

Spiele (und mehr) in 4K



Spiele sehen in 4K-Auflösung fantastisch aus und passende PC-Monitore rutschen schneller als erwartet in bezahlbare Regionen. Wir haben ausführlich probegespielet, verraten die Vorzüge, aber zeigen auch die Probleme eines 4K-Umstiegs auf dem PC. Von Jan Purrrucker und Nils Raettig

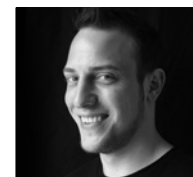
Bei PC-Monitoren wie bei Fernsehern hat sich seit einigen Jahren die Auflösung von 1920x1080 Pixeln (Full HD oder 1080p genannt) als Standard etabliert. Erste PC-Monitore mit der viermal so hohen Auflösung von 3840x2160 Pixeln (UHD, 4K oder 2160p genannt) sind zwar bereits Ende letzten Jahres auf den Markt gekommen, allerdings zu Preisen von mehreren Tausend Euro und mit diversen Kinderkrankheiten. Das ändert sich nun aber früher als erwartet: Mittlerweile sind 4K-Monitore für einige Hundert Euro dabei, in den Handel zu gelangen. Eines der ersten bezahlbaren 4K-Displays ist der 28 Zoll große Samsung **U28D590P** für rund 600 Euro, der nicht nur erheblich günstiger ist, sondern auch deutlich ausgereifter als die UHD-Monitore der ersten Generation. Nach ausführlichen Tests des Samsung-TFTs sind wir uns einig: Das Spielen in 4K bedeutet in Sachen Bildqualität einen großen Schritt nach vorne, den es so im PC-Bereich lange Zeit nicht mehr gegeben hat.

Während es bei Film und Fernsehen trotz sinkender Preise für UHD-TVs wegen der enormen Datenmenge von 4K-Filmen und

deren Übertragung noch einige Hürden zu überwinden gilt (siehe Seite 114), ist auf dem heimischen Rechner hauptsächlich die für flüssiges Spielen in 4K-Auflösung benötigte 3D-Leistung ein möglicher Stolperstein. Damit Sie einschätzen können, ob Ihr PC in Ihren Lieblingsspielen schnell genug für 2160p ist, haben wir umfangreiche Benchmarks mit verschiedenen Grafikkarten und Prozessoren durchgeführt. Außerdem zeigen wir die optischen Vorteile von 4K gegenüber Full HD in großen Vergleichsbildern, gehen auf bestehende Probleme und ihre Lösungen ein und werfen einen Blick über den Tellerrand in Richtung Film und Fernsehen.

Die Grundvoraussetzungen für das Spielen in 4K sind schnell erklärt: Um Spiele in UHD genießen zu können, brauchen Sie im Prinzip nur einen entsprechend hoch auflösenden Monitor und einen PC. Da die während der Bildübertragung anfallende Datenmenge bei 4K im Vergleich zu Full HD vier Mal so hoch ist, eignen sich im Moment allerdings nur wenige Schnittstellen zum Anschluss eines UHD-Monitors mit ausreichend flüssigen 60 Bildern pro Sekunde (60 Hertz). Die mit Abstand wichtigsten sind HDMI 2.0 (maximal 18 GBit/s) und der DisplayPort 1.2 (maximal

21,6 GBit/s). Es gibt allerdings noch keine Grafikkarten mit HDMI-2.0-Ausgang, wogegen die meisten halbwegs aktuellen GeForce- oder Radeon-Modelle bereits einen DisplayPort-1.2-Anschluss mitbringen. Schnittstellen mit weniger Bandbreite wie etwa HDMI 1.4 (maximal 10,2 GBit/s) liefern zwar ein Bild unter 2160p, allerdings höchstens mit 30 Hertz, was sich schon bei Mauszeiger-Bewegungen im Windows-Desktop störend rucke-



Günstiger als erwartet.

Jan Purrrucker,
Redakteur Hardware
jan@gamestar.de

Mich haben besonders die 4K-Benchmarks mit den grafisch nicht ganz so anspruchsvollen Spielen wie Diablo 3 und Elder Scrolls Online positiv überrascht. Um solche Titel flüssig spielen zu können, reicht bereits eine Mittelklasse-Grafikkarte, und wenn die Preise für die 4K-Monitore in den kommenden Monaten noch weiter fallen, könnte es einer der hochauflösenden Bildschirme noch dieses Jahr auf meinen Weihnachtswunschzettel schaffen.

Flüssig spielen in 4K

Da die 4K-Auflösung von 3840x2160 Pixeln Ihrem PC sehr viel abverlangt, müssen Sie für flüssige Bildraten je nach Grafikkarte und Spiel unterschiedliche Einstellungen vornehmen, maximale Details sind nicht immer möglich. Wir haben bei fünf derzeit beliebten Titeln mit sechs verschiedenen Grafikkarten und einem Intel **Core i5 3750K** überprüft, in welchen Einstellungen sie jeweils mit UHD gut spielbar laufen. Das Ergebnis überrascht durchaus positiv: In weniger anspruchsvollen Spielen wie **League of Legends**, **Elder Scrolls Online** oder **Diablo 3** müssen Sie in 4K auch mit einer GeForce GTX 760 oder einer Radeon R9 270X nicht auf maximale Details verzichten, **Battlefield 4** und **Assassin's Creed 4: Black Flag** laufen dagegen erst mit einer GeForce GTX 780 oder einer Radeon R9 290 in hohen Einstellungen ruckelfrei.

	GeForce GTX 760	GeForce GTX 770	GeForce GTX 780	Radeon R9 270X	Radeon R9 280X	Radeon R9 290
Assassin's Creed 4: Black Flag	Minimale Einstellungen, volumetrischer Nebel aus	Normale Einstellungen, volumetrischer Nebel aus	Hohe Einstellungen, volumetrischer Nebel an	Minimale Einstellungen, volumetrischer Nebel aus	Normale Einstellungen, volumetrischer Nebel aus	Hohe Einstellungen, volumetrischer Nebel an
Battlefield 4	Mittlere Einstellungen, kein AA	Mittlere Einstellungen, 2xMSAA	Hohe Einstellungen, kein AA	Mittlere Einstellungen, kein AA	Mittlere Einstellungen, 2xMSAA	Hohe Einstellungen, kein AA
Diablo 3	Maximale Einstellungen, Schatten Hoch	Maximale Einstellungen, Schatten Hoch	Maximale Einstellungen, Schatten Hoch	Maximale Einstellungen, Schatten Hoch	Maximale Einstellungen, Schatten Hoch	Maximale Einstellungen, Schatten Hoch
The Elder Scrolls Online	Maximale Einstellungen, Sichtweite 100	Maximale Einstellungen, Sichtweite 100	Maximale Einstellungen, Sichtweite 100	Maximale Einstellungen, Sichtweite 100	Maximale Einstellungen, Sichtweite 100	Maximale Einstellungen, Sichtweite 100
League of Legends	Maximale Einstellungen, AA aktiviert	Maximale Einstellungen, AA aktiviert	Maximale Einstellungen, AA aktiviert	Maximale Einstellungen, AA aktiviert	Maximale Einstellungen, AA aktiviert	Maximale Einstellungen, AA aktiviert

lig anföhlt und beim Spielen eine erhebliche Einschränkung bedeutet, die den 4K-Auflösungsvorteil praktisch zunichtemacht.

Im Full-HD-Bereich gibt es dagegen schon Monitore, die statt 60 satte 120 oder gar 144 Bilder pro Sekunde darstellen können, was im 4K-Bereich erst möglich sein wird, wenn Schnittstellen mit entsprechend hoher Bandbreite verfügbar sind. Das ist aus Spielersicht durchaus bedauerlich, da sich 120 Hertz (eine entsprechend hohe fps-Zahl im jeweiligen Spiel vorausgesetzt) nicht nur deutlich flüssiger anfühlen als 60 oder gar nur 30 Hertz, sondern auch weniger mit dem Problem von störenden Zeilenverschiebungen, dem »Tearing«, zu kämpfen haben. Diese entstehen, wenn Ihr Monitor beispielsweise nur 30 Bilder pro Sekunde darstellen kann, Ihr PC und die Grafikkarte aber deutlich mehr Bilder pro Sekunde liefern. In diesem Fall kann es passieren, dass beispielsweise auf der oberen Display-Hälfte bereits das eben fertig berechnete Bild zu sehen ist, auf

der unteren Hälfte jedoch noch das vorherige. Vor allem bei schnellen Bewegungen macht sich das anhand einer sichtbaren und störenden Trennlinie zwischen den unterschiedlichen Teilbildern bemerkbar und trübt besonders in flotten Shootern den Spielspaß.

Eine traditionelle Lösung des Tearing-Problems besteht (auch in 4K) im Aktivieren von »V-Sync« beziehungsweise Nvidias Einstellung »adaptive V-Sync« über den Grafikkartentreiber oder die Spieloptionen. Dadurch liefert der PC maximal so viele Bilder pro Sekunde an den Monitor, wie dieser darstellen kann. So lassen sich störende Bildteilung praktisch vollständig eliminieren. Die künstliche fps-Begrenzung führt aber auch dazu, dass sich die Reaktion auf Maus- und Tastatureingaben teilweise spürbar träger anfühlt, da die gesamte Darstellung auf den Monitor wartet – besonders in schnellen Multiplayer-Shootern deaktivieren viele Spieler daher V-Sync lieber, um ein möglichst flüssiges und direktes Spielerlebnis zu haben.

Monitore mit hohen Hertzzahlen sind von Tearing generell viel weniger betroffen, da sie auch in deutlich höheren fps-Bereichen mit der Grafikkarte mithalten können, insofern sind also auch 4K-Monitore mit mehr als 60 Hz wünschenswert. Davon würden Sie allerdings ohnehin nur dann wirklich profitieren, wenn Ihr Rechner unter UHD mehr als 60 fps an den Monitor schickt. Das ist gegenwärtig nur bei absoluten High-End-

DisplayPort ist Pflicht

PCs oder in weniger anspruchsvollen Spielen möglich (siehe Tabelle oben). Bei den hochauflösenden 4K-Monitoren der ersten Generation kommt ein weiteres Problem erschwerend hinzu: Ihnen bereitet teilweise schon die Darstellung der gängigen Refresh Rate von 60 Hertz Schwierigkeiten, die wir so von Full-HD-Monitoren nicht kennen.



Diese Szene aus **Assassin's Creed 4: Black Flag** zeigt die optischen Vorteile von UHD (rechts) gegenüber Full HD (links) sehr deutlich. Das Bild wirkt viel ruhiger und schärfer, was vor allem an den Bäumen und weit entfernten Häuserkanten wie der Kirche im Hintergrund oder den Schiffsmasten links zu erkennen ist. Die Aktivierung von Kantenglättung wird in 4K-Auflösung dadurch fast überflüssig.

Film und Fernsehen in 4K

Momentan kommen die Preise für 4K-Fernseher genau wie die Preise für 4K-Monitore in Regionen an, die eine Anschaffung auch für Normalverdiener realistisch machen. Während der Kauf eines UHD-Bildschirms für den PC aber bereits jetzt schon handfeste Vorteile hat, sieht das im TV-Bereich etwas anders aus. Das Hauptproblem besteht dabei im Fehlen von passendem Material in 2160p. Während Sie die 4K-Auflösung in Windows und meistens auch in Spielen einfach einstellen und loslegen können, lässt sich das aktuell höchstens in Full HD vorliegende Bildmaterial von Fernsehsendern, Video-on-Demand-Portalen und Blu-rays nicht einfach auf die UHD-Auflösung hochrechnen. Entsprechende Fernseher verfügen zwar immer über Upscaler, die Full-HD-Material zumindest laut den Herstellern angeblich fast auf die Bildqualität von 2160p-Bildern hochskalieren, an die Qualität von echtem 4K-Material reicht das aber in der Praxis bei weitem nicht heran. Erschwerend hinzu kommt, dass selbst HD-Fernsehprogramme nicht in 1080p, sondern im niedriger aufgelösten 1080i oder 720p ausgestrahlt werden, von den klassischen Nicht-HD-Sendern ganz zu schweigen. Bei derart niedrigen Auflösungen fehlen im Vergleich zu 2160p so viele Bildpunkte auf der Mattscheibe, dass selbst der beste Upscaler maximal ein mittelmäßiges Bild abliefern kann.

Für die praktisch nicht vorhandene Verfügbarkeit von 4K-Videos ist dabei hauptsächlich die extreme Datenmenge des entsprechenden Materials verantwortlich, die ja auch schon so manche PC-Schnittstelle wie DVI oder HDMI 1.4 vor Probleme stellt. Auf einer

Blu-ray ist einfach viel zu wenig Platz für einen Film in 4K, Video-on-Demand-Anbieter haben mit dem deutlich höheren Datenverkehr zu kämpfen, und die klassischen Übertragungskanäle für das Fernsehen wie Satellit oder Kabel würde eine entsprechende Erhöhung der Bandbreite unwirtschaftlicher machen, sofern die technischen Möglichkeiten es überhaupt flächendeckend erlauben – die beeindruckende Bildqualität von echtem 4K auf einem passenden Fernseher bleibt also auf absehbare Zeit ein seltenes Erlebnis.

Es sei denn, Sie koppeln einen 4K-Fernseher mit dem PC, allerdings gibt es dabei Stolperfallen: So spielt der Displayport 1.2 bei TV-Geräten kaum eine Rolle, weshalb Sie zum Anschluss meist auf HDMI zurückgreifen müssen. Bislang gibt es aber keine Grafikkarten mit HDMI 2.0, sondern nur mit HDMI 1.4, was unter 4K maximal für

30 Hertz reicht und damit für das Spielen ungeeignet ist.

Und HDMI 2.0 ist selbst bei 4K-TVs noch nicht selbstverständlich, außerdem haben Sie bei Fernsehgeräten im Vergleich zu PC-Monitoren in der Regel mit höheren Reaktionszeiten und störenden Eingabeverzögerungen (auch »Input Lag« genannt) zu kämpfen. Das liegt an der internen Bildverarbeitung und lässt sich somit kaum umgehen.

So zeigen 4K-Monitore der ersten Generation wie der Dell **UltraSharp UP3214Q** (32 Zoll, 2.000 Euro) beispielsweise im 30-Hertz-Modus stets problemlos ein Bild an, mit 60 Hertz bleibt der Bildschirm unter Windows oder in Spielen dagegen teilweise schwarz. Das lässt sich zwar meist mit einem einzigen Neustart beheben, störend ist es aber dennoch. Erfreulicherweise haben wir solche Probleme beim getesteten Samsung **U28D590P** nie erlebt, mit ihm funktioniert 4K auch unter 60 Hertz stets reibungslos.

Stabilitätsprobleme, Tearing und die Hertz-Frage sind aber erst einmal vergessen, wenn Sie das erste Spiel in UHD-Auflösung auf Ihrem PC sehen. Das Bild wirkt extrem detailliert, knackscharf und wir haben fast den Eindruck, wie bei einem stereoskopischen 3D-Bild in die Spielwelt eintauchen

zu können. Gerade durch die vergleichsweise geringe Distanz zum PC-Monitor in Kombination mit der deutlich höheren Pixel-Dichte kann die UHD-Auflösung ihre Vorteile gegenüber Full HD voll ausspielen. Zum Vergleich: Bei einem 27-Zoll-Monitor mit Full HD beträgt die Pixeldichte 82 ppi (»pixels per inch«), der von uns getestete Samsung **U28D590P** erreicht mit 28 Zoll und 2160p dagegen 157 ppi. Das ist zwar immer noch weit von der Pixeldichte aktueller High-End-Smartphones wie etwa dem HTC **One M8** entfernt (knapp 470 ppi), aber dennoch ein über 90 Prozent höherer Wert als beim Full-HD-TFT. Die höhere Pixeldichte und die dadurch extrem feine Darstellung fallen beim Spielen sofort auf. Besonders weiter entfernte und dadurch viel kleinere Objekte wirken mit der 4K-Auflösung deutlich schärfer und detaillier-

ter, was die Spielwelt wesentlich plastischer und homogener erscheinen lässt.

Ein weiterer großer Vorteil der im Vergleich zu Full HD viermal so hohen Pixelzahl: Unschöne Treppchenbildungen fallen viel weniger ins Gewicht, da die Kanten von Objekten höher aufgelöst sind und dadurch erheblich weniger nach einer Pixeltreppe aussehen, sondern viel eher wie eine natürliche schräge Kante wirken. Unserer Erfahrung nach können Sie somit in 4K-Auflösung meistens auf Kantenglättung verzichten – zumal qualitativ hochwertige Kantenglättung selbst schnellen Grafikkarten in 4K so viel abverlangt, dass Spiele kaum noch flüssig laufen. Die Auflösung von 3840x2160 Pixeln ließ sich übrigens in allen von uns getesteten Spielen problemlos über die Optionen einstellen, da die meisten Spiele mittlerweile einfach die von Windows ausgelesenen, möglichen Auflösungen auch in den Grafikoptionen bereitstellen. In älteren Titeln ist das jedoch nicht immer der Fall, zumal die vorhandenen Texturen für optische Vorteile auch entsprechend hoch aufgelöst sein müssen. Wirklich Sinn macht die 4K-Auflösung daher vor allem bei halbwegs aktuellen Spielen, die die vielen Pixel

Kantenglättung überflüssig

auch mit einer entsprechend detailreichen Grafik füllen können. Allerdings haben auch jüngere Spiele teilweise Probleme mit der 4K-Auflösung: Speziell zweidimensionale Grafikelemente wie beispielsweise Texte oder HUD-Anzeigen skalieren manchmal nicht richtig mit und wirken dadurch in 4K viel zu klein und werden zum Teil sogar komplett unleserlich. Es dürfte allerdings nur eine Frage der Zeit sein, bis sich die Programmierer darauf eingestellt haben und dafür sorgen, dass ihre Spiele auch in 3840x2160 problemfrei bleiben.

Auf einen Faktor haben die Entwickler allerdings keinen Einfluss: die Leistungsfähigkeit Ihres PCs. Auch die allerschönste 4K-Pracht macht keine Freude, wenn sie mit lahmen

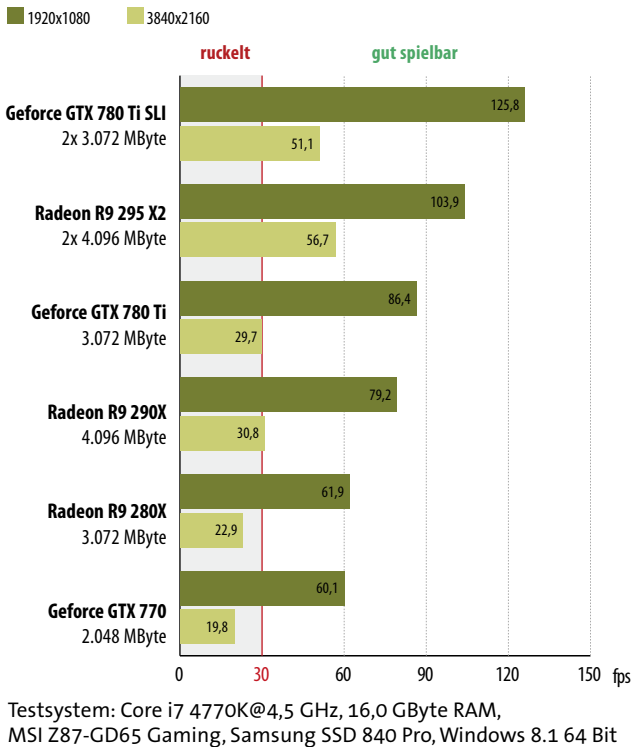
Mit einem UHD-Monitor wie dem **Samsung U28D590P** aus unserem Test können Sie prinzipiell auf jedem PC mit den passenden Anschlüssen in 4K spielen. Gerade anspruchsvolle Titel wie **Battlefield 4** laufen in dieser Auflösung mit zu wenig Rechnerleistung aber nicht flüssig.



Spiele-Benchmarks

Performance Rating insgesamt

Durchschnitt aus Battlefield 4, Crysis 3, Grid 2 und Rome 2, jeweils mit und ohne Kantenglättung.



15 Bildern pro Sekunde über Ihren teuer gekauften UHD-Monitor ruckelt. Für Spieler von grafisch anspruchsvollen Titeln ist ein solcher Kauf deshalb nur dann sinnvoll, wenn daheim ein flotter PC auf den neuen 4K-TFT wartet. Das zeigen unsere Benchmarks sehr deutlich, bei denen wir bewusst gar nicht erst unter einer Geforce GTX 770 beziehungsweise Radeon R9 280X sowie einem Quad-Core-Prozessor anfangen. Neben den reinen Grafikkarten-Benchmarks schauen wir uns auch an, welchen Einfluss die Prozessorleistung auf die Framerate in 4K hat und in welchen Einstellungen fünf bei unseren Lesern sehr beliebte Spiele mit verschiedenen gängigen Grafikkarten in 4K-Auflösung flüssig laufen.

Bei den Grafikkarten-Benchmarks zeigt sich gerade in optisch anspruchsvollen Titeln, wie viel maximale Details zusammen mit der 4K-Auflösung Ihrem Rechner abverlangen können. Selbst die immerhin knapp 250 Euro teuren Grafikkarten Radeon R9 280X und Geforce GTX 770 erreichen mit UHD in fordernden Spielen keine flüssigen Bildraten – und das ohne jede Kantenglättung und trotz des auf 4,5 GHz übertakteten High-End-Prozessors **Core i7 4770K**. **Battlefield 4** ruckelt in 2160p und maximalen Details mit knapp über 20 fps vor sich hin, **Crysis 3** und **Rome 2** laufen sogar mit weniger als 20 fps. Immerhin: Das deutlich genügsamere **Grid 2** können die Karten flüssig in UHD darstellen, wobei der Leistungseinbruch gegenüber Full HD auch hier mit knapp 40 statt rund 80 fps noch immens ist. Diese Bild ändert sich mit den schnellsten Single-Chip-Karten von AMD (Radeon R9 290X) und Nvidia (Geforce GTX 780 Ti) nicht wesentlich: Sie erreichen unter 4K in sehr fordernden Spielen ebenfalls nicht dauerhaft mehr als 30 fps, kommen dafür aber mit grafisch weniger aufwändigen Spielen gut zurecht. In Full HD langweilen sie sich dagegen selbst mit aktivierter Kantenglättung die meiste Zeit.

Dass es für flüssiges Spielen in UHD bei genügsameren Titeln aber bei weitem keine absolute High-End-Karte sein muss, zeigen die von uns ermittelten Grafikeinstellungen für flüssige Frameraten unter 4K bei **Assassin's Creed 4: Black Flag**, **Battlefield 4**, **Diablo 3**, **The Elder Scrolls Online** und **League of Legends** (siehe Tabelle auf Seite 113). Die drei letztgenannten Spiele laufen auch schon mit einer Geforce GTX 760 oder einer Radeon R9 270X in maximalen Einstellungen



Um **4K** mit flüssigen 60 Hertz darstellen zu können, muss die gewählte Schnittstelle genug Bandbreite liefern. **Dual-Link-DVI** (links) reicht dafür nicht, **HDMI** (Mitte) ist erst ab der noch kaum verfügbaren Version 2.0 schnell genug. Aktuell ist deshalb der bei Grafikkarten recht oft vorhandene **DisplayPort 1.2** (rechts) die beste Wahl für die 4K-Auflösung.

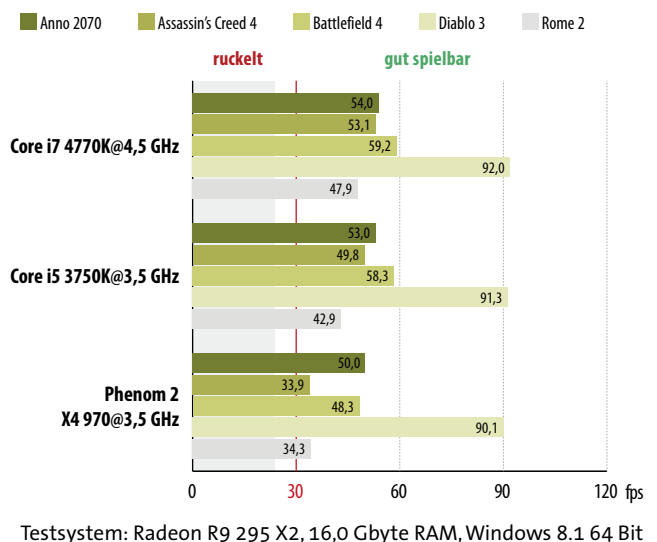
flüssig in 2160p, und auch **Battlefield 4** und **Assassin's Creed** lassen sich mit diesen Karten bei gewissen Einschränkungen der Grafikqualität zumindest noch spielbar zum Laufen bringen.

Um auch leistungsfressende Titel wie **Crysis 3** oder **Rome 2** in der 4K-Auflösung wirklich flüssig spielen zu können, kommen Sie dagegen kaum um eine Dual-GPU-Grafikkarte wie AMDs Radeon R9 295 X2 oder die Kombination von zwei schnellen Single-GPU-Karten als Crossfire- oder SLI-Gespann herum – was allerdings auch immense Kosten bedeutet. Die R9 295 X2 von AMD schlägt mit fast 1.300 Euro zu Buche, die für unsere Benchmarks genutzte Kombination aus zwei Geforce GTX 780 Ti im SLI-Verband ist aktuell nicht für unter 1.100 Euro zu haben. Wenn Sie so viel investieren, laufen dafür auch **Crysis 3** und **Rome 2** in 4K mit über 40 fps und damit gut spielbar, in **Battlefield 4** erreichen die R9 295 X2 und die beiden GTX 780 Ti sogar knapp 60 fps. Bei einer Auflösung von 1920x1080 Pixeln sind diese Karten hingegen völlig unterfordert, insofern ist ihr Kauf ohnehin erst mit einem 4K-Monitor wirklich empfehlenswert.

Enormer Leistungsfresser

Um den Einfluss der CPU zu überprüfen, haben wir außerdem in fünf Spielen mit drei unterschiedlich leistungsstarken Quad-Core-Prozessoren 4K-Benchmarks vorgenommen. Damit eine Limitierung durch die Grafikkarte so weit wie möglich ausgeschlossen wird, nutzen wir für die Messungen bei allen CPUs jeweils AMDs extrem schnelle Radeon R9 295 X2. Zwischen dem auf 4,5 GHz übertakteten **Core i7 4770K** (280 Euro) und dem mehr als 100 Euro günstigeren **Core i5 3570K** gibt es dabei kaum Leistungsunterschiede, da in 4K immer noch hauptsächlich die Grafikkarte und somit die Dual-Chip-Radeon R9 295 X2 die Gesamt-Performance bestimmt.

CPU-Benchmarks



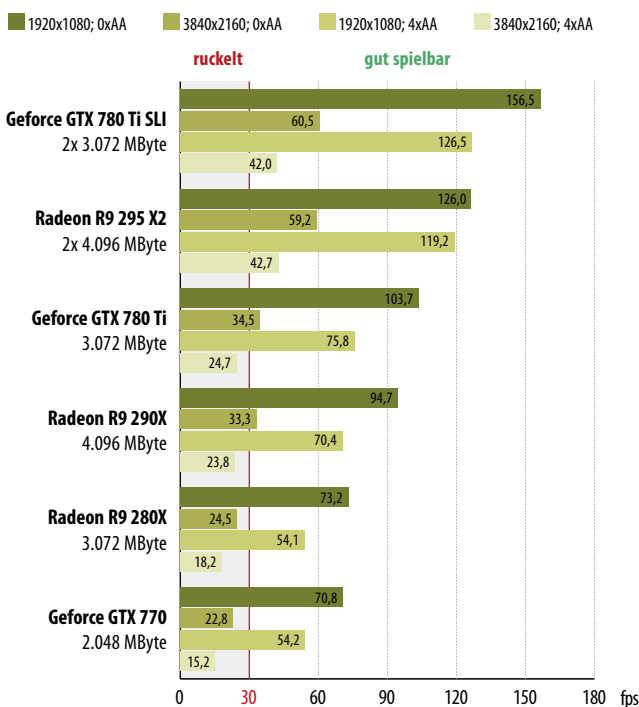
Der seiner Zeit beliebte, aber doch in die Jahre gekommene AMD **Phenom II X4 970 Black Edition** (3,5 GHz) fällt in manchen Spielen dagegen merklich zurück. So erreichen die beiden Intel-Prozessoren in **Assassin's Creed 4: Black Flag** ungefähr 50 fps, während die AMD-CPU nur auf 33,9 fps kommt. Auch in **Battlefield 4** und **Rome 2** liegt der Phenom II 20 bis 30 Prozent hinter den Core-i-CPU's, wegen er in **Anno 2070** und **Diablo 3** gut mithalten kann. Das ändert aber nichts daran, dass wir Ihnen für das Spielen in 4K mindestens einen Quad-Core-Prozessor der Mittelklasse wie den **Core i5 3570** empfehlen, um eine Begrenzung der Bildraten durch die CPU möglichst zu verhindern. Besitzen Sie bereits einen solchen Prozessor,

lohnt sich das Aufrüsten auf einen Core i7 nicht, das gesparte Geld investieren Sie stattdessen lieber in eine flottere Grafikkarte.

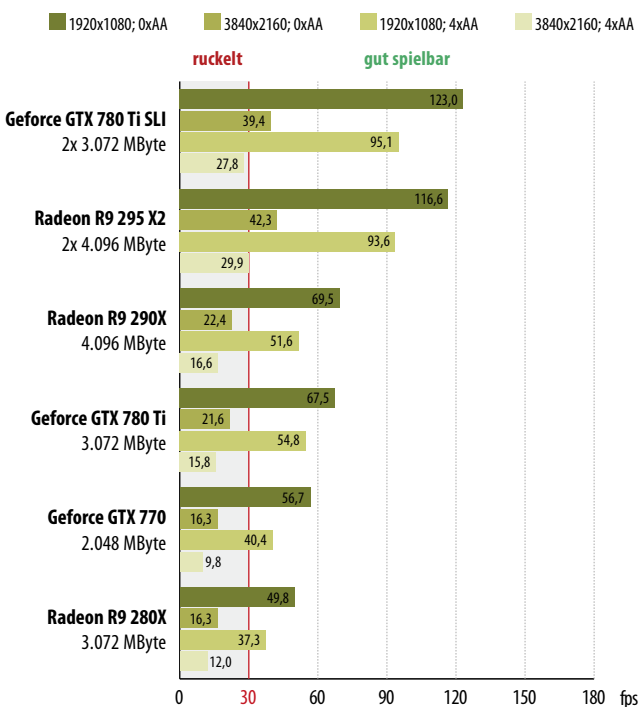
Ein 4K-Monitor sollte neben dem Spielen auch andere Bereiche wie den alltäglichen Windows-Betrieb, das Surfen oder das Arbeiten mit diversen Programmen problemlos meistern. In diesem Punkt gibt es eine gute und eine schlechte Nachricht: Die gute lautet, dass **Windows 8.1** deutlich besser mit 2160p zurechtkommt als ältere Windows-Versionen (insbesondere **Windows XP**). Die schlechte lautet, dass immer noch viel Luft nach oben ist und auch unter **Windows 8.1** längst nicht alles reibungslos mit der 4K-Auflösung funktioniert.

Spiele-Benchmarks

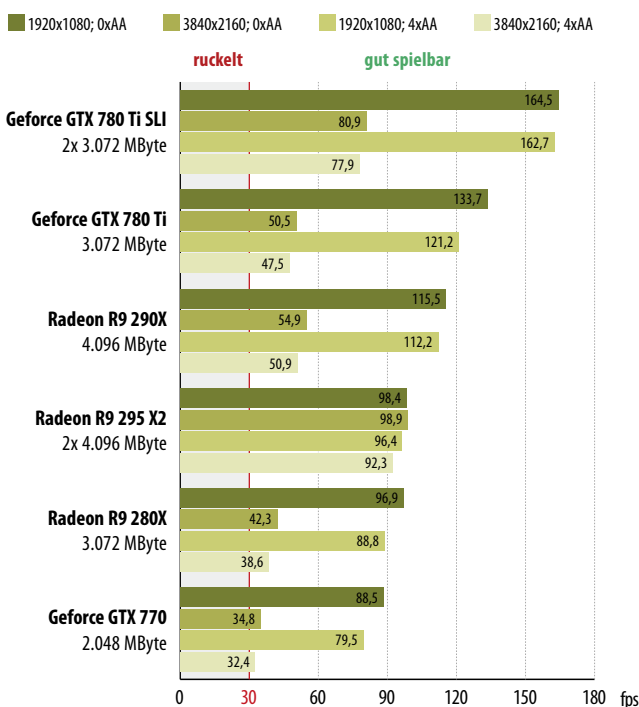
Battlefield 4



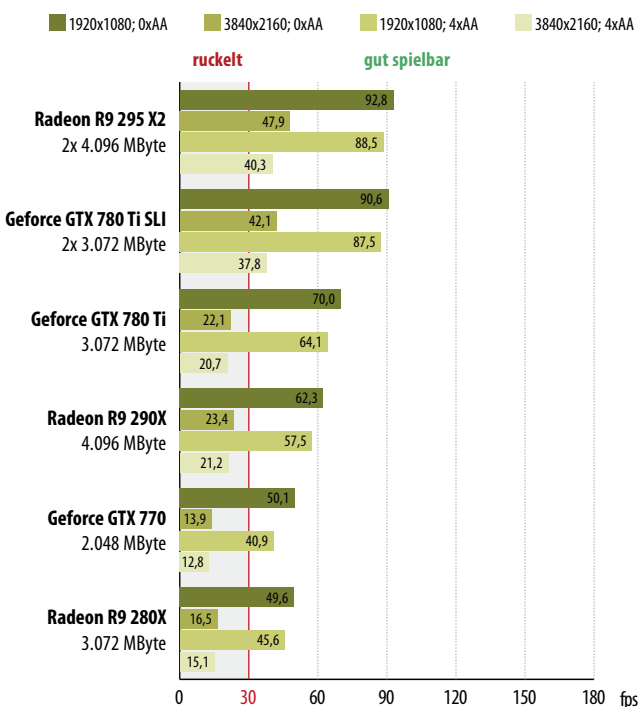
Crysis 3



Grid 2



Rome 2

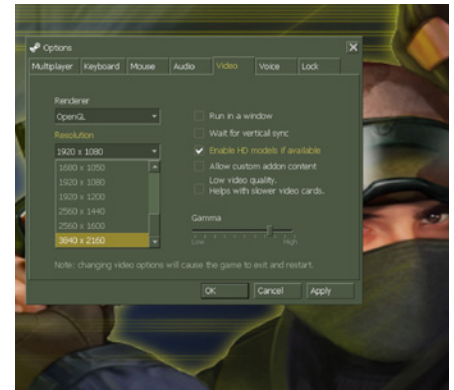


Testsystem: Core i7 4770K@4,5 GHz, 16,0 GByte RAM, MSI Z87-GD65 Gaming, Samsung SSD 840 Pro, Windows 8.1 64 Bit

Das Hauptproblem: Schriften und Icons sind häufig entweder viel zu klein oder aber unscharf, weil sie nicht korrekt an die deutlich höhere und noch unübliche Auflösung angepasst sind. Windows 7 und 8 bieten zwar die Möglichkeit zur Skalierung von Elementen in verschiedenen Stufen (**Windows 7** maximal 200 Prozent, **Windows 8** bis zu 500 Prozent), das hat aber nicht immer den gewünschten Effekt. Die Bedienelemente vom VLC Media Player bleiben beispielsweise unabhängig von der gewählten Skalierungsstufe immer gleich groß, beziehungsweise in 4K dann zu klein, und die Schriften in Steam werden zwar größer, dafür aber auch unscharf. Microsoft schiebt den schwarzen Peter an die Software-Programmierer wei-

einen Haken bei der Option »Skalierung bei hohem DPI-Wert deaktivieren« zu setzen. Die Buchstaben werden dadurch aber meist auch deutlich kleiner, was die Lesbarkeit auf anderem Wege wiederum verschlechtert. Auch der zusätzliche Betrieb von einem zweiten Monitor mit niedrigerer Auflösung als 4K klappt nicht gut, da wir die Schriften und Elemente nicht separat für jedes Gerät optimal einstellen können.

Abgesehen von diesen Skalierungsproblemen besitzt 2160p beim Arbeiten aber auch Vorteile: Die UHD-Auflösung bietet mehr Platz für die Verteilung von Fenstern auf dem Desktop, hoch aufgelöste Bilder sehen genau wie Spiele beeindruckend aus, und die enorme Pixeldichte sorgt im Allgemeinen für eine Schärfe, die mit ähnlich großen Full-HD-Monitoren einfach nicht zu erreichen ist. Der viele Platz und die meist deutlich kleineren Bedienelemente bringen zwar eine gewisse Umgewöhnungszeit mit sich, unterm Strich werden Sie einen UHD-Monitor aber vermutlich genau wie wir nicht mehr widerstandslos gegen ein Full-HD-Modell tauschen wollen. Da die Verbreitung von 4K-Geräten im PC-Bereich dieses Jahr deutlich steigen dürfte, gehen wir außerdem davon aus, dass sich viele Skalierungsprobleme mit neuen Windows-Updates, Grafikkartentreibern und Programmversionen im Laufe des Jahres oder spätestens 2015 (vielleicht mit **Windows 9**) in Luft auflösen.



Sogar in vielen **alten Spielen** wie etwa dem hier zu sehenden Multiplayer-Klassiker **Counter-Strike 1.6** können Sie die 4K-Auflösung einstellen. Ob das bei derart niedrig aufgelösten Texturen sinnvoll ist, steht aber auf einem anderen Blatt.

Nicht ganz ausgereift

ter und sagt, dass **Windows 8.1** an sich bereit für 4K sei – aber auch manche Windows-Elemente sehen nicht so aus, wie sie sollten. Im Task-Manager von **Windows 8.1** sind die Schriften etwa auch mit UHD und einer Skalierung von 150 Prozent noch scharf, während sie im Ressourcenmonitor verwaschen aussehen. Bei Programmen gibt es zwar die Möglichkeit, im Kontextmenü über »Eigenschaften« den Unterpunkt »Kompatibilität« auszuwählen und

GameStar 01/14

»Testsieger 90 Punkte: Flüsterleise, dank Überbaktung der zweitschnellste PC im Test und sehr gut verarbeitet - Hardware4u.net erobert mit alten Tugenden erneut den ersten Platz.«

PC Magazin 09/2013

»Einzeltest 92 Punkte: Der Gamers Dream Revision 5.1 Air ist trotz seiner sehr guten Leistung flüsterleise, außerordentlich gut verarbeitet und gediegen ausgestattet.«

0,2 Sone Idle
0,3 Sone Last

Gamers Dream Revision 5.1 Air

- Intel Core i5-4670K @ 5200 Extreme
- Noctua NH-D14 mit 14cm Lüfter
- 8GB Corsair XMS3 DDR3-1600
- Asus Z97-A
- NVIDIA GEFORCE GTX 780 @ Ultra - silent
- 120GB Samsung 840 EVO SSD S-ATA III
- 1000GB Seagate S-ATA III
- LG GH-24NS
- Onboard Sound
- Lian Li PC-9F
- 480W be quiet! Straight Power E9 CM - silent
- Microsoft Windows 8.1 64-bit
- 2 Jahre Gewährleistung

ULTRA SILENT AND
HIGH PERFORMANCE

ab **€ 1.499,-**
oder ab 50,40 €/mtl.¹⁾

CT 05/2012

»Wer die Investition nicht scheut, bekommt nicht nur einen rasend schnellen, sondern auch leisen und liebevoll montierten PC mit viel Prestige.«

0,3 Sone Idle
0,4 Sone Last

Gamers Dream Revision 5.3 Air

- Intel Core i7-4930K @ 5000 Extreme
- Noctua NH-D14 mit 14cm Lüfter
- 8GB Corsair XMS3 DDR3-1600
- Asus P9X79
- NVIDIA GEFORCE GTX 770 @ Ultra - silent
- 120GB Samsung 840 EVO SSD S-ATA III
- 1000GB Seagate S-ATA III
- LG GH-24NS
- Onboard Sound
- Lian Li PC-Z60
- 580W be quiet! Straight Power E9 CM - silent
- Microsoft Windows 8.1 64-bit
- 2 Jahre Gewährleistung

ULTRA SILENT AND
HIGH PERFORMANCE

ab **€ 1.949,-**
oder ab 63,90 €/mtl.¹⁾

PC GO 05/2012

»Der Gamers Dream ist tatsächlich sehr leise und bietet trotzdem eine gute 3D-Leistung. Auch der Preis ist für ein aufwendig schallgedämmtes System günstig.«

0,3 Sone Idle
0,5 Sone Last

Gamers Dream Revision 5.1 Air Micro

- Intel Core i5-4670K @ 5000 Extreme
- Noctua NH-C14 mit 14cm Lüfter
- 8GB Corsair XMS3 DDR3-1600 Ram
- Asus Z97M - Plus
- NVIDIA GEFORCE GTX 760 @ Ultra - silent Kühler
- 1000GB Seagate S-ATA III
- LG GH-24NS
- Onboard Sound
- Interne Lüftersteuerung
- Lian Li PC-A04B
- 400W be quiet! Straight Power E9 - silent
- Microsoft Windows 8.1 64-bit
- 2 Jahre Gewährleistung

ULTRA SILENT AND
HIGH PERFORMANCE

ab **€ 1.169,-**
oder ab 39,50 €/mtl.¹⁾

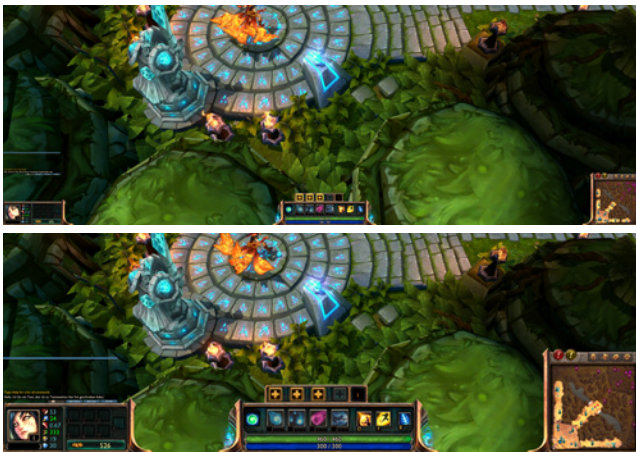
Probleme in 4K

So beeindruckend die 4K-Auflösung in der Praxis auch ist, völlig reibungslos lässt sie sich nicht nutzen. Aktuelle Hard- und Software ist einfach noch nicht gänzlich auf die extrem hohe Pixelzahl vorbereitet, was im Arbeitsalltag und auch beim Spielen zu einigen Problemen führt, die wir Ihnen im Folgenden zeigen.



Darstellungsfehler

Manche 4K-Monitore verwenden intern **zwei Full-HD-Panels im hochkantigen Porträtmodus**, aus denen sich letztlich das UHD-Bild zusammensetzt. Gerade mit 60 Hertz kann es dabei zu Problemen kommen, was sich unter anderem in einem nur zur Hälfte angezeigten Bild äußert. Greifen Sie daher am besten zu neueren Modellen, wie dem von uns getesteten Samsung **U28D590P**, der nicht mit diesen Schwierigkeiten zu kämpfen hat.



Skalierung in Spielen

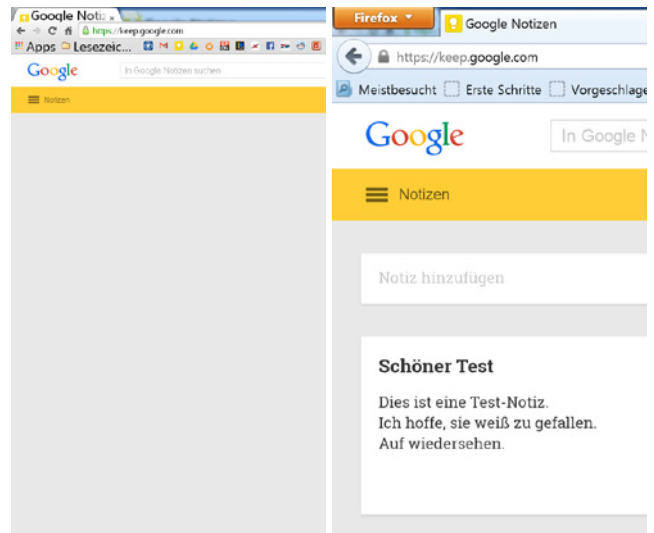
Wenn **HUD-Elemente und Texte** in Spielen nicht richtig mitskalieren, sind sie unter 4K meist viel zu klein (oben). Beim hier zu sehenden League of Legends können Sie die Skalierung über die Optionen selbst vornehmen und das Problem so lösen (unten), diese Einstellungsmöglichkeit bieten aber die wenigsten Titel an.

Für die in Kürze sehr wahrscheinlich spürbar steigende Verbreitung von 4K auf dem PC, sprechen vor allem die inzwischen deutlich attraktiveren Preise entsprechender Monitore. Der von uns getestete Samsung **U28D590P** ist in Kürze ab 600 Euro zu haben und damit zwar alles andere als ein Schnäppchen. Dennoch ist der Preisverfall im 4K-Bereich immens, schließlich haben die vor einem halben Jahr neu erschienenen, ersten UHD-Monitore für den PC noch weit über 3.000 Euro gekostet. Erfreulicherweise macht sich der deutlich niedrigere Preis beim **U28D590P** nicht in schlechter Qualität bemerkbar, das Samsung-Gerät liefert im Test eine solide Vorstellung ab. Außerdem hat es einen entscheidenden Vorteil: Es wird auch

im 60-Hertz-Modus wie ein einziges Display behandelt, während die 4K-Modelle der ersten Generation unter UHD entweder maximal 30 Hertz unterstützen oder erst nach Aktivierung des sogenannten »Multi-Stream-Transport« im Monitormenü 60 Hertz darstellen können. Durch diese Option werden sie wie zwei hochkant gestellte Displays mit jeweils 1080x1920 Pixeln behandelt, was Probleme mit sich bringt: So zeigt Windows teilweise nur eine Bildhälfte an oder es kommt in Spielen zu vertikalem Tearing, da für jedes Panel ein eigenes Bild berechnet wird und die Zusammensetzung über den Grafikkartentreiber teils nicht exakt funktioniert. Das ist beim Samsung **U28D590P** nie vorgekommen, das einzelne 4K-Panel

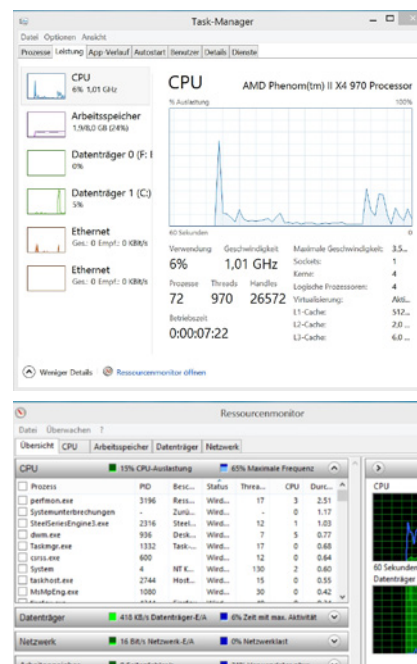
macht keine Probleme und funktioniert genau wie von gängigen Monitoren gewohnt.

Die technischen Eckdaten des Samsung **U28D590P** bieten abseits von der 4K-Auflösung Altbekanntes: Beim Panel handelt es sich wie bei so vielen PC-Monitoren um ein TN-Modell, die Reaktionszeit liegt laut Samsung bei einer Millisekunde und die maximale Helligkeit bei 300 cd/m². Für den Anschluss an Ihren PC stehen zwei HDMI-1.4- und eine Displayport-1.2-Buchse zur Verfügung, auf DVI verzichtet Samsung ganz. Noch sparsamer zeigt man sich in Sachen Ergonomie: Es gibt keinerlei Möglichkeit, den Monitor zu verstellen. Ein Gerät für 600 Euro sollte aber zumindest neigbar sein.



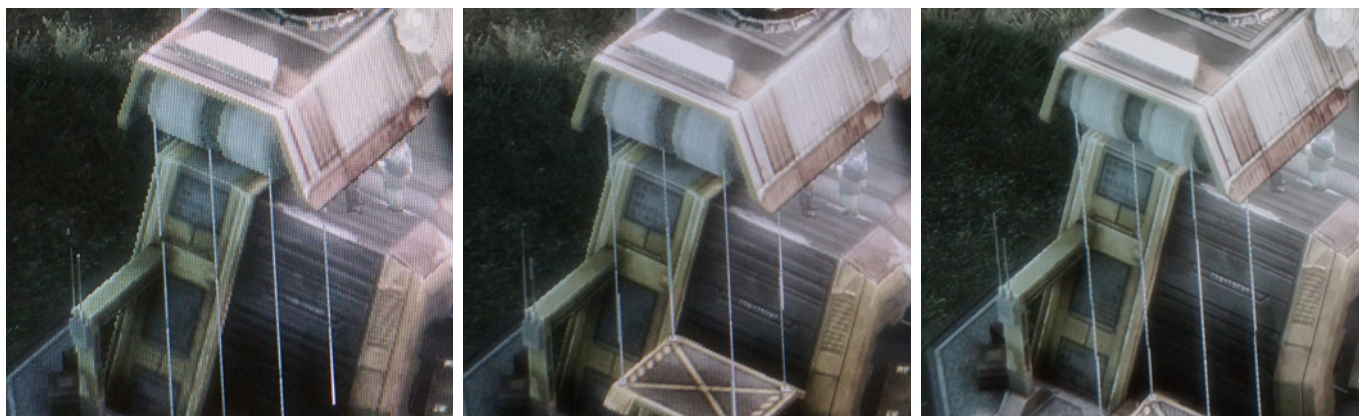
Skalierung unter Windows

Auch bei Programmen kommt es teilweise zu **Skalierungsproblemen**. In Chrome sind Adressleiste und Icons sehr klein, während manche Schriften mit aktivierter Windows-Skalierung im Vergleich zu groß wirken (links). Webseiten werden außerdem ohne Zoom viel zu klein dargestellt und Googles Notizen-Dienst »Keep« zeigt im hauseigenen Browser keine Einträge mehr an. Firefox macht das wesentlich besser, hier tritt keines der genannten Probleme auf (rechts).



Unschärfe Schriften

Neben zu kleinen oder zu großen Elementen bekommen Sie mit 4K unter Windows auch häufig **unscharfe Schriften** zu sehen. Selbst unter Windows 8.1 ist das bei manchen Systemtools der Fall. Während im Task-Manager (oben) alles gut lesbar ist, wirkt die Schrift im Ressourcenmonitor (unten) unscharf und verwaschen.



Drei **28-Zoll-Monitore** im direkten Vergleich: Während die aus Anno 2070 auf dem Geräte mit 1080p pixelig aussieht (links) verbessert sich das Bild mit 1440p bereits spürbar (Mitte). Das Bild vom 2160p-Monitor sieht dank der höchsten Pixeldichte am besten aus (rechts).

Hier hat Samsung aus unserer Sicht zu sehr gespart. Die Verarbeitung geht dagegen in Ordnung, auch wenn Samsung nicht sehr hochwertige Materialien verwendet und der Monitor etwas wackelig auf seinen ansonsten unflexiblen Beinen steht. In Sachen Bildqualität hinterlässt der **U28D590P** einen zweigeteilten Eindruck: Während die Darstellung durch die 4K-Auflösung extrem scharf wirkt und die Homogenität der Ausleuch-

Schwarz zu Weiß und zurück fällt mit fast 20 Millisekunden dagegen für ein TN-Panel enttäuschend aus und bewegt sich eher auf dem Niveau von TFTs mit VA- oder IPS-Panel, die meist um die 15 Millisekunden liegen. Wie viele PC-Monitore besitzt der **U28D590P** eine »Overdrive«-Funktion, die durch kurzzeitige Spannungserhöhung für einen schnelleren Wechsel von Schwarz zu Weiß sorgt, was Schlieren durch zu träge Reaktion bei sich schnell ändernden Bildinhalten verhindern soll. Um die für unsere Messung der Reaktionszeit nach der VESA-Norm relevante Schwelle beim Farbwechsel zu erreichen, fällt die Spannung beim Samsung-TFT aber etwas zu früh wieder ab, wodurch der für ein TN-Panel sehr hohe Wert von 20 Millisekunden zustande kommt. In der Praxis tritt der positive Effekt der Overdrive-Spannungserhöhung allerdings dennoch ein, auch wenn sie für die VESA-Norm nicht ausreichend exakt arbeitet. Entsprechend wird der Farbwechsel unabhängig vom Schwellenwert stark genug beschleunigt, um auch schnelle Bewegungen in Spielen schlierenfrei umzusetzen. Der Overdrive kann dabei über das Monitor-Menü in drei Stufen geregelt werden, die Messung haben wir in der werkseitig eingestellten mittleren Stufe »Faster« durchgeführt. Von der höchsten Stufe raten wir Ihnen ab, da es dann wie so oft bei zu hohem Overdrive zu störenden Farbsäumen kommt, wodurch sich die Bildqualität merklich verschlechtert. Alles in allem ist der Samsung **U28D590P** damit der erste 4K-Monitor, für den wir eine Kaufempfehlung aussprechen können, auch wenn in vielen Bereichen noch Raum für Verbesserungen besteht. Das betrifft in erster Linie die von günstigen TN-TFTs gewohnten Schwächen wie etwa das mäßige Kontrastverhältnis und das Fehlen jeglicher Ergonomieoptionen. Wenn Sie aber so früh wie möglich und zu einem einigermaßen akzeptablen Preis in den Genuss von UHD kommen wollen, dann können Sie beim **U28D590P** ruhigen Gewissens zuschlagen. Mögliche Alternativen sind einerseits das Warten, da andere Hersteller in den nächsten Monaten mit preislich ähnlich gelagerten 4K-Modellen nachziehen werden, andererseits könnten Sie auch auf einen WQHD-Monitor zurückgreifen. Diese Modelle lösen mit 2560x1440 Pi-

xeln auf und sind ab ungefähr 350 Euro zu haben. Neben dem niedrigeren Preis haben sie gegenüber 4K-Geräten den Vorteil, dass es im Betrieb zu weniger Problemen kommt und die Anforderungen an die Grafikleistung beim Spielen spürbar niedriger sind, dafür fallen die optischen Vorteile gegenüber Full HD allerdings auch weitaus geringer aus als bei 4K. Wir raten Ihnen deshalb dazu, die Zwischenstufe WQHD zu überspringen und gleich einen 4K-Monitor zu kaufen – sei es jetzt oder erst in ein, zwei Jahren, wenn die Technik weiter gereift sowie günstiger ist und die Grafikkarten noch mehr 3D-Leistung liefern. Sicher ist, dass Sie an 4K sowohl beim Spielen als auch beim Filme schauen, Arbeiten oder Surfen früher oder später viel Freude haben werden. **NR**

Full-HD abgelöst

tung gute 86 Prozent erreicht, liegt die gemessene maximale Helligkeit (217,67 cd/m²) und das Kontrastverhältnis (470:1) nur im unteren Mittelmaß. Betrachtungswinkel und Farbraum sind wie für ein TN-Panel zu erwarten nicht überragend, gehen aber aus Spielersicht noch in Ordnung.

Für das Spielen sind Reaktionszeit und Bildwiederholfrequenz ohnehin wesentlich relevanter als möglichst exakte Farbraumabdeckung. Bei 60 Hertz über den DisplayPort 1.2 ist die Bildwiederholfrequenz genau wie bei Full-HD-Geräten ausreichend schnell (ohne das Niveau eines Monitors mit 120 Hertz oder mehr zu erreichen). Die von uns gemessene Reaktionszeit beim Wechsel von



Doppelte Pixel, doppelter Spaß

Nils Raettig
Redakteur Hardware
nils@gamstar.de

Zugegeben, die 4K-Auflösung Ultra HD oder kurz UHD ist am PC noch nicht völlig ausgereift und hat unter Windows und in Spielen noch mit kleineren Kinderkrankheiten zu kämpfen. Das wird sich aber in absehbarer Zeit bessern und selbst jetzt kann ich die kleineren Macken locker verschmerzen. Denn durch die herrlich scharfe Darstellung und die beeindruckende Bildqualität in Spielen macht das Zocken gleich noch mal so viel Spaß! Und auch das Arbeiten unter Windows klappt durch den enormen Zugewinn an Desktop-Fläche besser.

PREIS 650 Euro **HERSTELLER** Samsung

Monitor **U28D590P**

Größe / Auflösung	28 Zoll / 3840x2160 (60 Hz)
Panel / Reaktionszeit	TN (entspiegelt) / 1 ms
Höhenverstellung	nein
Neig- / Drehbar / Pivot	nein / nein / nein
Helligkeit / Kontrast	217,67 cd/m² / 470:1
Verbrauch / Gewicht	24,9 Watt / 6,76 kg

BILDQUALITÄT

- extrem hohe Auflösung
- ausreichende maximale Helligkeit
- sehr gleichmäßige Ausleuchtung
- mäßiger Schwarzwert
- mittelmäßiges Kontrastverhältnis

32/40

SPIELELEISTUNG

- spieletauglich
- sehr gute Interpolation
- für TN-Panel schlechte Reaktionszeit (laut Norm)
- in schnellen Titeln leichte Kantenunschärfe

16/20

TECHNIK

- 60 Hertz in 4K
- gute Verarbeitung
- sehr niedriger Verbrauch
- entspiegelt
- Bildformat teilweise einstellbar
- Standfuß etwas wackelig

17/20

AUSSTATTUNG

- 2x HDMI
- DP inkl. Mini-DP-Adapter
- Audio-Out
- überhaupt nicht verstellbar

7/10

BEDIENUNG

- deutschsprachig
- sehr übersichtliche Menü-Struktur
- einfache Bedienung

9/10

FAZIT

Samsungs U28D590P hat die für ein TN-Panel typischen Schwächen wie mäßige Blickwinkel und Kontraste. Auch mit Ausstattung und Ergonomie kann er nicht punkten. Die 4K-Auflösung bei 60 Hertz macht das aber mit beeindruckender Schärfe locker wieder wett.

81

Preis/Leistung: Ausreichend