

Möglichkeiten an Luftumwälzungs- architekturen für unternehmens- kritische Einrichtungen

von Neil Rasmussen

**White paper /
technische
Dokumentation
Nr. 55**

Zusammenfassung

Es gibt neun grundlegende Möglichkeiten, um Luft zur Gerätekühlung in Datacentern und Netzwerkräumen einzusetzen. Diese Lösungen unterscheiden sich in der Leistung, den Kosten und der Einfachheit der Umsetzung. Im Folgenden werden diese Methoden und ihre jeweiligen Vorteile beschrieben. Die korrekte Umsetzung dieser Kühltechniken gehört zu den entscheidenden Kenntnissen für IT-Personal und Gebäudetechniker.

Einführung

Da die Gerätedichte immer größer wird, ist die Kühlung von Datacentern und Netzwerkräumen zu einer großen Herausforderung geworden. Die Konzentration von Servern, gepaart mit der verringerten physischen Größe von Servern und Speichersystemen, hat zu einer hohen Dichte von elektrischer Energie und Wärmeleistung geführt. Auch wenn die typische Leistungsaufnahme in Datacentern in der Größenordnung von 1 kW pro Rack geblieben ist, können Geräte eingebaut werden, die mehr als 15 kW pro Rack aufnehmen. Dies sprengt die Kapazität des durchschnittlichen Datacenters, das eine zuverlässige Kühlung entwurfsbedingt nur für 2 - 3 kW pro Rack durchführen kann. Außerdem können durch die Platzierung von Gehäusen mit hoher Gerätedichte in einem Datacenter „heiße Punkte“ entstehen, die das Kühlsystem nicht bekämpfen kann, da herkömmliche Entwürfe ein relativ gleichförmiges Kühlungsmuster innerhalb eines Datacenters voraussetzen.

Das Kühlsystem für einen Netzwerkraum oder ein Datacenter besteht aus einer CRAC-Einheit (Computer Room Air Conditioning = Präzisionsklimaanlage) und dem zugehörigen Luftumwälzsystem. In größeren Datacentern kann statt der CRAC- auch eine CRAH-Einheit (Computer Room Air Handling = Abluftrückführeinheit) eingesetzt werden. Alle Kühlsysteme verwenden eine Art von CRAC- oder CRAH-Einheit, die in verschiedenen Leistungsgrößen erhältlich sind, und die Wärmeenergie aus dem Raum ableiten. Die entscheidenden Unterschiede, die einen Einfluss auf die Eignung eines Kühlsystems haben, liegen jedoch im Umwälzsystem begründet. Es ist vor allem der Aufbau des Umwälzsystems, der darüber entscheidet, zu welchem Typ ein Kühlsystem für Datacenter gehört. Dies ist das Hauptthema dieses Dokuments.

Die neun Kühlsystemtypen

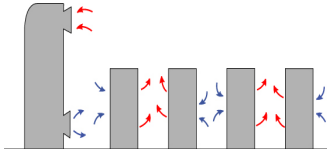
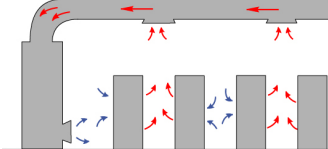
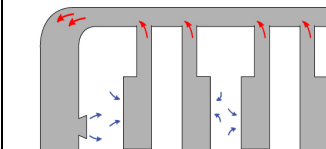
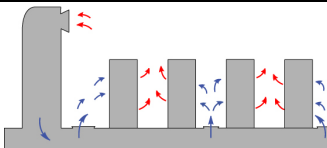
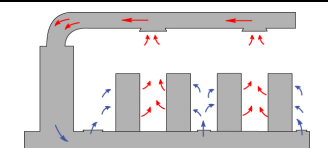
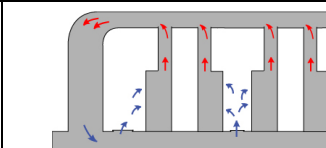
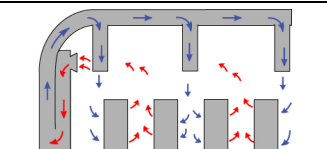
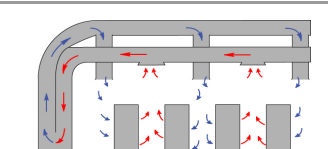
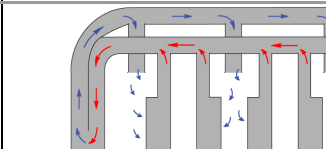
Jede Umwälzanlage für Kühlungszwecke verfügt über ein Zu- und ein Abluftsystem. Das Zuluftsystem verteilt die kalte Luft aus der CRAC-Einheit (Präzisionsklimaanlage) an die Last, das Abluftsystem nimmt die warme Abluft von der Last zurück zur CRAC. Sowohl für die Zu- als auch für die Abluft gibt es drei grundlegende Methoden, um die Luft zwischen CRAC und Last zu transportieren:

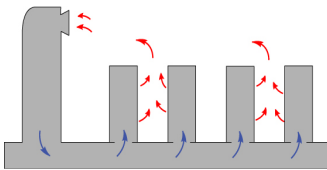
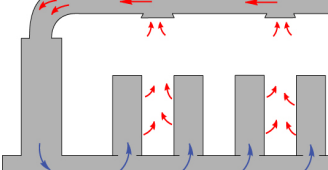
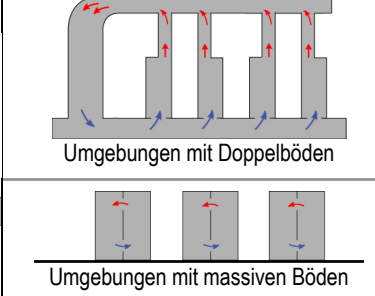
- Geflutet
- Lokal geführt
- Vollständig geführt

In einem gefluteten Umwälzsystem geben die CRAC-Einheit und die Last Luft an den Raum ab oder saugen sie an, ohne ein zwischengeschaltetes Leitungssystem zur Hilfe zu nehmen. In lokal geführten Systemen wird die Luft über Kanäle bereitgestellt oder zurückgewonnen, die über Lüftungsöffnungen nahe den Lasten verfügen. In einem vollständig geführten System wird die Luft über Kanäle direkt an die Lasten abgegeben oder von ihnen zurückgeführt.

Jede dieser drei Methoden – geflutet, lokal oder vollständig geführt – kann sowohl für Zuluft als auch für Abluft verwendet werden. Dadurch ergeben sich neun mögliche Kombinationen bzw. Typen von Umwälzsystemen. Jeder dieser Typen wird unter verschiedenen Bedingungen eingesetzt, und teilweise lässt sich sogar eine Mischung verschiedener Methoden in ein und demselben Datacenter antreffen. Einige dieser Methoden erfordern Doppelböden, während andere sowohl bei einem massiven als auch bei einem Doppelboden eingesetzt werden können. Tabelle 1 veranschaulicht die neun Typen.

Tabelle 1 – Die neun Kühlsystemtypen

	Abluft geflutet	Abluft lokal geführt	Abluft vollständig geführt
Zuluft geflutet	 <p>Kleine LAN-Räume < 40 kW Einfache Installation Geringe Kosten Kühlung bis zu 3 kW pro Rack</p>	 <p>Allzweckmethode Kühlung für Racks bis zu 3 kW Keine Doppelböden erforderlich Geringe Kosten / einfache Installation</p>	 <p>Lösung für heiße Racks Kühlung für Racks bis zu 8 kW Nachrüstbar (herstellerabhängig) Keine Doppelböden erforderlich Gesteigerte CRAC-Effizienz</p>
Zuluft lokal geführt	 <p>Umgebungen mit Doppelböden</p>	 <p>Umgebungen mit Doppelböden</p>	 <p>Umgebungen mit Doppelböden</p>
	 <p>Umgebungen mit massiven Böden</p> <p>Allzweckmethode Kühlung für Racks bis zu 3 kW</p>	 <p>Umgebungen mit massiven Böden</p> <p>Allzweckmethode Kühlung für Racks bis zu 5 kW Hohe Leistung / hohe Effizienz</p>	 <p>Umgebungen mit massiven Böden</p> <p>Lösung für heiße Racks Kühlung für Racks bis zu 8 kW Nachrüstbar (herstellerabhängig)</p>

	Abluft geflutet	Abluft lokal geführt	Abluft vollständig geführt
Zuluft vollständig geführt geführtgeführtgeführt			
	Allzweckmethode Gehäuse / Mainframes mit vertikalem Luftstrom Umgebungen mit Doppelböden und geringem statischen Druck	Allzweckmethode Mainframes Gehäuse / Mainframes mit vertikalem Luftstrom Umgebungen mit Doppelböden und geringem statischen Druck	Lösung für heiße Racks Kühlung für Racks bis zu 15 kW Besondere Art der Installation

Hinweis 1: Die Bezeichnung „geführt“ schließt alle Arten von Luftschächten (Plenum) ein, die für Zu- oder Abluft verwendet werden können. Die Führungen bei der vollständig geführten Abluft leiten die heiße, verbrauchte Luft von der Rückseite der Gehäuse ab.
 Hinweis 2: Im Rahmen dieses Dokuments wird ein Luftstrom von 4,5 Kubikmeter pro Minute für jedes nominale kW angesetzt. Dieser Wert beruht auf den typischen Luftströmungen heutiger IT-Server.

Tabelle 1 zeigt sämtliche Kombinationen der Zu- und Abluftmethoden. Im Allgemeinen sind die Kosten und die Komplexität der Kühlsysteme links oben in der Tabelle am geringsten und steigen nach rechts und unten mit wachsender Komplexität des Führungssystems.

Ein entscheidendes Ziel bei der Installation eines Kühlsystems für Datacenter besteht darin, die von den Geräten abgeführte Abluft von der den Geräten zugeführten Luft zu trennen, damit diese sich nicht überhitzen. Diese Trennung steigert auch deutlich die Effizienz und Leistungsfähigkeit des Kühlsystems. Bei höherer Leistungsdichte der Geräte wird es bei wachsendem Volumen von verbrauchter und frisch zugeführter Luft schwerer zu verhindern, dass ein Gerät seine eigene verbrauchte Luft oder die des Nachbargeräts verwendet. Aus diesem Grund wird eine teilweise oder vollständige Führung der Zu- oder Abluft von Geräten bei erhöhter Leistungsdichte notwendig.

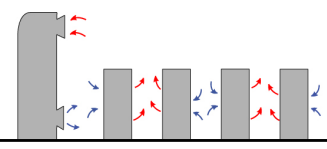
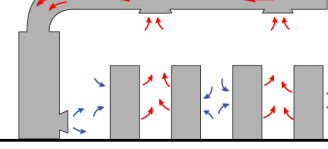
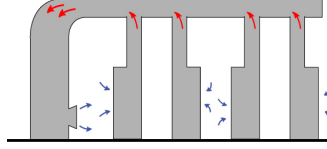
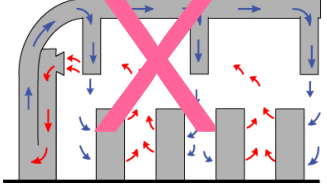
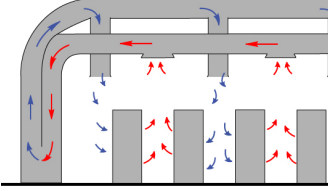
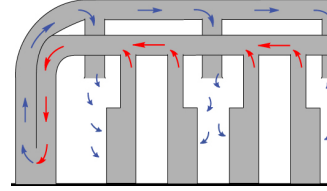
Es lassen sich noch weitere allgemein gültige Feststellungen über die neun Kühlsystemarten treffen. Vollständig geführte Zuluftsysteme werden gewöhnlich in Umgebungen mit Doppelböden verwendet, bei denen die Hindernisse im Unterboden zum Problem eines geringen statischen Drucks führen. Dadurch wird es unmöglich, dass kalte Luft zu den Rackvorderseiten gelangt, wie Abbildung 1B zeigt. Zudem werden vollständig geführte Zuluftsysteme auch für besondere Geräte wie Mainframe-Computer verwendet, die für eine direkte Luftzuführung geeignet sind. Vollständig geführte Abluftsysteme werden hauptsächlich mit anderen Systemen kombiniert und können in Umgebungen mit unterschiedlicher Dichte eingesetzt werden. Die vier Kombinationen aus gefluteter und lokal geführter Verteilung bilden die große Mehrheit aller Installationen. Um die Vorteile und Grenzen der verschiedenen Ansätze genauer darzustellen, werden die Installationsarten im folgenden Abschnitt in zwei Kategorien eingeteilt: solche mit Doppelböden und solche ohne.

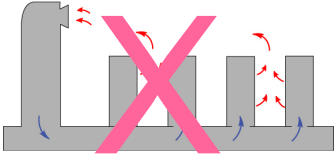
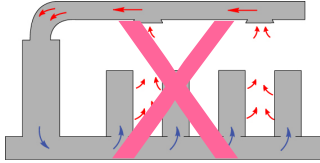
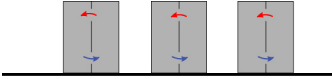
Kühlsysteme in Umgebungen mit Massivböden

Obwohl Doppelböden zur Standardausstattung von Datacentern gehören, können und werden Datacenter jeglicher Größe ohne Doppelböden konstruiert. Die überwiegende Mehrzahl der LAN- und Netzwerkräume kommt ohne Doppelböden aus. Viele neuere Datacenter mit einer Leistung von mehreren Megawatt verwenden keine Doppelböden. Die ursprüngliche Notwendigkeit für die Verwendung von Doppelböden ist in modernen Datacentern nicht mehr gegeben. Zudem weist diese Konstruktion bedeutende Nachteile auf: Konstruktionsaufwand, Kosten, Entwurfszeit, Einschränkungen der lichten Höhe, Erdbebenanfälligkeit, Sicherheitsprobleme, Unfallrisiko, Bodenbelastung, Zutrittsprobleme und weitere Probleme. Im APC-White paper / technische Dokumentation Nr. 19, „Eignung von Doppelböden für Datacenter“, werden diese Faktoren ausführlich behandelt. Aus den genannten Gründen wird die Massivbodenbauweise im Allgemeinen bei neueren Konstruktionen und immer bei kleinen Datacentern und Netzwerkräumen bevorzugt. Tabelle 2 zeigt die neun Kühlsystemarten in Umgebungen mit Massivböden.

In einer Umgebung mit Massivböden sind für ein lokal geführtes Zuluftsystem Leitungen und Lüftungen an der Decke erforderlich, wie die zweite Zeile von Tabelle 2 zeigt. Die Kombination aus lokal geführter Zu- und Abluft erscheint in dieser Tabelle zwar sehr kompliziert, ist aber die übliche Lösung für die Kühlung von kommerziellen Gebäuden. Hierbei werden an der Decke montierte Zu- und Abluftgitter in dem zu kühlenden Raum verteilt.

Tabelle 2 – Die neun Kühlsystemarten in Umgebungen mit Massivböden

	Abluft geflutet	Abluft lokal geführt	Abluft vollständig geführt
Zuluft geflutet	 <p>Kleine LAN-Räume < 40 kW Einfache Installation Geringe Kosten Kühlung bis zu 3 kW pro Rack</p>	 <p>Allzweckmethode Kühlung für Racks bis zu 3 kW Keine Doppelböden erforderlich Geringe Kosten / einfache Installation</p>	 <p>Lösung für heiße Racks Kühlung für Racks bis zu 8 kW Nachrüstbar Keine Doppelböden erforderlich</p>
Zuluft lokal geführt	 <p>Nicht empfehlenswert Verhindern der Luftvermischung nur schwer möglich</p>	 <p>Allzweckmethode Kühlung für Racks bis zu 5 kW Hohe Leistung / hohe Effizienz</p>	 <p>Lösung für heiße Racks Kühlung für Racks bis zu 8 kW Nachrüstbar</p>

	Abluft geflutet	Abluft lokal geführt	Abluft vollständig geführt
Zuluft vollständig geführt	 <p>Trifft nicht zu</p>	 <p>Trifft nicht zu</p>	 <p>Lösung für heiße Racks Kühlung für Racks bis zu 15 kW Nachrüstbar Besondere Racks und CRAC (Präzisionsklimaanlage)</p>

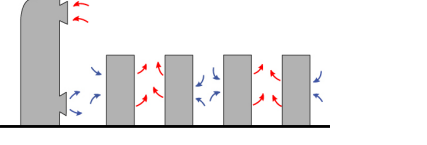
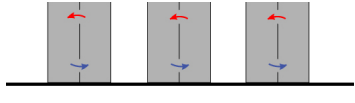
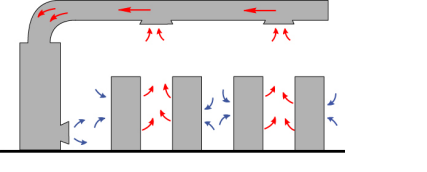
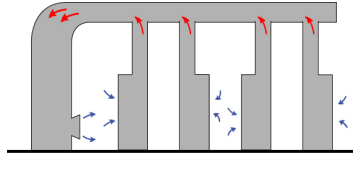
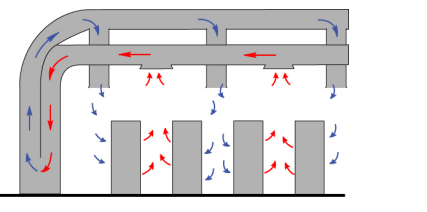
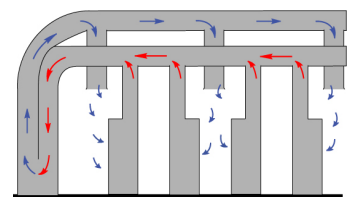
Auswahl des richtigen Typs für die Verwendung in einer Umgebung mit Massivböden

Die Kenntnis der verschiedenen Arten von Kühlsystemen ist eine unverzichtbare Grundlage, um zu entscheiden, unter welchen Umständen welche Art von Kühlsystem einzusetzen ist. Trotz leichter Abweichungen unter verschiedenen Umständen ist es möglich, allgemein gültige Richtlinien dafür auszusprechen, in welchem Fall welcher Typ verwendet werden sollte. Größere Systeme oder solche mit einer höheren Leistungsdichte erfordern gewöhnlich eine komplexe Konstruktion, wozu gewöhnlich eine Führung gehört.

Der Schlüssel für eine erfolgreiche Konstruktion ist folgender Ansatz: Ein Kühlsystem für die durchschnittlich erforderliche Leistungsdichte zu entwerfen, die Kühlkapazität dabei aber so zu gestalten, dass sie auch an einzelne Racks mit hoher Dichte angepasst werden kann. Racks mit hoher Dichte machen gewöhnlich nur einen Bruchteil der Gesamtlast aus, aber ihr Aufstellungsort im Datacenter kann nicht zuverlässig vorausgesagt werden. Die Angst, solche möglichen „heißen Punkte“ innerhalb eines Datacenters mit herkömmlichen Doppelbodenlösungen nicht ausreichend kühlen zu können, hat zu einer extensiven Überdimensionierung von Kühl- und Luftumwälzanlagen geführt, was wiederum einen bedeutenden Anstieg von Investitions- und Wartungskosten zur Folge hat, ohne dabei das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Eine Führung der Zu- oder Kaltluft bietet die Möglichkeit, Bereiche mit hoher Wärmedichte gezielt anzugehen, ohne die Kosten einer Überdimensionierung des Kühlsystems zu verursachen.

Tabelle 3 zeigt, wie Sie den richtigen Kühlsystemtyp für eine Umgebung mit Massivböden auswählen. Größere Anlagen und eine höhere Dichte erfordern komplexere Führungslösungen, wobei es bei jedem Typ eine Möglichkeit gibt, um einige wenige Racks mit hoher Dichte einzubauen, die die durchschnittliche Leistungsaufnahme pro Rack deutlich übersteigen.

Tabelle 3 – Auswahl des Kühlsystems für eine Umgebung mit Massivböden

Merkmale des Systems	Grundlegende, zu verwendende Kühllösung	Lösung für Racks mit hoher Leistungsdichte
Weniger als 10 Racks oder 40 kW		
Weniger als 100 Racks oder 150 kW mit nur wenigen Racks hoher Dichte		
Teil eines großen Raums, der in mehrere Zonen aufgeteilt ist, oder Teil eines Raums mit Racks hoher Dichte		

Kühlsysteme in Umgebungen mit Doppelböden

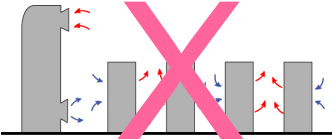
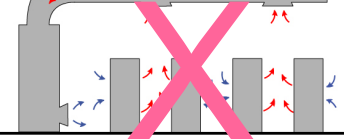
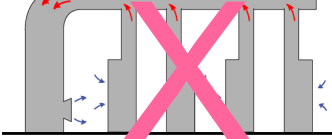
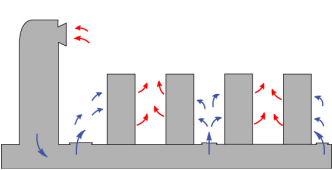
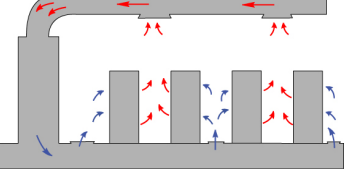
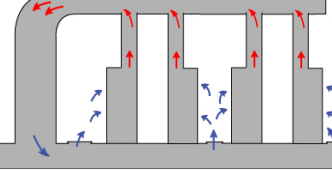
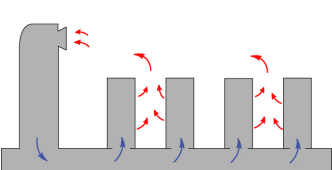
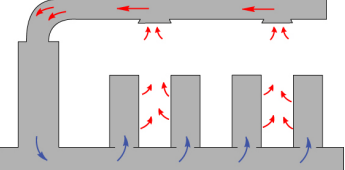
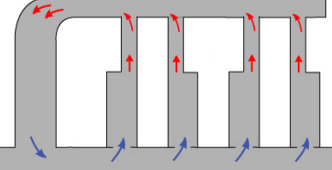
Obwohl für neue Konstruktionen Massivböden bevorzugt werden, gibt es Situationen, in denen Doppelböden geeignet sind. Der Einsatz von Doppelböden ist in folgenden Fällen sinnvoll:

- In dem Gebäude gibt es bereits einen Doppelboden, der genutzt werden kann.
- Es werden Mainframe-Computer mit Unterboden-Luftzufuhr installiert.
- Es ist notwendig, innerhalb des Computerbereichs ein beträchtliches Maß an Wasserleitungen zu verlegen.

Beachten Sie, dass die Verlegung von Strom- und Datenkabeln kein Grund für die Verwendung von Doppelböden ist. Strom- und Datenkabel sollten auf keinen Fall innerhalb des Doppelbodens verlegt werden, da dies zu einer deutlichen Leistungsminderung des Kühlsystems führen kann. In Datacentern hoher Dichte ist eine Verlegung der Strom- und Datenkabel in von der Decke abgehängten Kabeltrassen die beste Lösung. Die Leistungsminderung kommt dadurch zustande, dass Strom- und Datenkabel innerhalb des Doppelbodens die geplanten Luftzirkulationswege verändern, indem sie ein Hindernis für die Luft bilden oder die Strömung umleiten. Außerdem ist das Betriebspersonal gezwungen, Bodenelemente zu öffnen, um Kabel hinzuzufügen oder zu entfernen, was die Luftzufuhr zu entscheidenden IT-Geräten noch weiter hemmt.

Tabelle 4 zeigt die neun Kühlsystemtypen in Umgebungen mit Doppelböden.

Tabelle 4 – Die neun Kühlsystemtypen in Umgebungen mit Doppelböden

	Abluft geflutet	Abluft lokal geführt	Abluft vollständig geführt
Zuluft geflutet	 <p>Nicht empfehlenswert Keinerlei Vorteile bei Doppelböden</p>	 <p>Nicht empfehlenswert Keinerlei Vorteile bei Doppelböden</p>	 <p>Nicht empfehlenswert Keinerlei Vorteile bei Doppelböden</p>
Zuluft lokal geführt	 <p>LAN-Räume geringer Dichte Einfache Installation Kühlung für Racks bis zu 3 kW</p>	 <p>Allzweckmethode Kühlung für Racks bis zu 5 kW Hohe Leistung / hohe Effizienz</p>	 <p>Lösung für heiße Racks Kühlung für Racks bis zu 8 kW Nachrüstbar</p>
Zuluft vollständig geführt	 <p>Allzweckmethode Gehäuse / Mainframes mit vertikalem Luftstrom Umgebungen mit Doppelböden und geringem statischen Druck</p>	 <p>Allzweckmethode Gehäuse / Mainframes mit vertikalem Luftstrom Umgebungen mit Doppelböden und geringem statischen Druck</p>	 <p>Lösung für heiße Racks Kühlung für Racks bis zu 15 kW Besondere Racks und CRAC</p>

In einer Umgebung mit Doppelböden wird ein lokal geführtes Zuluftsystem innerhalb des Bodens verlegt, wie die zweite Zeile von Tabelle 2 zeigt. Wenn ein Doppelboden bereits vorhanden ist und dieser ein lokal geführtes Zuluftsystem aufnehmen kann, bietet ein geflutetes System keinerlei Vorteile und sollte daher nicht eingesetzt werden. Aus diesem Grunde sagt Tabelle 4 aus, dass geflutete Zuluft-Kühlungssysteme für Umgebungen mit Doppelböden nicht empfehlenswert sind.

Bei einer an der Decke oder in einer abgehängten Decke verlegten Ablufführung wird die verbrauchte Luft nahe der Abluftöffnungen der Geräte angesaugt. Vollständig geführte Abluftsysteme verhindern eine Luftvermischung, was gleichbleibende Zufuhrtemperaturen am Rack ermöglicht (vor allem in der Nähe der Gehäuseoberseite) und die Effizienz der CRAC-Einheit (Präzisionsklimaanlage) erhöht. Des Weiteren können Ablufführungen so angepasst werden, dass sie an „heißen Punkten“ des Datacenters ihre maximale Ansaugleistung erbringen.¹

Auswahl des richtigen Typs für die Verwendung in einer Umgebung mit Doppelböden

Die Kenntnis der verschiedenen Kühlsystemarten ist eine unverzichtbare Grundlage, um zu entscheiden, unter welchen Umständen welche Art einzusetzen ist. Trotz leichter Abweichungen in verschiedenen Umständen ist es möglich, allgemein gültige Richtlinien dafür auszusprechen, in welchem Fall welcher Typ verwendet werden sollte. Größere Systeme oder solche mit einer höheren Leistungsdichte erfordern gewöhnlich eine komplexere Führung.

Der Schlüssel für eine erfolgreiche Konstruktion ist derselbe wie bei Massivbödensystemen: ein Kühlsystem für die durchschnittlich erforderliche Leistungsdichte zu entwerfen, die Kühlkapazität dabei aber so zu gestalten, dass sie auch an einzelne Racks mit hoher Dichte angepasst werden kann. Gehäuse mit hoher Dichte machen gewöhnlich nur einen Bruchteil der Gesamtlast aus, aber die Position an ihrem Aufstellungsort im Datacenter kann nicht zuverlässig vorausgesagt werden.

Tabelle 5 zeigt, wie Sie die richtigen Kühlsystemarten für eine Umgebung mit Doppelböden auswählen. Größere Anlagen und eine höhere Dichte erfordern komplexere Führungslösungen, wobei es bei jeder Art eine Möglichkeit gibt, um einige wenige Racks mit hoher Dichte einzubauen, die die durchschnittliche Leistungsaufnahme pro Rack deutlich übersteigen.

¹ Dies gilt vor allem dann, wenn die Abluftgitter als Teil eines abgehängten Deckensystems installiert werden. In solchen Systemen lassen sich die Abluftöffnungen wunschgemäß verlegen.

Tabelle 5 – Auswahl des Kühlsystems für eine Umgebung mit Doppelböden

Merkmale des Systems	Grundsätzlich empfohlene Kühlungslösung	Lösung für Gehäuse mit hoher Dichte
Unter einem Durchschnittswert von 3 kW pro Rack, mit hoher Decke oder unter einer Gesamtleistung von 100 kW		
Hohe durchschnittliche Leistung pro Rack oder mehr als 100 kW Gesamtleistung		
Alternative Lösung für hohe Dichte in Mainframe-Umgebungen		

Entwurf von Kühlsystemen

Nach der Auswahl des geeigneten Kühlsystemtyps müssen dem Systementwurf noch andere Elemente hinzugefügt werden. Hierzu zählen die folgenden Aspekte:

- Anordnung der Racks in abwechselnden Gangreihen
- Platzierung der CRAC-Einheiten (Präzisionsklimaanlagen)
- Menge und Platzierung der Lüftungsschlitze
- Dimensionierung der Führung (siehe Hinweis 1)
- Angemessene interne Konfiguration der Racks

Diese Aspekte haben eine bedeutsame Auswirkung auf die Systemleistung, insbesondere bei einer Raumgröße am oberen Ende der Skala oder bei hoher Leistungsdichte. **Die große Mehrzahl der bestehenden Datencenter-entwürfe setzt die oben genannten Aspekte nicht korrekt um und leidet unter unerwarteten Kapazitäts-beschränkungen, unangemessener Redundanz und schlechter Leistung.** Daher sollten Sie nicht davon ausgehen, dass diese Aspekte reine Routineangelegenheiten sind. Gebäudetechniker und IT-Manager sollten diese Faktoren genau verstehen. Im APC-White Paper / techn. Dokumentation Nr. 49, „Vermeidbare Fehler, die die Kühlleistung in Datencentern und Netzwerkräumen beeinträchtigen“, wird diese Problematik ausführlicher erörtert.

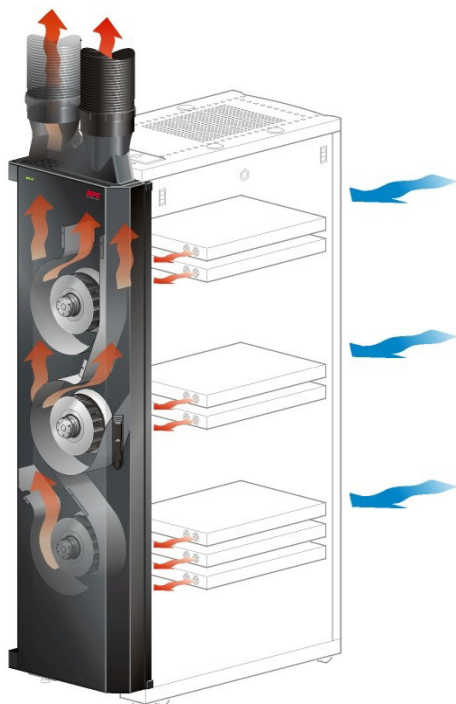
Beispiele für besondere Komponenten von Luftumwälzanlagen

Die in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Entwürfe für Luftumwälzanlagen machen Verwendung von handelsüblichen CRAC-Einheiten, Leitungssystemen, Luftschächten in abgehängten Decken und Doppelböden. Diese Komponenten werden bereits seit Jahrzehnten routinemäßig eingesetzt und sind der Branche vertraut. Dieses Dokument gibt keine Beispiele für solche Komponenten. Einige Ansätze für vollständig geführte Systeme für Umgebungen hoher Dichte setzen jedoch Komponenten ein, die noch relativ neu auf dem Markt sind. Im Folgenden werden repräsentative Beispiele solcher Komponenten gegeben, um ihre Funktion und ihre Verwendung darzustellen.

Komponenten für vollständig geführte Abluftsysteme

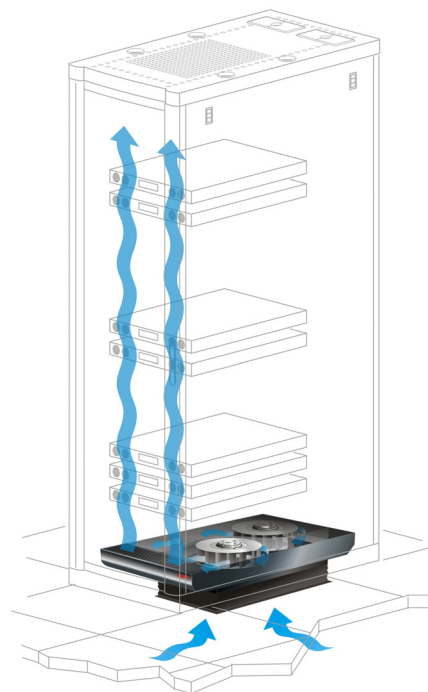
In Räumen mit einem vollständig geführten Abluftsystem wird die gesamte an der Rückseite eines Racks austretende Luft erfasst und über Abluftschächte zur CRAC-Einheit (Präzisionsklimaanlage) zurückgeführt. Um den Strömungswiderstand zu überwinden, der beim Ansaugen und Weiterleiten der Luft sowie durch Verkabelung oder eine Racktür an der Vorderseite entsteht, benötigen solche geführten Systeme in Umgebungen hoher Leistungsdichte zusätzliche Lüfter. Abbildung 1A zeigt ein Beispiel für ein Gerät, das diese Funktion bietet und im Rack montiert wird.

Abbildung 1A – Im Rack montierte Rückführungseinheit für vollständig geführte Systeme



APC-Ablufteinheit Modell ACF101BLK

Abbildung 1B – Im Rack montierte Zuführungseinheit für vollständig geführte Systeme



APC-Luftverteilungseinheit Modell ACF001

Komponenten für vollständig geführte Zuluftsysteme

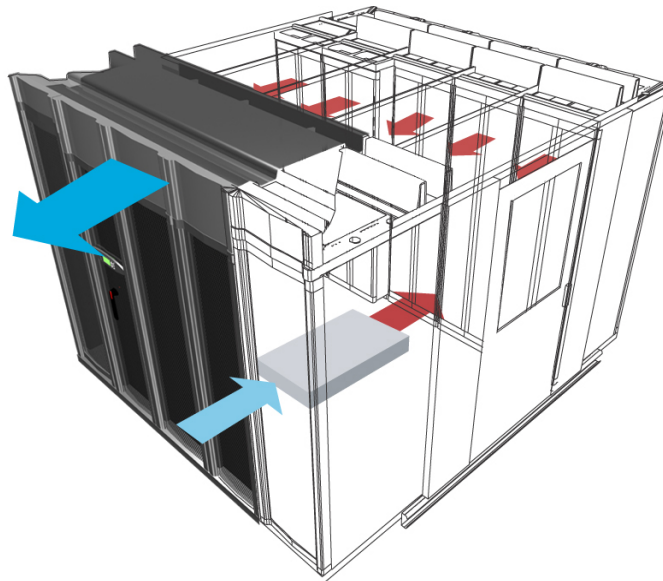
In Gehäusen mit einem vollständig geführten Zuluftsystem wird unvermischte CRAC-Zuluft zu den Lüftungsschlitzen der Geräte geführt. Um den Strömungswiderstand, der beim Weiterleiten der Luft sowie durch Verkabelung oder eine Racktür an der Rückseite entsteht, zu überwinden, benötigen solche geführten Systeme in Umgebungen hoher Leistungsdichte zusätzliche Lüfter. Abbildung 1B zeigt ein Beispiel für ein Gerät, das diese Funktion bietet und im Rack montiert wird.

Um eine hohe Verfügbarkeit zu gewährleisten, sind die Geräte aus Abbildung 1A und 1B gewöhnlich mit N+1 Lüftern und doppeltem Stromkabel ausgestattet. Zudem kann die Lüftergeschwindigkeit gesteuert werden, um die Systemleistung zu optimieren.

Komponenten für Systeme mit gefluteter Zu- und geführter Abluft

Ein abgeschlossenes Kühlsystem für Umgebungen hoher Dichte besteht aus einer bestimmten Anzahl von Racks und einer eigenen CRAC-Einheit (Präzisionsklimaanlage). Die beiden Reihen von Racks sind entgegengesetzt ausgerichtet, sodass die heiße Abluft vom Mittelgang aus geführt in die CRAC-Rückführungseinheit geleitet werden kann. Dieses System ist so entworfen, dass es in Datacentern installiert werden kann, ohne andere Racks oder bestehende Klimaanlagen zu beeinträchtigen. Das System ist thermisch „raumneutral“. Entweder bezieht es frische Luft aus dem Raum und gibt die verbrauchte Luft mit derselben Temperatur dorthin ab, oder es verwendet ein eigenes Luftzirkulationssystem innerhalb eines abgeschlossenen Racks. Ein Beispiel für dieses System sehen Sie in Abbildung 2.

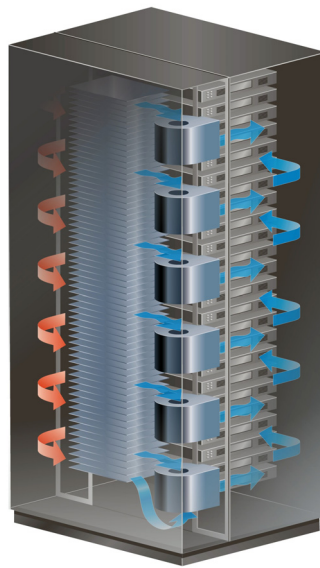
Abbildung 2 – Integriertes Rack-Kühlsystem (für mehrere Racks)



Vollständig geführte Zu- und Abluftsysteme

In Umgebungen mit hoher Leistungsdichte und Massivböden, für die Lösung von Problemen durch „heiße Punkte“ und für Umrüstungen auf höhere Dichte bieten Systeme mit vollständiger Führung sowohl für die Zu- als auch für die Abluft, Flexibilität und Unabhängigkeit von bestehenden Umgebungseinflüssen. Die Architekturoptionen in den zuvor aufgeführten Tabellen 2 und 3 zeigen eine vollständige Zu- und Ablufführung mit einer angeschlossenen CRAC-Einheit (Präzisionsklimaanlage) für Umgebungen mit hoher Dichte. Die nahe Platzierung der CRAC-Einheit ermöglicht eine genauere Steuerung der Luftzirkulation und verringert den erforderlichen Platzbedarf für Führungsleitungen oder Luftschächte. Ein Beispiel für ein integriertes Rack- und ein CRAC-System mit vollständiger Führung für Zu- und Abluft sehen Sie in Abbildung 3.

Abbildung 3 – Integriertes Rack-Kühlsystem (einzelnes Rack)



Das Beispiel zeigt ein Server-Rack mit einer daran angeschlossenen Einheit aus Wärmetauscher / Lüfter. Die heiße, verbrauchte Luft der Server wird durch den Wärmetauscher geleitet und die dadurch erzeugte kalte Luft den Belüftungsschlitzen der Server zugeführt.

Ergebnisse

Kühlsysteme für Datacenter und Netzwerkräume unterscheiden sich hauptsächlich durch die Art der Luftumwälzung. Zu- und Abluftsysteme treten in je drei verschiedenen Konfigurationen auf, die zu neun Grundtypen von Kühlsystemen kombiniert werden können. Jeder dieser neun Kühlsystemtypen weist seine eigenen Fähigkeiten und Vorteile auf, die ihn zur bevorzugten Lösung in bestimmten Situationen machen.

Mit der Kenntnis dieser neun Kühlsystemtypen und ihrer Eigenschaften lassen sich Richtlinien dafür entwickeln, in welchen Fällen welcher Typ eingesetzt werden sollte. Dieses Dokument enthält solche Richtlinien für Umgebungen mit Massiv- sowie mit Doppelböden.

In den meisten Fällen werden bei der Konstruktion von Datacentern bevorzugt Massivböden verwendet. Entgegen der allgemeinen Ansicht weisen Kühlmethoden für Installationen auf Massivböden dieselben oder sogar bessere Fähigkeiten und Leistung auf als bei der Verwendung von Doppelböden.

Allgemein werden vollständig geführte Zu- oder Abluftsysteme verwendet, um Racks mit einer Leistungsaufnahme im Bereich von 5 - 15 kW zu kühlen. Da solche Gehäuse für gewöhnlich nur einen kleinen Bruchteil eines Datacenters ausmachen, wird diese Methode üblicherweise zusammen mit einfacheren Ansätzen kombiniert. Vollständig geführte Systeme nur dann und nur dort einzusetzen, wo sie benötigt werden, ermöglicht es, in Datacentern einen Entwurf für durchschnittliche Wärmelasten zu verwenden und bei Bedarf auch Racks mit hoher Dichte zu kühlen.

Über den 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 Neil Rasmussen die APC-Initiative zur Entwicklung von modular skalierbaren Datacenterlösungen.

Vor der Gründung von APC im Jahre 1991 graduierte Neil Rasmussen am MIT zum Bachelor und Master in Elektrotechnik. Hier veröffentlichte er auch seine Dissertation zur Analyse der 200-MW-Stromquelle des Tokamak-Fusionsreaktors. Von 1979 bis 1981 arbeitete er bei den MIT Lincoln Laboratories an Schwungrad-Energiespeichersystemen und Solarstromtechnik.