

# Zehn Punkte zur Lösung von Kühlproblemen beim Einsatz von HighTech-Servern

Von Peter Hannaford

**White Paper Nr. 42**

**APC**<sup>®</sup>  
Legendary Reliability<sup>®</sup>

## Zusammenfassung

Die Anforderung, viele Hightech-Server (Server mit hoher Leistungsdichte wie z.B. 1-HE-Server oder Blade-Server) zusammen in einem Racks einzusetzen, stellt für die Verantwortlichen in den Datacentern eine große Herausforderung dar. Derzeit werden Server entwickelt, die eine Kühlleistung von bis zu 20 kW erfordern, wenn diese in einem Rack installiert werden. Da die meisten Datacenter für eine Kühlung von durchschnittlich 2 kW pro Rack ausgelegt sind, sind hier innovative Kühllösungen gefordert. Hier wird ein 10-Punkte-Plan vorgelegt, wie die Kühlwirkung, die Kühlkapazität und die Leistungsfähigkeit bestehender Datacenter erhöht werden kann.

# Einleitung

Da heutzutage mehr kompakte IT-Geräte in einen einzigen Schrank eingebaut werden, siehe Abbildung 1, führt die höhere Stromzufuhr und die damit verbundene höhere Wärmeabgabe in einigen Datacenter zu punktueller Überhitzung („Hot Spots“). Es ist unwahrscheinlich, dass ein herkömmliches Datacenter mit Druckbodenkühlung und dazugehöriger Klimaanlage, die die Druckbodenkühlung versorgt, in der Lage ist, eine Kühlleistung von über 3 kW für ein einzelnes Rack zu liefern, unabhängig von Anzahl und Leistung der Klimageräte und der Doppelbodentiefe. Die maximale Kühlleistung, die an den einzelnen Racks ankommt, wird in Räumen ohne Doppelboden und großflächiger Luftverteilung sogar noch niedriger sein.<sup>1</sup> Es gibt nun rackbasierende Kühllösungen, mit denen die Kühlleistung auf bis zu 15 oder 20 kW pro Rack gesteigert werden kann.

**Abbildung 1 – Beispiele der Leistungsverdichtung (High Density)**



Ziel bei der Entwicklung eines Kühlsystems für Datacenter ist die Schaffung eines definierten Wegs vom Kaltluftauslass der Klimaanlage zu den Einlassöffnungen der Server. Ebenso muss ein definierter Weg von den Ausblasöffnungen der Server zum Warmlufteinlass an der Klimaanlage geschaffen werden. Es gibt jedoch eine Reihe von Faktoren, die diesem Ziel entgegenstehen.

Hier werden die Hauptfaktoren beschrieben, die für einen verringerten Wirkungsgrad - und damit erhöhten Kosten - und eine geringere Leistungsfähigkeit der Datacenter verantwortlich sind und es werden Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Es werden auch Lösungen gezeigt, die es Datacentern ermöglichen, mit höheren Leistungen arbeiten zu können als denen, für die sie ausgelegt waren, ohne dass dafür größere Umbaumaßnahmen erforderlich wären.

In den folgenden zehn Abschnitten wird beschrieben, welche Schritte unternommen werden können, um die Ursachen der Kühlungsprobleme zu beseitigen. Der einfachste und kostengünstigste Lösungsschritt steht am Anfang. Wenn das Ziel eine Leistungsfähigkeit von mehr als 6 kW pro Rack über eine größere Fläche ist, dann empfiehlt es sich, die ersten Punkte zu überspringen und gleich die gravierenderen Maßnahmen wie in Punkt 9 und 10 beschrieben durchzuführen und die früheren Schritte zu überspringen.

<sup>1</sup> Weitere Informationen zur Luftverteilungssystemen finden Sie im APC White Paper Nr. 55, „Air Distribution Architectures for Mission Critical Facilities“.

# 1. Durchführung einer Bestandsaufnahme

So wie Kraftfahrzeuge von regelmäßiger Wartung profitieren, müssen auch Datacenter gewartet werden, damit diese immer Spitzenleistungen erbringen, um die Geschäftsprozesse, die darin ablaufen, aufrecht erhalten zu können und um potentiellen Problemen vorzubeugen. Bevor man zur Behebung der Kühlprobleme an eine teure Aufrüstung des Datacenters denkt, sollten bestimmte Prüfungen ausgeführt werden, um potentielle Schwachstellen im gesamten Kühlsystem festzustellen. Diese Prüfungen zeigen, in welchem Zustand sich das Datacenter befindet. Damit soll ein temperaturbedingter Ausfall der Elektronik verhindert werden. Sie können auch der Feststellung der zukünftigen Kühlkapazitäten dienen. Der aktuelle Status sollte dokumentiert und eine Regelung festgelegt werden, so dass künftige korrigierende Maßnahmen auch tatsächlich Verbesserungen zur Folge haben.

Diese Prüfungen sollten im wesentlichen folgende Punkte abdecken:

- **Maximale Kühlkapazität.** Wenn nicht genug Benzin im Tank ist, dann hilft auch das beste Tuning nicht. Überprüfen Sie die allgemeine Kühlkapazität und stellen Sie sicher, dass diese von den IT-Geräten im Datacenter nicht überschritten wird. Denken Sie daran, dass zur Kühlung von 1 Watt elektrischer Leistung 1 Watt Kühlleistung benötigt wird. Wenn der Bedarf das Angebot übersteigt, dann sind größere Umbauarbeiten erforderlich bzw. der Einsatz von in sich geschlossenen Hochleistungskühlsystemen; wie unter Punkt 9. und 10. beschrieben.
- **Klimageräte,** von denen sichergestellt ist, dass die tatsächlichen Temperaturen (Zuluft + Abluft) und Feuchtwerte mit den Sollwerten der Geräte übereinstimmen. Eingestellte Werte prüfen. Falls notwendig, neu einstellen. Eine Rücklufttemperatur zur Klimaanlage, die wesentlich unter der Raumtemperatur liegt, bedeutet einen Kurzschluss in der Frischluftzufuhr. Die Ursache dafür ist, dass die gekühlte Luft an den IT-Geräten vorbei direkt zum Klimagerät zurück strömt. Prüfen Sie auch, ob alle Ventilatoren ordnungsgemäß laufen und die Alarmer funktionieren. Vergewissern Sie sich, dass alle Filter sauber sind.
- **Zustand Kühlwasser / Kondensatorkreislauf prüfen.** Zustand des Kaltwassersatzes (Chiller) bzw. externen Kondensators, der Pumpensysteme und primären Kühlkreisläufe prüfen. Vergewissern Sie sich, dass alle Ventile ordnungsgemäß funktionieren. Prüfen Sie, ob die DX-Systeme - falls verwendet - vollständig mit dem vorgeschriebenen Kältemittel gefüllt sind.
- Die **Raumtemperatur** sollte an strategischen Punkten in den Gängen des Datacenters gemessen werden. Diese Messstellen sollten in der Regel mittig zwischen den Schrankreihen liegen und innerhalb der Reihen jeweils bei etwa jedem vierten Rack.
- **Temperaturen innerhalb der Racks.** Die Messpunkte sollten vertikal mittig in der Frischluftzufuhr vorne an den Schränken liegen und zwar jeweils unten, in der Mitte und oben an jedem Rack. Die Temperaturen sollten aufgezeichnet und mit den Herstellerdaten der IT-Geräte bezüglich der Zulufttemperatur verglichen werden.

- **Ventilationsgeschwindigkeit** aus den Bodenöffnungen, wenn der Doppelboden als Druckboden ausgeführt ist. Es sollte ein gleichmäßiger Luftstrom aus allen Öffnungen bzw. Gittern kommen.
- **Druckböden auf Sauberkeit bzw. Hindernisse untersuchen.** Staub und Schmutz unter dem Druckboden wird durch die perforierten Bodenplatten nach oben geblasen und in die IT-Geräte eingesaugt. Hindernisse im Boden wie Netzwerk- oder Stromkabel sowie Kabeltrassen behindern den Luftstrom und wirken sich negativ auf die Kühlung der Racks aus.
- **Luftstrom innerhalb der Racks.** Freie Höheneinheiten (HE) innerhalb der Racks oder extremes Kabelgewirr haben ebenfalls einen Einfluss auf die Kühlleistung.
- **Einteilung der Gänge & Bodenplatten.** Ob der Druckboden wirkungsvoll als Luftführung genutzt werden kann, hängt von der effizienten Aufteilung der Lüftungsöffnungen im Boden und der Positionierung der Klimageräte ab.

Nähere Informationen hierzu finden sich im APC White Paper Nr. 40, "Cooling Audit for Identifying Potential Cooling Problems in Data Centers".

## 2. Einführung eines Wartungsplans für Kühlsysteme

Das Uptime Institute<sup>2</sup> hat festgestellt, dass in mehr als 50 % der besuchten Datacenter betriebliche Mängel gefunden wurden. Obwohl diese allgemein als „mangelhafte Kühlleistung“ klassifiziert wurden, lag bei einigen die Ursache bei einer nicht sachgemäßen bzw. schlechten Wartung.

Folgende Mängel wurden u.a. festgestellt:

- Verschmutzte oder verstopfte Wärmetauscher, die den Luftstrom blockieren
- Ungenügend gefüllte DX-Systeme
- Falsch platzierte Messpunkte
- Nicht kalibrierte oder schadhafte Sensoren
- Vertauschte Zu- / Ableitungsrohre
- Fehlerhafte Ventile
- Fehlerhafte Pumpen
- Unnötigerweise laufende Pumpen
- Kein Einsatz der „freien Kühlung“

Regelmäßiger Service und vorbeugende Wartung sind von grundlegender Bedeutung, wenn ein Datacenter immer Spitzenleistung bringen soll. Wenn das System schon länger nicht gewartet worden ist, dann sollte dies sofort eingeleitet werden. Es sollte ein Wartungsplan eingeführt werden, der den empfohlenen Richtlinien des Herstellers der Kühlsystemkomponenten entspricht. Näheres dazu erfahren Sie bei der Wartungsfirma, Ihrem Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage-Partner sowie bei APC.

<sup>2</sup> [www.upsite.com](http://www.upsite.com)

©2004 American Power Conversion. Alle Rechte vorbehalten. Diese Veröffentlichung, oder Teile davon, dürfen ohne schriftliche Genehmigung des Eigentümers des Copyrights nicht verwendet, vervielfältigt, fotokopiert, übertragen oder auf einem Datenabfragesystem gleich welcher Art gespeichert werden.

### 3. Einbau von Abdeckleisten in freien Höheneinheiten und Einführung einer Verkabelungsregelung

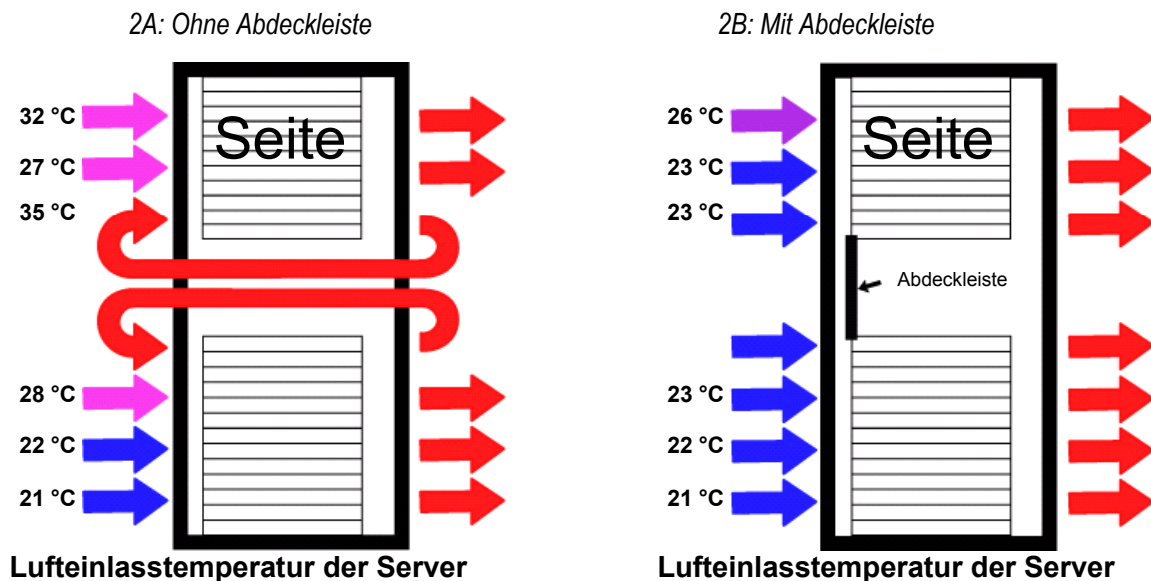
Freie vertikale Flächen in einem Rack sind die Ursache dafür, dass die warme Abluft aus einem IT-Gerät eine Abkürzung nimmt und damit zum Frischlufteinlass zurückströmt. Dieser „thermische Kurzschluss“ führt zu einer unnötigen Erwärmung der Anlage.

In einer Installationsanleitung für einen HP-Server<sup>3</sup> steht Folgendes:

**ACHTUNG:** Freie Stellen im Rack sind immer mit einer Abdeckleiste an der Vorderseite des Racks zu verschließen. Damit wird ein ordnungsgemäßer Luftstrom sichergestellt. Wenn ein Rack ohne Abdeckleisten an den freien Stellen verwendet wird, besteht die Gefahr von Hitzeschäden aufgrund mangelhafter Kühlung.

Dieser Rat wird oft ignoriert und ist eine der Hauptursachen für Rack-Überhitzungsprobleme. Der Einbau von Abdeckleisten verhindert, dass gekühlte Luft am Kühlluftreinlass des Servers vorbei strömt und dass warme Luft dorthin zurück strömt. Abbildung 2 zeigt welche Verbesserungen erzielt werden können, wenn Abdeckleisten verwendet werden.

**Abbildung 2** – Auswirkungen von Abdeckleisten auf die Zulufttemperatur eines Servers<sup>4</sup>



Näheres hierzu findet sich im APC White Paper Nr. 44, „Verbesserung der Rackkühlung durch Einsatz von Abdeckblechen“.

<sup>3</sup> HP Proliant DL360 Generation 3 Server Installation Guide [www.hp.com](http://www.hp.com)

<sup>4</sup> APC Laborversuch – APC White Paper Nr. 44 [www.apcc.com](http://www.apcc.com)

©2004 American Power Conversion. Alle Rechte vorbehalten. Diese Veröffentlichung, oder Teile davon, dürfen ohne schriftliche Genehmigung des Eigentümers des Copyrights nicht verwendet, vervielfältigt, fotokopiert, übertragen oder auf einem Datenabfragesystem gleich welcher Art gespeichert werden.

Der Luftfluss innerhalb der Racks wird auch durch ungeordnete Kabelführung beeinflusst. Der Einsatz von Hightech-Servern in Racks schafft neue Verkabelungsprobleme. Abbildung 3 zeigt, wie eine ungeordnete Verkabelung den Luftaustritt von IT-Geräten behindern kann.

**Abbildung 3 – Beispiel für ungeordnete Verkabelung**



Überflüssige Kabel sollten entfernt werden. Datenkabel sollten auf eine geeignete Länge gekürzt werden, und wo möglich sollten Patchpanels verwendet werden. Die Stromversorgung der Systeme sollte über im Rack montierte Stromverteiler erfolgen, wobei die Kabel auf die entsprechende Länge gekürzt werden sollten. Weitere Informationen über Rackzubehör zur Lösung von Verkabelungsproblemen finden Sie auf der APC-Website unter [www.apc.com/de](http://www.apc.com/de)

## 4. Hindernisse im Druckboden entfernen und Boden abdichten

In Datencentern mit einem Druckboden wird der darunterliegende Freiraum zur Kaltluftführung genutzt, damit diese von den Klimageräten zu den perforierten Bodenplatten bzw. Auslässen vor den Racks gelangt. Der Druckboden wird oft auch zur Verlegung von Versorgungsleitungen wie Strom-, Glasfaser- und Netzkabel und manchmal auch für Wasser- oder Brandmeldesysteme bzw. Feuerlöschsysteme genutzt.

In der Planungsphase legen die Konstrukteure die Bodentiefe so aus, dass genügend Freiraum für die benötigte Luftdurchflussmenge zu den und durch die perforierten Bodenplatten bzw. Gitterroste vorhanden ist. Wenn dann weitere Racks und Server hinzukommen, werden oft weitere Strom- und Netzkabel verlegt und die Kabel von entfernten oder ersetzten Servern oder Racks einfach unter dem Boden liegen gelassen. Dies trifft besonders für Colocations bzw. Housingeinrichtungen zu, die einen hohen Kundendurchsatz haben. Vorrichtungen zur Verbesserung des Luftdurchflusses wie in Abbildung 11 können diese Probleme mildern. Eine „Überkopf“-Verkabelung stellt sicher, dass dieses Problem gar nicht erst auftritt. Wenn die Kabel im Boden verlegt sind, dann sollte noch genügend Raum für den Luftstrom zu den perforierten Bodenplatten bzw. Gitterrosten vorhanden sein, um die erforderliche Kühlleistung für die Geräte zu erreichen. Idealerweise sollten die Kabeltrassen im Boden in der „oberen Ebene“ verlaufen, um die „untere Ebene“ des Druckbodens zur Kühlluftverteilung frei zu halten.

Fehlende Bodenplatten sollten ersetzt werden, die vorhandenen so verlegt werden, dass alle Spalten geschlossen sind. Ausschnitte in den Bodenplatten zur Kabeldurchführung sind die Hauptursache für unbeabsichtigte Luftlecks, diese sollten deshalb um die Kabel herum abgedichtet werden. Platten mit ungenutzten Ausschnitten sollten durch vollständige Platten ersetzt werden. Platten, die an leeren oder fehlenden Racks anliegen, sollten auch durch vollständige Platten ersetzt werden.

## 5. Hochleistungs-Racks aufteilen

Wenn die Hochleistungs-Racks in Datacentern konzentriert platziert werden, dann ist das für die meisten Kühlsysteme zu viel. Wenn diese Racks jedoch über die gesamte Fläche verteilt werden, dann wird dieses Problem verringert. Dies wird im Beispiel unten deutlich.

### Datencenter Konstruktionsdaten:

**Druckbodenfläche:** 465 m<sup>2</sup>

**Bodenhöhe:** 76 cm

**Leistung unterbrechungsfreie Stromversorgung:** 560 kW

**Durchschnittliche Rackaufstellfläche:** 116 m<sup>2</sup>

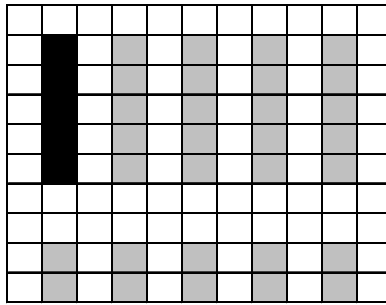
**Anzahl Racks:** 200

**Durchschnittliche Leistungsaufnahme Datencenter:** 1.200 Watt / m<sup>2</sup>

**Durchschnittliche Leistungsaufnahme pro Rack:** 2.800 Watt

Wenn man davon ausgeht, dass Platz für Gänge, Klimaanlage, usw. geschaffen wird und dass die Racks etwa ein Viertel der gesamten Bodenfläche einnehmen, dann wäre die durchschnittliche Leistungsaufnahme pro Rack 2.800 Watt. Bei einer Bodenhöhe von 76 cm und dem notwendigen Raum für die Verkabelung im Druckboden (Strom, Daten, usw.) werden die Klimaanlage den maximalen Kühlwert von 3 kW pro Rack wahrscheinlich nicht überschreiten, es sei denn es werden zusätzliche Geräte mit Ventilatoren zur Be- / Entlüftung verwendet. In Abbildung 4 haben wir angenommen, dass 5 der 200 Racks Hochleistungs-Racks sind und zusammen in einer Reihe stehen.

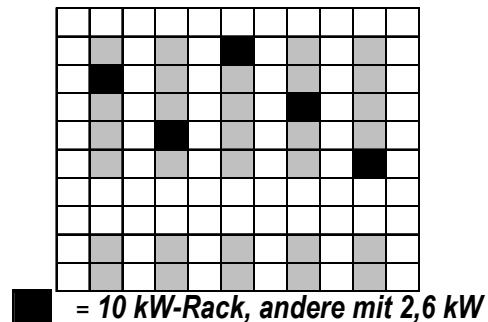
**Abbildung 4** – *Datencenter, in dem alle „warmen“ Racks zusammen stehen*



Wenn wir davon ausgehen, dass jedes der 5 „warmen“ Racks eine Leistung von 10 kW hat und die restlichen 195 eine Leistung von 2,6 kW, dann wäre der gesamte Durchschnitt pro Rack 2,8 kW pro Schrank, d. h. unter dem theoretischen Kühlwert. Die durchschnittliche Leistung für die Hochleistungsreihe wäre jedoch 10 kW pro Schrank, welches die Kühlsysteme überfordern würde, es sei denn es würden Lüftungsgeräte eingesetzt, die mehr Luft aus der Umgebung ansaugen (von anderen Racks „ausleihen“). Alternativ können unabhängige, geschlossene Systeme eingesetzt werden (siehe Punkte 9 und 10).

Eine Alternative wäre auch, die „warmen“ Racks aufzuteilen, so dass der Kühldurchschnitt wie in Abbildung 5 gezeigt erhalten bliebe.

**Abbildung 5** – *Datencenter, in dem die „warmen“ Racks verteilt stehen*

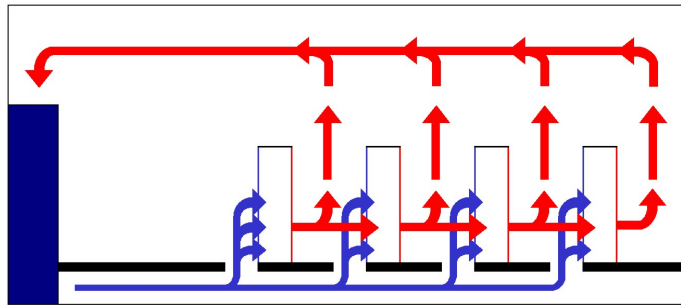


Der wichtigste Grund für die Aufteilung von Hochleistungs-Racks ist der, dass diese einzelnen Racks so wirksam Kühlkapazität von benachbarten Racks „ausleihen“ können, die diese nicht benötigen. Diese Wirkung kann nicht erzielt werden, wenn die benachbarten Racks die mögliche Kühlkapazität für sich selbst brauchen.

## 6. Einführung von „warmen / kalten“ Gängen

Mit nur wenigen Ausnahmen sind die meisten 19"-Server so konstruiert, dass die Zuluft von vorne eingesaugen und die Abluft hinten ausgeblasen wird. Da alle Racks in einer Reihe gleich ausgerichtet sind, wird die warme Luft aus Reihe eins in den Gang dahinter geblasen, wo sich diese mit der Kalt- bzw. Raumluft vermischt und dann vorne von den Racks der Reihe zwei eingesaugt wird. Dieses System wird in Abbildung 6 aufgezeigt, und zwar für eine Umgebung mit Druckboden. Die Luft strömt nacheinander durch die Reihen hindurch, was zur Folge hat, dass die IT-Geräte immer wärmerer Zuluft ausgesetzt sind. Wenn die Schränke in allen Reihen so ausgerichtet sind, dass die Zuluftöffnungen der Server alle in eine Richtung zeigen, dann ist die Störung vorprogrammiert. Dies gilt sowohl für Umgebungen mit Druckboden als auch mit festen Böden.

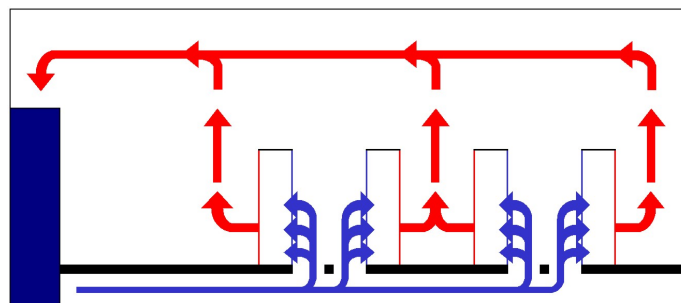
**Abbildung 6** – Rackaufstellung ohne getrennte warme / kalte Gänge



Die beste Lösung ist, die Racks so aufzustellen, dass abwechselnd „warme“ und „kalte“ Gänge entstehen, wie in Abbildung 7 gezeigt. Die kalten Gänge sind mit Auslässen im Boden ausgestattet und die Racks sind so aufgestellt, dass die Vorderseite der Server mit dem Zulufteinlass zur kalten Seite zeigen. Die warme Luft wird dann in den warmen Gang geblasen, der nicht mit Kaltluftauslässen vom Druckboden ausgestattet ist.

Diese Aufteilung in warme und kalte Gänge gilt auch für Umgebungen mit festen Böden. Siehe dazu APC White Paper Nr. 55, „Air Distribution Architectures for Mission Critical Facilities“.

**Abbildung 7** – Rackaufteilung in warme / kalte Gänge



## 7. Neuausrichtung der Klimaanlage

Die Ausblassechächte der Klimaanlage müssen so ausgerichtet sein, dass die kalte Luft auf optimalem Weg zu den Auslässen im Boden strömt.

**Abbildung 8** – Typische Klimaanlageaufstellung

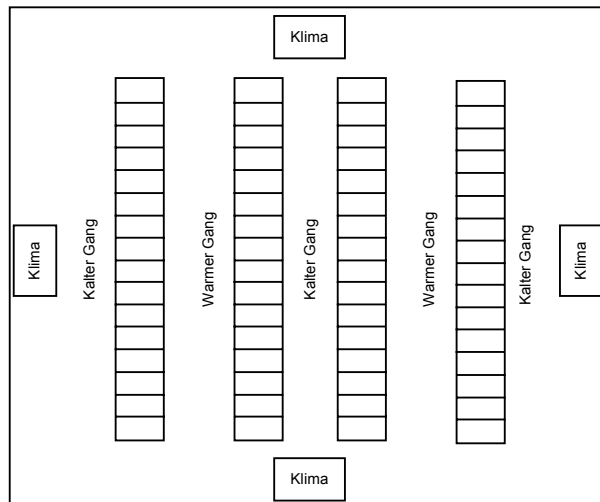
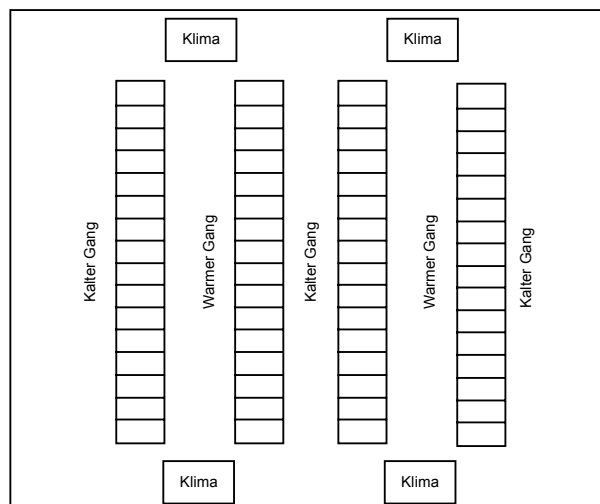


Abbildung 8 zeigt eine typische Raumaufteilung, bei der die einzelnen Klimaanlage gleichmäßig im Raum verteilt sind und damit die Aufteilung in kalte und warme Gänge unterstützen. In diesem Beispiel stehen die Klimaanlage entlang der Vertikalen zu dicht am kalten Gang, was zur Folge hätte, dass der Luftstrom an den Auslässen in diesem Gang vorbeiströmt. Diese Geräte sollten besser entlang der horizontalen Wand aufgestellt werden, damit der Luftstrom entlang dieser Gänge verbessert würde.

**Abbildung 9** – Bessere Klimaanlageaufstellung



In Abbildung 9 wurden die Klimaanlage in eine Position gebracht, in der sie nun in einer Linie mit den warmen Gängen aufgestellt sind. Man würde eigentlich annehmen, dass diese in den kalten Gängen aufgestellt werden sollten, um dort einen Luftstrom für die Bodenöffnungen in den kalten Gängen zu erzeugen. CFD-Analysen (Computational Fluid Dynamics) haben jedoch gezeigt, dass die warme Luft aus den warmen Gängen auf ihrem Weg zu den Klimaanlage in die kalten Gänge wechselt. Dies führt zu einer Vermischung von warmer und kalter Luft, wodurch die Temperatur der Zuluft steigt, die vorne an den Racks / IT-Geräten eingesaugt wird.

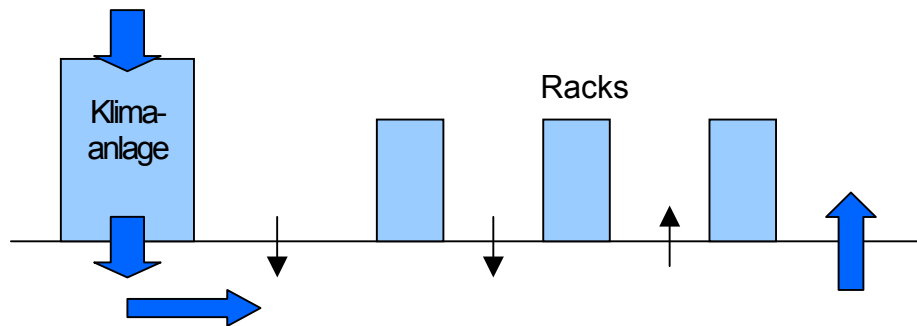
## 8. Belüftungsöffnungen im Boden

Der Luftfluss im Rack und die Rackaufstellung spielen eine Schlüsselrolle bei der Maximierung der Kühlleistung. Eine schlechte Platzierung der Belüftungsöffnungen im Boden kann jedoch dazu führen, dass sich die kalte Luft aus der Klimaanlage mit der warmen Abluft der Geräte vermischt noch bevor sie die Racks erreicht, was wiederum zu Leistungseinbußen und erhöhten Betriebskosten führen kann. Schlecht platzierte Zuluft- und / oder Abluftöffnungen kommen sehr häufig vor und können fast den gesamten Vorteil einer „warmer / kalter Gang“ Auslegung zunichte machen.

Der Schlüsselfaktor bei den Zuluftöffnungen ist, diese so nah wie möglich an die Zuluftöffnungen der zu belüftenden Geräte zu bringen und die kalte Luft in den kalten Gängen zu halten. Im Falle einer Druckboden-belüftung heißt das, dass nur in den kalten Gängen Bodenplatten mit Belüftungsöffnungen eingesetzt werden. Eine Deckenbelüftungssystem kann so effektiv sein wie ein Bodenbelüftungssystem; doch auch hier gilt, dass die Belüftungsöffnungen über dem kalten Gängen platziert sein müssen und diese den Luftstrom direkt nach unten in die kalten Gänge lenken müssen (und nicht seitlich verteilen). Sowohl bei Decken- als auch bei Bodenbelüftungssystemen sollte alle Belüftungsöffnungen verschlossen werden, an denen keine Geräte in Betrieb sind, da dies sonst zu einem Rückfluss der Luft bei niedrigerer Temperatur zur Klimaanlage führt, was dann eine stärkere Entfeuchtung und verringerte Klimaanlageleistung sowie höhere Kosten zur Folge hat.

Bodenbelüftungsöffnungen, die zu nahe an der Klimaanlage platziert sind, erzeugen einen Unterdruck, der dazu führt, dass Luft aus dem Raum zurück in den Druckboden gezogen wird, siehe Abbildung 10. Ein einfaches Luftstrommeßgerät stellt sicher, dass die Belüftungsplatte so positioniert ist, dass der korrekte statische Druck sichergestellt ist.

**Abbildung 10** – Relative Luftbewegung in Umgebungen mit Druckböden und starkem Luftdurchfluss



Achtung: Die Rackaufstellung kann von einem Datacenter zum anderen variieren. Das oben gezeigte Beispiel unterscheidet sich von der Empfehlung in Abbildung 9, es soll jedoch das gerade beschriebene, ungünstige Luftflussmuster veranschaulicht werden.

Der Schlüsselfaktor bei den Abluftöffnungen ist, diese so nah wie möglich an die Abluftöffnungen der zu entlüftenden Geräte zu bringen und die warme Luft in den warmen Gängen zu sammeln. Selten wird die warme Luft oben in einer abgehängten Decke gesammelt, wobei die Abluftöffnungen einfach auf die warmen Gänge ausgerichtet werden können. Wenn mit einer hohen, offenen Abluftsammeldecke gearbeitet wird, dann ist es das Beste, wenn der Rückfluss zur Klimaanlage so weit oben wie möglich an der Decke stattfindet. Wenn möglich sollte der Rückfluss dezentral über Kanäle erfolgen, um so nah wie möglich an die warmen Gänge zu kommen. Auch einfache Abluftkanäle mit nur wenigen Abluftöffnungen über den warmen Gängen sind einem einzigen Sammelabluftschaft seitlich im Raum vorzuziehen.

Bei kleineren Räumen ohne Druckböden oder Lüftungskanälen werden die Klimaanlage mit Luftstrom nach oben oder unten oftmals in einer Ecke oder an der Wand platziert. In dem Fall ist es schwierig, die Kaltluft genau in die kalten Gänge zu bringen und die warme Luft aus den warmen Gängen abzusaugen. In solchen Situationen wird die Leistung beeinträchtigt. Es ist jedoch möglich, die Leistung auch dieser Systeme folgendermaßen zu verbessern:

- Geräte mit Luftstrom nach oben werden am Ende eines warmen Ganges aufgestellt. Es werden Kanäle eingebaut, die die kalte Luft, so weit wie möglich von der Klimaanlage weg, über die kalten Gänge bringen.
- Geräte mit Luftstrom nach unten werden am Ende eines kalten Ganges aufgestellt, und zwar so dass die Luft unten durch den kalten Gang geblasen wird. Es werden abgehängte Abluftkanäle eingebaut, mit denen die Abluft über den warmen Gängen abgesaugt wird.

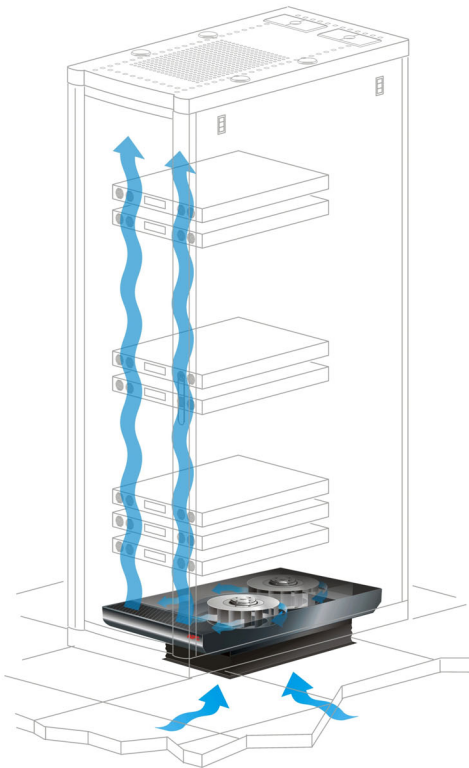
Eine Studie bezüglich schlecht platzierter Lüftungsöffnungen hat ein großes Missverständnis zu Tage gefördert: Das Personal empfindet manche Gänge als warm und andere als kalt und beurteilt diesen Zustand als fehlerhaft. Es wird dann typischerweise versucht, dies durch Verlegen von Kaltluftöffnungen in warmen Gängen (perforierte Druckbodenplatten) oder auch mal durch Einleiten von warmer Abluft in kalte Gänge zu „korrigieren“. **Es ist charakteristisch für ein gut geplantes Datacenter, getrennte warme und kalte Gänge zu haben. Das wird vom Personal als Mangel eingestuft, den Sie meinen beheben zu müssen. Dies geht jedoch zu Lasten der Kühlleistung und erhöht die Kosten für das System. Denken Sie daran - warme Gänge müssen warm sein.**

[Hinweisschilder können vor Ort auf die „Warmer Gang / Kalter Gang“ Auslegung hinweisen]

## 9. Installation von Geräten zur Verstärkung des Luftstroms

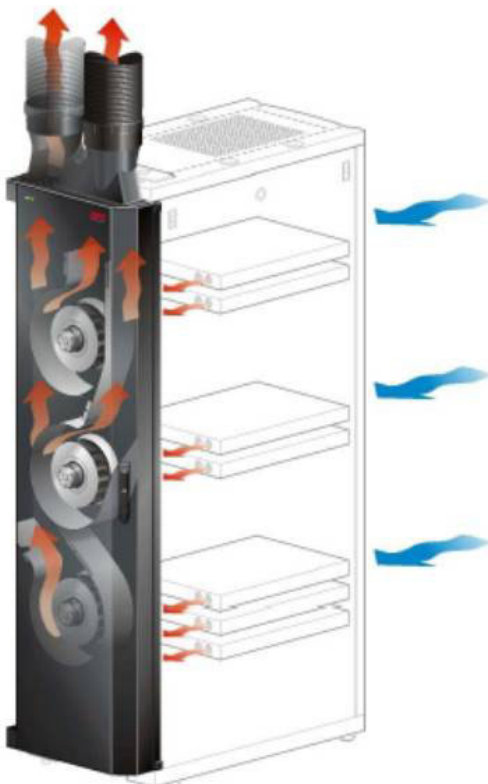
Wenn die allgemeine Kühlkapazität ausreichend ist, sich jedoch lokale Überhitzungen, sog. „Hot Spots“ gebildet haben, z.B. durch die Nutzung von Hightech-Racks, kann die Kühlleistung innerhalb der Racks verbessert werden. Der nachträgliche Einbau von Ventilatoren, die den Luftstrom verstärken und die so die Kühlkapazität auf 3 kW bis 6,5 kW pro Rack erhöhen, bietet diese Möglichkeiten. Diese Geräte, wie beispielsweise die ADU (Air Distribution Unit) und die ARU (Air Removal Unit) von APC ziehen die Luft wirksam aus der Umgebung ab (Abbildung 11 und 12). Wie bei allen luftabsaugenden Geräten muss jedoch beim Festlegen des Einbauorts darauf geachtet werden, dass die aus der Umgebung abgezogene Luft nicht zur Überhitzung der benachbarten Racks führt. Diese Geräte sollten am USV-Ausgang angeschlossen werden, um bei einem Stromausfall ein hitzebedingtes Ausschalten des IT-Equipments zu vermeiden. Eine thermische Überlast kann bereits in der Zeit zwischen Stromausfall und dem Anlaufen des Notstromdiesels und damit der Klimaanlage auftreten.

**Abbildung 11 – Vollständig ins Rack integrierte Zuluftseinheit (Belüftung)**



Lüftereinheiten wie die ADU von APC passen in die untersten 2 Höheneinheiten (HE) des Schrankes, saugen aus dem Druckboden an und erzeugen einen vertikalen Luftstrom und damit einen Kaltluftvorhang zwischen der Fronttür und dem eingebautem IT-Equipment. Um eine optimale Wirkung zu erzielen müssen Abdeckleisten (siehe Punkt 3) angebracht werden. Die Luft wird durch die Server angesaugt und dann in den warmen Gang ausgeblasen, damit sie durch die Lüftungskanäle weitergeleitet und von der Raumklimaanlage abgekühlt werden kann.

**Abbildung 12 – Vollständig ins Rack integrierte Ablufteinheit (Absaugung)**

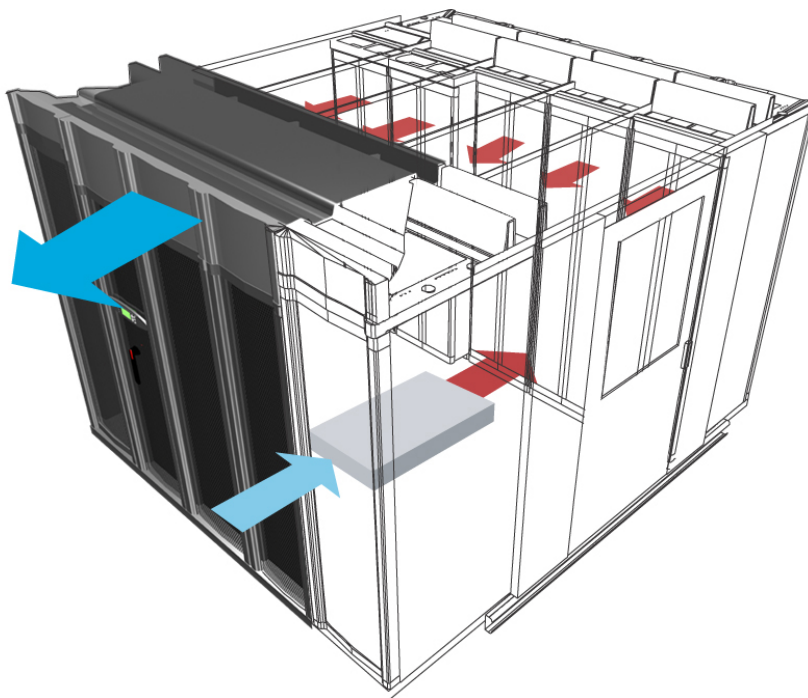


Für höhere Leistungsanforderungen können die Rücktüren des Schrankes abgenommen und durch ein Gerät ersetzt werden, das Umgebungsluft in horizontaler Richtung in den Schrank zieht, beispielsweise die ARU von APC. Die Luft wird dem kalten Gang durch die Lüfter in den Rechnern im Rack entzogen. Ventilatoren in der Rücktür saugen die warme Luft an und leiten diese in den Raum (bzw. im Fall der ARU direkt per Lüftungskanal) zurück an die Raum-Klimaanlage. Solche Geräte erreichen eine Nennleistung von 6,5 kW pro Rack. Um eine optimale Funktion zu erreichen müssen mit diesen Geräten Abdeckleisten verwendet werden.

## 10. Installation von leistungsfähiger, eigenständiger Infrastruktur

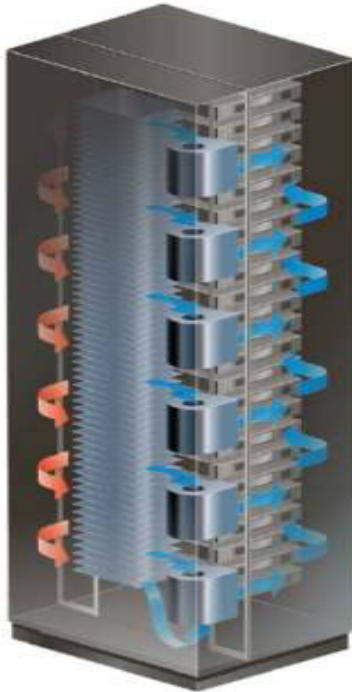
Wenn die Leistungs- und Kühlungsanforderungen innerhalb eines Racks auf über 6,5 kW steigen, dann wird es zunehmend schwieriger einen durchgängig kühlen Luftstrom auf der Vorderseite der Server eines Racks zur Verfügung zu stellen, wenn das durch einen vertikalen Luftstrom (Druckboden) erfolgen muß. Bei extrem hohen Anforderungen (über 6,5 kW pro Rack) muss die gekühlte Luft in horizontaler Lage zur Verfügung gestellt werden, um eine von unten nach oben konstante Lufttemperatur zu erzielen. Eigenständige Hochleistungs-kühl-systeme sind für den Einbau in Datencenter konzipiert, ohne dass dies Auswirkungen auf andere Racks oder bestehende Kühlsysteme hat. Sie sind thermisch betrachtet „raumneutral“ und verwenden entweder kühle Luft aus dem Raum und geben die Abluft wieder in der gleichen Temperatur in den Raum ab oder sie arbeiten autonom und verwenden nur die eigene Luft innerhalb eines abgeschlossenen Schrankes. Zwei Beispiel für solche Systeme werden in Abbildung 13 und 14 gezeigt.

**Abbildung 13** – Integriertes Rack-Kühlsystem (5 und mehr Racks)



Die vollständige Infrastruktur mit USV, Stromverteilern, Leistungsschaltern, Kabelverlegung auf dem Dach der Schränke, optimierte 19"-Schränke und entsprechende Kühlsysteme sind im integrierten Rack-Kühlsystem möglich. Die warme Luft aus den Servern wird in einen geschlossenen warmen Gang eingeblasen, durch eine Klimaanlage angesaugt und dann mit einer Temperatur von 24 °C in den Raum entlassen. Damit wird die extreme Hitzbelastung verringert und das System verhält sich raumneutral. Einzelne Racks in diesem System können bis zu 20 kW gekühlt werden.

**Abbildung 14** – Integriertes Rack-Kühlsystem (Einzelrack)



Bei hohen Belastungen von bis zu 15 kW pro Einzelrack ist eine andere Kühllösung möglich. Das APC HighDensity Cooling Enclosure (HDCE) ist ein vollständiges Datencenter, inklusive Kühlsystem, Stromverteilung sowie Brand- und Sicherheits-systemen, welche für diese Hochleistungsgeräte erforderlich sind. Die Kühleinheit befindet sich im Schrank; damit wird sichergestellt, dass die Kühlluft bei den eingebauten Geräten ihre maximale Wirkung zeigen kann. Die warme Luft wird im internen Kühlsystem aufbereitet und verlässt den Schrank nicht. Eine externer Kaltwassersatz und eine vorzugsweise modulare, redundante USV mit Stromverteilung sind für das Gesamtkonzept vorzusehen.

## Schlussfolgerung

Die Verwendung der neuesten IT-Technik in Datacentern wie beispielsweise Blade-Server hat viele Vorteile. Diese Geräte ziehen jedoch 2 - 5 mal soviel Leistung wie herkömmliche Technik. Sie haben natürlich eine dementsprechend hohe Wärmeabstrahlung, die Ursache von Störungen werden kann. Um Totalausfälle, Verlangsamung der Prozessorgeschwindigkeit und eine verkürzte Lebensdauer dieser Geräte zu vermeiden, wird es immer wichtiger, regelmäßige Prüfungen und Wartungspläne für die Kühlsysteme einzuführen damit sicherzustellen dass sie innerhalb ihrer Leistungsgrenzen, bei ordentlichem Wirkungsgrad und notwendiger Redundanz betrieben werden können. Die hier aufgezeigten Maßnahmen helfen dabei, die Datacenter immer mit 100 % Leistung betreiben zu können, um die darauf laufenden Geschäftsprozesse aufrecht zu erhalten und um möglichen künftigen Problemen vorzubeugen.

Die Richtlinien unter Punkt 1 - 8 sind hilfreich, um ein typisches Datacenter entsprechend seiner Nennleistung zu betreiben. Die Punkte 9 und 10 bieten Vorschläge, mit denen man die konstruktionstechnisch bedingten Grenzen der Kühlleistung eines typischen Datacenters steigern kann (ohne große Umbaumaßnahmen), und zwar durch den Einbau „eigenständiger“ Kühlsysteme, die auch mit HighTech-Servern fertig werden.

### Der Autor:

**Peter Hannaford** ist Produktmarketingdirektor bei APC für die Region EMEA. Er ist Mitglied des British Chartered Management Institute und des British Institute of Directors, und er war an der Planung und dem Bau von über 100.000 m<sup>2</sup> Datacenter-Einrichtungen weltweit beteiligt.