

CALORIE

Ausgabe 87
August 2019
www.spiraxsarco.com

AKTUELLES AUS TECHNIK UND PRAXIS



THEMEN

STELLVENTILE, FLEXIBEL UND EINFACH | BAYERNWALD FRÜCHTEVERWERTUNG SPART ENERGIE UND KOSTEN DURCH NACHDAMPFVERWERTUNG | DIE KORREKTE ENTWÄSSERUNG VON DAMPFLEITUNGEN

Die bessere Anlage.

DAMPFTECHNOLOGIE MIT ZUKUNFT

spirax
sarco

SCHON MAL DRÜBER NACHGEDACHT?



BrauBeviale2019

Nürnberg, Germany | 12. - 14. November

HALLE 7A-315

Wie gewährleiste und steigere ich Anlagensicherheit? Wie erhöhe ich die Nachhaltigkeit meiner Anlage? Wie kann ich Ausfallrisiken vorbeugen?

Über einfache Lösungen und individuelle Konzepte für Ihre Dampfanlage wollen wir mit Ihnen sprechen. Besuchen Sie uns in Halle 7A, Stand 315!

Die bessere Anlage.

DAMPFTECHNOLOGIE MIT ZUKUNFT

**spirax
sarco**

IMPRESSUM

Herausgeber

Spirax Sarco GmbH | Reichenaustr. 210 | D-78467 Konstanz
Tel.: +49 (0)7531/5806-0 | Fax: +49 (0)7531/5806-22
vertrieb@de.spiraxsarco.com | www.spiraxsarco.com

Redaktion und Satz

Spirax Sarco GmbH
Verantwortlich für den Inhalt: der Herausgeber.
Davon ausgenommen sind Artikel, die durch den Namen des Verfassers gekennzeichnet sind.

Druck

Druckerei & Verlag Steinmeier GmbH & Co.KG

Fragen / Änderungen zur Heftzustellung?

info@de.spiraxsarco.com

Titelbild

Spirax Sarco Ltd

Nachdruck nur mit Genehmigung durch die Spirax Sarco GmbH.

Produkte & Anwendungen

- 04** **Stellventile, flexibel und einfach**
Das moderne Stellventil Spira-trol von Spirax Sarco ist besonders wartungsfreundlich und lässt sich dank seiner modularen Bauweise sehr einfach an geänderte Betriebsbedingungen anpassen.



Referenzen

- 08** **Bayernwald Fruchteverwertung spart Energie und Kosten durch Nachdampfverwertung**
Mit Unterstützung von Spirax Sarco gelang es dem Unternehmen, Energie rückzugewinnen, Kosten einzusparen und CO₂-Emissionen zu reduzieren.



Technik und Wissen

- 10** **Die korrekte Entwässerung von Dampfleitungen**
Die wichtigsten Punkte, die zu beachten sind, um eine Dampfleitung richtig zu entwässern und eine reibungslose Funktion und den sicheren Betrieb zu gewährleisten.

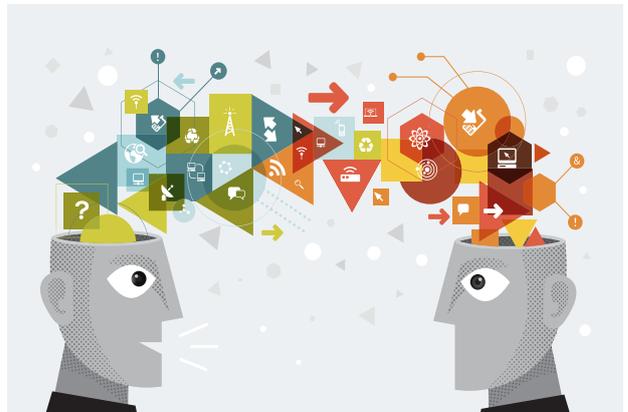


Foto: iStock

Infos

- 19** **Seminartermine**
Vorschau Calorie 88

Stellventile, flexibel und einfach

Stellventile für die Prozesstechnik gelten im Allgemeinen als kompliziert und aufwendig. In der Praxis führt das dann zu hohem Aufwand, wenn entweder kurzfristig Änderungen der Prozessbedingungen zu berücksichtigen sind, oder wenn nach längerer Betriebszeit Wartung und Reparatur anstehen. Termine drängen, die Kosten müssen sowieso im Rahmen bleiben, schnell und einfach muss die Funktion und Qualität des Regelventils wieder hergestellt werden. Jetzt ist genau die Flexibilität gefragt, die Spira-trol-Regelventile bieten.

Herkömmliche Stellventile sind meist sehr unflexibel aufgebaut. Eines der wichtigsten Bauteile, der Ventilsitz, ist eingepresst und lässt sich gar nicht wechseln. Oder aber er ist eingeschraubt und nach einigen Jahren des Betriebes so festgefressen, dass ein Austausch ebenfalls nicht möglich ist. Zusätzlich ist oft Spezialwerkzeug für alle Arbeiten

unabdingbar. Beim Zusammenbau ist nicht sichergestellt, dass das Ventil wieder wie gewünscht funktioniert, dass Regelgenauigkeit und Dichtigkeit den Spezifikationen entsprechen. Kein Wunder, dass viele Anwender besonderen Respekt vor den Stellventilen haben. Die Folgen sind mangelnde Wartung, Zeitverlust und unnötig hohe Kosten.

Moderne Stellventile können aber sehr einfach aufgebaut und wartungsfreundlich sein. Sowohl bei der Inbetriebnahme als auch in der langjährigen Einsatzpraxis sind größtmögliche Flexibilität und Reaktionsmöglichkeiten bei minimalen Kosten zu gewährleisten. Aus diesem Grund ist der innere Aufbau der Spira-trol-Stellventile völlig neu konzipiert: Der Ventilsitz ist schwimmend gelagert und wird durch

▼ *Alle Innenteile des Spira-trol-Ventils können mit einfachem Werkzeug ausgetauscht werden.*



einen Käfig gehalten. Alle Innenteile können einfach und ohne spezielles Werkzeug ausgetauscht werden. Auch ungeübte Mitarbeiter können die Wartung problemlos selbst durchführen.

Änderung des k_{vs} -Wertes, eine Kleinigkeit

Stellt sich bei einer Inbetriebnahme heraus, dass die Einsatzdaten doch nicht ganz so sind wie ursprünglich angenommen, muss der k_{vs} -Wert des Ventils geändert werden. Während das bei vielen herkömmlichen Ventilen eine fast unlösbare Aufgabe darstellt, wird das Spira-trol mit einem normalen Gabelschlüssel geöffnet. Anschließend werden Käfig und Ventilsitz aus dem Ventilkörper ausgebaut und die Kegelstange aus der Stopfbuchse gezogen – ebenfalls alles ohne die Verwendung von speziellem Werkzeug möglich.

Die neue Innenteilgarnitur besteht aus Ventilsitz und Kegelstange. Das Bild zeigt beispielhaft den Unterschied: links einen sehr viel kleineren k_{vs} -Wert mit einem Mikroströmungs-Regelkegel, rechts die ausgetauschten Teile. Alle anderen Bauteile wie Ventilkörper, Deckel oder Käfig bleiben dieselben.

Nachdem die Ventilsitzdichtung getauscht wurde, werden der Ventilsitz und der Käfig von Hand ins Ventil eingelegt, die Ventilstange wird vorsichtig in die Stopfbuchse eingeschoben, der Ventildeckel wieder aufgesetzt und die gesamten Innenteile miteinander zentriert. Nun noch die Gehäusemuttern über Kreuz wieder anziehen – fertig. Das ursprüngliche Problem – nicht mehr stimmende Ventilauslegung – ist in Minutenschnelle behoben worden.

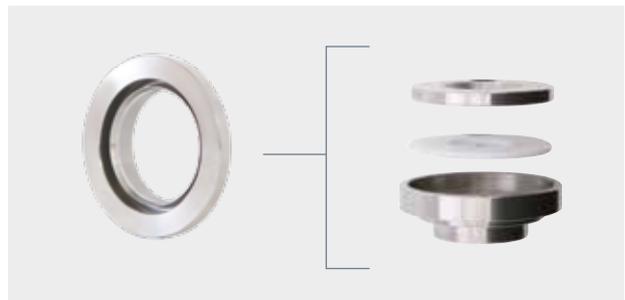
Der gesamte Vorgang ist denkbar einfach und kann sogar bei eingebautem Ventilkörper zeitsparend durchgeführt werden. Das gleiche gilt für den Austausch der Funktionsteile nach langjährigem Betrieb: Durch die mögliche weitere Verwendung des alten Ventilkörpers können einfach Kosten gespart werden.

Austausch der Weichdichtung

Vor allem bei heißen Medien werden metallisch dichtende Ventile eingesetzt. Metallisch dichtend heißt aber auch, dass das Ventil im Durchgang nie völlig strömungsfrei sein kann. Bei Regelventilen in Dampfanlagen ist das normalerweise kein Problem, vor allem wenn ein paar einfache



▲ Neue Innengarnitur zur Änderung des k_{vs} -Werts



▲ Die PEEK-Dichtung sorgt aufgrund ihrer weichdichtenden Eigenschaften dafür, dass die Stellventile bis zu 250 °C wirklich dicht sind (Leckageklasse VI nach DIN EN 60534-4), vor allem im Vergleich zu metallisch dichtenden Ventilen. Der innovative Werkstoff ist dabei sehr viel widerstandsfähiger und temperaturbeständiger als herkömmliche Weichdichtungen aus Kunststoff und damit äußerst verschleißfest.

Grundsätze beim Aufbau der Anlage berücksichtigt werden. In anderen Anwendungen – aber auch bei Dampf – gibt es trotzdem Fälle, z. B. wo ein Stellventil als Auf-/Zu-Ventil eingesetzt wird und das Ventil 100 % dicht schließen muss. Dichtigkeit im technischen Sinne ist aber nur mit einer Weichdichtung zu erreichen. Dabei ist der Nachteil der Weichdichtung zu berücksichtigen, nämlich ihre Abnutzung im Dauerbetrieb – vor allem bei hohen Temperaturen. Die Weichdichtung muss also von Zeit zu Zeit ausgetauscht werden. Zu beachten ist, dass die Standzeit unserer innovativen PEEK-Dichtung gegenüber einer PTFE-Dichtung wesentlich größer ist.



◀ Bild links: Geräuschmindernde Innenteile

◀ Bild rechts: Die Spira-trol-Stopfbuchse gewährleistet lange Dichtigkeit

Strömungsgeschwindigkeit im Ventil nicht zu hoch wird. Aus Kostengründen darf der Ventilkörper aber nicht beliebig groß dimensioniert werden. Hilft gar nichts anderes mehr – und so ist es in der Praxis häufig – wird zur Geräuschminderung etwas konstruktiver Aufwand betrieben und ein Lochkegel eingesetzt. Auch dies kann bei den Spira-trol-Ventilen nachträglich erfolgen, indem wie in den vorigen Absätzen beschriebenen Ventilsitz und Kegelstange einfach durch die entsprechenden, geräuschmindernden Innenteile ersetzt werden.

Der Vorgang ist wie beim Wechsel des k_{vs} -Wertes: Öffnen des Ventils und Austausch der Innenteile. Besonders kostensparend ist dabei, dass die Weichdichtung des Spira-trol-Ventils nicht im Ventilkegel, sondern im Ventilsitz untergebracht ist. Der teure Austausch des Regelkegels ist daher nicht notwendig.

Geräuschbildung – eine ganz besondere Anforderung

Die Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen sind meist relativ niedrig. Typische Werte von Wasser sind 1-2 m/s, Dampf 25 m/s, Gase 40 m/s. Diese Strömung wird innerhalb von Regelventilen jedoch durch die Regel-funktion „behindert“, d. h. gedrosselt. Deswegen kommt es auch zum Druckabfall an einem Regelventil. Um den Ventilsitz herum kann die Strömungsgeschwindigkeit sehr viel größer werden. Im Extremfall werden Geschwindigkeiten von über 300 m/sec, d. h. Schallgeschwindigkeit erreicht. Aber auch bei geringeren Strömungsgeschwindigkeiten kann es schon zu unerwünschten, starken Geräuschen kommen.

Als erstes richtet sich das Augenmerk natürlich auf die Ventilauslegung. Der k_{vs} -Wert (Durchflusswert) ist zu prüfen. Ein weiterer Parameter ist die Größe des Ventilkörpers, der üblicherweise so gewählt werden sollte, dass die

Besonders hilfreich bei der Geräuschminderung ist dabei das Design der Ventilkörper, die mittels Infite-Elemente-Methode optimiert wurden:

- Besonders geräuschdämpfend
- Vermeidung von Jet-Stream-Bildung
- Besonders materialschonend und damit Garant für lange Lebensdauer

Die Stopfbuchse, ein technisches Dilemma

An eine Stopfbuchse, in der sich die Ventilstange bewegt, werden zwei unterschiedliche Anforderungen gestellt:

1. Die Stopfbuchse muss sicherstellen, dass kein Medium nach außen dringen kann. Am liebsten würde man daher die Stopfbuchse so dicht wie möglich machen, und in der Praxis die Stopfbuchsmutter so stark wie möglich anziehen. Das aber geht nicht, denn

2. die Ventilstange soll sich möglichst leicht in der Stopfbuchse bewegen können; nur die leichte Bewegung ermöglicht eine gute Regelung und gute Wiederholbarkeit. Man stelle sich vor, dass die Stopfbuchse zu fest sitzt: Es würde eine erhöhte Kraft durch den elektrischen oder pneumatischen Antrieb benötigt werden, um einen kleinen Hub der Ventilstange hervorzurufen. Bei hohem Kraftaufwand

ist aber die Gefahr groß, über das eigentliche Ziel hinaus zu schießen, d. h. es kommt zu unerwünschten Regelschwankungen und Hysterese-Effekten.

Eine Stopfbuchse für den rauen Prozesseinsatz muss daher einigen konstruktiven Anforderungen Rechnung tragen. Vor allem wenn man bedenkt, dass auch Stopfbuchsen zur guten Abdichtung „weiche“ Bauteile enthalten, die besonders stark beansprucht werden bei:

- schmutzigen Betriebsbedingungen, d. h. entweder Staub und Sand von außen oder Feststoffpartikel vom Medium,
- hohen Temperaturen,
- häufiger Bewegung der Ventilstange.

Um all diesen Einflüssen vorzubeugen, sind die Spira-trol-Stopfbuchsen mit Abstreifeinrichtungen zum Medium als auch zur Umgebung hin ausgerüstet. Die Stopfbuchse selber ist Feder-vorgespannt, so dass lange Dichtigkeit gewährleistet ist. Ein Nachziehen der Stopfbuchse ist nicht notwendig. Auch der Austausch der eigentlichen Dichtungselemente kann ebenfalls wieder ohne Spezialwerkzeug erfolgen.

Besondere Anforderung in Dampfanlagen: Wasserschlaggefahr

Vor allem in nicht optimal aufgebauten Dampfanlagen kommt es immer wieder zu Wasserschlägen: Wassertropfen werden mit hoher Geschwindigkeit durch die Rohrleitungen gerissen. Trifft ein solcher Wassertropfen auf den Regelkegel eines Ventils auf, kommt es zu entsprechend starken seitlichen Beanspruchungen.

Um der Beschädigung durch Wasserschlag vorzubeugen, sind die Regelkegel daher durch die Stopfbuchse besonders lange geführt. Ähnlich wie der lange Radstand eines hochklassigen Autos führt dies zu Langzeitstabilität und besonderer „Laufruhe“.

Ist der Wasserschlag doch einmal so stark, dass es zu einem Verbiegen der Ventilstange kommt, merkt der Praktiker das in der Regel an zwei Auswirkungen:

- Das Ventil schließt nicht mehr so dicht wie gewohnt.
- Die Ventilstange reibt in der Stopfbuchse durch ihre Unwucht stärker und es kommt daher zu Regelungenauigkeiten bis hin zu Undichtigkeiten.

Auch bei solch einem durch Wasserschlag beschädigten Regelventil gibt es noch Hoffnung: Ventilkörper und Ventiliberteil können normalerweise weiter verwendet werden, während lediglich die Stopfbuchse und die Ventilstange auszutauschen sind. Wurde die Beschädigung rechtzeitig erkannt, ist der Ventilsitz selber meist noch unbeschädigt.

Ventilstange und Ventilkegel werden bei der Fertigung nach dem Zusammenführen nochmals überdreht, so dass absolute Rundheit gewährleistet ist. Zusammen mit der exakt fluchtenden Ausrichtung beim Zusammenbau des Ventils sorgt dies für eine besonders gute Standzeit.

Zusammenfassung

Jedes technische Produkt ist nicht nur durch seine Technik gekennzeichnet, sondern auch durch die Auswirkungen auf den Anwender. Stellventile werden heute noch immer als komplex und aufwendig beachtet und verursachen dadurch unnötigen Aufwand und Kosten. Moderne Konstruktionen wie die des Spira-trol-Ventils berücksichtigen deswegen nicht nur die technische Einsetzbarkeit, sondern stellen sicher, dass der Anwender selber aktiv werden kann, flexibel bleibt und seine eingesetzte Technik auch beherrscht. Vorbeugende Wartung, Anpassungsfähigkeit an geänderte Betriebsbedingungen und die Möglichkeit, abgenutzte Funktionsteile leicht zu tauschen, eröffnen völlig neue Freiheitsgrade. ■

Weitere Informationen und technische Beratung erhalten Sie unter:

vertrieb@de.spiraxsarco.com

Tel: +49 (0)75 31/58 06-0

**Unternehmen:**

Bayernwald Fruchteverwertung KG

Ziel:

Rückgewinnung von Energie und Reduktion von CO₂-Emissionen im Rahmen des Energiemanagements

Lösung:

Brüdenwärmetauscher Turflow EVC

Ergebnisse:

- Bei 24 Stunden Entgasungszeit 1440 kg Nachdampfrückgewinnung pro Tag
- Einsparungen von 40 €/Tonne Dampf



Foto: Bayernwald Fruchteverwertung

Bayernwald Fruchteverwertung spart Energie und Kosten durch Nachdampfverwertung

Die Bayernwald Fruchteverwertung KG mit Sitz im bayrischen Hengersberg produziert Erzeugnisse aus Früchten, beispielsweise Saft, Konzentrat, Püree/Mark, Püree-Konzentrat u. v. m. Mit seiner fast 100-jährigen Erfahrung steht das Unternehmen für Tradition und die Zufriedenheit langjähriger nationaler wie internationaler Kunden. Gleichzeitig setzt die Bayernwald Fruchteverwertung auf Innovationsgeist und State-of-the-Art-Technik, um seine Qualitätsprodukte in über 50 Länder rund um den Globus zu liefern – mit steigender Tendenz.

Für das Unternehmen hat das Thema Nachhaltigkeit eine hohe Bedeutung. Daher wird seit einigen Jahren ein systematisches Energiemanagement in der Produktion aufgebaut. In diesem Rahmen werden Einsparpotenziale in der Anlage identifiziert und dementsprechende Maßnahmen

umgesetzt. An dieser Stelle kam Spirax Sarco hinzu, um wertvolle Energie aus Nachdampf zurückzugewinnen und CO₂-Emissionen zu senken.

Energierückgewinnung durch Brüdenkondensator

In der Produktionsanlage der Bayernwald Fruchteverwertung werden täglich etwa 20 m³ Speisewasser über die Rückkühlung der Eiswasseranlage auf 30 °C erwärmt. Die Brüdenleitung am dazugehörigen Speisewasserentgaser ging bisher ungenutzt ins Freie, wodurch eine Dampffahne über dem Dach erzeugt wurde – wertvolle Energie aus Nachdampf (etwa 30 kg/h) ging somit verloren. Außerdem gefror das Kondensat im Winter auf dem Dach, was einen

Gefahrenpunkt bei möglichen Dacharbeiten darstellte. Aus diesen Gründen entschied sich der Kunde dafür, an der Brüdenleitung des Speisewasserentgasers einen Wrasenkühler – den Turflow EVC von Spirax Sarco – zu installieren. Mit der dadurch rückgewonnenen Energie konnte das 30-gradige Frischwasser über den Brüdenkondensator nun auf knapp 80 °C aufgewärmt werden. Damit ergibt sich für den Kunden ein Einsparpotential von 40 € pro Tonne Dampf. Das Projekt hat sich auf diese Weise innerhalb von 1,8 Jahren amortisiert.

Langjährige Kundenbeziehung entscheidend

Die Bayernwald Früchteverwertung wird bereits seit vielen Jahren von Spirax Sarco im Bereich der Dampf- und Kondensattechnologie und des Wärmeenergiemanagements betreut. Durch die Beratung unseres Außendienstes wurde der Kunde auf die Möglichkeit der Energierückgewinnung aufmerksam gemacht. Die möglichen Kosteneinsparungen und die CO₂-Reduzierung überzeugten ihn von der vorge-

„ Denn unsere Erfahrung hat gezeigt, dass Spirax Sarco ein guter Partner bei allen Fragen rund um das Thema Dampf ist. “

Dieter Deli, Leitung Technik bei Bayernwald

schlagenen Lösung. „Denn unsere Erfahrung hat gezeigt, dass Spirax Sarco ein guter Partner bei allen Fragen rund um das Thema Dampf ist“, sagt Dieter Deli, Leitung Technik bei Bayernwald.

Über die Lösung

Der Turflow Brüdenwärmetauscher EVC wird zum Niederschlagen von Brüden Dampf aus atmosphärischen Kondensatbehältern oder druckbehafteten Speisewasserentgasungsanlagen verwendet, um beispielsweise Speisewasser oder Heizungswarmwasser zu erwärmen. Der Spirax Sarco Turflow EVC erhöht die Effizienz der Dampfanlage, reduziert den CO₂-Ausstoß, verhindert sichtbare Dampffahnen, spart Energie und trägt dadurch wesentlich zum Umweltschutz bei. ■



Der Turflow EVC von Spirax Sarco sorgt nun dafür, dass die Energie aus dem Nachdampf rückgewonnen wird.



Nicole Reisinger
Diplom-Ingenieurin (FH)
und beratende Außendienst-
Mitarbeiterin bei Spirax Sarco
betreute das Projekt bei
Bayernwald Früchteverwertung



Foto: iStock

Die korrekte Entwässerung von Dampfleitungen

Unabhängig von Qualität oder Dicke der Wärmedämmung wird es bei Dampfleitungen immer einen gewissen Wärmeverlust geben, wodurch es unverweigerlich zum Anfall von Kondensat kommt. Wird dieses nicht in ausreichender Menge abgeleitet, führt dies schnell zu Problemen wie beispielsweise Korrosion, Erosion oder Wasserschlag (siehe Abb. 1). Zudem wird der Dampf durch die Aufnahme von Wassertröpfchen immer feuchter und verringert so die Wärmeübertragung. Ein weiteres Risiko: Durch Wasseransammlungen wird die gesamte tatsächliche Querschnittsfläche der Leitung verkleinert und die Dampfgeschwindigkeit kann so über die empfohlenen Grenzen ansteigen. Eine korrekte Entwässerung von Dampfleitungen ist also für die reibungslose Funktion und den sicheren Betrieb einer Dampfanlage von entscheidender Bedeutung. In diesem Artikel erfahren Sie, was Sie an welchen Punkten bei der Auslegung einer Dampfleitung besonders beachten sollten.

Entwässerungspunkte

Es entspricht den Regeln der Technik, dass eine Leitung, wann immer möglich, mit einem Gefälle von nicht weniger als 1:100 (1 m Gefälle für jeden Abschnitt von 100 m) in die Richtung der Dampfströmung verlegt werden sollte. Das Gefälle dient dazu sicherzustellen, dass die Schwerkraft sowie die Dampfströmung dabei helfen, das Kondensat zu den Entwässerungspunkten zu leiten. Dort kann es sicher und effektiv abgeleitet werden (siehe Abbildung 2).

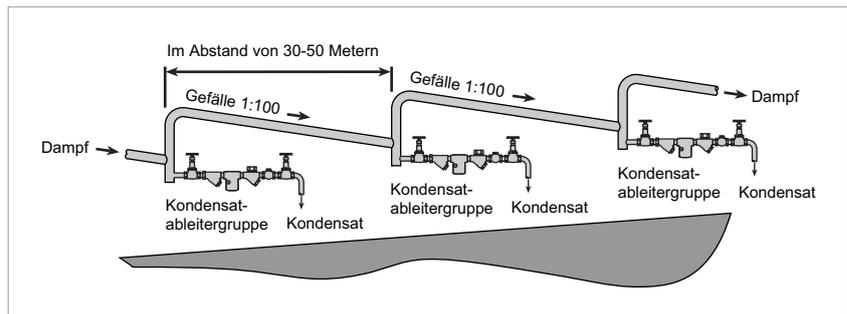
Die Entwässerungspunkte sollen gewährleisten, dass das Kondensat in die Kondensatableiter eintreten kann. Daher muss deren Position äußerst sorgfältig ausgewählt werden. Dafür muss auch das Kondensat, das beim Abschalten einer Anlage in der Dampfleitung verbleibt, in Betracht gezogen werden.

Die Schwerkraft wird sicherstellen, dass das Kondensat entlang der abfallenden Leitung fließt und sich an den Tiefpunkten des Systems sammelt. Kondensatableiter sollten daher an diesen Tiefpunkten installiert werden.



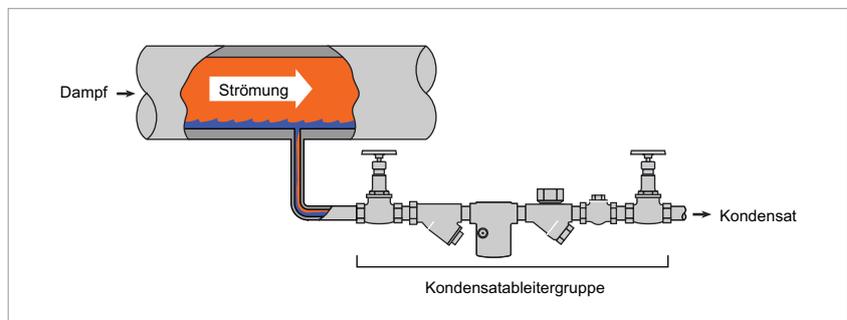
▲ Abb. 1: Sichtbare Folgen mangelnder Entwässerung

Die Kondensatmenge, die in einer großen Dampfleitung beim Anfahren entsteht, ist bereits ausreichend, um Entwässerungspunkte in Abständen von 30 bis 50 Metern sowie an natürlichen Tiefpunkten wie beispielsweise unten an ansteigenden Leitungen erforderlich zu machen.



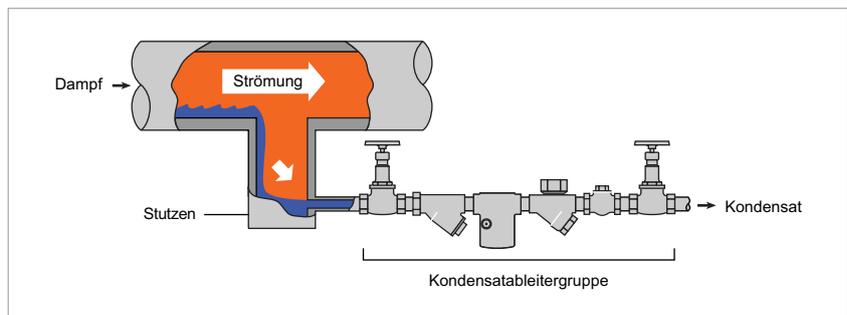
▲ Abb. 2: Empfohlene Installation einer Dampfleitung mit einem Gefälle von 1:100, an den Entwässerungspunkten unten kann das Kondensat eintreten und abgeleitet werden

Dabei ist es wichtig zu beachten, dass ein Entwässerungsstutzen angebracht wird und dieser richtig dimensioniert ist. Abbildung 3 zeigt eine Entwässerungsleitung von 15 mm Durchmesser, die direkt am Boden einer Dampfleitung angebracht ist – ohne Stutzen. Obwohl diese Entwässerungsleitung in der Theorie eine ausreichende Kapazität hat, wird sie wahrscheinlich nur wenig Kondensat aufnehmen können. Bei normalem Betrieb strömt Dampf mit Geschwindigkeiten von 25 m/s (90 km/h) durch die Leitung und führt dabei das Kondensat mit sich. Bei solchen Geschwindigkeiten kann eine Leitung von dieser Nennweite nur einen geringen Teil des darüber hinwegströmenden Kondensates aufnehmen, und die Entwässerung über eine Leitung wird nicht ausreichend sein.



▲ Abb. 3: Zu geringe Leitungsgröße für die effektive Ableitung von Kondensat

Es ist eine sehr viel zuverlässigere Methode, Kondensat über einen Entwässerungsstutzen abzuleiten (Abbildung 4). Die Kondensatableitung sollte bei Dampfleitungen bis zu DN 100



▲ Abb. 4: Richtig dimensionierter Entwässerungsstutzen

WASSERSCHLÄGE UND IHRE AUSWIRKUNGEN

Wasserschläge sind Geräusche, die von Kondensatpfropfen verursacht werden, wenn diese mit hoher Geschwindigkeit auf Leitungsarmaturen, Anlagenteile und Apparate treffen.

Von außen erkennt man Wasserschläge vor allem durch ein – teilweise enorm lautes – klopfendes Geräusch in der Anlage. Dies ist das Kondensat, das mit hoher Geschwindigkeit auf Anlagenteile oder auf die Leitung prallt. Dadurch kann es auch zu Rütteln und starken Vibrationen der Leitung kommen.

In schweren Fällen können Wasserschläge Leitungsarmaturen nahezu explosionsartig bersten lassen, wodurch dann Frischdampf an der Bruchstelle austritt – dies kann zu einer gefährlichen Situation führen.

Durch die Auslegung, Installation und Wartung nach den Regeln der Technik werden Wasserschläge vermieden.

Üblicherweise entstehen Wasserschläge an Tiefpunkten der Leitung.

Mögliche Ursachen für diese Tiefpunkte sind:

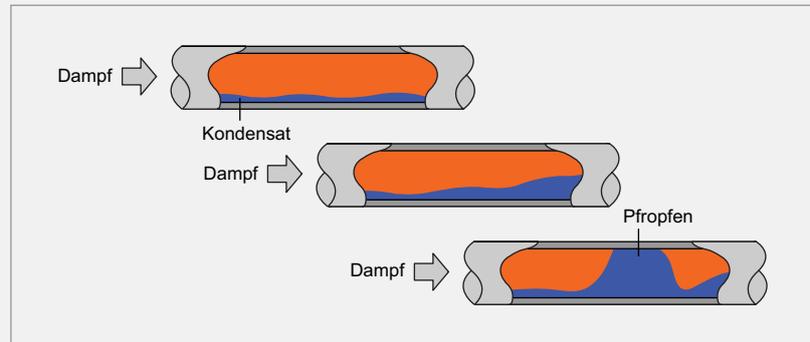
- Absacken der Leitung, beispielsweise weil die Halterung nicht stabil genug angebracht wurde.
- In der Leitung bestehen konzentrischen Reduzierungen – nutzen Sie stets exzentrische Reduzierungen, bei denen der Boden flach bleibt.
- Falsche Installation von Schmutzfängern – sie sollten mit dem Sieb auf der Seite liegend eingebaut werden.
- Unzureichende Entwässerung von Dampfleitungen.
- Unsachgemäßer Betrieb, beispielsweise das zu schnelle Öffnen von Ventilen beim Anfahren, wenn die Leitungen noch kalt sind.

Fazit

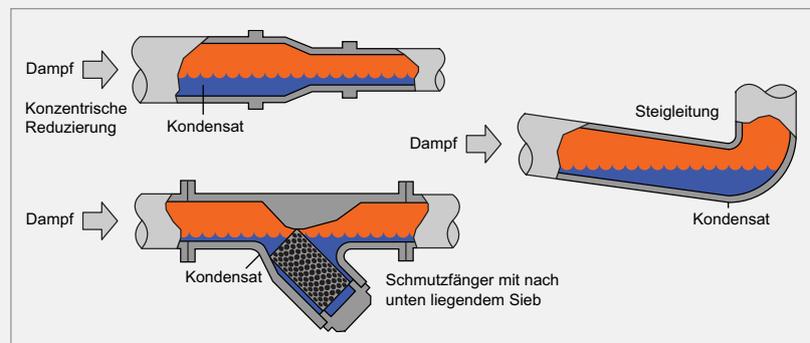
Die Wahrscheinlichkeit, dass es zu Wasser-schlag kommt, wird durch die folgenden Maßnahmen weitestgehend minimiert:

- Die Auslegung von Dampfleitungen mit einem graduellen Gefälle in Richtung der Strömung und mit Entwässerungspunkten, die in regelmäßigen Abständen und an Tiefpunkten installiert werden.
- Die Installation von Rückschlagventilen nach allen Kondensatableitern, denn ansonsten würde während des Stillstands einer Anlage Kondensat wieder in die Dampfleitung oder die Anlage zurückfließen.

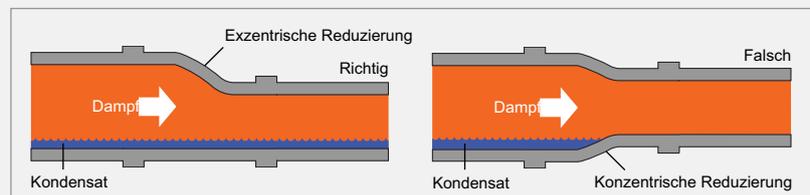
Entstehung eines festen Kondensatpfropfens



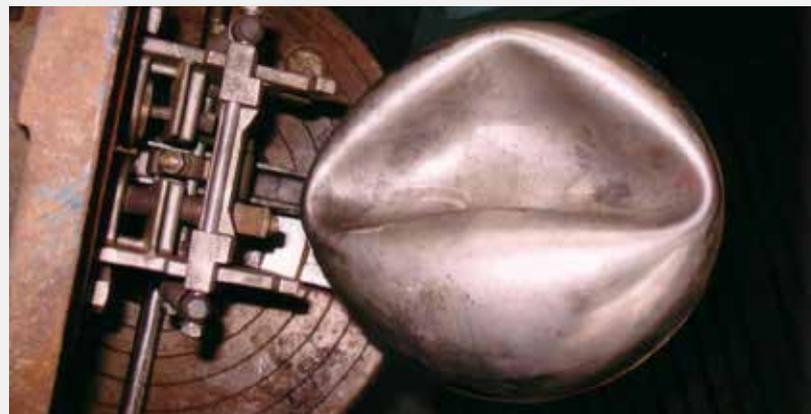
Verschiedene Ursachen von Wasserschlägen an Tiefpunkten der Leitung



Verschiedene Ursachen von Wasserschlägen an Tiefpunkten der Leitung



Die Folgen eines Wasserschlags



- Absperrventile langsam öffnen, damit jegliches Kondensat, das sich im System befindet, langsam durch die Entwässerungstutzen entfernt werden kann, bevor es von

Dampf mit hoher Geschwindigkeit mitgerissen wird. Dies ist insbesondere beim Anfahren wichtig.

Durchmesser Hauptleitung – D	Durchmesser Stutzen – d_1	Tiefe Stutzen – d_2
Bis zu DN 100	$d_1 = D$	Minimum $d_2 = \text{DN } 100$
DN 125 - 200	$d_1 = \text{DN } 100$	Minimum $d_2 = \text{DN } 150$
DN 250 und größer	$d_1 = D/2$	Minimum $d_2 = D$

mindestens 25-30 mm vom Boden des Stutzens entfernt sein, bei größeren Leitungen mindestens 50 mm. So gibt es genug Raum dafür, dass sich Schmutz oder Ablagerungen setzen können. Der Boden des Stutzens kann zu Reinigungszwecken mit einem abnehmbaren Flansch und/oder einem Entwässerungsventil ausgestattet werden. Empfohlene Abmessungen des Entwässerungsstutzens finden Sie in Tabelle 1 sowie Abbildung 5.

Dampfentnahme-Leitungen

Normalerweise sind Dampfentnahme-Leitungen sehr viel kürzer als Hauptdampfleitungen. Als eine allgemeine Regel gilt daher – vorausgesetzt dass die Dampf-Entnahmeleitung nicht mehr als 10 Meter lang und der Druck in der Leitung nicht außergewöhnlich hoch ist – die Leitung auf eine Geschwindigkeit von 25 bis 30 m/s auszulegen und hierbei den Druckverlust zu vernachlässigen.

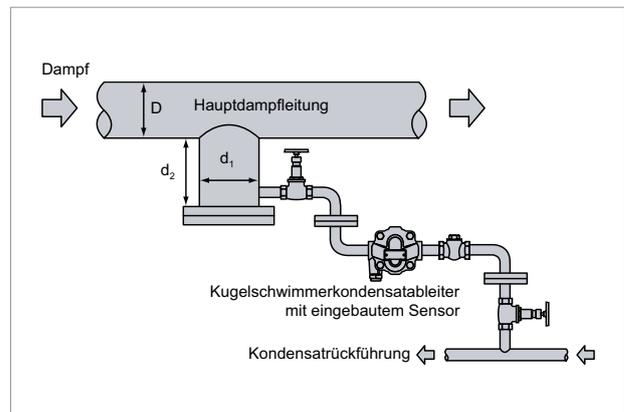
Anschlüsse von Dampfentnahme-Leitungen

Anschlüsse von Dampfentnahme-Leitungen oben auf der Leitung nehmen den trockensten Dampf auf (Abbildung 6). Wenn die Anschlüsse an der Seite oder, was sogar noch problematischer ist, unten angebracht sind (siehe Abbildung 7a), wird es dazu kommen, dass sie das Kondensat und den Schmutz aus der Dampfleitung aufnehmen. Als Folge gelangt sehr feuchter und schmutziger Dampf in diesen Bereich der Anlage, wodurch die Leistung sowohl lang- als auch kurzfristig beeinträchtigt wird. Stattdessen sollte ein Absperrventil (siehe Abbildung 7b) so nah wie möglich an der Entnahmestelle positioniert sein, um das Kondensat, das sich in der Dampfentnahme-Leitung bildet, wenn die Anlage voraussichtlich für eine längere Zeit abgeschaltet wird, zu minimieren.

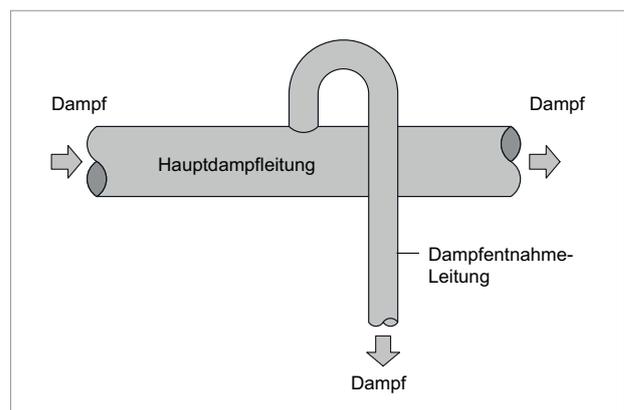
Falleitung

Tiefpunkte gibt es auch in Dampfentnahme-Leitungen. Eine Falleitung wird häufig nahe an einem Absperrventil oder einem Stellventil installiert. Kondensat kann sich stromaufwärts vor dem geschlossenen Ventil ansammeln und dann mit dem Dampf mitgerissen werden, wenn das Ventil wieder öffnet – folglich ist es gängige Praxis, einen Kondensatableiter kurz vor dem Schmutzfänger und dem Stellventil einzubauen.

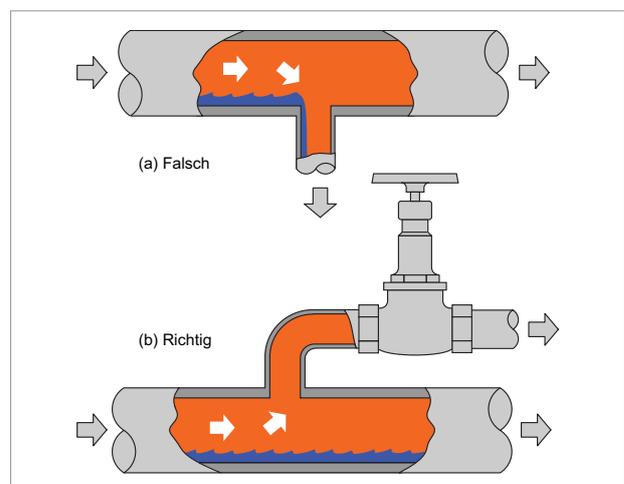
▲ Tabelle 1: Empfohlene Durchmesser des Entwässerungsstutzens



▲ Abb. 5: Anwendung von Tabelle 1



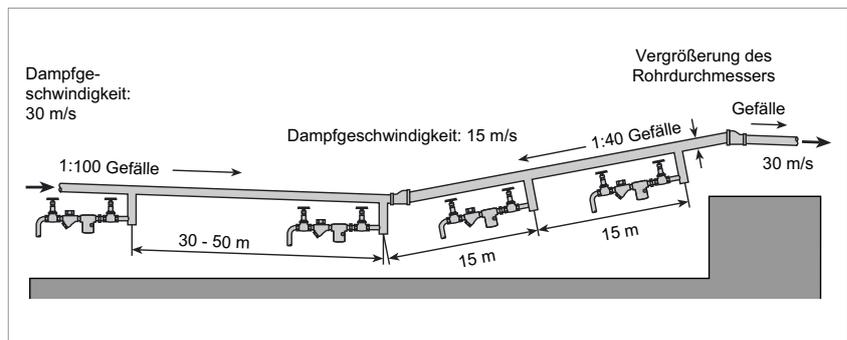
▲ Abb. 6: Dampf-Entnahmeleitung



▲ Abb. 7: Die falsche gegenüber der richtigen Installation einer Dampfentnahme-Leitung

Geländeerhebungen

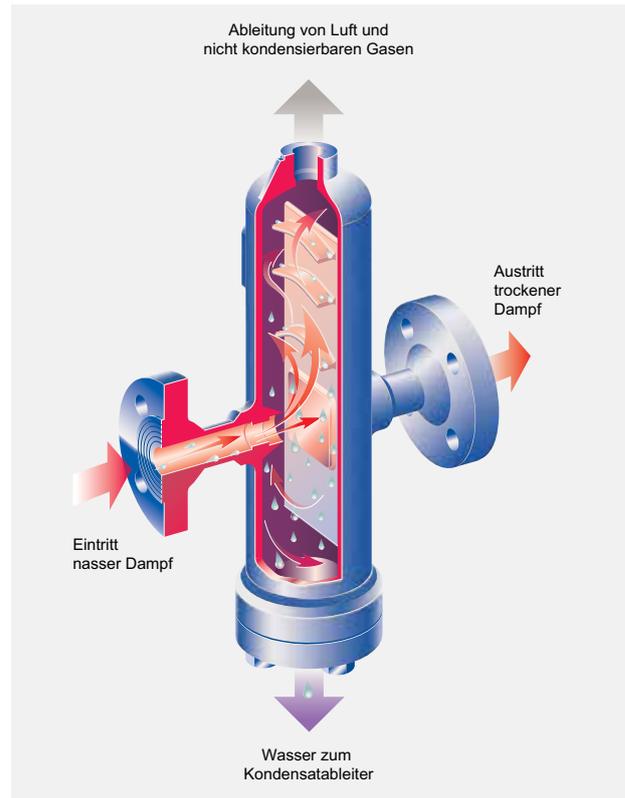
Es gibt auch immer wieder Situationen, bei denen das Gelände, auf dem die Anlage gebaut wurde, es schwierig macht, die Leitung mit dem empfohlenen Gefälle von 1:100 zu verlegen, beispielsweise wenn eine Leitung ansteigen muss. In diesen Situationen muss es dem Kondensat ermöglicht werden, abwärts und gegen die Dampfströmung zu fließen. Nach den Regeln der Technik sollte eine ansteigende Leitung nur auf eine geringe Dampfgeschwindigkeit von nicht mehr als 15 m/s ausgelegt werden. Die Leitung sollte ein Gefälle von nicht weniger als 1:40 aufweisen. Die Entwässerungspunkte sollten mit nicht mehr als 15 m Abstand verlegt werden (siehe Abbildung 8). Das Ziel ist es zu verhindern, dass der Kondensatfilm auf dem Boden der Leitung soweit zunimmt, dass Tröpfchen von der Dampfströmung mitgerissen werden können, und es zu den üblichen Problemen mangelnder Entwässerung kommt.



▲ Abb. 8: Verlegung einer ansteigenden Dampfleitung

Dampftrockner

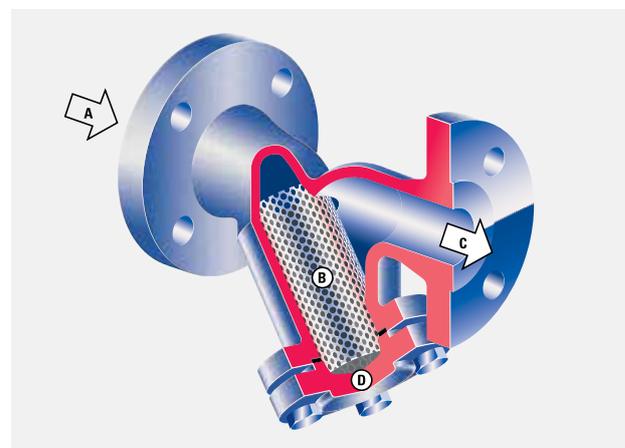
Im Prallplatten-Wasserabscheider bzw. Dampftrockner werden die spezifisch schwereren Partikel wie Kondensat und Schmutz durch Umlenkkräfte vom leichteren Trägermedium Dampf getrennt und zum Ablassstutzen geführt. Dampftrockner schützen die nachgeschalteten Anlagenteile vor Wasserschlag und Erosion und sorgen für „trockenen“ Dampf mit sehr hohem Sättigungsgrad von bis zu 98 %.



▲ Abb. 9: Schnittbild eines Dampftrockners

Vorausgesetzt dass die Geschwindigkeiten in den Leitungen innerhalb angemessener Grenzen liegen, werden die Dampftrockner im Allgemeinen wie die Leitung ausgelegt. Das Auftreten von Wasserschlägen kann durch den Einbau eines Dampftrockners in eine Dampfleitung vermieden werden. Dies ist oftmals günstiger als eine Vergrößerung der Leitungsnennweite und das Anbringen von Entwässerungstutzen.

Ein Dampftrockner wird vor Regelventilen und Durchflussmessgeräten empfohlen. Es ist auch sinnvoll, einen Dampftrockner dort einzubauen, wo eine Dampfleitung von außen in ein Gebäude hineinführt. Dies wird sicherstellen, dass jegliches Kondensat, das im externen Verteilungssystem entstanden ist, entfernt wird, und dass das Gebäude stets trockenen Dampf erhält.



▲ Abb. 10: Schnittbild eines Y-Schutzfängers

Schmutzfänger

Wenn neue Leitungen installiert werden, ist es nicht ungewöhnlich, dass Verunreinigungen durch Guss sand, Reste von Verpackungen, Schweißdrähten oder Fugenmaterial, Späne, und sogar Muttern und Bolzen unabsichtlich in den Leitungen zurückbleiben. Im Falle älterer Leitungen wird Rost vorhanden sein, und in Gegenden mit härterem Wasser Kalkablagerungen. Gelegentlich werden Teile davon losbrechen, mit dem Dampf durch die Leitungen getragen werden und dann in einem anderen Bereich der Dampfanlage liegen bleiben. Dies kann ein Ventil darin beeinträchtigen, richtig zu öffnen/zu schließen. Es kann auch zu Erosion an Komponenten der Dampfanlage kommen, wenn Dampf und Wasser mit hoher Geschwindigkeit durch ein teilweise geöffnetes Ventil strömen und dadurch Abrieb entsteht. Wenn diese Erosion einmal stattgefunden hat, wird das Ventil nie wieder dicht schließen, auch nachdem der Schmutz entfernt wurde.

Es ist daher ratsam, Schmutzfänger mit Feinsieb in Größe der Leitung vor jedem Kondensatableiter, jedem Durchflussmessgerät und jedem Regel- und Stellventil einzubauen. Die Darstellung in Abbildung 10 zeigt einen Schnitt durch einen typischen Schmutzfänger.

Dampf strömt durch den Eintritt „A“ durch das Lochsieb „B“ zum Austritt „C“. Während Dampf und Wasser einfach durch das Sieb hindurchgelangen, kann der Schmutz dies nicht. Der Stopfen „D“ kann entfernt und dadurch das Sieb regelmäßig herausgenommen und gereinigt werden. Es kann auch ein Ausblaseventil am Stopfen „D“ angebracht werden, um die regelmäßige Reinigung zu erleichtern.

Schmutzfänger können jedoch Nassdampf verursachen, wenn sie falsch eingebaut werden. Um Kondensatsammlungen im Y-Teil des Schmutzfängers zu vermeiden, sollten diese immer mit dem Sieb seitlich liegend installiert werden.

Kondensatableiter

Kondensatableiter sind die effektivste und effizienteste Methode, Kondensat aus einem Dampfsystem abzuleiten. Die Kondensatableiter müssen in den folgenden Punkten passend zum System ausgewählt werden:

- Druckstufe
- Kapazität
- Eignung

Druckstufe

Die richtige Druckstufe zu wählen ist im Grunde genommen einfach – der maximale mögliche Betriebsdruck des Kondensatableiters wird entweder bekannt sein oder sollte herausgefunden werden.

Kapazität

Die Kapazität, also die Menge des Kondensats, das abgeleitet werden soll, muss in zwei Kategorien aufgeteilt werden: Kondensatanfall beim Anfahren und beim Betrieb.

Kondensatanfall beim Anfahren

Beim Anfahren müssen die Leitungen zunächst einmal auf Betriebstemperatur gebracht werden. Diese kann durch Berechnungen bestimmt werden, wenn die Masse und die spezifische Wärmekapazität der Leitungen und Armaturen bekannt sind. Für die genaue Methode zur Berechnung verweisen wir Sie auf den Artikel „Berechnung des Kondensatanfalls bei Anfahrt und Betrieb von Dampfanlagen“ aus unserer Calorie 85/ Juli 2018. Alternativ kann für einen schnellen Überblick Tabelle 2 auf Seite 16 genutzt werden. Die Tabelle zeigt die Kondensatmenge, die erzeugt wird, wenn eine 50-m-Dampfleitung auf Betriebstemperatur gebracht wird; 50 m sind dabei die maximal empfohlene Distanz zwischen den Ableitungspunkten. Die gezeigten Werte in der Tabelle sind in Kilogramm aufgeführt.

Um den durchschnittlichen Kondensatanfall zu bestimmen, muss zudem die für den Prozess benötigte Zeit in Betracht gezogen werden. Wenn beispielsweise beim Anfahren laut der Tabelle 50 kg Kondensat anfallen und der Anfahrprozess 20 Minuten lang andauert, dann wäre die durchschnittliche, erforderliche Kondensatableitungs-Leistung:

$$\begin{aligned} \text{Durchschnittlicher Kondensatanfall} &= \frac{60 \text{ Minuten}}{20 \text{ Minuten}} \times 50 \text{ kg} \\ \text{Durchschnittlicher Kondensatanfall} &= \mathbf{150 \text{ kg / h}} \end{aligned}$$

Wenn der errechnete Kondensatanfall genutzt wird, um einen Kondensatableiter zu dimensionieren, sollte man bedenken, dass der Anfangsdruck beim Beginn des Aufwärmprozesses in der Leitung etwas mehr als atmosphärisch sein wird. Die Kondensatmenge wird jedoch im Allgemeinen immer noch problemlos innerhalb des Leistungsbereichs eines DN15-Kondensatableiters mit niedriger Kapazität liegen. Nur bei seltenen Anwendungen mit sehr hohen Drücken (über 70 bar ü) in Kombination mit großen Leitungsdimensionierungen wird eine größere Kondensatableiterkapazität notwendig sein.

Dampfdruck bar ü	Nennweite Hauptdampfleitung (DN)														-18 °C Korrekturfaktor
	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	
1	5	9	11	16	22	28	44	60	79	94	123	155	182	254	1,39
2	6	10	13	19	25	33	49	69	92	108	142	179	210	296	1,35
3	7	11	14	20	25	36	54	79	101	120	156	197	232	324	1,32
4	8	12	16	22	30	39	59	83	110	131	170	215	254	353	1,29
5	8	13	17	24	33	42	63	70	119	142	185	233	275	382	1,28
6	9	13	18	25	34	43	66	93	124	147	198	242	285	396	1,27
7	9	14	18	26	35	45	68	97	128	151	197	250	294	410	1,26
8	9	14	19	27	37	47	71	101	134	158	207	261	307	428	1,25
9	10	15	20	28	38	50	74	105	139	164	216	272	320	436	1,24
10	10	16	20	29	40	51	77	109	144	171	224	282	332	463	1,24
12	10	17	22	31	42	54	84	115	152	180	236	298	350	488	1,23
14	11	17	23	32	44	57	85	120	160	189	247	311	366	510	1,22
16	12	19	24	35	47	61	91	128	172	203	265	334	393	548	1,21
18	17	23	31	45	62	84	127	187	355	305	393	492	596	708	1,21
20	17	26	35	51	71	97	148	220	302	362	465	582	712	806	1,2
25	19	29	39	56	78	108	164	243	333	400	533	642	786	978	1,19
30	21	32	41	62	86	117	179	265	364	437	571	702	859	1150	1,18
40	22	34	46	67	93	127	194	287	395	473	608	762	834	1322	1,16
50	24	37	50	73	101	139	212	214	432	518	665	834	1020	1450	1,15
60	27	41	54	79	135	181	305	445	626	752	960	1218	1480	2140	1,15
70	29	44	59	86	156	208	346	510	717	861	1100	1396	1694	2455	1,15
80	32	49	65	95	172	232	386	568	800	960	1220	1550	1890	2730	1,14
90	34	51	69	100	181	245	409	598	842	1011	1288	1635	1990	2880	1,14
100	35	54	72	106	190	257	427	628	884	1062	1355	1720	2690	3030	1,14
120	42	64	86	126	227	305	508	748	1052	1265	1610	2050	2490	3600	1,13

▲ Tabelle 2: Die Menge Kondensat, die beim Aufwärmen einer PN16/25-Leitung von 50 m Länge anfällt (kg).
Hinweis: Die Zahlen basieren auf einer Umgebungstemperatur von 20 °C und einer Effizienz der Wärmedämmung von 80 %.

Kondensatanfall bei Betrieb

Sobald die Dampfleitung Betriebstemperatur hat, ist der Kondensatanfall hauptsächlich abhängig von der Leitungsgröße und der Qualität und Dicke der Isolierung und er wird geringer als der Kondensatanfall beim Anfahren sein.

Für die genaue Methode zur Berechnung der Wärmeverluste beim Betrieb von Hauptdampfleitungen verweisen wir Sie ebenfalls auf den Artikel „Berechnung des Kondensatanfalls bei Anfahrt und Betrieb von Dampfanlagen“ aus unserer Calorie 85/ Juli 2018. Für eine schnelle Abschätzung der für den Betrieb benötigten Dampfmenge kann alternativ auch die Tabelle 3 genutzt werden. Diese stellt die durchschnittlichen Mengen an Kondensatanfall pro Stunde je 50 m isolierter Dampfleitung bei verschiedenen Drücken dar.

Eignung

Bei einem Kondensatableiter für eine Hauptdampfleitung sollten die folgenden Randbedingungen beachtet werden, um seine Eignung zu bestimmen:

- **Ableittemperatur:** Der Kondensatableiter sollte bei oder zumindest sehr nahe an der Sattdampftemperatur ableiten, außer wenn Abkühlstrecken zwischen dem Entwässerungspunkt und dem Ableiter vorgesehen sind. Dies bedeutet, dass die Wahl auf einen unverzüglich ableitenden Kondensatableiter fallen sollte (wie beispielsweise Kugelschwimmer-, Glockenschwimmer- oder thermodynamischer Kondensatableiter).
- **Frostgefahr:** Dort, wo die Dampfleitung außerhalb eines Gebäudes verläuft und es dazu kommen könnte, dass die Umgebungstemperatur auf unter Null °C fällt,

Dampfdruck bar ü	Nennweite Hauptdampfleitung (DN)														-18 °C Korrekturfaktor
	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	
1	5	5	7	9	10	13	16	19	23	25	28	31	35	41	1,54
2	5	6	8	10	12	14	18	22	26	28	32	35	39	46	1,5
3	6	7	9	11	14	16	20	25	30	32	37	40	45	54	1,48
4	7	9	10	12	16	18	23	28	33	37	42	46	51	61	1,45
5	7	9	11	13	17	20	24	30	36	40	46	49	55	66	1,43
6	8	10	11	14	18	21	26	33	39	43	49	53	59	71	1,42
7	8	10	12	15	19	23	28	35	42	46	52	56	63	76	1,41
8	9	11	14	16	20	24	30	37	44	49	57	61	68	82	1,4
9	9	11	14	17	21	25	32	39	47	52	60	64	72	88	1,39
10	10	12	15	17	21	25	33	41	49	54	62	67	75	90	1,38
12	11	13	16	18	23	26	36	45	53	59	67	73	81	97	1,38
14	12	14	17	20	26	30	39	49	58	64	73	79	93	106	1,37
16	12	15	18	23	29	34	42	52	62	68	78	85	95	114	1,36
18	14	16	19	24	30	36	44	55	66	72	82	90	100	120	1,36
20	15	17	21	25	31	37	46	58	69	76	86	94	105	125	1,35
25	15	19	23	28	35	42	52	66	78	86	97	106	119	141	1,34
30	17	21	25	31	39	47	58	73	87	96	108	118	132	157	1,33
40	20	25	30	38	46	56	70	87	104	114	130	142	158	189	1,31
50	24	29	34	44	54	65	82	102	121	133	151	165	184	220	1,29
60	27	32	39	50	62	74	95	119	140	155	177	199	222	265	1,28
70	29	35	43	56	70	82	106	133	157	173	198	222	248	296	1,27
80	34	42	51	66	81	97	126	156	187	205	234	263	293	350	1,26
90	38	46	56	72	89	106	134	171	204	224	265	287	320	284	1,26
100	41	50	61	78	96	114	149	186	220	242	277	311	347	416	1,25
120	52	63	77	99	122	145	189	236	280	308	352	395	440	527	1,22

▲ Tabelle 3: Die Menge Kondensat, die bei Betriebstemperatur einer PN16/25-Leitung von 50 m Länge anfällt (kg/h).
Hinweis: Die Zahlen basieren auf einer Umgebungstemperatur von 20 °C und einer Effizienz der Wärmedämmung von 80 %.

ist der thermodynamische Kondensatableiter ideal, da er durch Frost nicht beschädigt wird. Selbst wenn die Situation eintritt, dass Wasser beim Ausschalten im Kondensatableiter verbleibt und einfriert, kann der thermodynamische Kondensatableiter bei erneutem Anfahren auftauen, ohne Schaden zu nehmen.

- **Wasserschläge:** Früher traten Wasserschläge aufgrund unsachgemäßer Installation häufig auf. Dabei waren Kugelschwimmerkondensatableiter aufgrund ihrer Empfindlichkeit gegenüber Schäden an der Kugel nicht immer ideal. Modernes Design und zeitgemäße Fertigungsmethoden liefern jetzt sehr robuste Bauteile für die Entwässerung von Hauptdampfleitungen. Kugelschwimmerkondensatableiter sind mit Sicherheit die erste Wahl für Wärmetauscher und für unsere Dampftrockner, da

hohe Kapazitäten einfach erreicht werden können und sie schnell auf Steigerungen der Kondensatmenge reagieren können.

Kondensatableiter für die Ableitung von Kondensat aus Hauptdampfleitungen sind auf Seite 16 dargestellt. Der thermostatische Kondensatableiter ist hier mit aufgenommen, da er dann ideal ist, wenn es keine andere Wahl gibt, als das Kondensat in eine geflutete Rückführleitung abzuleiten.

Dampfleckagen

Leckagen an der Dampfleitung können sowohl in Hinblick auf Wirtschaftlichkeit als auch auf Umweltschutz kostspielig

sein. Um die optimale Energieeffizienz einer Dampfanlage sicherzustellen, sollten bei ungewolltem Dampfaustritt sofort Maßnahmen getroffen werden, um die undichte Stelle zu reparieren.

Abbildung 12 zeigt den Dampfverlust für verschiedene Lochgrößen in der Rohrleitung bei unterschiedlichen Drücken. Dieser Verlust kann auf Basis der jährlichen Betriebsstunden einfach in den Verlust von Brennstoff umgerechnet werden.

Zusammenfassung

Um Leitungen korrekt zu verlegen und zu entwässern, sollten einige wenige einfache Regeln beachtet werden:

- Dampfleitungen sollten so verlegt werden, dass sie in Strömungsrichtung nicht weniger als 100 mm je 10 Meter Leitung (1:100) abfallen.
- Dampfleitungen, die in Strömungsrichtung ansteigen, sollten nicht weniger als 250 mm je 10 Meter Leitung (1:40) ansteigen.
- Dampfleitungen sollten in regelmäßigen Abständen von 30-50 m und an allen Tiefpunkten im System entwässert werden.
- Dort wo eine Entwässerung in geraden Leitungsstrecken vorgesehen ist, sollte ein Stutzen mit einem großen Durchmesser verwendet werden, in dem sich das Kondensat sammeln kann.
- Wenn Schmutzfänger eingebaut werden, sollte das seitlich liegend geschehen.
- Anschlüsse zu Dampfentnahme-Leitungen sollten stets oben auf der Leitung erfolgen, da von dort der trockenste Dampf abgenommen werden kann.
- Dampftrockner sollten vor allen dampfnutzenden Komponenten eingesetzt werden, da so

FÜR DIE ENTWÄSSERUNG VON HAUPTDAMPFLEITUNGEN GEEIGNETE KONDENSATABLEITER

Kugelschwimmer-Kondensatableiter



Glockenschwimmer-Kondensatableiter



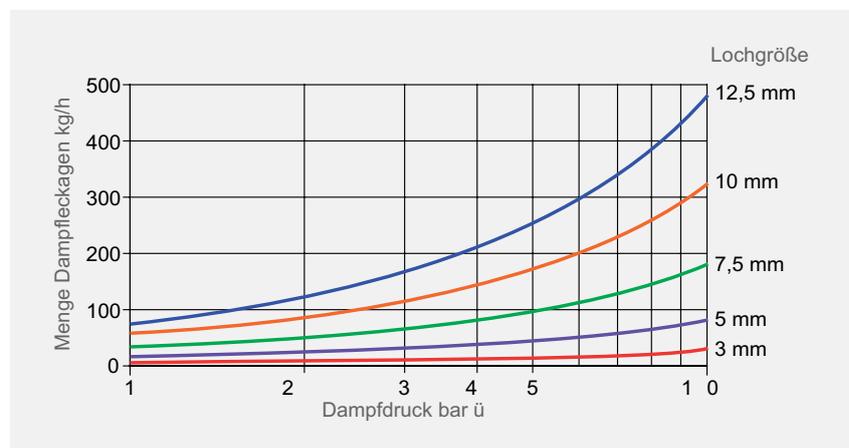
Thermische Kondensatableiter



Thermodynamischer Kondensatableiter



▼ Abb. 12: Menge des Dampfverlustes abhängig von Größe des Austrittsloches und dem Druck der Leitung



sichergestellt wird, dass möglichst trockener Dampf in diese einströmt und Wasserschlag vermieden wird.

- Die ausgewählten Kondensatableiter sollten robust genug sein, dass Schäden durch Wasserschläge und Frost vermieden werden. ■

Weitere Informationen finden Sie in unseren Handbüchern, z. B. „Arbeitsblätter“, welche zum kostenlosen Download auf unserer Website verfügbar sind.

Seminartermine



Datum	Dauer	Ort	Seminar-Typ
09.-11.09.2019	2 ½ Tage	Konstanz	Grundlagen-Seminar
17.09.2019	1 Tag	Augsburg	Hotel-Grundlagen-Seminar
08.10.2019	1 Tag	Essen	Hotel-Grundlagen-Seminar
22.10.2019	1 Tag	München	Hotel-Grundlagen-Seminar
04.-06.11.2019	2 ½ Tage	Konstanz	Aufbau-Seminar
12.11.2019	1 Tag	Hamburg	Hotel-Grundlagen-Seminar
19.11.2019	1 Tag	Stuttgart	Hotel-Grundlagen-Seminar
26.11.2019	1 Tag	Berlin	Hotel-Grundlagen-Seminar

In unseren Grundlagen-Seminaren vermitteln wir Kenntnisse über Aufbau und Funktion einer Dampfanlage und eingesetzter Armaturen. Hier können sowohl Ingenieure, Mitarbeiter/-innen von Planungs- und Ingenieurbüros sowie

Verantwortliche für den Bau und den Betrieb von Dampfanlagen teilnehmen. Abgesehen von dem Interesse an Technik, Physik und Einsatz von Dampf sind keine weiteren Vorkenntnisse erforderlich.

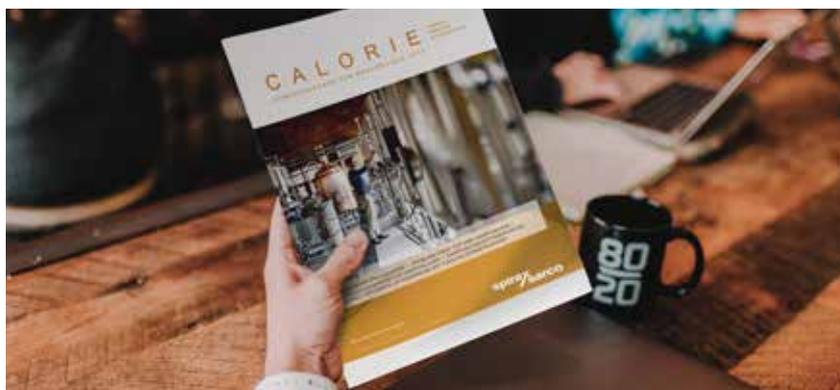
Auf unseren Grundlagen-Seminaren aufbauend bieten wir im November ein 2 ½-tägiges Aufbauseminar an. Hier werden der Aufbau und die Unterschiede der Wärmetauscher-Systeme (dampf- oder kondensatseitige Regelung, Rohrbündel-Plattenwärmetauscher) sowie die Regelung von Wärmetauschern und deren Kondensatableitung genauer unter die Lupe genommen. Eine Vorführung im Dampf Labor hilft, die Theorie durch die Praxis noch stärker zu untermauern.

Melden Sie sich doch direkt online an – wir freuen uns drauf, Sie an einem unserer Seminare begrüßen zu dürfen!

Mehr Infos
und Anmeldung:



Vorschau Calorie 88



Im November erscheint die nächste Ausgabe unserer Calorie!

Es erwarten Sie spannende Themen rund um Dampf- und Kondensattechnik in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie. Ein spezieller Schwerpunkt wird auf der Brauindustrie liegen – eine Einstimmung auf unsere (und vielleicht auch Ihre) Teilnahme an der BrauBeviale 2019!



Spirax Sarco GmbH
Niederlassung Österreich
Dückerstraße 7/2/8, A – 1220 Wien
T +43 (0)1 69964-11
F +43 (0)1 69964-14

Spirax Sarco GmbH
Reichenastr. 210, D – 78467 Konstanz
T +49 (0)7531 5806-0
F +49 (0)7531 5806-22
E vertrieb@de.spiraxsarco.com