

Weniger Kohlendioxid ausstoß durch Rechenzentren mit energiesparenden Kühlsystemen

Inhalt

1. Einleitung
2. Betrachtung des Energieverbrauchs von Rechenzentren
3. Lösungen für mehr Kühlleistung
4. Ein System mit geschlossenem Luftkreislauf: Knürr CoolTherm™
5. Resultat und Zusammenfassung

1. Einleitung

Der Gesamtenergieverbrauch von Rechenzentren rückt zunehmend in den Aufmerksamkeitsfokus von IT-Führungskräften, weil der Betriebsverbrauch von Rechenzentren rapide zunimmt. Im vergangenen Jahr lagen die durchschnittlichen Betriebskosten von Rechenzentren erstmals höher als die Investitionskosten.

Die mit diesem Verbrauchsanstieg verbundenen CO₂-Emissionen sorgen dafür, dass Rechenzentren zunehmend ins Interesse der Öffentlichkeit geraten. Die steigenden Energiepreise führen dazu, dass die Energiekosten als Faktor der Gesamtbetriebskosten eine immer wichtigere Rolle spielen. Einer der für BT wichtigsten Aspekte ist jedoch, dass Rechenzentrumsleiter nach Lösungen suchen, um die Platz-, Versorgungs- und Kühlungsanforderungen neuer IT-Anlagen zu bewältigen.

Die Wärmebelastung in Rechenzentren und Server-Gehäusen hat sich in den vergangenen zehn Jahren verzehnfacht. Dementsprechend empfehlen sich für die klassische, präzise Klimatisierung auf Raumebene Schränke mit geschlossenen, direkt gekühlten Luftkreisläufen.

Nur in Schränken mit geschlossenen Luftkreisläufen wie etwa dem Knürr CoolTherm™, einem Schrank für hochdichte Server-Installationen, können die entstehenden Wärmemengen auf kostengünstige Weise abgeführt werden. Zur Energieeinsparung konzentriert sich CoolTherm™ auf drei technische Ansätze:

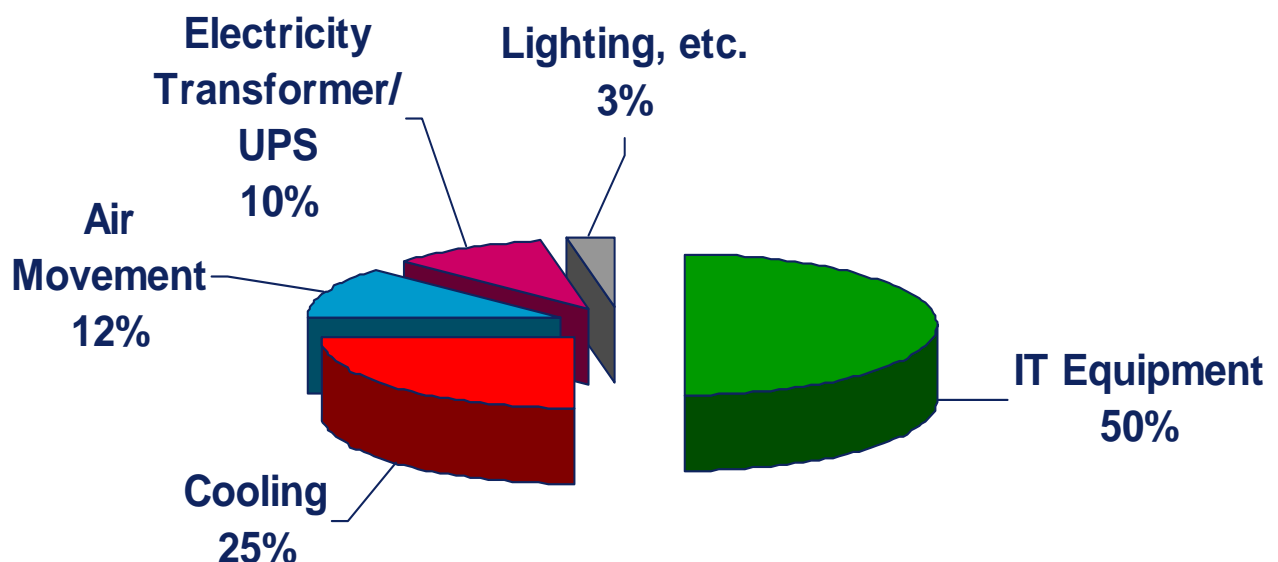
- Das Wärmetauscherkonzept ermöglicht die Versorgung mit wärmerem Kaltwasser und beschränkt den Druckverlust.
- Stark reduzierter Luftmengenumsatz durch maximale Temperaturdifferenz.
- Stabile Eingangs-Lufttemperatur am Server (unabhängig von der Raumtemperatur).

Wir wollen die Energiekosten von Rechenzentren auf das mögliche Minimum reduzieren.

2. Betrachtung des Energieverbrauchs von Rechenzentren

Abbildung 1 illustriert die typische Aufteilung des Stromverbrauchs in einem gut geplanten Rechenzentrum. Die IT-Komponenten nehmen etwa 50 % des Stroms in Anspruch, das Kühlsystem ungefähr 25 %, die Ventilatoren für den Luftkreislauf ca. 12 %. Kühlung und Luftbewegung können durch die technische Auslegung der Schränke beeinflusst werden. Die Transformatoren und die unterbrechungsfreie Stromversorgung nehmen mit ca. 10 % einen eher geringen Teil des Gesamtverbrauchs ein, aber auch hier besteht Optimierungspotenzial.

Abbildung 1



Quelle: EYP Mission Critical Facilities Inc., New York

Anbieter von Rechenzentrumsinfrastruktur haben sich zum Ziel gesetzt, den 50%-Anteil der IT durch die Verbrauchsreduzierung der Gebäude- und Infrastrukturkomponenten wieder zu erhöhen.

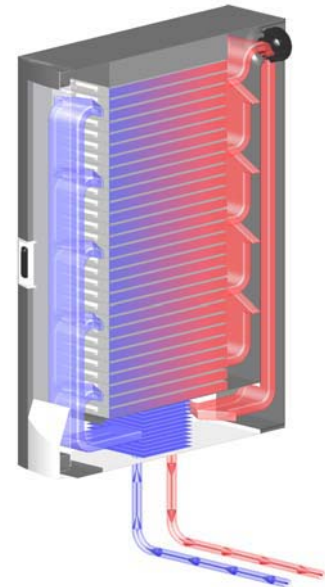
3. Lösungen für mehr Kühlleistung

Der enorme Anstieg bei der Installations- und Leistungsdichte elektronischer Komponenten hat dazu geführt, dass sich die Wärmebelastung einzelner Schränke von etwa 1 bis 2 kW (im Jahr 2000) auf derzeit 10 bis 20 kW erhöht hat oder sogar darüber liegt. Sobald die erforderliche Kühlkapazität 5 kW erreicht, sind separate Kühleinrichtungen in der unmittelbaren Schrankumgebung erforderlich. Eine unkomplizierte Alternative besteht in der Verwendung von CoolTherm™.

4. Ein System mit geschlossenem Luftkreislauf: Knürr CoolTherm™

Bei hohen Kühlleistungsanforderungen garantieren nur Schränke mit geschlossenen Luftkreisläufen Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit. Knürr CoolTherm™ überträgt fast die gesamte Abwärme in das Kühlwasser. Mit dieser Lösung stellt die Wärmebelastung im Rechenzentrumsmanagement kein „belastendes Problem“ mehr dar. Sie eignet sich auch für den zuverlässigen Betrieb zukünftiger Server-Generationen und übertrifft das Leistungsvermögen herkömmlicher Luftkühlungssysteme.

Die höhere Leistungsfähigkeit von Wasserkühlungssystemen (Wasser überträgt Wärme 3.500-mal besser als Luft) ermöglicht dichtere Installationen. Der entsprechende „Platzsparfaktor“ liegt über 3 und beweist die signifikanten Einsparungsmöglichkeiten.



Die Abbildung des CoolTherm™ Systems zeigt einen Schrank dieser Bauweise. Er ist mit einem Luft-Wasser-Wärmetauscher ausgestattet, der sich an der Unterseite des Schrankes befindet. Jegliches Risiko für die IT-Komponenten durch Undichtigkeiten ist somit ausgeschlossen. Der Schrank ist an der Kaltluft-Seite geschlossen, und die Kühlluft wird in einem geschlossenen Kreislauf mit einer festen Nenntemperatur an die Lufteintrittseite der IT-Komponenten geleitet. Infolge der konsequenten Trennung der warmen und der kalten Seite ist die Temperatur der Kühlluft von oben bis unten gleich. Durch die Luftzirkulation werden auch bei maximaler Kühlleistung Wärmenester vermieden.

Der Luftstrom wird durchgehend präzise geführt. Die kurzen Luftwege und die integrierten Lüfter sorgen für höchste Kühlleistung. Die Lüfter selbst sind zur Energieeinsparung mit speziellen Lüfterrädern und elektronisch kommutierten Motoren ausgestattet. Die Lüftergeschwindigkeit kann absolut stufenfrei reguliert und den aktuellen Anforderungen präzise angepasst werden.

Bei diesem System wurden bereits alle Konzepte für eine energiesparende Kühlluftzirkulation integriert, sodass außerhalb des Schrankes keine weiteren Maßnahmen hierfür erforderlich sind.

Gerade das Kühlsystem liefert großes Optimierungspotenzial, denn die Kühlwasser-Eingangstemperatur ist deutlich höher als bei einer klassischen Lösung.

In normalen Rechenzentren beträgt der Lufttemperaturanstieg zwischen dem Doppelboden-Luftauslass und der Rückführung des Computerraum-Klimageräts (CRAG) 6 bis 8 Kelvin. Bei CoolTherm™ liegt dieser Anstieg bei etwa 15 Kelvin. Diese höhere Temperaturdifferenz resultiert aus der vollständigen Trennung zwischen dem Warmluft- und Kaltluftbereich des Schrankes. In herkömmlichen Rechenzentren tritt häufig ein Nebenluftstrom auf. Bei CoolTherm™ wird dieses Phänomen auf nahezu Null reduziert. Durch kurze Luftwege in einem Schrank mit geschlossenem Kreislauf kann auch die Lüfterleistung und -stromaufnahme verringert werden.

Im Normalbetrieb liegt die Stromaufnahme des Lüfters einer CoolTherm™ 25-kW-Version bei etwa 1000 Watt. Das heißt: Der Lüfter nimmt nur 3 % der

Gesamtstromaufnahme des Schrankes in Anspruch. In konventionellen Rechenzentren macht die Leistungsaufnahme der IT-Ausrüstung 50 % und die der Lüfter 12 % des Gesamtverbrauchs aus. Mit CoolTherm™ können etwa 80 % der Stromaufnahme eingespart werden. Entsprechend Abbildung 1 beträgt die Stromaufnahme der Lüfter für einen 25-kW-Schrank 6 kW.

Auch der Luft-Wasser-Wärmetauscher trägt zur Energieeinsparung bei. Der Temperaturunterschied zwischen der Kaltwasserversorgung und der Luftzufuhr am Server-Eingang wird durch die Vergrößerung der Tauscher-Oberfläche minimiert. Einem Produkttest von CoolTherm™ und dem CoolTherm™ Handbuch zufolge liegt die Differenz bei 7 Kelvin. Standardmäßig liegt die Temperatur der eingehenden Luft bei 22 °C. Dementsprechend reicht eine Kaltwasserversorgung mit 15° C für CoolTherm™ vollkommen aus.

Eine normale Kaltwasserversorgung für ein Rechenzentrum hat eine Temperatur von 7° C. Bei dieser Temperatur kann eine Kaltwasseranlage mit freier Kühllösung nicht kosteneffizient eingesetzt werden und führt zu einer langen Amortisierungsfrist. Beim freien Kühlen wird zur Wärmeabfuhr die Umgebungsluft ohne Kühlkompressor genutzt. In Mitteleuropa kann ein freies Kühlsystem im Jahresverlauf nicht einmal für ein Viertel der Gesamtbetriebsdauer eingesetzt werden, wenn die Kaltwasserversorgung mit 7° C erfolgt.

Bei einer Kaltwasserversorgung mit 15 °C kann der zeitliche Anteil der freien Kühlung dagegen auf 75 % ausgedehnt werden. Beim verbleibenden Kühllanteil von 25 % verursacht der Kompressor den größten Teil der Gesamtleistungsaufnahme des Rechenzentrums (siehe Abbildung 1). Die höhere Temperatur des zugeführten Kaltwassers verbessert auch die Leistungszahl (COP) der Kaltwasseranlage. Ausgehend von der Durchschnittstemperatur in Mitteleuropa, die für 75 % der Gesamtbetriebszeit freies Kühlen und eine bessere Leistungszahl ermöglicht, können auch bei der Kaltwasserzufuhr 80 % Energieeinsparung erreicht werden.

Sämtliche Komponenten des CoolTherm™ Wärmetauschers sind konsequent für minimalen Druckverlust konzipiert. Dazu wurden die Ventilatoren im Luftkreislauf ebenso wie die Pumpen im Hydrauliksystem auf minimale Leistungsaufnahme ausgelegt. Die Pumpen-Eingangsleistung eines CoolTherm™ Systems liegt bei weniger als 1 % der Server-Eingangsleistung.

Abbildung 2 zeigt die Auswirkungen der geringeren Leistungsaufnahme auf die Kühlung und die Luftbewegung. Der Anteil der IT-Geräte steigt von 50 auf 70 %. Dagegen sinkt bei CoolTherm™ der Leistungsanteil der Kühlung auf 7 % und der der Luftbewegung auf nur noch 3,5 %.

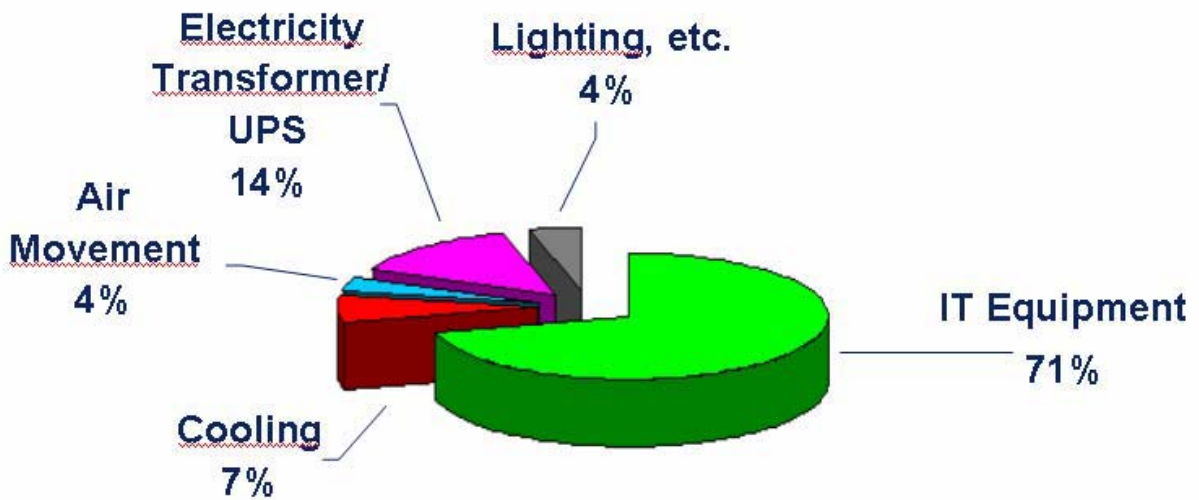


Abbildung 2

Das CoolTherm™ Luftsystem eignet sich hervorragend zur Stabilisierung und Regulierung der Eingangsluft-Temperatur. Auf der gesamten Höhe des CoolTherm™ Schanks beträgt der Temperaturunterschied weniger als 1 Kelvin. Die notwendige Leistung der internen Server-Lüfter kann so auf ein Mindestmaß reduziert werden. Die Drehzahl dieser Lüfter wird nach der Temperatur reguliert. Wenn die Eingangsluft-Temperatur im Server unterhalb des Grenzwerts bleibt, der die Erhöhung der Lüfterdrehzahl auslöst, wird die Lüfterleistung und damit auch die Gesamtleistungsaufnahme des Servers auf den Mindestwert reduziert.

Mit einer Verdopplung der Lüfterdrehzahl geht eine Verachtfachung der Lüfter-Stromaufnahme einher. Mit CoolTherm™ kann der Anteil der Lüfter an der Gesamtleistungsaufnahme eines Servers von 14 % auf 2 % verringert werden.

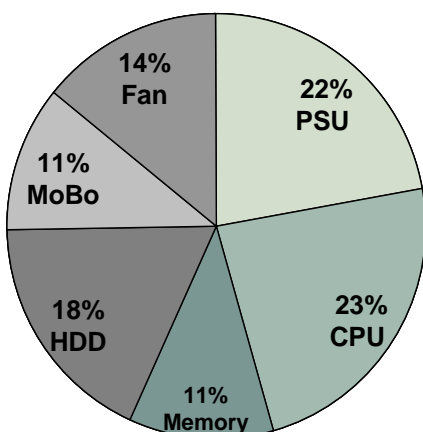


Abbildung 3
Typische Aufteilung der Leistungsaufnahme bei Servern
Quelle: Fujitsu Siemens Computers

5. Resultat und Zusammenfassung

Für Server-Installationen mit sehr hoher Rechenleistung und -belastung bieten Schränke mit geschlossenem Luftkreislauf wie etwa Knürr CoolTherm™ die energiesparendste Kühllösung. Bei den Lüftern und bei der Kühlung können im Vergleich zu herkömmlichen Rechenzentren 80 % Energie eingespart werden. Damit reduziert sich die jährliche Energieaufnahme der Kühl- und Lüftungseinrichtungen bei einem Serversystem mit 25 kW Leistungsaufnahme (Verbrauch demnach 219 MWh pro Jahr) von etwa 162 MWh auf ca. 32 MWh. Pro 25-kW-CoolTherm™-Schrank können also jährlich 130 MWh eingespart werden.

Derzeit liegt der Kohlendioxid-Ausstoß pro erzeugter Kilowattstunde in Deutschland bei ca. 550 g. Ein CoolTherm™ Schrank mit 25 kW Leistung bewirkt demnach eine Reduzierung der Kohlendioxid-Emissionen von 72 Tonnen pro Jahr.

Lieferung vorbehaltlich Verfügbarkeit, technische Änderungen ohne Vorankündigung möglich, Korrektur von Irrtümern und Auslassungen vorbehalten.
Alle angegebenen Konditionen (TCs) sind empfohlene Einstandspreise in Euro ohne MwSt. (sofern im Text nicht anderweitig angegeben).
Sämtliche verwendete Hardware- und Software-Namen sind Handelsnamen und/oder Warenzeichen ihrer jeweiligen Hersteller.

Knürr Internet:
www.knuerr.com/whitepapers

Knürr
Dr. Peter Koch
SVP Products Technology & Quality

Copyright © Knürr, 11/2007