

Kavitation beherrschen mit Fisher® Technologie

Lösungen für Kavitationsprobleme



FISHER®
Severe Service


EMERSON™
Process Management

Kavitation in Stellventilen

Kavitation ist ein Problem für Anlagenbetreiber und Wartungspersonal, da sie sowohl die Verfügbarkeit als auch die Rentabilität von Anlagen verringern kann. Kavitation mindert nicht nur die Durchflussmenge des Stellventils, sondern kann auch zu Materialschäden, hoher Geräuschentwicklung und übermäßiger Vibration führen.

Fisher® stellt zahlreiche technische Lösungen für Kavitationsprobleme mit sauberen und verschmutzten Durchflussmedien bereit. Diese Broschüre möchte ein Bild dieser Lösungen und der dahinter stehenden Fisher-Technologie anhand von technischen Beschreibungen, Daten und Fallbeispielen vermitteln.

Erdöl-/Erdgasindustrie und Petrochemie

In der Erdöl-/Erdgasindustrie und Petrochemie ist die zuverlässige Prozessregelung flüssiger Medien von großer Bedeutung. Typische Prozessmedien sind: Rohöl mit einer Vielzahl an chemischen Verbindungen und Feststoffpartikeln, hoch raffinierte Medien wie z. B. Butan sowie komplexe Zwischenprodukte.

Diese Medien werden mit verschiedenen Methoden transportiert und verarbeitet. Der Medientransport erfolgt durch Pumpen, Reaktionen oder statische Druckhöhe. In allen Fällen muss die Prozessausrüstung richtig ausgelegt sein, damit die Regelkreise optimiert, die Prozessvariabilität minimiert und die besten Prozessergebnisse erzielt werden können.

Kavitation ist in vielen dieser Prozesse ein unbeabsichtigtes Phänomen. Kohlenwasserstoffgemische, wie z. B. Rohöle, können ein geringeres Schadenspotenzial aufweisen als Wasser unter ähnlichen Bedingungen, aber hoch raffinierte Medien, wie Benzingerichte, können mit dem gleichen Schadenspotenzial wie Wasser kavitieren. Rohöle enthalten oft Feststoffpartikel, die die engen Strömungskanäle einiger Antikavitationsarmaturen verstopfen können.

Für die Erdgas-/Erdölindustrie und Petrochemie erfordern Lösungen zur Vermeidung schädlicher Kavitation eine breite Palette an Ventiltypen für reine oder verschmutzte Durchflussmedien, nicht oder stark korrosive Stoffe, kleine oder große Durchflussmengen und Nennweiten von NPS 1 bis NPS 48 oder größer.

Kraftwerksindustrie

Bei allen Kraftwerks- und Prozessdampfanlagen (ob mit herkömmlicher Kohlefeuerung, Kombiprozess mit integrierter Vergasung, Kernreaktoren oder anderen Kombiprozessen) besteht das potenzielle Risiko, dass Kavitation mit den entsprechenden Auswirkungen auftritt. Dies ergibt sich aus dem hohen Wasserdruck und den Differenzdrücken, mit denen z. B. bei Kesselspeisewasser im Anfahrzustand, Pumpenrücklauf oder Einspritzwasser für Dampfumformer gearbeitet wird. Die negativen Auswirkungen der Kavitation bei diesen Anwendungen können effektiv bekämpft werden durch den Einsatz einer der zahlreichen technologischen Lösungen von Fisher.

Besonderes Augenmerk sollte auf die chemische Zusammensetzung des Wassers und das Vorhandensein von Feststoffpartikeln (bei solchen Anwendungen häufig anzutreffen) gerichtet werden. So kann zum Beispiel R30006/CoCr-A durchaus für Kesselspeisewasser eingesetzt werden – je nach Menge und Art der vorhandenen Amine. Die Verwendung von Antikavitations-Innengarnituren ist je nach Vorhandensein von Feststoffpartikeln, Schweißschlacke und Magnetit abzuwägen. Es sind verschiedene Typen von Innengarnituren erhältlich, wie z. B. Fisher Innengarnituren für hohen Feststoffanteil (Dirty Service Trim, DST), die Kavitationsschäden verhindern und dennoch große Partikel passieren lassen.

Prozessanlagen sollten sich nicht durch mögliche Kavitationsschäden einschränken lassen. Emerson Process Management bietet hierfür bewährte, maßgeschneiderte Lösungen mit Fisher Technologien an.

Weitere Industriezweige

Probleme mit Kavitation treten auch in anderen Prozessindustrien wie Bergbau, Zellstoff und Papier, Biotechnologie sowie Lebensmittel und Getränke auf. Diese Industrien verwenden Dampf als Antriebs- oder Wärmequelle für Prozesse. Zur Dampferzeugung sind Wasser unter hohem Druck und Prozesse erforderlich, bei denen Kavitation entstehen kann. Bei der Regelung von Medien kann zur Kavitation Folgendes hinzukommen: hochviskose, mehrphasige Medien, Korrosion oder verkokende bzw. verstopfende Medien.

Emerson Process Management bietet Fisher Stellventile für all diese Probleme an – ähnlich wie die in dieser Broschüre beschriebenen, jedoch mit Variationen in Geometrie und Werkstoffen. Durch den Einsatz lokaler Anwendungsingenieure sowie erfahrener Konstrukteure kann Emerson Process Management auch für Ihre Anwendung eine maßgeschneiderte Lösung anbieten.

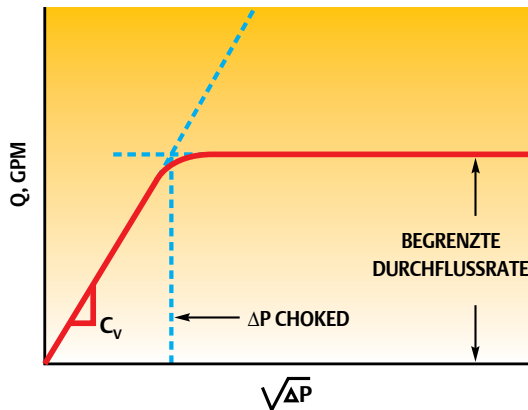


Eine Videoanimation zum Thema Kavitation ist unter www.FisherSevereService.com zu finden.

Wie entsteht Kavitation?

Kavitation und Durchflussbegrenzung (Choked Flow)

Kavitation tritt nur in flüssigen Medien auf – Gase können nicht kavitieren. Kavitation kann zu einer Durchflussbegrenzung führen. Eine Durchflussbegrenzung tritt dann auf, wenn das normale Verhältnis zwischen Durchflussmenge und höherem Differenzdruck gestört ist. Im Falle der Durchflussbegrenzung führt ein durch Verringerung des Ausgangsdrucks erzeugter höherer Differenzdruck nicht zu einem höheren Durchfluss durch die Verengung.



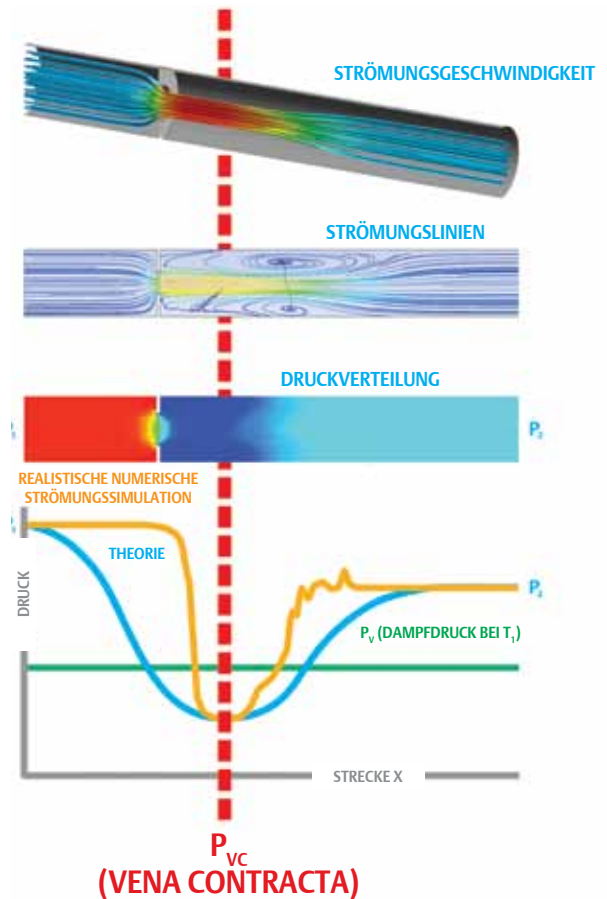
Einfache Gleichungen zur Ventilauslegung gehen davon aus, dass der Durchfluss eines gegebenen Ventils kontinuierlich zunimmt, wenn der Differenzdruck über das Ventil erhöht wird. Tatsächlich stimmt die diesen Gleichungen zugrunde liegende Beziehung jedoch nur für einen begrenzten Bereich. Mit steigender Druckdifferenz wird irgendwann der Punkt erreicht, wo keine weitere Erhöhung des Durchflusses stattfindet. Dieser Zustand des begrenzten maximalen Durchflusses wird als Choked Flow bezeichnet.

Betrachten wir die einfache Verengung, die rechts abgebildet ist. Der Flüssigkeitsdruck P wird als Funktion der Strecke X durch die Verengung dargestellt. Wenn die Flüssigkeit durch einen verengten Querschnitt fließt, erhöht sich ihre Geschwindigkeit auf ein Maximum und der Druck fällt auf ein Minimum ab. Wenn das Medium die Verengung verlässt, stellt sich die ursprüngliche Geschwindigkeit wieder ein, während der Druck nur zum Teil wieder erreicht wird, sodass ein Druckgefälle über die Vorrichtung entsteht.

Die Stelle im Strömungspfad, an der Durchfluss-Querschnitt und Druck den niedrigsten und die Geschwindigkeit den höchsten Wert annehmen, wird als Vena contracta bezeichnet. Wenn das Medium diese Stelle erreicht, kann der lokale Druck auf oder unter den Dampfdruck des Mediums abfallen. Dadurch bilden sich Dampfblasen. Die Dichte dieses Flüssigkeit/Dampf-Gemischs verringert sich weiter, bis die Grenze für den kompressiblen begrenzten Durchfluss erreicht ist.

Der Abstand zwischen der Verengung und der Vena contracta ist je nach Druckbedingungen und Art der Verengung unterschiedlich. Stromabwärts von der Vena contracta steigt der Druck wieder an auf den ausgangsseitigen Druck. Wenn der Druck auf der Auslaufseite höher als der Dampfdruck ist, kollabieren die Dampfblasen. Dies wird als Kavitation bezeichnet. Wenn der Druck auf der Auslaufseite gleich dem oder geringer als der Dampfdruck ist, kollabieren die Dampfblasen nicht und der Dampf expandiert weiter. Dies wird als Flashing bezeichnet.

Wenn der Druck wieder ansteigt, implodieren die Dampfblasen, und es bilden sich Mikrojets mit hoher Geschwindigkeit und Zerstörungskraft und örtliche Schockwellen. Beide Phänomene können, wenn sie in der Nähe von Werkstoffoberflächen eintreten, schwere Schäden an Ventilkomponenten wie Kegel, Sitz, Gehäuse sowie an den zugehörigen Rohrleitungen verursachen.



Das obige Modell stellt den mittleren Flüssigkeitsdruck dar. Der Fluss durch Stellventile verursacht erhebliche Abweichungen vom mittleren Druck. Diese Abweichungen umfassen plötzliche Druckschwankungen in Turbulenzen und geringe Drücke in der Mitte von Wirbeln und Strudeln im Zusammenhang mit Grenzschichtablösung, freien Scherschichten, Stagnationsbereichen und Wiedereintrittszonen. Diese Phänomene erklären die Unterschiede zwischen der Theorie (blaue Linie) und realistischer numerischer Strömungssimulation (gelbe Linie). Sie können lokale Drücke erzeugen, die erheblich über oder unter dem mittleren Druck liegen und ausreichen, um Kavitation in sehr begrenzten Zonen auszulösen. Die Kavitation beginnt normalerweise schon, bevor der kleinste mittlere Druck auf den Dampfdruck abfällt.

Bei der Standardauslegung für flüssige Medien wird das mit Choked Flow assoziierte Durchflussproblem voll berücksichtigt, damit das Ventil nicht zu klein ausgelegt wird. Zusätzliche empirische Daten sind zur Prognose der verschiedenen Kavitationsstufen erforderlich.

Schadenswirkung

Faktoren, die sich auf Kavitationsschäden auswirken

Kavitation muss nicht immer zu Schäden führen. Der Umfang von Kavitationsschäden hängt von folgenden Faktoren ab

- **Intensität/Wert des Differenzdrucks** – Je größer der Differenzdruck, desto höher das Potenzial für Schäden.
- **Werkstoffe** – An gehärteten Werkstoffen tritt weniger Schaden auf. Beispiele hierfür sind R30006/CoCr-A, Nickel-Chrom-Bor-Legierungen, gehärteter Edelstahl S44004, gehärteter Edelstahl S17400 und gehärteter Edelstahl S41000/S41600.
- **Expositionsdauer** – Je länger die Kavitation in einem Bereich auftritt, desto wahrscheinlicher sind Schäden.
- **Durchflussmenge** – Kavitationsprobleme nehmen gewöhnlich mit der Durchflussrate zu. Je mehr Durchfluss, desto mehr Flüssigkeit ist für die Kavitation verfügbar und desto größer das Potenzial für Kavitationsschäden.
- **Ventil-/Innengarniturkonstruktion** – Um den schädlichen Auswirkungen der Kavitation entgegenzuwirken, können Fisher Ventillinnengarnituren gewählt werden, die entweder die Kavitation von Oberflächen fernhalten oder sie ganz eliminieren.
- **Leckagen bei geschlossenem Ventil** – Wenn bei geschlossenem Ventil eine Leckage am Ventilsitz auftritt, strömt die Flüssigkeit sehr schnell aus dem Bereich mit hohem Druck in den Bereich mit niedrigerem Druck, was zu Kavitation und Schäden führen kann.
- **Medium** – Das Verhalten des Prozessmediums muss bei der Auswahl der Innengarnitur berücksichtigt werden. Zum Beispiel verhält sich Wasser in einem Kraftwerk ganz anders als Rohöl unter den gleichen Betriebsbedingungen.

Materialschäden

Beschädigungen von Stellventilen durch unkontrollierte Kavitation können zu hohen Wartungskosten, ungeplanten Ausfallzeiten, Unzuverlässigkeit und anderen Ungelegenheiten führen. Mechanische Kräfte und selektive chemische Prozesse können die Werkstoffoberfläche angreifen.

Normalerweise erkennt man Kavitationsschäden an einem sehr unregelmäßigen, löchrigen, rauen Erscheinungsbild. Bei umfangreichem Schaden an Ventiltteilen können große Materialmengen abgetragen werden.

Mechanische Schäden können auf zwei Arten entstehen: durch Aufprall von Mikrojets oder durch Schockwellen. Mikrojets verursachen eine Erosion der Werkstoffoberfläche. Schockwellen führen zu Verformung und Materialversagen.

Ein chemischer Angriff ist nur möglich, wenn die schützende passive Oxidschicht des Grundwerkstoffs durch mechanische Schäden entfernt wird. Der Grundwerkstoff ist dann chemischen Angriffen schutzlos ausgesetzt.

Um Kavitationsschäden verstehen zu können, sind die wissenschaftlichen Grundlagen der Bildung, des Wachstums, des Kollapses und des Aufpralls von Dampfblasen wichtig. Stattdessen befassen wir uns jedoch lieber mit der Minderung der Kavitationsauswirkungen. Weitere Informationen sind beim Emerson Process Management Vertriebsbüro erhältlich.

Mehrere Faktoren bestimmen die Widerstandsfähigkeit von Werkstoffen gegen Kavitation, wie z. B. die Zähigkeit, Härte und Korrosionsbeständigkeit in der Prozessumgebung. Diese Faktoren werden im Abschnitt „Konstruktionswerkstoffe“ genauer behandelt.

Dieser Ventilkegel wurde stark durch Kavitation beschädigt. Die Sitzflächen sind vollkommen erodiert.



Emerson Innovation

Übermäßige Geräusentwicklung und Vibration

Kavitation kann unakzeptable Geräusche und Vibrationen verursachen. Obwohl das von kavitierenden Flüssigkeiten ausgehende Geräusch recht hoch sein kann, ist es jedoch im Vergleich mit möglichen Materialschäden zweitrangig. Es wird oft gesagt, dass sich Kavitationsgeräusche wie Kies in der Rohrleitung anhören, aber ihr Charakter kann stark variieren.

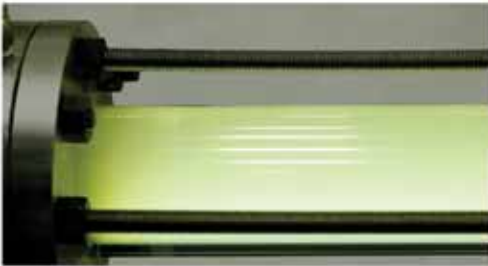
Kavitationsschäden können auch ohne Geräusch auftreten, und der Geräusch- und Vibrationspegel eines Stellventils stimmt nicht immer mit dem Ausmaß an Kavitationsschaden überein.

Durch Kavitation verursachte Vibrationen treten möglicherweise häufiger auf als Kavitationsschäden selbst. Sie können den Stellungsregler, das Gestänge, die Leitungen und angrenzende Rohrleitungen beeinträchtigen.

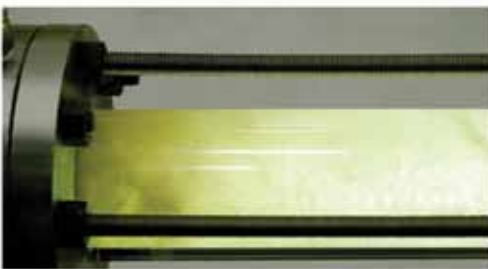
Fisher® technologische Entwicklung

Das Emerson Innovation Center for Fisher Technology in Marshalltown im US-Bundesstaat Iowa beherbergt das weltweit größte Strömungslabor zur Bewertung von Stellventilen. In diesem Labor sind Durchflusstests bis DN 900 (NPS 36) und 240 bar (3500 psig) möglich. Die Stellarmaturen werden unter realistischen Betriebsbedingungen nach IEC- und ISA-Normen geprüft, um ihre Zuverlässigkeit unter Produktionsbedingungen, ihre Effizienz, Sicherheit und Einhaltung von Umweltschutzbestimmungen zu gewährleisten.

Emerson-Ingenieure testen und analysieren dort alles, was für die Funktion eines Stellventils von Bedeutung ist: Kavitation, Werkstoffe, Materialermüdung und Verschleiß, Auswirkungen hoher und tiefer Temperaturen, Stellantriebe, Instrumentierung von Stellventilen, seismische Erfordernisse, Zuverlässigkeit, Regelkreisvariabilität, Leckage, hydrostatische Kräfte, Dichtungen, Kompatibilität zu Prozessleitsystemen. Ferner werden oft Spezialtests unter kontrollierten Laborbedingungen durchgeführt, um Fragen von Kunden zu beantworten.



Normale, turbulente Strömung in einem transparenten Rohr.



Kavitation und turbulente Strömung variieren mit dem Differenzdruck.



Zu beachten sind die Unterschiede der Strömungsfelder zwischen diesem Bild und dem zweiten Bild trotz identischer Betriebsbedingungen.

Emerson-Ingenieure führen Geräusch- und Vibrationstests an kavitierenden Applikationen auf viele verschiedene Arten durch. Hier werden die Kavitationsfelder mithilfe einer transparenten Rohrleitung sichtbar gemacht. Kavitationsvorführungen können mit dem Emerson Process Management Vertriebsbüro vereinbart werden.



Applikation und Bauform müssen zueinander passen

Ventilauswahl und Ventiltypen

Wenn die Betriebsbedingungen und das Design des Prozessregelkreises festgelegt sind, muss das Stellventil u. U. unter Druckbedingungen arbeiten, die normalerweise zu Kavitation führen. In solchen Fällen muss etwas am Auslöser der Kavitation - dem Ventil - getan werden.

Es ist ganz klar, dass eine einzige Ventilausführung für die Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen in verschiedenen Prozessindustrien nicht ausreicht. Dementsprechend verfolgt Emerson Process Management mehrere Ansätze zur Lösung anwendungsspezifischer Probleme. Es steht eine große Auswahl an Fisher-Techniken zur Beherrschung der Kavitation von Flüssigkeiten mit und ohne Feststoffanteilen zur Verfügung.

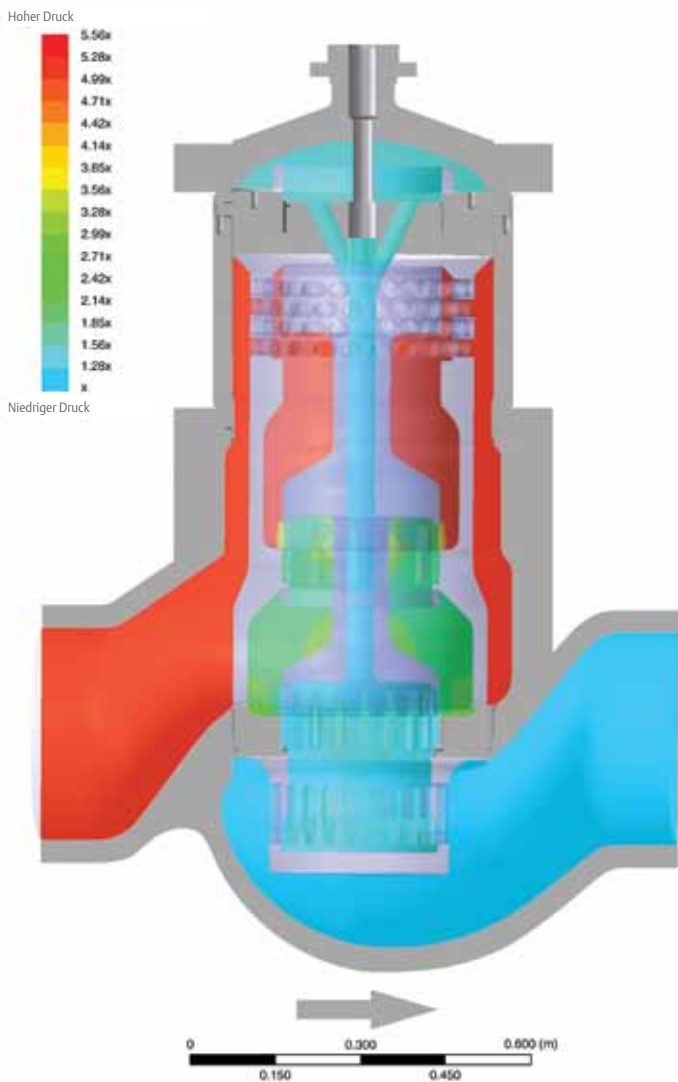
Anwendungserfahrung, Kenntnis der Kavitationstheorie sowie die Einflüsse von Ventilauslegung, Ventiltyp, Innengarniturtyp, Geometrie und Werkstoffen fließen als wichtige Kriterien in die Ausarbeitung zuverlässiger Lösungen ein. Zur Beherrschung von Kavitationsproblemen können Fisher Standardventile mit Antikavitations-Innengarnitur oder maßgeschneiderte Lösungen eingesetzt werden.

Um die Kavitation unter Kontrolle zu bringen und ihre zerstörerischen Auswirkungen zu verhindern, kommen in Fisher Antikavitations-Innengarnituren verschiedene Methoden zur Anwendung, z. B. stufenweiser Druckabbau, Lenkung der Freistrahlen und Manipulation des Medienstroms.

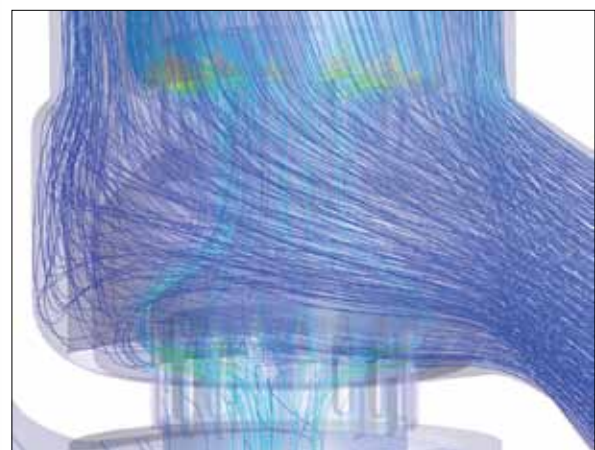
Konstruktionswerkstoffe

Da die für Ventilgehäuse verwendeten Standardwerkstoffe relativ weich sind, müssen hier für die Kavitationsbeständigkeit andere Kriterien als die Härte herangezogen werden. Im Allgemeinen erhöht sich mit steigendem Chrom- und Molybdängehalt auch die Widerstandsfähigkeit gegen Kavitationsschäden. Daher sind Chrom-Molybdän-Stähle kavitationsbeständiger als Kohlenstoffstähle, und Edelstähle weisen sogar eine noch höhere Kavitationsfestigkeit auf als Chrom-Molybdän-Stähle.

Für kavitierende Betriebsbedingungen häufig verwendete Werkstoffe sind R30006/CoCr-A, Nickel-Chrom-Bor-Legierungen (massiv oder als Beschichtung), gehärteter Edelstahl S44004, gehärteter Edelstahl S17400 und gehärteter Edelstahl S41000/S41600.



Druckverteilung innerhalb einer Fisher Dirty Service Trim (Innengarnitur für Medien mit Feststoffanteilen) in einem NPS 16 easy-e™ Ventilgehäuse



Detailansicht der Strömungslinien durch die Innengarnitur

Anlagendesigns, die Kavitation verhindern

Kavitationskoeffizient

Der Fisher Kavitationskoeffizient gibt das Potenzial für schädliche Kavitation im Stellventil an. Er hängt von mehreren Faktoren ab:

- Ventil-/Innengarniturtyp
- Betriebsbedingungen
- Eigenschaften des Mediums
- Intensität/Höhe des Differenzdrucks
- Werkstoffe
- Expositionsdauer
- Durchflussmenge

Mit dem Fisher Kavitationskoeffizienten wird vorausberechnet, wann Kavitationsschäden auftreten werden. Dieser Koeffizient wird für den gesamten vorgesehenen Anwendungsbereich aller Fisher Antikavitationsprodukte bereitgestellt.

Andere Hersteller verwenden ähnliche Anwendungsrichtlinien. Der Benutzer sollte grundsätzlich die Richtlinie des jeweils gewählten Herstellers anwenden. Diese Koeffizienten sind nicht untereinander austauschbar.



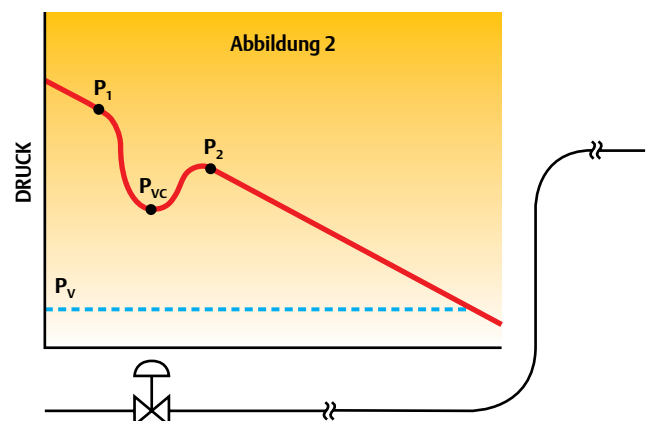
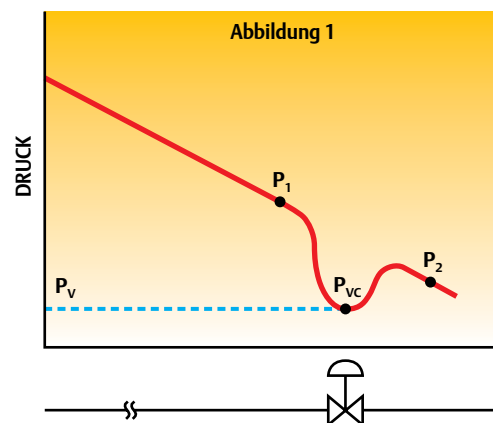
Es ist sehr schwer vorherzusagen, wann Kavitationsschäden beginnen. Die praktische Erfahrung, Forschungseinrichtungen und Fachkenntnisse in Strömungsmechanik von Emerson Process Management sind sehr hilfreich bei der Vorausberechnung schädlicher Kavitation.

Design des Prozessregelkreises

Strömungsbedingungen, die zu schädlicher Kavitation führen, lassen sich oft schon in der Planungsphase eines Projekts durch entsprechendes Augenmerk auf die Betriebsbedingungen und Gestaltung des Prozessregelkreises vermeiden. Das Prozessregelkreisdesign kann sich auf die Kavitation in einem Stellventil auswirken. Abbildung 1 zeigt eine Ventilanstellung und Druckkurve, bei der sich der Großteil des Rohrsystems auf der Einlaufseite des Ventils befindet. Bei Betrachtung des Drucks in der Rohrleitung oder im Regelkreis wird offensichtlich, dass das Ventil an einer Stelle positioniert ist, wo P_2 nahe an P_v liegt, und es ist sehr wahrscheinlich, dass Kavitation im Stellventil auftritt.

In Abbildung 2 wurde das Ventil anders angeordnet, sodass sich der Großteil des Rohrleitungssystems auf der Auslaufseite des Ventils befindet. Jetzt ist der zum Ventil gehörige P_2 höher und unterscheidet sich entsprechend stark von P_v . Daher ist Kavitation wesentlich weniger wahrscheinlich. Dadurch ist erkennbar, warum es vorteilhaft ist, das Ventil so anzuordnen, dass die natürliche Druckverteilung im System sinnvoll genutzt wird. Diese einfachen Diagramme zeigen nur Rohrleitungen. Bei der Betrachtung des Druckverlaufs in einem Regelkreis müssen natürlich die Auswirkungen aller Komponenten wie Reaktoren, Behälter und Pumpen berücksichtigt werden.

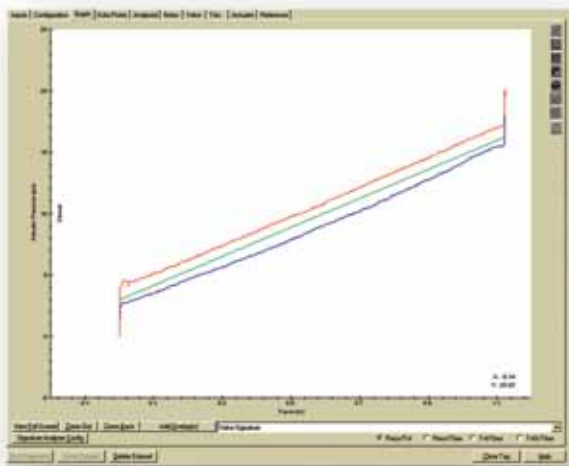
Wenn das Ventil nicht an anderer Stelle eingebaut werden kann, kann auf der Auslaufseite des Ventils ein Strömungswiderstand, wie zum Beispiel eine Blende oder ein zweites Ventil, eingebaut werden. Dadurch erhöht sich der Flüssigkeitsdruck im Ventil und der Differenzdruck nimmt entsprechend ab. Diese Methode kann jedoch dazu führen, dass die Kavitation vom Ventil zum nachgeschalteten Widerstand verlagert und effektiv nicht vermieden wird. Außerdem wird u. U. eine größere Ventillinnenweite benötigt, da bei gleicher Durchflussmenge weniger Differenzdruck zur Verfügung steht.



Gehen Sie kein Risiko ein!

FIELDVUE™ Performance-Diagnose

Zuverlässigkeit ist eine der Grundvoraussetzungen für alle Prozessanlagen. Die an Fisher Antikavitations-Stellventilen installierten digitalen FIELDVUE™ Stellungsregler schützen Ihren Prozess, indem sie Ihnen jederzeit Einblick in Betriebsparameter wie Hilfsenergiegedruck, Stellsignal, Reibung und Sitzanpresskraft ermöglichen. Die FIELDVUE Performance-Diagnose läuft kontinuierlich und analysiert die Ventil- und Antriebsdaten während des normalen Ventilbetriebs. Sollte ein Problem festgestellt werden, können die Daten bei Integration in ein PlantWeb™ System automatisch an das entsprechende Personal weitergeleitet werden. Diese Meldungen tragen zum optimalen kontinuierlichen Betrieb des Stellventils und des Prozessregelkreises bei.



Zuverlässige Beherrschung der Kavitation

Emerson Process Management leistete Pionierarbeit, als es darum ging, die Stellventilprobleme aufgrund von Kavitation zu verstehen. Das Verstehen der Vorgänge bei Kavitation ermöglichte es Emerson Process Management, Antikavitationsinnengarnituren zu entwickeln und zu fertigen und den Kunden Lösungen für derartige Probleme zu bieten.

Die richtige Konstruktion und Fertigung von Antikavitations-Innengarnituren ist kritisch für deren Funktion und Lebensdauer. Der Unterschied zwischen einer lange haltbaren Innengarnitur und einem ungeplanten Anlagenstillstand liegt oft in der Einhaltung enger Toleranzen, der richtigen Werkstoffauswahl und dem richtigen stufenweisen Druckabbau.



Das Vertrauen in Antikavitationslösungen stützt sich auf die Einhaltung der Konstruktions- und Fertigungsspezifikationen des Originalherstellers. Lösungen von anderen Herstellern können kurzfristig kostengünstig erscheinen, bergen jedoch das Risiko von ungeplanten Anlagenstillständen und Produktionsausfällen. Wollen Sie dieses Risiko eingehen?

Emerson Process Management bietet die Qualität, Genauigkeit und die ausgereiften Lösungen, welche für den schwierigen Einsatz unter Kavitationsbedingungen erforderlich sind. Beratung und Service vor Ort stehen vor und nach dem Verkauf zur Verfügung. Die Emerson Process Management Vertriebsbüros werden von Fertigungsstätten rund um die Welt unterstützt, die solche hochentwickelten Lösungen richtig herstellen, ausmessen und montieren können. Egal wo die Fisher Antikavitationslösung für Sie gefertigt wird – die Produktqualität bleibt konstant, so wie unsere Ingenieure sie fordern und unsere Kunden sie verdienen. Ersatzteile und Kundendienst sind verfügbar, um Stillstandszeiten und Produktionsausfall so gering wie möglich zu halten.

Falls Sie in einer bestehenden Anlage ein Kavitationsproblem haben oder sicherstellen möchten, dass in Ihrer nächsten Anlage keine Kavitationsschäden auftreten, wenden Sie sich bitte an Ihr Emerson Process Management Vertriebsbüro. Dort erhalten Sie die nötige Unterstützung zur korrekten Auslegung, Auswahl und Installation der Lösung für Ihr Kavitationsproblem.

Umfassende Informationen zum Thema Kavitation erhalten Sie von Ihrem lokalen Vertriebsbüro oder im Internet unter www.FisherSevereService.com.

Die Cavitrol™ III Innengarnitur

für kavitierende Flüssigkeiten kann in zahlreiche Durchgangs- und Eckventile eingebaut werden. Die Cavitrol™ III Innengarnitur kann Kavitationsschäden effektiv verhindern. Der Käfig ist mit vielen speziell geformten Bohrungen versehen, deren Form die Flüssigkeitsturbulenz reduziert. Durch die radiale Anordnung der Bohrungen wird der Durchfluss von einer Verengung in die nächste geleitet. Dies dient dem stufenweisen Druckabbau, sodass der Gesamtdifferenzdruck in kleinere Schritte unterteilt wird. Beide Merkmale verteilen den Flüssigkeitsdruck und verhindern Kavitation.

- 1-, 2-, 3- oder 4-stufige Innengarnitur
- Durchgangs- oder Eckventil
- ASME Class 300–2500
- NPS 1–24
- Durchflussrichtung abwärts
- Max. 276 bar (4000 psi) Differenzdruck
- Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V

Beim optionalen geschützten innenliegenden Sitz (rechts dargestellt) bilden die Innenkante des Ventilkügels und der Radius in der Nut die Sitzflächen. Die Dichtkanten des geschlossenen Ventils sind somit vor potenzieller Erosion geschützt.

- 2-, 3- oder 4-stufige Innengarnitur
- Durchgangs- oder Eckventil
- ASME Class 900–2500
- NPS 2–6
- Durchflussrichtung abwärts
- Max. 276 bar (4000 psi) Differenzdruck



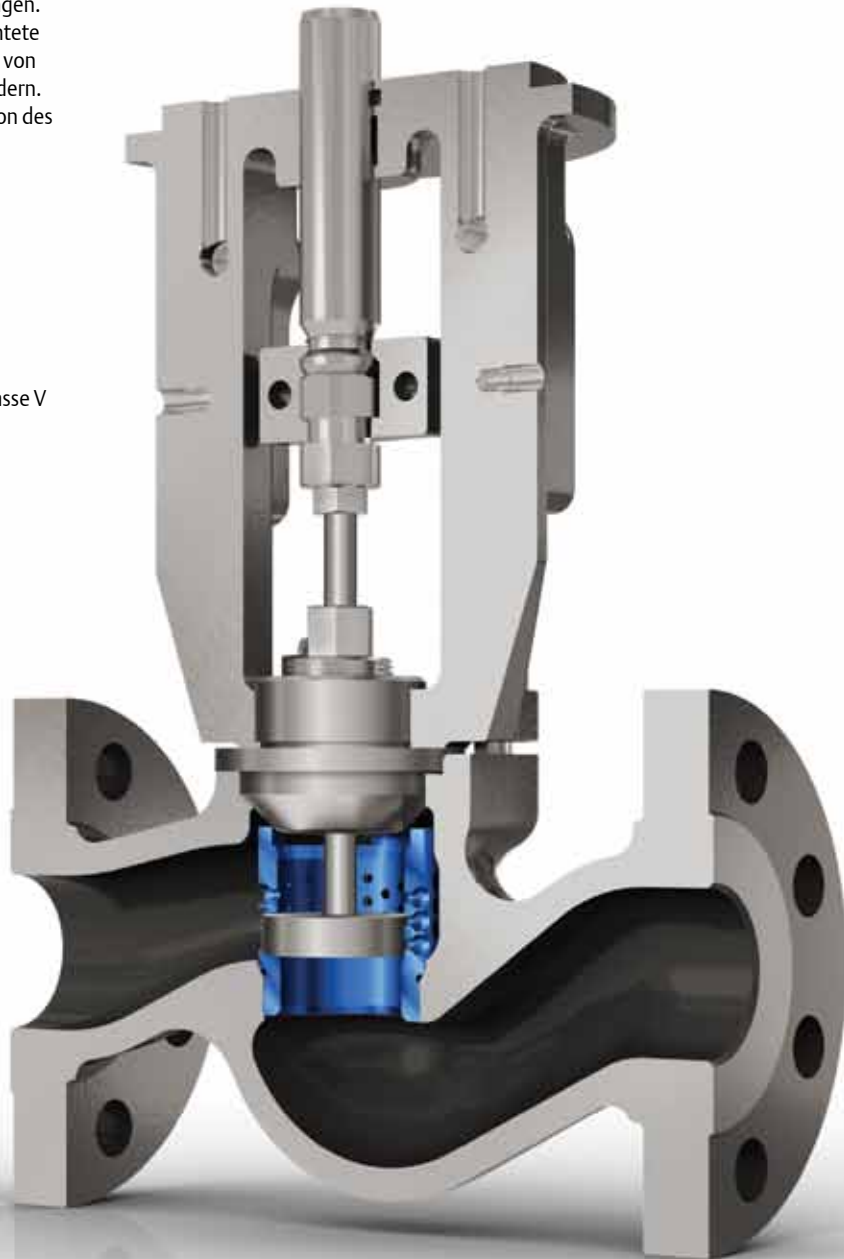
NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Heizkraftwerk
ANWENDUNG:	Niveauregelung des Kesselspeisewasser-Behälters
PROBLEM:	Sitzleckage infolge von Kavitation und häufiger Austausch der Innengarnitur
LÖSUNG:	Fisher HPT-Ventil mit 4-stufiger Cavitrol III Innengarnitur, NPS 6, Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V
ERGEBNISSE:	Um 50 % verlängerte Betriebszeit und bessere Regelung

Das GX Ventil mit Cavitrol™ III Innengarnitur

reduziert hydrodynamische Geräusche und Vibration aufgrund der Form und des Abstands der Bohrungen. Die speziellen Bohrungen und der abwärts gerichtete Durchfluss mindern die Kavitation und halten sie von Materialoberflächen fern, um Schäden zu verhindern. Die Cavitrol III Technologie wird ohne Modifikation des integrierten GX-Oberteils eingesetzt.

- 1-stufige Innengarnitur
- Durchgangsventil
- ASME Class 150, 300
- DN 25, 40 und 50 (NPS 1, 1½ und 2)
- Durchflussrichtung abwärts
- Max. 27,6 bar (400 psi) Differenzdruck
- Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Düngemittel
ANWENDUNG:	Zusatzwasser
PROBLEM:	Auswirkungen von Kavitation mit geringer Intensität vermeiden
LÖSUNG:	Fisher GX Ventil mit Cavitrol III Innengarnitur
ERGEBNISSE:	Kompaktes Ventil mit langer Lebensdauer

Die Cavitrol™ III Micro-Flat Innengarnitur

ist eine Kombination aus verschiedenen Technologien. Käfig, Ventilkegel und Sitzring werden als eine Einheit konstruiert und hergestellt. Diese Innengarnitur verhindert schädliche Kavitation bei hohen Differenzdrücken und sehr geringen Durchflussraten. Ferner hat sie einen geschützten Sitz, um die Lebensdauer des dichten Abschlusses zu verlängern.

- 2-, 3- oder 4-stufige Innengarnitur
- Durchgangs- oder Eckventil
- ASME Class 300–2500
- NPS 1, 1½ und 2
- Durchflussrichtung abwärts
- Max. 241 bar (3500 psi) Differenzdruck
- Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Öl und Gas
ANWENDUNG:	Methanoleinspritzung
PROBLEM:	Sehr geringer Durchfluss, hoher Differenzdruck, Kavitation und Vibration
LÖSUNG:	Fisher Cavitrol III Micro-Flat Innengarnitur
ERGEBNISSE:	Lieferte präzise Regelung der Kleinstmenge und verhinderte Kavitation

Die Micro-Flat Innengarnitur

kontrolliert die Kavitation durch spezielle Strömungspfade, die ein Auftreffen der Strahlen auf kritische Teile der Innengarnitur verhindern.

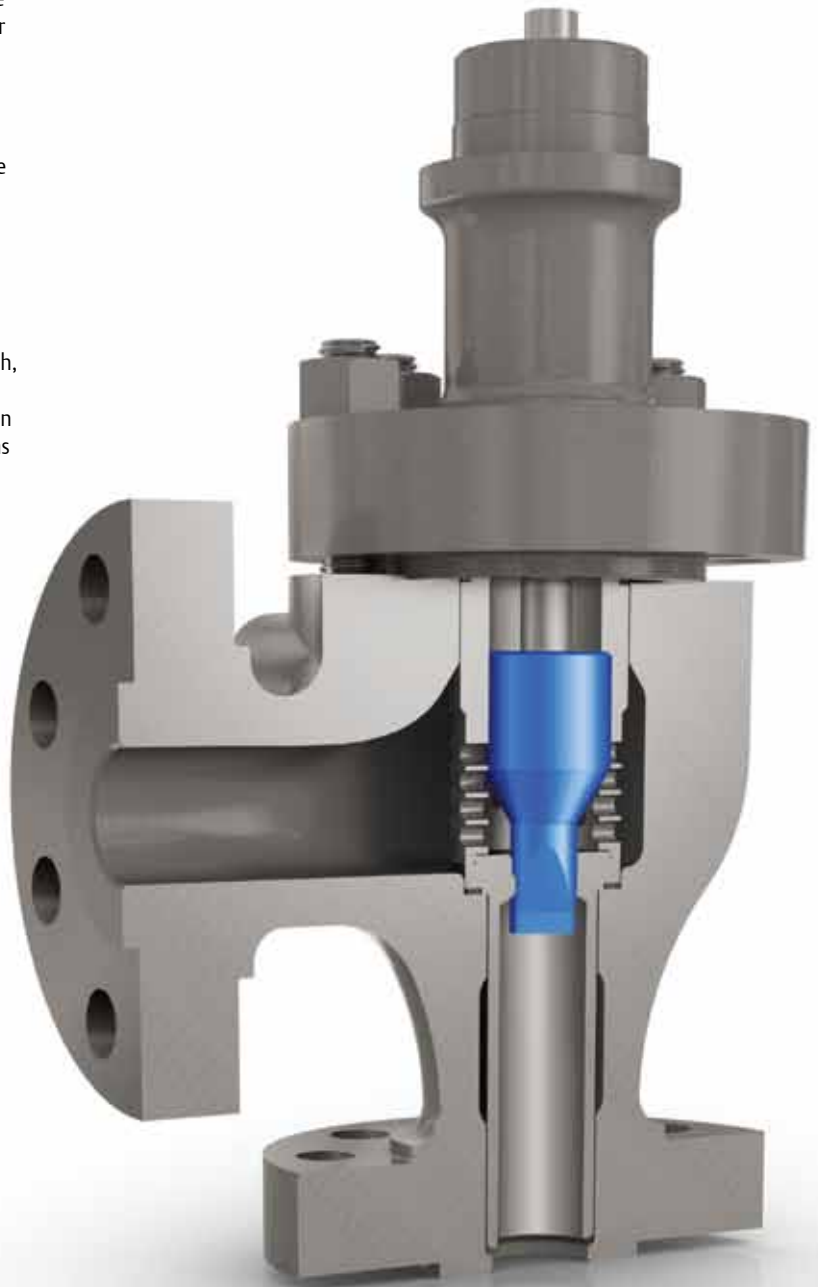
Die Micro-Flat Innengarnitur ist für geringe Durchflüsse ausgelegt, die Durchflussrichtung ist immer abwärts. Die Innengarnitur verhindert die Kavitation nicht, sondern lenkt sie dorthin, wo ihre Schadenswirkung am geringsten ist.

Micro-Flat Innengarnituren sind mit einem geschützten Sitz versehen, die Lebensdauer des Sitzes unter Kavitationsbedingungen zu maximieren.

Diese Innengarnitur ist nur in gehärteten Werkstoffen erhältlich, wie z. B. R30006/CoCr-A und S44004. Diese Werkstoffe sind erforderlich, um die erforderliche Verschleißfestigkeit zwischen Kegel und Sitzring zu erreichen. Eine Auslassbuchse schützt das Ventilgehäuse.

Micro-Flat Antikavitations-Innengarnituren werden für Eckventile empfohlen. In Sonderfällen können sie jedoch auch für Durchgangsventile konstruiert werden.

- 1-stufige Innengarnitur
- Eckventil
- ASME Class 150–2500
- NPS 1, 1½ und 2
- Durchflussrichtung abwärts
- Max. 51,7 bar (750 psi) Differenzdruck
- Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Energieerzeugung und Prozessindustrie
ANWENDUNG:	Einspritzwasser für Enthitzer
PROBLEM:	Geringer Durchfluss und hoher Differenzdruck
LÖSUNG:	Fisher Micro-Flat Innengarnitur
ERGEBNISSE:	Reduzierte Vibration, bessere Regelung kleiner Durchflussmengen sowie längere Lebensdauer der Innengarnitur

Das NotchFlo™ DST Stellventil

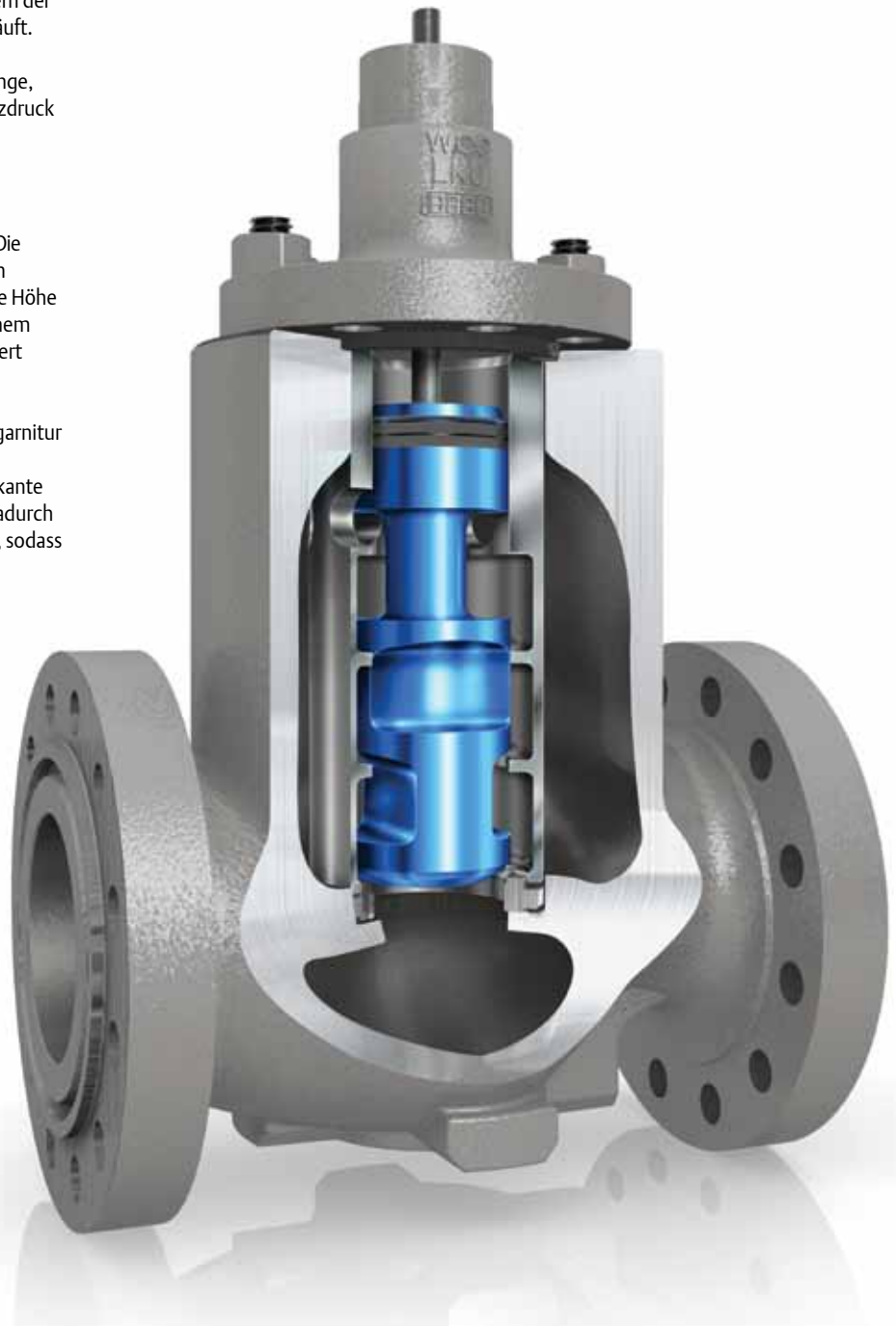
nutzt einen mehrstufigen, axialen Strömungspfad, in dem der Durchfluss parallel zur Achse des Kegels und Käfigs verläuft.

Die Druckreduzierung erfolgt über die gesamte Kegellänge, wodurch die einzelnen Stufen nicht dem vollen Differenzdruck ausgesetzt sind.

NotchFlo DST Innengarnituren weisen eine Reihe von Durchflussdrosseln und -erweiterungen auf, die einen kontrollierten Druckabbau der Flüssigkeit ermöglichen. Die Aussparungen des Kegels lassen Feststoffe mit bis zu 12 mm (½ Zoll) Durchmesser passieren, ohne zu verstopfen. Die Höhe des Druckabbaus pro Stufe ist so berechnet, dass bei einem richtig ausgelegten Ventil Kavitationsprobleme verhindert werden und Erosion minimiert wird.

Da ein dichter Abschluss erforderlich ist, ist diese Innengarnitur mit einem geschützten Sitz versehen. Schließ- und Drosselfunktion sind voneinander getrennt, signifikante Differenzdrücke treten erst hinter dem Ventilsitz auf. Dadurch werden die Sitze bei Regelvorgängen nicht verschlissen, sodass die Dichtheit des Abschlusses lange erhalten bleibt.

- 3-, 4- oder 6-stufige Innengarnitur
- Durchgangsventil in ASME Class 150–1500
- Eckventil in ASME Class 150–2500
- NPS 1–8
- Nur Durchflussrichtung aufwärts
- Max. 290 bar (4200 psi) Differenzdruck
- Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V
- Lassen Feststoffe mit bis zu 12 mm (½ Zoll) Durchmesser passieren, je nach Nennweite



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Ethylen und Propylen
ANWENDUNG:	Umlaufregelung, kavitierende Flüssigkeit mit mitgeführten Feststoffen bei 103 bar (1500 psi)
PROBLEM:	Sitzerosion, Geräuschpegel bis zu 120 Dezibel und Rohrvibration
LÖSUNG:	Fisher NotchFlo DST Stellventil
ERGEBNISSE:	Geräuscharm, lange Lebensdauer des Sitzes sowie weniger Produktverlust und Fackelemissionen

Die DST-Innengarnitur (Dirty Service Trim)

bringt die Kavitation von Flüssigkeiten mit mitgeführten Feststoffen unter Kontrolle. Solche Durchflussmedien können die Durchflusskanäle konventioneller Antikavitationsinnengarnituren sehr leicht verstopfen und schwere Erosionsschäden hervorrufen.

Das DST-Design weist einen kombinierten axialen und radialen Strömungspfad mit großem Querschnitt auf, der den Durchgang von Feststoffen mit bis zu 19 mm ($\frac{3}{4}$ Zoll) Durchmesser ermöglicht.

Da ein dichter Abschluss erforderlich ist, ist diese Innengarnitur mit einem geschützten Sitz versehen. Schließ- und Drosselungsfunktion sind voneinander getrennt, signifikante Differenzdrücke treten erst hinter dem Ventilsitz auf. Dadurch werden die Sitze bei Regelvorgängen nicht verschlissen, sodass die Dichtheit des Abschlusses lange erhalten bleibt.

Das DST ist eine Konstruktion mit zunehmendem Strömungsquerschnitt, dieser wird von Stufe zu Stufe größer. Das Ergebnis ist ein sehr effizienter Betrieb, da typischerweise 80 % des Druckabbaus vor der letzten Stufe stattfindet, dort wo nur eine geringe Kavitationsgefahr besteht. Auf diese Weise wird ein relativ niedriger Eingangsdruck zur letzten Stufe erreicht.

- 2-, 3-, 4-, 5- oder 6-stufige Innengarnitur
- Durchgangs- oder Eckventil
- ASME Class 150–2500
- NPS 1–24
- Durchflussrichtung abwärts oder aufwärts
- Max. 290 bar (4200 psi) Differenzdruck
- Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V
- Kann in easy-e™, EH-, EHA-, EW-, HP- und HPA-Ventile eingebaut werden
- Lässt Feststoffe mit bis zu 19 mm ($\frac{3}{4}$ Zoll) Durchmesser passieren, je nach Nennweite



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Öl- und Gasförderung
ANWENDUNG:	Einspritzung von mitgeführten Wasser
PROBLEM:	Hoher Differenzdruck, Feststoffe, dichter Abschluss erforderlich
LÖSUNG:	Fisher Dirty Service Trim (DST)
ERGEBNISSE:	Keine Kavitation, kein verstopfter Käfig, langfristig dichter Abschluss und längere Intervalle zwischen den Anlagenabschaltungen

Das CAV4 Stellventil mit Cavitrol™ IV Innengarnitur

ist eine Konstruktion mit zunehmendem Strömungsquerschnitt, dieser wird von Stufe zu Stufe größer. Das Ergebnis ist ein sehr effizienter Betrieb, da mehr als 90 Prozent des gesamten Druckabbaus in den ersten Stufen stattfindet, dort wo nur eine geringe Kavitationsgefahr besteht. Auf diese Weise wird ein relativ niedriger Eingangsdruck zur letzten Stufe erreicht.

Da ein dichter Abschluss erforderlich ist, ist diese Innengarnitur mit einem geschützten Sitz versehen. Schließ- und Drosselungsfunktion sind voneinander getrennt, signifikante Differenzdrücke treten erst hinter dem Ventilsitz auf. Dadurch werden die Sitze bei Regelvorgängen nicht verschlissen, sodass die Dichtheit des Abschlusses lange erhalten bleibt.

- 3-, 4- oder 5-stufige Innengarnitur
- Eckventil
- ASME Class 2500–4500
- NPS 2–10
- Durchflussrichtung abwärts
- Max. 552 bar (8000 psi) Differenzdruck
- Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V und VI



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Kohlekraftwerk
ANWENDUNG:	Kesselspeisewasser-Umlaufregelung
PROBLEM:	Wasser mit einem Differenzdruck von 538 bar (7800 psi) bei 204 °C (400 °F)
LÖSUNG:	Fisher Schmiedeventil mit 5-stufiger Cavitrol IV Innengarnitur, NPS 10
ERGEBNISSE:	Das Ventil widerstand dem hohen Druck, verhinderte Kavitation und regelte präzise

Die DST-G Innengarnitur für Ausgasung

ist eine mehrstufige Stellventil-Innengarnitur. Sie wird für Applikationen eingesetzt, bei denen das Medium gelöste Gase enthält, die aufgrund von Druckverringerung aus der Flüssigkeit ausgetreten sind. Das Medium kann auch Feststoffe enthalten. DST-G Innengarnituren werden in erster Linie in Raffinerien, in der Petrochemie sowie in der Öl- und Gasindustrie eingesetzt.

Ausgasen kann zu zwei Arten von Schäden führen. Die eine ist Kavitation, wie bereits beschrieben. Die andere ist Erosion durch schnelle Expansion des Mediumstroms.

DST-G Innengarnituren haben die gleiche Grundkonstruktion wie standardmäßige DST Innengarnituren. Der untere Käfig der DST-G Innengarnitur ist jedoch etwas anders gestaltet und kontrolliert die Strahlbildung und den Austritt in das Ventilgehäuse, um Vibrationen und Erosion zu verhindern. Diese Innengarnitur lässt außerdem Feststoffpartikel bis zu einem Durchmesser von 6,35 mm (1/4 Zoll) passieren.

- Mehrstufige Innengarnitur
- Eckventil
- ASME Class 150–2500
- NPS 1–12
- Durchflussrichtung abwärts
- Max. 175 bar (2500 psi) Differenzdruck
- Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Ölraffinerie
ANWENDUNG:	Heißer Niederdruck-Gasabscheider
PROBLEM:	Ausgasen, große Feststoffpartikel und Kavitation
LÖSUNG:	Fisher DST-G Innengarnitur
ERGEBNISSE:	Verringerte Vibration, lange Lebensdauer des Ventilsitzes, zuverlässiger, dauerhafter Durchsatz

Das 461 Sweep-Flo Eckventil

ist selbstreinigend mit einem erweiterten Auslass. Dieses Ventil wird gewöhnlich in der Chemie- und Kohlenwasserstoffindustrie für Restöle eingesetzt, die kavitieren, verkoken oder ausgasen können und einen hohen Feststoffanteil sowie eine hohe Viskosität haben können.

Die Antikavitationseigenschaften dieser Ventilausführung beruhen auf der optimierten Strömungsführung, die die Kavitation von kritischen Werkstoffoberflächen fernhält. Hinzu kommt die Werkstoffauswahl, die auf hohe Korrosions- und Erosionsbeständigkeit abzielt. Für die Innengarnituren werden häufig Werkstoffe wie Edelstahl S17400 mit verschiedenen Wärmebehandlungen, Wolframcarbid, R30006/CoCr-A u. a. verwendet.

- Sweep-Flo Eckventil
- ASME Class 150–2500
- NPS 2x3, 3x4, 4x6 und 6x8
- Durchflussrichtung abwärts
- Dichtheit des Abschlusses gemäß ANSI/FCI Klasse V



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Ölraffinerie
ANWENDUNG:	Heißer Hochdruckabscheider
PROBLEM:	Kavitierende, ausgasende, viskose Flüssigkeit
LÖSUNG:	Fisher 461 Ventil mit hartbeschichteter (R30006/CoCr-A) Innengarnitur aus Edelstahl 316
ERGEBNISSE:	Das Ventil widerstand dem hohen Differenzdruck, den Problemen mit Ausgasung und Kavitation und regelte präzise

Das Vee-Ball™ Drehstellventil mit Dämpfungseinsatz

verbindet die effiziente Leistung eines Drehstellventils mit der Energieabsorption einer speziellen Innengarnitur und sorgt somit für bessere Leistung in anspruchsvollen Anwendungen. Der Fisher Dämpfungseinsatz dreht sich mit der Kugel mit und wird zur Kavitations- und Vibrationsminderung bei flüssigen Medien eingesetzt.

Das Vee-Ball Ventil mit Dämpfungseinsatz kann sehr vielseitig eingesetzt werden und hat eine lange Lebensdauer.

Die präzise Konturierung der V-Schlitz-Kugel sorgt für eine annähernd gleichprozentige inhärente Durchflusskennlinie, was optimal für die meisten Mengenregelungen ist.

- 1-stufige Innengarnitur
- ASME Class 150, 300, 600
- NPS 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 und 20
- Max. 52 bar (750 psi) Differenzdruck



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Wasseraufbereitung
ANWENDUNG:	Mengenregelung für Grauwasser
PROBLEM:	Kavitation beim Standard-Kugelventil, die zu Rohr vibration sowie Problemen mit am Ventil angebrachten Zubehörgeräten führte
LÖSUNG:	Vee-Ball Stellventil mit Dämpfungseinsatz, NPS 10
ERGEBNISSE:	Der Dämpfungseinsatz eliminierte die Vibration sowie die dadurch verursachten Geräusche. Probleme mit angebautem Zubehör wurden behoben

Das V260B Kugelventil mit Hydrodome Dämpfungseinsatz

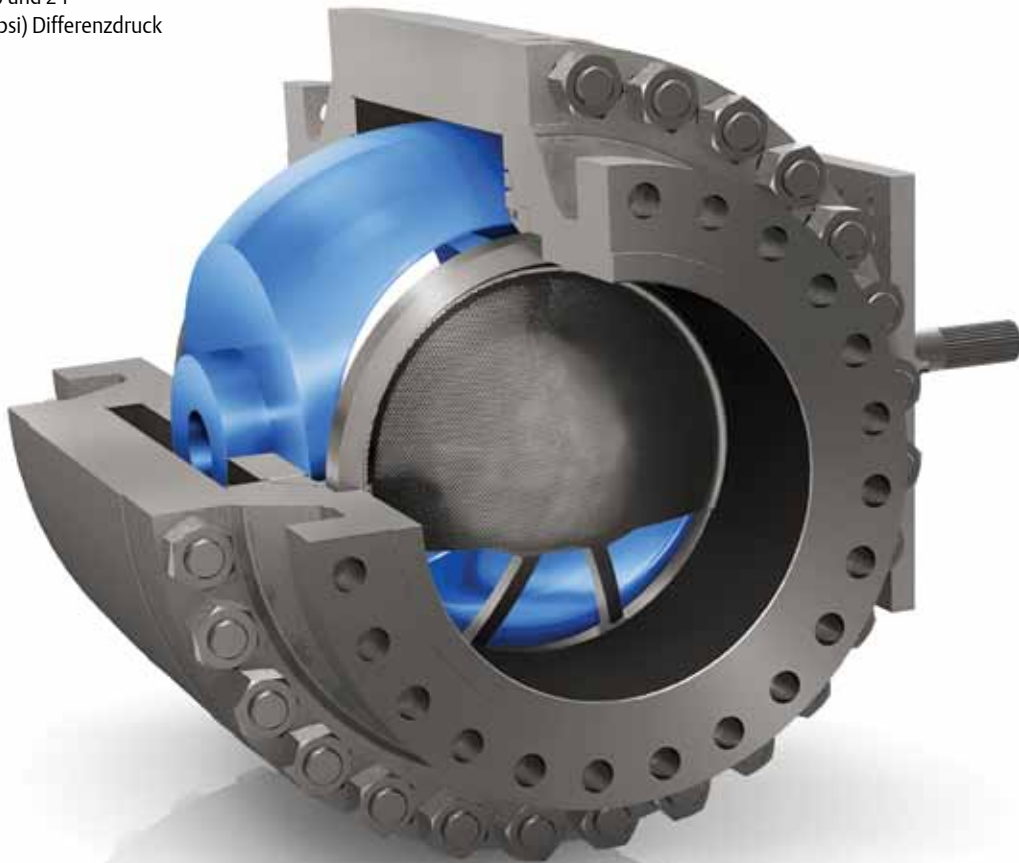
liefert bessere Performance bei anspruchsvollen Pipeline-Applikationen wie z. B. Pumpenbypass und Pipeline-Übernahmestationen. Diese geräuschmindernde Innengarnitur ist für Flüssigkeiten bestimmt und trägt dazu bei, Kavitation sowie die damit verbundenen Rohrgeräusche und -vibrationen zu reduzieren oder zu eliminieren.

Das V260B ist ein Kugelventil mit vollem Durchgang, das von Grund auf für optimale Druck-, Durchfluss- und Prozessregelung entwickelt wurde. Ein integrierter gebohrter Dämpfungseinsatz reduziert Geräusche und Vibrationen, die durch Flüssigkeiten mit hoher Druckdifferenz verursacht werden. Die kerbverzahnte Wellenverbindung zum Antrieb reduziert unerwünschtes Spiel.

Das V260B mit Hydrodome Dämpfungseinsatz verbindet die effiziente Leistung eines Drehstellventils mit der Energiedissipation einer speziellen Innengarnitur und sorgt somit für bessere Leistung in anspruchsvollen Anwendungen. Das Ventil kann mit einem oder zwei Hydrodome Dämpfungseinsätzen konfiguriert werden.

Für eine optimale Wirkung unter schwierigen Betriebsbedingungen ist der Hydrodome Dämpfungseinsatz über den vollen Drehwinkel der Kugel wirksam, er kann aber auch für spezielle Betriebsbedingungen modifiziert und angepasst werden (siehe Abbildung).

- 1- oder 2-stufige Innengarnitur
- ASME Class 150, 300, 600, 900
- NPS 8, 10, 12, 16, 20 und 24
- Max. 103 bar (1500 psi) Differenzdruck



NACHWEISBARE RESULTATE

ANLAGE:	Rohöl
ANWENDUNG:	Übergabeventil einer Pipeline-Übernahmestation
PROBLEM:	31 bar (450 psi), 120 Dezibel und Vibration
LÖSUNG:	Fisher V260 Ventil mit Hydrodome Dämpfungseinsatz, NPS 12
ERGEBNISSE:	8 Jahre lang ununterbrochener Betrieb und Geräuschreduzierung auf 90 Dezibel



© Fisher Controls International LLC 2011 Alle Rechte vorbehalten.

Fisher, FIELDVUE, PlantWeb, Cavitrol, NotchFlo und Vee-Ball sind Marken, die sich im Besitz eines der Unternehmen im Geschäftsbereich Emerson Process Management der Emerson Electric Co. befinden. Emerson Process Management, Emerson und das Emerson-Logo sind Marken und Dienstleistungsmarken der Emerson Electric Co. Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Rechteinhaber.

Der Inhalt dieser Veröffentlichung dient nur zu Informationszwecken; obwohl große Sorgfalt zur Gewährleistung ihrer Exaktheit aufgewendet wurde, können diese Informationen nicht zur Ableitung von Garantie- oder Gewährleistungsansprüchen, ob ausdrücklicher Art oder stillschweigend, hinsichtlich der in dieser Publikation beschriebenen Produkte oder Dienstleistungen oder ihres Gebrauchs oder ihrer Verwendbarkeit herangezogen werden. Für alle Verkäufe gelten unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden. Wir behalten uns jederzeit und ohne Vorankündigung das Recht zur Veränderung oder Verbesserung der Konstruktion und der technischen Daten dieser Produkte vor. Weder Emerson, Emerson Process Management noch ein anderes Konzernunternehmen übernimmt die Verantwortung für Auswahl, Einsatz oder Wartung eines Produkts. Die Verantwortung bezüglich der richtigen Auswahl, Verwendung und Wartung der einzelnen Produkte liegt allein beim Käufer und Endanwender.

Emerson Process Management
Marshalltown, Iowa 50158 USA
Sorocaba, 18087 Brazil
Chatham, Kent ME4 4QZ UK
Dubai, United Arab Emirates
Singapore 128461 Singapore
www.EmersonProcess.com/Fisher



Severe Service

