



Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

Seite 1 von 14

PRODUKT-/ANWENDUNGSINFORMATION



Wärmeträger



Elektrisch



Dampf

INHALTSÜBERSICHT

| | |
|--|--------|
| EINFÜHRUNG..... | 2 |
| METHODEN UND GESCHICHTE DER BEGLEITHEIZUNG | 2, 3 |
| ÜBERSICHT: WÄRMETRÄGERSYSTEME HEUTE..... | 3 |
| ÜBERSICHT: ELEKTRISCHE BEGLEITHEIZUNG HEUTE..... | 4 |
| ÜBERSICHT: DAMPF-BEGLEITHEIZUNGSSYSTEME HEUTE..... | 5-7 |
| ÜBERSICHT: FREIER DAMPF | 7 |
| EINIGE GRUNDVERGLEICHE | 8 |
| VORZÜGE DER WÄRMETRÄGERBEGLEITHEIZUNG..... | 8 |
| GRENZEN DER WÄRMETRÄGERBEGLEITHEIZUNG..... | 8 |
| VORZÜGE DER ELEKTRISCHEN BEGLEITHEIZUNG..... | 9 |
| GRENZEN DER ELEKTRISCHEN BEGLEITHEIZUNG..... | 9 |
| VORZÜGE DER DAMPFBEGLEITHEIZUNG..... | 9-10 |
| GRENZEN DER DAMPFBEGLEITHEIZUNG..... | 10-11 |
| ANALYSE DER BEGLEITHEIZUNGSSYSTEME:..... | 11-14 |
| 1. Die spezifischen Anwendungsbereiche..... | 11 |
| 2. Die funktionelle Leistung des Begleitheizungssystems..... | 12 |
| 3. Energieverbrauch des Begleitheizungs-/Rohrsystems..... | 12 |
| • Isolationssystem..... | 12 |
| • Begleitheizungs-Temperatursteuerung | 12 |
| • Die Hitzequelle..... | 12, 13 |
| 4. Installationskosten eines Begleitheizungssystems:..... | 13 |
| • Komplexität der Rohrleitung | 13 |
| • Temperaturhaltung/-kontrolle | 13 |
| • Bereichsklassifizierung | 13 |
| ZUSAMMENFASSUNG..... | 14 |
| Fußnoten und Quellenangaben..... | 14 |



THERMON . . . Die Begleitheizungsspezialisten®

www.thermon.com Formular PAF0036G-0803 © Thermon Manufacturing Co. Kann ohne vorherige Ankündigung geändert werden.



Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

Seite 2 von 14

EINLEITUNG

Angesichts der Tatsache, dass jedes der Systeme die erforderliche Funktion erfüllen kann, spielen die unterschiedlichen Kosten der verschiedenen Begleitheizungsmethoden bei der Auswahl eines Heizsystems für Rohre und Ausrüstung von Anlagen durchaus eine Rolle. Heutzutage sind allerdings unter Umständen die langfristige Energieeffizienz und die Reduzierung der Kohlenwasserstoffverschmutzung die entscheidenden Aspekte bei der Wahl der Anlagenausstattung, einschließlich Begleitheizungssystemen. Stromersparnisse und die Reduktion von Treibgasemissionen (THG) gehen Hand in Hand. Wenn der Stromverbrauch steigt, nehmen auch die THG-Emissionen zu. Inzwischen haben die meisten Länder der Welt Zielvorgaben für ihre Energie- und THG-Emissionen festgelegt. In den USA führten konzentrierte Bemühungen zur Einschränkung eines übermäßigen Energieverbrauchs zu einer Zusammenarbeit zwischen dem Department of Energy (DOE) und dem Office of Industrial Technology (OIT) mit der US-amerikanischen Industrie. Diese Zusammenarbeit konzentrierte sich auf die Umsetzung von drei wesentlichen Zielen: (1) Verringerung des Verbrauchs von Rohstoffen und nichterneuerbarer Energie je Produktionseinheit (2) Steigerung der Arbeits- und Kapitalproduktivität (3) Reduktion von Abfall und Schadstoffausstoß.

In den meisten Ländern tragen industrielle Anwender von Dampf deutlich zur Stromverschwendung bei. Allein in den USA könnten durch kosteneffiziente Verbesserungen an der Energieeffizienz industrieller Dampfsysteme schätzungsweise 2,8 Quads (2.800 Milliarden BTU) an Energie eingespart werden.²

In den meisten Anlagen dient Dampf dazu, Turbinen anzutreiben, die Generatoren für die Stromerzeugung betreiben, Pumpen und andere Geräte zu betreiben oder Prozesswärme für Wärmetauscher und Reaktoren zu erzeugen.

Begleitheizungssysteme werden im Rahmen von Überlegungen zu Stromersparnissen oftmals nicht einmal aufgeführt. Wenn man sich jedoch vor Augen führt, wie viele Meter (Fuß) an Begleitheizung in typischen Raffinerien oder Chemiestandorten zum Einsatz kommen, so kommt man zu dem Schluss, dass sie ein immenses Potenzial zur Reduktion von Energieverbrauch und Kohlenwasserstoffverschmutzung aufweisen.³

Wenn von Begleitheizungssystemen die Rede ist, kommt oft die Frage auf: „Welches Begleitheizungssystem ist am wirtschaftlichsten - Dampf, Strom oder Flüssigkeit? M.A. Luke und 2

C.C. Miserles trafen in einem Artikel aus dem Jahr 1977 folgende Aussage zum Thema Auswahl von Begleitheizung, die bis heute Gültigkeit besitzt:

„Auf die Frage zur Auswahl der Begleitheizung gibt es keine definitive Antwort. Trifft man Empfehlungen allein auf Grundlage von Industriedurchschnitten oder geschätzten Parametern, so wird man eine bestimmte Situation in den

meisten Fällen falsch einschätzen. Wenn man sich für wichtige neue Entscheidungen auf vergangene Analysen verlässt, so übersieht man unter Umständen jüngste Entwicklungen oder sich ändernde Variablen. Und wenn man entscheidende Faktoren, wie die Fähigkeit des Betriebs- und Wartungspersonals, das System zu verstehen und angemessen zu betreiben, außer Acht lässt, so kann das katastrophale Folgen haben.“⁴

Wie die Autoren vorausgesagt hatten, gab es seit der Veröffentlichung ihres Artikels im Jahr 1977 viele neue und wichtige Entwicklungen im Bereich der Begleitheizungstechnologie.

BEGLEITHEIZUNGS-METHODEN

Geschichte

Seit Anfang des 20. Jahrhunderts war die Dampfbegleitheizung die wesentliche Methode, um Materialien wie Petroleumrückstände, Teer und Wachs in Pipelines und Geräten in der Mineralöl- und Chemieindustrie fließfähig zu halten. Für Temperaturen, die für eine praktische Anwendung von Dampfbegleitheizungen zu hoch waren, verwendete man häufig Mineralöle als flüssige Wärmeträger. Mineralöle konnten für Temperaturen bis zu 316 °C (600 °F) eingesetzt werden. Sattdampf würde bei einer solchen Temperatur einen Druck von 107,0 bar g (1.549 psig).⁵

Nach dem Zweiten Weltkrieg wuchsen die Mineralöl- und Chemieindustrie an, während zahlreiche neue Produkte entwickelt wurden, um die Wünsche und Bedürfnisse einer Gesellschaft zu befriedigen, die gerade erst aus der großen Wirtschaftskrise kam. Viele der Rohstoffe für diese neuen Produkte mussten bei Temperaturen unter 66 °C (150 °F) und innerhalb einer schmalen Temperaturspanne gehalten werden, um die Qualität des Endprodukts zu gewährleisten. Die „blanke“ Dampfbegleitheizung dieser Zeit konnte diesen Anforderungen immer wieder nicht gerecht werden. Wärmeleitemente wurden in den frühen 1950er Jahren entwickelt, sollten aber die Begleitheizungsrate von Dampfbegleitheizungen steigern und nicht reduzieren. Allein die Schwankungen in der Umgebungstemperatur waren oftmals zu groß, um eine zufriedenstellende Kontrolle mittels eines blanken Dampfbegleitheizungssystems gewährleisten zu können. Verschiedene Methoden wurden ausprobiert, um die vom blanken Heizrohr abgegebene Wärmemenge zu reduzieren, nachdem Dampfdruck/Temperatur auf eine praktikable Mindestmenge gesetzt worden waren. Eine bestand darin, ein blankes Heizrohr über der Rohrleitung aufzuhängen und zu versuchen, zwischen den Abstandshaltern eine Luftlücke freizulassen. Dieses System war problembehaftet. Die Abstandshalter ließen sich nur schwer an ihrem Platz halten und waren daher nur mit großem Arbeits- und Zeitaufwand zu installieren. Aufgrund der natürlichen Ausdehnung und Kontraktion des Beheizungsrohrs rutschten sie regelmäßig aus ihrem Platz

PRODUKT-/ANWENDUNGSINFORMATION



THERMON . . . Die Begleitheizungsspezialisten®

www.thermon.com

heraus. Das Problem dieses Systems waren unvorhersehbare Wärmeleitraten, heiße Stellen und hohe Installationskosten.

In dieser Ära neigten die Anlagenbauer dazu, dort wo es möglich war Wärmeleitmethoden einzusetzen (Glykole und warme Öle), da es damit leichter war, den Fluss zu regulieren, um die erforderliche Haltetemperatur zu erreichen, allerdings kam es dabei aufgrund von unpassenden Anschlüssen regelmäßig zu Problemen mit Leckage. Ebenfalls Anfang des 20. Jahrhunderts wurden elektrische Widerstandsheizungen entwickelt, und einige Arten davon wurden für die Rohrleitungsheizung angepasst. Ihr Einsatz war allerdings gering, da sie aufgrund überhöhter Manteltemperaturen bei hohen Wattzahlen dazu neigten durchzubrennen. 5 Darüber hinaus waren Anschlüsse und Verbindungen Schwachstellen dieses Systems. In den 1950ern begann man, ernsthaft mit haltbareren elektrischen Heizmethoden zu experimentieren, die sich an eine automatische Temperaturregelung anpassen lassen würden. Diese Bestrebungen führen zu klaren Verbesserungen und schon in den 1960er-Jahren stellte elektrische Begleitheizung eine ernsthafte Konkurrenz zu Dampf- und Wärmeträgermethoden für die Beheizung von Rohrleitungen und Geräten in Prozessanlagen dar.

ÜBERSICHT: WÄRMETRÄGERSYSTEME HEUTE

Die Kontrollmethoden für Begleitheizungen mit Wärmeübertragungsflüssigkeiten sind heute ausgefeilter als je zuvor. Abbildung 1 zeigt eine Mikroprozessorkontrolleinheit (Sterling, Inc. www.sterlco.com) mit „Fuzzy-Logik“, die extrem genau funktioniert. Eine große Bandbreite von Wärmeübertragungsflüssigkeiten für Hoch- oder Niedrigtemperaturanwendungen stehen zur Verfügung. Es gibt tragbare und stationäre Begleitheizungs- oder Kühlgeräte. Für Heizanwendungen wird die Temperatur der Wärmeübertragungsflüssigkeit mittels Strom, Dampf oder Treibstoff

angehoben. Je nach Art des Heizgeräts und des Kontrollplans können Kompletteräte zur Flüssigwärmeübertragung mit einer Mikroprozessorsteuerung ausgestattet werden, um einen zuverlässigen, sicheren und genauen Betrieb zu gewährleisten. Die derzeit verfügbaren leckdichten Rohrverbindungen verhindern den kostspieligen und mitunter gefährlichen Flüssigkeitsverlust und machen halbsteife Rohre zu einem perfekten Medium für eine Begleitheizung mit Wärmeleitflüssigkeiten. Rohrverbindungen können manuell oder automatisch verschweißt werden, falls die Druckwerte mit den Berechnungen für ANSI B31.1 konform sein müssen. Die Rohre lassen sich für Ventile und Pumpen problemlos zu Winkelstücken formen, biegen oder zu Schleifen drehen. Begleitheizungen mit Wärmeleitsegmenten bieten eine gleichmäßige Temperaturverteilung die komplette Rohrleitung entlang, selbst für Kühlanwendungen. Darüber hinaus ermöglichen sie den Einsatz von Flüssigkeiten mit geringerer Temperatur (im Gegensatz zu blanken Leitungen) für Wärmeanwendungen, da der Wärmeleitkoeffizient deutlich besser ist. Abbildung 2 zeigt ein typisches Flüssig-Begleitheizungssystem mit Dampf.

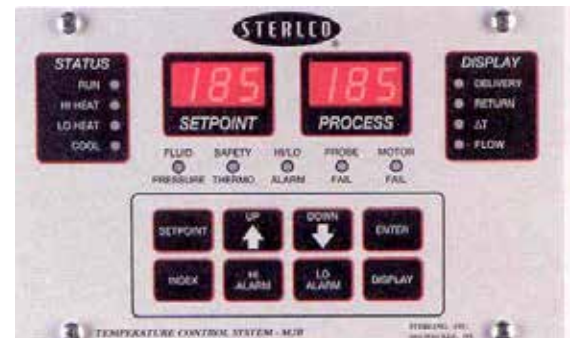
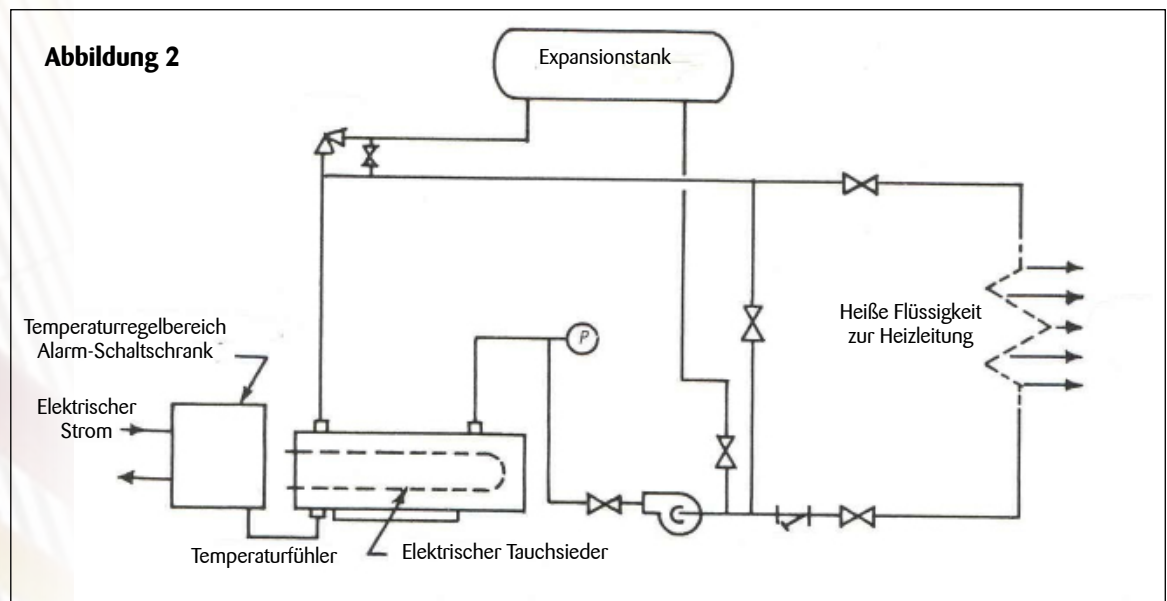


Abbildung 1





Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

Seite 4 von 14

ÜBERSICHT: ELEKTRISCHE BEGLEITHEIZUNG HEUTE

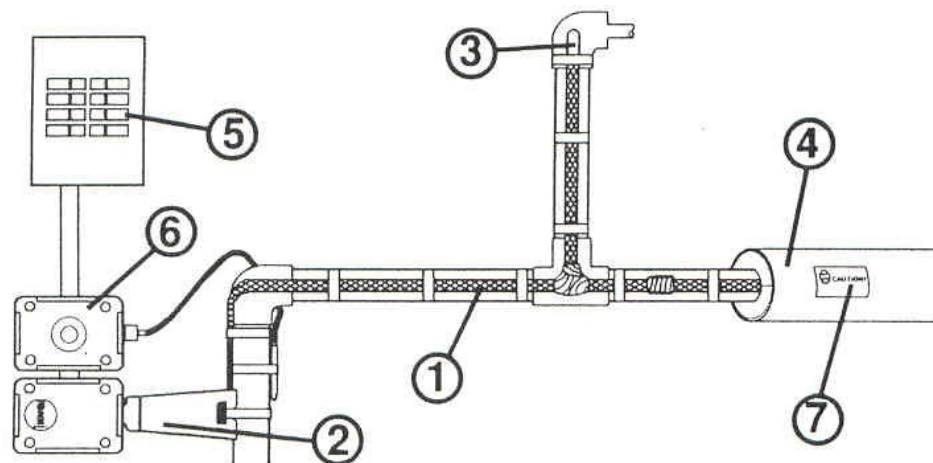
Moderne elektrische Begleitheizungssysteme haben gegenüber den alten Begleitheizungen mit elektrischen Widerständen extrem geringe Ausfallraten; dies liegt an den technischen Fortschritten und den Anforderungen im Hinblick auf Industriestandards, die eingehalten werden müssen, um sich als Zulieferer am heutigen Markt behaupten zu können. Kontrollen auf Mikroprozessorbasis können Rohrtemperaturen innerhalb extrem enger Grenzen halten. Hochmoderne Hochtemperatur-Polymere und Verarbeitungsmethoden haben zur Entwicklung neuer und verbesserter flexibler selbstregulierender und leistungsbegrenzender Heizkabel geführt. Mit diesen flexiblen Heizgeräten lassen sich Rohrleitungstemperaturen im Bereich von ca. 149 °C (300 °F) halten, wo früher Dampf-, Wärmeleit- oder mit Kupfer ummantelte mineralisierte Heizkabel zum Einsatz gekommen wären. Die Entwicklung von Hochtemperatur-Metalllegierungen eröffnete eine Möglichkeit, um die Temperaturhaltungswerte der halbsteifen, mineralisierten, elektrischen Heizkabel auf bis zu 500 °C (932 °F) zu steigern, mit zu erwartenden Temperaturen bis zu 593 ° (1.100 °F). Siehe Abbildung 3 und 4 für typische elektrische Begleitheizungssysteme und Steuereinheiten auf Mikroprozessor-Basis.



Abbildung 4

Überwachungs- und Kontrolleinheiten auf Mikroprozessorbasis für elektrische Heizleitungssysteme – Kontrollband programmierbar in Schritten von 1 Grad.

Abbildung 3



- 1 Elektrisches Begleitheizungskabel
- 2 Versorgungsspannungs-Anschluss
- 3 Heizkreisabschluss
- 4 Thermische Isolierung und Wetterschutz
- 5 Zweigleitungsschutzvorrichtung
- 6 Steuergerät
- 7 Warnhinweis

PRODUKT-/ANWENDUNGSGESAMTINFORMATION



THERMON . . . Die Begleitheizungsspezialisten®

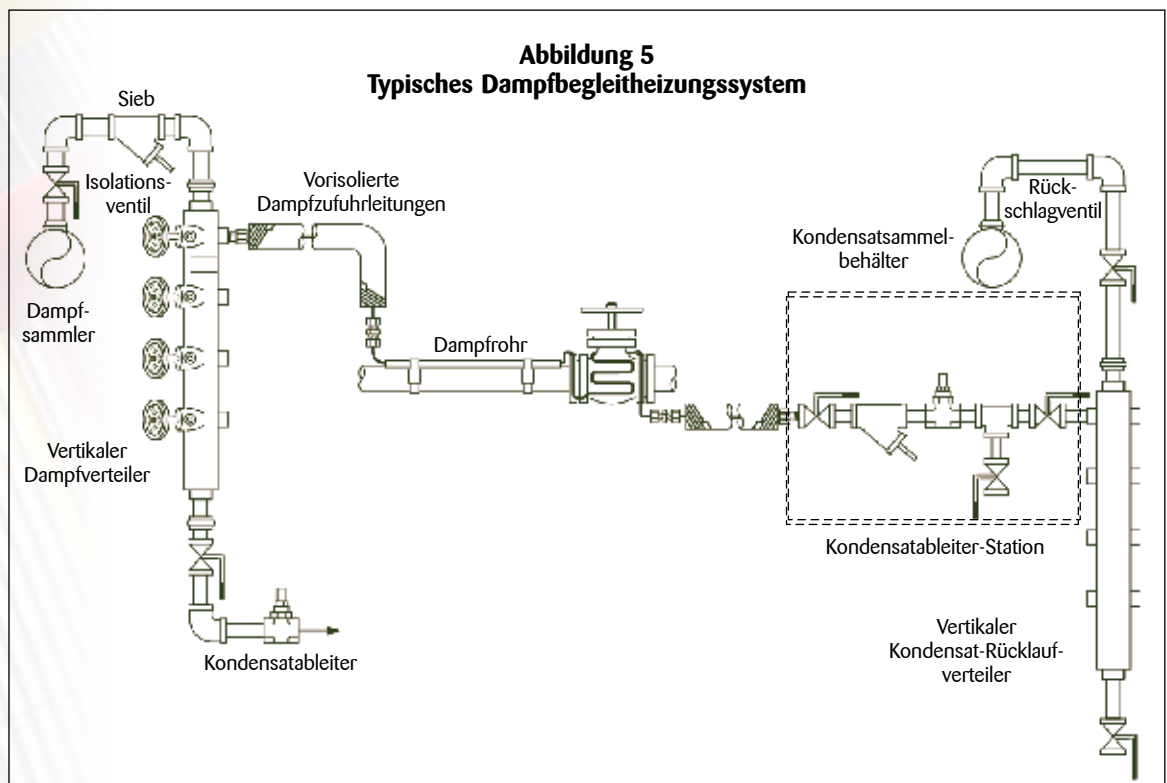
www.thermon.com

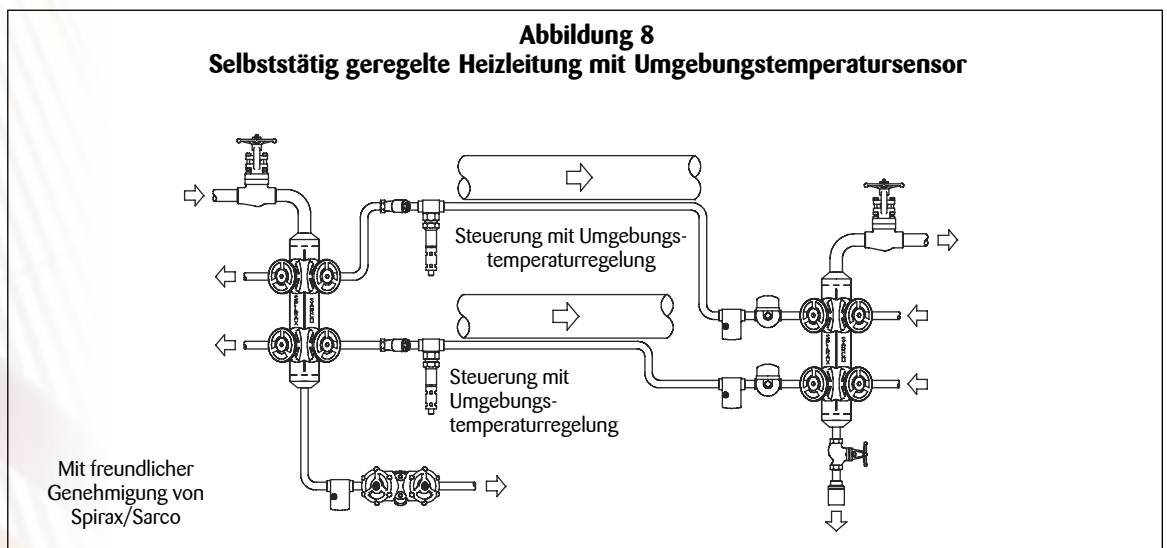
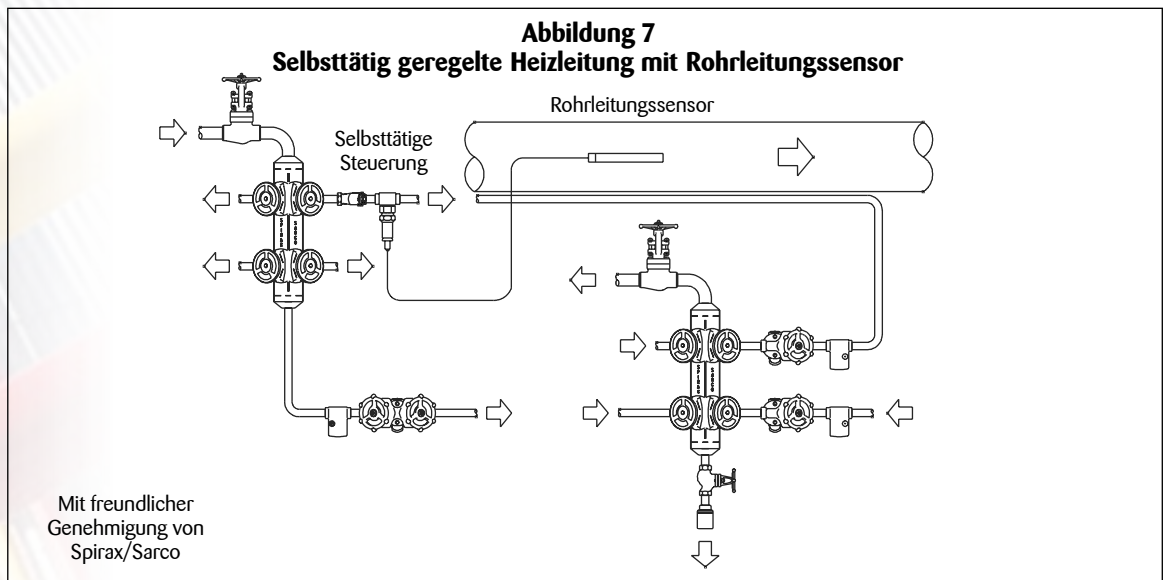
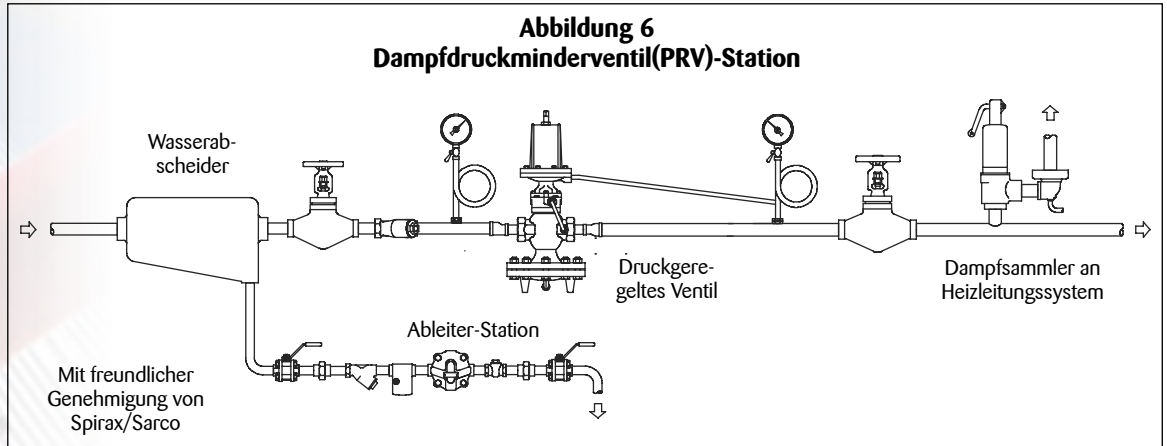
ÜBERSICHT: DAMPFBEGLEITHEIZUNG HEUTE

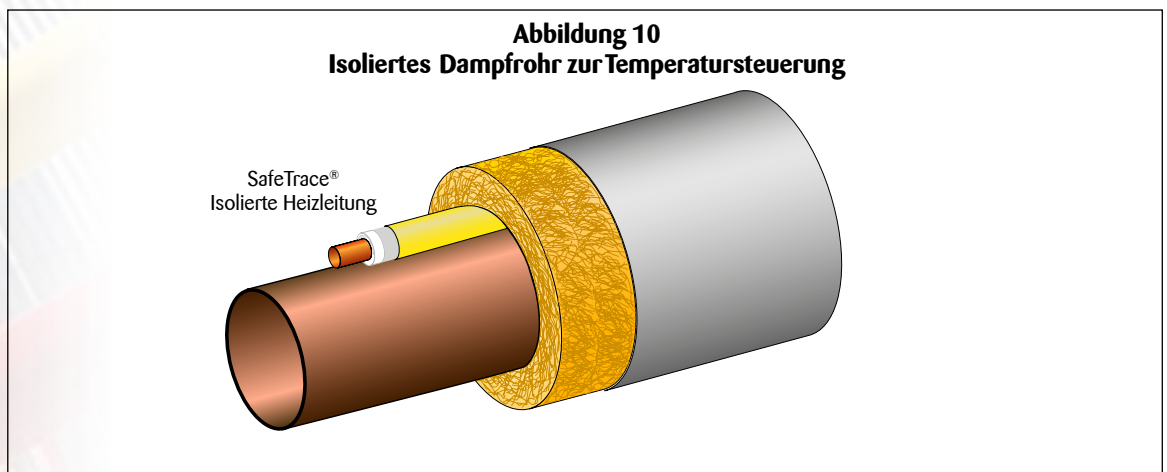
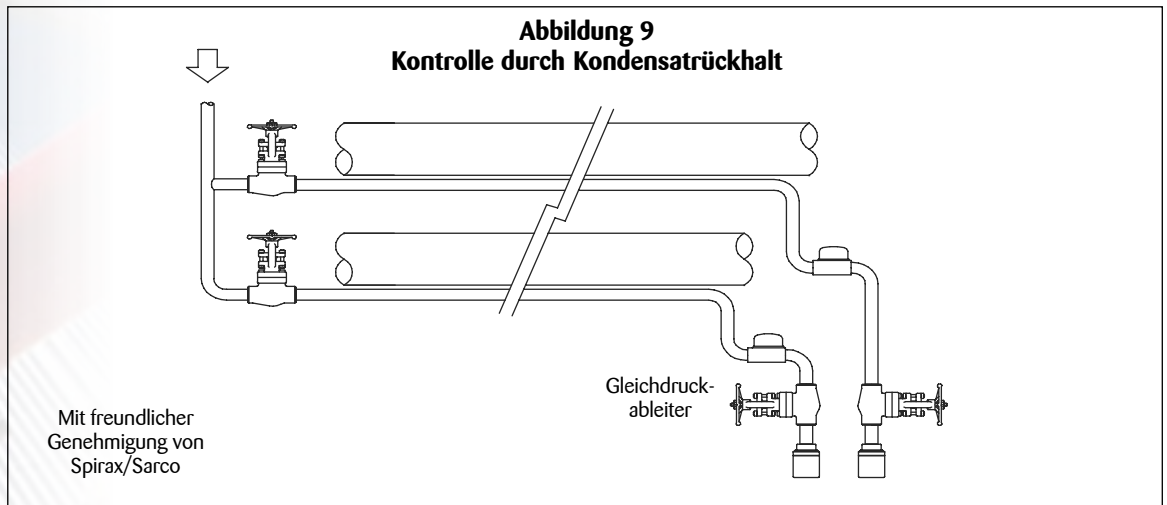
Heutzutage gibt es eine breite Palette von Methoden zur Dampfbegleitheizung. Es wurden neue werksgefertigte isolierte Dampfrohre entwickelt, die eine Reihe von Wärmeübergangsraten abdecken – für niedrige bis mittlere Temperatursteuerung sowie verbesserte Sicherheit. Wo Niederdruckdampf zur Verfügung steht, können diese Heizleitungen dazu eingesetzt werden, Materialien wie Natronlauge, Harze, Säuren und Wasserrohre zu beheizen, die zuvor nicht mit einer blanken Dampfbegleitheizung beheizt werden konnten, da die überschüssige Wärme zu Korrosion, Verdunsten oder „nicht-konformen“ Produkten geführt hätte. Isolierte Heizleitungen lassen sich ebenfalls für die Temperatursteuerung einsetzen, wo höherer Dampfdruck verfügbar ist, anstatt druckreduzierenden Ventile einzubauen. Für den Hochtemperaturbereich lässt sich in modernen „Konduktions“-Heizleitungssystemen Dampf als Wärmeleitmedium einsetzen, wo Wärmeleitement über der Heizleitung installiert wird und mit einem Stahlmantel zum „Überstreifen“ abgedeckt wird, um einen permanenten

und optimalen Kontakt zur Oberfläche der Rohrleitung zu gewährleisten. Eine Konduktions-Heizleitung liefert ebenso viel Hitze wie drei bis sechs blanken Heizleitungen und kann zum Aufheizen verwendet werden. Abbildung 5 zeigt ein typisches Dampfbegleitheizungs-System. Meist wird eine Dampfbegleitheizung in „Freilauf“-Systemen eingesetzt, wo die einzige Kontrollmethode darin besteht, den Dampf mit Ventilen zu regulieren, wie in Abbildung 6 dargestellt. Es stehen jedoch zahlreiche Kontrollmethoden zur Verfügung, Abbildung 7 und 8 zeigen Anschlussmethoden zur Rohrleitungskontrolle und zur Umgebungstemperaturregelung im Detail. Abbildung 9 zeigt eine Kontrolle durch ausgewogene Druckableiter, die Kondensat zurückhalten; Abbildung 10 zeigt eine isolierte Heizleitung, die dazu eingesetzt wird, die Temperatur einer beheizten Rohrleitung niedriger zu halten als bei einer konventionellen blanken Heizleitung, indem die Wärmeübertragungsrate von der Heizleitung zum Rohr verringert wird.

Abbildung 5
Typisches Dampfbegleitheizungssystem

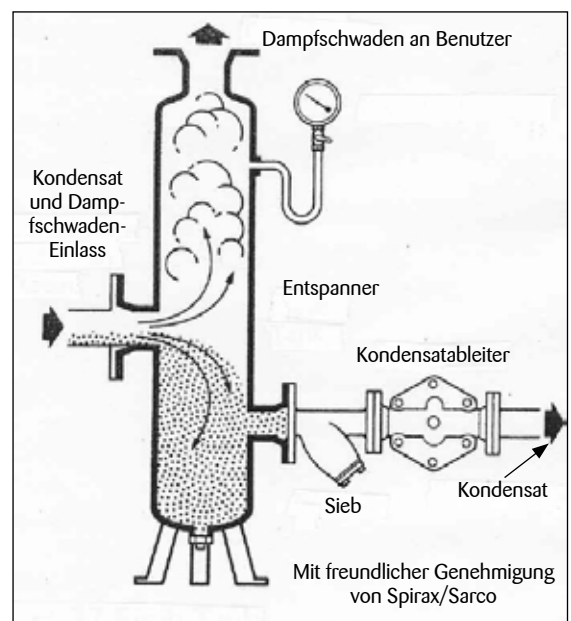






ÜBERSICHT: FREIER DAMPF

Heizleitungskreisläufe können regelmäßig Dampfschwaden von heißem Kondensat bzw. Dampf aus Resthitzeboilern oder aus exothermen Prozessen verwenden. Die Energie aus solchen Quellen wird oft auch als „freier Dampf“ bezeichnet. Allerdings benötigt man Flammbehälter (S. Fig. 11), Wärmerückgewinnungsgeräte und verschiedene Zusatzgeräte, um diesen Dampf zu kontrollieren und zu transportieren. Ausrüstung und Wartungsdienste verursachen Kosten. Allerdings wird für die Produktion dieses Dampfes kein zusätzlicher Treibstoff verbraucht; insofern ist es eine kostengünstige Energiequelle und wird oftmals als „freier Dampf“ bezeichnet.





Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

Seite 8 von 14

EINIGE GRUNDLEGENDE VERGLEICHE

Es folgt ein Abriss der relativen Vorzüge und Einschränkungen der einzelnen Systeme in verschiedenen Anwendungen.

VORTEILE VON WÄRMETRÄGERHEIZROHREN

- Heutzutage gibt es eine Vielzahl flüssiger Wärmeträger für eine Breite Palette von Heiz- oder Kühlanwendungen. Für niedrige bis mittlere Temperaturen wird häufig Wasser eingesetzt, aufgrund seiner einfachen Verfügbarkeit, thermischen Stabilität und Wärmetransferfähigkeit. AROMATE können bei Temperaturen von 320 °C bis 400 °C (608 °F bis 752 °F) verwendet werden, FLÜSSIGKEITEN AUF SILIKONBASIS bis ca. 400 °C (750 °F) sowie für Prozesskühlung. KOHLENWASSERSTOFFE oder Mineralöle werden seit Jahren eingesetzt und funktionieren im Allgemeinen bei Temperaturen bis zu 321 °C (610 °F).⁶
- Wärmeträgerbegleitheizung eignet sich für Anwendungen, die eine relativ exakte Temperatursteuerung benötigen. Wärmeleitzemente werden zum Heizen und Kühlen empfohlen, da diese Materialien einen höheren Hochtemperatur-Übertragungskoeffizienten und positiven Kontakt zwischen der Flüssigkeits-Heizleitung und der zu beheizenden oder zu kühlenden Prozessleitung bieten. Die verbesserte Wärmeübertragungsrate und der bessere Kontakt bieten eine gleichmäßige Temperaturverteilung über die gesamte Rohrleitung.
- Wärmeträgerbegleitheizungssysteme können für den Einsatz in Gefahrenzonen konzipiert werden.
- Die meisten thermalen Flüssigkeiten sind weniger anfällig für ein Einfrieren oder Platzen der Heizleitung oder der Gerätschaften bei Stillstand als das bei Kondensat von einem Dampfbegleitheizungssystem der Fall ist, wenn Außentemperaturen von weniger als -29 °C (-20 °F) herrschen.
- Eine „perfekte“ thermale Flüssigkeit besitzt folgende Charakteristika: ⁶
 - Thermale Stabilität: Nach wiederholten Heiz- und Kühlzyklen sollte es nicht zu ernsthaften Änderungen in der chemischen Zusammensetzung kommen.
 - Eigensicherheit: Sollte unter normalen Betriebsbedingungen keine extreme Brand- oder Explosionsgefahr beinhalten. Vor der Auswahl sind Eigenschaften wie Siede- oder Brennpunkt zu berücksichtigen. Die meisten Wärmeträger können bei Temperaturen über den entsprechenden Werten benutzt werden, da Lecks normalerweise nur geringfügige Mengen entweichen lassen, wodurch sich das Potenzial für den Kontakt mit

Zündquellen verringert. Ein Wärmeträger sollte nie über seinem atmosphärischen Siedepunkt verwendet werden, da sonst die Gefahr von Dampfexplosionen in der Nähe von Lecks besteht.

- Chemische Sicherheit: Zufälliger Kontakt sollte für das Personal keine Gefahr darstellen.
- Niedrige Viskosität bei Umgebungstemperatur: Flüssigkeiten mit hoher Viskosität sind kompliziert beim hochfahren eines kalten Systems.
- Geringer Dampfdruck bei Betriebstemperatur: Niedriger Dampfdruck eliminiert den Bedarf daran, das komplette System unter Druck zu setzen, um Pumpenkavitation zu verhindern.
- Gute physikalische Eigenschaften: Der Wärmeübertragungskoeffizient ist direkt proportional zur spezifischen Wärme (C_p), der Dichte (ρ) und der Wärmeleitfähigkeit (k) und umgekehrt proportional zur Viskosität (μ).

GRENZEN VON WÄRMETRÄGERHEIZROHREN

- Flüssige Wärmeträger haben normalerweise eine niedrige Wärmekapazität, vor allem im Vergleich zur Dampfbegleitheizung. Eine Rohrleitung benötigt unter Umständen mehrere Heizleitungen mit Flüssigkeiten für dieselbe Wärmeleistung wie ein Dampfbegleitheizungssystem.
- Ein thermales Heizleitungssystem für Flüssigkeiten erfordert mehrere Leitungskreisläufe, um Sinn zu ergeben. Die Vorrichtung zur Flüssigkeitsverarbeitung besteht aus einem Ausdehnungsgefäß und einer Haltedruckhöhe für die Pumpe, einer Umwälzpumpe, die den flüssigen Wärmeträger im Umlauf hält, eine Heizeinheit, die die Flüssigkeit bis zur gewünschten Temperatur erhitzt und nach dem Rückfluss aus den Heizleitungen wiedererwärmt, sowie eine Möglichkeit zur Fluss-/Temperatursteuerung, um die nötigen Temperaturen für den thermalen Fluss in den Rohrleitungen aufrechtzuerhalten.
- Die Durchflussbegrenzung von Flüssig-Begleitheizungssystemen ermöglicht eine geringere Länge der Heizleitungskreise im Vergleich zu Dampf- oder elektrischen Begleitheizungssystemen.
- Bei sämtlichen Flüssig-Begleitheizungssystemen sind die möglichen Umweltschäden infolge von Lecks oder Unfällen zu berücksichtigen. Flüssigkeiten auf Kohlenwasserstoffbasis können sich bei höheren Temperaturen im Falle von Lecks im System verflüchtigen.
- Auch die Anschaffungs- und Austauschkosten sind ein Faktor, da einige der Flüssigkeiten sehr kostspielig sind:

PRODUKT-/ANWENDUNGSSINFORMATION



THERMON . . . Die Begleitheizungsspezialisten®

www.thermon.com



Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

Seite 9 von 14

VORTEILE EINER ELEKTRISCHEN BEGLEITHEIZUNG

- Die meisten Industriestandorte haben elektrischen Strom verfügbar.
- Eine Vielzahl von Typen und Methoden von elektrischen Heizleitungen können für die Wahrung einer Reihe von Temperaturen für Prozessrohre und dazugehörige Geräte verwendet werden. Die elektrische Ausgangsleistung lässt sich von Frostschutzanwendungen mit sehr niedrigen Temperaturen bis hin zu Haltetemperaturen bis zu 500 °C (932 °F) anpassen, durch Auswahl der Heizgeräte und den Einsatz von Designvariablen wie z. B. Stromspannung.
- Durch den Einsatz verschiedener Arten von Heizkabeln oder Begleitheizungssystemen mit Skin-Effekt lassen sich kurze Rohrstücke oder auch lange Rohrleitungen im Bereich bis 25 km (15 Meilen) heizen.
- Eine elektrische Begleitheizung empfiehlt sich wegen der Fähigkeit, sehr geringe Wärme zu liefern, für nichtmetallische und beschichtete Rohrleitungen und Prozessausstattung.
- Eine elektrische Begleitheizung wird oft für den Einsatz mit temperatursensitiven Produkten empfohlen, die innerhalb eines schmalen Temperaturbereichs gehalten werden müssen. Sie lässt sich problemlos mit Temperatursteuerungsgeräten ausstatten und kann so präzise eine konsistente Temperatur halten, um Prozesstemperaturen innerhalb der vorgesehenen Werte zu halten und Strom zu sparen.
- Da bei der elektrischen Begleitheizung keine Flüssigkeit übertragen wird, werden keine Anschlüsse oder Ableiter benötigt, die Energieverluste verursachen oder regelmäßige Wartung erfordern würden. Dies vereinfacht die Installation und verringert die Betriebs- und Wartungskosten.
- Im Verlauf ihres Bestehens hat sich die elektrische Begleitheizung als sichere Wahl für die Beheizung von Prozessrohren und -geräten erwiesen. Hohe Industriestandards und Tests durch Zulassungsbehörden gewährleisten die Eignung für den vorgesehenen Nutzen.

GRENZEN DER ELEKTRISCHEN BEGLEITHEIZUNG

- Für Temperaturhaltungszwecke ist die Aufwärm- oder Abkühlzeit der elektrischen Begleitheizung oftmals zu langsam, als dass nach einem Stromausfall oder einer Stilllegung des Werks der Betrieb schnell genug wieder in Gang kommen könnte.

- Wie zuvor besprochen, lässt sich elektrische Begleitheizung für den sicheren Betrieb in Gefahrenzonen einrichten und hat eine gute Erfolgsbilanz bei derartigen Anwendungsbereichen; sie hat allerdings das Potenzial für Funkenbildung, was zu Bränden oder Explosionen führen könnte, falls die Atmosphäre in der Nähe der Heizleitung entzündliche Materialien aufweist.
- Der Strom für die Heizleitung kann deutlich mehr pro Btu kosten als bei Dampf, vor allem in Dingen, wenn „Dampfschwaden“ oder Dampf aus exothermen Prozessen für die Dampfbegleitheizung eingesetzt werden kann. Wenn das Werk über eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage verfügt, ist der Kostenunterschied zwischen Strom und Dampf zwar noch vorhanden, aber viel geringer.

VORTEILE DER DAMPFBEGLEITHEIZUNG

- Die Dampfbegleitheizung wird normalerweise in Anlagen eingesetzt, in denen Dampf als Nebenprodukt der Kondensation („Dampfschwaden“) oder bei exothermen Prozessen anfällt. In diesen Fällen kostet Elektrizität deutlich mehr als Dampf. Dampf aus diesen Quellen wird oftmals (unzutreffend) als „freier Dampf“ bezeichnet. Wie zuvor erwähnt, bringt er geringe Bearbeitungskosten mit sich, auch wenn kein zusätzlicher Treibstoff verbraucht wird.
- Dampf eignet sich hervorragend fürs Aufheizen, da die höchsten Wärmeübertragungsraten sich dort erzielen lassen, wo der Temperaturunterschied zwischen Dampfbegleitheizung und Kühlungsrohrleitung oder -Geräten am größten ist. Beim Aufheizen kondensiert der Dampf schnell und setzt durch den großen Temperaturunterschied zwischen der kalten Rohrleitung (oder Geräten) und dem Dampfrohr eine große Menge latenter Wärmeenergie frei. Wenn die Prozessgeräte sich erwärmen, führt der allmähliche Temperaturanstieg zu einem damit einhergehenden Anstieg in der Dampfkondensationsrate, bis sich schließlich ein Gleichgewicht einstellt. Der große Latenzwärmeanteil des Dampfes macht diesen zu einem hervorragenden Medium für das Hochfahren nach einer Anlagenabschaltung. Pipelines, die zwischendurch als Tankterminals zum Transport von Schwefel, Asphalt oder anderen schweren Kohlenwasserstoffmaterialien verwendet werden, benötigen Dampf für ein schnelles Aufheizen und die Temperaturhaltung, nachdem das System im Gleichgewicht ist. Wenn das System im Gleichgewicht ist, entspricht die vom Dampfbegleitheizungssystem bereitgestellte Wärme der Wärme,

PRODUKT-/ANWENDUNGSGESAMTINFORMATION



THERMON . . . Die Begleitheizungsspezialisten®

www.thermon.com



Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

Seite 10 von 14

die durch die Wärmeisolierung um Heizleitung und Rohr an die Atmosphäre abgegeben wird.

- Die Dampfbegleitheizung ist grundsätzlich sicher und kann in Gefahrenzonen der Bereiche 1 (und Zone 0) verwendet werden, in denen elektrische Heizleitungskreise aus Sicherheitsgründen starken Einschränkungen unterliegen (oder komplett verboten sind). API Publication 2216, zweite Ausgabe, Januar 1991 legt dar: „Die Entzündung von zufällig in die Atmosphäre abgegebenen Kohlenwasserstoffen kann zu verheerenden Bränden führen. Heiße Oberfläche in Bereichen, wo Kohlenwasserstoffdampf austritt, gelten häufig als Zündquelle; allerdings müssen heiße Oberflächen selbst bei Temperaturen, die über der veröffentlichten und allgemein verbindlichen Zündtemperatur des Kohlenwasserstoffs liegen, die entzündliche Mischung nicht unbedingt in Brand setzen. --- Als Faustregel sollte man nicht von einer Entzündung durch eine heiße Oberfläche im Freien ausgehen, außer die Oberflächentemperatur liegt über 200 °C (360 °F) der geltenden minimalen Zündtemperatur.“ Im Allgemeinen überschreitet der für Heizleitungsanwendungen bereitgestellte Dampf nicht die oben angegebenen Temperaturgrenzen für die meisten Kohlenwasserstoffe. Darüber hinaus werden die meisten Dampfversorgungsleitungen heutzutage mit Wärmeisolierung überzogen, um den Wärmeverlust zu reduzieren und Verletzungen des Personals zu vermindern, indem die Isolierungsoberfläche für den persönlichen Schutz bei einer Höchsttemperatur von 60 °C (140 °F) oder weniger gehalten wird.
- Die Temperatur von Dampfbegleitheizungskreisen kann gesteuert werden durch:
 - Dampfreduzierende Ventile, die den Dampfdruck und damit die Dampftemperatur variieren.
 - Isolierte Heizleitungen, die einen Pfad mit geringer Leitfähigkeit bieten, um Temperaturen zu reduzieren und die Energie für Leitungen mit Materialien wie Amin, Ätzmittel, Harze, Wasser, Abwasser zu sparen oder für das Halten der Rohrleitungstemperatur mit Dampf bei 10,3 barg bis 17,2 barg (150 psig bis 250 psig), ohne Bedarf an druckmindernden Ventilen, die bei blanken Heizleitungen erforderlich sein könnten, um die Wärmeabgabe in Grenzen zu halten.
 - Selbsttätige Kontrollventile mit Sensoren, die auf die Lufttemperatur der Umgebung oder die Temperatur im Prozessrohr reagieren.
 - Festtemperatur-Kondensatableiter oder ausgewogene Dampfableiter, die auf die

Kondensattemperatur reagieren und eine Vor-Abkühlung des Kondensats in der Heizleitung ermöglichen, ehe es abgeleitet wird.

- Thermostatgesteuerte Magnetventile, die einen Aus/An-Betrieb ermöglichen. Der Thermostat dient nur als Pilot und die Aus-An-Kontrolle bietet den Heizleitungskreis und nutzt dabei alle Vorteile des Heizmediums beim Hochfahren.
- Das Kondensat aus der Dampfbegleitheizung lässt sich zur Wiedererwärmung rückführen und im Boiler eingesetzt werden, da es als „sauberes Kondensat“ gilt. Kondensat aus Wärmeaustauschern und ummantelten Geräten gilt allerdings nicht als sauber, da die Möglichkeit einer Kreuzkontamination mit den Prozessflüssigkeiten besteht.
- Dampf ist einfach und zuverlässig. Es ist eine konstante Energiequelle und fließt selbsttätig. Wenn Dampf in der Heizleitung zu gesättigtem Wasser kondensiert, wird dabei volumetrischer Raum frei, der sich unter Druck fortwährend mit Dampf füllt. Dieser fortlaufende Prozess hält den Dampf im Fluss, solange das System in Betrieb ist.

GRENZEN DER DAMPFBEGLEITHEIZUNG

- Dampfbegleitheizung empfiehlt sich im Allgemeinen nicht für den Einsatz mit nichtmetallischen oder beschichteten Rohrleitungen und Behältern, auch wenn moderne isolierte Heizleitungen in einigen Fällen in Frage kommen können.
- Dampfrohre benötigen Übergänge, an denen Lecks auftreten können. Moderne, präzise produzierte Kompressionsübergänge können jedoch bei einer korrekten Installation eine lecksichere Verbindung darstellen.
- Jeder Zyklus eines Glockenkondensatableiters oder eines thermodynamischen Ableiters verwendet eine gewisse Menge Dampf, um seine Funktion auszuführen. In thermostatischen Ableitern tritt außerdem aufgrund einer kleinen Zeitverzögerung beim Schließen des Ventils ein Dampfverlust auf, während das verbleibende Restkondensat entweicht und der Dampf eintritt. Impulsableiter weisen über die Pilotdüse einen kontinuierlichen kleinen Dampfverlust auf. Außerdem gibt es bei jedem Ableiter einen gewissen Strahlungsverlust. Die Halterung des Kondensatableiters sollte den typischen Dampfverlust pro Stunde in kg (lbs) für den ausgewählten Ableiter aufweisen. Ein Hersteller gibt an, dass der Betriebsdampf, der durch Kondensatableiter verloren geht, bei maximal 0,90 kg (2 lbs) liegt.⁷ Für Kondensatableiter für kleine Dampfrohre liegt





Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

PRODUKT-/ANWENDUNGSGESAMTINFORMATION

der Dampfverlust pro Stunde schätzungsweise bei 0,22 kg bis 0,45 kg (0,5 lb bis 1,0 lb).

- Dampfsammler und Kondensatrücklaufleitungen, die Dampfrohre zugeordnet sind, verlieren eine gewisse Menge an Dampfenergie, selbst wenn sie mit Wärmeisolierung ummantelt sind. Auch Dampfversorgung und Kondensat-Rücklaufverteiler verlieren eine gewisse Menge an Dampfenergie. Die Energieverluste lassen sich jedoch durch Einsatz von Wärmeisolierung bei Dampfrohren und Geräten in Grenzen halten.
- Fehlfunktionen bei Kondensatableitern können zum Verlust von Dampfenergie bei Dampfbegleitheizungsleitungen beitragen. Eine Quelle erklärt: „Ausfälle von Kondensatableitern mit einer Regelmäßigkeit von 3 % bis 10 % tragen zum Eindringen von Frischdampf in die Rückflussleitung bei“. Anderswo heißt es: „In Systemen mit einem regelmäßigen Wartungsprogramm sollten undichte Ableiter weniger als 5 Prozent der kompletten Ableitermenge ausmachen“.

Die üblichste Düsendgröße für Kondensatableiter für Heizleitungen beträgt 3,0 mm bei metrischen Größen und 1/8" für Zoll-Größen. Die ungefähren Dampfverluste für Fehlfunktionen bei Ableitern für Heizleitungen finden Sie unten in Tabelle 1 und Tabelle 2. Ein gutes Wartungsprogramm hilft dabei, die Energieverluste durch Kondensatableiter zu verringern, wie nachfolgend unter HINWEIS dargelegt.

Tabelle 1

| Ungefährer Energieverlust aufgrund von Lecks im Kondensatableiter Kilogramm/Stunde | | | |
|---|------------------------|------|------|
| Ösendurchmesser Ableiter mm | Anzeigewert Dampfdruck | | |
| | 3,5 | 7,0 | 10,0 |
| 2,0 | 5,0 | 8,8 | 12,0 |
| 3,0 | 12,5 | 22,2 | 30,5 |
| 5,0 | 31,0 | 55,1 | 75,4 |

Tabelle 2

| Ungefährer Energieverlust aufgrund von Lecks im Kondensatableiter Pfund/Stunde | | | |
|---|------------------------|-------|-------|
| Ösendurchmesser Ableiter Zoll | Anzeigewert Dampfdruck | | |
| | 50 | 100 | 150 |
| 5/64 | 10,6 | 18,9 | 27,1 |
| 1/8 | 27,2 | 48,3 | 69,3 |
| 3/16 | 61,3 | 108,6 | 156,0 |

Ein großer Ableiterhersteller schätzt, dass jeder defekte Ableiter durchschnittlich über 400.000 Pfund (rund 180.000 kg) Dampf pro Jahr verschwendet.² Zieht man die Spalte 7,0 Bar g und die Düsendgröße 3,0 mm aus Tabelle 1 zu Rate und berücksichtigt 8400 Stunden pro Jahr für eine zweiwöchige Abschaltzeit, beträgt der Verlust pro Ableiter $22,2 \times 8400 = 186.480$ kg/Jahr ($186.480 \times 2,2 = 410.256$ lb/Jahr).

Wählt man aus Tabelle 2 die Spalte 100 psig und die Düsendgröße 1/8", so beträgt der Verlust $48,3 \times 8400 = 405.720$ lb/Jahr an jährlich verschwendetem Dampf. Insofern stellt die Aussage des Ableiterherstellers durchaus einen realistischen Wert dar.

Die meisten großen Ableiterhersteller bieten auch Kondensatableiter-Überwachungssysteme an, die Dampfverluste aufgrund von Ableiter-Fehlfunktionen verringern können, wenn sie ordnungsgemäß installiert und eingesetzt werden. Regelmäßige, kontinuierliche Überwachung zeigt Fehlfunktionen wie Lecks oder Kondensatstaus an.

ANALYSE DER BEGLEITHEIZUNGSSYSTEME

Eine komplette Analyse der Begleitheizungssysteme sollte sämtliche der folgenden Punkte in Betracht ziehen:

- Die jeweilige Anwendung
- Die funktionelle Leistung des Begleitheizungssystems
- Den Energieverbrauch des Begleitheizungs-/Rohrsystems
- Die Installationskosten des Begleitheizungssystems

1. Die jeweilige Anwendung

Typische erforderliche Informationen zur Aufstellung einer Schätzung.

- Anlage/Standort
- Klimadaten:
 - Mindest-Umgebungstemperatur
 - Maximale Umgebungstemperatur
 - Jährliche Durchschnitts-Umweltbedingungen
- Zu beheizende Prozess-, Versorgungs- oder Betriebsmaterialien
 - Eigenschaften
 - Spezifikationen
 - Bearbeitungszeiten
 - Erwärmungsanforderungen
 - Strömungsweg der Prozessflüssigkeiten
- Temperatursteuerung des Produkts und Überwachungsanforderungen
- Energie: Standort, Art, Menge, Qualität, Kosten
 - Bereichsklassifizierung
 - Stromkosten
 - Spannung
 - Dampfenergiekosten
 - Dampfdruck
 - Kosten der Wärmetransferflüssigkeit einschließlich der kompletten Heizeinheit





Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

Seite 12 von 14

- Rohrleitungen: Materialien, Längen, Größen und Neigungsniveaus
 - P & ID's 17
 - Rohrleitungsisometrien
 - Rohrleitungsauflistung usw.
- Isolierung: Art, Stärke und Wetterschutz
- Arbeit: Stundenlöhne und erforderliche Stundenzahl für Wartungsarbeiten
- In Erwägung gezogene Alternativen zum Begleitheizungssystem

2. Die funktionelle Leistung des Begleitheizungssystems

Zunächst einmal muss jede in Erwägung gezogene Begleitheizungsmethode dazu in der Lage sein, die funktionellen Anforderungen der zu beheizenden Prozessrohrleitungen und -geräte zu erfüllen. Das Begleitheizungssystem muss das Rohrleitungssystem bis zur erforderlichen Temperatur erhitzen und auf dieser halten können. Das System kann gewissen Anforderungen an die Aufwärmzeit unterliegen, nicht nur für die erste Inbetriebnahme, sondern auch nach Abschaltungen oder Notabschaltungen. Die Höchsttemperaturen von Rohrleitung, Produkt, Heizer und Isolierung dürfen und normalen und anormalen Bedingungen nicht überschritten werden. Das Temperatursteuerungssystem, falls erforderlich, muss eine angemessen exakte Steuerung ermöglichen. Überdies kann ein Temperaturalarmsystem erforderlich sein, um Sicherheitsanforderungen oder Produktvoraussetzungen einzuhalten. Der Betrieb kann eine Überwachung des Heizsystems voraussetzen. Sämtliche dieser Überlegungen müssen berücksichtigt werden, um ein funktionelles System einrichten zu können.

3. Energieverbrauch des Begleitheizungs-/Rohrsystems

Der Energieverbrauch eines Begleitheizungssystems unterliegt in erster Linie folgenden Faktoren:

- Isolationssystem
- Art der Temperatursteuerung des Begleitheizungssystems
- Art der Wärmequelle

Das Isolationssystem

Ein Begleitheizungssystem für den gängigsten Anwendungsbereich (Temperaturhaltung) ist darauf ausgerichtet, lediglich die Wärme zu ersetzen, die durch die Wärmeisolierung verloren geht. Der Energieverbrauch steht in direkter Verbindung zu den Energieverlust-Eigenschaften der Isolierung, die eine Funktion aus Isolierungstyp und Dicke ist. Durch eine sorgfältige Auswahl des Isolierungstyps lassen sich der Wärmeverlust und das System optimieren. Man sollte sich jedoch vor Augen halten, dass der Isolierungstyp den funktionellen Anforderungen des Anwendungsbereichs entsprechen muss: z. B. Mindesttemperatur, Wasserwiderstand, Zug- und Druckfestigkeit, Entzündlichkeit usw. Die optimierte Verringerung des Wärmeverlusts beruht dann auf der Stärke der Isolierung. Die optimale Stärke der Isolierung ergibt sich aus einer Schätzung der folgenden Kosten für eine angenommene Isolierungsstärke:

- Die aufs Jahr umgerechneten Kosten des Isolationssystems einschließlich Installation und Wartung
- Die aufs Jahr umgerechneten Kosten des Energieverlusts.

Die optimale Isolierungsstärke ist die Stärke, für die die Summe der betreffenden Kosten das Minimum erreicht.

Aufs Jahr umgerechnete Kosten für Isolierung und Energie über Einsatz von 3E Plus®

Die Isolierungsstärke lässt sich über 3E Plus berechnen, einem Computerprogramm für Isolierungsstärke, das unter www.pipeinsulation.org zum KOSTENLOSEN Download bereitsteht. Es wurde entwickelt für Objektleiter, Energie- und Umweltmanager sowie Industrieingenieure.

Das 3E Plus Programm:

- Errechnet die thermale Leistung von isolierten sowie nicht isolierten Rohrleitungen und Geräten.
- Rechnet Btu-Verluste in Geldverluste um
- Berechnet Treibhausgasemissionen und -reduzierung
- Dient als Tool für zahlreiche Programme des Energieministeriums

3E Plus vereinfacht die Berechnung der nötigen Isolierung zur Einsparung von Treibstoff, der Reduzierung von Anlagenemissionen und der Verbesserung der Prozesseffizienz. Die hierin beschriebenen Informationen stammen aus dem INSULATION OUTLOOK MAGAZINE, Dezember 2002 unter www.insulation.org.

Begleitheizungs-Temperatursteuerung

Wenn kein Material durch ein Rohrleitungssystem fließt, verringert eine Rohrleitungs-Steuerung mit Temperaturfühler, die das Begleitheizungssystem aktiviert und deaktiviert, den Energieverbrauch, indem sie die Begleitheizung nur die Menge an Energie bereitstellen lässt, die nötig ist, um die Rohrleitungstemperatur zu halten. Wenn ein Durchfluss durch die Rohrleitung bei Temperaturen über den in der Steuerung voreingestellten Werten stattfindet, verringert die Steuerung die Energiemenge im Heizrohr und damit den Energieverbrauch. Eine Heizleistungssteuerung, die anstelle der Rohrleitungstemperatur die Umgebungstemperatur misst, ist weniger energiekonservativ, da sie eine fortgesetzte Energieversorgung der Heizleitung ermöglicht, wenn die Umgebungstemperatur unter den in der Steuerung eingestellten Werten liegt. Das Ergebnis ist ein höherer Energieverbrauch der Begleitheizung. Steuerungsmethoden für Dampfbegleitheizungssysteme existieren zwar, kommen aber aufgrund mangelnder Nachfrage eher selten zum Einsatz.

Die Wärmequelle

- Der Energieverbrauch von elektrischer Begleitheizung mit parallelen und seriellen Widerständen wird durch die Heizfähigkeit des Kabels in Joule (I^2R) beschränkt. Die meisten Anlagen kaufen Strom für eine elektrische Begleitheizung entweder an oder produzieren ihn vor Ort (Kraft-Wärme-Kopplung).

PRODUKT-/ANWENDUNGSSINFORMATION



THERMON . . . Die Begleitheizungsspezialisten®

www.thermon.com



Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

Seite 13 von 14

- Dampfrohre sind eine konstante Wärmequelle. Ihr Energieverbrauch entspricht der Dampftemperatur minus der Rohrleitungstemperaturdifferenz. Wenn keine Steuerungsmechanismen aktiviert sind, so steigt der Energieverbrauch eines Dampfrohres, wenn die Temperatur der Prozessflüssigkeit unter der Gleichgewichtstemperatur des Materials liegt, das durch das Prozessrohr fließt.
- Eine thermale Heizleitungssystem für Flüssigkeiten erfordert mehrere Leitungskreisläufe, um Sinn zu ergeben, da das System zur Flüssigkeitsverarbeitung Kosten verursacht. Die Vorrichtung zur Flüssigkeitsverarbeitung besteht aus (1) einem Ausdehnungsgefäß und einer Haltedruckhöhe für die Pumpe, (2) einer Umwälzpumpe, die den flüssigen Wärmeträger im Umlauf hält, (3) einer Heizeinheit, die die Flüssigkeit bis zur gewünschten Temperatur erhitzt und nach dem Rückfluss aus den Heizleitungen wiedererwärmt. Die Prozess-Temperatursteuerung lässt sich für mehrere Anwender über Flusssteuerungsventile oder für Einzelnutzer durch einen Prozess-Temperaturfühler erreichen, der den Heizer steuert. Wärmeträgerheizer werden entweder mit Treibstoff, Dampf oder elektrischen Widerstandsheizern beheizt. Bei der Auswahl der richtigen Art von Heizer für das System sollten die Installationskosten, Energiekosten und der geplante Einsatz berücksichtigt werden.⁶

4. Installationskosten eines Begleitheizungssystems

Die Installationskosten einer Dampf-, Wärmeträger- oder elektrischen Begleitheizung unterliegen in erster Linie folgenden Faktoren:

- Komplexität der Rohrleitung
- Überwachung der Temperaturhaltung/-steuerung
- Bereichsklassifizierung

Komplexität der Rohrleitung

Elektrische Heizleitungen sind normalerweise flexibler als Rohre und erfordern daher eine geringere Installationszeit bei normalen Objekten wie Ventilen, Pumpen, Filtern, Winkeln, Flanschen usw. Mit zunehmender Komplexität steigt allerdings die Anzahl der elektrischen Kreisläufe und dadurch ist eine elektrische Begleitheizung teurer als ein unkontrolliertes Dampfrohr.

Überwachung der Temperaturhaltung/-steuerung

Die Installation einer Rohrtemperatursteuerung/-überwachung kann einfach, wie etwa mit einem mechanischen Thermostat mit Zweipunktschaltung, oder aufwändiger mit einem mikroprozessorbasierten Kontrollpaket gestaltet sein. Für Dampfbegleitheizungen sind Steuerungs- und Überwachungsgeräte zwar verfügbar, werden jedoch selten verwendet. Die relativen Kosten von Dampf-, Elektro- oder Wärmeträgerbegleitheizungssystemen werden vom Steuerungs- und Überwachungsaufwand beeinflusst, Die

Effizienz der Dampfbegleitheizung hängt in erster Linie davon ab, Energieverluste der Kondensatableiter durch Fehlfunktionen möglichst gering zu halten.

Bei Verwendung der oben genannten Steuersysteme kann ein elektrischer Begleitheizungskreis durch einfache voreingestellte Steuergeräte Rohrtemperaturen für den Frostschutz konstant bei 5 °C (40° F) halten, oder mittels einstellbaren Steuerthermostaten für Frostschutz und Temperaturhaltung eingesetzt werden. Mikroprozessorbasierte Temperatursteuerungs- und -überwachungseinheiten für einzelne, duale oder multiple Kreise ermöglichen eine Temperatursteuerung bei bis zu 500 °C (932° F).

Wärmeträgerbegleitheizungssysteme können sowohl bei Hochtemperatur- als auch Niedrigtemperaturanwendungen eine sehr präzise Temperatur halten und lassen sich durch Regelventile und/oder mikroprozessorbasierte Steuerungssysteme kontrollieren. Bestimmte thermale Flüssigkeiten können bei Temperaturen von 260 °C bis 400 °C (500 °F bis 750 °F) verwendet werden, was höher ist als der Temperaturbereich, der normalerweise mit einer Dampfbegleitheizung möglich ist. Elektrische Heizrohre (Legierung 825 mineralisierte Heizer) können bei solchen Temperaturen wegen der Kosten von Wärmeträger-Heizgeräten bei einzelnen Rohrleitungskreisläufen von Vorteil sein.

Dampfbegleitheizung wird im Allgemeinen gleichgesetzt mit der Bereitstellung starker Beheizung für Anwendungen, bei denen Dampf im Druckbereich zwischen 3 barg und 21 barg (50 bis 300 psig) zum Einsatz kommt. Allerdings wurden inzwischen neue isolierte Heizleitungen entwickelt, die eine Dampfbegleitheizungsmethode für niedrige und mittlere Temperaturen ermöglicht, für Rohrleitungshalttemperaturen zwischen 5 °C (40 °F) und 93 °C (200 °F). Diese Heizleitungen kommen bei zahlreichen Anwendungen zum Einsatz, wo sanfte Wärme für Materialien wie Natronlauge, Harze, Amine usw. benötigt wird. Zu den Kontrollmethoden gehören Umgebungstemperaturregelung, Rohrleitungstemperaturregelung, Kondensatableiter und isolierte Heizleitungen. Wo jedoch sehr knapp bemessene Temperaturunterschiede vonnöten sind, sind elektrische oder Wärmeträger-Begleitheizungsmethoden für gewöhnlich die beste Wahl. Bei Anwendungen mit hoher Wärmeübertragung können Wärmeträger- und elektrischen Begleitheizungen mehrere Durchgänge erfordern. Als Ergebnis dessen hat eine Dampfbegleitheizung normalerweise günstigere relative Installationskosten, wenn es um Anwendungen mit höherer Wärmelast und schneller Aufwärmung geht.

Bereichsklassifizierung

In Gefahrenzonen lässt sich die Ausgabe je Watt pro Fuß limitieren, um Vorschriften zur Abwärme Genüge zu leisten. Dies kann ebenfalls zu mehreren Durchgängen von Heizkabeln und damit zu höheren Installationskosten führen. Eine Hitzequelle mit konstanten Temperaturen so wie Dampf unterliegt nicht diesen zuvor erwähnten Vorschriften zur Abwärme und führt dadurch zu Vorteilen bei den Installationskosten, da weniger Durchgänge von Heizleitungen verlegt werden müssen.

PRODUKT-/ANWENDUNGSGSINFORMATION



THERMON . . . Die Begleitheizungsspezialisten®

www.thermon.com



Die relativen Vorzüge und Grenzen von Wärmeträger-, Elektro- und Dampf-Begleitheizungssystemen

Seite 14 von 14

ZUSAMMENFASSUNG

Es ist wichtig, zu verstehen, dass es nicht nur eine einzige Begleitheizungsmethode gibt, die für alle Situationen optimal ist. Der entscheidende Faktor bei der Auswahl der richtigen Begleitheizungsmethode sollte die jeweilige Anwendung mit ihren besonderen Anforderungen sein.

Es gibt durchaus auch Situationen, in denen eine, zwei oder alle drei zuvor beschriebenen Methoden einen wirtschaftlichen Vorteil in einer industriellen Anlage verschaffen können. Dampf kann in der einen Anlage verfügbar und damit die beste Wahl für die Begleitheizung sein, während in einer anderen elektrische oder Wärmeträger-Begleitheizung vorteilhafter sind. Die meisten großen Raffinerien oder chemischen Einrichtungen verwenden normalerweise Dampf- und elektrische Begleitheizung in derselben Anlage. Die Textilindustrie verwendet oftmals Dampf- und Wärmeträgersysteme für höhere Temperaturen.

Die Wahl der richtigen Begleitheizung kann Anwendern, die noch keine Dampfquelle zur Verfügung haben, einfacher gemacht werden. Es ist wohl nicht anzunehmen, dass irgendwer in einen Dampfboiler investieren würde, nur um eine Begleitheizung zu betreiben. Wo allerdings in einer Fabrik Dampf für andere Zwecke verwendet wird, kann überschüssiger Dampf anfallen, der entweder verwendet wird oder verloren geht. In diesem Fall bestehen starke Anreize, eine Dampfbegleitheizung oder einen dampfbetriebenen Wärmeträgerheizer zu verwenden.

Ein Hersteller externer Begleitheizungssysteme (www.thermon.com) konnte schon seit fast 50 Jahren Erfahrungen mit dem Design, der Bereitstellung und Installation von Dampf-, elektrischen und Wärmeträger-Begleitheizungen sammeln. Das in der Wissenschaft der externen Wärmeübertragung im praktischen Einsatz gesammelte Wissen und die Testlabors des Unternehmens wurden zusammengefasst und die Daten in ein umfangreiches Computeranalysepaket namens AESOP (Advanced Electric and Steam Optimization Program) eingegeben. Heutzutage lassen sich optimale Begleitheizungssysteme für bestimmte zu prüfende Einrichtungen ungeachtet der Komplexität zweckgerichtet auswählen.

Fußnoten und Quellenangaben

1. Arlene Anderson, „Industries of the Future-Reducing Greenhouse Emissions“, EM Magazine, März 1999, S. 13.
2. Ted Jones, „Gathering Steam“, Insulation Outlook, März 1998.
3. Knox Pitzer und Roy Barth, „Steam Tracing for Energy Conservation“. Chemical Engineering Exposition and Conference, 7.-8. Juni 2000.
4. M. A. Luke und C. C. Miserles, „How Steam and Tracing Compare in Plant Operation“, Oil and Gas Journal, 7. November 1977, S. 64-73.
5. Thomas K. McCranie, „Heating Oils and Other Fluids in Cement Plants“, Vortrag bei der IEEE Cement Industry Technical Conference 1972.
6. Jim Oetinger, „Using Thermal Fluids For Indirect Heating“, Process Heating Magazine, Oktober 1997.
7. Ted Boynton, und Bob Dewhirst, „Energy Conservation Thru Trap Surveys and Preventive Maintenance Programs“, Armstrong International.
8. Mackay, Bruce, P.E., „Designing a Cost-Effective Condensate-Return System“, Chemical Processing, Mai 1997.
9. „Insulation Outlook Magazine“, April 2002. mit einer Fußnote: „Aus einem Energy TIPS Datenblatt übernommen, das ursprünglich von Industrial Energy Extension Service, Georgia Tech, veröffentlicht wurde.“
10. Maßgeschneiderter Marketing-Bericht für Thermon Manufacturing Company, Saunders Management Associates, September 1994.
11. Roy E. Barth und Arthur McDonald, „An Energy and Cost Evaluation Of Electric & Steam Tracing For Refineries, Inc Oiltown, USA“, 1994. Hinweis: Ein Großteil dieser Quellen wurde im Abschnitt „Analyse der Begleitheizungssysteme“ verarbeitet.

PRODUKT-/ANWENDUNGSGESAMTINFORMATION



THERMON . . . Die Begleitheizungsspezialisten®

www.thermon.com