

Eignung von Doppelböden für Datacenter

White paper/Weißbuch Nr. 19

APC[®]
Legendary Reliability™

Zusammenfassung

Dieses Weißbuch zeigt die Umstände auf, die zur Entwicklung und Verwendung von Doppelböden in Datencenterumgebungen führten. Viele Gründe für die Verwendung von Doppelböden sind nicht mehr vorhanden, während die damit einhergehenden Probleme nahe legen, dass die weite Verbreitung von Doppelböden in vielen Fällen nicht länger gerechtfertigt und wünschenswert ist.

Einführung

Doppelböden sind ein allgegenwärtiges Merkmal von Datacentern. Eine tatsächlich übliche Definition bezeichnet ein Datacenter als einen Rechneraum mit Doppelboden.

Die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für Doppelböden waren bereits in den 60er Jahren vollständig entwickelt und wurden 1983 in der US-Norm „Federal Information Processing Standard 94“ beschrieben. Der grundlegende Aufbau von Doppelböden ist seit 40 Jahren praktisch unverändert.

In der Telekommunikationsbranche hat der Doppelboden jedoch nie Fuß gefasst. Die Überschneidung von Telekommunikations- und IT-Systemen wirft die Frage auf, ob Doppelböden genutzt werden sollten oder nicht. Heute werden mehr und mehr IT-Datacenter ohne Doppelböden gebaut. Ein Rückblick auf die Geschichte des Doppelbodens bietet Einsichten in die Gründe für diesen Trend.

Aufbau von Doppelböden

Doppelböden wurden entwickelt und konstruiert, um folgende Elemente aufzunehmen:

- Kaltluft-Verteilungssystem für die Kühlung
- Schienen, Kanäle oder Träger für Datenkabel
- Kanäle für Stromleitungen
- Ein Kupfergitter für die Erdung der Geräte
- Versorgung mit Kühlwasser oder andere Hilfsleitungen

Um die Entwicklung der Doppelböden zu verstehen, ist es wichtig, diese einzelnen Elemente kennen zu lernen und zu erfahren, welche Anforderungen ursprünglich dazu führten, dass Doppelböden als geeignete Lösung angesehen wurden. Außerdem ist es sinnvoll zu untersuchen, wie sich diese ursprünglichen Anforderungen mit der Zeit gewandelt haben. In den folgenden Abschnitten werden die ursprünglichen und die heutigen Anforderungen für die oben genannten Elemente gegenübergestellt.

Kaltluft-Verteilungssystem für die Kühlung

Ursprüngliche Anforderungen	Heutige Anforderungen
Kaltluft ist in der Nähe der Lüftungsschlitze erforderlich. Die Anforderungen an das Kühlsystem ändern sich während der Lebensdauer des Datacenters kaum. Mehrere Klimageräte können zur Kühlung des Systems verwendet werden, um Fehlertoleranz zu gewährleisten.	Kaltluft ist in der Nähe der Lüftungsschlitze erforderlich. Die Anforderungen an das Kühlsystem ändern sich während der Lebensdauer des Datacenters häufig, wenn Geräte entfernt oder hinzugefügt werden. Mehrere Klimageräte können zur Kühlung des Systems verwendet werden, um Fehlertoleranz zu gewährleisten.

Doppelböden erfüllen die ursprünglichen Anforderungen und sind auch für die heutigen geeignet, da es möglich ist, Öffnungen für die Lüftung hinzuzufügen und zu verlegen.

Schienen, Kanäle oder Träger für Datenkabel

Ursprüngliche Anforderungen	Heutige Anforderungen
<p>Als Verbindung zwischen den Gehäusen dienen sperrige mehradriges Kupfer-Datenkabel.</p> <p>Die Kabel müssen so kurz wie möglich sein, um einen korrekten Betrieb zu gewährleisten.</p> <p>Die Kabel sollen nicht sichtbar sein.</p> <p>Die Kabel werden während der Lebensdauer des Datacenters nicht ausgetauscht.</p>	<p>Dünne Netzkabel aus Glasfasern und Kupfer.</p> <p>Die Kabel werden während der Lebensdauer des Datacenters häufig ausgetauscht.</p> <p>Ein einfacher Zugriff auf die Kabel ist erforderlich.</p>

Der Doppelboden war die einzige praktikable Lösung, um die ursprünglichen Erfordernisse zu erfüllen, ist aber für die heutigen Anforderungen nicht mehr notwendig und außerdem aufgrund des schwierigen Zugangs zu den Kabeln eher ungeeignet. Aus diesem Grund werden die Datenkabel heutzutage in den meisten Datacenters mit Doppelboden ganz oder teilweise an der Decke verlegt.

Kanäle für Stromleitungen

Ursprüngliche Anforderungen	Heutige Anforderungen
<p>Die IT-Ausstattung ist mit besonderen Stromanschlüssen fest verbunden.</p> <p>Das Stromnetz wird während der Lebensdauer des Datacenters nicht verändert.</p>	<p>Die IT-Geräte werden über Standard-Steckdosen angeschlossen.</p> <p>Höhere Anzahl verschiedener IT-Geräte pro Quadratmeter.</p> <p>Die IT-Ausstattung wird alle 2 Jahre geändert.</p> <p>Stromkreise werden während der Lebensdauer des Datacenters mehrfach geändert.</p>

Doppelböden erfüllen die ursprünglichen und die heutigen Anforderungen, weisen aber Nachteile auf, wenn bei Änderungen ein Zugriff auf die Verkabelung erforderlich wird. Die Verlegung der Stromversorgung an der Decke hat in der Vergangenheit keine Vorteile gezeigt. Die Stromverkabelung bleibt ein Hauptgrund für die Verwendung von Doppelböden.

Ein Kupfergitter für die Erdung der Geräte

Ursprüngliche Anforderungen	Heutige Anforderungen
Für die Integrität direkt gekoppelter Datensignale war es erforderlich, dass miteinander verbundene Geräte zusammen an eine Erdung mit weniger als 0,1 V (differenzial) angeschlossen waren, um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten und Schäden vorzubeugen.	Kupfer-Netzwerkkabel sind galvanisch isoliert und unterliegen keinen Interferenzen aufgrund von Erdungspotenzialschwankungen bis zu 1000 V. Die Verbindungen erstrecken sich gewöhnlich über 50 M. Glasfaserkabel unterliegen keinerlei Auswirkungen durch Erdungspotenzialschwankungen.

Es besteht praktisch keinerlei Notwendigkeit mehr für ein kupfernes Erdungsgitter. Erdungsanschlüsse zwischen den Racks, Schaltschränken und der Potentialausgleichsschiene erfüllen die heutigen Anforderungen.

Versorgung mit Kühlwasser oder andere Hilfsleitungen

Ursprüngliche Anforderungen	Heutige Anforderungen
Einige IT-Geräte benötigen direkte Wasserkühlung.	IT-Geräte benötigen keine Wasserkühlung.

Doppelböden waren die einzige praktikable Lösung für die Anforderungen wassergekühlter IT-Geräte. Eine solche Notwendigkeit besteht heute bei den meisten Installationen, vor allem kleineren, überhaupt nicht mehr, sondern ist nur noch in sehr eingeschränkten Bereichen anzutreffen.

Probleme bei der Verwendung von Doppelböden

Die vorstehende Aufstellung zeigt an, dass Doppelböden eine effiziente und praktische Lösung für die ursprünglichen Anforderungen der ersten Datacenter darstellten. Es ist jedoch ebenfalls offensichtlich, dass viele dieser Erfordernisse, die die Verwendung von Doppelböden nach sich zogen, nicht mehr aktuell sind. Tatsächlich haben sich die Anforderungen von Datacentern deutlich gewandelt. Eine Betrachtung der Probleme, die durch Doppelböden hervorgerufen werden, ist daher wichtig.

Erdbeben

Doppelböden machen es deutlich schwieriger, die Erdbebensicherheit von Datacentern zu ermitteln und sicherzustellen. Die Aufstellung von Geräten auf dem Gitter oberhalb des Bodens verringert sehr stark die Möglichkeiten zur Verankerung. Da jede Installation anders aussieht, ist es so gut wie unmöglich, die Erdbebensicherheit zu prüfen oder zu gewährleisten. In Fällen, in denen Erdbebensicherheit verlangt wird, ist dies ein ernstes Problem.

Während des großen Erdbebens 1995 erlitten Datacenter in und um Kobe in Japan außerordentliche Schäden. Viele Datacenter, die innerhalb weniger Stunden oder Tage wieder betriebsbereit sein sollten, fielen länger als einen Monat aus, da viele vermeintlich erdbebensichere Doppelbödensysteme nachgaben, sodass die IT-Geräte zu Boden stürzten. Beschädigte Ausrüstung musste gefunden und in komplizierten und zeitraubenden Arbeitsgängen repariert oder ersetzt werden.

In und um Kobe ergaben sich durchschnittliche Ausfallzeiten von 5 Wochen oder 50.000 Minuten, wobei eine 99,999 %-ige Zuverlässigkeit einer Ausfallzeit von 5 Minuten pro Jahr entspricht. Dies ist also ein um den Faktor **10.000 schlechterer Wert** als der im 99,999 %-Design zulässige. Wenn die Ausfallzeit durch Erdbeben 10 % der Gesamtausfallzeit beanspruchen darf, dann können die Datacenter um Kobe herum eine 99,999 %-ige Zuverlässigkeit nur dann erreichen, wenn ein Erdbeben dieser Stärke lediglich alle 100.000 Jahre auftritt, was keine realistische Annahme darstellt.

In Gebieten mit Erdbebenaktivität ist es daher unvernünftig, bei der Verwendung von Doppelböden von einer 99,999 %-igen Verfügbarkeit auszugehen. Ein solcher Ansatz wäre letztlich auch nicht zu überprüfen. Dies ist einer der Gründe, weshalb in Telefonzentralen keine Doppelböden verwendet werden. Es ist auch einer der wichtigsten Gründe dafür, dass Doppelböden in Datacentern mit hoher Verfügbarkeit nicht mehr wünschenswert sind.

Zugriff

Da die Geräte in modernen Datacentern ungefähr alle zwei Jahre ausgetauscht werden, unterliegt die Verkabelung für Daten und Stromversorgung nahezu ständig einem Wechsel. Die Schwierigkeit des Zugangs zu dieser Verkabelung in Doppelböden führt zu Verzögerungen und Kosten bei notwendigen Veränderungen.

Bodenbelastung

Typische IT-Geräteracks können bis zu 1 t wiegen und müssen unter Umständen an andere Plätze gerollt werden. Außerdem müssen Maschinen für die Verlegung und Platzierung von Geräten Zugang zum Datacenter haben. In Umgebungen mit Doppelböden sind dafür unter Umständen besondere Verstärkungen notwendig, weshalb der Zugriff in einigen Fällen auf bestimmte Bereiche beschränkt ist. Damit der Boden nicht übermäßig belastet wird, sind bedeutende Kosten und Planungsanstrengungen erforderlich.

Die vollständige Lastkapazität von Doppelböden ist erst gegeben, wenn alle Bodenplatten verlegt sind. Die Biegefestigkeit des Bodens (in Längsrichtung) hängt vom Vorhandensein aller Bodenplatten ab. Bei häufigen Änderungen der Verkabelung oder Wartungsarbeiten werden jedoch routinemäßig einzelne Bodenplatten und sogar ganze Reihen davon herausgenommen. Dies kann zu einem unerwarteten katastrophalen Einsturz des Doppelbodens führen.

Lichte Höhe

In manchen Räumlichkeiten, die ein Datacenter aufnehmen könnten, ist die Verringerung der Raumhöhe durch Doppelböden nicht akzeptabel. Dies kann die Möglichkeiten für die Einrichtung von Datacentern einschränken. In Japan ist es üblich, den Boden des nächsten Stockwerks auszuschneiden, um die erforderliche Höhe herzustellen.

Kabelkanäle

Verkabelung innerhalb von Doppelböden unterliegt bestimmten Brandschutzbestimmungen. Ein Doppelboden wird im Rahmen dieser Vorschriften wie ein Lüftungsschacht (Plenum) behandelt. Aufgrund der Bewegung und Verteilung von Luft werden Brände in solchen Schächten als besonderes Risiko eingestuft. Daher müssen Kabel in Doppelböden in brandsicheren Kanälen aus Metall oder feuerfestem Kunststoff eingeschlossen sein. Dies führt zu hohen Kosten, einer komplizierten Verlegung und zu besonders schwierigen Problemen bei Änderungen am Kabelnetzwerk in einem laufenden Datacenter.

Sicherheit

Ein Doppelboden bietet Platz, um Geräte zu verdecken. In Datacentern, die durch Stahlkäfige in mehrere Abteilungen gegliedert sind (z. B. bei Zentren für verschiedene Unternehmen), bieten Doppelböden eine Möglichkeit, sich Zugang zu einem abgeschirmten Bereich zu verschaffen. Aus diesem Grund verwenden viele solcher Datacenter für mehrere Unternehmen keine Doppelböden.

Leistungsverteilung

In modernen Datacentern ist die Dichte von Stromkreisen pro Quadratmeter deutlich höher als zu der Zeit, in der die Architektur mit Doppelböden entwickelt wurde. Während der Ära der Mainframe-Computer konnte ein einzelner fest installierter Stromkreis von hoher Leistungsstärke eine Einheit versorgen, die 6 Bodenplatten bzw. ca. 2 Quadratmeter einnahm. Heute trägt dieselbe Fläche zwei Racks, die jeweils 12 kW aus 230-V-Leitungen mit einer A- und B-Einspeisung benötigen, wofür insgesamt acht Stromkreise erforderlich sind. Die Dichte der Verlegung, die aus diesem Anstieg von Stromkreisen resultiert, stellt ein ernst zu nehmendes Hindernis für die Luftzirkulation im Boden dar. Dies kann dazu führen, dass der Doppelboden mehr als 1 m hoch sein muss, um die erforderliche Luftzirkulation zu gewährleisten. Eine solche Erhöhung des Doppelbodens gefährdet jedoch die Gebäudestabilität und wirkt sich auf Komponentenkosten, Bodenbelastung und Erdbebensicherheit aus.

Reinigung

Ein Doppelboden ist nicht leicht zu reinigen. Gewöhnlich sammeln sich Staub, Schmutz und Abfälle innerhalb des Doppelbodens an und verbleiben dort, da die Reinigung dieses Bereichs schwierig und gefährlich ist. Ein Bodenelement zu entfernen kann zu drastischen Änderungen in der Luftzirkulation innerhalb des Bodens führen, wobei Schmutz und sogar Gegenstände gegen Geräte oder in die Augen der Mitarbeiter gewirbelt werden können.

Sicherheit

Ein offenes Bodenelement stellt ein schweres und unerwartetes Risiko für das Betriebspersonal und für Besucher dar, die sich innerhalb des Datacenters bewegen. Bei Datacentern mit Doppelböden einer Höhe von mehr als 1 m steigt das Risiko tödlicher Verletzungen bei einem Sturz in ein geöffnetes Bodenelement stark an. Da in modernen Datacentern sehr häufig Geräte verlegt werden, besteht das Risiko, dass die maximale Bodenbelastung überschritten wird. Dies kann zu einem Einsturz des Bodens führen.

Kosten

Doppelböden stellen einen bedeutenden Kostenfaktor dar. Zu den typischen Kosten für Doppelböden zählen Konstruktion, Materialkosten, Produktion, Installation und Inspektion in einer Größenordnung von 200 Euro pro Quadratmeter. Außerdem wird der insgesamt zur Verfügung stehende Nutzraum durch einen Doppelboden gewöhnlich reduziert, auch wenn er jetzt, in naher oder ferner Zukunft erforderlich sein mag. In den Kosten von 200 Euro pro Quadratmeter sind die Zusatzkosten für die Strom- und Datenkabel nicht enthalten. Dabei handelt es sich um Kosten von bedeutender Höhe, die nur in Kauf genommen werden sollten, wenn es unbedingt erforderlich ist.

Nachteile beim Verzicht auf Doppelböden

Obwohl mehr und mehr Installationen ohne Doppelböden auskommen und diese Vorgehensweise große Vorteile birgt, werden nach wie vor Datacenter mit Doppelböden errichtet. APC hat Interviews mit den Kunden durchgeführt, die Doppelböden verwenden, und dabei folgende Hindernisse für den Verzicht herausgefunden.

Firmenimage

Ein Doppelboden ist ein Symbol für professionelle Datacenter mit hoher Verfügbarkeit. Die Präsentation ihrer Datacenter ist für viele Unternehmen ein wichtiger Bestandteil der Betriebsführungen für ihre Hauptkunden. Datacenter ohne Doppelböden werden als unvollständig, unzulänglich oder von minderer Qualität angesehen. Daher werden Doppelböden eingebaut, um dem Unternehmen ein bestimmtes Image zu verleihen. In manchen Fällen wurden sogar Doppelböden installiert, die nicht für Kühlung oder Verkabelung verwendet werden und keinen anderen Zweck erfüllen, als das gewünschte Image hervorzurufen. Dieses Problem ist das weitaus größte Hindernis für den Verzicht auf Doppelböden.

Entwurf des Kühlsystems

Das Planungs- und Betriebspersonal von Datacentern schätzt die Flexibilität von Doppelböden für den Entwurf des Kühlsystems. Doppelböden bieten die Möglichkeit zur Verlegung von Bodenplatten mit Lüftungsschlitzen, um das gewünschte Temperaturprofil zu erreichen. In einem geführten System mit an der Decke installierten Lüftungsschächten ist dies schwieriger umzusetzen. Außerdem gibt es weitaus mehr Erfahrungswerte über Luftumwälzsysteme in Doppelböden, sodass die Konstrukteure das Systemverhalten besser voraussagen können.

Leistungsverteilung

Aufgrund des Übergangs von einer kleinen Anzahl großer IT-Geräte zu einer relativ großen Anzahl kleiner Geräte ist die Dichte von Stromkreisen pro Quadratmeter in modernen Datacentern sehr viel größer, als sie es bei der Entwicklung der Doppelboden-Architektur war. Für die Verlegung dieser Leitungen ist Platz erforderlich. Ohne Doppelböden müssen diese Leitungen an der Decke verlegt werden. Die Installation und Wartung von Stromkreisen an der Decke kann weitaus schwieriger sein als der Betrieb von Kabeln in Doppelböden.

Entwürfe ohne Doppelböden

Die Kosten und Probleme, die Doppelböden verursachen, lassen sich nur dann vermeiden, wenn eine praktikable Alternative zur Verfügung steht. Erfreulicherweise gibt es verschiedene Alternativen dieser Art. Eine vollständige Erörterung sämtlicher Alternativen würde den Rahmen dieses Weißbuchs sprengen. Im Allgemeinen lassen sich die Methoden für eine Kühlung ohne Doppelböden in drei Kategorien einteilen, wie die folgende Tabelle zusammenfassend zeigt.

Tabelle 1 – Kühlmethoden ohne Doppelböden

Typ des Datacenters	Kühlmethode
Serverräume/Kleine Datacenter (<100 qm)	Klimaanlagen in Racks, an der Wand oder unter der Decke ohne Rohrsystem
Mittelgroße Datacenter (100 – 600 qm)	Auf dem Boden angebrachte Klima-Einheiten mit ungeführter Verteilung und Rückführung unter der Decke
Große Datacenter (>500 qm)	Auf dem Boden angebrachte Klima-Einheiten mit geführter Kaltluftverteilung aus Lüftungskanälen und Rückführung an offener oder abgehängter Decke

All diese Methoden werden verwendet, aber im Gegensatz zu Entwürfen mit Doppelböden sind die Richtlinien für die Ausstattung und Konstruktion noch nicht ausgereift. Daher sind viele Systeme dieser Art Sonderanfertigungen. Bevor diese Typen mit der Vorhersagbarkeit von Doppelböden-Installationen eingesetzt werden können, müssen die Konstrukteure und Hersteller ihre Produktpalette und ihr Fachwissen noch erweitern.

Die jüngsten Entwicklungen bei der Stromverteilung über das Dach der 19"-Schränke haben zu einer im Vergleich mit der Zuführung in Doppelböden kostengünstigeren Lösung geführt. Bei einer Kombination mit den entstehenden Kühlmethoden für die Aufstellung auf normalem Boden und Verwendung des horizontalen Luftstroms kann sich eine praktische Lösung entwickeln, mit der sich die Nachteile von Doppelböden vermeiden lassen.

Ergebnisse

Viele der Gründe für den Einsatz von Doppelböden sind nicht länger gegeben. Da keine Notwendigkeit für die Verwendung von Doppelböden besteht und sie überdies Probleme verursachen, erscheint ihre weit verbreitete Verwendung in den meisten Fällen weder wirtschaftlich noch technisch gerechtfertigt, vor allem nicht in kleinen Datacentern.

Vor kurzem eingeführte Lösungen haben die technischen Hindernisse für den Verzicht auf Doppelböden beseitigt. Aufgrund der vielfältigen Erfahrung mit Doppelböden und irrationalen Gesichtspunkten wie dem Image, das durch eine solche Konstruktion entsteht, werden Datacenter jedoch wahrscheinlich noch längere Zeit auf diese Weise gebaut werden.