

Die Farben des Wasserstoffs und die Dichtungstechnik

Dipl.-Ing. Norbert Weimer

Hat denn Wasserstoff eine Farbe und was hat das mit der Dichtungstechnik zu tun? – so könnte man bei diesem Titel fragen. Natürlich spielt die physikalische Eigenschaft von Wasserstoff hinsichtlich der Farben hier keine Rolle. Nein, Wasserstoff bekommt von uns Farben zugeordnet!

Aber fangen wir an einer anderen Stelle an: dem Klimaschutz

Klimaschutz betrifft uns alle – Klimaziele sind definiert und deren Erreichung ist für unsere globale Gesellschaft immens wichtig. Diese Ziele sind hauptsächlich über eine Reduzierung der Treibhausgase erreichbar. Und das wichtigste zu reduzierende Treibhausgas ist CO₂. Wir erzeugen es in vielen technischen Prozessen – fast überall, wo Energie umgesetzt wird. Wenn wir Auto fahren und fossile Brennstoffe wie Benzin und Diesel nutzen, Kerosin beim Fliegen verbrennen, mit Gas, Kohle, Erdöl oder Holz heizen, Strom aus dem Stromnetz beziehen oder auch Stahl erzeugen – immer macht uns eine kleine chemische Formel einen Strich durch unsere guten Absichten: $C + O_2 = CO_2$

Um von dieser Gleichung, dieser chemischen Umwandlung weg zu kommen, also zu dekarbonisieren, bleiben wenige Varianten:

- nicht mehr Auto fahren, nicht mehr heizen, keinen Stahl mehr erzeugen, etc.

oder

- anstatt Kohlenstoff (C) verbrennen wir Wasserstoff (H₂)

Dann sieht es so aus: $2 H_2 + O_2 = 2 H_2O$ und damit haben wir Wasser als „Abgas“.

Das Spannende am Wasserstoff ist aber noch etwas anderes: H₂ ist technologisch extrem vielfältig nutzbar und kann der Schlüssel für eine globale Dekarbonisierung sein – viele sprechen vom „Erdöl von morgen“.



Photo©: AdobeStock/peterschreiber.media

Aber wo bekommen wir den Wasserstoff her und welchen Hintergrund hat er hinsichtlich seiner Erzeugung?

Und jetzt kommt Farbe ins Spiel und dann auch die Dichtungstechnik:

Grauer Wasserstoff wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen. In der Regel wird bei der Herstellung Erdgas unter Hitze in Wasserstoff und CO₂ umgewandelt (Dampfreformierung). Das CO₂ wird anschließend ungenutzt in die Atmosphäre abgegeben und verstärkt so den globalen Treibhauseffekt: Bei der Produktion einer Tonne Wasserstoff entstehen rund 10 Tonnen CO₂.

Blauer Wasserstoff ist grauer Wasserstoff, dessen CO₂ bei der Entstehung jedoch abgeschieden und gespeichert wird (engl. Carbon Capture and Storage, CCS). Das bei der Wasserstoffproduktion erzeugte CO₂ gelangt so nicht in die Atmosphäre und die Wasserstoffproduktion kann bilanziell als CO₂-neutral betrachtet werden.

Türkiser Wasserstoff wird über die thermische Spaltung von Methan, also CH₄, (Methanpyrolyse) hergestellt. Anstelle von CO₂ entsteht dabei fester Kohlenstoff. Voraussetzungen für die CO₂-Neutralität des Verfahrens sind die Wärmeversorgung des Hochtemperaturreaktors aus erneuerbaren Energiequellen sowie die dauerhafte Bindung des Kohlenstoffs. (Quelle: BMBF)

Grüner Wasserstoff wird durch Elektrolyse von Wasser hergestellt, wobei

für die Elektrolyse ausschließlich Strom aus erneuerbaren Energien zum Einsatz kommt. Unabhängig von der gewählten Elektrolysetechnologie erfolgt die Produktion von Wasserstoff CO₂-frei, da der eingesetzte Strom zu 100 Prozent aus erneuerbaren Quellen stammt und damit CO₂-frei ist.

Wenn wir also unseren zukünftigen Wasserstoffbedarf mit grünem Wasserstoff decken wollen, dann bedeutet dies enorme Investitionen. Von der Stromerzeugung über Elektrolyseanlagen in Rohrnetze aber auch in Anlagentechnik, um aus Wasserstoff weitere Produkte zu erzeugen. Und das sind alles verfahrenstechnische Anlagen, in denen Fluide behandelt, transportiert und umgewandelt werden. Ohne Dichtungstechnik geht das nicht!

Als leistungsfähige Industrienation werden diese Investitionen zu großen Teilen auch bei uns getätigt. Deutschland spielt technologisch eine führende Rolle und kann hier seine Exportstärke nutzen. Die deutsche Bundesregierung hat die Komplexität der wirtschaftlichen und technologischen Zusammenhänge erkannt und versucht, über eine „Nationale Wasserstoffstrategie“ (NWS) lenkend und unterstützend einzugreifen und die Basis für eine umfassende Wasserstoffwirtschaft zu bereiten.

Welche Umsetzungsstrategien gibt es und was bedeutet das für uns als Dichtungshersteller?

Es sind insgesamt 38 Maßnahmen, die hier geplant sind und teilweise erhebliche Fördermittel beinhalten. Beispiel

Maßnahme 3: Elektrolyseanlagen. Es ist geplant, bis 2030 Produktionskapazitäten von 5 GW an Elektrolyseleistung aufzubauen – auf EU-Ebene sollen übrigens 6 GW bis 2024 erreicht werden.

Für uns ist dieser breite Ansatz an Aktivitäten insofern interessant, als dass hier Bedarf im Anlagenbau entsteht. Angefangen bei den Anlagen, die aus erneuerbaren Energien grünen Strom erzeugen bis zu den Anlieferstellen der gasförmigen oder flüssigen Endprodukte.

Die Erzeugung des grünen Stromes kann nicht nur durch Photovoltaik, sondern auch über Dampferzeugung und darauffolgenden Turbinen in Solarkraftwerken entstehen. Zwischen Turmsegmenten von Windkraftanlagen sind Elemente hilfreich, die Korrosion vermeiden. Wasserkraftwerke besitzen Druckleitungen. Alles Anwendungsfelder, in denen Dichtungsmaterialien eine wichtige Rolle spielen.

Der grüne Strom ist da – jetzt kommt die Wasserstoffelektrolyse: Typische Bedingungen sind beispielsweise Kalilauge mit Konzentrationen zwischen 20 % und 40 %, Temperaturen bis 80°C und Drücken bis 20 bar. Wir sind in der Lage, die passenden Dichtungswerkstoffe zur Verfügung zu stellen. Für Planer, Konstrukteure und die umsetzenden Unternehmen sind die folgenden Dichtungsmaterialien wichtig: KLINGERSIL C-4500, C-8200 sowie KLINGERtop-chem 2000 und KLINGERtop-chem 2003. Dies sind die passenden Werkstoffe, um als Flansch- und Gehäusedichtungen die Anforderungen für die verschiedenen Elektrolyseverfahren zu erfüllen.

Als weitere Maßnahme der Nationalen Wasserstoffstrategie findet sich unter Punkt 8 der Aufbau einer bedarfsgerechten Tankinfrastruktur. Ein eigenes



Photo®: AdobeStock/AA+W

Kapitel hat das Thema Infrastruktur und Versorgung mit den Maßnahmen 20, 21 und 22. Hier ist unter anderem die Gasinfrastruktur mit dem gesamten Leitungsbau gemeint. Die Firmen, die sich in diesem Umfeld bewegen, sind mit unseren Produkten auf den Wandel in diesem Bereich gut vorbereitet: Das Institut DBI GUT (Gas- und Umwelttechnik) hat mit uns zusammen die Einsatzbereiche von Standardprodukten unter den Gesichtspunkten Material, Funktion und Technischer Dokumentation für einen Wasserstoffanteil bis 100% evaluiert und für die Produkte KLINGERSIL C-4400, KLINGERSIL C-4430, KLINGER Compensil und KLINGER KGS G II entsprechende Produktsteckbriefe erstellt (Anlagedokumente). Auch der TÜV Süd hat die oben genannten Produkte sowie zusätzlich auch die PTFE-basierten Dichtungsmaterialien KLINGERtop-chem 2000, -2003 und -2000 soft geprüft und hinsichtlich ihrer Dichtheit und Beständigkeit bei Wasserstoff als besonders hochwertig beurteilt.

Die Messungen wurden mit Helium und Wasserstoff bei verschiedenen Drücken durchgeführt, um die zwei kleinsten Gasmoleküle hinsichtlich ihres Leckageverhaltens verglichen und Rückschlüsse auf höhere Druckstufen ziehen zu können. Die gemessenen und errechneten Werte lagen ca. 2 Zehnerpotenzen niedriger als gefordert. Im Zusammenhang mit dem Nachweis der bestimmungsmäßigen Funktion unter Betriebsbedingungen und der Auslegung der Flanschverbindungen auf Basis der Kennwerte nach EN 13555 können Dichtverbindungen unter Verwendung dieser Materialien als technisch dicht im Sinne der TA-Luft (Ziffer 5.2.6.3) gekennzeichnet werden. Somit bieten wir mit diesen Produkten die Sicherheit, die ausführenden Firmen sowie Gasversorger, Stadtwerke und Netzbetreiber zukunftssicher mit Dichtungsprodukten zu versorgen.

Nun haben wir den Weg der „grünen Energie“ von der Erzeugung bis zu den Verbrauchern betrachtet.



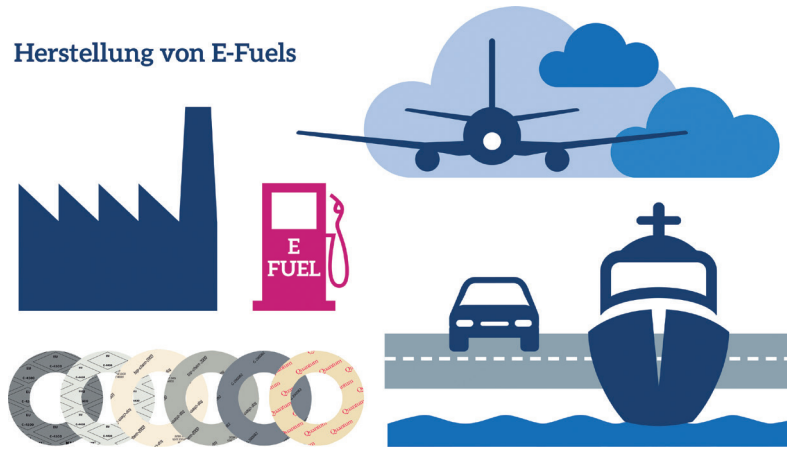
Photo®: AdobeStock/j-mel

Es gibt aber noch weitere Möglichkeiten, noch weitere Schritte der Verarbeitung von Wasserstoff

Die Erzeugung von Methan, Methanol und Kohlenwasserstoffen mit längeren C-Ketten, aber auch die Synthese von Ammoniak – alles als Rohstoff für die Chemie. Und auch hier sind unsere Dichtwerkstoffe für flüssige und gasförmige Medien in ihrem Element. Die Gummi-Stahl-Dichtung KLINGER KGS G II und die „Standards“ C-4400 und C-4430 finden in Versorgungs- und Produktleitungen ihre Anwendung. Sind aggressive Chemikalien im Spiel, dann punkten die PTFE-basierten Dichtungsmaterialien. KLINGERtop-chem 2003 und besonders die Siliciumcarbid-PTFE-Kombination KLINGERtop-chem 2000 bei Temperaturen bis 250°C und extremer mechanischer Stabilität sind für den Konstrukteur eine sichere Wahl bei diesen Prozessen, die teilweise über Katalysatoren im Prozessverlauf unterstützt und damit erst technologisch interessant werden. Wird es noch heißer, kann die Glimmer-Spießblech Dichtungsplatte KLINGERmilam PSS eingesetzt werden.

Die Mobilität der Zukunft wird vielfältig sein. Außer batteriegespeisten Elektroantrieben für kurze und mittlere Entfernungen und kleinere Fahrzeuge werden Alternativen für die restlichen Bereiche notwendig sein. Wasserstoff für Brennstoffzellen bei Lastkraftwagen, Bussen und Schienenfahrzeugen wird ein wichtiger Energieträger sein. Schwieriger wird es im Bereich von Flugzeugen und größeren Schiffen. Hier sind Lösungen über die Erzeugung von E-Fuels denkbar. Dies sind Kraftstoffe wie Benzin, Kerosin und Diesel, aber aus dem ursprünglich grünen Wasserstoff herge-

Herstellung von E-Fuels



stellt. Über verschiedene Produktionsverfahren (Fischer-Tropsch, Sasol, etc.) können diese als „grüne“ Energieträger auch für die existierenden Antriebskonzepte als Treibstoff dienen. Man stelle sich nur vor, welche positiven Auswirkungen dies für den CO₂-Ausstoss der existierenden Altflotte hätte. Auch für diese verfahrenstechnischen Anlagen sind je nach Prozessbedingungen die entsprechenden Produkte in dem Firmen-Portfolio zu finden. Temperaturen von 300 °C und Drücke von 30 bar sind Betriebsparameter, die beispielhaft den Arbeitsbereich darstellen. Die korrekte Auswahl hängt von den prozessspezifischen Auslegungen der Anlagen ab, so dass auch Dichtungsmaterialien auf der Basis von Graphit und Glimmer eingesetzt werden können.

Wir sehen also, auch wenn eine Dichtung nur ein kleines Teil einer Anlage ist, so hat es wie alle Teile seine Relevanz und benötigt Beachtung.

Zu guter Letzt: Was sind die nächsten Schritte?

Vor dem Einsatz der Dichtungen steht die technische Beratung der Anlagenhersteller, ausführenden Firmen, der

Gasversorger, Stadtwerke und Netzbetreiber. Es bedeutet sicherlich einiges an Kraftanstrengung, diesem wachsenden Markt gerecht zu werden, denn Unsicherheiten bei den Anwendern sind noch vorhanden. Aber hier liegt auch die Chance, der neuen Wasserstoffwirtschaft mit unseren Produkten den Weg zu ebnen und zur Dekarbonisierung und „Defossilisierung“ unseres Landes beizutragen. Wir können unsere Kompetenz nutzen, um die Detailkenntnisse, die wir als Dichtungshersteller haben, mit denen unserer Kunden zusammen zu bringen und eine anwendungsgerechte Auswahl der Dichtungsmaterialien zu ermöglichen.

Eine Übersicht bietet die Broschüre Power-to-X auf: <https://www.klinger.de/de/news/klinger-Dichtungsmaterialien-für-alle-stufen-des-power-to-x-prozesses>

*Autor: Dipl.-Ing. Norbert Weimer,
Unternehmensleitung
KLINGER GmbH Idstein,
Deutschland*