

Fokus Wasserstoff-Messtechnik

Explosionsgefahr: Wasserstoffführende Systeme müssen permanent sensorisch überwacht werden.



Wasserstoff ist ein wichtiger Baustein in der Energiewende. Zur sicheren Nutzung ist zuverlässige, robuste und kostengünstige Sensorik gefragt.

Neue Sensoren für eine sichere Wasserstoff-Infrastruktur

Große Hoffnungen ruhen auf Wasserstoff (H_2) als Energieträger der Zukunft. Die Erzeugung des Gases ist vergleichsweise simpel – die breite Nutzung birgt jedoch Risiken: Wasserstoff ist leicht entzündlich. Gleichzeitig verspröden viele Metalle in direktem Kontakt mit dem Gas. Die Gefahr von Leckagen und damit von Explosionen ist also groß. Für den sicheren Betrieb von Wasserstoff-Leitungen, -Speichern oder -Anschlussstellen sind daher neue Sensor-konzepte gefragt. Heute verfügbare Wasserstoff-Sensoren scheitern dabei an den hohen Anforderungen an Messgenauigkeit, Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit.

Im Geschäftsfeld Gas- und Prozesstechnologie sind wir in verschiedenen Forschungsprojekten zu innovativer Wasserstoff-Messtechnik

engagiert. Dabei entstehen stationäre und mobile Sensoren, die kritische Stellen in der Wasserstoff-Infrastruktur permanent oder gezielt überwachen. Die Sensoren müssen in der Lage sein, H_2 und auch das Transportgas Ammoniak (NH_3) in rauen Umgebungen über eine lange Zeit und mit sehr hoher Zuverlässigkeit zu detektieren und die absoluten Konzentrationen der Gase zu bestimmen.

Zusammenarbeit mit der Industrie

Neben Sensorkonzepten zur Leckage-Detektion entwickeln und adaptieren wir gemeinsam mit Partnern aus der Industrie Messtechnik zur Bestimmung der Gasqualität. In den Projekten verfolgen unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterschiedliche messtechnische Ansätze – jeweils mit dem Ziel, die hohen Sicherheitsnormen für den Betrieb von

H₂-Infrastruktur zu erfüllen und gleichzeitig wirtschaftliche Lösungen für ein flächen-deckendes Monitoring zu schaffen.

Plug-and-measure: Mini-H₂-Sensor als Demonstrator

Ein erster Wasserstoff-Sensor entstand im Rahmen des 2021 abgeschlossenen Fraunhofer-Projekts H2D. Der kompakte Sensor lässt sich über eine USB-Schnittstelle an einen PC anschließen und misst H₂-Konzentrationen von 0,4 Prozent in Luft in weniger als einer Minute. Der Sensor ist in MEMS-Technologie gefertigt und kommt mit wenig Energie aus, sodass er beispielsweise auch in akkubetriebenen Systemen eingesetzt werden kann.

Für den Gasnachweis macht sich der Sensor eine charakteristische Eigenschaft von Wasserstoff zunutze: H₂ gehört – neben Helium – zu den Gasen mit der höchsten Wärmeleitfähigkeit und unterscheidet sich damit eindeutig von allen anderen Gasen, vor allem von Luft. Wasserstoff leitet Wärme sieben Mal schneller als Luft und lässt sich daher über eine Wärmeleitfähigkeitsmessung selbst in sehr geringen Konzentrationen in Luft oder anderen Gasen nachweisen.

Wärmeleitfähigkeitsdetektoren (WLD) sind in der Gasdetektion nicht neu. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem Heizelement, das gleichzeitig als Temperatursensor dient. Die Heizleistung des Sensorelements ist aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit von H₂ proportional zur Temperatur und damit zur Konzentration des Gases. So lässt sich anhand der Temperatur die Konzentration von Wasserstoff in einem H₂-Luftgemisch ermitteln. WLD Sensoren messen bei Arbeitstemperaturen von unter 100 °C, also in einem Temperaturbereich deutlich unter der Zündtemperatur von Wasserstoff, die bei 585 °C liegt. Und: WLD decken einen großen Messbereich ab – von unter 1 Prozent bis 100 Prozent Wasserstoff in Luft.

Kommerziell verfügbare WLD reagieren empfindlich auf Störeinflüsse wie z. B. hohe Luftfeuchtigkeit oder Zugluft – ein KO-Kriterium für den Einsatz in der Wasserstoff-Messtechnik. Das Forschungsteam kompensiert diese Quersensitivitäten durch eine smarte Signalauswertung.

Fraunhofer IPM beteiligt an größter Wasserstoff-Forschungsinitiative

Innovative messtechnische Lösungen zur Leckage-Detektion, zur Messung der H₂-Gasqualität und zur Analyse von Fremdgasen in Wasserstoff-Gasgemischen sind das Ziel im Verbundvorhaben TransHyDE_FP2: Sichere Infrastruktur. Damit beteiligt sich Fraunhofer IPM an den »Wasserstoff-Leitprojekten«, der bislang größten Forschungsinitiative des BMBF mit einem Förder-volumen von 740 Millionen Euro (S. 50).

Mobile Sensoren zur regelmäßigen Leckage-Prüfung

Wasserstoff ist bereits in sehr geringen Konzentrationen entzündlich, in höheren Konzentrationen sogar explosiv. Wasserstoffführende Anlagen müssen daher absolut dicht sein – und über lange Zeit bleiben. Im Projekt WALD entwickeln wir gemeinsam mit Industriepartnern seit 2022 ein mobiles H₂-Sensorsystem, das die Dichtigkeit von Transportnetzen und Anlagen beim Endverbraucher prüfen soll. Das handgehaltene Detektionsgerät zur turnusmäßigen Leckage-Prüfung wird auf Basis einer Kombination aus zwei Messprinzipien entwickelt. Der eigensichere Sensor wird einen großen Messbereich abdecken und auf hohe Messsicherheit ausgelegt.

H₂-Sensor für Brennstoffzellen-Antriebe

Emissionsfreie Brennstoffzellensysteme, betrieben mit »grünem« Wasserstoff, sollen zukünftig vor allem in leistungsstarken Nutzfahrzeugen zum Einsatz kommen. Besonders robuste und zuverlässige H₂-Sensoren sind hier erforderlich, um die hohen Sicherheitsstandards der Automobilindustrie einzuhalten. Im Rahmen des vom BMWi geförderten Projekts HySABi entwickeln wir mit Industriepartnern seit 2021 ein neuartiges H₂-Sensorsystem für den Abgasstrang, das zwei sich ergänzende Messprinzipien nutzt. Dabei werden die Sensoren monolithisch auf einem Chip integriert und benötigen so besonders wenig Platz und Energie.



Klein und sparsam: Der nur 6×2 cm² große H₂-Sensor lässt sich an einen PC anschließen und misst die H₂-Konzentration ab 0,4 Prozent in Luft in weniger als einer Minute.



Ohne robuste, zuverlässige und kostengünstige Sensoren können wir Wasserstoff nicht auf breiter Basis nutzen.«



*Dr. Carolin Pannek,
Projektleiterin*

Erfahren Sie mehr über unsere Projekte zum Thema Wasserstoff.

