

Armaturenlösungen für Wasserstoffanwendungen

JAN-ERIC FISCHER, WERNER PETERS

Wasserstoff gilt als vielseitiger Energieträger der Zukunft, der bei der Verwendung keine direkten Treibhausgase emittiert. Gleichzeitig stellt das Medium Wasserstoff anspruchsvolle Anforderungen an Armaturen. Wasserstoff ist das leichteste Element im Periodensystem, hat eine hohe gravimetrische Energiedichte und kann unter gewissen Bedingungen zur Versprödung von Materialien führen. Was bei der Auswahl von Armaturen für den Einsatz in Wasserstoff zu beachten ist, wird im Folgenden aufgezeigt.

Wasserstoff ist nicht nur im Periodensystem der Elemente, sondern auch als Medium in Industrieanwendungen seit langem bekannt. Im Zuge der Dekarbonisierung der Wirtschaft werden potenziell grüne, klimaneutrale Technologien auch wirtschaftlich immer interessanter. Große Hoffnungen ruhen auf grünem Wasserstoff als vielseitigem Energieträger, der weder bei der Herstellung noch bei der Verwendung klimaschädliche Treibhausgase emittiert. Damit hat Wasserstoff das Potenzial in Anwendungen vorzudringen, die bislang von fossilen Energieträgern dominiert sind und die auch zukünftig weniger gut elektrifizierbar sein werden.

Neben dem Bedarf in neuen Anwendungen muss für eine vollständige Dekarbonisierung auch der bisherige Bedarf in der Chemie, in Raffinerien und weiteren Industrieanwendungen durch klimaneutralen Wasserstoff gedeckt werden. Dafür wird eine entsprechend große und klimaneutrale Wasserstoff-Wertschöpfungskette benötigt, von der Herstellung über die Speicherung und den Transport bis hin zur Verwendung. Konventionelle „graue“ Technologien hingegen können durch die Abscheidung von CO₂ ihre klimaschädlichen Emissionen deutlich reduzieren und für den Markthochlauf einer Wasserstoffwirtschaft weiterhin bedeutsam sein.

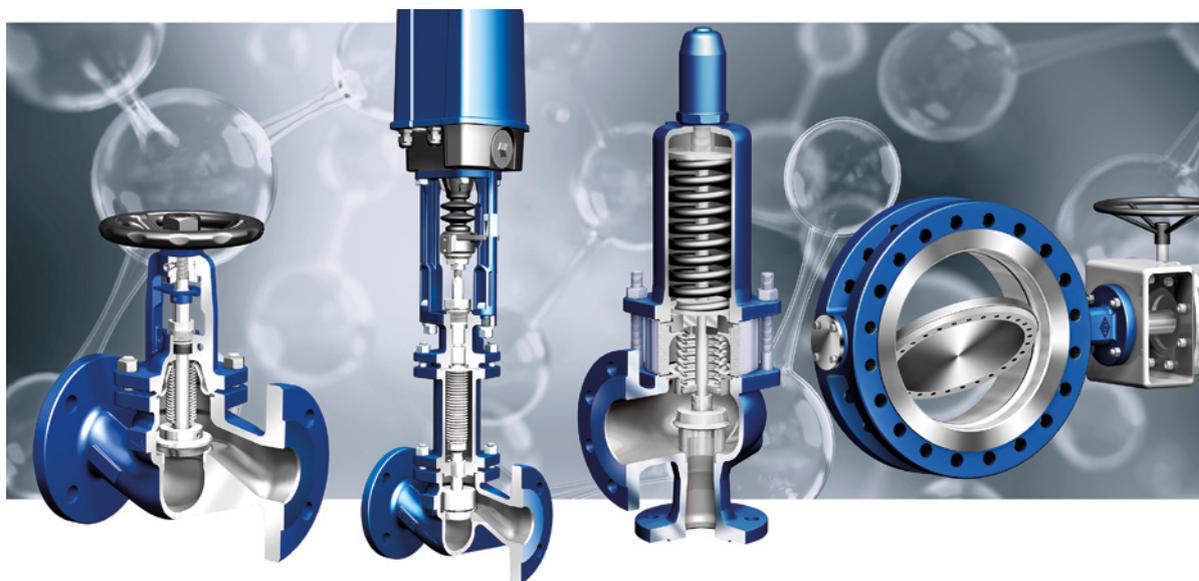


Bild 1: Übersicht ausgewählter Armaturen für die Wasserstoff-Wertschöpfungskette, von links nach rechts: das Handabsperrentil FABA-Plus, das Stellventil STEVI Smart mit elektrischem Stellantrieb ARI PREMIO-Plus 2G, das Sicherheitsventil SAFE und die dreifach exzentrische Prozessklappe ZETRIX.

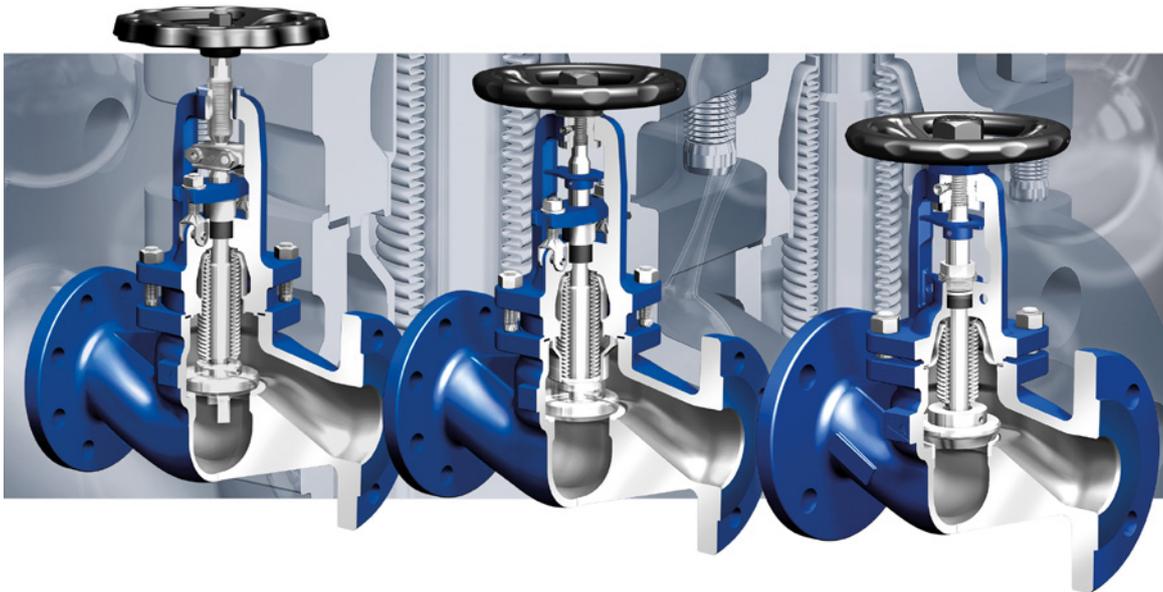


Bild 2: Auswahl an Faltenbalg-Absperrventilen. Links das FABA-Supra C mit zweiteiliger Spindel und umspültem Faltenbalg, in der Mitte das FABA-Supra I mit Balgschutz und rechts das FABA-Plus.

Armaturenhersteller wie ARI-Armaturen mit einem breiten Portfolio verschiedenster Armaturen zum Regeln, Absperrn, Sichern und Ableiten bieten Armaturenlösungen für die gesamte Wasserstoff-Wertschöpfungskette. Dies betrifft sowohl den direkten Einsatz mit dem Medium Wasserstoff sowie die weiteren Medien wie Kühlmittel, demineralisiertes Wasser, Sattedampf, Sauerstoff, Wärmeträgeröle, u. v. a.

Für Anlagenbauer, Planer und Betreiber ist es wichtig, dass Armaturen, Rohrleitungen und Anlagenteile dem Medium Wasserstoff gegenüber beständig sind und gleichzeitig die weiteren gängigen Anforderungen (DGRL, ATEX, ISO 15848/ TA Luft, etc.) erfüllen. Diese Normen, Richtlinien und Standards können aus Kundensicht Anhaltspunkte für Spezifikationen liefern. An einer Normierung speziell für Wasserstoff wird von verschiedenen Institutionen und Verbänden derzeit noch gearbeitet. Einige Hersteller werben mit dem Begriff „H₂-ready“ für Armaturen, die für das Medium Wasserstoff geeignet sind und geben Herstellererklärungen heraus. Auch ARI-Armaturen hat langjährige Erfahrung mit Wasserstoffanwendungen und berät gerne bei der Auslegung von Armaturen (**Bild 1**).

ARMATURENAUSWAHL FÜR DEN EINSATZ IN WASSERSTOFF

Was ist bei der Armaturenauswahl für den Einsatz in Wasserstoff zu beachten? Als leichtestes Element ist Wasserstoff sehr diffusiv, kann in atomarer Form in das Kristallgitter von Stahl eindringen und dort zu einer Materialversprödung führen. Hochfeste Kohlenstoff-Stähle haben sich dafür als besonders anfällig gezeigt und sind daher nicht zu empfehlen. Austenitische Edelstähle, die auch ARI-Armaturen

verwendet, haben sich hingegen als geeignete Werkstoffe erwiesen. Dies sind als Gusswerkstoffe z. B. 1.4408 (CF8M) oder 1.4581 (CF10M) und für die Innenteile 1.4404 (316L) oder 1.4571 (316Ti). Dennoch ist insbesondere bei hohen Temperaturen die Materialauswahl individuell zu prüfen und dem Einsatzfall entsprechend auszuwählen.

Da Wasserstoff sehr flüchtig ist, gelten höchste Anforderungen für die innere Dichtheit und insbesondere die Dichtheit nach außen. Die innere Dichtheit wird bei metallisch dichtenden Hubventilen durch eine Linienabdichtung des konischen Kegels auf dem Sitzring mit „Cut-Effekt“ sichergestellt, durch die das Ventil selbst bei geringer Krafteinwirkung wegen der sehr hohen Flächenpressung dichtschießt. ARI-Armaturen bestätigt die innere Dichtheit durch die Prüfung gemäß EN 12266, Leckrate A. Eine Prüfung gemäß weiteren Normen wie der API 598 kann auf Kundenwunsch realisiert werden. Neben dem Prüfmedium Luft/Stickstoff können Prüfungen auch mit Helium oder, in Absprache mit dem Kunden, mit Formiergas durchgeführt werden. Die Dichtheit nach außen wird über langjährig bewährte und nach TA Luft bzw. ISO 15848-zertifizierte Abdichtungen sichergestellt. Insbesondere an Spindel-Abdichtungssystemen verfügt ARI-Armaturen seit vielen Jahren durch eine große Branchenabdeckung über ein umfassendes Faltenbalg-Technologie-Portfolio. Die verwendeten doppelwandigen Faltenbälge sind je nach Baureihe für bis zu 100.000 Lastspiele ausgelegt. Maßgeschneiderte wartungsfreie Faltenbalg-Lösungen sind beispielsweise mit verstärktem, am Gehäuseoberteil angeschweißten Faltenbalg ausgestattet oder mit Balgschutz für eine erhöhte Druckstoß-Sicherheit (**Bild 2**).



Bild 3: Dreifach exzentrische Prozessklappe ZETRIX, hier dargestellt mit Doppelflansch, Schweißenden und Gewindeflansch (von links nach rechts).

Darüber hinaus bietet ARI-Armaturen für verschiedene Hub- und Schwenkarmaturen eine TA Luft-Packung mit federbelasteter Stopfbuchse als Abdichtung nach außen an.

Bei gesamtheitlicher Betrachtung der Armatur darf die Deckel- bzw. Gehäuseoberteil-Dichtung nicht fehlen. Hier werden als Standard nach dem Stand der Technik Graphit-Dichtungen verwendet, wobei in Abstimmung mit Kunden auch speziell für Wasserstoff zertifizierte Dichtungen eingesetzt werden.

In Bezug auf die Anschlussform zur Rohrleitung, und somit ebenfalls zur Minimierung der Emissionen, verfügt ARI-Armaturen über eine Vielzahl von Lösungen

wie die standardmäßigen Flansche B1 nach EN 1092 oder auch optional als Nut-Feder, Ring-Joint, etc. sowie über viele Armaturen mit Schweißenden. Am Beispiel der dreifach exzentrischen Prozess-Klappe ZETRIX sind die Anschlussarten Doppelflansch, Schweißenden und Gewindeflansch in **Bild 3** anschaulich dargestellt.

DREIFACHE EXZENTRIZITÄT FÜR ANSPRUCHSVOLLE ANWENDUNGEN

Was ist gemeint, wenn von Exzentrizitäten die Rede ist und welche Vorteile bietet die dreifache Exzentrizität? Der Drehpunkt der Scheibe ist sowohl aus der Ebene des Sitzes entlang der Rohrleitungsachse verschoben (erste Exzentrizität), als auch aus der Rohrleitungsmittelpunkt (zweite Exzentrizität). Bei einer dreifach exzentrischen Klappe ist zusätzlich auch die Rotationsachse des Sitzes asymmetrisch zur Rohrleitungsachse (dritte Exzentrizität). Diese dritte Exzentrizität sowie bei ZETRIX darüber hinaus die durch spezielle Software optimierte Geometrie bringt eine maximale Schließkraft bei minimalem Kraftaufwand (**Bild 4**). Ferner schwenkt der Dichtring reibungsfrei in den Sitz und erhöht dadurch wesentlich die Null-Leckage-Standzeit.

Zweifach exzentrische Klappen decken somit das Basissegment für Anwendungen ab, wo der Einsatz von zentrischen, weichdichten Absperrklappen limitiert ist. Dreifach exzentrische Klappen wie die ZETRIX sind dann im Einsatz, wenn ein reibungsfreier Schließvorgang, hohe Standzeiten und somit unterbrechungsfreie Produktionsabläufe ein Muss sind.

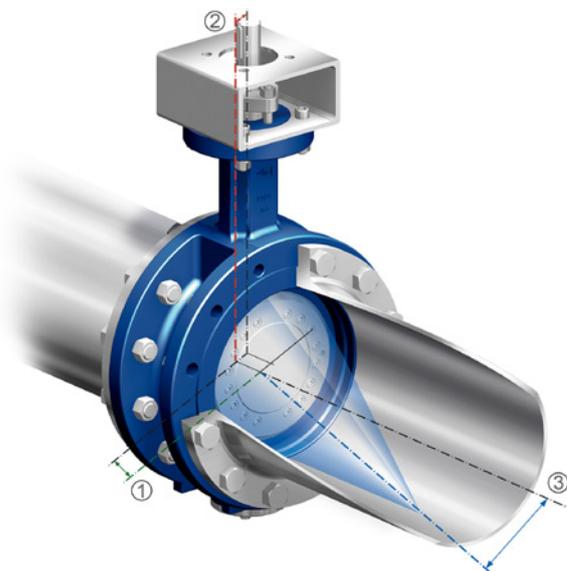


Bild 4: Übersicht der drei Exzentrizitäten der ZETRIX.

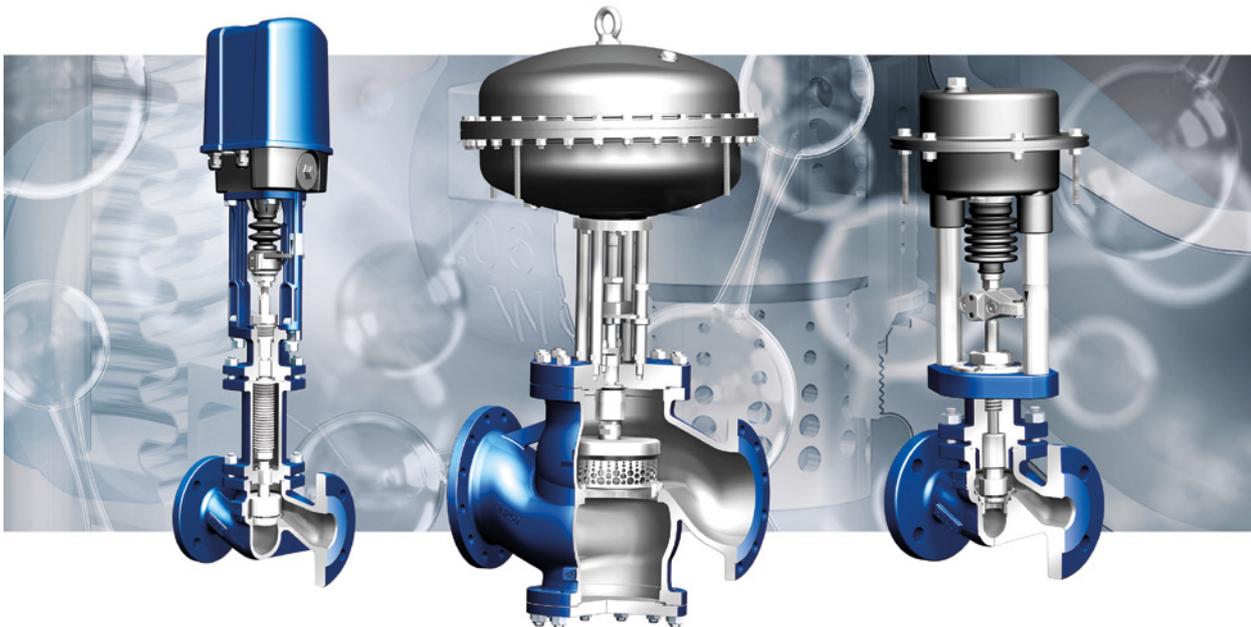


Bild 5: Links ist das Stellventil STEVI Smart mit elektrischem Stellantrieb ARI PREMIO-Plus 2G und Faltenbalg-Spindelabdichtung zu sehen, in der Mitte das STEVI Pro pneumatisch angetrieben mit Lochkegel und rechts ebenso pneumatisch angetrieben das STEVI Vario.

WASSERSTOFFANWENDUNGEN

Um den zukünftigen Bedarf an Wasserstoff zu decken, muss sehr viel mehr davon klimaneutral produziert werden. Als potenziell grüne Technologie ruht daher auf Wasserelektrolyse-Anlagen große Aufmerksamkeit. Unter Einsatz elektrischer Energie wird Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff geteilt. Damit von „grünem“ Wasserstoff gesprochen werden kann, muss der Strom aus regenerativen Quellen stammen. Die Anforderungen an Armaturen in diesen Anlagen sind so unterschiedlich wie die verwendeten Medien. Dies sind insbesondere Prozesswasser auf der Edukt- sowie Wasserstoff und Sauerstoff auf der Produktseite. Eine Kühlung des Systems erfolgt über einen zusätzlichen Kühlkreislauf. Neben Absperrarmaturen wie den oben beschriebenen Faltenbalg- bzw. Stopfbuchsventilen oder Klappen, die in allen Medien Anwendung finden, werden zusätzlich Rückschlagklappen sowie Sicherheitsventile zur Überdruckabsicherung und Stellventile zur Regelung benötigt.

Für Regelanwendungen mit Wasserstoff als Medium sind Stellventile mit einer Edelstahl-Faltenbalg-Spindelabdichtung geeignet. Für den Einsatz in Sauerstoff werden die Ventile insbesondere von Fetten und Ölen gereinigt, mit BAM-zertifizierten Dichtungen ausgestattet und anschließend geprüft. Für Kühl- und Prozesswasser wird üblicherweise als Spindelabdichtung eine EPDM-Abdichtung verwendet. Je nach zur Verfügung stehender Antriebsenergie, eventuell benötigter Sicherheitsfunktion bzw. vieler weiterer Kriterien werden zur Betätigung wahlweise elektrische oder pneumatische Antriebe verwendet (**Bild 5**).

FAZIT

Damit bietet ARI-Armaturen einen großen Teil der benötigten Armaturen für die Wasserelektrolyse aus einer Hand „Made in Germany“. Als international führender Entwickler, Hersteller und Vertreiber von Qualitätsarmaturen berät und unterstützt ARI-Armaturen Anwender mit individuellen Lösungen und langjähriger Erfahrung in einer Vielzahl von Anwendungen entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette.

Autoren



DIPL.-ING. JAN-ERIC FISCHER

Projektmanager Technischer Vertrieb / Business Development
ARI-Armaturen Albert Richter GmbH & Co. KG
33758 Schloß Holte-Stukenbrock
Tel.: +49 5207 994 0
Jan-Eric.Fischer@ari-armaturen.com



WERNER PETERS

Leiter Technischer Vertrieb / Business Development
ARI-Armaturen Albert Richter GmbH & Co. KG
33758 Schloß Holte-Stukenbrock