

Industrie armaturen

The Industrial Valve Journal

<http://www.industriearmaturen.de>

Neue Ventilbaureihen für Erdgas-Tankstellen und für die Wasserstofftechnik

New valve series for natural gas filling stations and for
the hydrogen technology

Dirk Klinksiek, Konstruktionsleiter, GSR Ventiltechnik GmbH & Co. KG, Vlotho
Jasmin Müller, Leitung Marketing, GSR Ventiltechnik GmbH & Co. KG, Vlotho,
Tel: +49 5228 779-356, JMuedler@ventiltechnik.de

erschienen in Industriearmaturen Heft 4, Dezember 2009

Vulkan-Verlag GmbH, Essen

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

Neue Ventilbaureihen für Erdgas-Tankstellen und für die Wasserstofftechnik

New valve series for natural gas filling stations and for the hydrogen technology

Dirk Klinksiek, Jasmin Müller

Das Thema „Kraftstoff der Zukunft“ bewegt auch die Hersteller von hochwertigen Ventilen. Denn die Alternativen zum Mineralöl liegen in gasförmigem Zustand vor, und die Abfüll- und Betankungsanlagen müssen bei hohen Drücken sowie unter hohen Sicherheitsanforderungen betrieben werden. Im Zentrum der Diskussion stehen – schon heute – Erdgas und – für die Zukunft – Wasserstoff. Dieser Beitrag stellt neue Ventilbaureihen für beide Medien vor.

The topic "fuel for the future" is also an issue for manufacturers of high-quality valves. Because the alternatives to mineral oil are in the gaseous state the filling and refueling systems must be operated at high pressure under highest safety requirements. The focus of this discussion is – today – on natural gas and – in view of the future – on hydrogen. This paper presents new valve series for both media.

Dass die Ressourcen des Rohstoffs Mineralöl begrenzt sind, weiß man seit langem. Aber erst seit die Kosten für Rohöl stark in die Höhe geschneit sind, haben die Verbraucher, das heißt die Autokäufer, aus dieser Tatsache ernsthaft Konsequenzen gezogen. Sie verlangen zunehmend nach energiesparenden Fahrzeugen und auch nach neuen Antriebskonzepten.

Als bewährtes und verfügbares Konzept steht der Erdgasantrieb zur Verfügung. In Deutschland werden zurzeit zwar erst rund 65.000 Autos mit Erdgas betankt, aber die Zahl wächst rasch. Weltweit sind es jedoch schon mehr als 9,3 Millionen, und auch hier sind starke Anstiege zu verzeichnen. Dafür gibt es gute Gründe: Erdgas wird deutlich länger verfügbar sein als Erdöl, es verbrennt im Ottomotor (der nur geringen Umbauten unterzogen werden muss) „sauberer“,

und es ist billiger als Kraftstoff auf Mineralölbasis.

Entsprechend wächst der Bedarf an Erdgastankstellen, die zumeist Erdgas in drei Druckstufen abgeben. Bei der heute üblichen Technik sind die Ventile an den Zapfsäulen jeweils als Einzelventile ausgeführt. Das erfordert einen hohen Verrohrungsaufwand und, in der Folge, auch sorgfältige Wartung. Diese Wartung ist nicht nur kostenintensiv. Sie ist in einigen Ländern, in denen Erdgas als Kraftstoff vorherrscht und in denen keine ausgeprägte Dienstleistungsstruktur etabliert ist, auch schwer zu gewährleisten. Dies gilt zum Beispiel für den Iran. Hier sind 850.000 Erdgasfahrzeuge unterwegs, die von 600 Tankstellen versorgt werden. Zum Vergleich: In Deutschland gibt es für weniger als ein Zehntel der Fahrzeuge rund 800 Erdgastankstellen. Die Tankstellen im

Iran sind also stark frequentiert, umso ärgerlicher sind die Ausfälle von Zapfsäulen.

Erdgas-Hochdruckventile in Blockbauweise

Die Ingenieure von GSR haben sich mit dieser Problematik beschäftigt und eine Lösung gefunden, die sich durch deutlich höhere Verfügbarkeit auszeichnet. Die neuen Erdgas-Hochdruckventile, die das Unternehmen auf der Achema 2009 präsentiert hat, sind in Patronenbauweise ausgeführt (**Bild 1**). Sie werden in einen Ventilblock eingeschraubt, so dass man auf die Verrohrungen verzichten kann. Auch die Rückschlagventile sind in den Block integriert, ebenso die leicht auszutauschende Filtereinheit im Druckeingang.

Diese Lösung überzeugt durch den völli-

**Bild 1:**

Auf der Achema 2009 vorgestellte Erdgas-Hochdruckventile in Patronenbauweise

Fig. 1:

On the Achema 2009, GSR presented natural gas high pressure valves in cartridge design

gen Verzicht auf Verrohrungen und die sehr kompakte, servicefreundliche Bauweise. Die Ventilblöcke stehen in Dreifach- und Sechsfach-Ausführung zur Verfügung. Sie sind für einen maximalen Druck von 450 bar geeignet und arbeiten in einem Temperaturbereich von -40 bis +80 °C, das heißt sie eignen sich auch für den Außeneinsatz. Optional können die Ventile mit ATEX-gerechten Magneten ausgestattet werden.

Testeinsätze zeigen: Ausfallsicherheit deutlich erhöht

Erste Testeinsätze zeigen, dass die Blockbauweise die Ausfallsicherheit der Erdgas-Zapfsäulen deutlich erhöht, und das bei minimalem Serviceaufwand. Somit ist auch die „Cost of Ownership“ im Vergleich zu konventionellen Ventilen erheblich niedriger. Aus diesen Gründen stieß die neue Ventilbaureihe bei den Herstellern und Betreibern von Erdgas-Betankungsanlagen schon auf großes Interesse.

GSR sieht hohen Bedarf an den neuen Ventilblöcken. Denn die Anzahl der erdgasbetriebenen Fahrzeuge wächst stark, entsprechend auch die Anzahl der Erdgastankstellen. In Italien stieg die Zahl der Erdgasfahrzeuge im Jahre 2008 um 70.000 auf rund 600.000. In Deutschland werden jährlich mehr als 10.000 Erdgasfahrzeuge verkauft, und

das Tankstellennetz, das derzeit 800 Standorte umfasst, wird zügig weiter ausgebaut. In den vergangenen Jahren sind jeweils knapp 100 Tankstellen hinzugekommen.

Hochdruckventile für die Wasserstoff-Infrastruktur

Während für den Kraftstoff Erdgas schon eine funktionierende Infrastruktur geschaffen wurde, steht diese Entwicklung bei Wasserstoff erst noch bevor. Experten sind sich einig, dass Wasserstoff als Energieträger und Kraftstoff künftig eine wichtige Rolle spielen wird. Das gilt sowohl für die mobile und stationäre Brennstoffzellen-Technik als auch für wasserstoffbetriebene Verbrennungsmotoren: Hier gibt es sehr vielversprechende Entwicklungsprojekte.

Erfahrung mit 450-bar-Ventilen

Aus diesen Gründen wird in den kommenden Jahren eine Versorgungs-Infrastruktur für Wasserstoff geplant und aufgebaut. Allerdings sind dabei noch technische Herausforderungen zu meistern. Zurzeit speichert man den gasförmigen Wasserstoff bei Drücken von 200 bis 300 bar. Für die entsprechenden Betankungsanlagen hat die GSR Ventiltechnik Hochdruck-Magnetventile entwickelt, die sich im praktischen Einsatz bewähren und für Drücke bis 450 bar geeignet sind (**Bild 2**).

Herausforderung für die Entwickler

Um höhere Reichweiten der Fahrzeuge zu erzielen, möchte man den Wasserstoff aber künftig mit einem Druck von 700 bar speichern – sowohl im Fahrzeug als auch auf der Tankstelle. Die dafür nötige Speichertechnik befindet sich bereits in der Entwicklung. Eine besondere Herausforderung ist die Entwicklung von Ventilen für diesen Druckbereich.

Diese Aufgabe ist auch deshalb anspruchsvoll, weil Wasserstoffmoleküle sehr klein sind und somit eine kapillare Wirkung haben. Daher sind hochgenaue Tests eine wichtige Voraussetzung für die Produktion von hochwertigen Ventilen für die Wasserstofftechnologie, die bei Drücken bis 900 bar zuverlässig und leckagefrei arbeiten.

Im Vorfeld: Umfassende Simulationen und Tests

Als langjähriger Spezialist für Hochdruckventile hat sich GSR intensiv mit diesem Thema beschäftigt und zunächst grundlegende Entwicklungsarbeiten betrieben. So wurden zum Beispiel umfassende Festigkeitssimulationen durchgeführt, um den Ventilwerkstoff auszuwählen und die Formgebung zu optimieren. Auch Tests mit verschiedenen Materialien und Geometrien der Sitzdichtung wurden durchgeführt. Hier mussten die Entwickler Neuland beschreiten. Ebenso gehörten Magnetfeldsimulationen und Belastungsanalysen zum Arbeitsumfang.

Auf der Basis dieser Simulationen und Tests hat GSR Musterventile gebaut, die wiederum getestet und optimiert wurden. Anschließend wurden Berst- und Druckfestigkeitsprüfungen mit Drücken von über 2.200 bar durchgeführt.

Servogesteuertes 900-bar-Kolben-Magnetventil

Inzwischen steht eine erste Vorserie zur Verfügung, die für Drücke bis 900 bar ausgelegt ist und somit noch genug Sicherheitsreserven für die von der Industrie avisierte 700 bar-Technologie

**Bild 2:** Hochdruck-Magnetventile für Wasserstoff-Betankungsanlagen, geeignet für Drücke bis 450 bar

Fig. 2: High pressure solenoid valves for hydrogen filling systems suitable for pressure up to 450 bar

bietet (Bild 3). Es handelt sich um ein servogesteuertes Kolben-Magnetventil, das aus Edelstahl vom Typ 1.4462 gefertigt wird. Dabei gelten extrem geringe Toleranzen vor allem für den Ventilsitz, der auch bei 900 bar Druck noch zuverlässig schließt. Die geringe Schaltspannung deutet auf eine ausgereifte Konstruktion hin: Trotz des hohen Drucks und sehr dicker Wandstärken reichen geringe Energiemengen aus, um das Ventil zu schalten.

Die ersten Praxistests im Feld werden zurzeit vorbereitet. Die Entwicklung kommt zur rechten Zeit: Bislang gibt es in Deutschland eine geringe Anzahl an Wasserstoff-Tankstellen, und ihre Anzahl wird rasch zunehmen. Denn die Bundesregierung will in den kommenden zehn Jahren 500 Millionen Euro an Fördermitteln für Wasserstoff-Projekte im



Bild 3: Die servogesteuerten Kolben-Magnetventile eignen sich für Drücke bis 900 bar

Fig. 3: The pilot operated piston solenoid valves are suitable for pressure up to 900 bar

Verkehrswesen bereitstellen. Bis zum Ende dieser Periode wird es sicherlich eine flächendeckende Infrastruktur an Wasserstoff-Tankstellen geben – und viele Fahrzeuge, die diesen CO₂-neutralen Treibstoff nutzen.

Investitionen in anspruchsvolle Prüftechnik

Projekte wie die Entwicklung des 900-bar-Wasserstoffventils lassen sich nur realisieren, wenn man über umfassendes Know-how in der Entwicklung von Hochdruckventilen sowie über die entsprechenden, hoch spezialisierten Ent-

Bild 4:

Einzigartig genau: Der neue Leckageprüfstand für Hochdruckventile im Testfeld von GSR

Fig. 4:

Uniquely precise: The new leakage test stand for high pressure valves in the GSR test field



wicklungs-Tools und Prüfeinrichtungen verfügt. Daher hat GSR kürzlich einen neuen Prüfstand für Leckagetests an Hochdruckventilen in Betrieb genommen (Bild 4). Der Prüfstand kann Leckraten von 10⁻⁶ mbar l/s erfassen. Das heißt: Er erfasst 1 Millionstel Millibar, um das der Druck von 1 Liter Volumen pro Sekunde steigt. Diese Genauigkeit war weltweit einzigartig.

Da es sich somit um technologisches Neuland handelte, musste vor dem Bau des Prüfstandes zunächst Grundlagenarbeit geleistet werden. Insgesamt nahmen die Entwicklung und der Bau der Prüfeinrichtung zwei Jahre intensiver Arbeit in Anspruch.

Demonstration der Qualitätsführerschaft

Der Prüfstand besteht aus zwei Kammern. In der einen werden unter Vakuumbedingungen die internen Leckraten am Ventilsitz erfasst. Das Ventil wird also im geschlossenen Zustand mit Druck beaufschlagt, gemessen wird die eventuelle Leckrate am Ventilausgang. Im Gegensatz zum üblichen „Schnüffeltest“ mit einer Messsonde kann man auf diese Weise die tatsächliche Leckrate bestimmen.

In der zweiten Kammer des Prüfstandes wird die äußere Leckage, das heißt die Dichtigkeit des gesamten Ventils zur Umgebung hin, gemessen. Als Prüfgas dient in beiden Fällen Helium. Die Ergebnisse aller Messungen werden aufgezeichnet und gespeichert. Die Dokumentation der Prüfergebnisse sind in

das ERP-System von GSR Ventiltechnik integriert, somit können alle Messwerte zusammen mit den Artikeldaten gespeichert und die artikelbezogene Dokumentation stets mit den kompletten Messwerten abgerufen werden.

Für ein mittelständisches Unternehmen wie GSR Ventiltechnik stellt der neue Prüfstand eine bedeutende Investition dar, die aber sinnvoll ist, da sie die Qualitätsführerschaft des Unternehmens bei technisch hoch entwickelten Produkten dokumentiert. Selbst Leckraten, die in der Praxis in den allermeisten Fällen unbedeutend sind, werden zuverlässig detektiert. Diese Investition, davon ist man bei GSR überzeugt, zahlt sich aus. Bei einer Spezialmesse in Japan, an der GSR kürzlich teilnahm und die Produkte und Systeme der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik zeigte, fanden die ersten Vorserienmodelle der Wasserstoffventile jedenfalls große Beachtung.



Dirk Klinksiek
Konstruktionsleiter
GSR Ventiltechnik GmbH & Co. KG
Vlotho



Jasmin Müller
Leitung Marketing
GSR Ventiltechnik GmbH & Co. KG
Vlotho
Tel: +49 5228 779-356
JMueller@ventiltechnik.de