



Maxwell unter Wasser

Nvidias neues Spitzenmodell entwickelt vergleichsweise wenig Wärme. Aber die beste Grafikkarte verdient trotzdem die beste Kühlung. Wir testen fünf Wasserkühler für die Geforce GTX 980.

James Clark Maxwell erlangte durch Arbeiten über die Bewegung von Gasteilchen Ruhm (Stichwort „Maxwell’scher Dämon“) und widmete sich später dem Elektromagnetismus. Hier soll es aber nicht um die alte Einheit „Maxwell“ für magnetischen Fluss gehen, sondern um die nach der gleichen Person benannte Nvidia-Architektur und um fließendes Wasser. Die getesteten Kühler stehen dabei repräsentativ für das aktuelle Know-how des jeweiligen Herstellers und erlauben Rückschlüsse auf Modelle für andere Platinen-Designs.

Ein Layout, sie zu binden

Für einen direkten Vergleich konzentrieren wir uns aber auf ein einzelnes PCB. AMD hat hierbei vorerst keine aktuelle High-End-

Testplattform im Angebot, sondern hält an der ein Jahr alten Radeon R9 290X fest (einen Test passender Wasserkühler finden Sie in der PCGH 03/2014). Für die Geforce GTX 980 sind dafür in den letzten Wochen zahlreiche neu entwickelte Kühler erschienen.

Als Testkarte nutzen wir ein Nvidia-Referenz-Modell, da nur wenige Wasserkühlungs-Hersteller passende Produkte für andere Layouts anbieten. Letztere werden schlicht in zu geringen Stückzahlen verkauft, als dass sich der Konstruktionsaufwand lohnen würde. Wasserkühlungsinteressierte sollten somit bereits beim Kauf der Grafikkarte auf eine Platine im Referenz-Layout achten. Wegen einem hochwertigen Luftkühler, der dann ausge-

tauscht wird, ein Custom-Design zu kaufen, wäre ohnehin fragwürdig.

Testkreislauf

Als passende Infrastruktur für die zu testenden Kühlblöcke nutzen wir bewährte Hardware aus vorherigen Wasserkühlungstests. Umgewälzt wird das Wasser von einer Aquacomputer Aquastream XT. Diese fixieren wir manuell bei 4500 U/min (75 Hz), um eine gleichbleibende Pumpleistung für alle Testteilnehmer zu gewährleisten. Als Wärmetauscher dient ein Watercool HTSF2 für drei 120-mm-Lüfter. Der Rohrradiator zeichnet sich vor allem durch seine exzellenten Entlüftungseigenschaften aus und ermöglicht somit den Verzicht auf restriktive Schnelltrennkupplungen im Testaufbau.

Normalerweise nutzen wir diese, um den Kreislauf bei Wechsel einer Komponente gefüllt zu lassen – zeitaufwendiges Entlüften entfällt. Bei entsprechender Aufstellung können sich aber gar keine größeren Luftblasen im HTSF2 sammeln; trotz Neubefüllung ist sichergestellt, dass alle Kühler unter identischen Bedingungen antreten. Im Gegenzug ermöglicht der Verzicht auf bremsende Schnelltrennkupplungen eine Durchflussmessung im realen Kreislauf, parallel zu den Temperaturmessungen.

Messverfahren

Für die Erfassung sämtlicher Messwerte nutzen wir ein Aquacomputer Aquaero 6. Den Durchflusswert liefert hierbei ein „High-Flow“-Sensor aus gleichem Hause, Wasser-

Temperatursensoren sind vor und hinter der Grafikkarte in den Kreislauf eingebunden. Für die Auswertung ziehen wir den Mittelwert beider Messpunkte heran. So haben unterschiedliche Temperaturverteilungen im Kreislauf, wie sie aus verschiedenen Fließwiderständen resultieren, keinen Einfluss.

Mit externen Sensoren erfassen wir die Temperaturen des Grafikspeichers, der primären Spannungswandler-Bank sowie sekundärer Komponenten an zwei Stellen. Da Messungen auf der Oberseite von Komponenten nicht möglich sind, ohne den Kontakt zum Kühler zu beeinträchtigen, messen wir diese Temperaturen normalerweise auf der Kartenrückseite, unmittelbar unter der Komponente. Dank der relativ guten Wärmeleitung der Platine stellen sich hier nach kurzer Zeit Temperaturen ein, die sich nur wenig von denen auf der Vorderseite unterscheiden. Die verbleibenden Abweichungen sind konstant und beeinflussen die Rangfolge von Messwerten nicht.

Kühlen statt messen

Im Falle der GTX-980-Wasserkühler mussten wir von diesem bewährten Verfahren abweichen, denn mehrere Kühler nutzen eine Backplate. In einem Fall dient diese sogar der Wärmeableitung, was vergleichbare Temperaturmessungen auf der Rückseite unmöglich macht. Wir haben stattdessen alle Temperaturfühler auf der Kartenvorderseite seitlich an den Wärmequellen platziert. Der Abstand zwischen Chipzentrum und Sensor ist hierbei größer als bei einer rückseitigen Messung, der Wärmeübergang zum Sensor ist schlechter.

Die gemessenen Werte fallen somit bei gleicher Komponententemperatur niedriger aus und sind nicht mit Messungen aus anderen Tests vergleichbar. Wir berücksichtigen den Unterschied und die geringere Messgenauigkeit mit einem angepassten Bewertungssystem. Einfacher und exakter gestaltet sich die Messung der GPU-Temperatur, die auch die größte Bedeutung für die Leistungsnote hat. Diese lesen wir bequem mit dem Open Hardware Monitor aus, der seine Werte direkt an die Steuerungssoftware des Aquaero übergeben kann.

Auswertung

Diese kann somit alle Messwerte zentral erfassen und aufzeichnen. Für die Bewertung der Kühler berücksichtigen wir jeweils den Mittelwert aus einem fünfminütigen Zeitabschnitt, dem eine einstündige Aufwärmphase vorangeht. Die Mittelwerte der Bauteiltemperaturen werden anschließend noch mit der Wassertemperatur verrechnet. Selbige halten wir zwar auf $35 \text{ °C} \pm 0,5 \text{ °C}$ konstant, zwecks höherer Präzision fließen in Auswertung und Benchmarks aber nur die Differenztemperaturen aus Wasser- und Bauteiltemperatur ein. Schließlich ist es nicht die Schuld eines Kühlers, wenn er mit $0,5 \text{ K}$ wärmerem Wasser arbeiten muss. Gemäß Konvention werden diese Temperaturabstände in Kelvin angegeben, wobei ein Kelvin exakt dem Abstand zwischen zwei Temperaturen entspricht, die sich um ein Grad Celsius unterscheiden.

Testscenario

Um die Kühler angemessen zu fordern, bringen wir unsere GTX 980 mit dem GPU Stress Test des Furmark an ihre Leistungsgrenze. Im Vergleich zu Luftkühlern ist diese allein durch das Power Target definiert, denn alle Kühler halten die GPU weit unter der Boost-limitierenden Maximaltemperatur. Eine zusätzliche Wärmeabgabe an die Umgebung ist in unserem Testsystem nur passiv möglich. Im offenen Teststand unterstützt keine Gehäuselüftung die Kühler. Dank Einsatz eines X79-Mainboards können wir auch zum (Luft-)CPU-Kühler großzügige vier Slots Abstand halten, ohne auf eine $\times 16$ -Anbindung für die Grafikkarte zu verzichten.

EK Water Blocks EK-FC980 GTX: Minimalistischer Testsieger. Bereits kurz nach Erscheinen machte unser Testsieger von sich reden, aber nicht im positiven Sinne. Das klassische EK-Design, bei dem großzügige Kanäle im Kunststoffdeckel eine dünnere Bodenplatte ermöglichen, hat bereits in der Vergangenheit zahlreiche „Leichtgewichte“ hervorgebracht. Im Falle des Geforce-980-Referenzdesigns verbaut EK Water Blocks aber zusätzlich auch noch die kürzeste Bodenplatte überhaupt. Mehrere kleinere Bauteile rechts der primären Spannungswandler-Bank blei-



Koolance legt sehr großzügig dimensionierte Wärmeleitpads bei, aber nur eine sehr minimalistische Dokumentation.



Den vakuumverpackten Kryographics kann man an die Platine anhalten, ohne die Originalverpackung zu öffnen. Das erleichtert den Umtausch von Fehlkäufen.



Der Nexxos GPX kombiniert GPU-only-Kühler und Aluminiumprofil. Letzteres nutzt große Lamellen, nur ein Teil der Wärme wird an den Wasserkühlerboden abgegeben.

Kühlleistung meist gut oder sehr gut

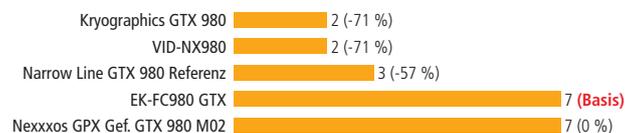
Temperaturdifferenz GPU/Wasser; Furmark 1.15.0.0 GPU Stress Test



Temperaturdifferenz Spannungswandler/Wasser; Furmark GPU Stress Test

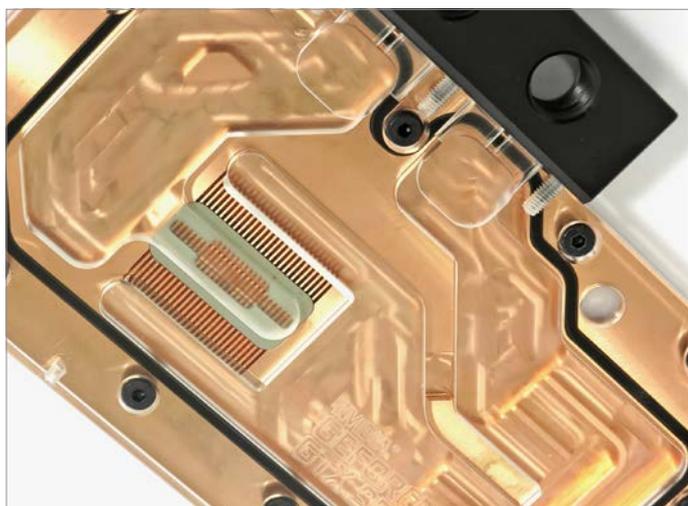


Temperaturdifferenz Grafikspeicher&Wasser; Furmark 1.15.0.0 GPU Stress Test

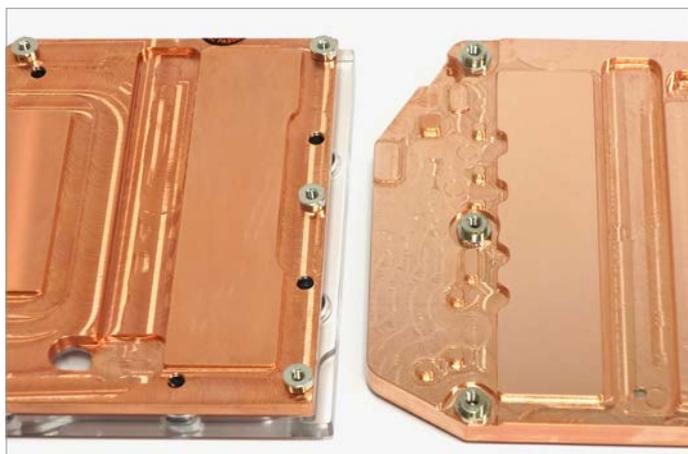


System: Geforce GTX 980 Referenz; Aquastream @75 Hz; Aquaero, Temperatursensoren vor/nach Kühler sowie neben Spannungswandler/RAM **Bemerkungen:** Wegen diverser Backplates wurden Spannungswandler- und RAM-Temperatur seitlich gemessen.

Kelvin
 ◀ Besser



GPU-Kühlstrukturen mit Zentral-Einlass und Abfluss in zwei Richtungen gab es das letzte Mal beim Watercool Heatkiller GPU-X². Bei EK überzeugt das Konzept erneut.



Im Vergleich sieht man deutlich, dass der EK-FX980 GTX (links) nur Bauteile vor der Befestigungslochreihe abdeckt, während der kryographics weitere Kontaktflächen hat.

ben ungekühlt – obwohl sie selbst beim Referenzdesign eine Verbindung zum Kühler haben. Unseren Messungen nach wurde hier aber nicht am falschen Ende gespart, wie einige Kommentatoren im Vorfeld befürchteten. Die Karte läuft stabil und alle gemessenen Temperaturen bewegen sich im grünen Bereich (siehe Kasten rechts).

Auf der Habenseite punktet der sparsame Materialeinsatz mit dem geringsten Gewicht im Testfeld. Andere Testteilnehmer sind nahezu doppelt so schwer wie der EK-FC980 GTX ohne Backplate und ziehen so die Karte nach unten. Technisch ist dies zwar meist unbedenklich, denn Abstandshalter und die große Fläche der Kühler verhindern, dass sich die Karten selbst verformen. Optisch macht eine sauber horizontal ausgerichtete Karte aber wesentlich mehr her. Wer möchte, kann bei EK Water Blocks optional noch eine Backplate zugunsten der Optik oder zum Schutz der Kartenrückseite ergänzen. Passendes Montagematerial für eine Wiederverwendung der GTX-980-Referenz-Backplate liegt dem Kühler bereits bei, weitere Designs werden als Zubehör verkauft.

Der Hersteller selbst sieht die neue Kühlstruktur als wichtigstes Merkmal des EK-FC980 GTX. Im Gegensatz zu den meisten anderen aktuellen GPU-Kühlern strömt das Wasser hier nicht seitlich durch parallele Mikrokanäle, sondern zentral von oben ein. Wie bei den meisten aktuellen CPU-Kühlern verlässt es die Kühlstruktur anschließend in zwei Richtungen. Mit diesem Aufbau ist zwar nur eine begrenzte Höhe der Kühllamellen möglich, dafür fließt das Wasser effektiv auf doppelter Breite hindurch. So kann theoretisch ein geringer Durchflusswiderstand erreicht werden, obwohl

enge Kanäle mit großer Oberfläche zum Einsatz kommen.

Im Falle des EK-FX980 GTX wird die Theorie durch die Praxis bestätigt. So wird nicht nur der beste Durchfluss-Wert im Test erzielt, sondern auch die zweitbeste GPU-Temperatur. Für knapp 100 Euro (verschiedene Design-Varianten werden für 10 Euro Aufpreis angeboten) runden ein solider Lieferumfang, eine gute (englischsprachige) Anleitung und eine vergleichsweise einfache Montage das Gesamtpaket ab. Dieses wird von EK Water Blocks übrigens nicht nur für das Referenz-, sondern auch für einige Custom-Layouts angeboten.

Koolance VID-NX980: Martialischer Kraftprotz. Der Testkandidat von Koolance scheint optisch das genaue Gegenteil zum leichten Plexiglas-Look des EK-Water-Blocks-Kühlers zu sein. Zwar wird auch hier die GTX-980-Referenz-Backplate weiterverwendet, diesmal sogar zwingend. Aber die Vorderseite des Kühlers hat mit kantigem, schwarzem Delrin, markanten Ecken und der Aufteilung der Anschlussgewinde auf zwei Anschlussblöcke ein ganz eigenes, wuchtiges Auftreten.

Dem angemessen ist die Kühlleistung. So bietet Koolance, bei weiterhin guten Durchflusswerten, die niedrigsten Spannungswandler- und RAM-Temperaturen im Testfeld und auch die gezielte Kühlung sekundärer Komponenten macht sich positiv bemerkbar. Bei der GPU-Temperatur wird zwar nur Platz drei von fünf erzielt, dies ist aber eher dem engen Testfeld als einem Leistungsmangel geschuldet – der Rückstand gegenüber dem Testsieger beträgt nicht einmal 1 Kelvin. Die Montage gestaltet sich im direkten Vergleich zum EK-FX980 GTX aber aufwendig, da für die zusätz-

Alphacool mit erhöhtem Fließwiderstand

Durchfluss mit Aquastream XT bei 75 Hz



System: Aquacomputer Aquastream XT Ultra; Aquacomputer High Flow an Aquaero; Watercool HTSF2 360 **Bemerkungen:** Ohne Kühler werden 143 l/h erreicht, zwei restriktive CPC-Schnelltrennkupplungen bremsen auf 131 l/h ein. Problematisch ist keiner der Werte.

Liter/Stunde
 ▶ Besser

Kühlen oder nicht kühlen – die sekundären Wandler

Wie andere Grafikkarten auch, weist die GeForce GTX 980 zahlreiche kleinere Bauteile auf, die an der Spannungsversorgung beteiligt sind. Über deren Kühlungsbedarf streiten sich die Kühlungshersteller.

In der Vergangenheit waren die zu kühlenden Bauteile auf einer Grafikkarte klar definiert: Die GPU als Hauptwärmeverursacher wurde von Bastlern schon früh mit einzelnen Kühlern bestückt. Der umliegende GDDR-Speicher produziert zwar nur wenig Abwärme und wird auch auf der Rückseite zahlreicher Referenzkarten ungekühlt verbaut. Da er wichtig für die Stabilität ist und ihn die Bodenplatten von Komplettwasserkühlern ohnehin überragen, wird er aber von allen Herstellern mitgekühlt. Die MOSFETs der primären Spannungswandler, welche die GPU mit Strom versorgen, bedürfen dagegen zwingend der Kühlung. Oft sind sie sogar der einzige Grund für den Einsatz großer Komplettkühler – GPU und RAM ließen sich mit einem universellen GPU-only-Kühler und kleinen Passivkühlern genauso gut und günstiger kühlen. Weitere zu kühlende Bauteile waren bislang die Spannungsversorgung des Grafikspeichers, welche zum Teil räumlich getrennt auf dem PCB sitzt, und einige exotische Layouts, bei denen Spezialchips die GPU(s) unterstützen.

Der Referenzkühler der GeForce GTX 980 sieht nun erstmals auch Kontaktflächen und Wärmeleitpads für die (SMD-)Kondensatoren der primären Spannungswandler und für eine Reihe von Bauteilen weiter rechts davon vor. Dies überrascht, da Kondensatoren eigentlich kaum Wärme entwickeln und neben der Spannungswandler-Ansteuerung auch keine leistungsrelevanten Funktionen bekannt sind, denen weitere leistungsfähige Bauteile dienen könnten. Und ausgerechnet der Spannungscontroller bleibt weiterhin ungekühlt. Offensichtlich sind auch die Wasserkühlungshersteller Opfer der allgemeinen Verwirrung und haben von Nvidia keine genauen Informationen zu Funktion und Kühlbedarf der einzelnen Elemente erhalten. Anders lässt sich das Durcheinander auf den Kühlern jedenfalls nicht erklären:

■ EK Water Blocks verzichtet konsequent auf eine direkte Kühlung aller zusätzlichen Bauteile. Nur ein extra dickes Wärmeleitpad im Bereich ungenutzter Spannungswandlerpositionen führt zusätzliche Wärme von der Platine ab.

- Aquacomputer und Koolance halten sich streng an das Design des Referenz-Kühlers und kühlen alle von diesem abgedeckten Bauteile.
- Liquid Extasy orientiert sich ebenfalls am Originalkühler, ergänzt aber zusätzlich eine Kontaktfläche für den Spannungswandler-Controller.
- Alphacool spart sich komplexe Fräsungen auf der Unterseite des Aluminiumprofils und stellt den Bauteil-Kontakt über dicke Wärmeleitpads her. So können einfach zusätzliche Bauteile gekühlt werden und Alphacool sieht Wärmeleitpads für quasi jede Bauteilposition vor. Nicht nur Bauteile jenseits der Serien-Kühler-Bodenplatte werden berücksichtigt, auch ungenutzte Lötstellen auf der Platine erhalten ihr Pad.

Unseren Messungen im Umfeld der sekundären Bauteile nach lohnt sich der zusätzliche (Montage-)Aufwand einiger Hersteller nur bedingt. Alle Kühler im Test liefern unbedenkliche Temperaturen und ermöglichen einen stabilen Betrieb der Karte..

Kleine Bauteile ohne Temperaturprobleme

Temperaturdifferenz sekundäre Wandler/Wasser; Furmark GPU Stress Test



Temperaturdifferenz Spannungscontroller-Region/Wasser; Furmark 1.15.0.0



System: GeForce GTX 980 Referenz; Aquaero mit Temperatursensoren neben Spannungswandler-/controller **Bemerkungen:** Die Temperatur kleiner Bauteile lässt sich kaum exakt messen, scheint aber in akzeptablem Rahmen zu bleiben.

Kelvin
 ▲ Besser

Aquacomputer Kryographics: Bauteilabdeckung entspricht Referenz



Alphacool Nexxos GPX: Der Aluminiumkühler versucht, nahezu alles zu kühlen.



EK Water Blocks FC980 GTX: Der Kühler fällt merklich kürzer aus als die Referenz.



Koolance VID-NX980: Kühlt die gleichen Bauteile wie der Referenzkühler



lich gekühlten Bauteile erst einmal passende Wärmeleitpad-Stücke zugeschnitten werden müssen.

Löblich: Als einziger Hersteller im Test legt Koolance mehr als genug Wärmeleitpads bei, um die Karte zweimal zu bestücken. So hat man Reserven für etwaige Schnittfehler und ist für eine zweite Montage in der Zukunft gerüstet, ohne gebrauchte Pads recyceln zu müssen. Vermisst haben wir im Lieferumfang dagegen eine Anleitung. Das beiliegende Faltblatt erklärt lediglich die Positionierung der verschiedenen Wärmeleitpadstärken, auf die ausführliche (englischsprachige) Anleitung, die von der Hersteller-Webseite heruntergeladen werden muss, wird nicht einmal verwiesen.

Liquid Extasy Narrow Line GTX 980 Referenz: Formatfüllender Individualist. Ebenfalls unvollständig ist die Dokumentation des Narrow Line GTX 980. Dem Kühler selbst liegt nur eine universelle Anleitung für alle Narrow-Line-Modelle bei. So wird der Leser zwar prinzipiell über alle Montageschritte informiert, einschließlich der etwas umständlichen Platzierung der lose beiliegenden Abstandshalter. Um zu erfahren, welche Bauteile im Falle der GTX 980 mit Wärmeleitpads/-paste versehen werden sollen, muss aber zusätzlich die Hersteller-Webseite konsultiert und die Bauteil-Abdeckung des Originalkühlers berücksichtigt werden. Letztere überbietet Liquid Extasy und kühlt einige Bauteile,

die Nvidia und die anderen Wasserkühlungshersteller keiner direkten Kühlung bedürftig erachten.

Großflächig präsentiert sich auch die Kühler-Vorderseite, denn der Deckel orientiert sich nicht an den Abmessungen der Bodenplatte. Stattdessen ragt das schwarze Delrin beidseitig über diese hinaus und deckt die gesamte Platine mit Ausnahme des vorstehenden zweiten DVI-Anschlusses ab. Die saubere Optik wird noch durch eine Integration der Anschlussgewinde direkt in den Kühlerdeckel beziehungsweise -boden verstärkt und nur durch ein feines Fräsmuster in Längsrichtung aufgelockert. Ein kleiner Nachteil der Mono-Blockbauweise ergibt sich für SLI-Nutzer. Während man bei EK Water Blocks, Koolance und Aquacomputer die Anschlussblöcke mehrerer Kühler gegen eine stabilisierende Verbindungsbrücke tauschen kann, können bei Liquid Extasy nur normale Anschlussysteme für die Verbindung genutzt werden.

Bei den Leistungswerten gibt sich der Narrow Line GTX 980 unauffällig. GPU- und Spannungswandler-temperaturen liegen zwar im hinteren Bereich des Testfeldes, der Abstand zur Spitze bleibt aber unspürbar klein. Im Gegenzug ermöglichen die großen Kanäle im Inneren den gleichen hohen Durchfluss wie bei EK Water Blocks. Diese Kühlleistung ist übrigens auch für Nicht-Referenz-Layouts verfügbar. Als kleine Manufaktur bietet Liquid Extasy nicht nur einige Kleinserien für Custom-Platinen an, sondern fertigt auf Wunsch sogar einzelne Spezialkühler zu bezahlbaren Preisen. Dadurch ist die Firma seit Jahren ein Geheimtipp für Besitzer exotischer Grafikkarten, die selbst im größeren EK-Water-Blocks-Angebot nicht fündig werden. Bislang nicht verfügbar sind dagegen Backplates für den Narrow Line GTX 980. Als einziger Kühler im Testfeld lässt er die Rückseite der Karte komplett unbedeckt.

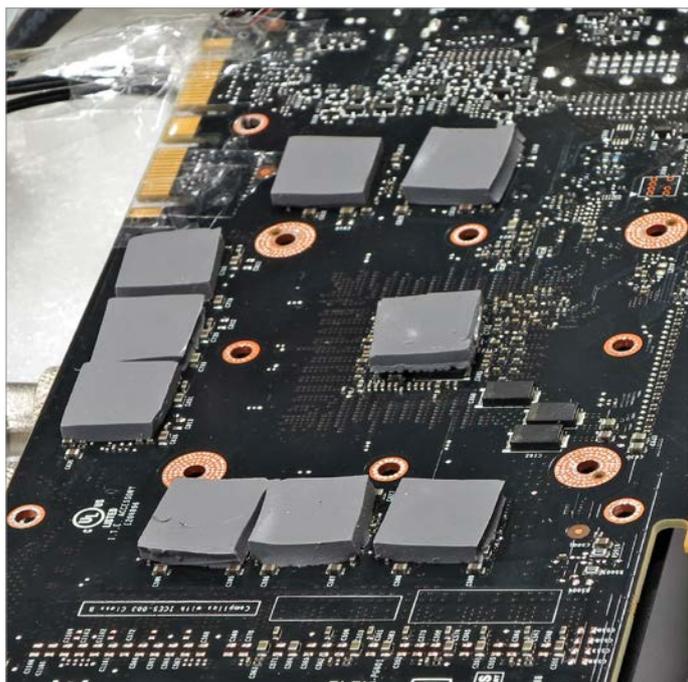
Aquacomputer Kryographics GTX 980: Massives Designerstück. Auch Aquacomputer verzichtet auf eine Nutzung der Serien-Backplate, sieht dafür aber eine eigene Lösung vor. Diese bedeckt nicht die gesamte Karten-Rückseite, sondern übt

nur bei den Spannungswandlern im hinteren Bereich gezielt Druck aus. So erreicht Aquacomputer die zweitniedrigste Spannungswandler-temperatur im Test, auch die anderen kleinen Bauteile auf der Karte werden gut gekühlt. Die GPU-Temperatur ist dagegen die höchste im Test, aber es gilt hier wiederum: Wer nicht sehr genau misst, wird von dem kleinen Rückstand gar nichts mitbekommen.

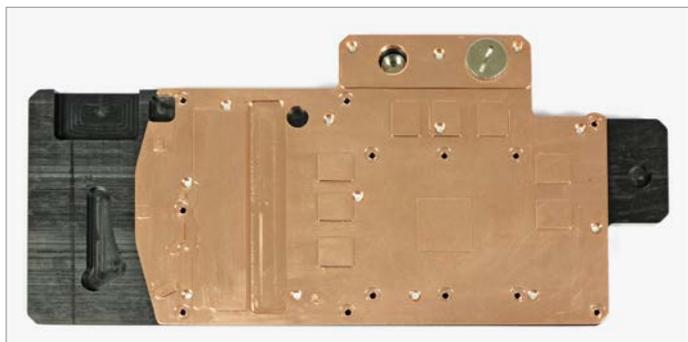
Das Gewicht des Kühlers ist dagegen zu spüren. Optisch ist der Kryographics fast schon zierlich. Durch die Verwendung von Edelstahl für den Deckel erreicht Aquacomputer eine deutlich flachere Bauweise als die Konkurrenz. Zusätzlich aufgelockert wird das Design durch abgeschrägte Kanten und einige Zierfräsungen beziehungsweise -elemente. Auf der Waage macht sich die solide Vollmetallbauweise aber mit einem Gesamtgewicht von über einem Kilogramm bemerkbar.

Weniger schwer belastet der Kryographics dafür das Portemonnaie. Der zweitgünstigste Kühler im Test erzielt ein ähnlich gutes Preis-/Leistungsverhältnis wie der Testsieger. Für sein Geld erhält der Käufer hierbei nicht nur eine vollständige, durchdachte Anleitung, sondern auch eine vorbildliche Umhüllung. Im Gegensatz zu anderen Herstellern verpackt Aquacomputer den Kühler nicht in zugeklebten oder gar versiegelten Tüten, sondern nutzt eine Vakuumverpackung. So kann der Kühler an die Karte angehalten werden und im Zweifelsfall originalverpackt zurückgeschickt werden, falls diese wider Erwarten vom Referenzdesign abweicht.

Alphacool Nexxos GPX Geforce GTX 90 M02: Universeller Kühler, einseitige Kühlung, umfangreiche Montage. Für letztere Fälle möchte Alphacool die ultimative Lösung bereitstellen. Der Nexxos GPX wird nicht nur für Referenz-Layouts, sondern für eine große Zahl von Platinen-Designs gefertigt. Auch Nachrüstkits sind erhältlich, die eine Umrüstung auf neue Designs zum halben Preis erlauben. Möglich wird die Vielfalt durch den innovativen Aufbau. Der wasserführende Nexxos selbst kühlt nur die GPU und passt universell auf alle Karten. Auf seiner Unterseite bietet er eine zusätzli-



Ein kompletter zweiter Satz Wärmeleitpads mit satten 3 mm Dicke führt bei Alphacool zusätzliche Wärme über die Kartenrückseite ab, auch im GPU-Bereich.



Der Narrow Line GTX 980 Referenz verdeckt die gesamte Vorderseite der Karte, im hintersten Bereich werden aber keine zusätzlichen Bauteile gekühlt.

Fazit 

Viele Wege führen zum Ziel
Obwohl sich die Designs der Testkandidaten stark unterscheiden und keine Einigkeit herrscht, was eigentlich gekühlt werden muss, erzielen alle Kühler gute Temperaturen, die viel Reserven für Übertaktung, erhöhte Power-Targets und Spannungs-Mods lassen.

che Kontaktfläche für PCB-Layout-spezifische Aluminium-Strangprofile. So werden benachbarte Bauteile auf der Karte indirekt gekühlt, für weiter entfernte dienen die großen Aluminiumlamellen als Passivkühlkörper. Die beiliegende Backplate, deren Dicke die Nutzung oberhalb der Grafikkarte liegender Slots einschränkt, beteiligt sich zusätzlich

an der Wärmeabfuhr. So erreicht Alphacool die beste GPU-Temperatur im gesamten Test. Erkauft wird diese mit einem Durchflusswiderstand, der zwar noch akzeptabel ist, aber zu den höchsten gehört, die PCGH je bei einem Kühler gemessen hat. Wesentlich störender ist die Montage. Zusätzlich zu 17 vorgeschrittenen Wärmeleitpads

müssen 38 weitere Segmente zugeschnitten werden, wobei keinerlei Reserve für Schnittfehler besteht. Die genaue Positionierung der Stückchen ist anschließend weder aus den groben Abbildungen der Anleitung ersichtlich noch kann sie vom Seriencühler abgeleitet werden, da zahlreiche Bereiche zusätzlich gekühlt werden. (tv)

GPU-WASSER-KÜHLER					
Produkt	EK-FC980 GTX	VID-NX980	Narrow Line GTX 980 Referenz	kryographics GTX 980	Nexxos GPX Geforce GTX 980 M02
Hersteller	EK Water Blocks (www.ekwb.com)	Koolance (www.koolance.com)	Liquid Exstasy (www.liquidexstasy.de)	Aquacomputer (www.aquacomputer.de)	Alphacool (www.alphacool.de)
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 100,-/gut	Ca. € 120,-/befriedigend	Ca. € 100,-*/befriedigend	Ca. € 90,-*/gut	Ca. € 80,-/befriedigend
Link zum PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1168611	www.pcgh.de/preis/439219094	-	www.pcgh.de/preis/1184890	www.pcgh.de/preis/1172147
Bauform	Komplettkühler	Komplettkühler	Komplettkühler	Komplettkühler	Hybridkühler
Ausführung Testmodell	Plexiglas und Kupferboden	-	Schwarzes Delrin	Edelstahl und Kupferboden	-
Alternative Ausführungen (Preisdifferenz*)	Acetal-Deckel (±0 Euro); vernickelt (+10 Euro); Acetal + Nickel (+10 Euro) vernickelt original CSQ (+10 Euro)	-	Plexiglas (±0 Euro); weißes Delrin (±0 Euro); schwarzes Plexiglas (+8 Euro); vernickelt jeweils +16 Euro	Acryl-Deckel (+10 Euro); schwarzes Acryl (+10 Euro); vernickelt jeweils +10 Euro;	-
Optionales Zubehör	SLI-Brücken in Acetal oder Plexiglas für 3, 4, 5, 6 und 7 Slots und 2, 2, 3, 3, respektive 4 Karten in seriell oder parallel; alternative Backplates (farbig)	SLI-Brücken für 3, 4, 5 und 7 Slots und 2, 2, 3, respektive 4 Karten	-	SLI-Brücken für 3, 4, 5 und 7 Slots und bis zu 2, 2, 3, respektive 7 Karten in seriell oder parallel	SLI-Brücken für 1, 2, 3 und 4 benachbarte Karten; Upgrade-Kits für andere Layouts (40-50 Euro)
Ausstattung (20%)	2,42	2,52	2,96	2,45	2,54
Beiliegende Wärmeleitmittel	Pads, teilweise ungeschnitten, 1 Anwendung (RAM, primäre Spannungswandler: 2 Anwendungen); Spritze Wärmeleitpaste (mehrere Anwendungen)	Pads, ungeschnitten, 2 Anwendungen; Wärmeleitpaste (Tüchchen)	Pads, ungeschnitten, eine Anwendung; Spritze Wärmeleitpaste (mehrere Anwendungen)	Pads, ungeschnitten, 1 Anwendung	Pads, ungeschnitten, knapp 1 Anwendung; Spritze Wärmeleitpaste (mehrere Anwendungen)
Backplate	Original-Backplate kann weiter genutzt werden.	Original-Backplate muss weiter genutzt werden.	-	Beiliegend, für Spannungswandlerbereich	Beiliegend, über 3 mm Wärmeleitpads an Wärmeabfuhr beteiligt
Zubehör	2 Verschlussstopfen; passender Inbusschlüssel; Distanzringe; Ersatz-Unterlegscheiben und -Schrauben	2 Verschlussstopfen	2 Verschlussstopfen	2 Verschlussstopfen	8 mm Verlängerung für Anschlüsse (vormontiert); zwei Inbus-Schlüssel für Kühlermontage
Noch benötigtes Werkzeug	Kreuzschlitz-Schraubendreher, Schere	Kreuzschlitz-Schraubendreher, Schere	Inbus Größe 2; Schere; Kreuzschlitz-Schraubendreher (für Demontage des Originalkühlers)	Kreuzschlitz-Schraubendreher, Inbus Größe 9, Schere	Schere; Kreuzschlitz-Schraubendreher für Demontage des Originalkühlers
Anleitung	Englisch, 2 Seiten DIN A4, s/w illustriert	Beiliegend: Skizze Wärmeleitpadpositionen; online: Englisch, 2 Seiten DIN A5, farbig illustriert	Deutsch, 1 Seite DIN A4, teilweise s/w illustriert, nicht modellspezifisch/Teil-Informationen online	Deutsch und Englisch, 2 Seiten DIN A5, farbig illustriert	Deutsch und Englisch, 2 Seiten DIN A4, teilweise farbig illustriert. Montageinformationen unvollständig
Verpackung	Versiegelt	Wiederverschließbar	Wiederverschließbar	Vakuum-eingeschweißt	Wiederverschließbar
Multi-GPU-Option?	Ja, Anschlussblock-Brücke verfügbar	Ja, Anschlussblock-Brücke verfügbar	Nein/nur über SLI-Verbinder	Ja, Anschlussblock-Brücke verfügbar	Ja, spezielle Steckaufsätze verfügbar
Abstandshalter	Metall, integriert	Metall, integriert	Kunststoff, lose	Metall, integriert	Metall, integriert
Befestigung/Anpressdruck	Schrauben + Unterlegscheiben	Schrauben + Unterlegscheiben	Schrauben + Unterlegscheiben	Schrauben	Schrauben
Eigenschaften (20%)	2,32	2,93	2,52	3,10	3,67
Gewicht	570 g, zzgl. 110 g Backpl. (optional)	760 g, zzgl. 110 g Backplate	900 g	930 g, zuzüglich 90 g Backplate	700 g, zuzüglich 250 g Backplate
Platzbedarf Breite	< 1 Slot	< 1 Slot	< 1 Slot	< 1 Slot vorn; Backplate kann lange, breite Karten in Slot darüber stören.	< 2 Slots vorn, Backplate erlaubt nur schmale Karten im Slot darüber
Platzbedarf Höhe	25 mm über Kartenrand	23 mm über Kartenrand	23 mm über Kartenrand	25 mm über Kartenrand	2 mm über Kartenrand (inkl. 8 mm Verlängerung) zzgl. Anschluss (z.B. 28 mm)
Material Bodenplatte	Kupfer	Kupfer, vernickelt	Kupfer	Kupfer	Kupfer, vernickelt
Material Deckel	Kunststoff (Plexiglas)	Kunststoff (Acetal)	Kunststoff (Delrin)	Kunststoff geschliffen	Kunststoff (Plexiglas, Acetal)
Sonstige Materialien	Acetal, Edelstahl	Edelstahl poliert	Edelstahl poliert	Delrin	Aluminium, schwarz eloxiert
Wärmeleitmittel GPU	Wärmeleitpaste	Wärmeleitpaste	Wärmeleitpaste	Wärmeleitpaste	Wärmeleitpaste
Wärmeleitmittel RAM	Wärmeleitpads (0,5 mm)	Wärmeleitpads (0,7 mm)	Wärmeleitpaste	Wärmeleitpaste	Wärmeleitpads (1,5 mm)
Wärmeleitmittel SW	Wärmeleitpads (0,5 mm + 1,5 mm)	Wärmeleitpads (0,7 mm, stellenw. 1 mm)	Wärmeleitpads (0,5 mm)	Wärmeleitpads	Wärmeleitpads (1,5 mm)
Abstand Anschlüsse	29 mm	60 mm	38 mm	26 mm	25 mm
Max. Gewindelänge Anschlüsse	5 mm (rückseitig inoffiziell 8 mm)	5 mm (rückseitig 8 mm)	5 mm	8 mm	9 mm (5 mm mit Verlängerung)
Anschlussmöglichkeiten	2x G1/4 Zoll Vorderseite; 2x G1/4 Zoll Rückseite	2x G1/4 Zoll Vorderseite; 2x G1/4 Zoll Rückseite	2x G1/4 Zoll Vorderseite; 2x G1/4 Zoll Rückseite	2x G1/4 Zoll Vorderseite; 2x G1/4 Zoll Rückseite	2x G1/4 Zoll oben
Spannungswandlerkühlung	Direkt	Direkt	Direkt	Direkt	Aluminium-Passiv-/Hybridkühler
Kühlmedium	Korrosionsschutz empfohlen	Koolance LIQ-702 oder LIQ-705	Coolaboratory Liquid Coolant Pro empfohlen	Ausschließlich Wasser mit Aquacomputer Acluid oder Double Protect Ultra	Keine Angabe
Leistung (60%)	1,70	1,68	1,82	1,87	2,69
Durchfluss	141 l/h	140 l/h	141 l/h	137 l/h	113 l/h
Differenztemperatur GPU	8,6 K	9,5 K	10 K	10,4 K	8,3 K
Differenztemp. Spannungswandl.	19 K	16 K	22 K	18 K	29 K
Differenztemperatur RAM	7 K	2 K	3 K	2 K	7 K
FAZIT	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ GPU-Kühlleistung ⊕ Geringes Gewicht ⊕ Kühlmedium nicht vorgeschrieben 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Leistung ⊕ Pads reichen für 2 Montagen ⊖ Anleitung fehlt 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Durchfluss ⊖ Abstandshalter lose ⊖ Anleitung unvollständig 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Relativ günstig ⊕ Verpackung ⊖ Kühlmedium vorgeschrieben 	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ GPU-Kühlleistung ⊖ Montageaufwand ⊖ Blockiert 2 bis 3 Slots
	Wertung: 1,97	Wertung: 2,10	Wertung: 2,19	Wertung: 2,23	Wertung: 2,85

* UVP

Sind Wasserkühlungen für Grafikkarten sinnvoll?

Wasserkühlungen rechtfertigen ihren hohen Preis normalerweise durch hohe Kühlleistung und lange Lebensdauer. Aber Grafikkarten-komplettkühler passen nur auf eine Generation, lohnt sich das?



Torsten Vogel



Carsten Spille



Raffael Vötter



Torsten schwört auf Wasserkühlung, während Carsten ein Fan von DHE-Designs ist. Raff steht auf leise Kühler, scheut dabei aber das „Gefrickel“ einer Wasserkühlung.

Torsten: Moderne Grafikkarten entwickeln unter Volllast einfach zu viel Wärme, um sie mit Luft noch wirklich leise und kühl zu halten.

Raff: Echt? Komisch, ich habe gerade eine Marktübersicht über GTX-960-Grafikkarten hinter mir, die echt leise sind ...

Carsten: ... aber für anspruchsvolles Gaming viel zu langsam.

Torsten: Natürlich kann man Mittelklasse-Grafikkarten auch mit Luft kühlen. Aber Karten, die ich allenfalls in einen HTPC einbaue, mögen dann doch bitte gleich voll passiv gekühlt werden.

Carsten: Voll passiv ist ein Märchen! Man packt die Lüfter nur an eine andere Stelle des Rechners. Ganz ohne Luftzug kocht selbst eine GTX 750 Ti in ihrem eigenen Saft. Und besonders gesund für die Spannungswandler auf dem Mainboard dürfte das auch nicht sein.

Torsten: Wofür gibt's Mainboard-Wasserkühler? Dafür!

Raff: Du und deine Wasserkühler. Wenn ich jede meiner Grafikkarten mit einem Wasserkühler ausgestattet hätte, wäre ich nicht nur bettelarm, sondern könnte die Grafikkarten auch nicht wie Unterwäsche wechseln.

Carsten: Aber mal ehrlich, irgendwann nehmen die Passivradiatoren enorme Ausmaße an. Das hat für mich mehr was von einer Machbarkeitsstudie. Ich bevorzuge ein leises DHE-System, das die Wärme direkt aus dem Gehäuse verbannt.

Raff: Leise und DHE? Offenbar hast du seit deiner FX 5800 Ultra („der Fön“) einen Hörschaden. Die Titan, welche wir im Test als leise bezeichnen, fand ich in meinem Rechner zu laut, weil 1.200 MHz eben keine 900 MHz bleiben sollten. Ich pflanze daher auf jede meiner High-End-Karten einen dicken Luftkühler. Dann klappert's auch mit spontanen Grafikkartenwechsellern.

Torsten: Ich kaufe mir eben Grafikkarten, die ich auch ein Jahr später noch nutzen möchte/kann – erst recht, wenn ich mir den Aufwand mache, den Kühler zu wechseln. Und ein Radiator kann die warme Luft auch direkt nach draußen pusten. DHE lässt grüßen.

Carsten: Bei DHE-Referenzdesigns habe ich immerhin den Vorteil, dass die Garantie erhalten bleibt und die Kühlung auch für den Worst Case noch Reserven hat.

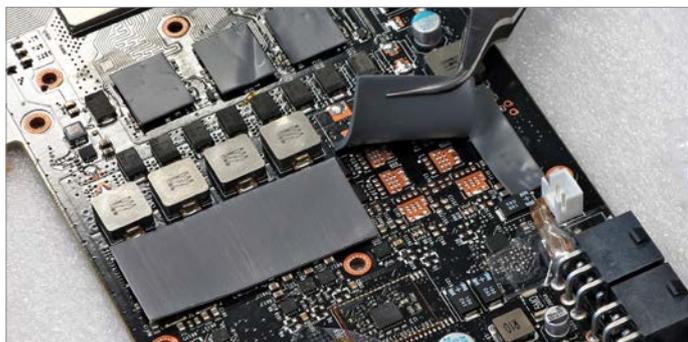
Raff: Worst Case ist bei mir eine BIOS-Modifikation mit reichlich Takt & Spannung im Sommer. Mach das mal mit einem DHE-Kühler.

Carsten: Worst Case im Normalbetrieb und nicht bei einem um 50 Prozent erhöhten Powertarget. Deine 300+ Watt heizen deinen Rechner stark auf.

Torsten: 300 Watt? Putzig. Die 2x180-mm-Radiatoren in der PCGH 02/2015 haben mit unter 600 U/min ein 570-Watt-System bei 35 °C Wassertemperatur gekühlt, das entspricht GTX-980-SLI mit 45 °C GPU-Temperatur.

Carsten: 570 Watt! So viel haben alle meine Grafikkarten zusammen – inklusive R600 (Insider). Lasst uns bitte realistisch bleiben. Jeder Kühler hat eine TDP, auf die er ausgelegt ist. Dass mit Overclocking manche Kühler überfordert sind, ist klar.

Raff: Deswegen sind Luft-Nachrüstkühler ein guter Kompromiss: Man bekommt damit 300-Watt-GPUs gebändigt und ist dennoch flexibel beim Umbau.



Lückenfüller: EK Water Blocks legt ein extra dickes Wärmeleitpad für ungenutzte Spannungswandler-Lötunkte bei, das Wärme von der Platine ableitet.



Unter anderem Koolance sieht eine weitere Verwendung der Backplate des Serien-Luftkühlers vor. Von oben verraten nur die hervorstehenden Anschlüsse den Umbau.