



## **Informationsschrift**

**Immer kühl bleiben: Nuttechnik als Mittel für effizientere  
Konstruktion und Betrieb von Rechenzentren**

Von David Gibbons

15. Juli 2009



Viele Jahre lang haben luftgekühlte Systeme ausreichende Kühlung für Rechenzentren geboten. Durch die zunehmende Anzahl von Computern wird jedoch mehr Wärme erzeugt, weswegen eine effizientere Kühlmethode gebraucht wird. In größeren Rechenzentren stellt ein Kaltwassersystem die kostengünstigste Kühlmethode dar. Untersuchungen zufolge ist Wasser 4000-mal effizienter als Luft. Aus diesem Grund haben Unternehmen wie IBM in den letzten Jahren Methoden entwickelt, um Kühlwasser direkt in die Serverschränke zu bringen.

In einem Kaltwassersystem wird kaltes Wasser aus dem Maschinenraum durch Wasserverteilungsleitungen unter dem Boden in Klimaschränke im Computerraum gepumpt. Der Klimaschrank beseitigt dann Wärme und Feuchtigkeit, indem er warme Luft durch Rohrschlangen führt, die mit zirkulierendem Kaltwasser gefüllt sind. Das Wasser absorbiert die Wärme aus der Luft und zirkuliert zurück zum Kühlaggregat, wo die Wärme auf eine Kondensator-Wasserschleife übertragen und schließlich über einen Kühlturm abgeführt wird.

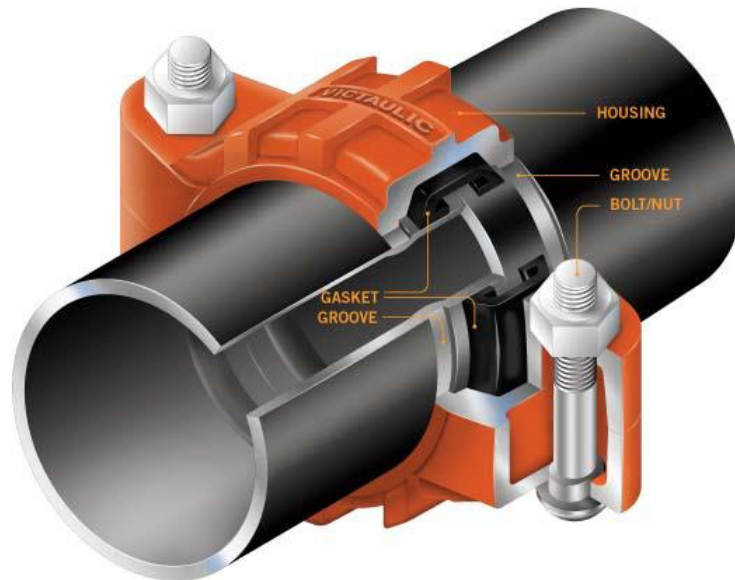
In einem Kaltwassersystem sind feste Verrohrungen mit Kohlenstoffstahlrohren oder Kupferleitungen üblich. Herkömmliche Rohrverbindungsverfahren für feste Rohrleitungssysteme bestehen aus Schweißungen, Lötungen oder Flanschnungen, die im Allgemeinen in Rechenzentren gut funktionieren. Angesichts zunehmender Last, häufiger Änderungen und Systemerweiterungen sind diese Verbindungsmethoden jedoch problematisch geworden. Rohrleitungssysteme mit geschweißten, gelöteten oder geflanschten Verbindungen sind nicht leicht zugänglich, weisen eine begrenzte Gestaltungsflexibilität auf, stellen Brandgefahren am Arbeitsplatz dar und erfordern lange Systemabschaltungen für Routinewartungen oder ungeplante Wartungsarbeiten.

Für genutete Rohrverbindungen wird keine Flamme benötigt und es wird ein zuverlässiges Rohrleitungssystem erzeugt, das die effiziente Gestaltung und den effizienten Betrieb von Rechenzentren ermöglicht. Dabei wird die Einrichtungszeit reduziert, es wird ein einfach anpassbares System geschaffen, und Stillstandszeiten während routinemäßiger oder ungeplanter Wartungsarbeiten werden verringert.

## **Genutete Rohrverbindungen**

1925 entwickelte Victaulic das erste Rohrbindungssystem mit genuteten Enden für Wasser- und Luftleitungen. Die für ihre Flexibilität und Montagegeschwindigkeit anerkannte Rohrbindungstechnik mit genuteten Enden hat die Rohrleitungsbranche verwandelt und zu drastischen Produktivitätsgewinnen im Bausektor geführt. Aus diesem Grund sind genutete mechanische Rohrverbindungen bei Klimatechnikern, Gebäudebesitzern und Monteuren auf der ganzen Welt die bevorzugte Rohrbindungslösung sowohl für neue Anlagen als auch für Nachrüstungen.

Die mechanische Verbindung – oder Kupplung – besteht aus vier Elementen: dem genuteten Rohr, der Dichtung, den Kupplungsgehäusehälften und den Muttern und Schrauben. Die Rohrnut wird durch Kaltverformung hergestellt oder am Ende des Rohrs maschinell erzeugt. Das Federteil des Kupplungsgehäuses greift in die Nut ein. Die Schrauben und Muttern werden mit einem Steckschlüssel oder einem Schlagschrauber angezogen, um die Gehäusehälften aneinander zu befestigen. Im installierten Zustand umschließen die Kupplungsgehäusehälften die Dichtung und greifen um den ganzen Rohrumfang herum in die Nut ein. Dadurch wird eine dreifach abgedichtete einheitliche Verbindung geschaffen, die verstärkt wird, wenn das System unter Druck gesetzt wird.



### **Installation eines genuteten mechanischen Rohrleitungssystems**

Die Installation des Rohrleitungssystems mit der genuteten mechanischen Rohrverbindungsmethode führt zu deutlichen Arbeitsstundeneinsparungen vor Ort. Durchschnittlich erfolgt die Montage eines genuteten Systems bis zu zehnmals schneller als beim Schweißen und sechsmal schneller als bei der Installation einer vor Ort angefertigten Flanschverbindung. Durch die vereinfachte Montage und Installation wird die Anzahl der Projektstage um bis auf die Hälfte reduziert, wodurch das Arbeitsrisikomanagement optimiert wird. Die durch die Installation eines mechanischen Rohrleitungssystems erzielte Reduzierung der Kalendertage setzt Eigentümer in die Lage, enge Bauzeitpläne einzuhalten und sogar zu übertreffen und Vertragsstrafen zu vermeiden.

Durch Reduzierung der Arbeitsstunden vor Ort und Eliminierung des Risikos für Feuer und Freisetzung schädlicher Dämpfe wird bei der Installation mechanischer Rohrleitungssysteme die Arbeitsplatzsicherheit erhöht und das Gesamtrisiko im Vergleich zum Schweißen oder Löten verringert.

Die meisten Verletzungen am Arbeitsort entstehen bei der Materialhandhabung, aber die bedeutendsten Risiken — im Sinne der potentiellen Auswirkungen auf Menschen und Unternehmen — werden durch Brand- und Rauchrisiken verursacht. Bei mechanischen Rohrverbindungen fallen Risiken durch Feuer, offene Lichtbögen, Funken, Flammen und giftige Dämpfe weg, die beim Schweißen und Löten entstehen können. Schweißen birgt eine Reihe potentieller Gesundheitsrisiken sowie das Risiko schwerer Verbrennungen. Durch Planung eines mechanischen Rohrverbindungssystems verringert ein Techniker die Gesamtrisiken für den Eigentümer, insbesondere diejenigen, die mit dem Projektzeitplan, den Kosten und potentieller Haftung in Verbindung stehen.

Je nach Art des Projekts (z. B. neue Anlagen oder Erweiterungen/Nachrüstungen) können sich die potentiellen Gefahren nicht nur für die Arbeiter zu einem Risiko entwickeln, sondern auch für die Insassen des Gebäudes und umgebender Einrichtungen. Beim Schweißen müssen zur Einhaltung von Sicherheitsauflagen alle anderen Arbeiten in dem betroffenen Bereich verschoben werden, wodurch kostspielige Ausfallzeiten und möglicherweise die Evakuierung von Mitarbeitern bewirkt werden. Evakuierungen dienen dem Schutz der Arbeiter, aber die Realität der Geschäftswelt führt zu einer weiteren potentiellen Gefahr: zu dem Druck und der Hektik, die entstehen, um nach einer Abschaltung oder einem Produktivitätsverlust





die verlorene Zeit wieder zurückzugewinnen, wodurch ein erhöhtes Verletzungsrisiko geschaffen wird. Durch die richtigen Entscheidungen bei einer Neukonstruktion und die Planung mechanischer Systeme von Anfang an können Ausfallzeiten reduziert und die Belastungen gemindert werden, die oft durch zukünftige Reparaturen, Austauscharbeiten, Erweiterungen und Nachrüstungen entstehen.

Abgesehen vom Wegfall der mit Schweißarbeiten verbundenen Flammen und Brandgasen wird durch Installation von mechanischen Rohrleitungssystemen die Sicherheit erhöht, weil die Zeit und die Risiken, die bei Nacharbeiten entstehen, drastisch reduziert werden. Im Gegensatz zu fest verschweißten Rohrverbindungen bieten mechanische Verbindungen Drehtoleranzen und können ohne potentielle Gesundheits- und Sicherheitsrisiken leicht vor Ort ausgerichtet werden. Die Drehtoleranz einer Flanschverbindung wird durch die schrittweise Bewegung von Schraubenloch zu Schraubenloch bestimmt, während ein genutetes System eine Drehtoleranz von 360 Grad aufweist und somit unübertroffene Flexibilität bietet.

Sobald sie installiert sind, lassen sich mechanische Systeme einfach überprüfen. Die meisten genuteten Systeme ermöglichen eine Qualitätsüberwachung durch visuelle Bestätigung der korrekten Installation. Wenn Monteure die fertigestellte genutete Verbindung untersuchen und an den Auflageflächen Kontakt von Metall auf Metall feststellen, wird dadurch bestätigt, dass die Verbindung korrekt und sicher hergestellt wurde und keine Nacharbeiten notwendig sind. In ähnlicher Weise werden Flanschverbindungen nach Abschluss der Verschraubung visuell überprüft, wobei jedoch der Grad der Dichtungskompression unbekannt ist, weil das spezifische Schraubenanzugsmoment nicht bekannt ist. Beim Schweißen dagegen sind oft Röntgenstrahlen zur Qualitätsprüfung nötig. Darüber hinaus werden durch die zeitraubende Nacharbeit im Fall einer nicht bestandenen Röntgenstrahluntersuchung weitere Ausfallzeiten bewirkt, und die mit den Schweißarbeiten verbundenen Risiken entstehen erneut.

### **Wartung und Erweiterung genuteter mechanischer Rohrleitungssysteme**

Während der Betriebslebensdauer eines Rechenzentrums sind für ein Rohrleitungssystem drei grundlegende Kategorien von Wartungsarbeiten erforderlich: routinemäßige Überprüfungen und Wartungen, physische Änderungen oder Erweiterungen und ungeplante Reparaturen. Aufgrund ihrer innewohnenden Konstruktionseigenschaften sorgen genutete mechanische Rohrverbindungen für leichte, schnelle und sichere Wartung und Systemzugang mit minimalen Stillstandszeiten.

Genutete Kupplungen bieten eine Verbindung an jedem Übergang und ermöglichen einfachen Systemzugang, maximale Flexibilität für Entscheidungen vor Ort sowie Flexibilität für zukünftige Systemerweiterungen. Für Zugang zum System muss ein Arbeiter lediglich den Druck im System entlasten und zwei Muttern lösen. Es werden keine Brenner, Sägen oder Schweißapparate benötigt. Erforderliche Arbeiten wie Reinigung von Filterkörben, Austausch beschädigter Rohrabschnitte oder Hinzufügen von T-Stücken zur Erweiterung oder Verbindung von Rohrleitungssystemen lassen sich dann leicht ausführen. Zum Abschluss der Arbeit wird die Dichtung wieder eingesetzt, die Kupplungshälften werden wieder am Rohr oder Formteil angebracht und die Schrauben werden festgezogen. Geschweißte Systeme haben keine Verbindungen. Zur Reparatur des Rohrleitungssystems müssen Arbeiter den beschädigten Rohrabschnitt ausschneiden, wodurch betriebliche Probleme und Sicherheitsrisiken entstehen, insbesondere bei laufenden Anlagen und in belegten Räumen. Da genutete mechanische Rohrverbindungen an nassen Leitungen angebracht werden können, wird außerdem keine Zeit zum Trocknen des Systems

gebraucht.

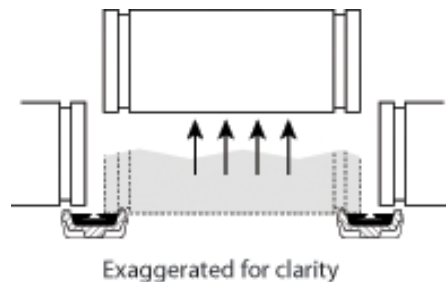
In einem herkömmlichen Flanschsystem sind zahlreiche Schrauben erforderlich, um die Abdichtung herzustellen, und es ist ein zeitaufwendiger Vorgang, alle diese Schraube zu entfernen. Zum Beispiel müssen bei Arbeiten an einem 12-Zoll-Flanschsystem der ANSI-Klasse 150 12 Schrauben entfernt werden, um Zugang zum System zu erhalten. Diese festgezogenen Schrauben üben eine hohe Druckbelastung auf die Dichtung aus, die zur Herstellung und Beibehaltung der

[www.victaulic.com](http://www.victaulic.com)

VICTAULIC IST EIN EINGETRAGENES WARENZEICHEN DER FIRMA VICTAULIC. © 2009 VICTAULIC COMPANY. ALLE RECHTE VORBEHALTEN. WP-05 Rev. A

Abdichtung nötig ist. Wenn die ganzen Schrauben entfernt und die Flansche auseinander gezogen werden, reißt die Dichtung und muss daher ausgetauscht werden.

Bei einer mechanischen Kupplung unterscheiden sich die Druckbelastungen an der Dichtung von denjenigen einer Flanschverbindung. Die Dichtung hat einen C-förmigen Querschnitt, der auf Druck anspricht und für zyklische Belastungen ausgelegt ist. Die Systeme können viele Jahre lang wiederholt druckbeaufschlagt und druckentlastet werden, ohne dass Ermüdungserscheinungen des Elastomermaterials bewirkt werden. Sobald sie installiert sind, benötigen diese Kupplungen keine routinemäßigen oder regelmäßigen Wartungsarbeiten und können über die gesamte Lebensdauer des Systems an ihrem Platz bleiben.



*Genutete Rohrleitungssysteme haben an jedem Übergang eine Verbindung, wodurch die Wartung und zukünftige Nachrüstungen erleichtert werden.*

Die betriebliche Leistung wird während Nachrüstarbeiten beibehalten, und Systeme können ohne Unterbrechung der Kühlung weiter laufen, weil strategisch platzierte Absperrklappen, die mit genuteten Kupplungen installiert werden, als Endarmaturen zur Abriegelung dienen und mit wenig oder gar keiner Beeinträchtigung der vorhandenen Betriebsabläufe einfache Systemerweiterungen oder Neuführungen ermöglichen.

Erweiterungsprojekte können in belegten Gebäuden ohne Evakuierung durchgeführt werden, weil bei mechanisch genuteten Rohrleitungen keine schädlichen Dämpfe freigesetzt werden oder Brandgefahren entstehen, wodurch Schweißerlaubnisse oder Brandwachen überflüssig werden.

### **Schutz der Ausrüstung bei genuteten mechanischen Rohrleitungssystemen**

Abgesehen davon, dass die Wartung schnell und sicher vonstatten geht, werden bei einem genuteten mechanischen Rohrverbindungssystem Bewegungen und Abwinklungen im Rohrleitungssystem ausgeglichen, wodurch der Bedarf an regelmäßigen Reparatur- oder Austauscharbeiten reduziert und die betriebliche Integrität des Rohrleitungssystems beibehalten wird. Herkömmliche geschweißte oder geflanschte Rohrleitungssysteme haben Gummibälge oder einen umflochtenen flexiblen Schlauch zur Aufnahme dieser Bewegungen. Jedoch nutzen sich diese Materialien mit der Zeit oft ab und müssen kostspielig und zeitaufwendig ausgetauscht werden.

Flexible mechanische Systeme sind so ausgelegt, dass sich das Rohr in der Kupplung bewegen und vibrieren kann, wodurch die durch Klimaanlage erzeugten Vibrationen eingegrenzt und die über die Rohrleitung übertragenen Geräusche verringert werden. Die Elastomerdichtung in der inneren Aussparung des Gusseisengehäuses stellt eine Unterbrechung im Rohrleitungssystem

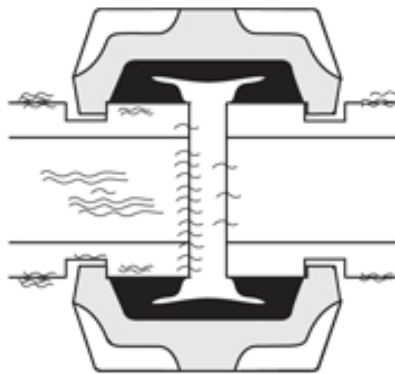
dar, die bei der Eingrenzung von Vibrationen hilft und somit wichtige Kühleinrichtungen im Rohrleitungssystem schützt. Außerdem verfügen die Gusseisengehäuse und das Dichtungsmaterial ihrerseits über schwingungsdämpfende Eigenschaften,

[www.victaulic.com](http://www.victaulic.com)

VICTAULIC IST EIN EINGETRAGENES WARENZEICHEN DER FIRMA VICTAULIC. © 2009 VICTAULIC COMPANY. ALLE RECHTE VORBEHALTEN. WP-05 Rev. A



wodurch Vibrationen weiter absorbiert werden. Tests haben ergeben, dass Systeme mit drei aufeinander folgenden flexiblen Kupplungen in der Nähe einer Schwingungsquelle einen ähnlichen Geräuschdämpfungsgrad aufweisen wie Systeme, bei denen spezielle Vorrichtungen verwendet werden. Außerdem werden durch die Fähigkeit eines genuteten Systems zur Aufnahme von Systembewegungen die Lasten an Geräteverbindungen reduziert und dafür gesorgt, dass wichtige Kühleinrichtungen mit höchstem Wirkungsgrad weiterlaufen können.



*Exaggerated for clarity*

*Die flexiblen Kupplungen an genuteten Rohren reduzieren die Übertragung von Spannungen durch ein Rohrleitungssystem, während die Dichtung und das Gusseisengehäuse gemeinsam Vibrationen dämpfen.*

Nirgendwo ist es wichtiger, für Katastrophen vorzuplanen, als in einem Rechenzentrum. Laut „The Uptime Institute“ sah ein Rechenzentrum der Kategorie III im Jahr 2001 1,6 Stunden pro Jahr für IT-Ausfallzeiten und bei der Kategorie IV lediglich 0,4 Stunden vor. Da das Kühlsystem für die betriebliche Integrität der IT-Ausrüstung lebenswichtig ist, dauert es bei einem Ausfall dieses Systems nur einige Minuten, bevor die Ausrüstung beginnt, zu überhitzen.

Rohrleitungssysteme in erdbebengefährdeten Gebieten werden Kräften und Biegungen ausgesetzt, die über normale statische Bedingungen hinausgehen. Diese seismischen Kräfte können umfangreiche Schäden anrichten, wenn Rohrleitungssysteme diese Bewegungen nicht aufnehmen können. Systeme mit mechanisch genuteten Verbindungen können so ausgelegt werden, dass die bei Erdbeben entstehenden differentiellen Rohrleitungsbewegungen ausgeglichen werden. Die innewohnende Abwinklungsfähigkeit der flexiblen Kupplung bei genuteten Rohrleitungen reduziert die Übertragung der Spannungen durch das Rohrleitungssystem. Die von einer flexiblen Kupplung bei genuteten Rohrleitungen ermöglichte Abwinklung reduziert die Übertragung von Spannungen durch ein Rohrleitungssystem und hält so potentielle Systemschäden minimal. Wie oben erwähnt, stellen flexible und starre Kupplungen außerdem Unterbrechungen an jeder Verbindung dar, wodurch Spannungen in der Rohrleitung während seismischer Bewegungen ebenfalls minimal gehalten werden.

Bei Tests, die im „Real-Time Multi-Directional Experimental Laboratory“ im „Center for Advanced Technology for Large Structural Systems“ an der Lehigh University in Bethlehem, Pennsylvania, USA, durchgeführt wurden, wurde die Eignung der genuteten mechanischen Kupplungen von Victaulic zur Aufrechterhaltung der betrieblichen Integrität von Rohrleitungssystemen bei Erdbeben nachgewiesen.





## **Fazit**

Eigentümer, Techniker und Auftragnehmer haben die Aufgabe, zuverlässige und leicht anpassbare Anlagen zu entwerfen, zu betreiben und zu unterhalten, die eine Vielzahl innovativer Technologien aufnehmen können. Und während zahlreiche bauliche und betriebliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen sind, ist die Kühlstrategie eines Rechenzentrums für alle Betriebsabläufe lebenswichtig. Bei Kühlstrategien mit Kaltwassersystemen bieten genutete mechanische Rohrleitungstechniken ein zuverlässiges Rohrleitungssystem, das durch Reduzierung der Einrichtungszeit bei neuen Anlagen, Reduzierung der Ausfallzeiten bei Wartungsarbeiten und/oder Systemerweiterungen sowie Beibehaltung der betrieblichen Integrität des Rohrleitungssystems und der Anlagen während des täglichen Einsatzes genauso wie im unglücklichen Fall einer Naturkatastrophe stets für maximale Effizienz sorgt.

Weitere Informationen zum Erdbebentestprogramm von Victaulic finden Sie auf [www.victaulic.com/seismic](http://www.victaulic.com/seismic).

Weitere Informationen zu Lösungen von Victaulic für Rechenzentren finden Sie auf [www.victaulic.com/datacenters](http://www.victaulic.com/datacenters).

[Wenden Sie sich an Ihren Ansprechpartner bei Victaulic.](#)

