

Geforce RTX 2000 im Test

LOHNEN SICH DIE NEUEN NVIDIA-GRAFIKKARTEN?



Von Raytracing über KI-gestützte Bildberechnung bis hin zu klassischen Benchmarks: Wir nehmen die Geforce RTX 2080 Ti und die Geforce RTX 2080 genau unter die Lupe und klären, wie gut die neuen Grafikkarten von Nvidia wirklich sind.

Von Christoph Liedtke, Florian Klein und Nils Raettig

93

GameStar
Platin-Award

94

GameStar
Platin-Award

Wie hoch ist die Performance der Geforce-Karten RTX 2080 Ti und RTX 2080 im Vergleich zu der GTX 1080 Ti und der GTX 1080 der Vorgängergeneration? Endlich können wir diese Frage beantworten und Nvidias neue Turing-Architektur in Spielen testen - zumindest auf traditionelle Art. Denn die

stark beworbenen Features Raytracing und Deep Learning Super Sampling (DLSS) lassen sich vorerst nur in Demos begutachten. In unserem Test der GTX 2080 und der GTX 2080 Ti messen wir die Performance in aktuellen Spielen wie gehabt, vergleichen die Neulinge mit GTX 1080 Ti & Co und geben einen Ausblick auf das Potenzial der RT-Kerne (für Hardwarebeschleunigtes Echtzeit-Raytracing) und Tensor-Kerne (für zusätzliche KI-gestützte Berechnungen).

Im Gegensatz zu der Vorstellung der ersten Pascal-Grafikkarten GTX 1080 und GTX

1070 aus dem Jahr 2016 sind bereits seit Release der RTX-2000-Modelle am 20. September neben den Referenzkarten (Founders Edition) auch Partnerkarten (Custom Designs) erhältlich. Testmuster von Asus, MSI und Zotac haben wir bereits erhalten, weitere sind bereits auf dem Weg in die Redaktion. In den folgenden Ausgaben könnt ihr mit entsprechenden Tests rechnen, in diesem Heft richtet sich der Fokus jedoch auf die Eigenkreationen von Nvidia.

Founders Edition im Detail

Das offensichtlichste Merkmal der aktuellen Founders Edition ist die komplett neue Kühlung: Das alte Blower-Style-Prinzip mit kleinem Radial-Lüfter hat ausgedient, beide neuen Modelle setzen auf zwei 90 Millimeter große Lüfter und einen Aluminium-Radiator mit Vapor Chamber. Die RTX 2080 Ti und die RTX 2080 sind so kühler und leiser als ihre Vorgänger, obwohl sie eine höhere Leistungsaufnahme haben. Einen gewissen Nachteil bringt das aber mit sich: Die Abwärme wird nicht mehr direkt aus dem Gehäuse befördert, sondern eher darin verteilt. Eine gute Gehäuse-Belüftung ist also anzuraten (wobei das auch ohne RTX-Karte gilt).

Die Referenzkarten punkten mit einer schlichten Optik in Silber und Schwarz, sind gut verarbeitet und haben eine wertige Haptik. Das verdanken die Grafikkarten nicht zuletzt dem relativ hohen Gewicht von rund 1,3

Damit DLSS in einem Spiel funktioniert, muss zunächst auf einem Super-Computer das passende KI-Modell für den jeweiligen Titel entwickelt werden, um die Bildqualität in Echtzeit verbessern zu können.

NVIDIA NGX Neural Graphics Framework



GENERATE GROUND TRUTH



TRAIN AI MODEL



TEST & OPTIMIZE



NGX WORKFLOW CREATES AI MODELS



AI MODEL



DRIVER



NGX



	RTX 2080 Ti	GTX 1080 Ti	RTX 2080	GTX 1080
Grafikchip	TU102	GP102	TU104	GP104
Chiptakt	1.350 / 1.635 MHz Boost	1.480 / 1.582 MHz Boost	1.515 / 1.800 MHz Boost	1.607 / 1.733 MHz Boost
Shader	4.352	3.584	2.944	2.560
TMUs / ROPs	272 / 88	224 / 88	184 / 64	160 / 64
RT- / Tensor-Kerne	68 / 544	- / -	46 / 368	- / -
Fertigung	12 nm	16 nm	12 nm	16 nm
VRAM	11 GByte GDDR6	11 GByte GDDR5X	8 GByte GDDR6	8 GByte GDDR5X
Speichertakt (effektiv)	14 GHz	11 GHz	14 GHz	10 GHz
Speicherinterface	352 Bit		256 Bit	
Speicherbandbreite	616 GByte/s	484 GByte/s	448 GByte/s	320 GByte/s
TDP	260 Watt	250 Watt	225 Watt	180 Watt
Preis	ab 1.200 Euro	ab 700 Euro	ab 840 Euro	ab 490 Euro

Kilogramm. Beide Modelle unterscheiden sich äußerlich nur am Ti-Kürzel der Schriftzüge, die auf der Front und auf der Aluminium-Backplate der Rückseite zu finden sind. Im Betrieb leuchtet auf der Grafikkartenseite der grüne »Geforce RTX«-Schriftzug auf.

Die neue Founders Edition belegt wie gehabt zwei Slots im Gehäuse und besitzt identische Abmessungen im Vergleich zu den Vorgängern (26,7 x 11,4 x 4,0 Zentimeter). An der Slotblende sind drei Displayport-1.4-, ein HDMI-2.0b- und ein USB-C-Anschluss zu finden. Letzterer dient unter anderem für VR-Headsets. Auf der Grafikkarten-Oberseite findet sich Nvidias sogenannter NVLink-Anschluss, über den per separat erhältlicher Brücke (rund 85 Euro) zwei Grafikkarten gleichzeitig im SLI-Betrieb genutzt werden können.

Erst im direkten Vergleich wird deutlich, wie sehr sich Optik und Kühlung verändert haben: Das markante Finish weicht einer schlichteren und weniger verspielten Kühler-

abdeckung. Wer ein kleines Gehäuse hat, wird den Wegfall des Blower-Style-Prinzips vermutlich vermissen. Doch einige Partner haben eben jenes Kühlprinzip bereits angekündigt, die meisten dieser Custom Designs dürften darüber hinaus mehr Kühlfläche samt größerem Radial-Lüfter bieten, als Nvidia es auf der Founders Edition der GTX-1000-Generation getan hat.

Technische Daten und Turing-Architektur

Die Grafikchips von RTX 2080 Ti (TU102) und RTX 2080 (TU104) sind größer als Nvidias leistungsfähiger Pascal-Chip für Spieler (GP102). Das liegt nicht nur an der gesteigerten Anzahl von Shader-Einheiten, sondern auch an der neuen Turing-Architektur, die nicht einfach nur einen Refresh bisheriger Generationen darstellt. Neu sind Recheneinheiten für Raytracing und Deep Learning-Berechnungen. Diese belegen einiges an Platz und machen die Chips somit groß und (höchstwahrscheinlich) auch deutlich

teurer in der Fertigung, die von 16 auf 12 Nanometer verkleinert wurde.

Die Geforce RTX 2080 Ti folgt auf die GTX 1080 Ti, ist aber mit mehr Rohleistung versehen. Dazu trägt auch die hohe Zahl an Shader-Einheiten bei. Die RTX 2080 Ti besitzt davon 4.352, die GTX 1080 Ti »nur« 3.584. Der Basistakt der RTX 2080 Ti ist mit 1.350 MHz zwar niedriger als bei der GTX 1080 Ti (1.480 MHz), doch durch die erstmals werkseitige Übertaktung der Referenzkarten um 90 MHz übertrifft das Turing-Modell mit einem Boost-Takt von 1.635 MHz den Pascal-Vorgänger (1.582 MHz). Ferner hat die RTX 2080 Ti insgesamt 68 RT- und 544 Tensor-Kerne, die gänzlich neu sind.

Apropos neu: Erstmals verwendet Nvidia GDDR6-VRAM, der effizienter sein soll und höhere Taktraten ermöglicht. Die neuen Turing-Karten takten mit effektiven 14 GHz, eine deutliche Steigerung gegenüber den 11 GHz der GTX 1080 Ti. Die Menge an Videospeicher bleibt mit 11 GByte identisch, eben-

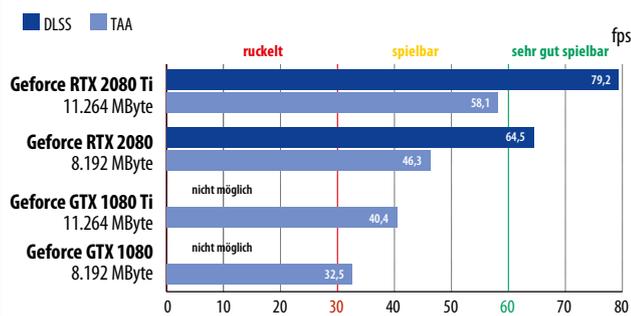


Das neue KI-gestützte »Deep Learning Super-Sampling« gab es zum Testzeitpunkt nur in Demos zu sehen. Im Benchmark von Final Fantasy 15 führt DLSS (links) im Vergleich zu der Kantenglättung TAA (rechts) zu einem etwas schärferen Bild bei gleichzeitig besserer Performance.

DLSS-Benchmarks

Infiltrator-Demo (UE4)

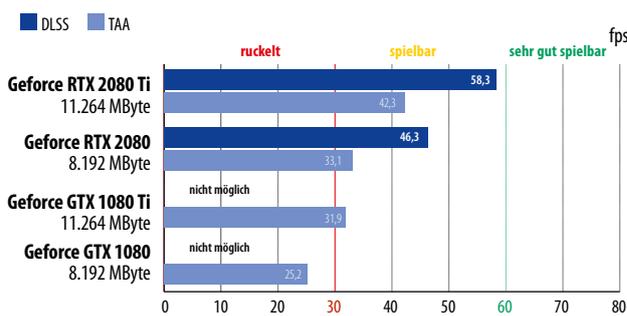
4K-Auflösung, Core i7 8700K, 16 GByte RAM



Angaben in fps. Je höher, desto besser.

Final Fantasy 15 Benchmark

4K-Auflösung, Core i7 8700K, 16 GByte RAM



Angaben in fps. Je höher, desto besser.

Auch in der bereits einige Jahre alten Infiltrator-Demo zur Unreal Engine 4 steigen die fps mit DLSS (links) im Vergleich zu TAA (rechts). Hier wirkt das Bild allerdings im Gegensatz zu Final Fantasy mit DLSS weniger scharf als mit TAA.



so wie das 352 Bit breite Speicherinterface. Auch die Geforce RTX 2080 verfolgt diese Strategie: Mehr Rohleistung und ein höherer Boost-Takt durch Werks-OC sowie zusätzliche Recheneinheiten (RT- und Tensor-Kerne) und GDDR6-Videospeicher mit höherem Takt gegenüber dem Vorgänger GTX 1080 (siehe auch die Übersichtstabelle).

Ebenfalls angewachsen ist die Verlustleistung (TDP) der Neulinge: Während GTX 1080 Ti und GTX 1080 sich mit 250 beziehungsweise 180 Watt begnügen, gibt Nvidia für die übertakteten Founders Editionen RTX 2080 Ti und RTX 2080 260 beziehungsweise 225 Watt an. Inwiefern das in einer höheren

Leistungsaufnahme resultiert, klären unsere Messwerte auf den folgenden Seiten.

DLSS-Benchmarks

Zu den Neuerungen der RTX-2000-Grafikkarten zählt auch Nvidias »Deep Learning Super Sampling«. Dabei wird zur Unterstützung der Bildberechnung ein KI-Algorithmus eingesetzt, der laut Nvidia zuvor anhand von Tausenden, sehr hochauflösenden Bildern auf einem Supercomputer darauf angelernt wird, eine möglichst hohe Bildqualität im jeweiligen Spiel zu erzielen. Entwickler müssen allerdings mit Nvidia zusammenarbeiten, damit ein Spiel DLSS unterstützen

kann. Die Integration im Spiel läuft über Nvidias NGX-Schnittstelle (»Neural Graphics Framework«). Sie kann sowohl über Nvidias Software Geforce Experience als auch über die Engine oder den Treiber erfolgen. Die verfügbaren Demos konnten wir ohne installierte Experience-Software starten.

Für die entsprechende Echtzeit-Anwendung des jeweiligen Algorithmus werden die zusätzlichen Tensor-Kerne der RTX-Karten eingesetzt. DLSS kann dabei entweder eine klar bessere Bildqualität im Vergleich zu Kantenglättungsmethoden wie TAA erzielen oder aber eine vergleichbare Qualität bei besserer Performance, indem intern in einer niedrigeren Auflösung gerendert wird, was sich vor allem in 4K-Auflösung lohnen soll. Bislang sind 25 Spiele angekündigt, die DLSS unterstützen sollen, darunter Titel wie Shadow of the Tomb Raider, Hitman 2, Dark-siders 3 oder auch PUBG.

Zum Testzeitpunkt konnte uns Nvidia allerdings nur zwei Demos zur Verfügung stellen. Zum einen die bereits von der GDC 2013 und von der Vorstellung der RTX-Karten bekannte Infiltrator-Demo in der Unreal Engine 4. Zum anderen eine Stand-Alone-Version des Benchmarks von Final Fantasy 15, die am 20. September auch für die Allgemeinheit veröffentlicht werden soll. Da DLSS nur mit Turing-Karten (auf deren Tensor-Kernen) funktioniert, sind entsprechende Benchmarks vorerst ausschließlich mit der RTX 2080 Ti und der RTX 2080 möglich. Beide

In dieser Szene aus Shadow of the Tomb Raider wirft die kleine Fackel in der Hand des Jungen ohne Raytracing keine Schatten, mit Raytracing dagegen schon. Diese Art der Berechnung muss allerdings noch per Patch nachgereicht werden.





Das neue Shadow of the Tomb Raider bietet HDR-Unterstützung, wenn ein passender Monitor zum Einsatz kommt. Auf die Leistung hat die HDR-Darstellung in dem Spiel bei den GTX-1000-Karten unseren Messungen zufolge nur geringfügig mehr Einfluss als im Falle der RTX-2000-Modelle.

Demos laufen dabei im DLSS-Modus für höhere Leistung bei vergleichbarer Bildqualität (und nicht im DLSS-2X-Modus).

In der Infiltrator-Demo steigen die Bilder pro Sekunde in UHD-Auflösung mit DLSS im Vergleich zu TAA von 58,1 auf 79,2 fps, wenn die RTX 2080 Ti zum Einsatz kommt. Bei der RTX 2080 sind es statt 46,3 mit TAA 64,5 fps mit DLSS. Die GTX 1080 Ti erreicht mit TAA etwa 40,4 fps, die GTX 1080 32,5. Die RTX 2080 Ti ist also mit DLSS fast doppelt so schnell wie die GTX 1080 Ti. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Final Fantasy 15, nur mit insgesamt niedrigeren fps-Werten. Die RTX 2080 Ti legt in UHD-Auflösung von 42,3 fps auf 58,3 fps zu, die RTX 2080 Ti von 33,1 auf 46,3 fps. Nvidias GTX 1080 Ti kommt auf 31,9 fps, die GTX 1080 auf 25,2.

DLSS-Grafikvergleich

DLSS kann die Bilder pro Sekunde also spürbar erhöhen, aber geht das möglicher-

weise auf Kosten der Bildqualität? In den beiden Demos, die wir getestet haben, ist das nicht der Fall. Beim ersten Betrachten sind uns in Bewegung kaum Unterschiede aufgefallen und auch auf den Vergleichsbildern, die wir erstellt haben, halten sich die Differenzen stark in Grenzen. Im Falle der Infiltrator-Demo hat das gängige TAA leichte Vorteile mit Blick auf die Schärfe des Bildes, gerade in Bewegung fällt das aber höchstens noch bei genauem Hinsehen auf. In Final Fantasy 15 ist es dagegen interessanterweise genau andersherum.

Teilweise verändert sich auch die Helligkeit von bestimmten Bildbereichen leicht, insgesamt liegt die Bildqualität aber sowohl mit TAA als auch mit DLSS auf einem sehr ähnlichen Niveau. DLSS ist aber deutlich schneller in der Berechnung, da es ausschließlich die neuen Tensor-Kerne nutzt. Bei all den Eindrücken ist allerdings nicht zu vergessen, dass es sich hier nur um Demos

handelt, die stets mehr oder weniger die gleichen Bilder zeigen. Es wird spannend sein zu sehen, wie gut DLSS in einem tatsächlichen Spiel funktioniert, noch müssen wir uns damit aber gedulden.

HDR-Benchmark

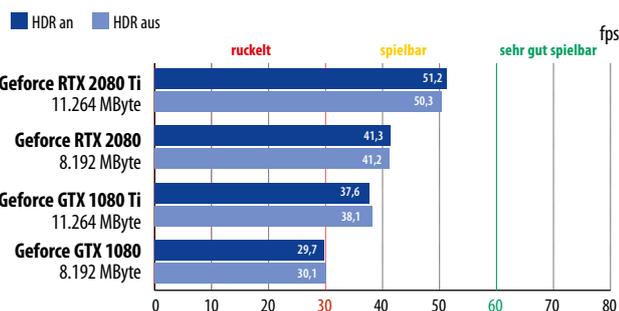
Auch bei der HDR-Performance sollen die RTX-2000-Karten Vorteile gegenüber ihren Vorgängern haben. In den von Nvidia im Reviewers Guide veröffentlichten Benchmarks, die vorab ins Netz gelangt sind, verliert vor allem die GTX 1080 teilweise durchaus nennenswert (um die 10 Prozent) an Leistung unter HDR, während das bei den RTX-2000-Karten meist nicht der Fall ist.

Aus Zeitgründen konnten wir bislang nur in Shadow of the Tomb Raider HDR-Benchmarks durchführen (wobei Nvidia dieses Spiel interessanterweise nicht im HDR-Modus gemessen hat). Die RTX-2000-Karten sind dabei mit aktivierten HDR ohne Farbun-

HDR-Benchmarks

4K-Auflösung (3840x2160)

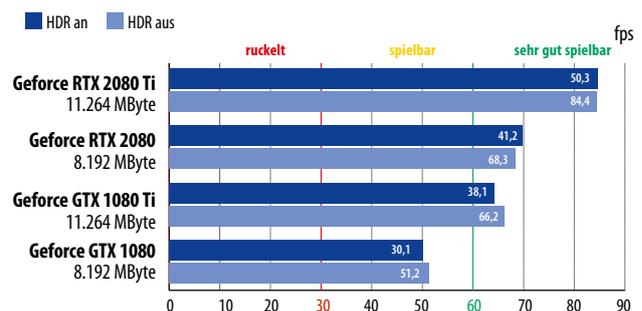
Shadow of the Tomb Raider, maximale Details, Core i7 8700K, 16 GByte RAM



Angaben in fps. Je höher, desto besser.

WQHD-Auflösung (2560x1440)

Shadow of the Tomb Raider, maximale Details, Core i7 8700K, 16 GByte RAM

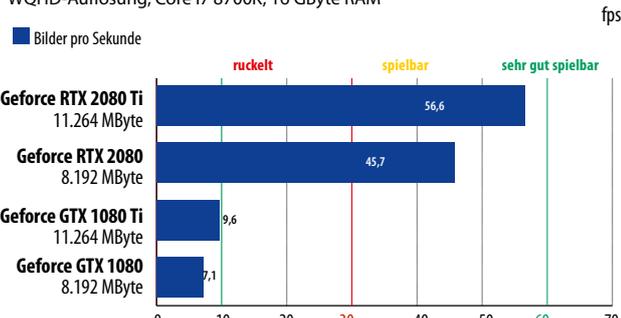


Angaben in fps. Je höher, desto besser.

HDR-Benchmarks

Reflections-Demo (UE4)

WQHD-Auflösung, Core i7 8700K, 16 GByte RAM



Angaben in fps. Je höher, desto besser.



Die Founders-Editionen der Pascal-Generation (rechte Grafikkarte) verwenden einen einzelnen Radial-Lüfter, während die neuen Turing-Modelle auf zwei Axial-Lüfter setzen (linke Grafikkarte).

terabastung sogar jeweils minimal schneller unterwegs, während die GTX-1000-Modelle leicht an Performance verlieren. Groß sind die Performance-Unterschiede mit HDR aber zumindest in diesem Spiel und mit den von uns getesteten Karten generell nicht.

Raytracing-Benchmark

Da es zum Release der RTX-2000-Karten noch keine Spiele mit Raytracing-Unterstützung gibt, können wir auch keine entsprechenden Spiele-Benchmarks durchführen. Immerhin hat uns Nvidia aber die bereits bekannte Reflections-Demo zur Verfügung gestellt, die auf der GDC 2018 und auf der Vorstellung der RTX-2000-Karten gezeigt wurde. Der Vorsprung der RTX-2000-Modelle im Vergleich zu den schnellsten GTX-1000-GPUs fällt hier wenig überraschend deutlich aus. So kommt die RTX 2080 Ti in WQHD (2560x1440) auf 56,6 fps und die RTX 2080 auf 45,7 fps, während die GTX 1080 Ti nur 9,6 fps schafft und die GTX 1080 nur 7,1 fps. In UHD-Auflösung ist die Demo immer wieder abgestürzt, deshalb haben wir hier keine Messungen durchführen können. Hier gilt allerdings ähnlich wie im Falle der DLSS-Benchmarks, dass nicht ganz klar ist, welche Aussagekraft diese Ergebnisse mit

Blick auf die Performance in Spielen haben.

Apropos DLSS: Das ist im Falle der neuen RTX-Karten bei der Reflections-Demo automatisch aktiviert und könnte ihren Vorteil gegenüber den älteren GTX-Modellen zusätzlich erhöhen. Mehr als ein erster Blick auf die Raytracing-Performance ist die Reflections-Demo also nicht. Richtig spannend wird es dagegen, wenn endlich die ersten Spiele mit Raytracing-Unterstützung zur Verfügung stehen. Wie lange es bis dahin noch dauern wird, bleibt aber abzuwarten. Wie es um Echtzeit-Raytracing unserer Meinung nach in Zukunft bestellt ist, lest ihr in den folgenden Abschnitten.

Wo bleibt Raytracing?

Jede neue Grafikkartengeneration bringt in der Regel neue technische Features und Fähigkeiten mit, bei der Pascal-Generation (GTX 1000) etwa war es SMP («Symmetric Multi Projection»), was bei VR und der Darstellung auf mehreren Monitoren mehr Performance bringt. Oder besser gesagt: bringen kann, denn heute, über zwei Jahre nach Launch der GTX-1000-Serie, ist uns nur ein Spiel bekannt, das die Technik auch nutzt. Das Problem dabei ist immer dasselbe: Das neue Gimmick wird nur von der brandneuen

Grafikkartengeneration unterstützt, die älteren Serien und die Grafikkarten der Konkurrenz beherrschen es nicht. Für die Spieleentwickler lohnt es sich daher schlicht nicht, Aufwand in die Programmierung zu stecken – Beispiele dafür gibt es im Laufe der Hardware-Geschichte viele, sowohl bei GeForce als auch bei Radeon-Grafikkarten.

Nun scheint Nvidia mit den RTX-Karten aber alles auf genau so ein neues technisches Feature zu setzen, die ganze Vorstellung der RTX-Generation auf der Gamescom drehte sich fast ausschließlich um Raytracing - das ist zwar ein alter Bekannter bei Computergrafik und Kinofilme der letzten Jahre erstellen seit Jahren einen Großteil fiktiver Szenarien per Raytracing – in Echtzeit berechnet und in Spielen eingesetzt (mit Ausnahme von Technologiedemos) wurde es bislang aus reinen Performance-Gründen aber nicht. Wie die Technik im Detail funktioniert, haben wir in der letzten Ausgabe im Artikel »Was ist Raytracing?« erläutert.

Versprochen, aber (noch) nicht geliefert

Nvidia hat aber bei der RTX-2000-Vorstellung praktisch gänzlich auf die traditionell im Mittelpunkt stehenden Eckdaten wie Performance-Steigerung gegenüber den Vorgän-



Raytracing hat es genau wie DLSS zum Testzeitpunkt in kein fertiges Spiel geschafft. Einen ersten Ausblick auf das Leistungsplus mit den neuen RTX-2000-Karten geben die Benchmarks in der »Reflections«-Demo auf Basis der Unreal Engine 4, ob die Unterschiede in echten Spielen ähnlich ausfallen werden, bleibt aber abzuwarten.

gern verzichtet. Stattdessen drehte sich alles nur um Raytracing und dass es mit den RTX-Karten erstmals möglich sei, dieses in Spielen in Echtzeit zumindest für Teilbereiche der Beleuchtung wie Reflektionen und Schatten einzusetzen – das war Nvidia sogar die Abkehr vom altbekannten Kürzel »GTX« hin zu »RTX« wert.

Doch jetzt zum Launch gibt es keine Raytracing-Spiele, auch wenn durchaus eine ganze Reihe bekannter Titel sich bereits zu (kommender) Raytracing-Unterstützung bekannt haben, mit Battlefield 5, Metro: Exodus und Assetto Corsa Competizione auch durchaus namhafte AAA-Titel. Allerdings ist Laras neuestes Abenteuer schon ohne Raytracing seit dem 14.09.2018 erhältlich, und weder in der Battlefield-5-Demo noch der Early-Access-Version von Assetto Corsa Competizione gibt es bislang Raytracing zu sehen, geschweige denn zu testen.

Bislang ist auch nicht bekannt, wann der Raytracing-Patch für Shadow of the Tomb Raider kommt oder ob Battlefield 5 beim geplanten (und verschobenen) Launch am 20. November 2018 bereits den Raytracing-Modus mitbringt oder nicht.

Wird Raytracing real?

Wird Raytracing in Echtzeit für realistische(re) Beleuchtung in Spielen aber nun in absehbarer Zeit Realität - und noch viel wichtiger: relevant? Denn auch wenn sich aktuell zum Launch kein Spiel mit Raytracing testen lässt, bekommen ziemlich sicher die meisten der angekündigten Titel früher oder später Raytracing. Doch nimmt Raytracing dann wirklich Fahrt auf und wird zu einem neuen Standard? Für Raytracing spricht, dass es bislang noch bei kaum einem Grafikkarten-Launch so viele angekündigte Spiele gegeben hat, welche die neue Technik unterstützen wollen. In unserer Liste der kommenden Spiele mit Raytracing und der neuen DLSS-Kantenglättung finden sich immerhin elf Spiele, die eine Raytracing-Option bekommen sollen. Und das sind größtenteils keine Unbekannten, siehe Battlefield 5, Metro Exodus und das bereits veröffentlichte Shadow of the Tomb Raider.

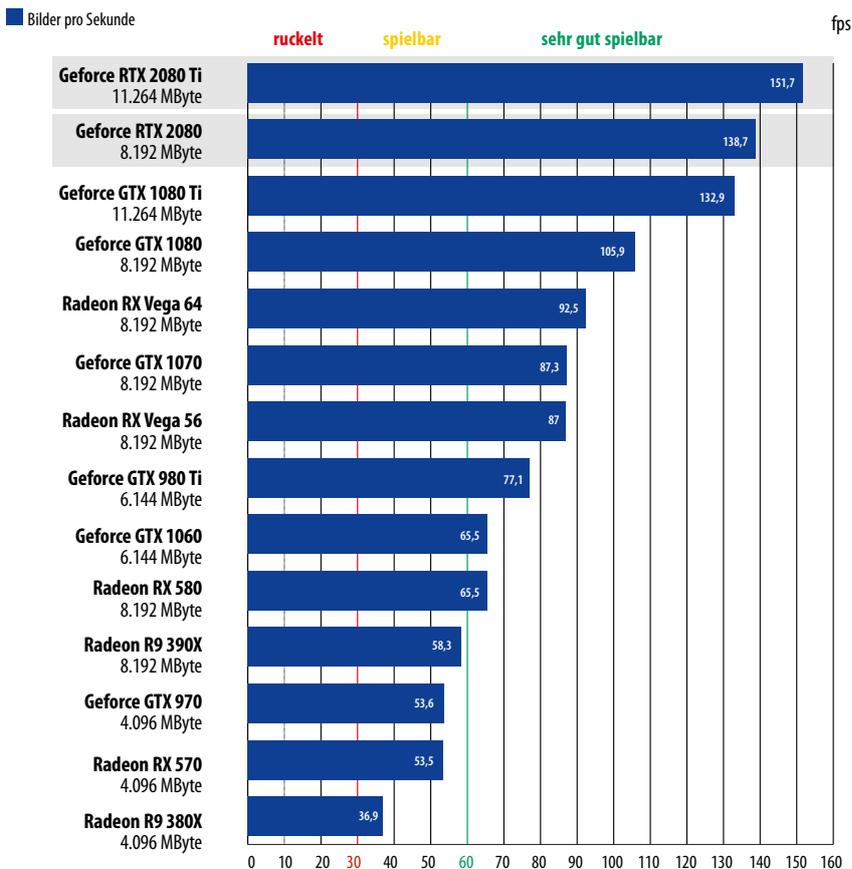
Dazu scheint es nicht allzu aufwändig zu sein, Raytracing zusätzlich zu den bekannten Rendermethoden in der Spiele-Engine zu integrieren. Laut Nvidia bekamen etwa die Battlefield- und Tomb Raider-Entwickler erst Anfang August RTX-2000-Karten samt Treiber, trotzdem gab es drei Wochen später auf der Gamescom in Köln bereits funktionierende Demos von Battlefield 5 und Shadow of the Tomb Raider mit aktivem Raytracing für Reflektionen (Battlefield) oder weichen Schatten (Tomb Raider). Das ist in der Regel ein gutes Zeichen, wenn Entwickler nicht viel Arbeitszeit (gleich Geld) investieren müssen für neue Features, die nur von einem kleinen, wenn auch wachsenden Teil der Spiele-PCs unterstützt wird.

Außerdem stellt Raytracing (auch wenn es nur für Beleuchtung oder Teile davon einge-

Spiele-Benchmarks Full HD & WQHD

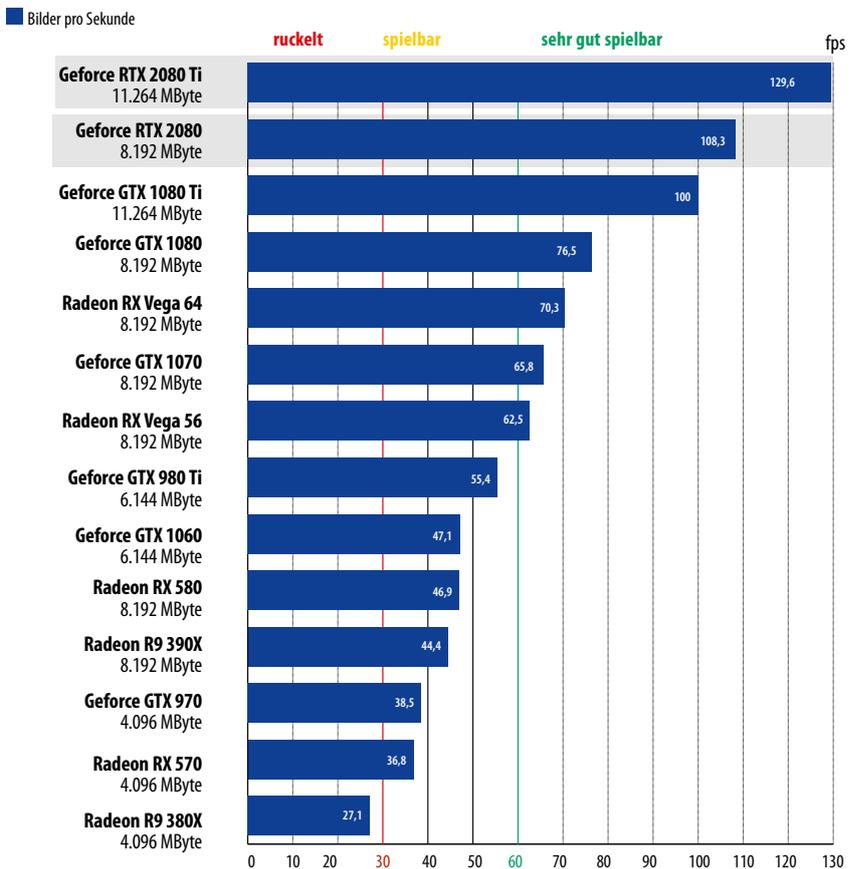
Full HD (1920x1080)

Durchschnitt aus Assassin's Creed: Origins, Project Cars 2, Total War: Warhammer 2, The Witcher 3: Blood and Wine, Wolfenstein 2



WQHD (2560x1440)

Durchschnitt aus Assassin's Creed: Origins, Project Cars 2, Total War: Warhammer 2, The Witcher 3: Blood and Wine, Wolfenstein 2

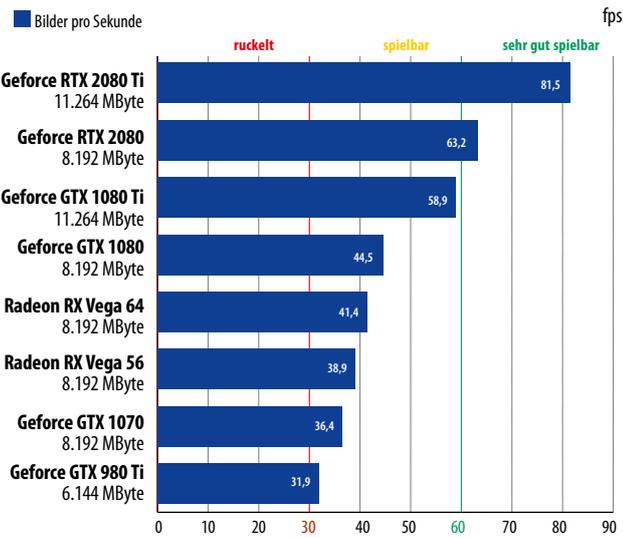


Angaben in fps. Je höher, desto besser.

Spiele-Benchmarks 4K

4K (3840x2160)

Durchschnitt aus Assassin's Creed: Origins, Project Cars 2, Total War: Warhammer 2, The Witcher 3: Blood and Wine, Wolfenstein 2



Angaben in fps. Je höher, desto besser.



Grafikkarten-Zwillinge: Die RTX 2080 Ti und die RTX 2080 von Nvidia sind als Founders Edition gleich lang und breit sowie optisch abgesehen vom Schriftzug und den Stromanschlüssen (2080 Ti: zwei Mal x 8-Pol, 2080: ein Mal 8-Pol, ein Mal 6-Pol) identisch.

setzt wird) unserer Meinung nach die Zukunft der Spielegrafik dar. Nicht umsonst werden fiktive Szenen in Filmen seit Jahren per Raytracing-Methode gerendert – das Ergebnis ist nur schwer von der Realität zu unterscheiden. Und selbst wenn es nur teilweise Echtzeit-Raytracing in Spielen ist: Besonders korrekte Lichtberechnung mit Spiegelungen, Reflektionen und Schatten trägt zwar subtil, aber doch stets spürbar dazu bei, den Bruch zwischen 3D-Realität und künstlich mit Tricks erzeugter 2D-Darstellung auf dem Monitor weiter zu verringern. Und letztlich ist Echtzeit-Raytracing einfach ein Nerd-Thema, das viele Entwickler in Entzücken (und eventuell zum Investieren von Arbeitszeit) bringt.

Raytracing-Probleme

Trotz all des Aufwands und den zumindest optisch durchaus überzeugenden, wenn auch nicht sensationellen Verbesserungen in den ersten Raytracing-Demos, ist es aber noch lange nicht gesagt, ob Raytracing (we-

nigstens mittelfristig) zu so etwas wie dem neuen High-End-Standard in Spielen wird, und Nvidia geht ein gewaltiges Risiko mit dem Raytracing-Fokus ein: Die Grafikkarten werden durch die zusätzlichen Raytracing-Einheiten komplexer und damit auch teurer, ein schlechtes Verkaufsargument, wenn die Einheiten dann nur ungenutzt (aber bezahlt) beim Käufer vor sich hin vegetieren.

Die vielleicht größte Gefahr geht aber von der Konkurrenz aus. Denn AMD hat sich zwar auch zu Microsofts DXR-Schnittstelle bekannt, die im kommenden Herbst-Update für Windows 10 eingeführt wird, aber ohne dedizierte Hardware-Einheiten wird die Raytracing-Performance auf der aktuellen Radeon-Generation niemals auch nur annähernd akzeptable Regionen erreichen, gesetzt den Fall, es funktioniert überhaupt per Software-Modus auf aktuellen Radeon-Modellen.

Und ob AMD seiner frühestens Ende 2019 erwarteten Navi-Generation (wahrscheinlicher ist sogar 2020) entsprechende Raytracing-Einheiten spendieren wird, ist derzeit

völlig offen. Ganz zu schweigen von dann eventuell auftretenden Kompatibilitätsproblemen mit Nvidias aktueller Raytracing-Implementierung – für Spieleentwickler bedeutet Raytracing nach Nvidia-Art also auch das Risiko, Zeit in ein Feature zu investieren, das bei Release noch eine ganze Weile lang nur ein kleiner Teil der Spieler (RTX-2000-Besitzer) überhaupt nutzen kann.

Und AMD fertigt sowohl die Grafikeinheiten (in den APUs) der aktuellen als auch der kommenden Konsolengeneration von Sony und Microsoft. Wenn man sich die schiere Größe der RTX-Grafikchips respektive deren Raytracing-Einheiten anschaut, ist es sehr unwahrscheinlich, dass die nächste Konsolengeneration zumindest in Sachen Perfor-

Bislang sind elf Spiele angekündigt, die per Raytracing für eine realistischere Beleuchtung in Spielen sorgen sollen, zu denen unter anderem das hier zu sehende Atomic Heart zählt.



Nils Raettig
@nraettig

Das Warten auf die neuen Nvidia-Grafikkarten hat ein Ende, der Blick auf ihre Preise zeigt aber, dass neue und vor allem bis ins High-End-Segment konkurrenzfähige Grafikkarten von AMD für Spieler deutlich wichtiger wären. Natürlich bieten die RTX-2000-Modelle mit speziellen Recheneinheiten für Raytracing und DLSS vielversprechende Extras, die beim Blick auf die Anschaffungskosten zu berücksichtigen sind. Ob und wenn ja wann man davon nennenswert in genügend Spielen profitieren kann, bleibt aber abzuwarten. Damit will ich die sehr hohe Leistung insbesondere der Geforce RTX 2080 Ti nicht schlecht reden. Anschaffungskosten im vierstelligen Bereich sind für meinen Geschmack aber klar zu viel des Guten, Nerd hin oder her.

mance etwas auch nur annähernd Vergleichbares enthalten wird. Schon gar nicht, da manche Quellen von einem baldigen Erscheinen der nächsten PlayStation bereits Ende 2019 ausgehen – die immens wichtige Konsolenplattform ist damit für die kommenden Jahre aller Voraussicht nach eher hinderlich für Raytracing in Spielen, da sie es (vermutlich) nicht unterstützt.

Zu guter Letzt scheint auch die Performance noch ein Problem zu sein, denn die RT-Demos von BF 5 und Shadow of the Tomb Raider liefen auf der Gamescom-Präsentation mit deutlich weniger als 60 fps (und das ist positiv formuliert) in Full HD(!) auf einer RTX 2080 Ti. Laut Nvidia macht allerdings die Performance-Optimierung bei Raytracing (wie viele Strahlen sende ich für was aus, wie lasse ich das Ergebnis von den Tensor-Kernen verarbeiten, etc.) den größten Teil des Entwicklungsaufwandes aus und bislang würden einfach Erfahrungen damit fehlen. Angesichts der kurzen Entwicklungszeit für die auf der Gamescom gezeigten Raytracing-Implementierungen ist die bislang (zu) niedrige Performance also eventuell nur das schwächste Argument gegen eine Verbreitung von Raytracing auf der PC-Plattform.

Ungewisse Zukunft

Es ist derzeit also schwer zu sagen, ob sich Raytracing in Spielen so durchsetzen wird, wie Nvidia das möchte, und ob sich der Kauf einer Turing-Grafikkarte nicht nur aufgrund der gestiegenen Performance in traditionell gerenderten Spielen lohnen wird, sondern auch wegen Raytracing. Wir denken, dass es durchaus einige Spiele geben wird, die durch Raytracing mit den RTX-2000-Karten merklich ansehnlicher werden, einen wirklichen Durchbruch des neuen Features erwarten wir aber erst, wenn AMD (und damit nach aktuellem Stand auch die Konsolen) ebenfalls damit aufwarten können und sich eine breite Hardware-Basis mit Raytracing-Fähigkeiten etabliert.

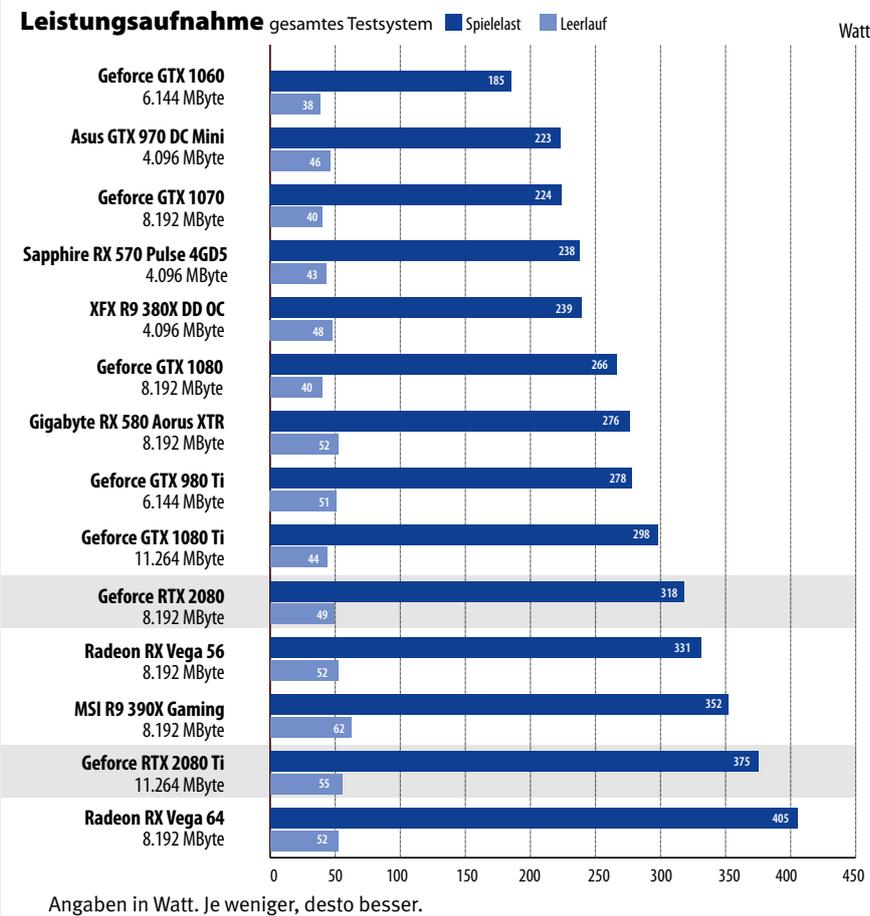
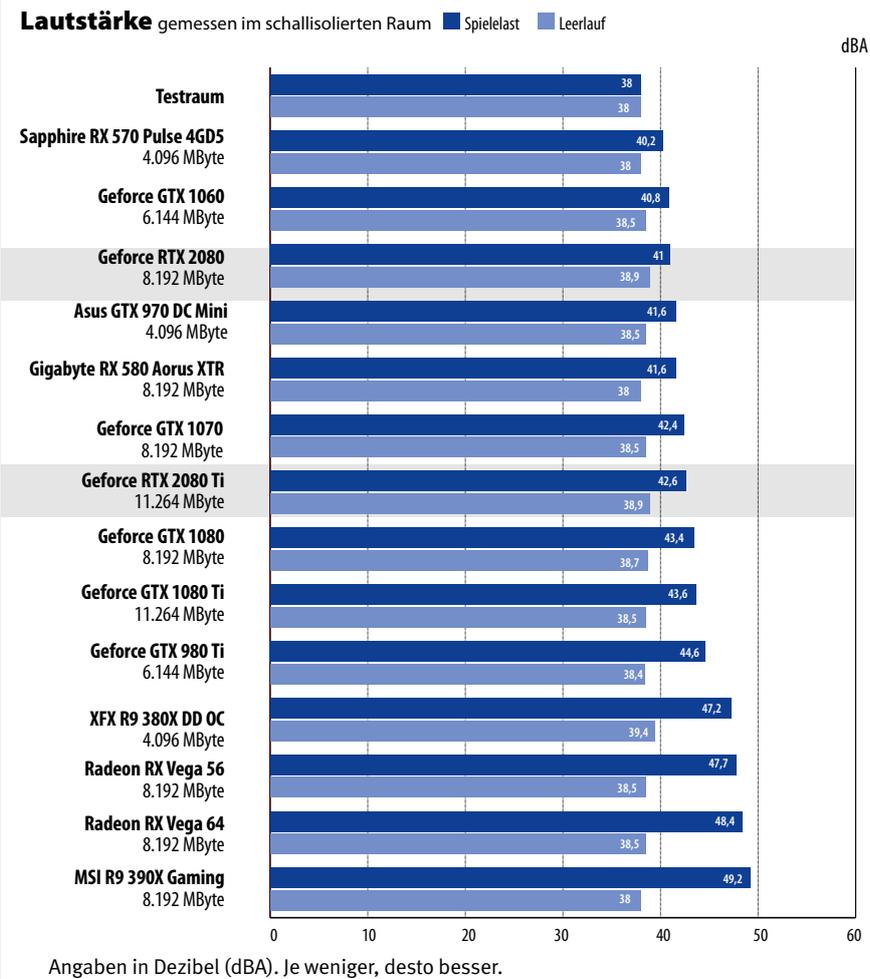
Dazu gehören auch erschwingliche Mittelklasse-RTX-Karten von Nvidia ab 200 Euro, die Raytracing performant berechnen können. Bis dahin wird Raytracing voraussichtlich ein (faszinierendes) Nischenthema mit gelegentlichen Spiele-Releases für High-End-PCs mit Nvidia-Grafikkarten (die diesen Markt dominieren und weiterhin beherrschen werden) bleiben.

Klassische Spiele-Benchmarks

Nach all den Demo-Benchmarks und eher theoretischen Überlegungen kommen wir nun zu deutlich praxisnäheren Messungen in aktuellen Spielen. Unser Testsystem für Grafikkarten haben wir dabei im Sommer 2018 grundlegend überarbeitet. Die Basis bilden ein Intel Core i7 8700K mit einem All-Core-Turbo von 4,3 GHz, ein Asus ROG Maximus X Hero Mainboard und 16 GByte DDR4-RAM von G.Skill, der mit 2.666 MHz und CL-16-18-18-38 Timings läuft.

Für die Leistungsermittlung setzen wir auf

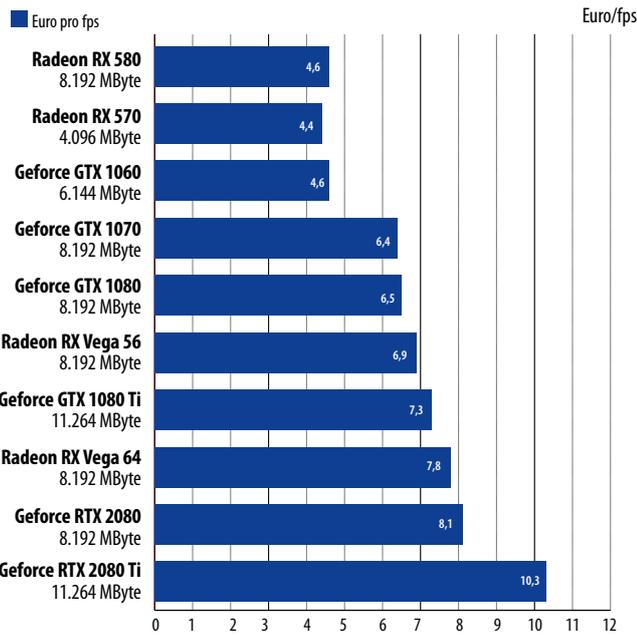
Lautstärke & Leistungsaufnahme



Preis-/Leistungs-Verhältnis

Euro pro fps

Stand der zugrundeliegenden GPU-Preise: 19.09.2018



Angaben in Euro. Je weniger, desto besser.



Während Nvidias Founders Editionen bislang Referenz-Taktraten verwendet haben, sind sie im Falle der RTX-2000-Serie um 90 MHz übertaktet.



Die Platine ist nach dem Lösen etlicher Schrauben unterschiedlicher Größen und Typen erreichbar. Hier im Bild ein Produktshot vom Hersteller mit 12 GByte GDDR6-Videospeicher.

eine Auswahl aktueller und beliebter Titel, die Grafikkarten müssen sich dabei in vier DX11- und einem Vulkan-Spiel beweisen: Assassin's Creed: Origins, Project Cars 2, Total War: Warhammer 2, The Witcher 3: Blood and Wine und Wolfenstein 2: The New Colossus. Wir testen in drei Auflösungen (Full HD, WQHD und UHD) mit maximalen Details und verwenden die Standardeinstellungen der Grafikkartentreiber.

Die beiden Neulinge Geforce RTX 2080 Ti und RTX 2080 haben es in den Benchmarks erwartungsgemäß auf die Spitzenpositionen abgesehen. Das Topmodell RTX 2080 Ti ist nahezu konkurrenzlos und wird je nach Spiel teils nicht nur in Full HD, sondern auch in WQHD von den restlichen Komponenten unseres Testsystems ausgebremst. Erst in UHD-Auflösung und damit im absoluten GPU-Limit kann sie ihre ganze Performance entfalten, dann ist sie zwischen 28 und sat-

ten 53 Prozent schneller als das Topmodell der Pascal-Generation GTX 1080 Ti.

Die Geforce RTX 2080 findet sich indes im Zweikampf mit der GTX 1080 Ti wieder, kann die meisten Duelle auflösungsunabhängig für sich entscheiden, der Vorsprung zur 1080 Ti beträgt jedoch meist nur ein paar Prozentpunkte. Die dabei anliegenden Taktraten fallen durch die deutlich aufgewertete Kühlung hoch aus. Die RTX 2080 Ti taktet unter Last in The Witcher 3 mit durchschnittlich 1.740 MHz, die RTX 2080 bringt es sogar auf 1.860 MHz im Durchschnitt.

Insgesamt übernehmen die neuen Turing-Modelle Geforce RTX 2080 Ti und RTX 2080 in allen drei von uns getesteten Auflösungen die beiden ersten Plätze. Mit steigender Auflösung wächst der Abstand zur ehemals schnellsten Spieler-Grafikkarte Geforce GTX 1080 Ti an. Im direkten Vergleich der konkurrierenden Modelle ist die RTX 2080 Ti zwi-

schen 14 und 38 Prozent schneller als eine GTX 1080 Ti. Die RTX 2080 hält unterdessen die GTX 1080 auf Abstand, der mindestens 31 Prozent in Full HD beträgt und auf bis zu 42 Prozent in WQHD und UHD anwächst.

Mit Blick auf die schnellste AMD-Grafikkarte RX Vega 64 gerät der rote Konkurrent zunehmend unter Druck, denn in UHD-Auflösung ist die RTX 2080 Ti im Durchschnitt fast doppelt so schnell, die RTX 2080 toppt sie um etwas mehr als 50 Prozent. Damit erfüllen die neuen Geforce-Grafikkarten die Erwartungen, schneller als die direkten Vorgänger zu sein. Einen ähnlich hohen Leistungsschub wie von Maxwell (GTX-900-Serie) zu Pascal (GTX-1000-Serie) findet allerdings nicht statt – Raytracing und DLSS bislang notgedrungen außen vorgelassen. Sobald erste Spiele der Öffentlichkeit zugänglich sind, werden wir entsprechende Vergleiche anfertigen und euch über die Optik und Performance der neuen und alten Grafikkarten aufklären.



Nvidias Ansel-Tool zur erweiterten Aufnahme von Screenshots in Spielen soll auf den RTX-Karten in unterstützten Spielen die Möglichkeit bieten, per KI-Berechnung die Bildqualität zu verbessern.

Lautstärke, Temperatur und Stromverbrauch

Die Axial-Kühlung der neuen Founders Edition ist im Vergleich zum bisherigen Blower-Style-Prinzip ein ordentliches Upgrade und verbessert Lautstärke- und Temperaturentwicklung. Die Kühler auf RTX 2080 Ti und RTX 2080 unterscheiden sich dabei nicht, weshalb das kleinere Modell etwas bessere Messwerte aufweist. Im Leerlauf laufen beide Lüfter mit 1.500 Umdrehungen (41 Prozent) und erzeugen dabei 38,9 Dezibel. Die Turing-Modelle sind somit relativ unauffällig. Die Temperaturen fallen mit 32 (RTX 2080) und 37 Grad (RTX 2080 Ti) unbedenklich aus. Nvidia hätte sogar darüber nachdenken können, die Lüfter langsamer laufen



Christoph Liedtke
@vAronized



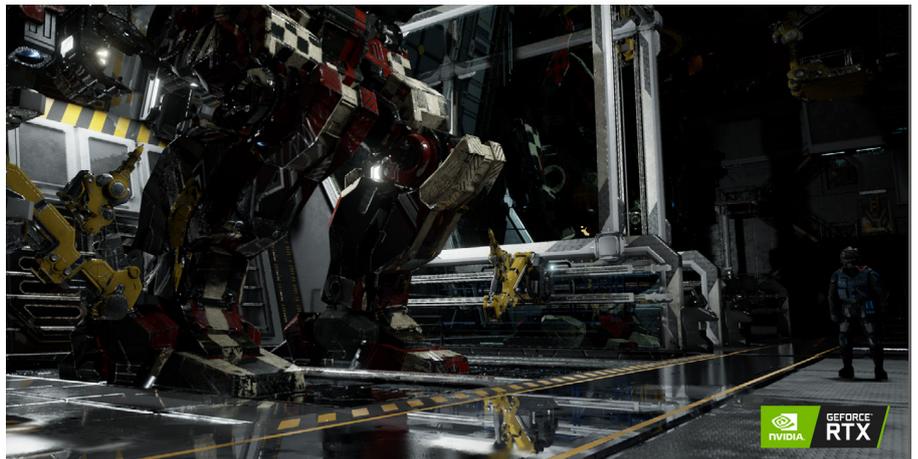
Sowohl RTX 2080 Ti als auch RTX 2080 schlagen jede derzeit erhältliche Grafikkarte, entthronen damit die GTX 1080 Ti und bieten flüssiges Spielen in UHD und hohen beziehungsweise sehr hohen Details. Damit erfüllt Nvidia allerdings nur die Erwartungen, doch in Turing schlummert noch einiges an Potenzial durch Raytracing und DLSS. Es wird aber vermutlich noch eine Zeit brauchen, bis diese Features in Spielen etabliert sind. Zwar erscheinen uns die im Test herangezogenen Benchmark-Sequenzen etwas zu praxisfern, doch lassen sie zumindest das Potenzial erahnen, mittels exklusiven Rechenkernen für Raytracing und KI-Berechnungen realistischere Grafik zu rendern beziehungsweise Mehrleistung zu bieten. Am heutigen Tag fällt das Fazit allerdings noch etwas ernüchternd aus. Beide RTX-Modelle sind zwar sehr schnelle, aber zeitgleich auch sehr teure Grafikkarten, die zwar endlich auch schnell genug für UHD-Monitore sind, dafür aber einen tiefen Griff in den Geldbeutel erfordern.

zu lassen oder bis zu einer bestimmten Temperatur direkt auszuschalten.

Auch unter Spielbelastung leisten sich die Referenzkarten keine groben Schnitzer: Die Lüfter der RTX 2080 Ti laufen dann mit rund 2.100 Umdrehungen (57 Prozent), das resultiert in 42,6 Dezibel, die dabei anliegende Chip-Temperatur beträgt 77 Grad. Die RTX 2080 bleibt mit 41 Dezibel und 1.900 Umdrehungen (51 Prozent) leiser, auch die Temperatur fällt durch das identische Kühlsystem mit maximal 73 Grad niedriger aus. Unterm Strich sind Referenzkarten zwar nicht flüsterleise, drehen aber auch nicht mehr deutlich hörbar wie die Vorgänger unter Spielbelastung auf. Durch die Axial-Kühlung laufen die Founders-Editionen nun auch nicht mehr ins Temperatur-Limit, der Takt bleibt somit höher und die Grafikkarten sind in Spielen geringfügig schneller.

Bei den Messungen zur Leistungsaufnahme zeigen sich beide Neulinge stromhungrig-

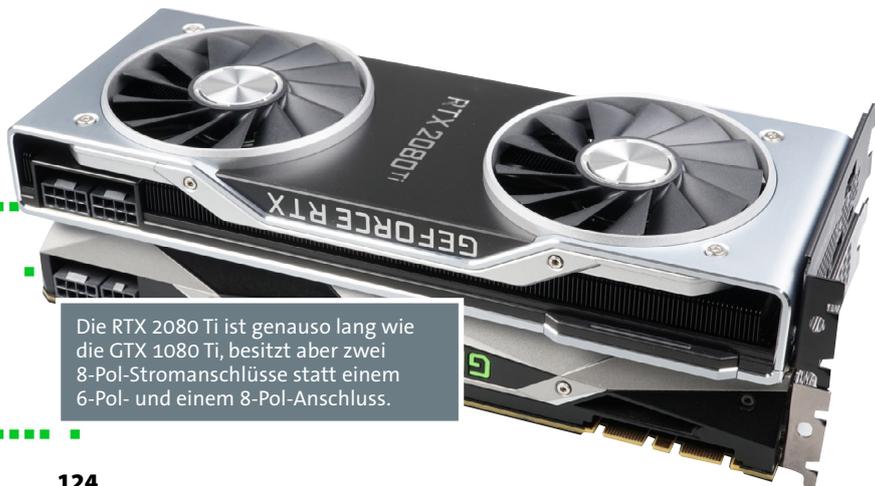
Das vor einigen Wochen auf 2019 verschobene Mechwarrior 5: Mercenaries soll ebenfalls die RT- und Tensor-Kerne der Turing-Karten nutzen und Unterstützung für Echtzeit-Raytracing bieten.



ger, die erforderlichen Stromanschlüsse (RTX 2080 Ti: 2x 8-Pol, RTX 2080: 1x 8-Pol, 1x 6-Pol) und die angeführte TDP verrieten dies allerdings bereits. Unser Testsystem mit der RTX 2080 Ti verbraucht unter Spielbelastung 375 Watt, die RTX 2080 begnügt sich mit 318 Watt. Im Vergleich zu den direkten Vorgängern fällt die Leistungssteigerung größer aus als der Anstieg der Leistungsaufnahme, die ohnehin schon gute Energieeffizienz wird also noch besser. Einzig die Messwerte im Leerlauf fallen verglichen mit den Pascal-Modellen höher aus, das liegt laut Nvidia allerdings noch an einem Bug, für den der Hersteller in absehbarer Zeit einen Fix veröffentlichten will. Wir aktualisieren die Diagramme, sobald das Problem behoben ist.

Preis-Leistungs-Verhältnis

Das Euro-pro-fps-Verhältnis verdeutlicht, dass die Leistungsfähigkeit der beiden neuen Geforce-Grafikkarten nicht die derzeit dafür verlangten Preise aufwiegt. Die RTX 2080 ist als Custom Design bereits ab rund 840 Euro zu haben und besitzt ein besseres Preis-Leistungs-Verhältnis als die RTX 2080 Ti, die ab rund 1.250 Euro erhältlich ist. Die Preise für die Turing-Modelle fallen ohne Wenn und Aber sehr hoch aus, könnten aber ihre Leistung durch den Einsatz von Raytracing und DLSS noch steigern und das Verhältnis zum Preis verbessern. Der aktuelle Ist-Zustand bescheinigt jedoch, dass die neuen Turing-Grafikkarten im Vergleich eher teurer sind als die Pascal-Vorgänger. ★



Die RTX 2080 Ti ist genauso lang wie die GTX 1080 Ti, besitzt aber zwei 8-Pol-Stromanschlüsse statt einem 6-Pol- und einem 8-Pol-Anschluss.

GEFORCE RTX 2080 TI
GRAFIKKARTE

Grafikchip	TU102
Standard/Turbotakt	1.350 / 1.545 MHz
Speicher / eff. Takt	11 GByte GDDR6 / 14 GHz
Shader/TMUs/ROPs	4.352 / 272 / 88
Anschlüsse	3x DisplayPort 1.4a, 1x HDMI 2.0b, 1x USB-C

- 👍 auch 3840x2160 jederzeit ruckelfrei 🟢 Übertaktung ab Werk
- 👍 sehr gute Energieeffizienz 🟢 schneller GDDR6-Speicher
- 👍 3x Displayport, 1x HDMI 2.0b, 1 USB-C
- 👍 Raytracing per Hardware beschleunigt (sofern Spiel es unterstützt)
- 👍 performante DLSS-Kantenglättung (sofern Spiel es unterstützt)
- 🔴 hörbar unter Last
- 🔴 Einfluss von DLSS und Raytracing noch kaum abschätzbar
- 🔴 Leistungsaufnahme im Leerlauf etwas hoch (bekanntes Problem, soll noch gefixt werden)

FAZIT

Die derzeit schnellste Grafikkarte zu extrem hohen Kosten und mit Extras, die (noch) kein Spiel nutzt.



PREIS/LEISTUNG: Mangelhaft

GEFORCE RTX 2080
GRAFIKKARTE

Grafikchip	TU104
Standard/Turbotakt	1.515 / 1.800 MHz
Speicher / eff. Takt	8 GByte GDDR6 / 14 GHz
Shader/TMUs/ROPs	2.944 / 184 / 64
Anschlüsse	3x DisplayPort 1.4a, 1x HDMI 2, 0b, 1x USB-C

- 👍 auch 3840x2160 jederzeit ruckelfrei 🟢 Übertaktung ab Werk
- 👍 ausreichend leise im Leerlauf und unter Last
- 👍 sehr gute Energieeffizienz 🟢 schneller GDDR6-Speicher
- 👍 3x Displayport, 1x HDMI 2.0b, 1 USB-C
- 👍 Raytracing per Hardware beschleunigt (sofern Spiel es unterstützt)
- 👍 performante DLSS-Kantenglättung (sofern Spiel es unterstützt)
- 🔴 Einfluss von DLSS und Raytracing noch kaum abschätzbar
- 🔴 Leistungsaufnahme im Leerlauf etwas hoch (bekanntes Problem, soll noch gefixt werden)

FAZIT

Sehr schnelle, aber auch teure GPU mit Extras, die (noch) kein Spiel unterstützt.



PREIS/LEISTUNG: Mangelhaft