

Mögliche Kühlverfahren für Rackgeräte mit seitlicher Luftstromführung

Neil Rasmussen

**White paper /
technische
Dokumentation
Nr. 50**

APC[®]
Legendary Reliability[®]

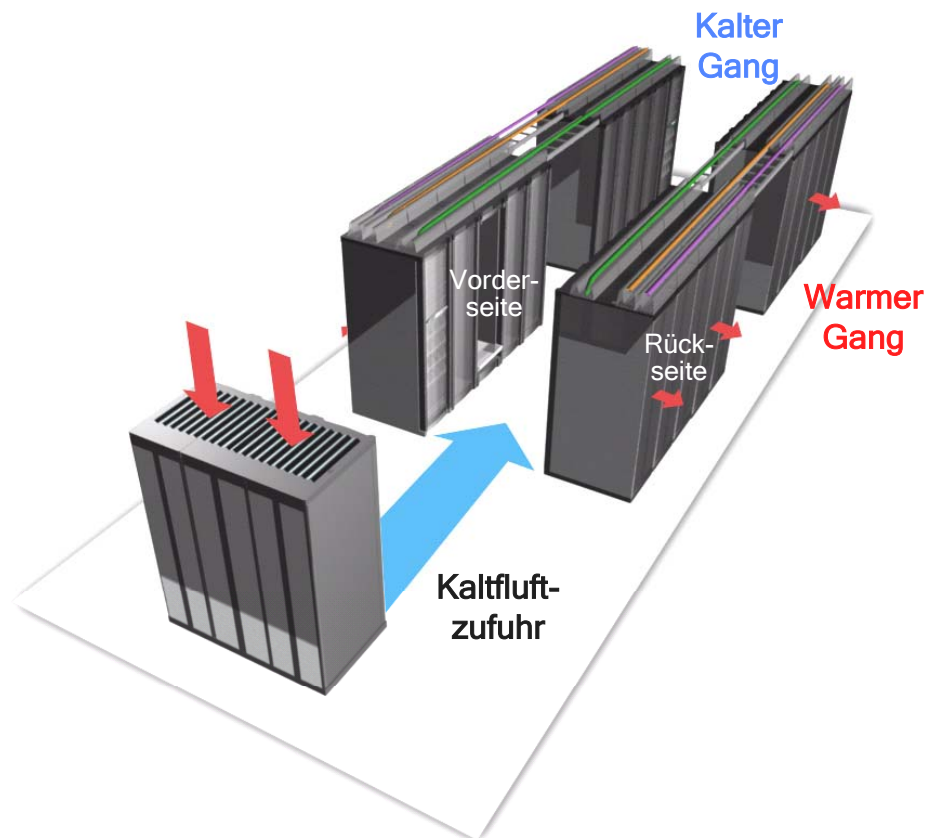
Zusammenfassung

Geräte mit seitlicher Luftstromführung stellen die Kühlung in modernen Datencentern vor eine enorme Herausforderung. Übliche Rackgehäuse und Rackauslegungen sind grundsätzlich nicht kompatibel mit der Kühlung von einer Seite zur anderen, was zu erhöhter Temperatur und folglich zu verringerter Zuverlässigkeit der Geräte führt. Dieses Dokument behandelt diese Herausforderungen unter Beachtung verschiedener unerwünschter Nebeneffekte. Beschrieben werden unterschiedliche Klimalösungen mit Kosten / Nutzen-Analyse.

Einleitung

Datencenter und Serverräume mit Warmem Gang / Kaltem Gang-Luftstrom sind am effektivsten, wenn die Rackgeräte dem kühlenden Luftstrom von der Vorderseite zur Rückseite des Racks ausgesetzt sind, wie in **Abbildung 1** zu sehen. Die meisten Server und Rackgeräte nutzen den Luftstrom von der Vorder- zur Rückseite des Racks. Einige Switches und Router jedoch sind aufgrund ihres Designs auf die Kühlung mit Luftstromführung von einer Seite zur anderen angewiesen.

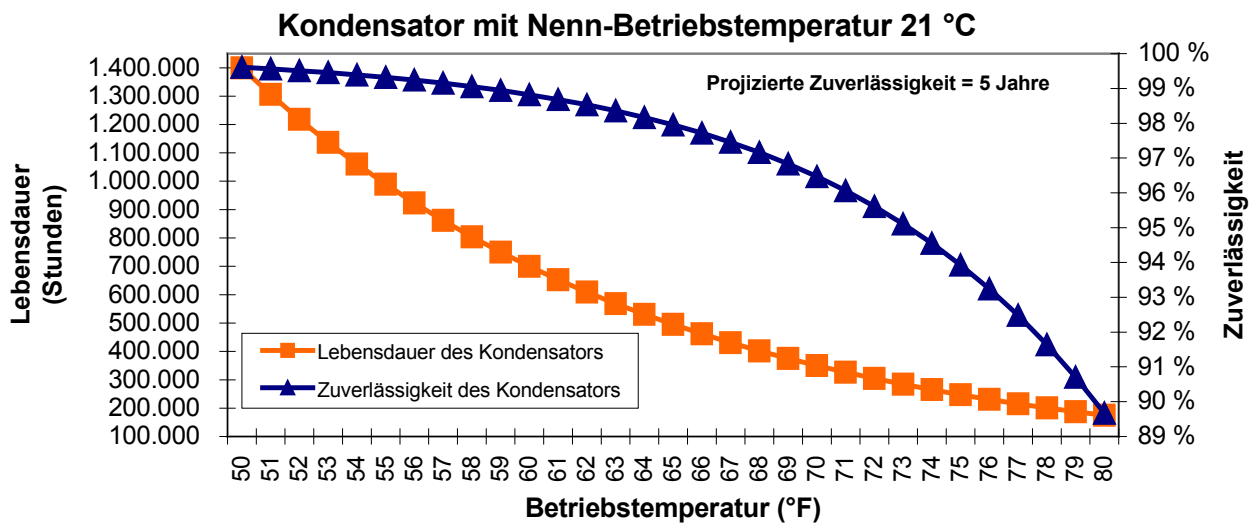
Abbildung 1 – Warmer Gang / Kalter Gang Klimatisierungsmethode



Dies stellt bei dem momentanen Trend zu konvergierenden Netzwerken für Daten, Sprache und Bild ein Problem dar. Früher wurden Telefonanlagen in gesicherten separaten Räumen untergebracht. Mit dem Aufkommen von konvergierenden Netzwerken jedoch wurden die Geräte für Daten, Sprache und Bild in standardisierten Rackgehäusen zusammengeführt. Ein weiterer Trend in Richtung Konvergenz sind die Storage Area Networks (SANs), bei denen Speichergeräte zusammen mit Netzwerkkomponenten wie Routern verwendet werden. Angesichts dieser aufkommenden Trends halten es IT-Manager für notwendig, die Geräte mit Luftstromführung von einer Seite zur anderen und mit Luftstromführung von vorne nach hinten zu kombinieren.

Mit welcher Art der Klimatisierung die Geräte auch ausgestattet sind, es muss immer eine ausreichende Versorgung mit kühler Luft sichergestellt sein. Wenn diese Kühlluftzufuhr nicht gegeben ist, sinkt die Verfügbarkeit der Geräte und der von ihnen unterstützten Unternehmensprozesse, da die Lebensdauer eines elektronischen Geräts direkt von seiner Betriebstemperatur abhängt. Nach MIL-HNBK 338 halbiert sich die Lebensdauer eines Geräts mit jedem Temperaturanstieg von 10 °C. **Abbildung 2** zeigt ein Beispiel für die Auswirkung eines Temperaturanstiegs auf elektronische Bauteile. Die Lebensdauer und Zuverlässigkeit des beschichteten Kondensators sinkt deutlich mit steigender Temperatur.

Abbildung 2 – Einfluss der Temperatur auf die Zuverlässigkeit des beschichteten Kondensators



Einige Kühllösungen für die Luftstromführung von einer Seite zur anderen können dieses Problem nicht vollständig beseitigen und führen zu versteckten Kosten. Diese Lösungen werden an anderer Stelle in diesem Dokument betrachtet. Um jedoch die wirkungsvollsten Lösungen zu verstehen und die Probleme zu erkennen, müssen Anwender von Datacentern mit den Grundlagen der Kühlung vertraut sein, die im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

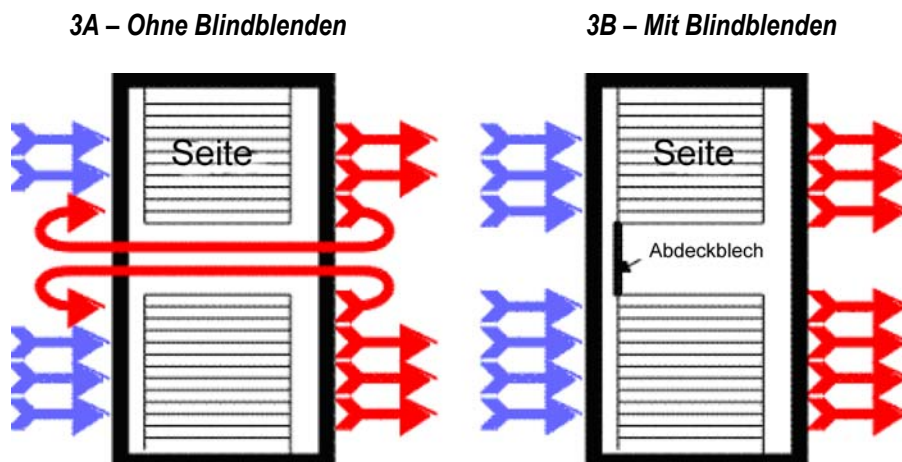
Grundlegende Anforderungen an die Luftstromführung

Der Luftstrom in und um jedes Rack ist entscheidend für die Kühlleistung. Die zwei grundlegenden Prinzipien müssen erkannt werden, um den Luftstrom in Racks zu optimieren:

- Am Lufteinlass des Geräts muss angemessen gekühlte Luft vorhanden sein.
- Der Luftstrom in das Gerät und aus dem Gerät darf nicht eingeschränkt werden.

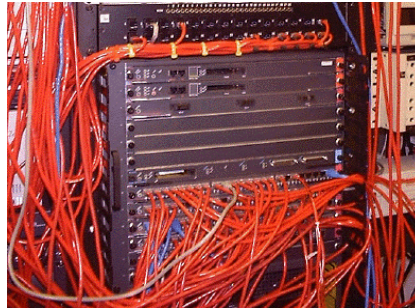
Bei Geräten mit Kühlung von vorne nach hinten kann die Bauform der Rackgehäuse entscheidend für den Luftstrom sein (bei richtiger Anwendung), da sie die warme austretende Luft daran hindert, zurück zum Lufteinlass zu strömen. Die austretende Luft am Gerät hat einen leicht erhöhten Luftdruck. Der durch die Sogwirkung entstehende Unterdruck am Geräteeinlass führt dazu, dass die austretende Luft zum Lufteinlass des Geräts zurückgeführt wird, wie es in **Abbildung 3A** dargestellt ist. **Die Wirkung dieses Effekts ist größer als die Auftriebskraft der warmen austretenden Luft, von der viele Anwender glauben, dass sie die Luft steigen lässt und vom Gerät wegführt.** Bei der Luftstromführung von vorne nach hinten bilden das Rack, die Geräte und die Blindblenden eine Barriere. So wird die Länge des Luftströmungsweges deutlich erhöht und folglich die Menge an warmer Luft verringert, die erneut in das Gerät eintritt (**Abbildung 3B**). Dieser Schlüsseffekt tritt jedoch nicht bei Geräten mit seitlicher Luftstromführung auf.

Abbildung 3 – Rückströmende Luft aufgrund einer fehlenden Blindblende
(Luftstrom von vorne nach hinten)



Für die Geräte in modernen Datacentern bietet die Luftstromführung von vorne nach hinten deutliche Vorteile. Leider ist diese Ausführung bei einigen Geräten konstruktionsbedingt nicht möglich. Die Vorderseite des Routers in **Abbildung 4** zum Beispiel wird zum größten Teil von Datenschnittstellen und Kabeln verdeckt. Die Kühlluft kann daher nicht von vorne in das Gerät geleitet werden. Bei einer Anordnung der Schnittstellen an der Seite des Routers könnte die Kühlluft von vorne in das Gerät geleitet werden. Dies erschwert jedoch dem IT-Personal den Zugang. Daher ist die gegenwärtig übliche Methode der seitlichen Kühlung für diese Geräte der bestmögliche durchführbare Ansatz.

Abbildung 4 – Router mit seitlicher Luftstromführung



Probleme beim Luftstrom mit seitlicher Kühlung

Im vorigen Abschnitt wurde erläutert, wie die aus dem Rack austretende Luft durch physikalische Effekte zum Lufteinlass zurückgeleitet wird und wie die Blindblenden bei der Luftstromführung von vorne nach hinten diese Zirkulation verhindern. Bei Geräten mit seitlicher Luftstromführung treten jedoch drei entscheidende Probleme auf, die dazu führen, dass warme austretende Luft zurück zum Lufteinlass des Geräts geleitet wird und sich die Lufteinlasstemperatur erhöht. Auslösende Faktoren sind:

- 1) Benachbarte Geräte
- 2) Keine Barriere zur Trennung von eintretender und austretender Luft
- 3) Montage in einem Gehäuse

Diese Probleme verstärken sich mit zunehmender Leistungsdichte im Rack oder Gehäuse (die gesamte benötigte Leistung aller Geräte in einem Rack).

Benachbarte Geräte

Geräte mit seitlicher Kühlung werden zur besseren Kühlung häufig in offenen Racks untergebracht. Daraus ergeben sich jedoch schwerwiegende Probleme, wenn die Racks in einer Reihe nebeneinander gestellt werden. Bei dieser Aufstellung kann es vorkommen, dass sich der Lufteinlass eines Geräts direkt am Luftauslass des benachbarten Geräts befindet. Die Temperatur der eintretenden Luft des folgenden Geräts könnte daher um 10 °C höher sein als die Umgebungstemperatur. Dies ist unter normalen Betriebsbedingungen nicht akzeptabel. Zudem wird die Temperatur der Einlassluft jedes folgenden Racks in einer Reihe höher, da die Kühlluft durch mehrere Racks geleitet wird. Dies führt zu sehr hohen Einlasstemperaturen, die in **Abbildung 5** als farbige Pfeile dargestellt sind. Die Überhitzung durch warme Abluft aus benachbarten Geräten ist ein übliches Problem in Datacentern. Die Lösung der Kühlprobleme bei offenen Racks gestaltet sich äußerst schwierig, weil der tatsächliche Luftstromverlauf im Betrieb schwer vorauszusagen ist.

Abbildung 5 – Geräte mit seitlicher Luftstromführung in offenen Racks



Keine Barriere zur Trennung von eintretender und austretender Luft

Bei den meisten Geräten mit seitlicher Luftstromführung ist keine Vorrichtung vorhanden, die ein erneutes Eintreten von warmer Auslassluft in den Geräteeinlass verhindert. Die Luft kann einfach den Luftauslass verlassen, an der Rückseite des Geräts entlangströmen und zum Lufteinlass auf der anderen Seite zurückkehren, ähnlich wie bei der Kühlung von vorne nach hinten in **Abbildung 3A**. Zudem sind die Geräte bei seitlicher Luftstromführung meist vertikal in einem Rack untergebracht. Das bedeutet, dass die austretende Luft zusätzlich über oder unter dem Gerät zum Lufteinlass auf der anderen Seite zurückkehren kann. Dieser Weg ist üblicherweise kürzer als der Weg über die Rückseite des Geräts. In jedem Fall erzeugt eine Vermischung von warmer austretender Luft und kalter Zuluft eine unerwünschte Erhöhung der Einlassluft-Temperatur am Gerät.

Montage in einem Rack

Wie in der Einleitung erwähnt, ist es häufig erwünscht, Geräte mit seitlicher Luftstromführung in einem dedizierten Rack zu montieren. Im Gegensatz zur Luftstromführung von vorne nach hinten, bei der ein Rack die Kühlung fördert, beeinträchtigt ein Rack die Kühlung bei seitlicher Luftstromführung. Die Seitenwand eines Gehäuses bildet eine zusätzliche Barriere gegen kühle eintretende und warme austretende Luft. Dieser Umstand und die Tatsache, dass austretende Luft die Tendenz zeigt, zum Lufteinlass zurückzuströmen, vergrößern das Problem der Kühlung. Ein Großteil der warmen Abluft strömt zur Einlassöffnung zurück. Die Situation wird noch diffiziler, wenn die Racks in Reihe nebeneinander und ohne Trennblech zwischen den Racks aufgestellt werden. **Der Einsatz von Rackgehäusen bei Geräten mit seitlicher Luftstromführung verstärkt die in den vorigen Abschnitten beschriebenen nachteiligen Effekte.** Trotzdem gibt es viele verschiedene wirkungsvolle Methoden, um Gehäuse mit Geräten bei seitlicher Luft-

stromführung einzusetzen. Diese Möglichkeiten werden an anderer Stelle in diesem Dokument behandelt. Um die Temperatur der Geräte und eine daraus resultierende Überhitzung zu vermeiden, müssen Anwender an den Geräten mit seitlicher Luftstromführung mehrere verschiedene Änderungen vornehmen. Obwohl eine Senkung der Betriebstemperatur leicht erzielt werden kann, können konventionelle Methoden oftmals versteckte Kosten verursachen. Einige Methoden zur Senkung der Temperatur können den Wirkungsgrad der Klimaanlage und die Kühlredundanz senken. Um diese Kosten zu verstehen, muss man darauf achten, wie diese Kosten zustande kommen.

Kostenfaktoren bei der Kühlung

Kühlungskosten können einen erheblichen Anteil der Gesamtkosten betragen. Bei vielen Anlagen betragen die Energiekosten für die Kühlanlage beinahe die Hälfte der Energiekosten für das Datacenter selbst. Die Betriebskosten für eine Klimaanlage in Bezug auf die verbrauchte Energie sind meist höher als die gesamten Nutzungskosten für Stromversorgungs- und Kühlanlagen. Daher ist es unbedingt notwendig, im Kühlsystem auf höchsten Wirkungsgrad zu achten.

Die Wattleistung für die Kühlung oder die Kühlleistung in Tonnen, die ein Datacenter erfordert, sind unabhängig von der Lufrückzirkulation, jedoch wird der Wirkungsgrad der Klimaanlage deutlich verringert. Der Grund dafür liegt darin, dass eine Anlage mit starker Luftumwälzung folgende Merkmale aufweist:

- A) Sie benötigt Luft mit niedrigerer Temperatur aus der Klimaanlage des Computerraums (CRAC; Computer Room Air Conditioning), um das Vermischen mit der austretenden Warmluft auszugleichen.
- B) Sie liefert der Klimaanlage kühlere Luft durch Vermischen von kalter Luft mit der warmen austretenden Luft.
- C) Kühlere Luft von der Klimaanlage resultiert in trockenerer Luft, was durch zusätzliche Luftbefeuchtung ausgeglichen werden muss.

Umwälzung und die damit verbundenen warmen Bereiche können die Energiekosten der Klimaanlage um mehr als 10 % erhöhen, die Montage einer zusätzlichen Klimaanlage erfordern und so weitere Anschaffungs- und Betriebskosten verursachen. Zusätzlich könnte der Betrieb der Anlage nicht gewährleistet werden, wenn eine Einheit der Klimaanlage für Wartungszwecke abgeschaltet wird. Im APC-White paper Nr. 49, „Vermeidbare Fehler, die die Kühlleistung in Datacentern und Netzwerkräumen beeinträchtigen“, wird diese Problematik ausführlicher erörtert.

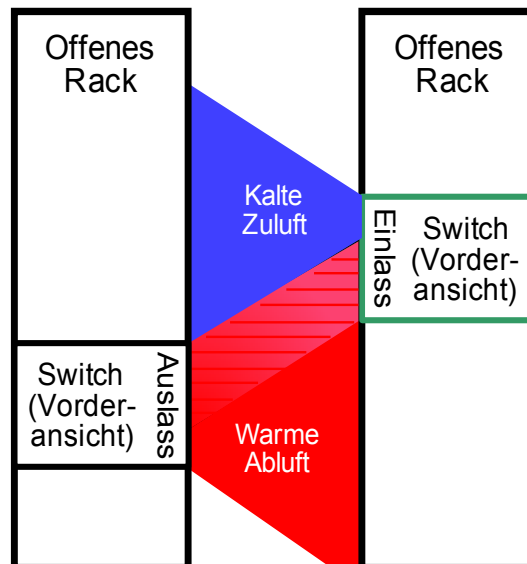
Wirkungsvolle Kühlverfahren für seitliche Luftstromführung

Zur Kühlung von Geräten mit seitlicher Luftstromführung kann eine Vielzahl von Verfahren genutzt werden. Diese Verfahren und ihre Hauptmerkmale werden in diesem Abschnitt beschrieben, alternative Verfahren werden am Ende dieses Abschnitts in Tabelle 1 zusammengefasst und einander gegenübergestellt, um die Auswahl des geeigneten Verfahrens zu erleichtern.

Offene Racks mit vergrößertem Rackzwischenraum

Offene Racks werden üblicherweise für Geräte mit seitlicher Luftstromführung genutzt. Diese verhindern jedoch nicht das Eindringen von Luftströmen benachbarter Geräte in die Lufteinlässe anderer Geräte und bieten auch keine nennenswerte Trennung von austretender und eintretender Luft. In einer typischen Anwendung sind die Racks nicht vollständig mit hoher Gerätedichte bestückt. Alle Geräte sind von Rack zu Rack vertikal versetzt angeordnet, um zu geringe Abstände von Heißluftauslässen und Kaltlufteinlässen zu vermeiden. Dies ist jedoch nur teilweise erfolgreich, da sich die austretende Luft, wie in **Abbildung 6** zu sehen, ungünstig ausbreitet und zu den Lufteinlässen benachbarter Geräte strömt. Die Nachteile dieses Verfahrens bestehen darin, dass die Geräte mit sehr geringer Dichte angeordnet werden müssen und eine erhebliche Luftumwälzung auftritt, die den Wirkungsgrad des Kühlsystems verringert. Aufgrund der spärlichen Bestückung der Racks benötigt diese Lösung auch mehr Raum, was bei einigen Anwendungen mit hohen Kosten verbunden sein kann. Allerdings ist dieses Konzept weit verbreitet, da es einfach zu realisieren ist.

Abbildung 6 – Luftströmung bei offenen Racks mit versetzter Bestückung



Gehäuse mit geringer Bestückungsdichte

Ähnlich wie bei offenen Racks nutzen die in geschlossenen Gehäusen montierten Geräte mit seitlicher Luftstromführung die Racks nicht bis zur vollen Kapazität aus, da die Energie- und Kühlanforderungen dies nicht zulassen. In der Regel werden die Geräte vertikal im Rack verteilt und Zwischenräume nicht durch Blindblenden verschlossen. Diese Anordnung verringert die Leistungsdichte des Racks und somit auch die Wahrscheinlichkeit von Bereichen hoher Wärmekonzentration. Die Gehäuse fördern jedoch die Luftumwälzung, womit bei dieser Vorgehensweise bis zu einem bestimmten Grad gerechnet werden muss. Von dieser Vorgehensweise ist abzuraten, wenn die Stellfläche einen hohen Kostenfaktor darstellt. Das Herabsetzen der Leistungsdichte des Racks verteilt die Wärmebelastung auf eine größere Fläche.

Zusätzliche Lüfter

Als Abhilfemaßnahme bei Überhitzung werden üblicherweise Lüfter eingesetzt. Diese Lüfter können direkt in Gehäuse oder offene Racks eingebaut werden, nicht selten jedoch werden auch freistehende Ventilatoren benutzt. Das Ziel besteht darin, die heiße Luft einfach von den heißen Geräten abzusaugen oder fortzublasen.

In Wirklichkeit bewirken die Ventilatoren jedoch nur eine Vermischung von Geräteabluft und -zuluft des Kühlsystems. Die entstehende Lufttemperatur ist höher als die der gekühlten Zuluft, jedoch kälter als die der Geräteabluft. Die Ventilatoren verstärken zudem den Luftstrom durch die Geräte. Auch wenn der Ventilator die Betriebstemperatur der Geräte senkt und Bereiche hoher Wärmekonzentration verringert, sind die Kosten erheblich. Der Wirkungsgrad der Klimaanlage wird durch die niedrigere Rücklufttemperatur der Klimaanlage verschlechtert. Dies führt zu den oben beschriebenen Konsequenzen sowie zu folgenden Nebeneffekten: verstärkter Bedarf an Luftentfeuchtung oder Luftbefeuchtung, niedrigere Kapazität der Klimaanlage und möglicher Verlust an Redundanz.

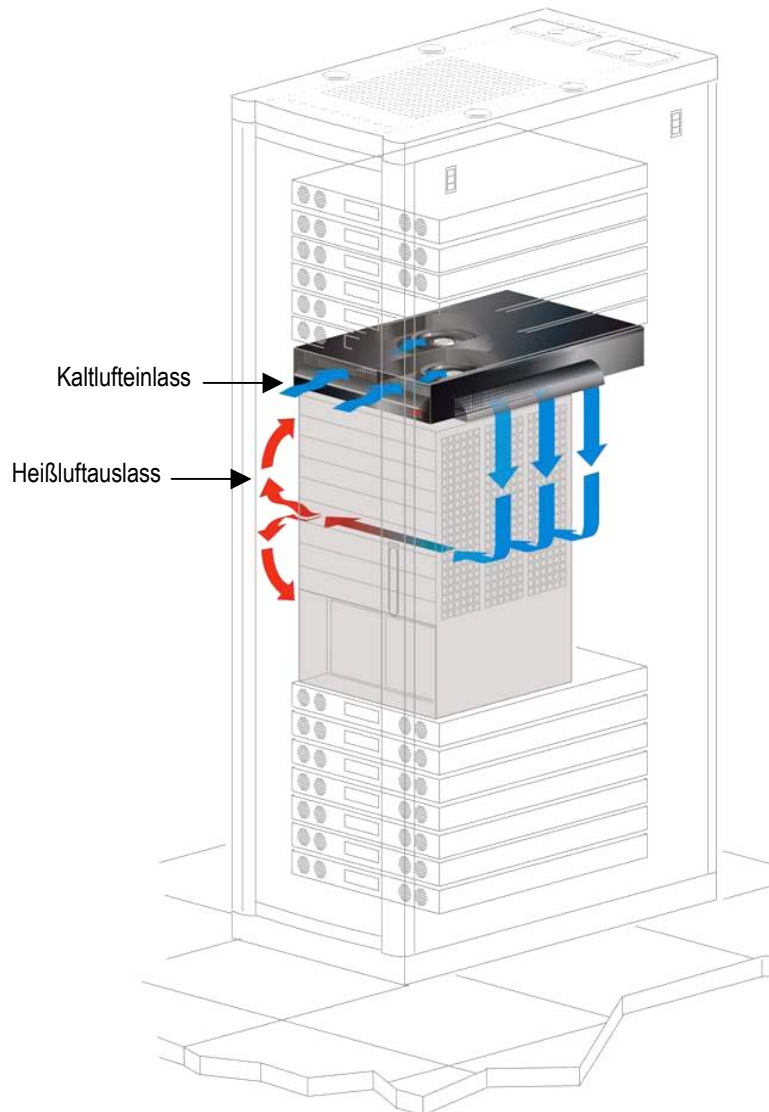
Seitliche Belüftung¹

Die seitliche Belüftung eines Racks kann dazu genutzt werden, kühle Luft direkt und kontrolliert zum Geräte-
lufteinlass zu leiten und die Rückzirkulation der Geräteabluft zurück zum Lufteinlass zu verringern. Die Kaltluft strömt durch die Vordertür des Racks durch einen besonderen Luftumwälzer über und / oder unter den zu kühlenden Geräten in das Rack ein. (Im Rack muss an der Frontplatte Platz hierfür vorgesehen werden.) Aktivlüfter leiten die Luft dann zu Kanälen, die die Kaltluft an die Seite leiten. Dort wird die Kaltluft dann von Geräten mit seitlicher Luftstromführung genutzt. Die Abluft der Geräte verlässt das Rack an der Rückseite, somit ist es unwahrscheinlich, dass sie zum Geräteeinlass zurückkehrt. Im Wesentlichen erlaubt dieses Kühlungsschema die nahtlose Integration von Geräten mit seitlicher Luftstromführung zusammen mit anderen Geräten in Racks, die der EIA-310D Norm entsprechen. Diese Vorgehensweise ermöglicht höchste Leistungsdichte und wirtschaftlichste Kühlung und kann in bestehenden Serverracks nachgerüstet werden. Kosteneinsparungen werden durch die Reduzierung der Rackanzahl und einen erhöhten Wirkungsgrad der

¹ Die Konstruktion von Rack und Rackzubehör, das Luftstromabschirmungen und Luftstromumleitungen umfasst, ist patentrechtlich für APC geschützt.

Kühlung erreicht. **Abbildung 7** zeigt ein aktives Luftumwälzsystem, das Geräte mit seitlicher Luftstromführung mit Kaltluft versorgt.

Abbildung 7 – Vorderansicht der seitlichen Luftströmung innerhalb eines einzelnen Racks mit seitlicher Luftstromführung



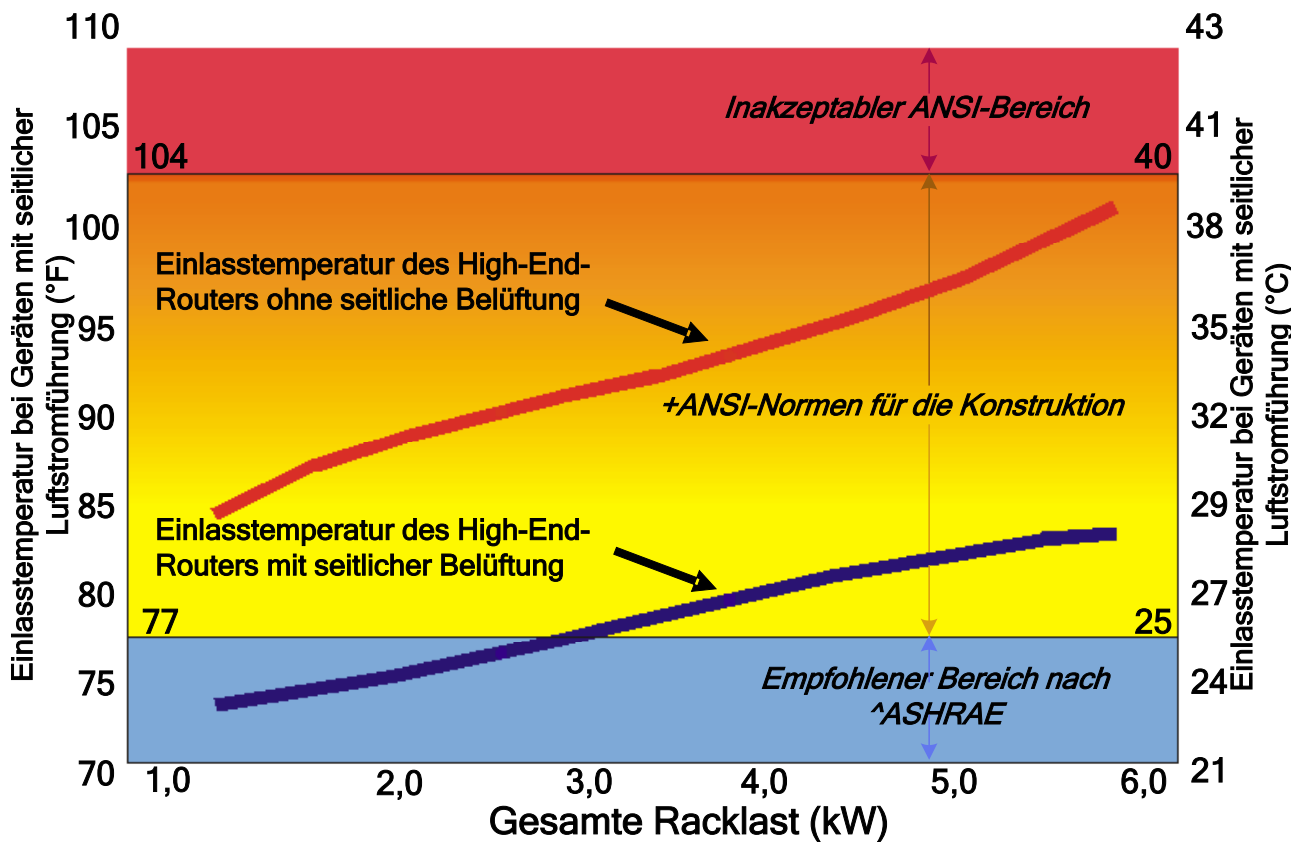
Die seitliche Luftstromführung ermöglicht die Aufstellung von Racks Seite an Seite bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines ausreichenden Luftstroms. Dadurch wird weniger Grundfläche benötigt. Es ist zwingend erforderlich, dass die Temperatur der Luft, mit der die Geräte mit seitlicher Luftstromführung gekühlt werden, die Voraussetzungen der ANSI²- und ASHRAE³-Normen zur Kühlung elektronischer Geräte erfüllt.

² Die Norm ANSI (American National Standards Institute) T1.304-1997 besagt, dass Temperaturen zwischen 5 und 40 °C optimale Betriebstemperaturen darstellen.

³ Die Norm ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers) TC9 empfiehlt bei Telekommunikationsgeräten Lufteinlasstemperaturen zwischen 20 und 25 °C.

Um sicherzustellen, dass diese Vorgehensweise erfolgreich ist, wurde eine Studie mit Dauermessungen durchgeführt. Das Testrack bestand aus einem Gehäuse des Typs APC NetScheiter VX mit 42 HE. Das Rack wurde in der Mitte mit einem Cisco Switch der 6500er Serie und mehreren 1 HE-Wärmequellen zur Simulation zusätzlicher Geräte über und unter dem Switch bestückt. Am Lufteinlass des Switches wurde die Temperatur bei unterschiedlichen Hitzebelastungen gemessen. Die Messungen wurden mit und ohne seitliche Belüftung durchgeführt und führten zu einem durchschnittlichen Temperaturunterschied von 8,3 °C. **Abbildung 8** zeigt alle Testergebnisse.

Abbildung 8 – Geräte-lufteinlasstemperatur in Bezug auf Rackbelastung



*Alle Tests wurden in einem APC-Gehäuse des Typs Netshelter VX durchgeführt.
 +ANSI = American National Standards Institute
 ^ASHRAE = American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers

2
3

Tabelle 1 – Kühllösungen mit seitlicher Luftstromführung

Variablen bei seitlicher Luftstromführung	Kühllösungen mit seitlicher Luftstromführung			
	Offene Racks mit vergrößertem Rackzwischenraum	Gehäuse mit geringer Bestückungsdichte	Zusätzlicher Lüfter	Seitliche Belüftung
Leistungsdichte	<ul style="list-style-type: none"> – 0 - 1 kW pro Rack – Wärmebelastung wird auf größeren Raumbereich verteilt 	<ul style="list-style-type: none"> – 0 - 1 kW pro Rack – Wärmebelastung wird auf größeren Raumbereich verteilt 	<ul style="list-style-type: none"> – 0 - 2 kW 	<ul style="list-style-type: none"> – 0 - 6 kW pro Rack
Grundflächenoptimierung	<ul style="list-style-type: none"> – benötigt mehr Grundfläche 	<ul style="list-style-type: none"> – benötigt mehr Grundfläche 	<ul style="list-style-type: none"> – Bessere Ausnutzung der Grundfläche durch Erhöhung der Leistungsdichte des Racks 	<ul style="list-style-type: none"> – Benötigt vertikalen Rackplatz für Luftumwälzer – Optimierte Grundflächennutzung durch erhöhte Leistungsdichte pro Rack
Wirkungsgrad der Klimaanlage	<ul style="list-style-type: none"> – Vermischung von kalten und warmen Luftströmen setzt Wirkungsgrad herab – Verringerung der Kühlredundanz 	<ul style="list-style-type: none"> – Durch Ableitung der heißen Abluft in den Warmen Gang und Trennung von Kalt- und Heißluft wird der Wirkungsgrad erhöht 	<ul style="list-style-type: none"> – Höherer Wirkungsgrad, wenn im Gehäuse Deckenlüfter verwendet werden – Niedrigerer Wirkungsgrad, wenn freistehender Ventilator eingesetzt wird, Verringerung der Kühlredundanz 	<ul style="list-style-type: none"> – Trennung von kalten und warmen Luftströmen erhöht Wirtschaftlichkeit
Gesamtbetriebskosten (TCO)	<ul style="list-style-type: none"> – Höhere Kühlungskosten – Niedrige Kosten pro Rack – Weniger Geräte pro Rack bedeutet höhere Rackanzahl 	<ul style="list-style-type: none"> – Niedrigere Kühlungskosten – Hohe Kosten pro Rack – Weniger Geräte pro Rack bedeutet höhere Rackanzahl 	<ul style="list-style-type: none"> – Bei Nutzung von offenen Racks höhere Kühlungskosten 	<ul style="list-style-type: none"> – Niedrigere Kühlungskosten – Kosteneinsparungen durch weniger benötigte Racks – Es wird weniger Grundfläche benötigt
Berechenbare Kaltluftzufuhr an Einlässen	<ul style="list-style-type: none"> – Luftstrom wird zwar nicht behindert, ist aber unbeständig und aufgrund von Hitze benachbarter Geräte schwer zu steuern 	<ul style="list-style-type: none"> – Wärmeentwicklung anderer Geräte im selben Rack macht Bereitstellung von Kaltluft unbeständig und schwer steuerbar 	<ul style="list-style-type: none"> – Kann bei offenen Racks direkt auf Gerätelufteinlässe eingestellt werden, ist aber unbeständig, wenn Deckenlüfter im Gehäuse verwendet werden 	<ul style="list-style-type: none"> – Beständige und vorher-sagbare Kaltluftzufuhr zu Gerätelufteinlässen
Zuverlässigkeit von Geräten mit seitlicher Belüftung	<ul style="list-style-type: none"> – Verringert Zuverlässigkeit der Geräte 	<ul style="list-style-type: none"> – Verringert Zuverlässigkeit der Geräte 	<ul style="list-style-type: none"> – Einsatzfähig unter Normalbedingungen, aber nicht berechenbar 	<ul style="list-style-type: none"> – Liefert Normalbedingungen, um erwartete Zuverlässigkeit zu erhalten
Planung des Datacenters	<ul style="list-style-type: none"> – Schwierig zu planen, da offene Racks mit ausreichendem Zwischenraum aufgestellt werden müssen 	<ul style="list-style-type: none"> – Vereinfacht die Planung, da standardisierte Racks überall im Datacenter aufgestellt werden können 	<ul style="list-style-type: none"> – Vereinfacht die Planung, da zukünftige standardisierte Rackgehäuse überall im Datacenter aufgestellt werden können 	<ul style="list-style-type: none"> – Vereinfacht die Planung, da standardisierte Racks überall im Datacenter aufgestellt werden können

Variablen bei seitlicher Luftstromführung	Kühlösungen mit seitlicher Luftstromführung			
	Offene Racks mit vergrößertem Rack-zwischenraum	Gehäuse mit geringer Bestückungsdichte	Zusätzlicher Lüfter	Seitliche Belüftung
Physikalische Sicherheit auf Rackebene gegeben	– keine physikalische Sicherheit auf Rackebene	– Physikalische Sicherheit auf Rackebene gegeben	– Physikalische Sicherheit der Rackebene nur mit Gehäusen gegeben	– Physikalische Sicherheit auf Rackebene gegeben
Empfohlener Aufbau	– alleinstehende Racks in Umgebung niedriger Dichte	– alleinstehende Racks in Umgebung niedriger Dichte – Datacenter mit Warmer Gang / Kalter Gang-Kühlösung und Luftstromführung von vorne nach hinten	– Umgebung höherer Dichte – Warmer Gang / Kalter Gang-Anordnung (nur für Gehäuse)	– Umgebung höherer Dichte – Warmer Gang / Kalter Gang-Anordnung – gemeinsame Netzwerke für Daten, Sprache und Videoanwendungen

Hinweis: Die für jede Variable jeweils beste Lösung ist farblich gekennzeichnet.

Einschränkungen bei Geräten mit seitlicher Luftstromführung

Die Hersteller der Geräte veröffentlichen für ihre Produkte regelmäßig Richtlinien für die Montage und Standortumgebung. Bei Geräten mit seitlicher Luftstromführung sind diese Richtlinien eingeschränkt, da hier die Möglichkeit unzureichender Kühlung bei erhöhter Leistungsdichte besteht. Wie bei den meisten IT-Geräten überwacht die Elektronik in den Geräten mit seitlicher Luftstromführung die interne Temperatur. Wenn die Betriebstemperatur am Lufteinlass über die maximal zugelassene Temperatur (üblicherweise 40 °C [104 °F]) steigt, schaltet das Gerät ab, um Schäden vorzubeugen, und erzeugt somit erhebliche Systemausfallzeiten.

Die unten aufgeführten speziellen Richtlinien zur Kühlung wurden von verschiedenen Herstellern von Switches und Routern zusammengestellt:

- Halten Sie einen Mindestabstand von 15 cm zwischen der Wand und den Lüftungsschlitzen des Gehäuses.
- Halten Sie einen horizontalen Mindestabstand von 30 cm zwischen zwei Gehäusen.
- Montieren Sie das Gehäuse nicht in ein Rack mit hoher Leistungsdichte
- Montieren Sie ein Gerät nicht zu weit unten im Rack. Dies kann dazu führen, dass die von diesem Gerät produzierte Wärme nach oben steigt und in die Lufteinlässe der oben liegenden Geräte eindringt, was zu erhöhter Temperatur der oben im Rack montierten Geräte führt.
- Montieren Sie ein Gerät nie in ein nicht ausreichend belüftetes oder gekühltes geschlossenes Rack.
- Montieren Sie ein Gerät nur in ein ausreichend belüftetes oder mit einem Ventilator versehenes Rack. Verwenden Sie möglichst offene Racks.
- Verwenden Sie Umlenkleche in geschlossenen Racks, um die Kühlung des Gehäuses zu verbessern.

- Die Planung der korrekten Position und des Layouts Ihrer Geräteracks ist entscheidend für den reibungslosen Betrieb der Anlage.
- Das Gerät wird in Bereichen mit eingeschränktem Zugang verwendet. Ein Bereich mit eingeschränktem Zugang kann ein Werkzeug, ein Schloss mit Schlüssel oder eine andere Sicherheitsvorkehrung sein.

Diese Einschränkungen senken die Flexibilität des IT-Managers bei der Planung des Layouts für das Datacenter. Mit dem Aufkommen von durchführbaren Lösungen mit Racks für Geräte mit seitlicher Luftstromführung können IT-Manager sich leichter an die konstanten Veränderungen in heutigen Datacentern anpassen. Insbesondere erlaubt die seitliche Luftverteilung eine höhere Leistungsdichte in den Racks und eine verbesserte und vorhersagbare Kühlleistung. Zudem ermöglicht die seitliche Luftstromführung die Aufstellung von Daten- und Sprachnetzwerken in einer gemeinsamen Warmer Gang / Kalter Gang-Umgebung. Ein Gehäuse bietet (dies wurde nicht in den Richtlinien erwähnt) zusätzlich eine erhöhte physikalische Sicherheit, daher entfällt der Bedarf an weiteren Sicherheitsvorkehrungen.

Ergebnisse

Die Kühlung von Rackgeräten mit seitlicher Luftstromführung erfordert vor allem bei der Anwendung in Datacentern mit Luftstromführung von vorne nach hinten besondere Planung, um einen geringen Wirkungsgrad und Ausfälle zu vermeiden. Das Hauptproblem bei seitlicher Kühlung besteht darin, dass der Lufteinlass der Geräte ständig mit der eigenen Abluft oder Abluft umliegender Geräte versorgt wird.

Konventionelle Methoden wie die Vergrößerung der Abstände zwischen den Geräten oder die Anwendung von zusätzlichen Ventilatoren können die Bildung von warmen Bereichen steuern, senken aber zugleich den Wirkungsgrad der Kühlanlage. Bei diesen Methoden erfolgt eine Vermischung von eintretender und austretender Luft. Dadurch kann die Temperatur der eintretenden Luft nicht den idealen niedrigen Wert erreichen, der bei Luftstromführung von vorne nach hinten erzielt wird.

Grundsätzlich glaubt man, dass geschlossene Rackgehäuse bei seitlicher Luftstromführung nicht verwendet werden können und dass offene Racks verwendet werden müssen. Es ist jedoch mit geprüften Verfahren möglich, Gehäuse mit hoher Gerätedichte und seitlicher Luftstromführung bei hohem Wirkungsgrad zu kühlen. Bei diesen Verfahren wird die Luft von der Vorderseite des Racks zum Lufteinlass an der Seite umgeleitet und an der Rückseite des Racks abgeleitet. Auf diese Weise wird die Betriebstemperatur der Geräte auf einen sicheren Wert gesenkt und der Wirkungsgrad der Kühlanlage durch die Trennung von warmer Abluft und kühler Zuluft maximiert. Die Umwandlung von seitlicher Luftstromführung in eine Luftstromführung von vorne nach hinten ermöglicht eine nahtlose Einbindung in die Kühlanlagen von Datacentern mit hoher Leistungsdichte, die das Warmer Gang / Kalter Gang-Verfahren verwenden. Der Vorteil der Umwandlung liegt in der Vorhersagbarkeit der Geräteleistung zu jedem Zeitpunkt, ohne zuvor planen zu müssen, wo die Geräte aufgestellt werden. IT-Manager können jederzeit und überall Geräte mit seitlicher Luftstromführung mit dem Wissen einsetzen, dass sie zuverlässig in die vorhandene Umgebung integriert werden können. Die Notwendigkeit von Bereichen mit geringer Leistungsdichte im Datacenter für Geräte mit seitlicher Luftstromführung ist damit beseitigt.

Der Autor:

Neil Rasmussen ist einer der Gründer und Chief Technical Officer von American Power Conversion. Bei APC arbeitet Neil Rasmussen mit dem weltgrößten F&E-Budget für die Stromversorgungs-, Kühlungs- und Rack-Infrastruktur kritischer Netzwerke. Die wichtigsten Produktentwicklungszentren befinden sich in Massachusetts, Missouri, Rhode Island, Taiwan, Dänemark und Irland. Zurzeit leitet er die APC-Initiative zur Entwicklung von modular skalierbaren Datacenterlösungen.

Vor der Gründung von APC im Jahre 1981 graduierte Neil Rasmussen am MIT zum Bachelor und Master in Elektrotechnik. Hier veröffentlichte er auch seine Dissertation zur Analyse einer 200-MW-Stromversorgung des Tokamak-Fusionsreaktors. Von 1979 bis 1981 arbeitete er bei den MIT Lincoln Laboratories in der Entwicklung von Schwungrad-Energiespeichersystemen und Solarstromsystemen.