

Befeuchtung für Druckdampfanwendungen:

Kurze Absorption und Energieeinsparungen mit Kondensatrücklauf unter Druck

von Dale Ryyananen und Jim Lundgreen, Senior Mechanical Design Engineer
DRI-STEEM Corporation

Die Komplexität und Nachfrage nach kommerziellen und industriellen Befeuchtungssystemen ist seit Mitte des 20. Jahrhundert kontinuierlich gestiegen und herausfordernde Einsatzbedingungen inspirierten zu 50 Jahren Innovation. Jedoch führte jede Neuerung zu neuen Kompromissen:

Nicht ummantelte Dampfverteillrohre waren effizient und einfach zu montieren; jedoch war deren Dampfabsorptionsstrecken zu lang für einige Anwendungen und sie bekamen leicht Risse.

Doppelwandige Verteillrohre rissen nicht und ermöglichten einen Kondensatrücklauf unter Druck. Jedoch waren deren heiße Metallwandungen — in den meisten Systemen konstant aufgeheizt — ineffizient und erhöhten die Luftstromtemperatur. Des weiteren verhinderten deren große Querschnitte geringe Verteillrohrabstände und erhöhten die Absorptionsstrecken.

Dampfverteilmodule waren ein Durchbruch für kurze Absorptionsstrecken und die Effizienz konnte aufgrund der geringeren Verteillrohrabstände verbessert werden, auch kühlten sich die Rohre auf die Luftkanaltemperatur ab, wenn kein Dampf erforderlich war. Sie erforderten jedoch P-Geruchsverschlüsse mit entsprechenden lichten Maßen und Abläufe oder Pumpen für druckloses Kondensat.

Die größten Entwicklungen bei Dampf-befeuchtungssystemen wurden jedoch erst in jüngster Zeit erzielt und deren Auswirkungen werden der Befeuchtungsindustrie gerade bewußt. Eine Fusion von zwei Innovationen bieten — zum ersten Mal in einem Dampfverteilmul und ohne Kompromisse — kurze Absorptionsstrecken, erhebliche Energieeinsparungen und Kondensatrücklauf unter Druck:

Wärmegeädämmte (hocheffiziente) Dampfverteillrohre reduzieren die Abwärme und Kondensatbildung um bis zu 85% in drucklosen Dampf- und Druckdampfanwendungen.

Verteilmulmodule mit integriertem Wärmetauscher sparen zusätzlich Energie, erzeugen kein Abwasser und erfordern keine P-Geruchsverschlüsse und Kondensatpumpen für Druckdampfanwendungen.

Bis vor kurzem war das Entwässern von Dispersionskondensat zum nächsten Ablauf kein Thema und es wurden sogar Installationskosten eingespart. Es gab keinen Grund Energie und Ressourcen zu sparen. Warum ist nun ein Dampfverteilmul mit wärmegeädämmten Rohren und einem Wärmetauscher zum Kondensatmanagement ein Durchbruch?

Befeuchtung für Menschen, Verfahren und zur Konservierung

Werden Kliniken und andere Gebäude nachgerüstet, spielt die relative Feuchte (r.F.) eine kritische Rolle. Studien bestätigen, eine ordnungsgemäß aufrechterhaltene relative Feuchte ist ein Schlüsselfaktor für die Gesundheit und Komfort der dort residierenden Menschen¹. Reinräume und Fertigungsstätten für Halbleiterprodukte erfordern eine genaue und schnelle Steuerung der relativen Feuchte als eine Prozeßgröße und eine korrekte relative Feuchte verhindert Schäden an Komponenten durch statische Aufladung und Feuchtigkeit. Die Steuerung der relativen Feuchte ist auch wichtig bei der Konservierung. Verändert sich die Raumfeuchte absorbieren oder geben Materialien Feuchte ab. Solche Veränderungen üben Einfluss auf die Materialeigenschaften aus und können Kunstgegenstände beschädigen oder deren Langlebigkeit beeinflussen.



Mitarbeiter in Reinraum²
Bild von Rakon Limited

Die Steuerung der relativen Feuchte ist heute eine kritische Notwendigkeit und die Anzahl der kommerziellen und industriellen Dampf-befeuchtungssysteme war weltweit noch nie so groß.

Dank neuester Entwicklungen, kurzer Absorption und Energieeinsparungen mit Kondensatrücklauf unter Druck war das noch nie einfacher.

Nun bietet ein Dampfverteilmodul kurze Absorptionsstrecken, hohe Effizienz und Kondensatrücklauf unter Druck mit Null Wasserverlust.

Heute sind Energie und Wasser ein viel größeres Thema und sie waren noch nie so teuer. Clevere Verbraucher und zukunftsorientierte Institutionen, Kliniken und Hersteller wollen ihren Verbrauch und damit die Betriebskosten senken. Deshalb streben Konstrukteure, Gebäudemanager und Ingenieure reduzierte Betriebskosten und erhöhte Effizienz in Gebäuden an.

Ablaufendes Kondensat vergeudet Energie und Wasser

Warum produzieren Dampfbefeuchtungssysteme so viel Kondensat? Während dem Betrieb weisen nicht wärme gedämmte Verteilrohre eine Oberflächentemperatur von ca. 100 °C auf und der Dampf strömt in Luftströme mit 10 bis 12,8 °C. Diese kühle Luft strömt über die heißen Verteilrohre und kondensiert etwas Dampf im Rohr zu Kondensat. Bei Dampfbefeuchtungssystemen wo Kondensat direkt in den Ablauf fließt gibt es eine direkte Wechselbeziehung zwischen Kondensatvolumen und der vergeudeten Energiemenge:

Jeder Liter (1 kg) Kondensat erfordert ca. 2230 kJ — Energie welche erforderlich sind um diese Menge Wasser in Dampf umzuwandeln.

In Druckdampfanwendungen wird Kondensat von Dampfverteilmodulen in vielen Fällen nicht zum Kessel zurückgeführt weil das Kondensat nicht unter Druck steht und zusätzliche Pumpen, Ventile und Regler erfordern würde. Der Kondensatablauf liegt oft Nahe der Druckkondensat-Rücklaufleitung und muss doch in den Bodenablauf entsorgt werden. Während die Druckdifferenz zwischen Kondensat von der Dampfdispersion und dem Kesselwasser das größte Hindernis zur Kondensatrückgewinnung war, beginnt die Lösung mit den Verteilrohren und deren reduzierten Kondensatvolumen.

Wärme gedämmte Rohre reduzieren Abwärme und Kondensat bis zu 85%

Wärme gedämmte Rohre erhalten eine Polyvinylidenfluorid (PVDF) Dämmung um die Wärmeleitfähigkeit zu mindern, was zu einer Reduzierung der Abwärme und des Kondensats von bis zu 85% führt. Die grau hinterlegte Reihe in der Tabelle links gibt Auskunft über Energie- und Wassereinsparungen bei Einsatz von wärme gedämmten Verteilrohren. Zum Vergleich, eine Reihe weiter oben werden die Werte für nicht wärme gedämmte Rohre dargestellt.

PVDF-wärme gedämmte Rohre sind seit Anfang 2007 am Markt. Siehe auch dazu Abbildung auf der Rückseite über eine technische Studie, welche die Funktion und den Wert der wärme gedämmtem Verteilrohre erklärt.

Ogleich die wärme gedämmten Rohre für ihre schnelle Amortisation aufgrund der Energieeinsparungen bekannt sind, bilden sie einen Baustein für den nächsten Durchbruch aufgrund ihrer drastischen Kondensatreduzierung.

Energie- und Wassereinsparung mit wärme gedämmten Verteilrohren und Wärmetauscher		
Verteilmodul 1829 mm breit x 1219 mm hoch, 2000 Betriebsstunden/Jahr, Rohrabstand 75 mm mittig, 5,1 m/s Luftstromgeschwindigkeit, 10 °C Lufttemperatur		
Dampfverteilmodul-typ	Energie	Wasser
Ungedämmte Verteilrohre (Kondensat fließt in Bodenablauf)	Verlust 171 879 368 kJ/Jahr	Verlust 65 590 kg/Jahr (65 590 l/Jahr)
Gedämmte Verteilrohre (Kondensat fließt in Bodenablauf)	Einsparung* 129 064 566 kJ/Jahr	Einsparung* 49 351 kg/Jahr (49 351 l/Jahr)
Gedämmte Verteilrohre & Wärmetauscher (Kondensat recycelt zum Kessel)	Einsparung* 134 994 613 kJ/Jahr	Einsparung 65 590 kg/Jahr (65 590 l/Jahr) Null Wasserverlust zum Ablauf

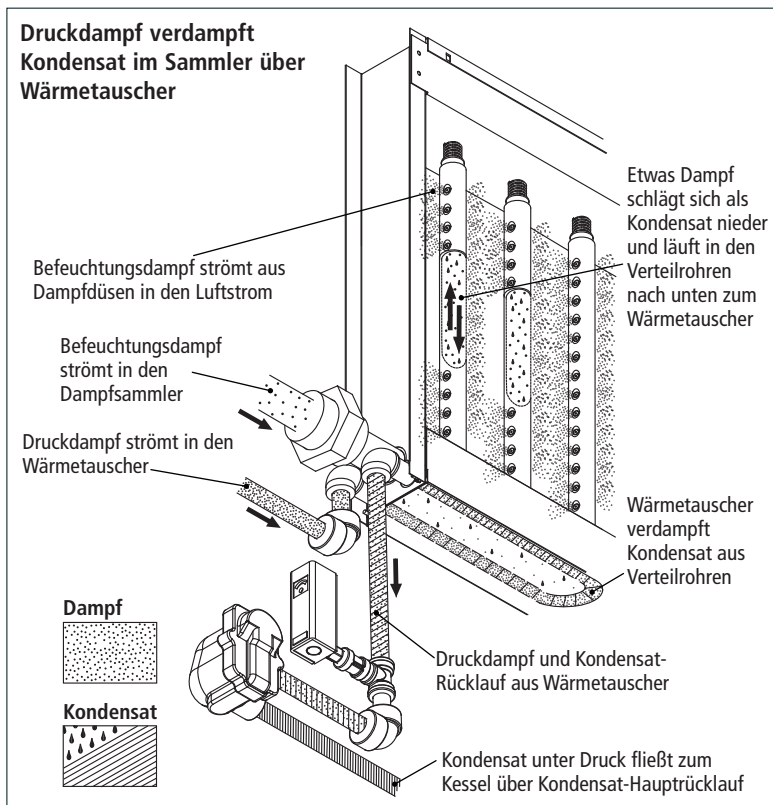
* Einsparungen im Vergleich zum Dampfverteilmodul in der obersten Reihe dieser Tabelle (ungedämmte Rohre, kein Wärmetauscher)

Ein Wärmetauscher ermöglicht weitere Energieeinsparungen, Kondensatrücklauf unter Druck und Null Abwasser

Wärmegeämmte Verteilrohre bereiten den Weg für einen neuen Standard im Kondensatmanagement für Druckdampfanwendungen: Ein integrierter Wärmetauscher der Kondensat verdampft, unter Druck rückführt und Kondensat von den Verteilrohren recycelt. Der gesamte Befeuchtungsdampf, welcher über den Sammler einströmt wird in den Luftstrom eingblasen, während Kondensat unter Druck und mitsamt Wärmeenergie zum Kessel zurückfließt. Die gleichzeitigen Wechselwirkungen in und um den integrierten Wärmetauscher sind wie folgt:

- Befeuchtungsdampf strömt die Verteilrohre hoch, verlässt die Rohre über die Düsenöffnungen und verteilt sich im Luftstrom. Jegliches Kondensat das sich in den Verteilrohren bildet fällt nach unten in den Wärmetauscher und verdampft in Befeuchtungsdampf.
- Kondensat verdampft im Sammler und verursacht ein identisches Volumen Druckkondensat im Wärmetauscher. Das Druckkondensat fließt über die Kondensat-Hauptrücklaufleitung zum Kessel zurück, ohne dass dafür Pumpen, Ventile oder Regler erforderlich werden.

Die unterste Reihe der Tabelle auf Seite 2 zeigt die zusätzlichen Energieeinsparungen sowie eine 100 %ige Wassereinsparung, bei Ausrüstung eines Verteilmoduls mit wärmegeämmten Verteilrohren und einem integrierten Wärmetauscher. Wie die Tabelle rechts zeigt werden dabei ca. 16277 l Wasser und über 5,93 Millionen kJ Energie bei 2000 Betriebsstunden im Jahr plus Kesselchemikalien eingespart.



Recycling von Kondensat, Energie, Chemikalien

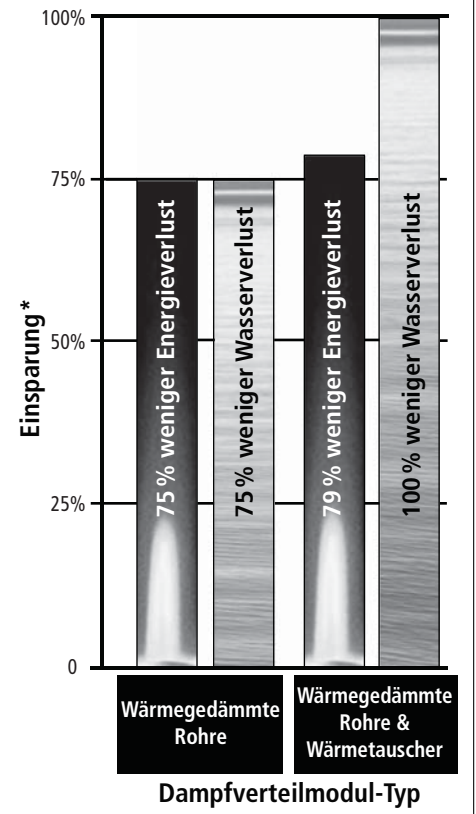
Verteilmodul 1829 mm breit × 1219 mm hoch mit wärmegeämmten Verteilrohren und Wärmetauscher, 2000 Betriebsstunden/Jahr, Rohrabstand 75 mm mittig, 5,1 m/s Luftstromgeschwindigkeit, 10 °C Lufttemperatur

Kondensat / Btu-Verlust zum Bodenablauf	Keine / Keine
Kondensat unter Druck zurück zum Kessel	16239 kg/Jahr (16239 l/Jahr)
Btu zurück zum Kessel	5 930 047 kJ/Jahr* Entspricht Energie von: ³ • 153 m ³ Erdgas • 212 kg Kohle
Kesselchemikalien eingespart	Ausreichend (pro Jahr) für 16239 l/Jahr frisches Zusatzwasser

* 100 °C Rücklaufwassertemperatur

Energie- und Wassereinsparung mit gedämmten Rohren & Wärmetauscher

Verteilmodul 1829 mm breit × 1219 mm hoch, 2000 Betriebsstunden/Jahr, Rohrabstand 75 mm mittig, 5,1 m/s Luftstromgeschwindigkeit, 10 °C Lufttemperatur



* Im Vergleich zu Dampfverteilmödule mit ungedämmten Verteilrohren und keinem Wärmetauscher

Wärmedämmte Verteilrohre reduzieren die Abwärme um bis zu 85%

Dampfbefeuchtung:

Reduzierung von Energieverbrauch, Luftstromerwärmung und Kondensatbildung

von Lynne Warner und Jim Lundgren, Senior Mechanical Design
Engineer DRI-STEEM Corporation

Heutige Immobilienbesitzer fordern die Rechnungslegung für alle eingesetzten Geldmittel in der Konstruktion und dem Betrieb von neuen oder renovierten Gebäuden. Die Einhaltung von Umweltschutzvorgaben erfordert messbare Gebäudeleistungsdaten, da man bekanntermaßen nicht verbessern kann was man nicht messen kann.

Kommerzielle und industrielle Dampfbefeuchtung ist ein wichtiger Bestandteil für viele Fertigungsvereitoren wie z.B. der Herstellung von Halbleitern, in Druckereien und in Gebäuden mit medizinischen Einrichtungen. Aufgrund der erheblichen Anzahl von großen Gebäuden, welche eine Dampfbefeuchtung erfordern, sind Fortschritte in der Messung und Verbesserung der Energieeffizienz und des Wasserverbrauchs dieser Gebäudesysteme zeitgemäß. Neuartige Fortschritte in der Materialentwicklung und Fertigungsprozesse rücken dies wieder in den Vordergrund, speziell der Energie- und Wasserverlust bei Dampfabblauf in kalte Luftströme. Diese Studie befasst sich mit diesen Wirkstoffen einschließlich deren Kondensat.

Grundlagen der Dampfverteilung

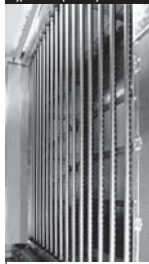
Befeuchtung mit Dampf erfordert zwei wichtige Funktionen: Dampfzeugung und Dampfverteilung.

Direkte Dampfblasensysteme injizieren Dampf in einen Luftkanal oder Luftverleiher, der von herkömmlichen Kesseln oder sonstigen Dampferzeugern erzeugt wird. Nur in direkten Dampfblasenanlagen kommt dabei die Verteilung von Druckdampf zum Einsatz.

Dampf zur Befeuchtung kann aber auch in einem drucklosen Kessel erzeugt werden, der an ein Verteilsystem angeschlossen ist. Diese Art von Dampf wird oft als druckloser Dampf bezeichnet, da der Dampfkesel mit oder ohne am Luftdruck arbeitet.

Gleichgültig ob nun Druckdampf oder druckloser Dampf einströmt, die Funktion eines Verteilsystems unterscheidet sich nicht, Dampf kommt vom Dampferzeuger, Dampf wird in den

Abbildung 1A
Typisches Dampfverteilsystem



Dargestellt ist ein typisches Dampfverteilsystem mit ungedämmten Edelstahl-Verteilrohren montiert über die gesamte Breite und Höhe eines Luftkanals. Diese Verteilrohre injizieren Dampf beständig, senkrecht zum Luftstrom.

Siehe technische Studie "Reduzierung von Energieverbrauch, Luftstromerwärmung und Kondensatbildung" auf unserer Webseite **Education & Resources** bei www.drsteem.com (oder [hier anklicken](#)).

Zusammenfassung

Die Menge der vergeudeten Energie, Kesselchemikalien und Wasser aufgrund von Kondensat ist in vielen Dampfbefeuchtungsanwendungen enorm. Bis vor kurzem umfasste die typische Kondensatmanagementstrategie einen Bodenablauf.

Kondensatverlust kann eliminiert und kurze Absorptionsstrecken und Wassereinsparungen erzielt werden, dank eines Dampfverteilsystems mit zwei neuen Entwicklungen:

Wärmedämmte Verteilrohre für drucklose- und Druckdampfanwendungen mindern die Kondensatbildung und Luftstromerwärmung erheblich, was eine Reduzierung der Abwärme um bis zu 85% zur Folge hat.

Ein integrierter Wärmetauscher für Druckdampfanwendungen verdampft kondensierten Befeuchtungsdampf und führt Kondensat unter Druck zum Kessel zurück.

Nun bietet ein Dampfverteilsystem kurze Absorptionsstrecken, hohe Effizienz und Kondensatrücklauf unter Druck mit Null Wasserverlust.

Anmerkungen

- 1 E.M. Sterling, "Criteria for Human Exposure to Humidity in Occupied Building." ASHRAE Winter Meeting. 1985.
- 2 2007. "Two in a clean room." Rakon Limited. <http://www.flickr.com/photos/8879602@N07/1444516049/in/datetaken/>
- 3 "Methods of Storing Energy." C. Johnson. 2007. <http://mb-soft.com/public2/storing.html>.

DRI-STEEM[®]
Die Experten in Sachen Befeuchtung

Für weitere Informationen siehe unsere Webseite [Kesseldampf](http://www.drsteem.com) bei www.drsteem.com.

DRI-STEEM Corporation
Zertifiziert gemäß ISO 9001:2000

Europa-Niederlassung:
Marc Briers
Grote Hellekensstraat 54 b
B-3520 Zonhoven
Belgium
+3211823595 (Tel.)
+3211817948 (Fax)
E-Mail: marc.briers@drsteem.com

U.S. Hauptsitz:
14949 Technology Drive
Eden Prairie, MN 55344
800-328-4447 or 952-949-2415
952-229-3200 (fax)
sales@drsteem.com

DRI-STEEM ist ein eingetragenes Warenzeichen
von DRI-STEEM Corporation.

© 2008 DRI-STEEM Corporation

Weitere Informationen erhalten Sie von: