KEM Erneuerbare Energie

® Air Liquide | Joseph Melin

Application Story

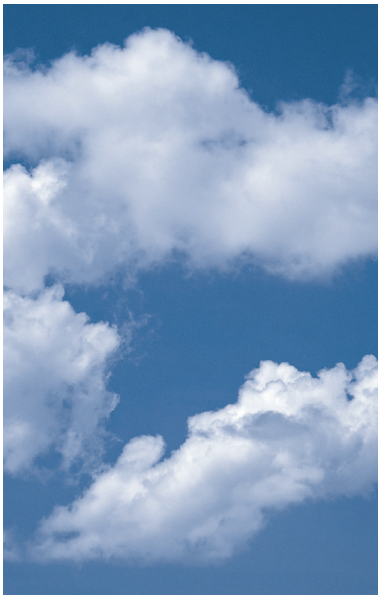
Wasserstoffbetankung

EIN BEITRAG ZUR ENERGIEWENDE

Erneuerbare Energien, gewonnen aus Wind, Wasser und Sonne, stellen die Zukunft der Energieversorgung dar. Mit mehr als 50 Jahren Erfahrung in Mess- und Regeltechnik, sind wir, die KEM Küppers Elektromechanik GmbH, stolz darauf, unseren Beitrag zur Energiewende und zum Klimaschutz beizusteuern.

Mit dem Abkommen von Paris am 12. Dezember 2015 haben 196 Staaten beschlossen, den Klimawandel zu bremsen. Der Übergang zu erneuerbaren Energien ist dafür entscheidend. Ziel ist es u. a., die Treibhausgase im Verkehrssektor nachhaltig zu reduzieren.

Als mögliche Technologien bieten sich dazu derzeit batteriebetriebene Elektrofahrzeuge oder Brennstoffzellenfahrzeuge (Wasserstoff) an. Ob Ladeinfrastruktur batteriebetriebener Fahrzeuge oder die notwendige Infrastruktur für Brennstoffzellenfahrzeuge; Ergebnis ist, dass beide Technologien für eine erfolgreiche Verkehrswende notwendig sind, auf lange Sicht ein Ladesäulennetz jedoch kostenintensiver ist als Wasserstofftankstellen.



Die für den Alltagsbetrieb notwendige Verteilungsinfrastruktur für Wasserstoff befindet sich mittlerweile auf gutem Wege. Allein in Deutschland sind, Stand April 2020, 83 Wasserstoff-Stationen in Betrieb. Weltweit sind bereits mehrere Hundert Tankstellen im Einsatz und die anstehenden Projekte zum Ausbau sind umfangreich.

Mit entscheidend für den Erfolg der Brennstoffzellentechnologie in Fahrzeugen zur Wasserstoffbetankung ist die Infrastruktur. Wenn keine Autos vorhanden sind mit Brennstoffzellentechnologie, dann braucht es keine Tankstellen. Umgekehrt gilt das gleiche. Mittlerweile hat ein Umdenken stattgefunden. Die Tankstellen werden heute ohne eine Gegenrechnung für benötigte Fahrzeuge gebaut. Es geht nicht mehr allein um die PKW-Flotte. Inzwischen werden weltweit auch Bus- und LKW-Flotten für den Brennstoffzellenbetrieb gerüstet. Das erhöht den Bedarf an Tankstellen erheblich.

In Deutschland ist die H2 MOBILITY GmbH verantwortlich für die Schaffung einer flächendeckenden Infrastruktur im Verbund mit Weltmarktführern aus dem Fahrzeugbau, Gasherstellung und Tankstellenbetreibern.

Original KEM Document: TCM_Energy_Wasserstoff_AS_DE_220101_E001 | Copyright KEM, Änderungen und Irrtümer vorbehalten

UNSER WASSERSTOFFZÄHLER: MI 002 (OIML R 137) ZERTIFIZIERT

Anmerkung: Der Text beschreibt die Herausforderungen für die PKW-Betankung. Diese ist eindeutig geregelt. Die Betankung für Busse und LKWs verläuft zwar unter sehr ähnlichen Bedingungen, wobei dort die Drücke zwischen 350 und 700 bar variieren, aber eine eindeutige Richtlinie zur Betankung gibt es dazu noch nicht.

Was hat das alles mit Messtechnik zu tun?

Zur Abrechnung des getankten Wasserstoffs an der Zapfsäule wird Messtechnik zur Verrechnung der Verbräuche benötigt. Das ist eine Herausforderung an die ganze Messkette, die durch die SAE J2601 geregelt wird. Bei Brennstoffzellenfahrzeugen (gilt nicht für HDV (Heavy Duty Vehicles)) wird inzwischen von allen Fahrzeugherstellern die Versorgung mit 700 bar und mit -40 °C [-40 °F] Vorkühlung favorisiert. Unter den genannten Bedingungen dauert eine Betankung bei 700 bar für ca. 3 - 4 kg unter 3 Minuten. Gleichzeitig wird eine genaue Abrechnung der Betankung erwartet.

Die Anforderung an die Genauigkeit für die eingesetzte Durchflussmesstechnik wird in der Rechtsvorschrift durch die EU-Richtlinie 2014/32/EU Anhang IV (MI 002) “Gaszähler und Mengenumwerter“ geregelt. Angewendete harmonisierte Normen bzw. normative Dokumente: OIML R 137

Mit dieser Herausforderung sind wir gemeinsam mit einem namhaften Gashersteller mit unserem Coriolis Massendurchflussmesser ins Rennen gegangen. Erst durch die umfangreichen Testmöglichkeiten unter realen Bedingungen wurde der Umfang der Herausforderung deutlich. Nachdem der Wasserstoff über Hochdruckkompressoren auf bis zu 900 bar komprimiert wird, ist er bereit, nach definierter Druckrampe, dem Fahrzeug zur Betankung zugeführt zu werden.

An dieser Stelle muss gesagt werden, dass in den Anfangszeiten die Durchflussmesstechnik vor dem Wärmetauscher eingesetzt wurde. Somit wurde der Durchflussmesser zwar druckbeaufschlagt, musste aber nicht die Herausforderung der anstehenden Kühlung auf -33 °C [-36 °F] in weniger als 30 Sekunden meistern. Bei höheren Temperaturen würde der Betankungsprozess entsprechend länger dauern. Vermeidung von Überhitzung ist oberstes Gebot.

Original KEM Document: TCM_Energy_Wasserstoff_AS_DE_220101_E001 | Copyright KEM, Änderungen und Irrtümer vorbehalten

AM LIEBSTEN MAG ER GRÜNEN WASSERSTOFF

In der ersten Phase wurde der Massendurchflussmesser zwischen dem Container (d.h. nach dem Kompressor) und vor dem Wärmetauscher installiert. Verschiedene Szenarien zeigten deutlich die Herausforderungen bei der Betankung. Die Differenz des Druckes P1 zum Beginn und des Druckes P2 zum Abschluss der Betankung beeinflusste das Messergebnis:

- P1 ~ P2: Der in Rechnung gestellte Wasserstoff entspricht der tatsächlich betankten Menge. Grund: Die vor der Betankung in der Druckleitung vorhandene Wasserstoffmenge wird nach der Betankung durch die gleiche Menge ersetzt.
- P1 > P2: Es wird mehr Wasserstoff abgegeben, als tatsächlich in Rechnung gestellt. Grund: Am Ende der Betankung wird in der Druckleitung eine geringere Wasserstoffmenge verdrängt.
- P1 < P2: Es wird weniger Wasserstoff abgegeben, als tatsächlich in Rechnung gestellt. Grund: In der Druckleitung wird am Ende der Betankung eine größere Wasserstoffmenge verdrängt.

In der zweiten Phase setzte man darauf, den Durchflussmesser nach dem Wärmetauscher einzusetzen, um die beschriebenen Probleme zu lösen. Die Messstrecke zwischen dem Durchflussmesser und der Zapfsäule wird kürzer, der Druck ist konstant und somit wird die Genauigkeit der Betankung besser. Die Herausforderung an den Durchflussmesser erhöhte sich aber dadurch beträchtlich. Nun mussten sowohl die hohen Drücke als auch der Temperaturgradient verarbeitet werden, eine besondere Herausforderung an die Nullpunktstabilität des Durchflussmessers. Die Ergebnisse waren gut, aber immer noch nicht ganz zufriedenstellend.

In der dritten Phase wird nun der Durchflussmesser direkt im Dispenser, also in der Zapfsäule verbaut, und zwar vor dem Wärmetauscher und bei konstantem Druck. Damit gibt es kein undefiniertes Gasvolumen im Leitungssystem mehr, der Durchflussmesser wird nicht dem Temperaturgradienten ausgesetzt. Hiermit werden aktuell die besten Genauigkeiten bei der Betankung erreicht.

Unser Coriolis Massendurchflussmesser hat nun also seinen 6. Geburtstag und er hat alle drei Phasen erfolgreich miterlebt und sich mit diesen weiterentwickelt. Lesen Sie mehr über unsere Gedanken zu diesem Thema.

Coriolis Massendurchflussmesser (TRICOR SPECIALITY Serie)

Original KEM Document: TCM_Energy_Wasserstoff_AS_DE_220101_E001 | Copyright KEM, Änderungen und Irrtümer vorbehalten

WEITERE GEDANKEN ZUM THEMA WASSERSTOFF

Bei allem Klimagedanken, darf man nicht vergessen, dass ein Projekt dieser Größenordnung nur dann eine Chance auf nachhaltige Umsetzung hat, wenn die gesamte Wertschöpfungskette damit auch auf lange Sicht Gewinne erzielen kann. Dies wird zum Glück immer wahrscheinlicher, stark gefördert auch durch staatliche Stellen.

Grau, blau oder grün? Hier beginnt die Wertschöpfung der Wasserstofftechnologie.

Der graue Wasserstoff wird hauptsächlich aus der Dampfreformierung STR (Steam Reforming) gewonnen. Der CO_2 Anteil ist dabei immer noch hoch. Das Kilo Wasserstoff, das man daraus gewinnt, ist etwas um ein Drittel günstiger als der blaue und heute gar noch um zwei Drittel günstiger als der grüne Wasserstoff.

Der blaue Wasserstoff, wird ähnlich hergestellt wie der graue Wasserstoff. Über ein ATR Verfahren (Autotherme Reformierung) wird aber mehr CO_2 abgeschieden. Über das CCS (Carbon Capture and Storage) wird das CO_2 unterirdisch in sogenannten UGS (Underground Gas Storage) eingelagert. In Deutschland gibt es die meisten Lagerstätten europaweit. Der Nachteil ist die aufwendige Infrastruktur und die Kosten für das Betreiben der Lagerstätten.

Die Kosten für die grüne Wasserstoffproduktion und die Idee der emissionsfreien Produktionskette für den Wasserstoff, ist heute nur über (bisher noch) kostenintensive Elektrolyse möglich. Besonders zu erwähnen ist hier sicher der Wasserstoff, der über Elektrolyse aus natürlichen Flusskraftwerken gewonnen wird. Vorreiter ist hier die Schweiz. Die Wasserstofftankstellen in Hunzenschwil und Dübendorf stehen hier Pate für die Betankung von grünem Wasserstoff.

Weitere KEM-Anwendungen, die einen Beitrag zur Energiewende leisten:

- Reduzierung von Emissionen (VOC)
  - TCM Coriolis Massendurchflussmesser im Einsatz für elektrostatische Oberflächenbeschichtung für Lacke mit hohem Wasseranteil.
  - ZHM Zahnrad-Durchflussmesser im Einsatz für elektrostatische Oberflächenbeschichtung für Lacke mit geringem Wasseranteil.
- Genaue Ermittlung von Emissionen (CO_2) im Kontext von EU-MRV (EU Monitoring Reporting Verification Regelwerk) und IMO-DCS (International Maritime Organisation Data Collection System)
  - TCM Coriolis Massendurchflussmesser im Einsatz für die Kraftstoffverbrauchsmessung auf Schiffen.
- Erneuerbare Energieträger
  - SRZ Spindel-Durchflussmesser im Fertigungsprozess von Windrotoren.
  - SRZ Spindel-Durchflussmesser im Fertigungsprozess der Batterieherstellung für die Elektromobilität.

KEM Küppers Elektromechanik GmbH | Liebigstraße 5 | D-85757 Karlsfeld | Tel +49 8131 59391 - 0 | Fax +49 8131 92604

Original KEM Dokument: TCM_Energy_Wasserstoff_AS_DE_220101_E001 | Copyright KEM, Änderungen und Irrtümer vorbehalten