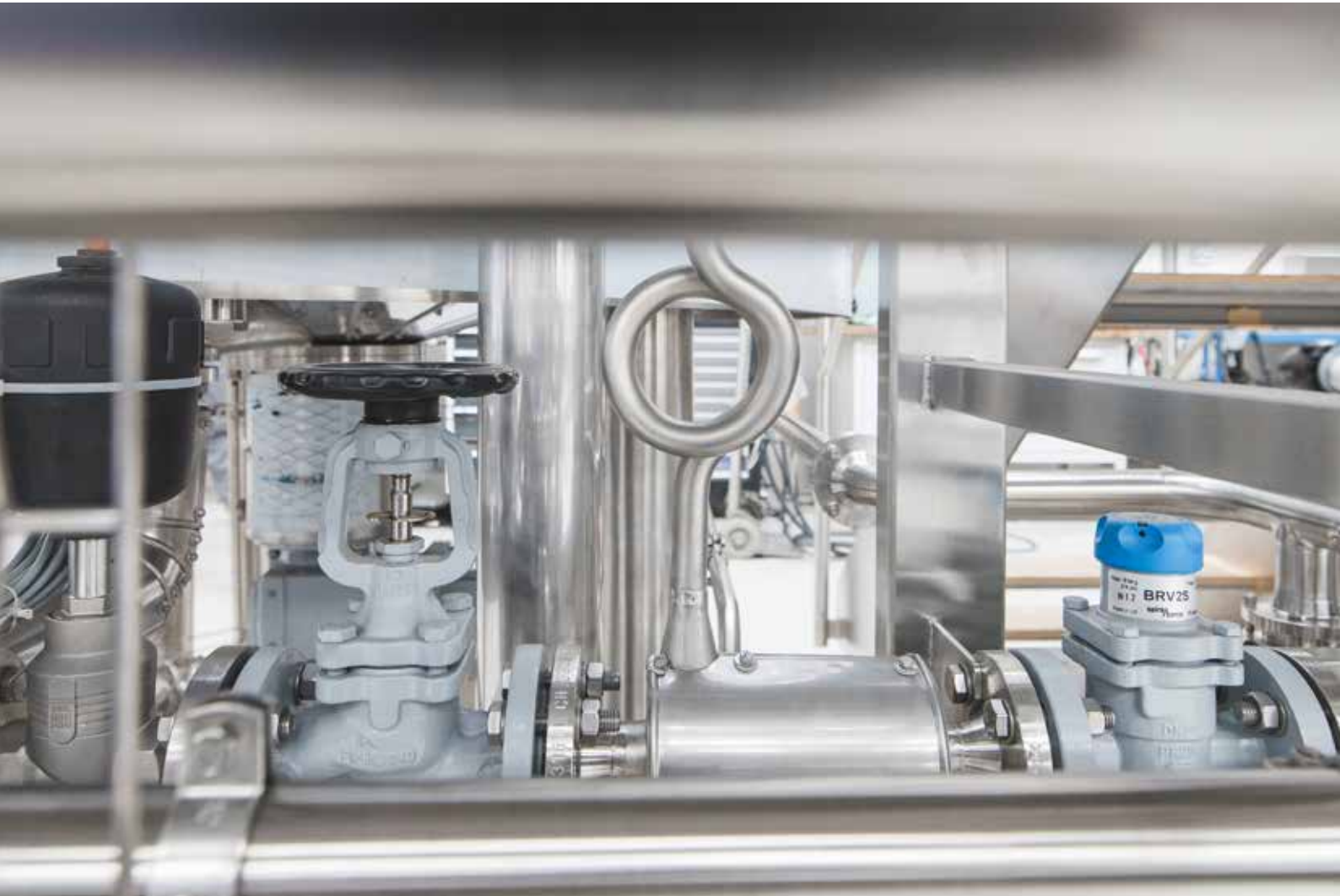


CALORIE

Ausgabe 85
Juli 2018
www.spiraxsarco.com

AKTUELLES AUS TECHNIK UND PRAXIS



THEMEN

WIRTSCHAFTLICH UND EFFIZIENT: SMARTE SPIRA-TROL-STELLVENTILE | „BIER IST ETWAS EMOTIONALES“ – ZU BESUCH BEI KASPAR SCHULZ | BERECHNUNG DES KONDENSATANFALLS BEI ANFAHRT UND BETRIEB VON DAMPFANLAGEN

Die bessere Anlage.

DAMPFTECHNOLOGIE MIT ZUKUNFT

spirax
sarco



CALORIE -SPEZIAL! DIE AUSGABE ZUR BrauBeviale!

Freuen Sie sich jetzt schon auf unser Calorie
Brauerei-Spezial im Herbst – pünktlich zur Messe!
Es erwarten Sie spannende Themen rund um die
Prozesse in Ihrer Anlage!

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

www.printheusing.com

Fragen / Änderungen zur Heftzustellung?

info@de.spiraxsarco.com

Titelbild

Thomas Paal, Kopfwerk GmbH

Nachdruck nur mit Genehmigung durch die Spirax Sarco GmbH.

Produkte & Anwendungen

04 **Wirtschaftlich und effizient: smarte Spira-trol-Stellventile**

Noch nie war Effizienz bei den Arbeitsabläufen in Unternehmen so wichtig wie heute. Dank des Einsatzes der smarten Stellungsregler der Serie SP400 und SP500 in Verbindung mit einem Spira-trol-Regelventil können Sie Kosten sparen und CO₂ reduzieren.

Referenzen

06 **„Bier ist etwas Emotionales“ Zu Besuch bei KASPAR SCHULZ in Bamberg**

KASPAR SCHULZ, Hersteller von hochwertigen Brauereianlagen, setzt seit vielen Jahren auf die Dampfarmaturen von Spirax Sarco. Die Calorie-Redaktion traf den Geschäftsführer Johannes Schulz-Hess am Unternehmenssitz in Bamberg zu einem Gespräch und einer Führung durch die Fertigungshalle.

Technik und Wissen

11 **Berechnung des Kondensatanfalls bei Anfahrt und Betrieb von Dampfanlagen**

Wenn Leitungen in einem Dampfsystem nicht richtig dimensioniert sind, kann es zu schwerwiegenden Folgen wie Wasserschlag kommen. Wir zeigen Ihnen anhand einer Beispielkalkulation, wie Sie den Kondensatanfall in einer Anlage bei Anfahrt und Betrieb berechnen können, um die passenden Kondensatableiter und Rohrleitungen zu wählen.



Foto: Thomas Paal, Kopfwerk GmbH

▲
Zu Besuch bei KASPAR SCHULZ, Hersteller von hochwertigen Brauereianlagen: Die Calorie-Redaktion traf den Geschäftsführer Johannes Schulz-Hess am Unternehmenssitz in Bamberg.



▲
Die smarten Stellungsregler der Serie SP400 und SP500 in Verbindung mit einem Spira-trol-Regelventil sparen Kosten und reduzieren CO₂. Mehr dazu im Artikel auf Seite 4.

Wirtschaftlich und effizient: smarte Spira-trol-Stellventile

Ob auf der Baustelle oder in der Werkstatt, Effizienz hat heutzutage bei den meisten Arbeitsabläufen in Unternehmen höchste Priorität. Daher erfolgt bei unseren modernen und sparsamen Spira-trol-Regelventilen mit den Stellungsreglern der Serie SP400 oder SP500 die Inbetriebnahme schnell, einfach und wiederholbar zuverlässig per Tastendruck. Es werden keine Schulungen oder Spezialisten für die Kalibrierung von Ventil und Stellungsregler benötigt!

Der Stellungsregler passt die Ventilstellung auch im Betrieb automatisch an geänderte Bedingungen an, beispielsweise an einen niedrigeren Betriebsdruck. Auch können die Stellungsregler dank der berührungslosen Positionsrückmeldung vom Kunden direkt selbst angebaut werden – smarte Technologie, die Ressourcen spart, Arbeitsprozesse vereinfacht und eine korrekte Justierung gewährleistet!

CO₂ reduzieren = Kosten senken

Die Stellungsregler der Serie SP400 und SP500 benötigen durch den Einsatz moderner Technologie nur etwa 1 % der Druckluft, die ein herkömmlicher Stellungsregler verbrauchen würde. Auch im Beharrungszustand haben sie einen außergewöhnlich niedrigen Druckluft-Verbrauch. Dadurch werden Druckluffertzeugungskosten gesenkt und CO₂-Emissionen reduziert.



► In Kombination mit den vielfältigen und flexiblen Spira-trol-Regelventilen, die aufgrund der innovativen PEEK-Dichtung besonders dicht im Durchgang sind, setzen Kunden mit den SP400- und SP500-Stellungsreglern auf eine fortschrittliche und effiziente Lösung für ihre Anlage.



EIGENSCHAFTEN DES SP400 UND SP500

- *Smarte Technologie*
- *Sparsam im Luftverbrauch*
- *Berührungslose Positionsrückmeldung*
- *Einfachste mechanische Montage (auch für wenig erfahrene Anwender)*
- *Einfache Justierung durch Selbstjustierungsfunktion (Autotune)*
- *Ausführung für pneumatische Hubantriebe oder 90 °-Schwenkantriebe*
- *Manometer-Anbaublock verfügbar (Visualisierung und Kontrolle der Drücke)*
- *Eingang 4 – 20 mA*

Einfach zu bedienendes LCD-Display

Die Stellungsregler der Serie SP400 und SP500 können vollständig über ein Menü mittels Tasten und LCD-Display bedient werden. Dort können Parameter wie Status, Halbleiter-Endlagenschalter, Eingangssignal und Daten zum Stellventil eingestellt bzw. ausgelesen werden.

Aus der Praxis

Einer unserer Kunden, ein Betreiber von Gasbereitungsanlagen, hat seit einigen Jahren Regelventile von Spirax Sarco im Einsatz. Mit den seit kurzem von ihm verwendeten smarten Stellungsreglern SP500 hat er bisher sehr gute Erfahrungen gemacht. Vor allem schätzte er die einfache und schnelle Inbetriebnahme und die automatische Justierung per Knopfdruck. Er kann so sicher sein, dass die Justierung stets korrekt erfolgt ist, selbst wenn das Personal bei diesen Arbeiten nicht ständig in Übung ist. Auch bewertet er das Preis-Leistungsverhältnis der smarten Stellungsregler aufgrund der schnelleren Inbetriebnahme, des günstigeren und zuverlässigeren Betriebes und der garantiert fehlerfreien Justierung besser als bei den von ihm zuvor eingesetzten Geräten. ■

Wartungsarm dank kontaktloser Stellungsrückmeldung

Die kontaktlose Stellungsrückmeldung durch die Magnetfeld-Hall-Sonde ermöglicht eine unverzügliche Rückmeldung der Ventilstellung, beseitigt Hysterese-Effekte und minimiert die Wartung.

Weitere Informationen und technische Beratung erhalten Sie unter:

vertrieb@de.spiraxsarco.com

Werbeanzeige



Gerne stehe ich Ihnen jederzeit für eine individuelle Beratung zur Verfügung – ob telefonisch oder bei Ihnen vor Ort in der Anlage.

Manfred Stransky,
Vertriebsmitarbeiter im Außendienst bei Spirax Sarco

Die bessere Anlage.

DAMPFTECHNOLOGIE MIT ZUKUNFT

spirax sarco



Foto: Thomas Paal, Kopfwerk GmbH

„Bier ist etwas Emotionales“

Zu Besuch bei KASPAR SCHULZ, Hersteller von hochwertigen Brauereianlagen

KASPAR SCHULZ ist ein Hersteller von hochwertigen Brauereianlagen und setzt bei Dampfarmaturen seit vielen Jahren auf die Produkte von Spirax Sarco. Auf dem Firmengelände in Bamberg trafen sich die Redaktion unserer Calorie und unser für dieses Gebiet zuständige Außendienstmitarbeiter Jörg Hammerschmidt mit dem Geschäftsführer von KASPAR SCHULZ, Johannes Schulz-Hess, zum Gespräch. Diskutiert wurden Themen wie der aktuelle Biermarkt, das Angebot von KASPAR SCHULZ und die Zusammenarbeit mit Spirax

Sarco. Im Anschluss folgte zudem eine exklusive Tour durch die beeindruckende Fertigungsanlage des Brauerei-Erstausrüsters.

▲ *Titelbild: Die Armaturen von Spirax Sarco – hier ein Absperrventil (links) und ein Druckreduzierventil – passen aufgrund der temperaturbeständigen grauen Lackierung optisch nahtlos in die Brauereianlagen von KASPAR SCHULZ.*

Die Region um Bamberg, wo KASPAR SCHULZ seinen Hauptsitz hat, ist die brauereireichste Gegend der Welt. Ganz klar, dass hier die Symbiose zwischen Ausrüster und Kunden besonders stark und von einer langen Zusammenarbeit geprägt ist. Dies erkennt man bereits an den traditionsreichen Wurzeln des Unternehmens – KASPAR SCHULZ ist ein Familienbetrieb in zehnter Generation. Das Unternehmen entstand im Jahr 1677, damals als Kupferschmiede. Im Zuge der Industrialisierung spezialisierte sich KASPAR SCHULZ auf das Geschäft mit Brauereien und Schnapsbrennereien. 1956 zog das Unternehmen von seinem ursprünglichen Standort im Zentrum Bambergs nach und nach an den heutigen Standort im Industriegebiet und wuchs seither.

Bei KASPAR SCHULZ wird nicht nur Tradition gelebt, es handelt sich auch um einen Betrieb, der von den Anfängen an innerhalb der Familie weitergeführt wurde. Der heutige Geschäftsführer Johannes Schulz-Hess übernahm das Unternehmen vor zehn Jahren von seinem Vater. Er konzentrierte sich darauf, es zunehmend zu internationalisieren, da in Schwellenländern wie beispielsweise in den Ländern Südamerikas der Wohlstand steigt – und damit auch der Bedarf an hochwertigen, regional gefertigten Produkten, beispielsweise Bier. „Bier ist etwas Emotionales, egal wo auf der Welt. Und wir sind überall dort präsent, wo handwerkliches Bier gebraut wird“, erläutert Johannes Schulz-Hess die Erfolgsstrategie des Unternehmens.

Infolgedessen wuchs der Komplettanbieter für schlüsselfertige, auf Wunsch auch voll automatisierte Brauanlagen, Gär- und Lagertanks sowie Spezialbehälter im vergangenen Jahrzehnt von 82 auf 180



Foto: Thomas Paal, Kopfwerk GmbH

▲ „Wir sind überall dort präsent, wo handwerkliches Bier gebraut wird“, so Johannes Schulz-Hess, Geschäftsführer von KASPAR SCHULZ.

▼ Die Ursprünge von KASPAR SCHULZ liegen in einer Kupferschmiede im Jahr 1677. Bis heute ist das Wissen rund um das Schmiedehandwerk im Unternehmen vorhanden – und wird bewusst bewahrt und an junge Mitarbeiter weitergegeben.



Foto: Thomas Paal, Kopfwerk GmbH

Mitarbeiter an. Es entstanden zudem neue Produkte wie Mälzungsanlagen, die relativ einfach funktionieren und es Agrarbetrieben ermöglichen, ihre Erzeugnisse weiter zu veredeln. Dabei muss sich die Anwendung nicht auf das Bierbrauen beschränken. Es

können beispielsweise auch Whiskeydestillen das Sudhaus nutzen, um Whiskeymische anzusetzen.

Die Strategie geht auf – obwohl der Biermarkt an sich schrumpft, gibt es ein Wachstum bei kleinen

Brauereien, und damit bei den klassischen Kunden von KASPAR SCHULZ. Bereits in den 80er-Jahren erkannte das Unternehmen den Trend hin zu der Renaissance der kleinen, regionalen Brauereien und erschuf sich mit Anlagen für Mikro-Brauereien eine neue Nische. Mittlerweile ist KASPAR SCHULZ in diesem Bereich Marktführer. „Obwohl kleine Mittelstandsbrauereien gerade in Franken eigentlich nichts Neues sind“, kommentiert Johannes Schulz-Hess mit einem Schmunzeln.

„Wie bei einem schönen Auto stimmt auch bei unseren Sudhäusern jedes Detail“

Wenn Bier etwas Emotionales ist, sind die Anlagen von KASPAR SCHULZ der Klangkörper, diese Emotionen auch langfristig sichtbar zu transportieren. Wenn man die erst 2015 erweiterte Fertigungshalle betritt, sieht man glänzendes Edelstahl, wohin das Auge reicht. „Alle unsere Behälter sind aus Edelstahl gefertigt, da in ihnen ja Lebensmittel verarbeitet und gelagert werden“, erklärt Schulz-Hess. „Dass bei uns alles aus einem Guss wirkt, ist ein wichtiger Teil unseres Konzeptes. Wie bei einem schönen Auto stimmt auch bei unseren Sudhäusern jedes Detail. Und somit haben unsere Anlagen auch einen hohen Wiedererkennungswert.“

Die von KASPAR SCHULZ gefertigten Tanks bestehen tatsächlich aus zwei Behältern – innen der Tank für die Lagerung des Produktes, außen die Hülle für die Isolierung, die ebenfalls aus Edelstahl besteht. Auf Wunsch ist es möglich, dass für die Sudhäuser in der Werkstatt eine passende Kupferhaube geschmiedet wird. Viele Kunden des Komplettanbieters schätzen den ursprünglichen Charakter dieses Werkstoffes und vor allem die edle Optik, auch wenn dies den Preis der Anlage erheblich steigert. Bei KASPAR SCHULZ wird der Kupferrohling mit Flamme und Holzhammer bearbeitet, fast so wie zur Gründungszeit des Unternehmens vor mehr als 300 Jahren.

ÜBER KASPAR SCHULZ

- Komplettanbieter für schlüsselfertige, auf Wunsch auch voll automatisierte Brau- und Mälzungsanlagen, Gär- und Lagertanks sowie Spezialbehälter
- Einzigartiges, umfangreiches Servicespektrum
- Mitarbeiter: ca. 180, davon 28 Auszubildende
- Produktionsfläche: 5.500 m²
- Gründungsjahr: 1677
- Familienunternehmen in der zehnten Generation
- Unternehmensleitung: Dipl.-Ing. Johannes Schulz-Hess
- Unternehmenssitz: Bamberg

Bestandteil der SCHULZ Unternehmensfamilie:

- Hinke Tankbau GmbH
- Mitarbeiter: ca. 55
- Produktionsfläche: 3.200 m²
- Unternehmenssitz: Vöcklamarkt, Österreich



Foto: Thomas Paal, Kopfwerk GmbH

▲ Die hohe Perfektion der Schweißnähte verleiht den Behältern das gewisse Etwas, das KASPAR SCHULZ seinen Kunden bietet.

Alle Behälter werden am Ende hochwertig geschliffen, manche auch poliert. „Wir machen hier noch echte Handarbeit“, sagt der Geschäftsführer, während er uns die einzelnen Arbeitsstationen vorstellt. Überall in der Fertigungshalle



▲ Das von KASPAR SCHULZ hergestellte 90 hl 2-Geräte Sudhaus der Augustiner Brauerei in Salzburg mit den charakteristischen Kupferhauben.

wird mit Hingabe geschweißt, montiert und ausgerüstet, sodass die einzelnen Bauteile bis ins letzte Detail den hohen Qualitätsanforderungen von KASPAR SCHULZ entsprechen. Es werden vom Tank bis hin zur Verrohrung alle Komponenten in der Fertigung in Bamberg selbst hergestellt beziehungsweise verbaut und somit schlüsselfertig an den Kunden ausgeliefert. Alle Sudhaus-Anlagen werden einmal zusammen- und dann wieder auseinandergeliefert, um deren Funktion zu testen. In der Werkstatt können bis zu vier solcher Anlagen gleichzeitig gefertigt werden, die im Schnitt etwa 6-8 Wochen in Anspruch nehmen.

KASPAR SCHULZ erwartet, dass in Deutschland weiterhin Brauereien entstehen werden. Dem Bedarf möchte das Unternehmen begegnen, indem es als Systemanbieter stets neue Zusatznutzen für Kunden bietet. Es gibt nur wenige Hersteller, die noch über eine eigene Tankherstellung verfügen. „Bei keinem anderen deutschen Hersteller finden Sie diese Fertigungstiefe und diesen Qualitätsanspruch“, so Schulz-Hess. Jede Anlage wird von den Mitarbeitern des Unternehmens individuell geplant, gefertigt und auf die Bedürfnisse und Ansprüche des Auftraggebers abgestimmt. „DEN klassischen Kunden gibt es bei uns nicht“,



Foto: Thomas Paal, Kopfwerk GmbH

▲ Die Liebe zum Detail bis zum letzten Schliff macht die Anlagen von KASPAR SCHULZ so außergewöhnlich.

betont der Geschäftsführer. Die Kunden reichen von Klein- und Gasthausbrauereien bis hin zu Konzernen, da es heutzutage auch für „die Großen“ interessant ist, eine Craft-Biersorte im Angebot zu haben. Damit ist auch jede Dampfverrohrung unterschiedlich.

Zusammenarbeit aus Überzeugung

Mit Spirax Sarco arbeitet das Unternehmen im Dampfbereich aus Überzeugung zusammen. „Wir bieten hochwertige Anlagen und benötigen dafür ebenso hochwertige Dampfarmaturen“, sagt Schulz-Hess im



Foto: Thomas Paal, Kophtwerk GmbH

▲ Unser Außendienstmitarbeiter Jörg Hammerschmidt im Gespräch mit KASPAR SCHULZ-Geschäftsführer Johannes Schulz-Hess.

Gespräch mit unserem Außendienstmitarbeiter Jörg Hammerschmidt. „Bei uns sollten Reklamationen nicht vorkommen – daher setzen wir auf einen erfahrenen Partner wie Spirax Sarco, um langfristige Qualität sicherzustellen.“

„Durch die jahrelange erfolgreiche Zusammenarbeit entstand ein Vertrauensverhältnis“, bekräftigt der Geschäftsführer. Der starke Servicegedanke von Spirax Sarco war dabei immer ein wichtiger Faktor. Beispielsweise lackiert Spirax Sarco die Armaturen für KASPAR SCHULZ seit Ende 2017 in einem zu den Edelstahlanlagen passenden Grauton in der eigenen Werkstatt in Konstanz am Bodensee. Dafür wurde eigens ein besonders langlebiger und temperaturbeständiger Lack ausgewählt.

Spirax Sarco bietet seinen Kunden einen flächendeckend vertretenen

Außendienst, der bei kniffligen Angelegenheiten auch direkt in die Anlage kommt und berät. Jörg Hammerschmidt weiß ganz genau, welche Dampfarmaturen bei KASPAR SCHULZ eingesetzt werden. Er kennt die Anlagen, die alle individu-

ell angefertigt werden, und kann mit Rat und Tat zur Seite stehen, wenn Rückfragen aufkommen. Auch der technische Vertriebsinnendienst von Spirax Sarco steht dem Brauerei-Erstausrüster telefonisch jederzeit bei Angeboten und Bestellungen

zur Verfügung. Ein kontinuierlicher Service, den der Wettbewerb so nicht zu bieten hat – und der für KASPAR SCHULZ ein entscheidender Faktor ist.

„Da wir alle unsere Anlagen selbst konzipieren und fertigen, müssen unsere Mitarbeiter ein entsprechendes Wissen besitzen. Sie müssen die Funktion jeder Einzelkomponente verstehen, vom Engineering bis zur Inbetriebnahme. Daher schicken wir sie auch regelmäßig auf die Dampfseminare von Spirax Sarco“, fügt Schulz-Hess hinzu.

Weiteres Wachstum, innovative Produktneuheiten

In der Zukunft erwartet KASPAR SCHULZ weiteres Wachstum. Innovative Produktneuheiten wie das neue Filtrationssystem, das vergangenes Jahr auf der Drinktec vorgestellt wurde, zeigen die starke Kundenorientierung des Unternehmens. Mit dem Trend hin zu mehr Regionalität und bewusstem Konsum überall auf der Welt, sowohl in Industrienationen als

” Bei uns sollten Reklamationen nicht vorkommen – daher setzen wir auf einen erfahrenen Partner wie Spirax Sarco, um langfristige Qualität sicherzustellen. “

auch in Schwellenländern, wird der Erfolg des Brauerei-Erstausrüsters mit Sicherheit anhalten – und bei den Dampfkomponenten wird das Unternehmen auch weiterhin auf die volle Unterstützung von Spirax Sarco zählen können. ■

Berechnung des Kondensatanfalls bei Anfahrt und Betrieb von Dampfanlagen

Leitungen und Kondensatableiter richtig dimensionieren

Wenn Dampf durch Rohrleitungen strömt, gibt er stets einen Teil seiner Wärmemenge an die Rohrleitungen ab und es wird Kondensat anfallen. Während der Aufheizphase bei Kaltstart der Anlage ist der Kondensatanfall am größten, in der Regel deutlich größer als während des Betriebs. Dies hat Auswirkungen auf die Rohrleitungsgröße und die Dimensionierung der Kondensatableiter. Sind diese auf den Kondensatanfall während des Betriebs ausgelegt, wird es Schwierigkeiten bei der Entwässerung geben. Dadurch kann es zu gravierenden Folgen wie Rissen in den Rohrleitungskomponenten oder sogar Wasserschlag kommen.

In diesem Artikel erfahren Sie anhand von praktischen Beispielen, wie Sie den Kondensatanfall beim Anfahren und beim Betrieb der Anlage berechnen und somit Rohrleitungen und Kondensatableiter richtig dimensionieren können.

Anfahrleistung

Anfangs wird eine hohe Wärmemenge dafür benötigt, die kalte Rohrleitung beim Start der Anlage auf Betriebstemperatur zu bringen. Es ist gängige Praxis, das Anfahren aus Sicherheitsgründen langsam zu gestalten. So kommt es seltener zu Leckagen, die Wartungskosten sind

geringer und die Lebensdauer der Anlagenkomponenten wird verlängert. Langsames Anfahren kann durch die Installation eines kleinen Ventils parallel zum Hauptabsperrenteil erreicht werden (siehe Abb. 1). Dieses Ventil kann auf Basis der ausgewählten Anfahrzeit dimensioniert werden. Eine Automatisierung des Anfahrventils kann die Sicherheit verbessern.

Es kann auch nur ein Hauptabsperrenteil eingesetzt werden, aber da es so bemessen sein wird, dass es die für den Betrieb benötigte Dampfmenge durchlässt, wird es in der Anfahrphase überdimensioniert sein und demzufolge währenddessen sehr nahe an seinem Schließpunkt arbeiten. Ein

vor dem Ventil eingebauter Dampftrockner kann sicherstellen, dass der durchströmende Dampf trocken ist und die Ventillinnengarnitur vor frühzeitigem Verschleiß geschützt wird.

Das Aufwärmen der Dampfleitung sollte innerhalb akzeptabler Grenzen so lange wie möglich dauern, um mechanische Belastungen zu minimieren, die Sicherheit zu optimieren und die Anfahrleistung zu reduzieren. Wenn beispielsweise 10 anstelle von 5 Minuten als Anfahrzeit gewählt werden, dann reduziert sich die anfänglich benötigte Dampfmenge um die Hälfte. Eine Anfahrzeit von 20 Minuten reduziert die benötigte Dampfmenge noch weiter.

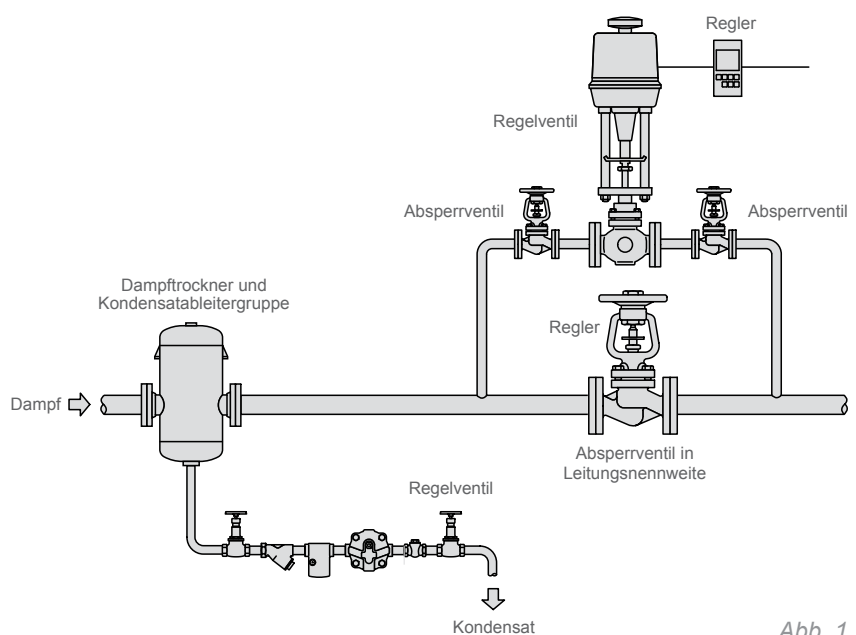


Abb. 1

Der Kondensatanfall, der entsteht, wenn ein Leitungssystem auf Betriebstemperatur gebracht wird, ist eine Funktion aus der Gesamtmasse der zu erwärmenden Rohrleitungen und Rohrleitungskomponenten und der spezifischen Wärmekapazität des jeweiligen Werkstoffes, dem Temperaturanstieg, der Verdampfungsenthalpie des eingesetzten Dampfes und der zulässigen Zeit.

Er kann durch die folgende Gleichung 1 ermittelt werden:

$$\dot{m}_s = \frac{60 W (T_s - T_{Umg}) c_p}{h_{fg} t} \text{ kg/h}$$

Abkürzungen:

- \dot{m}_s = Mittlere Kondensationsmenge des Dampfes (kg/h)
- W = Gesamtgewicht der Rohrleitung plus Flansche und Verschraubungen (kg)
- T_s = Dampftemperatur (°C)
- T_{Umg} = Umgebungstemperatur (°C)
- c_p = Spezifische Wärmekapazität des Rohrleitungswerkstoffes (kJ/kg °C)
- h_{fg} = Verdampfungsenthalpie bei Betriebsdruck (kJ/kg)
- t = Aufwärmzeit (Minuten)

Hinweis: Der Faktor 60 und die Zeitangabe in Minuten ergibt im Ergebnis kg/h.

Berechnungsbeispiel für die Wärmeverluste einer Dampfleitung

Ausgangssituation: Eine DN100-Dampfleitung aus Stahl von 100 Metern Länge umfasst 9 Paare Verbindungsflansche in PN 40 und ein Absperrventil.

Die spezifische Wärmekapazität c_p für Stahl beträgt 0,49 kJ/kg °C (siehe Tabelle 1).

Leitungswerkstoff	Spezifische Wärmekapazität bei 300 °C (kJ/kg °C)
Kupfer	0,385
Unlegierter Stahl	0,490
Chromstahl	0,443
Edelstahl AISI 302	0,480
Edelstahl AISI 304	0,477
Edelstahl AISI 316	0,468
Edelstahl AISI 347	0,480

▲ *Tabelle 1: Typische spezifische Wärmekapazitäten von Metallrohrleitungen*

Die Umgebungs-/Anfangstemperatur beträgt 20 °C und der Dampfdruck 14 bar ü bei 198 °C aus der Dampf tafel (siehe Tabelle 2).

Druck bar ü	Sättigungstemperatur °C	Enthalpie (Energie) in kJ/kg			Spezifisches Volumen von trockenem gesättigtem Dampf m³/kg
		Wasser h_f	Verdampfung h_{fg}	Dampf h_g	
14	198	845	1 947	2 792	0,132

▲ *Tabelle 2: Auszug aus der Dampf tafel*

Nun bestimmen wir den Kondensatanfall bei einer Aufwärmzeit von 30 Minuten mittels Gleichung 1.

$$\dot{m}_s = \frac{60 W (T_s - T_{Umg}) c_p}{h_{fg} t} \text{ kg/h}$$

Um den Wert W zu ermitteln, entnehmen Sie die Massen der verschiedenen Bestandteile der Hauptdampfleitung aus Tabelle 3 (siehe Seite 13)

- DN100 Dampfleitung = 16,1 kg/m
- DN100 Flansche PN40 = 16,0 kg pro Paar
- DN100 Absperrventil = 44,0 kg pro Ventil
- Daher ist: $W = (100 \times 16,1) + (9 \times 16) + (1 \times 44) = 1 798 \text{ kg}$

Damit beträgt die mittlere Anfahrlleistung:

$$\dot{m}_s = \frac{60 \times 1789 \text{ kg} \times (198 \text{ °C} - 20 \text{ °C}) \times 0,49 \text{ kJ/kg °C}}{1947 \text{ kJ/kg} \times 30 \text{ Minuten}} \text{ kg/h}$$

Es ergibt sich eine Anfahrlleistung von **161 kg/h**. Damit kann nun ein passendes Anfahr-Regelventil ausgewählt werden.

Tip: Bei der Auswahl der Kondensatableiter sollte diese Dampfmenge mit dem Faktor zwei multipliziert werden, um den niedrigeren Dampfdruck, der beim Anfahren besteht, zu berücksichtigen. Dann sollte dies durch die Anzahl der zu installierenden Kondensatableiter dividiert werden, um die benötigte Kapazität

der einzelnen Kondensatableiter zu erhalten.

Im Anschluss bestimmen wir den Kondensatanfall bei regulärem Betrieb mit einer Wärmedämmung von 75 mm.

Der Dampf wird wie bereits erwähnt auch im Betrieb kondensieren, da Wärme von der Rohrleitung an die Umgebung verloren geht. Die so entstehende Kondensatmenge hängt dabei von folgenden Faktoren ab:

- Dampftemperatur
- Umgebungstemperatur
- Effizienz der Wärmedämmung

Tabelle 4 zeigt typische Wärmeabstrahlungswerte für nicht wärmege- dämmte Leitungen aus Stahl bei ru- hender Luft von 20 °C.

Hauptverteilleitungen sind jedoch normalerweise wärmege- dämmt und es ist sicherlich von Vorteil, wenn dies auch für Flansche und andere Rohr- leitungs-komponenten gilt. Wenn die Hauptdampfleitung geflanscht ist, hat jedes Flanschenpaar ungefähr die- selbe Oberfläche wie eine 300-mm- Rohrleitung in der gleichen Nennwei- te. Die Wärmeübertragungsmenge nimmt zu, wenn sie bewegter Luft ausgesetzt ist. In diesem Fall sollten die in Tabelle 5 dargestellten Werte berücksichtigt werden.

Wenn gerippte oder gewellte Rohre montiert sind, sollten immer die vom Hersteller angegebenen Werte für die Wärmeabstrahlung verwendet werden.

Die Höhe der Wärmeverluste wird von der Art und Dicke des verwen- deten Materials zur Wärmedämmung und dessen Allgemeinzustand ab- hängen. In den meisten praktischen Anwendungsfällen wird die Wärme- dämmung der Dampfleitungen die

Nenn- weite (DN)	PN40 Leitung	Flanschgewicht pro Paar			Absperrventil geflanscht PN40
		PN40	ASME (ANSI) 150	ASME (ANSI) 300	
15	1,3	1,7	1,8	2	4
20	1,7	2,3	2,2	3	5
25	2,5	2,6	2,4	4	6
32	3,4	4,0	3,0	6	8
40	4,1	5,0	4,0	8	11
50	5,4	6,0	6,0	9	14
65	8,6	9,0	8,0	12	19
80	11,3	11,0	11,0	15	26
100	16,1	16,0	16,0	23	44
150	28,2	28,0	26,0	32	88

▲ Tabelle 3: Typische Gewichte von Stahlrohrleitungen, Flanschen, Schrau- ben und Absperrventilen in kg

Temperaturdiffe- renz zwischen Dampf und Luft in °C	Nennweite (DN)									
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125
50	56	68	82	100	113	136	168	191	241	332
60	69	85	102	125	140	170	208	238	298	412
70	84	102	124	152	170	206	252	289	360	500
80	100	122	148	180	202	245	299	343	428	594
100	135	164	199	243	272	330	403	464	577	804
120	173	210	256	313	351	426	522	600	746	1042
140	216	262	319	391	439	533	653	751	936	1308
160	263	319	389	476	535	651	799	918	1145	1603
180	313	381	464	569	640	780	958	1100	1374	1925
200	368	448	546	670	754	919	1131	1297	1623	2276
220	427	520	634	778	877	1069	1318	1510	1892	2655

▲ Tabelle 4: Wärmeabstrahlungswerte für nicht wärmege- dämmte Leitungen aus Stahl – alle Ergebnisse in W/m

Luftgeschwindig- keit w (m/s)	Korrektur- faktor
0,00	1,0
0,50	1,0
1,00	1,3
1,50	1,5
2,00	1,7
2,50	1,8
3,00	2,0
4,00	2,3
6,00	2,9
8,00	3,5
10,00	4,0

▲ Tabelle 5: Korrekturfaktor bei Luftbewegung k_L

Hinweis: Es ist schwierig, hier genaue Zahlen anzugeben, da viele Faktoren ein- en Einfluss haben können. Die Werte in Tabelle 5 sind abgeleitet und geben einen groben Anhaltspunkt, mit was die Werte aus Tabelle 4 multipliziert werden sollten. Rohrleitungen, die Luftbewegungen von bis zu ungefähr 1 m/s ausgesetzt sind, haben denselben Korrekturfaktor wie bei ruhender Luft, und die Wärmeverluste sind bis zu diesem Punkt nahezu kon- stant. Als Orientierungshilfe kann man sagen, dass gestrichene Rohre einen ho- hen, oxidiertes Stahl einen mittleren und polierter Edelstahl einen geringen Emis- sionsgrad haben.

Wärmeabstrahlung aus Tabelle 4 um den Isolierungsfaktor (f), dargestellt in Tabelle 6, reduzieren. Beachten Sie, dass dies nur Richtwerte sind. Für genauere Berechnungen kontaktieren Sie den Hersteller der Wärmedämmung.

Die Wärmeverluste wärmegeämmter Dampfleitungen können durch **Gleichung 2** ausgedrückt werden:

$$\dot{m}_s = \frac{3,6 \dot{Q} L f}{h_{fg}} \text{ kg/h}$$

Abkürzungen:

- \dot{m}_s = Kondensationsmenge (kg/h)
- \dot{Q} = Wärmeabstrahlungsmenge aus Tabelle 4 (W/m)
- L = effektive Leitungslänge unter Berücksichtigung von Flanschen und Verbindungen (m)
- f = Isolierungsfaktor (aus Tabelle 6)
- h_{fg} = Verdampfungsenthalpie bei Betriebsdruck (kJ/kg)

Hinweis: Eine Korrektur durch Luftbewegung erfolgt für die Wärmeabstrahlung \dot{Q} nicht, da in diesem Beispiel keine Luftbewegung angenommen wird. Daher $k_L = 1,0$ (siehe Tabelle 5).

Bestimmen Sie zunächst die Länge L:

Unter der Annahme, dass jedem Flanschenpaar ein Zuschlag von 0,3 m und jedem Absperrventil von 1,2 m entspricht, ist die gesamte effektive Länge (L) der Hauptdampfleitung in diesem Beispiel:

$$L = 100 + (9 \times 0,3) + (1 \times 1,2)$$

$$L = 103 \text{ m}$$

Bestimmen Sie dann den Wärmeemissionswert \dot{Q} :

Die Dampftemperatur bei 14 bar ü beträgt 198 °C, und bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C ist die Temperaturdifferenz 178 °C.

Aus Tabelle 4 ergibt sich daher: Wärmeverlust für eine DN-100-Leitung $\approx 1\,374 \text{ W/m}$

Bestimmen Sie den Isolierungsfaktor f:

Der Isolierungsfaktor für eine 75-mm-Wärmedämmung auf einer DN-100-Leitung bei 14 bar ü beträgt ungefähr 0,07 (aus Tabelle 6).

Und h_{fg} ist bei 14 bar ü 1 947 kJ/kg (aus Tabelle 2, siehe 15).

Nennweite (DN)	Dampfdruck			
	1 bar ü	5 bar ü	15 bar ü	20 bar ü

50 mm Isolierung

15	0,16	0,14	0,13	0,12
20	0,15	0,13	0,12	0,11
25	0,14	0,12	0,11	0,10
32	0,13	0,11	0,10	0,10
40	0,12	0,11	0,10	0,09
50	0,12	0,10	0,09	0,08
65	0,11	0,10	0,09	0,08
80	0,10	0,10	0,08	0,07
100	0,10	0,09	0,08	0,07
150	0,10	0,09	0,07	0,07

75 mm Isolierung

15	0,14	0,13	0,12	0,11
20	0,13	0,11	0,11	0,10
25	0,13	0,11	0,10	0,09
32	0,11	0,10	0,09	0,08
40	0,10	0,09	0,09	0,08
50	0,10	0,09	0,08	0,07
65	0,10	0,08	0,08	0,07
80	0,09	0,08	0,07	0,07
100	0,08	0,08	0,07	0,06
150	0,08	0,07	0,07	0,06

100 mm Isolierung

15	0,12	0,11	0,10	0,08
20	0,11	0,10	0,09	0,07
25	0,10	0,09	0,08	0,07
32	0,10	0,08	0,08	0,06
40	0,09	0,08	0,08	0,06
50	0,08	0,08	0,07	0,06
65	0,08	0,07	0,06	0,05
80	0,07	0,07	0,06	0,05
100	0,07	0,07	0,06	0,05
150	0,07	0,05	0,05	0,04

▲ Tabelle 6: Isolierungsfaktor f

102	124	152	170	206	252	289	360	500
122	148	180	202	245	299	343	428	594
164	199	243	272	338	403	464	577	804
210	256	313	351	426	522	600	750	1042
262	319	391	439	533	653	750	945	1314
319	389	476	535	651	799	925	1170	1623
381	464	569	640	780	959	1110	1410	1944
448	546	670	754	919	1133	1300	1660	2292
520	634	778	877	1069	1318	1510	1940	2688

▲ Auszug aus Tabelle 4: Wärmeabstrahlung [W/m]

Damit lässt sich der Wärmeverlust bei Betriebstemperatur mit Gleichung 2 ermitteln:

$$\dot{m}_s = \frac{3,6 \times 1\,374 \text{ W/m} \times 103 \text{ m} \times 0,07}{1\,947 \text{ kJ/kg}} \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_s = 18,3 \text{ kg/h}$$

Aus diesem Beispiel wird ersichtlich, dass die Anfahrleistung von **161 kg/h** wesentlich größer als die Betriebsleistung von **18,3 kg/h** ist und im Allgemeinen Kondensatableiter, welche auf die Anfahrleistung ausgelegt worden sind, automatisch die Betriebslast abdecken können.

Wenn die obige Hauptdampfleitung nicht wärmedämmend oder die Wärmedämmung beschädigt wäre, dann wäre die Betriebslast ungefähr vier Mal größer.

Vergleichen Sie bei nicht gedämmten oder schlecht gedämmten Leitungen immer die Betriebs- und Anfahrmenge. Die höhere Menge sollte wie oben beschrieben immer für die Auslegung der Kondensatableiter verwendet werden. Idealerweise sollte die Qualität der Dämmung verbessert werden.

40	0,10	0,08	0,08	0,08
50	0,10	0,09	0,07	0,07
65	0,10	0,08	0,07	0,07
80	0,09	0,07	0,06	0,06
100	0,08	0,06	0,06	0,06
150	0,08	0,06	0,06	0,06
100 mm Isol.				
15	0,12	0,11	0,10	0,08
20	0,11	0,10	0,09	0,07

▲ Auszug aus Tabelle 6: Isolierungsfaktor

Sättigungstemperatur °C	Enthalpie in kJ/kg		Spezifische Wärmekapazität des Dampfes
	Wasser h _l	Verdampfung h _{fg}	
198	845	1 947	2 792

▲ Auszug aus Tabelle 2: Verdampfungswärme [kJ/kg]

Hinweis: Bei der Berechnung von Anfahrverlusten ist es sinnvoll, die korrekte Rohrleitungsspezifikation zu berücksichtigen, da die Leitungsgewichte zwischen verschiedenen Leitungsnormen schwanken können. ■

Werbeanzeige

BESUCHEN SIE UNS!

BrauBeviale2018

Halle 7A, Stand 214 | Nürnberg | 13.-15. November

Die bessere Anlage.

DAMPFTECHNOLOGIE MIT ZUKUNFT





Spirax Sarco AG
Gustav-Maurer-Str. 9 , CH – 8702 Zollikon
T +41 (0)44 39680-00
F +41 (0)44 39680-10
E info@ch.spiraxsarco.com

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

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