eine schlechtere Lesbarkeit zur Folge hatte. Zudem kostete MLAA zunächst spürbar mehr Leistung als Nvidias FXAA. Beide Probleme hat AMD mittlerweile in den Griff bekommen, auch wenn MLAA unserer Erfahrung und den Benchmarks nach immer noch etwas mehr Leistung benötigt als FXAA.

Sowohl MLAA als auch FXAA glätten Kanten mittlerweile durchaus ordentlich, in unserer Szene aus **Dishonored** hat MLAA dabei leichte Vorteile gegenüber FXAA. An die Qualität

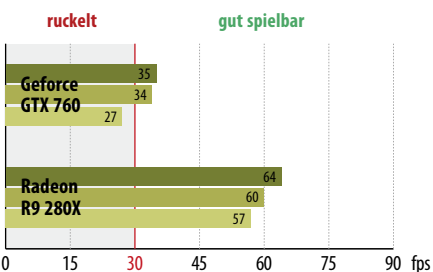
des klassischen Multisampling kommen beide Modi allerdings erwartungsgemäß nicht heran. Da **Dishonored** eine Begrenzung auf maximal 130 fps hat, die sowohl die **Geforce GTX 760** als auch die **Radeon R9 280X** trotz aktiviertem MLAA und FXAA erreichen, weichen wir bei den Benchmarks auf das grafisch deutlich anspruchsvollere

## Benchmark

### FXAA / MLAA

Metro 2033

■ nur AAA ■ AAA + FXAA (Geforce) / AAA + MLAA (Radeon)  
■ 4x MSAA



Testsystem: Core i7 3770K, Gigabyte GA Z68P-DS3, 8,0 GByte DDR3-1600, Windows 7 (64 Bit)

## Kantenglättung light

**Metro 2033** aus. Der Performanceverlust fällt mit drei Prozent bei FXAA am geringsten aus, wobei MLAA mit einem Verlust von knapp sieben Prozent ebenfalls sehr sparsam ist. Vierfaches MSAA kostet in **Metro 2033** dagegen zwischen 15 und 30 Prozent Leistung, sieht aber auch besser aus. Wenn Sie in einem Spiel nicht genug Leistungsreserven übrig haben für die anspruchsvollen Kantenglättungsmodi, sind sowohl MLAA als auch FXAA ein guter Kompromiss aus sichtbarer Kantenglättung und geringem Leistungsverlust, allerdings wird das Bild minimal unschärfer.



- 1 Dieses Gerüst in Dishonored weist **ohne Kantenglättung** an praktisch allen Schrägen störende Treppcheneffekte auf.
- 2 Nvidias **FXAA** liefert bereits ein deutlich besseres Bild, die Szene verliert allerdings an Schärfe, zudem sind nicht alle Kanten optimal geglättet.
- 3 **MLAA von AMD** glättet die Kanten noch ein Stück besser als FXAA, kostet dafür aber auch etwas mehr Leistung und sorgt ebenfalls für ein unschärferes Bild.
- 4 Mit **4x MSAA** sieht die Szene eindeutig am besten und schärfsten aus, der Leistungsverlust ist aber auch größer als mit FXAA und MLAA.

# SMAA

Bei SMAA (Enhanced Subpixel Morphological Anti Aliasing) handelt es sich um ein Open-Source-Projekt auf Basis von AMDs Post-Processing-Methode MLAA. Das Ziel von SMAA besteht darin, die gleiche oder bessere Bildqualität wie MLAA und FXAA bei identisch geringem Leistungsverlust zu erzielen, dabei aber die Bildschärfe auf dem Niveau von MSAA zu halten. Um dies zu erreichen, wird die Erkennung der zu glättenden Kanten mit ähnlichen Strategien wie beim Multi- und Supersampling vorgenommen, allerdings anhand des bereits fertig gerenderten Bildes, was für den geringen Leistungsverlust sorgt.

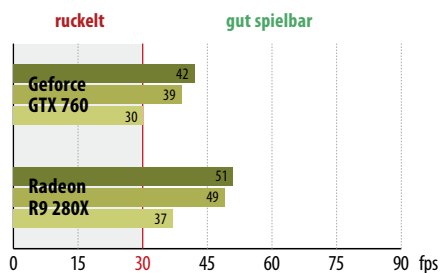
Da SMAA nur selten in Spielen als Option zur Verfügung steht und sich als Open-Source-Projekt auch nicht in den Treibern findet, müssen Sie zum Aktivieren oft auf Tools wie »SweetFX« zurückgreifen. Das lohnt sich aber, da SMAA kaum Leistung benötigt und fast so gut wie 4x MSAA aussieht. In **Assassin's Creed 4: Black Flag** beträgt der Performance-Verlust mit SMAA zwischen vier und acht Prozent, beim nur etwas besser aussehenden 4x MSAA sind es dagegen fast vierzig Prozent. Insgesamt ist SMAA damit ein guter Kompromiss aus Bildqualität und Leistung und aus unserer Sicht AMDs MLAA und Nvidias FXAA vorzuziehen. Beachten Sie allerdings, dass der SMAA-Eingriff ins Bild über Tools wie SweetFX in Multiplayer-Titeln teils fälschlicherweise als Cheat erkannt wird.

## Benchmark

### SMAA

Assassin's Creed 4: Black Flag

■ AA aus ■ SMAA ■ 4x MSAA



Testsystem: Core i7 3770K, Gigabyte GA Z68P-DS3, 8,0 GByte DDR3-1600, Windows 7 (64 Bit)



1 Ist **Kantenglättung** deaktiviert, weisen sowohl das Dach als auch das gespannte Seil deutlich sichtbare Treppeneffekte auf. 2 Mit aktiviertem **SMAA** wird der Treppeneffekt mit nur minimalem Schärfe- und Leistungsverlust qualitativ gut behoben. 3 **Vierfaches Multisampling** (4x MSAA) sieht einmal mehr am besten aus, kostet aber auch deutlich mehr Leistung.

# TXAA (Nvidia)

Nvidias TXAA (Temporal Approximate Anti Aliasing) verfolgt vor allem ein Ziel: Das Flimmern von nicht geglätteten Kanten in Bewegung soll minimiert werden. Um dies zu erreichen, kombiniert Nvidia Multisampling- und Post-Processing-Methoden unter Berücksichtigung von zuvor bereits gerenderten Bildern. TXAA ist nur auf Nvidia-Karten ab der GTX-600-Generation verfügbar und kann aktuell nur dann aktiviert werden, wenn es vom jeweiligen Spiel unterstützt wird und sich eine entsprechende Option im Grafikenü findet.

Das ist momentan noch bei relativ wenigen Titeln wie etwa **Call of Duty: Ghosts**, **Assassin's Creed 4: Black Flag** oder **Crysis 3** der Fall, die Zahl der unterstützten Spiele soll in Zukunft steigen. Aus unserer Sicht müsste sie das aber gar nicht, weil TXAA das Bild noch einmal deutlich unschärfer werden lässt als MLAA oder FXAA. Da helfen auch die gut geglätteten Kanten wenig, zu-

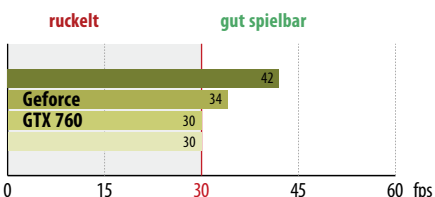
mal der Leistungsverlust mit 4x TXAA genau wie mit 4x MSAA in **Splinter Cell: Blacklist** ungefähr vierzig Prozent beträgt. Selbst wenn TXAA im Spiel Ihrer Wahl verfügbar ist, empfehlen wir Ihnen deshalb die Nutzung von klassischem Multisampling für bessere Optik bei gleichem Performance-Verlust oder von SMAA für ähnliche Bildqualität bei deutlich mehr fps.

## Benchmark

### TXAA

Assassin's Creed 4: Black Flag

■ AA aus ■ 2x TXAA ■ 4x TXAA ■ 4x MSAA



Testsystem: Core i7 3770K, Gigabyte GA Z68P-DS3, 8,0 GByte DDR3-1600, Windows 7 (64 Bit)



1 In dieser Szene aus **Splinter Cell: Blacklist** weisen die Häuserfassaden **ohne Anti-Aliasing** viele unschöne Objektkanten auf. 2 **Vierfaches TXAA von Nvidia** glättet die Kanten zwar zuverlässig, der Schärfeverlust fällt aber vor allem am Gesicht von Sam Fischer sehr negativ auf. 3 **Vierfaches Multisampling** glättet die Kanten auf dem Niveau von 4x TXAA, ohne dass Sie auf Schärfe verzichten müssen.



# Transparente Objekte

Anti-Aliasing zielt hauptsächlich darauf ab, die Kanten von sichtbaren dreidimensionalen Objekten zu glätten. Es gibt allerdings auch teilweise durchsichtige zweidimensionale Objekte in Spielen wie Zäune oder Blätter, die durch das Raster der meisten AA-Verfahren fallen. Dies hat zur Folge, dass Probleme mit diesen 2D-Texturen durch reines Multisampling oder andere Methoden nicht behoben werden. So kommt es, wie in

## TrAA verliert an Bedeutung

den Beispielbildern zu sehen, bei Zäunen und Gittern häufig vor, dass je nach Blickwinkel Löcher in ihnen entstehen, die eigentlich nicht da sein sollten. Sowohl Nvidia als auch AMD bieten in Ihren Treibern deshalb jeweils zusätzliche TrAA (Transparency Anti-Aliasing)-Optionen an, um dieses Problem zu beheben. Im Falle von AMD müssen Sie dazu das »adaptive Multisampling« aktivieren, bei Nvidia haben Sie unter der Option »Antialiasing - Transparenz« die Wahl zwischen vier verschiedenen TrAA-Modi.

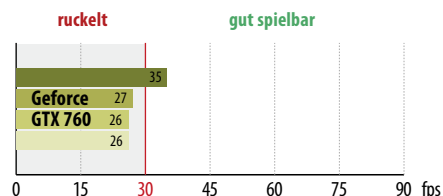
Wie die Screenshots aus **Metro 2033** mit einer **GTX 760** zeigen, kommt reines 4x MSAA mit dem Gitter nicht gut zurecht, während die zusätzliche Aktivierung der TrAA-Option »4x (Supersample)« im Treiber alle unschönen Löcher verschwinden lässt. AMDs adaptives Multisampling hat den gleichen Effekt. Ebenfalls sehr positiv: Während die Glättung und Optimierung transparenter Objekte zu den Anfangszeiten von TrAA noch viel Leistung gefordert hat, sinkt die Framerate in **Metro 2033** nach Aktivierung von TrAA nur minimal um zwei bis drei Prozent. Es gibt allerdings auch eine schlechte Nachricht, denn in vielen aktuellen Spielen wie **Splinter Cell: Blacklist** oder **Crysis 3** hat Transparenz-Kantenglättung unserer Erfahrung nach keinerlei Effekt. Abhilfe kann dann meist nur noch Supersampling schaffen, bei dem das gesamte Bild in einer höheren Auflösung berechnet wird – das lässt die Framerate allerdings auch teils um die Hälfte einbrechen. Wenn Sie in Spielen Probleme mit transparenten Objekten feststellen, sollten Sie deshalb zunächst versuchen, TrAA im Treiber zu aktivieren und notfalls auf SSAA zurückgreifen, falls Sie dafür genug Leistungsreserven haben.

## Benchmark

### Transparente Objekte

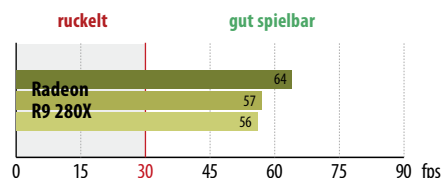
Metro 2033

■ nur AAA ■ 4x MSAA, TrAA aus ■ 4x MSAA, 2x SS TrAA  
■ 4x MSAA, 4x SS TrAA



Metro 2033

■ nur AAA ■ 4x MSAA, adaptives Multisampling aus  
■ 4x MSAA, adaptives Multisampling an



Testsystem: Core i7 3770K, Gigabyte GA Z68P-DS3, 8,0 GByte DDR3-1600, Windows 7 (64 Bit)



1 Ist vierfaches Multisampling ohne Transparenz-AA aktiviert, wirkt das Gitter im Bild sehr löchrig. 2 Mit zusätzlich über den Nvidia-Treiber aktiviertem Multisampling-TrAA verbessert sich das Bild nur unwesentlich. 3 Deutlich weniger Löcher sind im Gitter zu sehen, wenn Sie zweifaches Supersampling-TrAA aktivieren, es gibt aber noch Luft nach oben. 4 Ist 4x Supersampling-TrAA eingeschaltet, sind praktisch alle unschönen Löcher im Gitter verschwunden, ohne dass dies nennenswert mehr Leistung als reines MSAA kosten würde.



# Anisotrope Filterung

Die anisotrope Filterung widmet sich nicht der Glättung von Objektkanten, sondern dem Detailgrad und der Schärfung von Texturen in verschiedenen Distanzen zur Spielfigur. Da weit entfernte Objekte nur klein dargestellt werden und kaum zu sehen sind, ergibt es unter Leistungsaspekten keinen Sinn, diese Objekte permanent mit sehr hoch aufgelösten Texturen darzustellen. Um Leistung zu sparen, greifen die meisten

## Kostet kaum, bringt viel

Spiele deshalb auf eine stufenweise Reduzierung der Texturauflösung zurück, die von der Entfernung eines Objekts zum Spieler abhängt. Wenn die Texturdetails allerdings zu früh und in so großem Maß reduziert werden, wirken bereits die Texturen von relativ nahen Objekten unscharf und matschig, was letztlich fast genau so störend wie der Treppcheneffekt sein kann.

Die ältesten Methoden, um verwaschenen Texturen entgegenzuwirken, sind die bilineare und die trilineare Filterung. Erstere taucht praktisch gar nicht mehr auf, da sie schlechte Ergebnisse liefert. Die trilineare Filterung macht ihre Sache zwar bereits deutlich besser, ist aber sehr winkelabhängig. Das heißt, je flacher Sie auf eine Textur schauen, desto matschiger wirkt diese, was vor allem bei sich bis in die Ferne wiederholenden Texturen von Böden und Wänden bemerkbar wird. Erst die anisotrope Filterung kommt auch mit flach betrachteten Texturen gut klar, vor allem auf der höchsten 16x-Stufe.

Das zeigt sich in den Beispielbildern aus **Hitman: Absolution** deutlich: Während die Straße mit dem trilinearen Filter auch in unmittelbarer Nähe zur Spielfigur etwas verwaschen wirkt, gewinnt sie schon mit vier anisotroper Filterung an Schärfe. Je höher der Grad der Filterung, desto schärfer sehen auch weit entfernte, aus flachem Winkel

## Benchmark

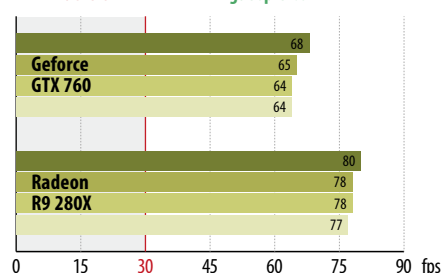
### Anisotrope Filterung

Hitman: Absolution

Trilinear 4x AF 8x AF 16x AF

ruckelt

gut spielbar



Testsystem: Core i7 3770K, Gigabyte GA Z68P-DS3, 8,0 GByte DDR3-1600, Windows 7 (64 Bit)

betrachtete Texturen aus. Besonders erfreulich ist dabei der niedrige Leistungsverlust durch die anisotrope Filterung: Selbst auf der höchsten Stufe (16x) kostet sie auf modernen Mittelklasse-Grafikkarten nur ungefähr vier bis sechs Prozent Leistung. Sie können die anisotrope Filterung deshalb ruhigen Gewissens für alle Spiele im Treiber auf die höchste Stufe stellen, auch langsame und ältere Grafikkarten kommen damit meist gut zurecht.



- 1 Hier ist nur der **trilineare Filter** aktiviert, dadurch wirken auch die Texturen in direkter Nähe zu Agent 47 nicht ganz scharf. 2 **Vierfache anisotrope Filterung** sorgt vor allem bei den nahen Texturen für deutlich mehr Schärfe, in der Distanz ist die Darstellung noch nicht optimal. 3 Die höchste Einstellung **16x AF** bringt auch den weit entfernten Texturen noch einmal mehr Schärfe und kostet kaum mehr Leistung.