

Strategien für den Einsatz von Blade-Servern in bestehenden Datacentern

Von Neil Rasmussen

White Paper Nr. 125

APC[®]
Legendary Reliability[®]

Zusammenfassung

Die Leistungsdichte von Blade-Servern übersteigt die Stromversorgungs- und Kühlkapazität praktisch aller Datacenter. Das Installieren von Blade-Servern in bestehende Datacenter bietet verwirrende Herausforderungen und Möglichkeiten. In diesem White Paper wird aufgezeigt, wie diese Möglichkeiten bewertet und beurteilt werden können und wie die optimale Stromversorgung und Kühlung für eine erfolgreiche und kalkulierbare Blade-Server-Installation ausgewählt werden kann.

Einführung

Die Installation von Blade-Servern in bestehenden Datacentern belastet die vorhandenen Stromversorgungs-einrichtungen und Klimaanlage. Blade-Server benötigen pro Rack etwa die 20fache Strommenge und erzeugen die 20fache Wärmelast herkömmlicher Datacenter. Für den Einsatz von Blade-Servern muss die vorhandene Stromversorgungs- und Kühlungsinfrastruktur des Datacenters aufgerüstet werden, oder die Blade-Server-Lasten müssen auf mehrere Racks verteilt werden. Und in der Regel kann ein aktives Datacenter für Installationen und Aufrüstungen auch nicht abgeschaltet werden.

Allerdings gibt es einige Strategien, die die Installation erleichtern. In diesem White Paper finden Sie Richtlinien, die dabei helfen, auf Grundlage der individuellen Bedürfnisse und Rahmenbedingungen die passende Stromversorgungs- und Kühlungsstrategie zu ermitteln.

Das Hauptproblem

In den meisten bestehenden Datacentern stellen die Stromversorgung und die Kühlungsverteilung die Hauptprobleme bei der Blade-Server-Installation dar. Die Stromversorgungs- und Kühlkapazität der meisten Datacenter ist ausreichend, kann aber aufgrund der fehlenden Infrastruktur nicht zu den Hochdichte-Bereichen transportiert werden. Leider erkennen viele Benutzer das Problem erst bei der Installation und Einrichtung. Die Ursache ist in der Tatsache zu suchen, dass fast kein Datacenter so dokumentiert oder ausgestattet ist, dass Anwender Informationen zur Leistungsdichtekapazität eines Datacenters in einem bestimmten Bereich der Anlage erhalten können. Die technischen Ursachen dieser Probleme werde in den im Quellenteil dieses Dokuments aufgeführten Publikationen detailliert beschrieben und nachfolgend nochmals kurz vorgestellt.

Unzureichende Luftfördermengen: Blade-Server benötigen etwa 3,4 m³/min Kühlluft pro Kilowatt Nennleistung. Die meisten Datacenter liefern nur 5,66 – 8,5 m³/min. Luft pro Rack-Standort. Das ist nur ein Zehntel von dem, was ein **voll konfigurierter Blade-Server benötigt**. Dadurch wird die durchschnittliche Rack-Leistung auf unter 2 kW verringert. Bei unzureichender Kühlluftzufuhr nimmt der betroffene Blade-Server schließlich die eigene warme Abluft auf und überhitzt. **Beim Einsatz von Blade-Servern stellt diese Einschränkung auch das weitaus größte und verbreitetste Problem dar.**

Mangelhafte Stromverteilung: Der Strombedarf von Blade-Servern übersteigt die technischen Möglichkeiten normaler Datacenter. Dieses Problem zeigt sich an den folgenden drei Faktoren:

- 1) unzureichende oder falsche deckenmontierte oder im Doppelboden verlegte Stromverkabelung;
- 2) unzureichende Stromunterverteilungskapazität; 3) zu wenig Sicherungsautomaten. Jeder dieser Faktoren kann die Bereitstellung von Strom in hoher Leistungsdichte verhindern.

Von den beiden beschriebenen Hauptproblemen stellt die Kühlungsverteilung das Hauptproblem dar. Aus diesem Grund beschäftigt sich das vorliegende White Paper vor allem mit den Kühlarchitekturen. Die Stromversorgungsarchitektur hängt von der ausgewählten Kühlungsarchitektur und als Folge auch vom verwendeten Blade-Server ab. Ausführlichere Informationen hierzu finden Sie in den am Ende dieser Publikation aufgeführten Quellen 2, 5, 6 und 7.

Die 5 verschiedenen Installationsmethoden für Blade-Server

Es gibt 5 Methoden zum Kühlen von Blade-Servern. Sobald Sie sich für eine Methode entschieden haben, bleibt Ihnen noch die Auswahl zwischen zahlreichen unterschiedlichen Produkten und Implementierungstechniken. Eine ausführlichere Beschreibung der Methoden enthält das White Paper Nr. 46 „Kühlstrategien für extrem dichtgepackte Racks und Bladeserver“.

Tabelle 1 – Anwendung der fünf Methoden zum Kühlen von Hochdichte-Racks

Ansatz	Vorteile	Nachteile	Anwendung
1 Aufteilen der Last Aufteilung der Geräte auf mehrere Racks, um die Spitzenlast niedrig zu halten	Überall nutzbar, keine Planung erforderlich; im Wesentlichen in vielen Fällen kostenlos	Geräte mit hoher Leistungsdichte müssen noch stärker verteilt werden als beim zweitem Ansatz; benötigt mehr Grundfläche; kann zu Problemen mit der Verkabelung führen	Bestehende Datencenter, wenn Geräte mit hoher Leistungsdichte nur einen kleinen Teil der Gesamtlast ausmachen
2 Ausleihen von Kühlkapazitäten Bereitstellung einer durchschnittlichen Kühlkapazität mit festen Regeln für das „Ausleihen“ nicht benötigter Kapazitäten	Keine neuen Geräte notwendig; im Wesentlichen in vielen Fällen kostenlos	Beschränkt auf das ca. Zweifache der Nennleistungsdichte; benötigt mehr Grundfläche; erfordert Einhaltung komplexer Regeln	Bestehende Datencenter, wenn Geräte mit hoher Leistungsdichte nur einen kleinen Teil der Gesamtlast ausmachen
3 Zusatzkühlung Bereitstellung durchschnittlicher Kühlkapazität mit der Möglichkeit des Zugriffs auf zusätzliche Kühlgeräte	Hohe Leistungsdichte nach Bedarf (örtlich und zeitlich); verzögerte Kapitalkosten; hoher Wirkungsgrad; gute Grundflächenausnutzung	Beschränkt auf ca. 10 kW pro Rack; Spezielle Vorab-Planung für Racks und Räume erforderlich	Neubau oder Umbau; gemischte Umgebung; künftiger Standort der Geräte mit hoher Leistungsdichte ist unbekannt

Ansatz	Vorteile	Nachteile	Anwendung
4 Hochdichte-Bereiche Schaffung einer speziellen Reihe oder Zone mit hoher Leistungsdichte innerhalb des Datacenters	Maximale Leistungsdichte; optimale Grundflächenausnutzung; Geräte mit hoher Leistungsdichte müssen nicht aufgeteilt werden; hoher Wirkungsgrad	Bereich für Geräte mit hoher Leistungsdichte muss vorab geplant werden, oder verfügbarer Platz muss reserviert werden; Geräte mit hoher Leistungsdichte müssen abgesondert werden	Leistungsdichte 10-25 kW pro Rack; falls Geräte hoher Leistungsdichte räumlich zusammengefasst werden müssen; Neubau oder Umbau
5 Kühlung des gesamten Raums Bereitstellung einer an hoher Leistungsdichte ausgerichteten Kühlkapazität für jedes einzelne Rack	Für alle künftigen Entwicklungen geeignet	Extrem hohe Kapital- und Betriebskosten (bis zum Vierfachen der Alternativmethoden); kann zu extremer Unterauslastung und teurerer Infrastruktur führen	Seltene und extreme Fälle, die große Farmen von Geräten mit hoher Leistungsdichte bei sehr eingeschränktem Platzangebot betreffen

Bei der Installation von Blade-Servern muss eine der genannten Methoden angewandt werden.

Die Entscheidung sollte dabei auf Grundlage der vorhandenen praktischen Rahmenbedingungen und der Präferenzen und Bedürfnisse der Benutzer getroffen werden.

Der Installationsprozess von Blade-Servern

Bei der Vorbereitung der physikalischen Umgebung für die Nutzung von Blade-Servern sind vor allem die folgenden Hauptaufgaben durchzuführen:

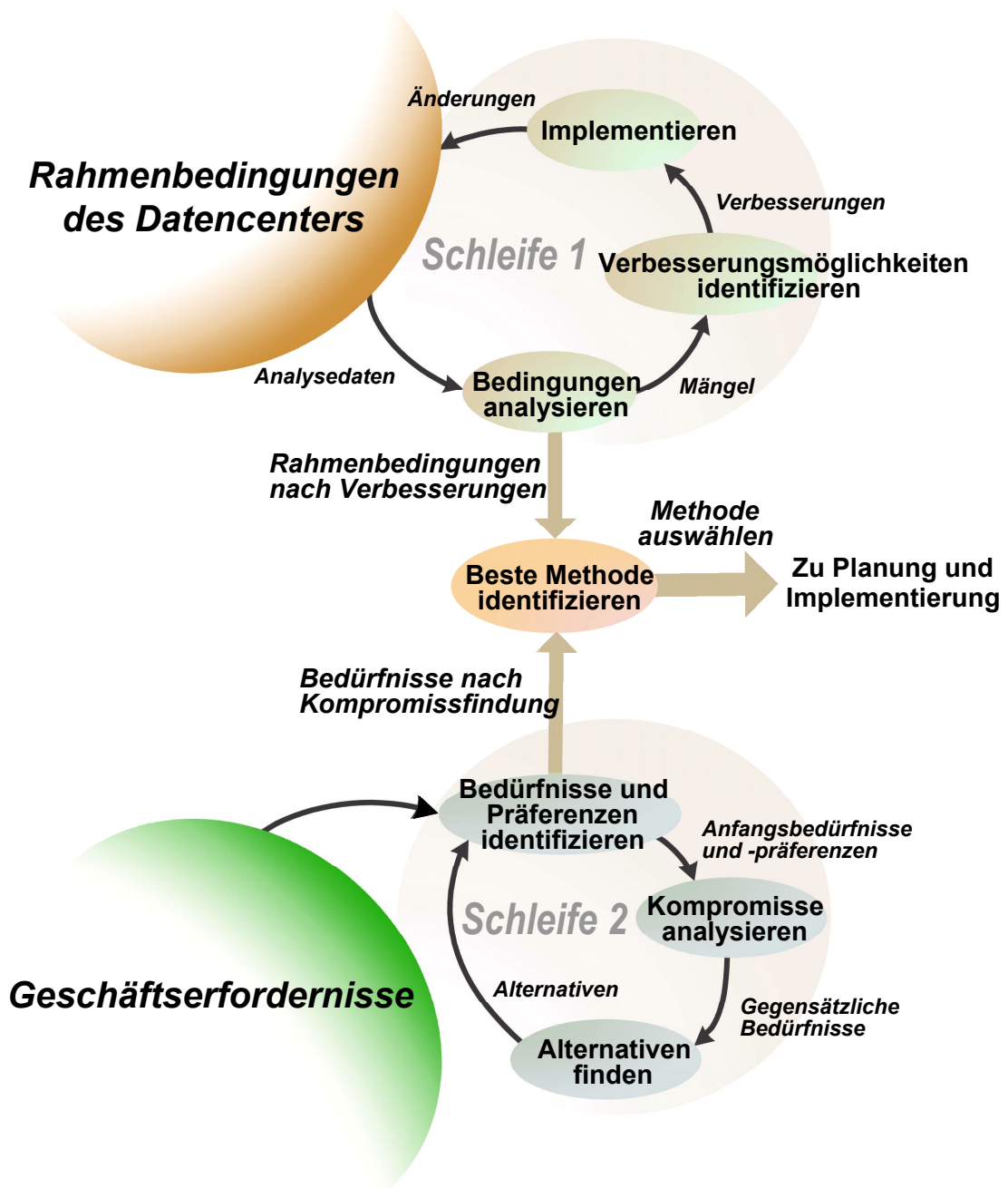
- Ermittlung der praktischen Rahmenbedingungen und Einschränkungen der bestehenden Anlage
- Ermittlung der Bedürfnisse und Präferenzen der Benutzer
- Ermittlung der geeigneten Topologie für Stromversorgung und Kühlung
- Entwurf und praktische Umsetzung

In **Abbildung 1** sehen Sie ein Flussdiagramm zum Installationsprozess, das zu den einzelnen Ablaufschritten auch die zugehörigen Ergebnisse anzeigt. Das Verfahren enthält zwei Haupteingangsschleifen, in denen die Rahmenbedingungen sowie die Bedürfnisse und Präferenzen der Benutzer mittels Iteration bestimmt werden. Dieser Vorgang ist entscheidend für die Ermittlung der geeigneten Anpassungen und Kompromisse. In der Regel ändern sich die anfänglichen Rahmenbedingungen und Präferenzen nach einer Bestandsaufnahme der Situation und der damit verbundenen Kompromisse. Wie häufige Beispiele zeigen, sind die Präferenzen und Bedürfnisse, Blades auf möglichst engem Raum zu installieren, oft nicht mehr so groß, wenn die Konsequenzen dieses Ansatzes von allen verstanden wurden. Diese Analyse findet in Schleife 2 des Flussdiagramms statt.

Oft werden bei der Analyse der vorhandenen Konfiguration Problem erkannt, die leicht behoben werden können. Im Anschluss an entsprechende Maßnahmen ist das Datacenter in der Lage, die Stromversorgung und den Kühlbedarf von Blade-Servern zu bewältigen. Diese Anpassungen findet in Schleife 1 des Flussdiagramms statt.

Im folgenden Abschnitt beschäftigen wir uns näher mit den Abläufen zur Auswahl einer geeigneten Topologie.

Abbildung 1 – Flussdiagramm für den Prozess der Bestimmung der geeigneten Methode für die Blade-Server-Nutzung in bestehenden Datacentern



Ermitteln der praktischen Rahmenbedingungen und Einschränkungen der bestehenden Anlage

Bei bestehenden Datacentern sind eine Reihe von Einschränkungen vorgegeben, die sich nachträglich nicht mehr ändern lassen. Zu diesen Faktoren, die einige Optionen für die Blade-Server-Installation von vornherein ausschließen, gehören:

Präzisionsstromversorgung. Das Datacenter verfügt eventuell nicht über die notwendige USV-Kapazität für die geplante Blade-Server-Installation.

Präzisionskühlung. Der Datacenter verfügt eventuell nicht über die zusätzlich notwendige Präzisionskühlkapazität für die geplante Blade-Server-Installation. Dabei bezieht sich diese Einschränkung lediglich auf die Kapazität der Klimaanlage, nicht auf das Luftumwälzsystem.

Begrenztes Raumangebot. Womöglich reicht die Gesamtfläche des Datacenters oder aber der für die Blade-Server-Installation verfügbare Bereich nicht aus. Bei einem stark eingeschränkten Raumangebot können bestimmte Topologien zwingend notwendig werden.

Deckenkonstruktion. Möglicherweise verfügt der Raum nicht über eine abgehängte Decke mit Abluftschächten. Dies kann z. B. an einer geringen Raumhöhe liegen und bestimmte Konfigurationen von vornherein ausschließen.

Doppelboden. Unter Umständen ist der Doppelboden, sofern vorhanden, weniger als 60 cm hoch, oder es verlaufen Kabel oder Rohrleitungen darin. Dies kann zu einer mangelnden Luftzirkulation im Doppelboden führen und somit bestimmte Konfigurationen von vornherein ausschließen.

Gewicht. Möglicherweise reicht die zulässige Gewichtsbelastung des Datacenter-Bodens für die vorgesehene Installation nicht aus. Dieses Problem kann insbesondere bei Doppelböden auftreten und bestimmte Designoptionen von vornherein ausschließen.

Das Problem besteht nun darin, dass die einschränkenden Faktoren eines bestehenden Datacenters häufig weder dokumentiert noch offensichtlich sind. Aus diesem Grund müssen die jeweiligen Rahmenbedingungen untersucht und bewertet werden.

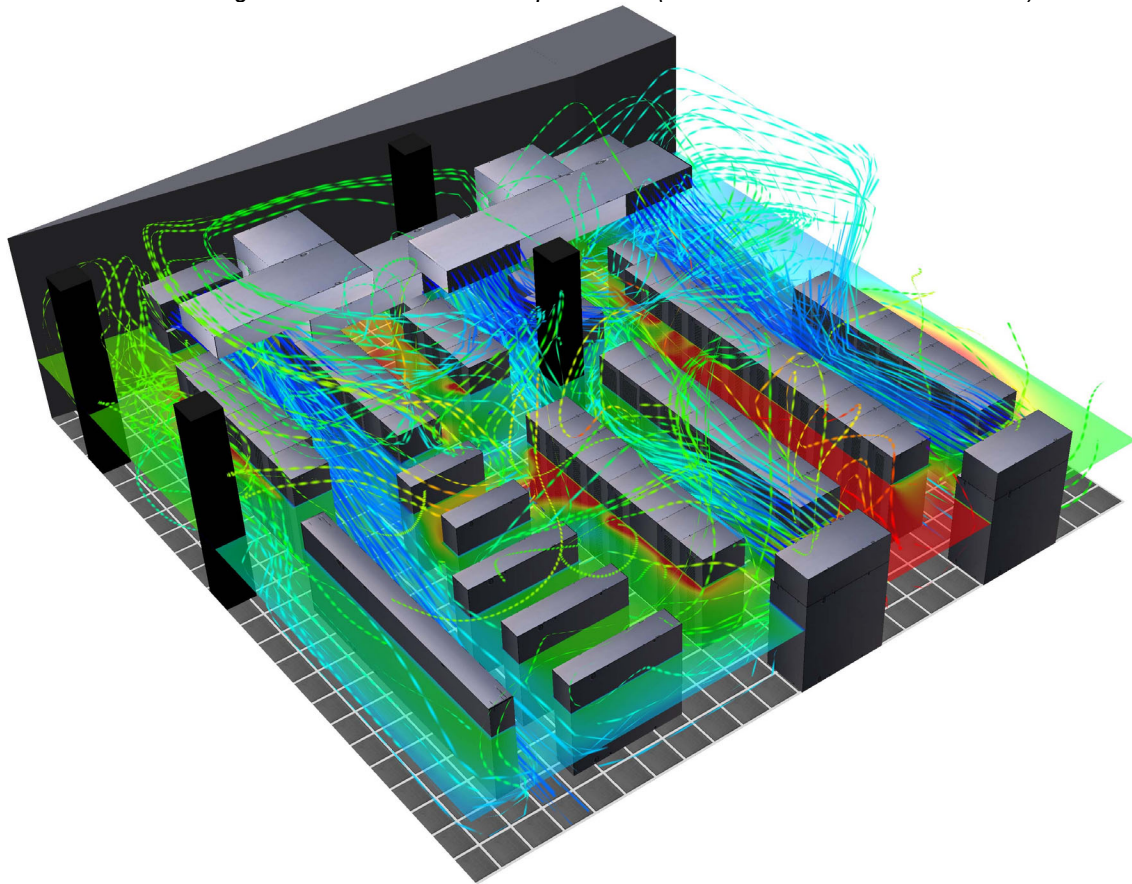
Analyse der bestehenden Bedingungen

Für die sinnvolle Planung von Blade-Server-Installationen müssen unbedingt die praktischen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Wenn maximal ein einziges Rack mit Blade-Servern installiert werden soll, kann dieser Schritt vernachlässigt werden. Bei einer größeren Blade-Server-Installation ist jedoch eine ausführliche Ermittlung und Bewertung der Rahmenbedingungen unabdingbar.

Dabei werden diverse Daten zur Kapazität der Stromversorgungs- und Kühlsysteme erfasst. Dazu zählt auch die Nennkapazität und – noch wichtiger – die tatsächliche Kapazität der Anlage. Darüber hinaus muss die gegebene Lastsituation ermittelt werden, um Anschluss über Höhe und physikalische Verteilung der Lasten zu erhalten. Am wichtigsten ist es jedoch, die Verteilungssysteme für Stromversorgung und Kühlung daraufhin zu überprüfen, ob sie eine ausreichende Versorgung von Anwendungen mit hoher Leistungsdichte gewährleisten.

In besonders komplexen Fällen muss das Datacenter anhand von Computermodellen simuliert werden. Auf diese Weise können sowohl die Ist-Bedingungen als auch die geplante Installation auf ihre Machbarkeit überprüft werden. Ein Beispiel für solche Modelldaten sehen Sie in **Abbildung 2**.

Abbildung 2 – 3D-CFD-Modell (Computational Fluid Dynamics) eines Datacenters mit Darstellung der Luftströme und Temperaturen (von APC Professional Services)



Betreiber von Datacenters sollten zumindest über grundlegende Kenntnisse der Datacenter-Evaluierung verfügen. Bei komplexen, sehr kostenaufwändigen oder risikoträchtigen Installationen sollte die Bewertung durch Spezialisten erfolgen. APC und andere Hersteller bieten professionelle Datacenteranalysen an.

Ermitteln von Verbesserungsmöglichkeiten – Grundlegende Datacenter-Hygiene

Die praktischen Rahmenbedingungen eines Datacenter enthalten oft Schwächen, die vor der Durchführung weiterer Maßnahmen identifiziert und behoben werden müssen, da sie die Datenbasis für die Blade-Server-Installation beeinflussen können. Derartige Faktoren sind unter anderem:

- Fehlende Abdeckbleche
- Undichte Stellen im Doppelboden oder im Luftzufuhrsystem
- Ungeeignete Luftrückführungskonfigurationen
- Ungeeignete Anordnung der Belüftungsöffnungen in den Bodenplatten
- Nicht benötigte Kabel im Doppelboden, die entfernt werden können
- Ungeeignete Sollwerte bei Klimaanlage

Weitere Einzelheiten hierzu finden Sie in den APC White Papers Nr. 42, „Zehn Punkte zur Lösung von Kühlproblemen beim Einsatz von HighTech-Servern“, und Nr 49, „Vermeidbare Fehler, die die Kühlleistung in Datacentern und Netzwerkräumen beeinträchtigen“.

Ermittlung von Benutzerbedürfnissen und -präferenzen

Neben den unveränderlichen physikalischen Gebäuderahmenbedingungen sind auch die flexibleren kundenspezifischen Bedingungen und Präferenzen zu beachten. Diese können absolut sein oder weniger wichtig werden, wenn die zugehörigen Kosten zu hoch sind. Zu diesen Bedürfnissen oder Präferenzen, die einige Optionen für die Blade-Server-Installation von vornherein ausschließen und andere nahe legen, gehören die nachfolgend aufgeführten Punkte. Beispiele für Bedürfnisse:

Unterbrechungsfreier Betrieb. Am Wichtigsten ist unter Umständen, dass die Installation den bestehenden Datacenterbetrieb möglichst wenig behindert und dass ein möglichst geringes Risiko für die laufenden IT-Geräte besteht. So sollen z. B. geplante Ausfallzeiten vermieden werden.

Hohe Verfügbarkeit des geplanten Systems. Auch die höchstmögliche Verfügbarkeit des zukünftigen Systems kann als wichtigstes Bedürfnis genannt werden. Dafür müssten Stromversorgung und Kühlung redundant sein, und das System müsste auf Redundanz geprüft werden.

Räumliche Konzentration der Server auf engem Raum. Unter Umständen besteht auch der Wunsch oder das Bedürfnis, die Blade-Server auf möglichst engem Raum zu installieren. Gründe für diesen Wunsch sind unter anderem:

- System ist ein Vorzeige- bzw. Demonstrationssystem
- Einsparen von Grundfläche
- Behördliche oder gesetzliche Bestimmungen, alle Server in einem eng begrenzten Bereich aufzustellen
- Einfachere Verkabelung (Datenkabel)
- Logische Anordnung der IT-Geräte (z. B. gleicher Ort für alle Webserver)
- Verschiedene Nutzer in den verschiedenen Datencenterbereichen
- Einfachere Geräteverwaltung (z. B. bei Aktualisierungen)
- Die Vorstellung, dass dadurch Kosten eingespart werden können (normalerweise falsch)

Die höchstmögliche Dicht kann außerordentliche Kosten verursachen und in bestehenden Datencentern hinderliche Geräteanordnungen und beeinträchtigende Änderungen erforderlich machen. Bevor Blade-Server mit höchstmöglicher Dichte installiert werden, sollten auf jeden Fall Alternativen erwogen werden, bei denen Blade-Server im Raum verteilt untergebracht werden.

Vorbereitung für nachfolgende Installationen. Möglicherweise handelt es sich um die erste von mehreren Blade-Server-Installationen. Daher soll die Basis für spätere Installationen gelegt werden. Dabei dürfen zukünftige Erweiterungen nicht ver- oder behindert werden.

Zeit. Möglicherweise besteht auch der Bedarf für eine schnelle Bereitstellung der Blade-Server. In diesem Fall sind eventuell Planung, Vertragsverhandlung und Einrichtung unerwünscht.

Kosten. Das Hauptbestreben kann auch darin liegen, die Blade-Server-Installation mit minimalen Kosten durchzuführen. Dadurch ist die Richtung klar vorgegeben.

Auswahl der Installationsmethode

Wenn alle Rahmenbedingungen und Einschränkungen der bestehenden Anlage geklärt sind und geeignete Kompromisse zwischen den verschiedenen Benutzerbedürfnissen und –präferenzen gefunden wurden, kann die passende Installationsmethode unter den fünf Hauptmethoden ausgewählt werden. Wichtigstes Kriterium bei der Auswahl der Methode ist die Kühlung, da sie in der Praxis die wesentlichen Beschränkungen setzt. Im Anschluss an die Auswahl des Installationsansatzes ist die Stromversorgung abzuklären.



Die Dichte der zukünftigen Konfiguration beeinflusst dabei die Installationsmethode am meisten. Viele Kunden erwarten oder möchten, dass Blade-Server mit maximal möglicher Dichte installiert werden. Wenn Blade-Server in eine bestehende Umgebung eingefügt werden, erweist sich diese Prämisse oft als ungeeignet. Tatsächlich besitzen die meisten Blade-Server eine modulare Gehäusestruktur und müssen nicht mit maximaler Rack-Dichte eingesetzt werden. So besteht z. B. das IBM BladeCenter™ aus Einzelgehäusen, von denen zwischen 1 und 6 pro Rack eingesetzt werden können. Die verteilte Anordnung von Blade-Servern scheint zunächst deren Vorteile zu mindern, aber tatsächlich können mit dieser Konfiguration bessere Ergebnisse bei den Kosten, der Systemverfügbarkeit und der Installationszeit erzielt werden. Dies gilt insbesondere, wenn Blade-Server zu einer bestehenden Umgebung hinzugefügt werden.

Viele bestehende Umgebungen wurden für Leistungsdichten von maximal 2 kW pro Rack entworfen. Werden in einer solchen Umgebung Blade-Server mit 10-30 kW pro Rack installiert, verbrauchen die Blade-Gehäuse überproportional viel Strom und Kühlleistung, sodass das Datacenter womöglich freien Platz aufweist, der nicht benutzt werden kann, weil die Stromversorgungs- und Kühlungseinrichtungen bereits voll genutzt werden. In den meisten Datacentern gibt es daher keinen Grund, bei der Blade-Server-Installation Platz einzusparen, der am Ende keine wirklichen Vorteile bringt. Aus diesem Grund ist es in bestehenden Datacentern zweckmäßig und kostengünstig, Blade-Server verteilt zu installieren. **Blade-Server mit höchstmöglicher Dichte zu installieren, ist in der Regel nur in neuen, speziell für die Unterstützung hoher Leistungsdichten entworfenen Anlagen, bei umfangreichen Installationen und bei extremen Platzproblemen kostengünstig.**

Die zentrale Entscheidung bei der Blade-Server-Installation lautet daher, auf wie viele Racks die Blade-Gehäuse verteilt werden, oder genauer, wie viele Blade-Gehäuse in jedem Rack installiert werden. Je nach Marke und Modell sind die Möglichkeiten zur verteilten Installation mehr oder weniger eingeschränkt. So besitzen einige Blade-Server Einzelgehäuse, die leicht aufgeteilt werden können. Andere Server verwenden Rückwandplatinen, die eine Aufteilung unmöglich oder schwierig machen, da eine Aufteilung bestenfalls in vorgegebenen Einheitenstärken möglich ist. In den verschiedenen APC Application Notes zu einzelnen Blade-Server-Marken wird diese Problematik ausführlicher erörtert. In **Tabelle 2** werden verschiedene Gehäuse-Leistungsdichten den oben beschriebenen fünf Installationsmethoden für Blade-Server zugeordnet.

Tabelle 2 – Übersicht über die Blade-Server-Installationskriterien bei unterschiedlichen Kombinationen von Blade-Gehäuse-Leistungsdichten und Blade-Installationsmethoden (mit Klassifizierung der Kombinationen)

Gehäuse pro Rack	Aufteilen der Last	Ausleihen von Kühlkapazitäten	Zusatzkühlung	Hochdichte-Bereiche	Kühlung des gesamten Raums
1	Die meisten Datacenter besitzen noch Aufnahmekapazität	Alle Datacenter besitzen noch Aufnahmekapazität	Alle Datacenter besitzen noch Aufnahmekapazität; benachbarte Blade-Racks sind möglich	Nicht kostengünstig im Vergleich zu Alternativen	Nicht kostengünstig im Vergleich zu Alternativen
2	Nur bei Datacentern mit extrem hoher Kühlkapazität	Die meisten Datacenter besitzen noch Aufnahmekapazität; mögliche Nutzungseinschränkung benachbarter Racks	Alle Datacenter besitzen noch Aufnahmekapazität; benachbarte Blade-Racks sind möglich	Nicht kostengünstig im Vergleich zu Alternativen; höhere Leistungsdichte sollte für neue Reihen oder Zonen festgelegt werden	Nicht kostengünstig im Vergleich zu Alternativen; höhere Leistungsdichte sollte für einen ganz neuen Raum festgelegt werden
3	Unmöglich: Leistungsdichte ist höher als die typische Datacenterkapazität	Die meisten Datacenter besitzen noch Aufnahmekapazität; benachbarte Racks sind aber meistens nicht möglich	Warmluftrückführungsschächte oder –kanäle benötigt; benachbarte Blade-Racks sind möglich	Maximallast für fachgerechte Doppelboden-Klimaanlagen	Nicht kostengünstig im Vergleich zu Alternativen; höhere Leistungsdichte sollte für einen ganz neuen Raum festgelegt werden
4	Unmöglich: Leistungsdichte ist höher als die typische Datacenterkapazität	Nur bei Datacentern mit extrem hoher Kühlkapazität (strenge Maßstäbe!)	Abhängig von der Kombination aus Blade-Server und Zusatzkühlsystem	Reinigungssysteme für Warmluft benötigt	Reinigungssysteme für Warmluft benötigt; kompletter Raumbau notwendig
5	Unmöglich: Leistungsdichte ist höher als die typische Datacenterkapazität	Unmöglich: Leistungsdichte ist höher als die typische Datacenterkapazität	Unmöglich: Leistungsdichte ist höher als die Kapazität bekannter Zusatzkühlgeräte	Reinigungssysteme für Warmluft benötigt	Reinigungssysteme für Warmluft benötigt; kompletter Raumbau notwendig

Gehäuse pro Rack	Aufteilen der Last	Ausleihen von Kühlkapazitäten	Zusatzkühlung	Hochdichte-Bereiche	Kühlung des gesamten Raums
6	Unmöglich: Leistungsdichte ist höher als die typische Datencenter-kapazität	Unmöglich: Leistungsdichte ist höher als die typische Datencenter-kapazität	Unmöglich: Leistungsdichte ist höher als die Kapazität bekannter Zusatzkühlgeräte	Nur bei ernsthafter Raumknappheit; Kosten sind evtl. extrem hoch, um diese Dichte in einem größeren Bereich aufrecht zu erhalten; evtl. sind Regularien notwendig	Kosten sind evtl. extrem hoch, um diese Dichte in einem größeren Bereich aufrecht zu erhalten; kompletter Raumumbau notwendig; Reinigungssysteme für Warmluft benötigt
	Minimale Kosten	Minimale Kosten	1000-2000 € pro Rack	10.000-20.000 € pro Rack	20.000-60.000 € pro Rack
	Steigende Kosten 				
	Einfach	Verfahren notwendig	Keine beeinträchtigende Installation	Größere Installationsarbeiten, Verrohrung und Verkabelung	Raumstilllegung und kompletter Raumumbau
	Wachsende Installationskomplexität 				

In **Tabelle 2** wird deutlich, dass wir bei 30 möglichen Kombinationen aus den sechs Verteilungsdichtestufen und den fünf Installationsmethoden mit etwa elf bevorzugten und sieben grenzwertigen Kombinationen insgesamt 18 brauchbare Installationskombinationen erhalten. Damit die wirklich beste Alternative ausgewählt wird, müssen zusätzlich noch tausende Kombinationen aus Benutzerpräferenzen, praktischen Einschränkungen und praktischen Rahmenbedingungen den 18 Installationskombinationen zuzuordnen sein. Das Zuordnen verlangt umfassende Analysen und Regularien und kann als Software-Algorithmus implementiert werden. Eine komplette Beschreibung der Vorgänge würde allerdings den Umfang dieser Publikation überschreiten.

Bei der Entwicklung entsprechender Analysetools wurden von APC die folgenden grundlegenden Zusammenhänge beobachtet:

- Macht der Anteil der zu installierenden Blade-Racks mehr als 25 % der vorhandenen Racks in einem Raum aus, muss möglicherweise ein kompletter Umbau der Stromversorgungs- und Kühleinrichtungen durchgeführt werden. Bei Installationen dieser Größenordnung sollte unter Umständen ein neuer Raum eingerichtet werden, wenn das Datencenter nicht für einige Zeit stillgelegt werden kann.

- Ist bei bestehenden Datacentern die Installation von 1-5 Blade-Racks geplant, sollten diese in Teile von je 25 %-50 % der vollen Leistungsdichte aufgeteilt werden (also in weniger als 3 Gehäuse pro Rack). Dies minimiert die Auswirkungen auf den Datacenterbetrieb und verringert die Installationskosten. In den meisten Datacentern sind die Kosten für extrem hohe Leistungsdichten höher als die Kosten für den zusätzlich benötigten Raum für einige weitere Racks.
- Bei den zahlreichen Datacentern mit ausreichender Gesamtkühl- und Stromversorgungskapazität, erhöht eine Zusatzkühlung bei niedrigen Kosten und einem kalkulierbaren Ergebnis die Leistungsdichte für die geplanten Installationen.

Nicht empfohlene Maßnahmen

Die nachfolgende Liste beschreibt eine Reihe von Vorgehensweisen und Maßnahmen, die fälschlicherweise als hilfreich gelten und häufig in Datacentern Anwendung finden. Diese Maßnahmen leisten nur einen unmerklichen Beitrag zur Lösung der Probleme oder vergrößern diese sogar noch.

Absenkung der Lufttemperatur. Eine der einfachsten – und ungünstigsten – Maßnahmen besteht darin, die Solltemperatur der Klimaanlage zu reduzieren, um Hotspots im Datacenter zu verhindern. Die Absenkung der Lufttemperatur vermindert die Kapazität der Klimaanlage, führt zu einem drastisch höheren Wasserverbrauch des Luftbefeuchters und lässt die Betriebseffizienz des Datacenters regelrecht abstürzen, während die Stromrechnung in die Höhe schnellte. Das Schlimmste dabei ist, dass all dies keine Abhilfe schafft, denn das Problem wird durch die Luftströme und nicht durch die Lufttemperatur verursacht.

Metallroste. Eine andere scheinbar logische Schlussfolgerung führt bei Datacentern mit Doppelböden zum Austauschen der Bodenplatten mit Lüftungsöffnungen gegen Platten mit geringerem Luftwiderstand. Diese Bodenplatten haben mit den herkömmlichen Platten nicht sehr viel gemeinsam und ähneln häufig Metallrosten. Obwohl sie bei einzelnen Racks durchaus nützlich sein können, bringt ihr gehäufte Einsatz häufig Nachteile mit sich. In den meisten Datacentern führt ihre Verwendung dazu, dass der Luftstrom in anderen Bereichen beeinträchtigt wird. Außerdem führen Bodenplatten mit Metallrosten dazu, dass der Luftstrom zwischen den einzelnen Platten starken und unvorhersagbaren Schwankungen unterworfen ist. Eine ausführlichere Beschreibung dieses Problems enthält das White Paper Nr. 46 „Stromversorgungs- und Kühlstrategien für hochdichte Serverracks und Blade Server“.

Lüfter an der Rackoberseite Auch die Verwendung von Lüftereinsätzen oben im Rack ist äußerst beliebt, obwohl diese Lüfter bei einem fachgerecht konzipierten IT-Rack keinerlei Vorteile mit sich bringen. Die Überhitzung von Servern wird NICHT durch warme Luft innerhalb des Racks verursacht. Sie wird vielmehr durch warme Luft an den Lufteinlassöffnungen der Server hervorgerufen, die sich an der Gerätevorderseite befinden. Lüfter, die an dieser Stelle installiert werden, verursachen noch mehr Wärme und können auch bei fachgerecht konstruierten Datacentern zu einer Verringerung der Kühlkapazität führen. Viele Kunden installieren ihre Lüftereinsätze auf Basis veralteter Spezifikationen, ohne den Zweck dieser Vorrichtungen genau zu kennen. Es gibt durchaus eine Reihe wirksamer Lüftervorrichtungen, die für Racks in Frage kommen. Weitere Einzelheiten hierzu enthält das APC White Paper Nr. 42, „Zehn Punkte zur Lösung von Kühlproblemen beim Einsatz von HighTech-Servern“.

Einzelaufstellung von Racks. Die Einzelaufstellung von Racks (nicht in Reihen) in einem rundum offenen Bereich soll die Installationsdichte verringern und jedem Rack mehr Bodenplatten mit Lüftungsöffnungen zuordnen. Bei diesem Ansatz kann jedoch die warme Abluft seitlich am Rack entlang zur Einlassöffnung des Servers strömen. Insgesamt bringt diese Maßnahme keine Vorteile. Zur Leistungssteigerung sollten die Racks dagegen besser in einer Konfiguration aus warmen und kalten Gängen angeordnet werden. Es sollten unbestückte Racks mit Abdeckblechen zwischen Blade-Racks aufgestellt, breite kalte Gänge eingerichtet und Zusatzkühleinrichtungen und spezielle Luftleitsysteme (Hot Aisle Containment System) verwendet werden.

Ergebnisse

Die Installation von Blade-Servern in bestehenden Datacentern belastet deren Stromversorgungseinrichtungen und Klimaanlage. Es gibt verschiedene Methoden, um Blade-Server mit Strom zu versorgen und zu kühlen. Die verwendete Installationsmethode sollte sich im Idealfall immer an den praktischen Rahmenbedingungen, die im Wesentlichen durch die vorhandene Konfiguration vorgegeben sind, und an den Bedürfnissen und Präferenzen der Datacenter-Benutzer orientieren.

In diesem White Paper werden die Sachverhalte und Alternativen bei der Blade-Server-Installation aufgezeigt. Dabei wird auch ein Verfahren zum Auswählen einer geeigneten Installationsmethode vorgestellt, das sich an den Rahmenbedingungen und Bedürfnissen orientiert.

Den meisten Benutzern sind die Konsequenzen nicht klar, die durch in maximaler Dichte installierte Blade-Server verursacht werden. Beim sorgfältigen Abwägen der Vor- und Nachteile wird deutlich, dass Installationen mit verteilten Blade-Servern für zahlreiche bestehende Anlagen Vorteile bringen, da sie kosten- und zeitsparend sind und den Datacenterbetrieb wenig beeinträchtigen.

Quellen

- 1) **APC White Paper Nr. 46, „Stromversorgungs und Kühlstrategien für hochdichte Serverracks und Blade Server“**
- 2) **APC White Paper Nr. 29, „Rack Powering Options for High Density“**
- 3) **APC White Paper Nr. 49, „Vermeidbare Fehler, die die Kühlleistung in Datacentern und Netzwerkräumen beeinträchtigen“**
- 4) **APC White paper Nr. 42, „Zehn Punkte zur Lösung von Kühlproblemen beim Einsatz von HighTech-Servern“**
- 5) **APC Application Note Nr. 76 „Configuring Data Centers to Support IBM BladeCenter Servers“**
- 6) **APC Application Note Nr. 75 „Configuring Data Centers to Support HP BladeSystem p-Class Servers“**
- 7) **APC Application Note Nr. 74 „Configuration of InfraStruXure for Data Centers to Support Dell PowerEdge 1855 Blade Servers“**

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 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 an der Entwicklung von Schwungrad-Energiespeichersystemen und Solarstromsystemen.