

Industrie armaturen

The Industrial Valve Journal

<http://www.industriearmaturen.de>

Hochdruckmagnetventile für Gas, Wasserstoff und andere Medien

High-pressure solenoid valves for gas, hydrogen and other fluids

Jasmin Müller und Dirk Klinksiek, GSR Ventiltechnik GmbH & Co. KG, Vlotho

erschienen in Industriearmaturen Heft 1, März 2007

Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Ansprechpartner: W. Mönning Tel. 0201/82002-25, E-Mail: w.moenning@vulkan-verlag.de

Hochdruckmagnetventile für Gas, Wasserstoff und andere Medien

High-pressure solenoid valves for gas, hydrogen and other fluids

Von Jasmin Müller und Dirk Klinksiek

Dieser Beitrag gibt einen Einblick in die Technik von Magnetventilen für Hochdruckanwendungen. Der Einsatz in Erdgastankstellenanlagen und die Verwendung für die Wassernebel-Technologie in einer Feuerlöschanlage bei Bayer werden als Beispiel vorgestellt.

This article provides an insight into technology of solenoid valves for high-pressure applications. Use in LNG filling stations and for water-mist systems in a fire-fighting system at chemicals giant Bayer are cited as examples.

Seit über 35 Jahren entwickelt und fertigt GSR Ventiltechnik Ventile für nahezu sämtliche Anwendungsbereiche. Seit 1980 produziert das Unternehmen Ventile für den Hochdruckbereich. Zunächst wurden direktgesteuerte Schieberventile bis G1/2 bzw. DN 15 für Betriebsdrücke von 0 bis 180 bar entwickelt. Sie wurden anfangs für Pumpensteuerungen in der Wasserhydraulik eingesetzt.

Ventile dieser Bauart schalten das Dichtelement direkt über das Magnetsystem (**Bild 1**). Das Dichtelement, in der Regel ein Flachteller, wird gegen den wirksamen Druck durch die Magnetkraft vom Sitz abgehoben. Das Ventil wird über eine Schließfeder stromlos geschlossen.

Direktgesteuerte Schieberventile sind aufgrund nicht vorhandener Steuerbohrungen unempfindlich gegen Verunreinigungen. Damit bieten diese Ventile universelle Einsatzmöglichkeiten. Sie können zum Beispiel als 3/2-Wege- oder 2/2-Wege-Ventile eingesetzt werden, da jeder Anschluss als Druckanschluss verwendet werden kann.

Das Ventil schaltet von 0 bar bis zum maximal angegebenen Druck, eine Druckdifferenz ist nicht erforderlich. Die Umsteuerung erfolgt durch Federkraft.

Die verwendeten Dichtwerkstoffe hängen vom jeweiligen Durchflussmedium ab. Dafür stehen Dichtungen aus FKM, NBR, EPDM, PTFE oder Tecapeek zur Auswahl. Die Anschlussgrößen reichen von G1/8 bis G1, wodurch eine große Anzahl an verschiedenen Nennweiten realisiert werden kann. Das Besondere an Ventilen, die im Hochdruckbereich eingesetzt werden, ist die robuste und kompakte Bauform. Da sie aus Vollmaterial (beispielsweise Messing, Edel-

stahl 1.4104 oder 1.4571) gefertigt werden, heben sich Ventile dieser Art von anderen Magnetventilen ab. Heute werden verstärkt servogesteuerte Magnetventile statt direktgesteuerter Schieberventile verwendet.

Servogesteuerte Magnetventile für hohe Druckbereiche

Bei den in diesem Beitrag vorgestellten Ventilen handelt es sich um servogesteuerte 2/2-Wege Magnetventile. Sie zeichnen sich durch den einfachen, soliden Aufbau aus (**Bild 2**).

Ventile dieser Bauart benötigen zum Öffnen und Schließen eine Druckdifferenz zwischen Ventileingang und Ventileingang. Bei erregtem Magnet baut sich die Druckdifferenz von der Sekundärseite des Dichtkolbens über die Servobohrung ab. Die wirksame Druckdifferenz hebt den Kolben vom Ventilsitz. Der angegebene Mindestdruck muss als Druckdifferenz für eine einwandfreie Funktion der Servosteuerung immer vorhanden sein. Der Antrieb des Ventils erfüllt hier lediglich eine Vorsteuerfunktion, durch die dann das Hauptdichtelement entlastet wird.

Der Mediumdruck bzw. die vorhandene Druckdifferenz hebt die Hauptdicht-

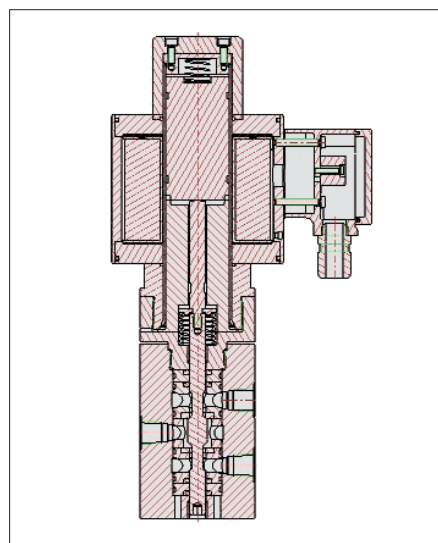


Bild 1: Direktgesteuertes Schieberventil Typ 1313

Fig. 1: Type 1313 directly actuated gate valve

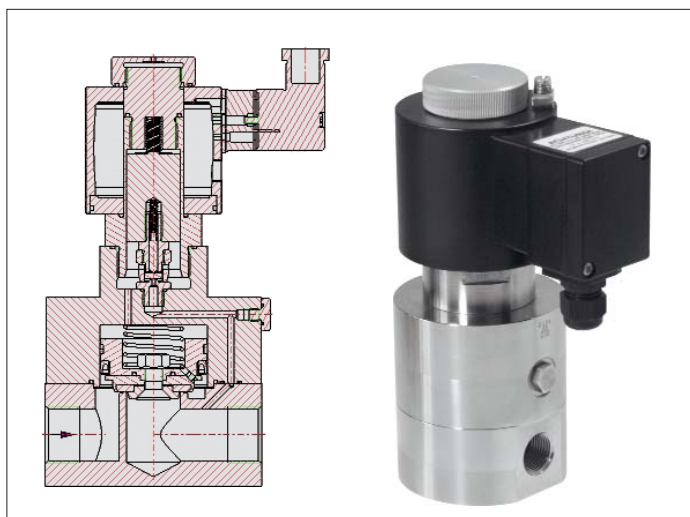


Bild 2: Ventil Type 2529 für Hochdruckanwendungen bis maximal 450 bar, Anschluss G1/8-G2

Fig. 2: Type 2529 valve for high-pressure service up to max. 450 bar, G1/8-G2 connection

tion an. Sinkt die Druckdifferenz unter den vorgeschriebenen Mindestwert, ist die einwandfreie Funktion der Ventile nicht mehr gewährleistet.

In der Regel können diese Ventile überall dort eingesetzt werden, wo sich das Medium nach dem Ventil ins Freie oder in einen drucklosen Behälter entspannen kann. In der Regel werden diese Ventile nicht in geschlossenen Kreisläufen verwendet.

Ein Vorteil dieser Ventilart ist unter anderem die Möglichkeit, mit kleinen Magneten hohe Drücke bei großen Nennweiten zu steuern. Da Magnetspule und Dichtelement bei Bedarf einfach ausgetauscht werden können, ist so eine hohe Servicefreundlichkeit gegeben. Dank einer Vielfalt an Dichtwerkstoffen, die auf das Medium abgestimmt sind, ist eine lange Lebensdauer der Ventile gewährleistet.

Durch zunehmendes Umweltbewusstsein und neue Technologien wurden die Kundenanforderungen an Lösungen für Hochdruckapplikationen immer spezieller. Besonders stark zu spüren war die Nachfrage nach qualifizierten Ventiltechnologien im Automobilbereich und für Tankanlagen. Hersteller von Tankanlagen zum Beispiel verlangen nach Ventilen, die immer höhere Drücke schalten können, da sich durch eine Betankung mit einer höheren Verdichtung auch die Reichweite einer Tankfüllung erhöht.

Gerade für Ventile im Erdgasbereich und in der Wasserstofftechnologie gibt es Forderungen nach einer hohen Dich-

tigkeit und einer langen Lebensdauer der einzelnen Komponenten. Diesen Ansprüchen kann man zum Beispiel durch bessere Fertigungsmöglichkeiten und kontinuierlich verfeinerte Geometrien im Ventil, besonders Verfeinerungen an den Vorsteuerbohrungen und an den Ventilsitzen gerecht werden. Dadurch sind heute Druckbereiche bis 500 bar realisierbar. Durch ständige Prozessveränderungen ist ein Ende dieser Entwicklung noch nicht absehbar.

Ein Ziel von GSR ist es, zukünftig Ventile anzubieten, die für Drücke bis 900 bar geeignet sind. Durch die Verwendung von ausgesuchten und genau aufeinander abgestimmten Materialien, wie zum Beispiel besonderer Edelstähle, wird dieses Ziel bald erreicht sein.

Erweiterte Einsatzmöglichkeiten

Aufgrund zunehmender Anforderungen aus dem Erdgassektor und dem Wasserstoffbereich wurden die Einsatzmöglichkeiten der Ventile kontinuierlich erweitert. So wurden erstmals diese speziellen Ventile in PKW-Tankanlagen verwendet.

Die Ventile sind einem ständigen Verbesserungsprozess unterzogen. Die Gehäuse wurden permanent optimiert und neue Werkstoffe eingesetzt. Aufgrund des Wechsels der Steuerungsart von direktgesteuerten Schieberventilen zum servogesteuerten Kolbenventil und durch ein genau abgestimmtes Verhältnis der Steuerbohrungen ist der Einsatz von wesentlich kleineren Magnetspulen möglich geworden. Ebenfalls können

jetzt sehr hohe K_v -Werte durch eine optimierte Geometrie in der Ventilarmaur erzielt werden. Auf das entsprechende Medium und den jeweiligen Betriebsdruck abgestimmte Werkstoffe zeigen die große Flexibilität dieser Ventiltypen auf.

Zur Minimierung von Reibung und der Verlängerung der Lebensdauer wird der Ankerführungsbereich besonders beschichtet. Gleichzeitig wird einer Versprödung der Materialien gegenüber dem Medium Wasserstoff vorgebeugt.

Anwendungsbeispiel: Effektiver Brandschutz durch Wasserebel-Technologie

Das Unternehmen FOGTEC aus Köln ist Spezialist für Wasserebelssysteme. Die Systeme des Unternehmens arbeiten mit reinem Wasser, das bei einem Druck von 80 bis 200 bar vernebelt wird. Sie sind nicht nur absolut umweltfreundlich, sondern oftmals effektiver als konventionelle Gas- oder Wasserlöschanlagen. Mit 45 Systempartnern weltweit ist FOGTEC Marktführer für an Land eingesetzte Wasserebel-Systeme.

Am Beispiel Kabelkanal der Bayer AG im Werk Uerdingen soll die Funktion der GSR-Hochdruckventile im Einsatz in Wasserebel-Systemen veranschaulicht werden.

Bei Bayer Uerdingen ist die gesamte unterirdische Energieverteilung auf einer Länge von sechs Kilometern mit der Wasserebel-Technologie ausgestattet. Bayer hat lange nach einem Brandschutz-System gesucht, das die sensi-

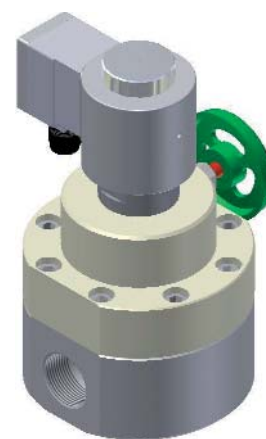


Bild 3: GSR Type 2/040
Fig. 3: GSR Type 2/040



Bild 4:
Ventilstation bei
Bayer in Uerdingen
(Quelle FOGTEC)

Fig. 4:
Valve station at
Bayer's Uerdingen
(Krefeld) plant
(source: FOGTEC)

Durch den Einbau besonderer Dichtmaterialien sind zudem eine hohe Standfestigkeit und Dichtheit, auch nach einer längeren Einsatzdauer, gewährleistet. Für das Ventilgehäuse und die Ventillinnenteile werden nur hochwertige Edelstähle verwendet. Das Ventil ist in den Größen DN8 bis DN50 bzw. G1/8 bis G2 und auf Kundenwunsch mit NPT-Anschluss erhältlich. Eine Ausführung mit Flanschanschluss ist ebenfalls möglich.

Anwendungsbeispiel: Einsatz für Erdgastankstellenanlagen

Für die Verwendung von Erdgas als Kraftstoff ist aufgrund der Speicherdichte eine Druckerhöhung des Erdgases aus dem Leitungsnetz erforderlich. Das Erdgas wird in Tankstellenanlagen auf einen Speicherdruck von 250 bis 300 bar verdichtet und dann an die erdgasbetriebenen Fahrzeuge abgegeben.

Die hierbei auftretenden Beanspruchungen und Belastungen stellen höchste Anforderungen an Funktion, Dichtheit und nicht zuletzt an Sicherheit der eingesetzten Magnetventile (**Bilder 6**) dar. Gerade bei letzterem ist die Qualität der Verarbeitung und die Materialauswahl entscheidend.

Mit der besonderen Technik des RMG-Systems, dem Abspeichern von Erdgas bei hohen Drücken, sind die Magnetventile sehr häufigen Schaltvorgängen unterworfen. Gleiches wird bei der Abgabe an der Zapfsäule von den Magnetventilen verlangt, wobei zum Teil die Druckdifferenzen bei 200 bar und

blen Kabelbereiche sicher schützt. Wichtig war, dass dieses System bei der Auslösung keine Schäden an dem empfindlichen Material verursacht und auch für die Mitarbeiter keine Gefahr darstellt.

Da das FOGTEC-Wassernebelsystem mit einer sehr geringen Menge Wasser arbeitet, sind die Wasserrückstände auf den Kabelleitungen und auf dem Boden kaum wahrnehmbar.

500 spezielle Düsen, gespeist von sechs 120-bar-Pumpen mit 21 Hochdruckventilen von GSR lösen jetzt unmittelbar im jeweiligen Bereich aus, wenn die Brandmelder einen Temperaturanstieg melden. Der Brand wird so effektiv im Keim erstickt.

Die hier unter anderem eingesetzten GSR-Ventile der Baureihe 2/040 (**Bilder 3 und 4**) sind 2/2-Wege servogesteuerte Kolben-Magnetventile. Sie wurden speziell für Feuerlöschanlagen für hohe Drücke (1 bis 200 bar) konstruiert. Darüber hinaus sind sie aber auch in der gesamten Wasserhydraulik einsetzbar.

Für Brandfälle, die in Kabelkanälen der beschriebenen Art auftreten können, eignen sich herkömmliche Sprinkleranlagen nicht. Die große Wassermenge, die diese Anlagen freisetzen, würde enorme Folgeschäden an den elektronischen Bauteilen verursachen. Außerdem fallen die relativ großen Sprinkler-Wassertropfen schnell zu Boden und erreichen kaum verdeckte Brandherde, wie sie bei Kabelbränden typisch sind.

Gaslöschsysteme, die zweite traditionelle Löschtechnik, haben keine Kühlwirkung und können nur in vollständig abgeschlossenen Räumen angewandt werden. Aufgrund der hohen Personengefährdung durch das Löschgas benötigen sie eine Vorwarnzeit von mindestens 30 Sekunden. Diese 30 Sekunden sind kostbare Zeit, die FOGTEC bereits effektiv nutzt und die Brandschäden damit möglichst gering hält. Zeigen die Brandmelder einen Anstieg der Temperatur, setzt der Hochdruck-Wassernebel sofort und ohne Verzögerung ein (**Bild 5**).

Zu den besonderen Eigenschaften des Ventils, speziell für diesen Anwendungsbereich, zählt sicherlich die Konzipierung für einen Druckbereich von 200 bar für den Betrieb mit Wasser. Die Ventile sind entsprechend der Druckgeräterichtlinie und nach DIN 3840 ausgelegt.



Bild 5:
Auslösung des Wassernebelsystems in einem Kabelkanal
(Quelle: FOGTEC)

Fig. 5:
Tripping of the water-mist system in a cable-duct
(source: FOGTEC)



Bild 6: Erdgastankstellen-Anlage mit GSR-Hochdruckventilen (Quelle: RMG)

Fig. 6: LNG filling station installation featuring GSR high-pressure valves (source: RMG)

mehr liegen. Die daraus resultierenden Belastungen stellen höchste Ansprüche an die Magnetventile. Da die Ventile mit Wartungszyklen von mehr als zwei Jahren aufwarten können, werden insbesondere die Betriebskosten der Anlage niedrig gehalten.

Zu den speziellen Eigenschaften dieses Hochdruckventils zählt neben der Auslegung nach Druckgeräterichtlinie und DIN 3840 die Zertifizierung nach ATEX.

Auch bei dieser Ventilausführung kommen nur hochwertige Materialien, besonders langlebige Dichtwerkstoffe und hochlegierte Edelstähle, teilweise mit besonderen Beschichtungen, zum Einsatz. Die Ventilgehäuse sind bis PN 675 belastbar.

Dank ihrer sehr robusten Konstruktion sind diese Ventile für leicht verschmutzte Medien, ohne Beeinträchtigung der Funktion, einsetzbar. Ein weiterer Vorteil liegt in den möglichen hohen Schaltfrequenzen.

Durch die genau aufeinander abgestimmten einzelnen Komponenten wird eine sehr hohe Lebensdauer des Ventils gewährleistet. Zudem ist das Ventil auch über einen längeren Einsatzzeitraum nahezu wartungsfrei. Darüber hinaus ist diese Ventiltypen sehr montage- und servicefreundlich. Basierend auf der technischen Auslegung und den verwendeten Dichtwerkstoffen wie zum Beispiel Tecapeek oder PCTFE eignen sich die Ventile hervorragend für aggressive Medien.

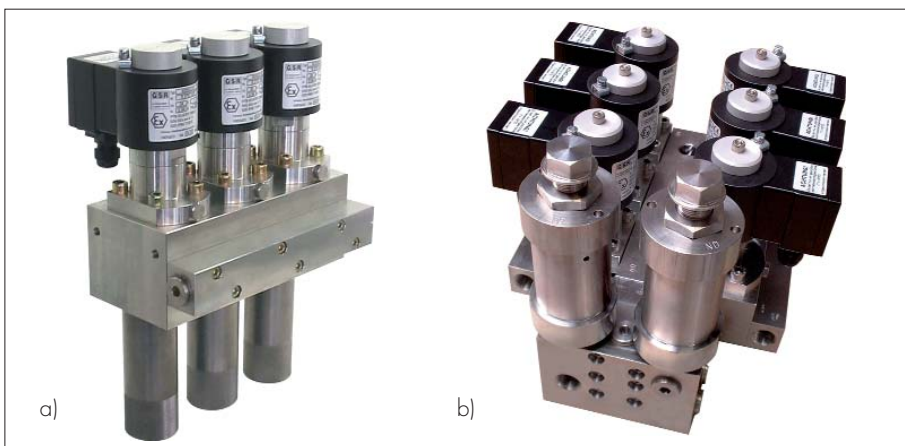


Bild 7: 3-fach-Ventilleiste mit integrierten Filtern a), 6-fach-Ventilleiste b)

Fig. 7: Triple valve assembly with integrated filters (a), six-valve assembly (b)

Aufgrund seines kompakten Aufbaus besteht die Möglichkeit, dieses Ventil auch als Ventilleiste einzusetzen. Bisher wurden hier 3-fach- und 6-fach-Ventilleisten in Erdgasbetankungsanlagen realisiert (**Bild 7**). Bei den Leisten sind Rückschlagventile, Filter sowie einstellbare Überströmventile integrierbar.

In besonderer Ausführung ist dieses Ventil für den Hochtemperaturbereich geeignet. Hier müssen dann die jeweiligen Parameter entsprechend angepasst werden.

Aufgrund der Anschlussgrößen, die von DN6 bis DN25 reichen und auch in Muffenausführung von G1/8-G1 bzw. mit NPT-Anschluss erhältlich sind, ist dieses Ventil den Kundenanforderungen entsprechend lieferbar. Die Eckausführung bietet aufgrund der beliebigen Anordnung der Anschlüsse eine hohe Flexibilität. Auf Wunsch steht dieses Ventil in Flanschausführung zur Verfügung. Je nach Anwendung kann das Hochdruckventil mit einer großen Anzahl an Optionen geliefert werden.

Generell lassen sich die Ventile, die für diese besonders hohen Drücke ausgelegt sind, auch für Wasserstoff einsetzen. Um den speziellen Marktanforderungen in diesem Bereich gerecht zu werden, entwickelt GSR Ventiltechnik kontinuierlich neue hochwertige Ventillösungen.



Jasmin Müller

GSR Ventiltechnik
GmbH & Co. KG,
Vlotho
Tel.: +49 5228 779 356
jmueller@ventiltechnik.de



Dirk Klinksiek

GSR Ventiltechnik
GmbH & Co. KG,
Vlotho
Tel.: +49 5228 779 327
dklinksiek@ventiltechnik.de