



Öl- und leckagefreie Membrankompressoren helfen dabei, die Tankzeiten an Wasserstoff-Tankstellen zu verkürzen.

Quelle: ©Elnur / stock.adobe.com

Trockenlaufende Hochdruckkompressoren sind Schlüsselkomponenten für die Energiewende

■ Melanie Maier

Wasserstoff gilt als umwelt- und klimaschonende Alternative zu fossilen Energieträgern wie Erdöl oder Kohle, denn bei seiner Verbrennung entsteht bloß harmloses Wasser. Deshalb wird über seinen Einsatz im Verkehr, in der Wärmeerzeugung, aber auch in industriellen Prozessen, etwa der Chemieindustrie, zunehmend nachgedacht. Darüber hinaus kann mit Wasserstoff überschüssige Energie auf elektrochemischem Wege gespeichert und für andere Anwendungen bereitgestellt werden. Technologien zur Erzeugung und Verarbeitung von Wasserstoff stehen daher heute vielfach im Fokus von Forschung und Entwicklung. Ein Schlüssel zur Nutzung der Potenziale von Wasserstoff sind trockenlaufende Hochdruckkompressoren.



Hohe Anforderungen an die Verdichtung

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Wasserstoff herzustellen. In den meisten Fällen wird er in einer Elektrolyse durch die Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt, wobei große Mengen an Strom nötig sind. Wasserstoff lässt sich aber auch aus Biomasse über ein Synthesegas gewinnen oder durch die Reformierung aus Erdgas. Jeder dieser Herstellungsprozesse stellt bei der Verdichtung sowie effizienten Verwendung des Energieträgers hohe Anforderungen an die technischen Anlagen. Von großer Bedeutung ist dabei die Ölfreiheit, denn nur durch sie ist die Reinheit des explosiven Gases gewährleistet. Ebenso wichtig ist die absolute Leckagefreiheit im Verdichtungsprozess, weil Wasserstoff ein extrem leichtes und flüchtiges Gas ist. Aber ganz unabhängig davon, wie Wasserstoff hergestellt wird, stellen Verdichter aufgrund der Druckdifferenz bei der Herstellung und der erforderlichen Drücke bei der Weiterverwendung immer eine Kernkomponente bei der Produktion und Aufbereitung dieses zukunftsweisenden Energieträgers dar.

Zum Beispiel beim Dampf-Elektrolyseverfahren: Damit das dabei entstehende wasserdampfgesättigte Gas den Verdichter nicht zerstört, müssen die Wasserpartikel im laufenden Betrieb eliminiert werden. Durch eine sinnvolle Gestaltung der Kompressor-Packages mit automatisch arbeitenden Einheiten zur Kondensatausschleusung wird eine schrittweise Abscheidung dieser Wasserpartikel möglich. Eine dem Prozess nachgeschaltete Trocknungs- und Reinigungsstufe sorgt anschließend für die finale Gasqualität. Auf diese Weise kann die Verdichtung von wasserdampfgesättigtem Wasserstoff problemlos verwirklicht werden. Die Sunfire GmbH, Anbieter von Elektrolyseanlagen zur Erzeugung von Wasserstoff und Synthesegas, hat beispielsweise solche Verdichter 2018 in ihr Elektrolysesystem integriert. Für die Energie-Experten aus Dresden war es entscheidend, dass die Kompressor-Lösungen mit wenig oder sogar ganz ohne Vordruck arbeiten können. Darüber hinaus war es für sie wichtig, dass die Verdichter einen geringen Volumenstrom von 0 bis 6 Nm³/h umsetzen, weil sie in kleinen Demonstrationsanlagen der Forschungseinrichtungen Karlsruhe und Duisburg eingesetzt werden.

Quelle: Mehrer

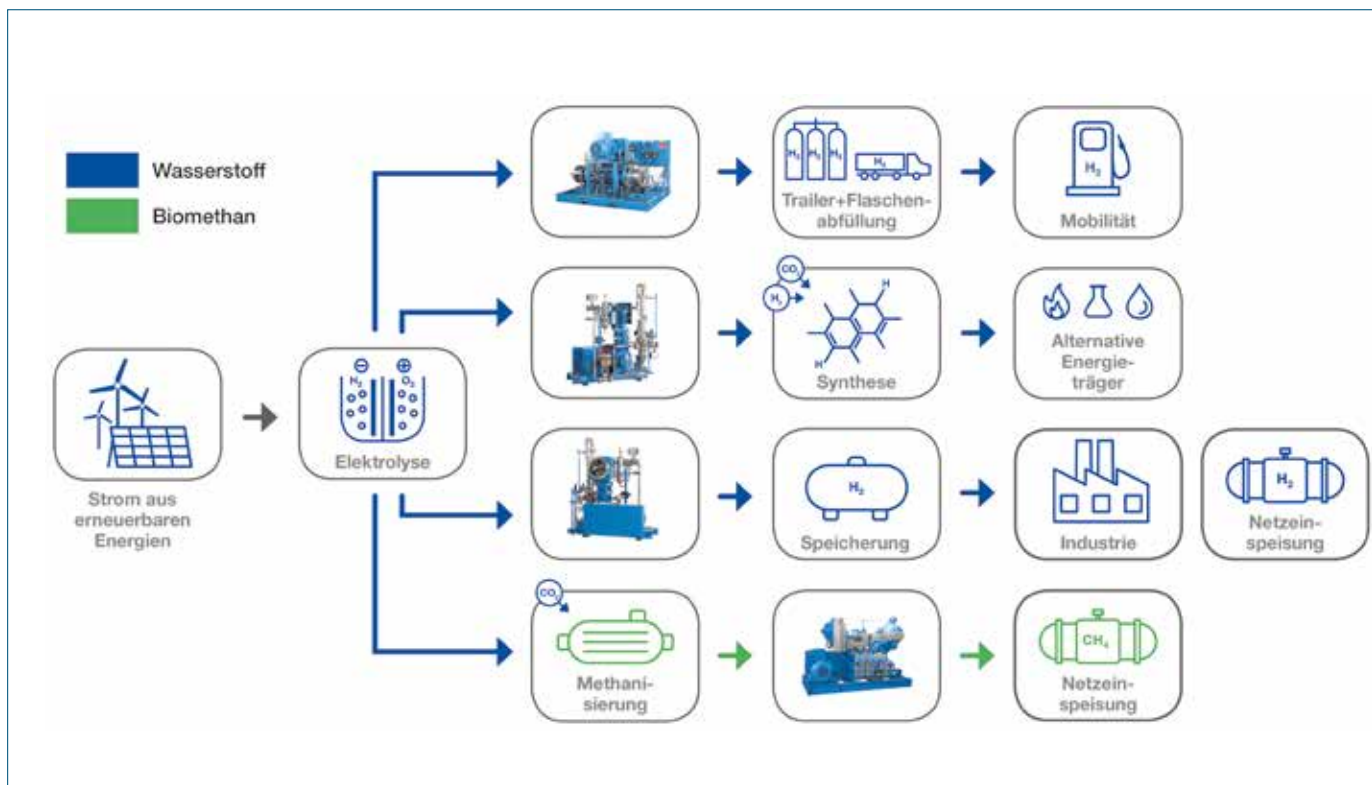


Abb. 1: Die unterschiedlichen Herstellungsprozesse und Endanwendungen von Wasserstoff stellen spezielle Herausforderungen an die eingesetzte Verdichtertechnologie.



Quelle: Mehner



Abb. 2: Die Sunfire GmbH setzt Kompressoren unter anderem für eine weitere Kompressionsstufe des Wasserstoffs bei Brennstoffzellen in Fahrzeugen ein.

Ein- und mehrstufige trockenlaufende Kolben- sowie Membranverdichter bieten auch für Endanwendungen im Wasserstoff-Bereich optimale Wirkungsgrade.

Da bei den Kolbenkompressoren langjährig entwickelte Dichtungsmaterialien zum Einsatz kommen, die sich hinsichtlich ihres Verschleißverhaltens nicht von Dichtungen für feuchte Gase unterscheiden, können jedoch auch Anwendungen verwirklicht werden, bei welchen der Wasserstoff in besonders trockenem Gaszustand vorliegt. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn die Verdichtung direkt nach der Gastrocknung erfolgt.

Durch die verschiedenen am Markt etablierten Elektrolysearten entstehen immer wieder neue Anforderungen an die Verdichter. Membrankompressoren eignen sich unter anderem auch für den Einsatz bei der Gewinnung von Wasser-

stoff mittels eines Hochdruck-Elektrolyseurs. Die hier entstehenden extrem hohen Saugdrücke von 30 bis zu 100 bar stellen besondere Anforderungen an die nachgeschaltete Kompressor-Anlage. Die Verdichter setzen daraus Enddrücke von über 850 bar um, um anschließend den gewonnenen Wasserstoff in ein separates Betankungssystem überführen zu können.

Wasserstoff ist in vielen Bereichen einsetzbar

Ein- und mehrstufige trockenlaufende Kolben- sowie Membranverdichter bieten dank ihrer prozess- und anwenderspezifischen Auslegung auch für Endanwendungen im Wasserstoff-Bereich optimale Wirkungsgrade. Aufgrund der modularen Bauweise und Antriebsleistungen von 3 bis 350 kW lassen sie sich in die unterschiedlichsten Anlagensysteme integrieren. Die Kompressionssysteme können sowohl im Niederdruckbereich als auch in Anwendungsfällen mit sehr hohen Enddrücken bis 1.000 bar eingesetzt werden. Diese Flexibilität ermöglicht es, eine Vielzahl ganz unterschiedlicher Anwendungen von Wasserstoff umzusetzen.

Starke Leistung

Im Bereich der Mobilität unterstützen öl- und leckagefreie Membrankompressoren bereits die größten Wasserstoff-Tankstellen weltweit. Hier gilt es die Befüllung der Pufferspeicher mit sehr hohen Drücken von 350 bis 1.000 bar, gepaart mit hohen Förderraten, umzusetzen, um kurze Betankungszeiten für Pkws, Busse oder Flurförderfahrzeuge zu gewährleisten. Dabei steht der Kompressor-Hersteller in ständigem Austausch mit den Herstellern und Anlagenbauern, um die Optimierung der Einzelkomponenten weiter voranzutreiben.

Auch im ersten **kommunalen Anwenderzentrum für die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie** im westfälischen Herten stellen Kompressoren ein wichtiges Bindeglied zwischen Erzeugung und Speicherung des Wasserstoffs dar. Im Jahr 2017 wurde dort eine Anlage installiert, die von den Kompressor-Spezialisten bereits schlüsselfertig geliefert wurde. Die Plug-&-Play-Lösung in einer Schalleinhausung unterstützt seither die alkalische Elektrolyse mit wasserdampfgesättigtem Gas. Neben einer separaten Steuerung und einem integrierten Gas-Sensor war bei diesem Projekt die Ausführung der Kompressor-Anlage in Ex-Zone 2 erforderlich.

Kompressoren werden auch in **Pilot- und Demonstrationsanlagen** zur Wasserstoff-Verdichtung eingesetzt. Forschungseinrichtungen wie beispielsweise die e-gas-Anlage in Werlte nutzen die Verdichter im Bereich der Methanisierung (Power-to-Gas). Der hierbei erzeugte Wasserstoff wird mithilfe von Verdichtern zwischengespeichert und unter Zugabe von Kohlenstoffdioxid methanisiert. Dieses synthetische Erdgas, auch e-gas genannt, wird anschließend von Hochdruckkompressoren in das Erdgasnetz eingespeist. Aus dem Gasnetz lässt sich die Energie bei Bedarf wieder ins Stromnetz zurückführen. Durch diese Technologie kann das Problem der Speicherung überschüssigen Wind- und Solarstroms langfristig gelöst werden. Konventionelles Erdgas kann ortsweises ersetzt werden.

Kompressoren für die Energie von morgen

Bei anderen Vorhaben zur langfristigen Substitution von Erdgas durch Einspeisung von Wasserstoff in das bestehende Erdgasnetz, wie zum Beispiel Forschungsprojekten großer Stromanbieter, wird Wasserstoff wiederum mit der



Leybold Trockenläufer liefern höchste Effizienz für moderne Vakuumprozesse. Ölfrei und robust.

Vakuumpumpen sind unverzichtbar für die moderne industrielle Produktion. Insbesondere trockenlaufende Pumpen tragen zu effizienten und energiesparenden Produktionsprozessen bei.

Leybold Trockenläufer überzeugen mit hoher Robustheit, kompakter Bauweise, voller Prozesskontrolle, niedrigen Verbrauchsdaten und geringen Geräuschemissionen.

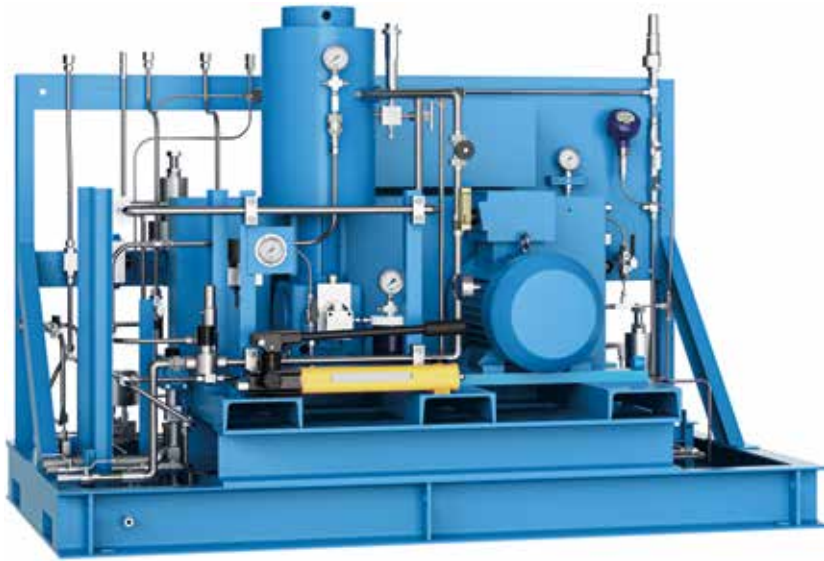
Unser einzigartig breites Produktportfolio bietet Produkte für nahezu jede Applikation: ölgedichtete Vakuumpumpen, Hoch- und Ultrahochvakuumpumpen und -Technik, Mess- und Steuergeräte, Leckdetektoren und komplexe Systeme.

**Pioneering products.
Passionately applied.**

 **Leybold**

Leybold GmbH
Bonner Str. 498 · D-50968 Köln
T +49 (0) 221-347-0
F +49 (0) 221-347-1250
info@leybold.com

www.leybold.com



Quelle: Mehrer

Abb. 3: Öl- und leckagefreier Hochdruck-Wasserstoff-Verdichter mit Saugdrücken von 30 bis 100 bar und einem Enddruck von bis zu 850 bar.

Hochtemperatur-Elektrolyse aus erneuerbaren Energien oder durch den bei industriellen Prozessen entstehenden Wasserdampf gewonnen. Der hergestellte „grüne“ Wasserstoff wird anschließend in Druckbehältern gespeichert und nachträglich verdichtet. Ziel ist auch hier die Einspeisung in Gasturbinen oder Erdgas-pufferleitungen. Für diese Anwendung werden Kolbenkompressoren eingesetzt, die sich aufgrund ihrer dreistufigen Bauweise besonders zur Wasserstoff-Verdichtung von einem atmosphärischen Druckniveau bis auf ca. 35 bar eignen.

Durch die absolut ölfreie Verdichtung ist für den Anwender kein nachgeschaltetes, aufwendiges Reinigungsverfahren des Gases erforderlich. Die jahrzehntelange Erfahrung beim Umgang mit feuchten oder besonders trockenen Gasen begünstigt den Einsatz der Kompressoren bei Wasserstoff-Anwendungen. Alle prozessrelevanten Bauteile der Kompressoren werden inhouse gefertigt. Durch die damit sichergestellte gleichbleibend hohe Qualität in Kombination mit der großen Flexibilität bei der Produktgestaltung können auch ganz spezielle Kundenanforderungen umgesetzt werden. Gerade im Bereich kritischer Prozessgase, wie eben auch Wasserstoff, werden die Kompressoren aufgrund verschiedener Kundenanforderungen, beispielsweise stark schwankender Prozessparameter, immer individuell ausgelegt.

Quelle: Mehrer



Abb. 4: Schlüsselfertige Container-Lösungen in Ex-Ausführung können vorab an die kundenseitigen Anforderungen angepasst werden.

Aufgrund der breiten Expertise des Herstellers im Umgang mit anderen brennbaren und zum Teil korrosiven Prozessgasen, wie zum Beispiel Biomethan oder Kohlenstoffdioxid, sowie der Langzeitstabilität der Anlagen werden die ölfreien Kompressoren in vielen weiteren Anwendungsbereichen von Wasserstoff eingesetzt. Die Lösungen tragen als Prozesskomponente maßgeblich dazu bei, nachhaltige Wasserstoff-Projekte weiter voranzutreiben, damit die Energiewende sinnvoll umgesetzt werden kann.

Autorin:
Melanie Maier
Marketing & PR Manager
Mehrer Compression GmbH, Balingen