

Spielerische Wahl

Von 100 Euro bis 4K:
Die richtige Grafikkarte zum Spielen



Gaming-Grafikkarten..... Seite 114
Arbeitsplatzgrafikkarten Seite 120
Grafikkarten für Linux..... Seite 124

Einfachen Spielspaß gibt es schon für unter 100 Euro. Wer Auflösung und Detailstufe hochdrehen will, muss mehr ausgeben. Die gute Nachricht: Full-HD-Gaming mit allen Schikanen gibt es für unter 200 Euro, 4K kostet auch nicht mehr die Welt.

Von Benjamin Kraft

Nachdem die Grafikkartenpreise im vergangenen Jahr Rekordstände erreichten, haben sich die Preise inzwischen nicht nur normalisiert, sie geben in einigen Bereichen sogar nach. Zudem kommt durch den Start von Nvidias neuer Turing-Generation endlich wieder Bewegung in den Markt. Es ist also eine gute Zeit, über ein Grafik-Update nachzudenken.

Die Preisspanne bei spieletauglichen Karten reicht von rund 80 Euro bis gut 1500 Euro. Alle unterstützen die aktuellen Grafikschnittstellen DirectX 12, OpenGL 4.5 und Vulkan. Wenn man sein Budget klar absteckt und Erwartungen definiert, etwa mit welcher Bildrate man in welcher Auflösung spielen möchte, ist man bei der Auswahl schon auf einem guten Weg. Wir haben im Folgenden die Grafikkarten in fünf Preisklassen unterteilt: bis 100 Euro, ab 100 Euro, ab 200 Euro, ab 400 Euro und ab 700 Euro. Wer eine Grafikkarte für professionelle Anwendungen sucht, findet im Artikel ab Seite 120 eine Orientierungshilfe.

Durch die ungewöhnlich langen Produktzyklen bei AMD und Nvidia – die Radeon-RX-400/500-Familie mit Polaris-GPU und Nvidias GeForce-1000-Serie mit Pascal-Chips sind immerhin schon über zwei Jahre auf dem Markt – sollte man keine Karten älterer Generationen mehr kaufen. Nvidias GeForce-900er und AMDs Radeon-Rx-300er schlucken mehr Strom und lassen Features vermissen, die inzwischen selbst Prozessorgrafik mitbringt. Daher sind sie auch gebraucht nicht mehr attraktiv.

Anschlusskunde

Grafikkarten geben ihr Bild über verschiedene, fast ausnahmslos digitale Anschlüsse aus. Der analoge VGA-Ausgang ist so gut wie ausgestorben; man findet ihn nur

noch an einfachen Office-Grafikkarten. Aber auch die alte digitale DVI-Buchse stirbt allmählich aus: Nur HDMI ab 2.0 und DisplayPort ab 1.2 liefern bei den hohen Auflösungen, die inzwischen alle modernen GPUs ausgeben können, noch ergonomische 60 Hz. Bei geringer Bildfrequenz stocken Animationen und der Mauszeiger ruckelt beim Weg über den Desktop.

Selbst die billigsten aktuellen Grafikkarten haben mindestens zwei Signalausgänge, in höheren Preislagen sind vier bis fünf Monitoranschlüsse üblich. Die breite DVI-Buchse gibt in der Single-Link-Ausführung maximal 1920×1200 Pixel bei 60 Hz aus, in der Dual-Link-Variante mit zusätzlichen Kontakten 2560×1600 Bildpunkte. Bei HDMI 1.4b ist bei 2560×1600 Schluss. Die am PC als 4K (oder UHD für Ultra HD, vierfaches Full HD) bezeichnete Auflösung besteht aus 3840×2160 Pixeln. Die gibt erst DisplayPort 1.2 mit 60 Hz aus, allerdings ohne HDR.

Mit HDR gelingt es den neueren Versionen HDMI 2.0b und DisplayPort 1.4, die bei allen Pascal-, Turing, Polaris- und

Vega-Karten zu finden sind. Via DisplayPort 1.4 befeuert man schnelle 4K-Displays für Gamer mit 120 Hz oder bindet über ein einzelnes Kabel ein 5K-Display (5120×2880) mit 60 Hz an; über zwei DisplayPorts mit je einer Strippe sind 8K drin (7680×4320). Mit der GeForce-RTX-2000-Serie ist bei Nvidia der USB-C-Anschluss hinzugekommen, der primär für VR-Headsets gedacht ist. Er dient aber auch als klassische Datendose mit 1 GByte/s Übertragungsgeschwindigkeit, gibt ein DisplayPort-1.4-Signal aus und versorgt angeschlossene Geräte mit bis zu 27 Watt.

Ein moderner Anschluss ist auch Voraussetzung für die dynamische Bildsynchronisierung, bei der die Grafikkarte dem Monitor die Bildwiederholrate vorgibt. Dadurch wirken Spiele selbst bei 30 oder 45 fps (frames per second, Bilder pro Sekunde) beinahe so flüssig wie mit 60 fps. Schnelle Displays gehen sogar bis 144 Hz mit, was der Bildschärfe in Bewegungen zugute kommt: Gegner sind im Shooter nicht verwaschen, das Zielen fällt leichter. Bei Nvidia heißt diese Technik G-Sync und setzt DisplayPort 1.2 voraus, AMDs FreeSync (angelehnt an den VESA-Standard Adaptive Sync) funktioniert auch über HDMI. Die überarbeiteten Versionen FreeSync 2 und G-Sync HDR beherrschen zusätzlich die Wiedergabe von HDR-Inhalten. Dazu benötigen sie aber die höhere Bandbreite von DisplayPort 1.4 oder HDMI 2.0b. Ärgerlicherweise sind diese beiden Sync-Standards zueinander inkompatibel. Die Grafikkarte diktiert also möglicherweise die Wahl des Monitors.



E-Sports-Titel wie Dota 2 laufen in Full HD schon auf einer 80-Euro-Grafikkarte wie der GeForce GT 1030 flüssig.



Die GeForce GTX 1050 packt moderne Spiele in Full HD und mit hoher Detailstufe.

Videofähigkeiten

Moderne GPUs entlasten den Hauptprozessor bei der Videowiedergabe, indem sie den Datenstrom dekodieren. Schon ältere Generationen entschlüsseln MPEG-2, DivX, AVC/H.264 und Microsofts VC-1 quasi nebenbei. Ab AMDs 400er-Serie und der Vega-Generation sowie Nvidias GTX-1000-Reihe sind auch die anspruchsvolleren Formate H.265/HEVC und VP9 durchgängig an Bord und können mit Hochkontrastinhalten (High Definition Range, HDR) umgehen. Den li-

zenzfreien VP9-Nachfolger und H.265-Konkurrenten AV1 werden erst GPUs verarbeiten können, die ab 2020 erscheinen.

Für Spieler und Streamer interessant sind die Video-Encoder-Blöcke, die AMD und Nvidia ihren GPUs einpflanzen. Sie schneiden das Spielgeschehen mit, und zwar bis 4K mit 60 Hz. Nvidia kodiert im H.264-Format, AMD alternativ auch im effizienteren H.265.

Netflix 4K und HDR

Seit vergangenem Jahr bietet der Streaming-Dienst Netflix einige Inhalte auch in 4K und HDR an. Voraussetzung dafür ist, dass Windows 10 mindestens auf dem Release-Stand 1709 (Fall Creators Update) ist, Grafikkarte und -treiber Microsofts DRM-System PlayReady-3.0 unterstützen und der Monitor den Kopierschutz HDCP 2.2 beherrscht.

Nvidia erfüllt die Voraussetzungen ab der GeForce GTX 1050 mit 3 GByte, die Variante mit weniger Speicher bleibt außen vor. Bei AMD kommen seit der Treiberversion Radeon Crimson 18.4.1 alle Polaris- und Vega-Grafikkarten mit mindestens 4 GByte Speicher infrage. Selbst einfache Intel-Prozessorgrafik der Kaby-Lake- oder Coffee-Lake-CPUs darf 4K-Streams empfangen. Netflix' Hauptkonkurrent Amazon Prime Video bietet zwar ebenfalls 4K-Inhalte an, erlaubt die Wiedergabe aber nur auf bestimmten 4K-Fernsehern und Streaming-Geräten, nicht

aber an Notebook und PC. YouTube macht bei seinen HDR-Videos keine Beschränkungen.

Die Auswahl an Spielen, die HDR nutzen, ist nach wie vor klein, wächst aber stetig. Aus der aktuellen Generation zählen unter anderem Battlefield V, Shadow of the Tomb Raider und Assassin's Creed: Odyssey dazu. Gleichzeitig unterstützen immer mehr Displays die HDR-Ausgabe, wobei es am PC inzwischen zwei Standards gibt. Für den Gamer sind sie aber austauschbar, beide funktionieren gleichermaßen. Der erste heißt HDR10, der zweite stammt vom Standardisierungsgremium VESA, nennt sich DisplayHDR und umfasst die drei Stufen 400, 600 und 1000. Sie definieren nicht nur die maximal erreichte (Spitzen-)Helligkeit, sondern auch andere Faktoren wie die Farbtiefe. HDR-fähige Monitore gibt es inzwischen ab rund 400 Euro.

Speicherfragen

Die Speicherausstattung kann bei der Performance eine entscheidende Rolle spielen: Geht der Karte das RAM aus, sackt die Bildrate merklich ab – schlimmstenfalls ruckelt das Spiel. Für Full HD mit reduzierten Details reichen 2 GByte, mit allen Gimmicks sollten es mindestens 4 GByte sein. Ab WQHD sind 8 GByte ratsam, auch mit Blick auf die Zukunft. Die 11 GByte einer GeForce GTX 1080 Ti oder RTX 2080 Ti braucht man derzeit hingegen nur, wenn ein sehr detailliertes 4K-Texturpack zum Einsatz kommt.

Auch die Speicherbandbreite spielt eine Rolle. So wird eine Karte mit 2 GByte an einem 128-Bit-Interface das Schwestermodell mit 4 GByte an 96 Bit abhängen, solange der Speicher ausreicht. Dieser Effekt zeigt sich etwa bei der GeForce GTX 1050 mit 3 GByte: Obwohl sie ein Drittel mehr Recheneinheiten nutzt als die Version mit 2 GByte, ist sie nur dann schneller, wenn Speichergröße wichtiger als Speicherdurchsatz ist. Kurz gesagt: Speicher und -anbindung sollten zur Leistungsklasse der GPU passen.

Karten unter 100 Euro

Schon Karten für weniger als 100 Euro haben zwei bis drei digitale Signalausgänge, von denen mindestens einer 4K mit 60 Hz ausgeben kann. Dazu kommen Hardware-Unterstützung für alle aktuellen Video-Codex sowie Direct3D 12. Die Karten liefern genug 3D-Leistung für Spiele in Full HD, etwa die E-Sports-Titel

Klassifikation aktueller AMD- und Nvidia-Grafikkarten

	Einsteiger	Mittelklasse	Performance	High-End
Anzahl Shader-Rechenkerne	bis 512	bis 2048	bis 3584	bis 4352
Rechenleistung	bis 1,2 TFLOPS	bis 4 TFLOPS	bis 10,5 TFLOPS	bis 14,2 TFLOPS
Speicher-Interface	64 Bit - 128 Bit	bis 256 Bit	bis 4096 Bit	bis 2048 Bit
sinnvolle Speichergröße	2 GByte	4 GByte	8 GByte	8 bis 12 GByte
sinnvolle Antialiasing-Einst. bei Full HD	—	FXAA, MLAA	vierfach	vier-/achtfach oder Supersampling
sinnvolle anisotrope Filterung	—	sechzehnfach	sechzehnfach	sechzehnfach
flüssiges Spielen auf 4K-Displays	—	—	mit verminderter Detailstufe	ja
typische 3D-Leistungsaufnahme	30 bis 50 Watt	60 bis 180 Watt	130 bis 270 Watt	180 bis 300 Watt
AMD-Grafikchips	Radeon RX 550	Radeon RX 460, Radeon RX 560D, Radeon RX 560	Radeon RX 470/480, Radeon RX 570/580, Radeon RX Vega 56	Radeon RX Vega 64
Nvidia-Grafikchips	GeForce GT 1030 (GDDR5)	GeForce GTX 1050 (2 GB), GeForce GTX 1050 (3 GB), GeForce GTX 1070 Ti	GeForce GTX 1060 (3 GB), GeForce GTX 1060 (6 GB), GeForce GTX 1070, GeForce GTX 1070 Ti	GeForce GTX 1080, GeForce GTX 1080 Ti, GeForce RTX 2070, GeForce RTX 2080, GeForce RTX 2080 Ti
empfohlenes Netzteil	300 Watt	300 bis 450 Watt	450 bis 650 Watt	mindestens 500 Watt
Preisbereich	70 bis 100 €	100 bis 200 €	200 bis 430 €	500 bis 1500+ €
✓ vorhanden	— nicht vorhanden			

Dota 2, Fortnite und Overwatch, aber auch den MMORPG-Klassiker World of Warcraft. Weil die Karten ziemlich sparsam sind, muss der Lüfter nicht viel arbeiten und bleibt in der Regel flüsterleise.

Ab 80 Euro findet man Nvidias GeForce GT 1030 mit dem sparsamen Pascal-Grafikchip GP108. Der gibt sich im Leerlauf mit nur 5 Watt zufrieden und lässt sich auch passiv und lautlos kühlen. Die lüfterlose Gigabyte GeForce GT 1030 Silent Low Profile 2G bringt einen DVI- und einen HDMI-Ausgang mit. Wer einen DisplayPort braucht, muss einen kleinen Lüfter in Kauf nehmen und wählt die ASUS GeForce GT 1030 low profile. In jedem Fall sollte man darauf achten, dass die Karte GDDR5-RAM nutzt. Die Varianten mit DDR4-RAM erzielen nur halb so viel 3D-Performance.

Knapp unter die 100-Euro-Marke schiebt sich noch AMDs Radeon RX 550, die etwa 20 Prozent mehr Spieleleistung liefert und drei digitale Anschlüsse mitbringt. Allerdings fordert sie unter Last mit 50 Watt mehr Leistung vom Netzteil als die GT 1030 (30 Watt). In Spielen akustisch unauffällig blieb beispielsweise die Gigabyte Radeon RX 550 D5 2G. Varianten mit 4 GByte kosten 20 Euro mehr.

Karten ab 100 Euro

Im Preisbereich ab 100 Euro kann man in Full HD mit hoher Detailstufe flüssig spielen. Dazu reicht Nvidias GeForce GTX 1050, die im 3DMark Firestrike auf gut 6400 Punkte kommt. Es gibt sie mit 2 oder 3 GByte Speicher, doch beide haben ihren Pferdefuß: Bei der einen wird möglicherweise das Grafik-RAM knapp, die andere bindet den größeren Speicher nicht mit 128, sondern nur mit 96 Datenleitungen an, sodass der Vorteil ihrer zusätzlichen Shader-Einheiten verpufft. Immerhin gibt sie aber 4K- und HDR-Videos von Netflix wieder.

Bei der Kantenglättung sollte man sich mit der GTX 1050 auf die schnelleren Methoden FXAA und MLAA beschränken, für anspruchsvolleres Multisampling-Antialiasing (MSAA) fehlen ihr bei neueren Spielen die Reserven. Auch Post-Processing, Ambient Occlusion und Bewegungsunschärfe bringen die GPU an ihre Grenzen. Wer auf das eine oder andere optische Schmankerl verzichtet, kommt mit dieser Karte recht weit. Empfehlenswerte Modelle liegen bei rund 130 Euro, etwa die Gigabyte GV-N1050D5-2GD. Für flache HTPCs eignet sich die Low-

Profile-Karte MSI GeForce GTX 1050 2GT LP.

Für alle bisher genannten Karten reicht ein 300-Watt-Netzteil. Manche werksübertaktete Versionen brauchen einen sechspoligen Stecker, der aber so manchem älteren Netzteil fehlt.

Ein Preis-Leistungs-Kracher ist aktuell die Radeon RX 570, die es ab etwa 175 Euro gibt, und zwar zum Teil schon mit 8 GByte. Die leise Sapphire Nitro+ Radeon RX 570 4GD5 mit 4 GByte findet man ab knapp 190 Euro. In puncto 3D-Leistung spielt sie bereits eine Klasse höher als die GeForce GTX 1050 Ti und wird mit ihrem Firestrike-Wert von 11.643 bereits einer GeForce GTX 1060 mit 6 GByte gefährlich.

Ihre 3D-Power reicht somit, um Spiele in Full HD mit maximaler Detailstufe flüssig darzustellen und auch für das eine oder andere Spiel in WQHD (2560 × 1440), wenngleich nicht immer mit maximaler Detail- oder Effektstufe. Im Leerlauf schluckt die Karte etwa 12 Watt, unter Last bis zu 150 Watt. AMD empfiehlt ein 450-Watt-Netzteil, das für werksübertaktete Karten einen sechs- und einen achtpoligen Stromstecker mitbringt.

Karten ab 200 Euro

Durch die aktuellen Preisverschiebungen im Bereich ab 200 Euro kommt nach der Radeon RX 570 erst einmal eine Weile nichts. Die nächste interessante Karte ist die Radeon RX 580 mit 8 GByte, die etwa 10 Prozent schneller ist (Firestrike: zirka 13.000 Punkte). Dank gereifter Treiber liegt sie inzwischen meist mindestens gleichauf mit einer GeForce GTX 1060 6 GByte (Firestrike: rund 11.800 Punkte). Die günstigsten Modelle starten bei 220 Euro, besonders leise Karten wie die PowerColor Radeon RX 580 Red Devil oder die Sapphire Nitro+ Radeon RX 580 8GD5 gibt es ab 270 Euro. Das Netzteil sollte einen sechs- und einen achtpoligen PCIe-Stecker haben und laut Hersteller 650 Watt leisten.

Für eine GeForce GTX 1060 6 GByte spricht bei ähnlichem Preis die höhere Effizienz, etwa bei der MSI GeForce GTX 1060 Gaming X 6G. Denn während die Radeon RX 580 unter Last knapp 200 Watt fordert, begnügt sich die Nvidia-Karte mit etwa 120 Watt und bleibt unhörbar.

Karten ab 400 Euro

Wer in WQHD mit vollen Details bei mindestens 60 fps spielen oder einen 144-Hz-fähigen Full-HD-Monitor mit FreeSync

oder G-Sync mit hohen Bildraten ansteuern will, muss tiefer in die Tasche greifen.

Für 400 Euro bekommt man erste Grafikkarten aus AMDs Vega-56-Reihe, etwa die flüsterleise PowerColor Radeon RX Vega 56 Red Dragon. Im per Schiebescalter verordneten Quiet-Mode blieb sie im Test selbst unter 3D-Last mit 0,2 Sone unhörbar. Wie alle Vega-Karten ist sie allerdings recht stromdurstig und gönnt sich in Spielen bis zu 220 Watt – empfohlene Netzteilgröße: 650 Watt. Außerdem sind die Vegas recht lang und passen damit nicht in jedes Gehäuse.

Ähnlich leistungsfähige Alternativen für ein Mini-ITX-System gibt es als GeForce GTX 1070. Die Kompaktkarten MSI GeForce GTX 1070 Aero ITX 8G OC und Gigabyte GeForce GTX 1070 Mini ITX OC führt der Online-Preisvergleich ab 400 und 430 Euro auf. Sie sind mit 180 Watt sparsamer als eine Vega-56-Karte, aber unter Last nicht so leise. Im Leerlauf schalten hingegen auch sie ihre Lüfter aus.

Für 4K mit allen Schikanen fehlen Vega 56 und GTX 1070 die Reserven – in anspruchsvollen Spielen kommen sie mit aktivierter Kantenglättung und voller Detailstufe nur auf 30 bis 40 fps, was für Strategiespiele reicht, nicht jedoch für Shooter oder Rennspiele.

Den nächsten klaren Performance-Schritt gibt es erst ab 500 Euro. Hier tummeln sich die GeForce GTX 1080 und deren Quasi-Nachfolgerin GeForce RTX 2070 (siehe S. 42). Beide sind rund 20 Prozent schneller als die Vega 56 und



AMDs Radeon RX Vega 56 liefert genug 3D-Power für WQHD (2560 × 1440 Pixel) mit allen Reglern am Anschlag.



Mehr Render- und Rechenleistung als die GeForce RTX 2080 Ti bietet keine andere Consumer-Karte. Auch der Preis ist mit mindestens 1300 Euro rekordverdächtig.

taugen bereits für flüssiges Spielen auf mehreren Full-HD-Monitoren oder in 4K mit mindestens 60 fps. Das gilt allerdings nur, wenn man auf die Kantenglättung verzichtet, einen genügsamen AA-Modus oder statt der besten nur die zweithöchste Detailstufe wählt.

Die GeForce GTX 1080 ist aktuell noch die billigere Wahl: Karten mit einfachen, aber unter Last brummigen Kühlern gibt es ab 500 Euro. Leisere Modelle wie die Gainward GeForce GTX 1080 Phoenix oder MSIs GeForce GTX 1080 Gaming 8G kosten 20 bis 40 Euro mehr. Bei werksübertakteten Modellen reicht die Preisspanne bis über 700 Euro. Zotac und Gigabyte haben auch Karten für Mini-ITX-Systeme im Angebot.

Zum Redaktionsschluss war die GeForce RTX 2070 noch schlecht verfügbar und teurer – selbst die günstigsten lagernden Modelle kosteten mindestens 520 Euro. Bei ähnlichem Preis wie die GTX 1080 ist sie aber die zukunftssicherere Wahl. Auch wenn der 3DMark-Wert von etwa 20.500 Punkten etwas anderes suggeriert, liegt ihre Spieleleistung zwischen der GeForce GTX 1080 und der 1080 Ti.

In ihrer TU106-GPU aus der Turing-Generation stecken einige Neuheiten in Form von RT- und Tensor-Cores. Erstere sollen Raytracing-Effekte wie weiche Schatten, realitätsnahe Reflexionen oder Farbmischungen bei sich überlagernden

Lichtquellen in Spielen beschleunigen. Letztere liefern in KI-Anwendungen wie Machine-Learning eine enorme Rechenleistung. Nvidia will sie für den neuen Kantenglättungsmodus DLSS (Deep Learning Supersampling) einspannen. Noch ist das alles Zukunftsmusik und es bleibt schwer einzuschätzen, was für eine Rolle den neuen Recheneinheiten in Spielen zukünftig zukommt. Neu ist auch der erwähnte USB-C-Anschluss.

Karten ab 700 Euro

Bei 700 Euro beginnt nicht nur preislich die Königsklasse. De facto löst die GeForce RTX 2080 die GeForce GTX 1080 Ti ab und bietet zum gleichen Preis etwas mehr Performance bei geringerem Stromverbrauch. Ihre durchschnittliche Leistungsaufnahme liegt bei etwa 240 Watt, aufgrund kurzzeitiger Spitzen bis 400 Watt ist ein 650-Watt-Netzteil Pflicht, am besten mit zwei achtpoligen PCIe-Stromsteckern.

Die RTX 2080 liefert genug Performance für WQHD mit allen Reglern am Anschlag inklusive Antialiasing mit über 100 fps. Bei 4K reicht es in modernen Titeln noch für 50 bis 80 fps. Einfache Modelle findet man ab rund 760 Euro, die relativ kurze und unter Last mit 1,4 Sone noch erträglich laute MSI GeForce RTX 2080 Ventus 8G OC kostete zum Redaktionsschluss etwa 80 Euro mehr. Schneller und selbst unter Last quasi unhörbar ist die Asus ROG Strix GeForce RTX 2080 OC – mit 970 Euro aber auch selbstbewusst ausgepreist.

Höchste 3D-Performance, die für 4K mit voller Detailstufe, allen Effekten und Kantenglättung bei mindestens 60 fps genügt, gibt es bei der GeForce RTX 2080 Ti. Auf ihr rechnet die vorerst größte Ausbaustufe der Turing-Generation in Form der TU102-GPU mit 4352 Shader-Kernen, 68 Raytracing- und 544 Tensor-Cores. Sie stellt nicht nur bei der 3D-Leistung alle anderen Consumer-Karten in den Schatten, auch die Machine-Learning-Performance lässt bisherige Rechenboliden wie die Titan V alt aussehen. Die Netzteilempfehlung lautet ebenfalls auf 650 Watt.

Preislich geht Nvidia in die Vollen: Kein Händler führte die Karte zum Redaktionsschluss unter 1200 Euro, verfügbar waren gar nur Modelle für mindestens 1350 Euro. Im Test machte die Gigabyte GeForce RTX 2080 Ti eine gute Figur und drängte sich beim Spielen mit 1,2 Sone akustisch nicht besonders auf. Quasi laut-

los arbeitete die Asus ROG Strix GeForce RTX 2080 Ti OC im per Schieber aktivierten Quiet-Mode. Wenn man sie findet, kosten diese Karten etwa 1300 respektive 1400 Euro.

Noch mehr Leistung erhält man nur, indem man zwei Karten zusammenschaltet. Das gelingt nur noch bei Nvidia. In der Pascal-Generation lassen sich ab der GeForce GTX 1070 zwei Exemplare via Steckbrücke zu einem SLI-Verbund kombinieren. In der Turing-Familie heißt die Verbindung NVLink, benötigt eine andere, 85 Euro teure Brücke und ist nur auf der GeForce RTX 2080 und 2080 Ti vorhanden. Je nach Spiel bringt die Verdopplung der Hardware bis zu 70 Prozent Mehrleistung – manchmal sackt die Leistung stattdessen aber auch ab. Liefert Nvidia kein SLI-Profil für ein Spiel, kann es auch zu Problemen kommen.

Ausblick

Nach dem Start der Turing-Generation sind bei Nvidia für den Rest des Jahres keine weiteren Neuerscheinungen zu erwarten. Um das GeForce-Portfolio zu vervollständigen, fehlt in der Spitzenklasse noch eine hypothetische Titan-Karte mit TU102-Chip im Vollausbau, also mit 4608 Shader-Cores und möglicherweise mehr Speicher. Gerüchteweise sollen die günstigeren Mainstream- und Performance-Karten im Frühjahr 2019 folgen – dann als GeForce GTX 2050 und GTX 2060. Das RTX-Präfix bekommen sie nicht, weil sie keine RT-Cores mitbringen werden. Mehr gibt die Glaskugel derzeit nicht her.

Bei AMD bahnt sich eine kleine Auffrischung innerhalb der Polaris-Familie an. Polaris 30 soll in 12 statt 14 nm gefertigt werden und vermutlich als Radeon RX 590 auf den Markt kommen. Ob dies mit höherem Takt, geringerer Leistungsaufnahme oder beidem einhergeht, steht noch in den Sternen. Vega soll hingegen einen Die-Shrink auf 7 nm bekommen, und zwar noch 2018. Allerdings ist dieser wohl Vega 20 genannte Chip nur für das HPC-Segment vorgesehen, also die Radeon-Instinct-Rechenkarten für Server. Dennoch hält sich hartnäckig das Gerücht, es könne im Frühjahr 2019 auch ein geschrumpfter Gaming-Vega dabei herauspringen. Die Navi-Generation soll dann im Sommer 2019 Polaris im Mainstream-Segment beerben. Im High-End-Bereich hat man Nvidia vorerst nichts entgegenzusetzen. (bkr@ct.de) **ct**

3D-Performance von Grafikkarten im Vergleich

Grafikkarte	Shader-Kerne	Speichermenge / -art / -anbindung [Bit]	DirectX	Architektur	4K HEVC / DP 1.4 / HDMI 2.0	3DMark Firestrike [Punkte] besser ▶	Leistungsaufnahme Leerlauf / 3D [Watt]	3DMark pro Euro	Preis ab zirka [Euro]
Spiele auf 4K-Displays									
Nvidia GeForce RTX 2080Ti	4352	11 GByte / GDDR6 / 352	12_1	Turing	✓/✓/✓	26269	13 / 250	20,2	1300
Nvidia GeForce GTX 1080Ti	3584	11 GByte / GDDR5X / 352	12_1	Pascal	✓/✓/✓	23814	9 / 231	30,5	780
Nvidia Titan X (Pascal)	3584	12 GByte / GDDR5X / 384	12_1	Pascal	✓/✓/✓	23215	13 / 246	–	n. v.
Nvidia GeForce RTX 2080	2944	8 GByte / GDDR6 / 256	12_1	Turing	✓/✓/✓	22939	11,5 / 235	28,7	800
Nvidia GeForce GTX 1080	2560	8 GByte / GDDR5X / 256	12_1	Pascal	✓/✓/✓	20679	10 / 179	41,4	500
Nvidia GeForce RTX 2070	2304	8 GByte / GDDR6 / 256	12_1	Turing	✓/✓/✓	20384	11 / 185	39,2	520
AMD Radeon RX Vega 64	4096	8 GByte / HBM2 / 2048	12_1	GCN 5 (Vega 10)	✓/✓/✓	19629	13 / 284	40,5	485
Spiele in VR und WQHD (2560 × 1440)									
Nvidia GeForce GTX 1070 Ti	2432	8 GByte / GDDR5 / 256	12_1	Pascal	✓/✓/✓	17502	11 / 165	40,7	430
AMD Radeon Vega 56	3584	8 GByte / HBM2 / 2048	12_1	GCN 5 (Vega 10)	✓/✓/✓	17026	12 / 213	42,6	400
Nvidia GeForce GTX 1070	1920	8 GByte / GDDR5 / 256	12_1	Pascal	✓/✓/✓	16913	11 / 180	42,3	400
Radeon RX Vega 56 Nano	3584	8 GByte / HBM2 / 2048	12_1	GCN 5 (Vega 10)	✓/✓/✓	16610	13 / 141	–	n. v.
Nvidia GeForce GTX Titan X	3072	12 GByte / GDDR5 / 384	12_1	Maxwell 2.0	–/–/–	16083	13 / 246	–	n. v.
Radeon R9 Fury X	4096	4 GByte / HBM / 4096	12_0	GCN 3 (Fiji)	–/–/–	15330	20 / 273	–	n. v.
AMD Radeon RX 580	2304	8 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 20)	✓/✓/✓	12998	12 / 198	59,1	220
AMD Radeon R9 390X	2816	4 GByte / GDDR5 / 512	12_0	GCN 2 (Hawaii)	–/–/–	12759	11 / 287	–	n. v.
Nvidia GeForce GTX 980	2048	4 GByte / GDDR5 / 256	12_1	Maxwell 2.0	–/–/–	12533	11 / 173	–	n. v.
AMD Radeon RX 480 (8 GB)	2304	8 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 10)	✓/✓/✓	12479	16 / 156	–	n. v.
AMD Radeon RX 570 (8 GB)	2048	8 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 20)	✓/✓/✓	11912	14 / 190	68,1	175
Nvidia GeForce GTX 1060 (6 GB)	1280	6 GByte / GDDR5 / 192	12_1	Pascal	✓/✓/✓	11725	5 / 117	46,9	250
AMD Radeon RX 570	2048	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 20)	✓/✓/✓	11643	12 / 150	66,5	175
AMD Radeon RX 470 (8 GB)	2048	8 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 10)	✓/✓/✓	11540	14 / 185	–	n. v.
Nvidia GeForce GTX 1060 (3 GB)	1152	4 GByte / GDDR5 / 192	12_1	Pascal	✓/✓/✓	11312	9 / 132	53,9	210
AMD Radeon RX 470	2048	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 4 (Polaris 10)	✓/✓/✓	10592	13 / 134	–	n. v.
Nvidia GeForce GTX 970	1664	4 GByte / GDDR5 / 256	12_1	Maxwell 2.0	–/–/–	9896	12 / 153	–	n. v.
Spiele in Full HD (1920 × 1080)									
AMD Radeon R9 380X	2048	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 3 (Tonga)	–/–/–	8889	14 / 178	–	n. v.
IGP: AMD Radeon RX Vega M ¹	1536	4 GByte / HBM2 / 1024	12_1	GCN 5 (RX Vega M GH)	✓/✓/✓	8492	–	–	n. v.
AMD Radeon R9 380	1792	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 3 (Tonga)	–/–/–	8334	15 / 165	–	n. v.
Nvidia GeForce GTX 1050Ti	768	4 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Pascal	✓/✓/✓	7184	4 / 51	46,3	155
Nvidia GeForce GTX 960	1024	2 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Maxwell 2.0	✓/✓/✓	6979	9 / 118	–	n. v.
Nvidia GeForce GTX 960 (4 GB)	1024	4 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Maxwell 2.0	✓/✓/✓	6752	10 / 115	–	n. v.
Nvidia GeForce GTX 1050	640	2 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Pascal	✓/✓/✓	6429	4 / 60	51,4	125
AMD Radeon RX 560	1024	4 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 21)	✓/✓/✓	6175	4 / 95	44,1	140
Nvidia GeForce GTX 950	768	2 GByte / GDDR5 / 128	12_1	Maxwell 2.0	✓/✓/✓	6167	9 / 103	–	n. v.
Nvidia GeForce GTX 1050 (3 GB)	768	3 GByte / GDDR5 / 96	12_1	Pascal	✓/✓/✓	5962	6 / 68	42,6	140
AMD Radeon R7 370	1024	4 GByte / GDDR5 / 256	12_0	GCN 3 (Tonga)	–/–/–	5837	9 / 116	–	n. v.
AMD Radeon RX 460 (4 GB)	896	4 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 11)	✓/✓/✓	5829	8 / 89	–	n. v.
AMD Radeon RX 560D	896	4 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 21)	✓/✓/✓	5444	8 / 72	49,5	110
AMD Radeon RX 460	896	2 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 11)	✓/✓/✓	5323	12,5 / 65	–	n. v.
Office, Internet, HD-Video, 3D-Spiele mit verringertem Detailgrad									
AMD Radeon RX 550 (4 GB)	512	4 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 12)	✓/✓/✓	4092	6 / 55	34,1	120
AMD Radeon RX 550	512	2 GByte / GDDR5 / 128	12_0	GCN 4 (Polaris 12)	✓/✓/✓	4062	6 / 53	44,2	92
Nvidia GeForce GT 1030 (GDDR5)	384	2 GByte / GDDR5 / 64	12_1	Pascal	✓/✓/✓	3355	3 / 29	41,9	80
IGP: AMD Radeon Vega 11 ²	704	– / DDR4 / 128	12_1	GCN 5 (Vega 11)	✓/✓/✓ ⁹	2998	–	21,4	140
IGP: AMD Radeon Vega 8 ³	512	– / DDR4 / 128	12_1	GCN 5 (Vega 8)	✓/✓/✓ ⁹	2564	–	25,6	100
IGP: Intel Iris Pro 6200 ⁴	24	– / DDR4 / 128	11_1	Broadwell	✓/–/– ⁹	1792	–	–	n. v.
Nvidia GeForce GT 1030 (DDR4)	384	4 GByte / DDR4 / 64	12_1	Pascal	✓/✓/✓	1534	4,6 / 22	20,5	75
IGP: Intel UHD Graphics 630 ⁵	24	– / DDR4 / 128	12_0	Coffee Lake	✓/–/– ⁹	1359	–	3,2	430
IGP: AMD Radeon Vega 3 ⁶	192	– / DDR4 / 128	12_1	GCN 5 (Vega 3)	✓/✓/✓	1280	–	23,3	55
IGP: Intel UHD Graphics 530 ⁷	24	– / DDR4 / 128	12_0	Skylake	✓/–/– ⁹	1037	–	3,3	310
IGP: Intel HD 4600 ⁸	20	– / DDR4 / 128	11_1	Haswell	–/–/–	727	–	–	n. v.
gemessen unter Windows 10 (1803) auf Intel Core i8-8700K, 32 GByte RAM, VSync aus n. v. nicht vorhanden									
¹ Intel Core i7-8809G ² im Ryzen 2400G ³ im Ryzen 2200G ⁴ im Core i7-5775C ⁵ im Core i7-8700K ⁶ im Athlon 200 GE ⁷ im Core i7-6700K ⁸ im Core i5-4430 ⁹ abhängig vom Mainboard									