

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

3. März 2025 || Seite 1 | 4

Wasserstoffwirtschaft

Sensorik für den sicheren Einsatz von Wasserstoff

Fraunhofer-Forschende haben Sensorsysteme und Messgeräte entwickelt, die Lecks in Wasserstoffleitungen oder Tanks aufspüren. Damit lassen sich auch Wasserstofftransporte oder Anlagen in der chemischen Industrie laufend überwachen. Die Forschenden nutzen mehrere Sensortechnologien, um möglichst viele Szenarien der zukünftigen Wasserstoffwirtschaft mit Sicherheitstechnik versorgen zu können.

Für den Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur ist die Sicherheit der Leitungen, Speicher und Anschlussstellen von entscheidender Bedeutung. Denn das unsichtbare und geruchlose Gas ist leicht brennbar und explosiv. Das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg hat Sensor- und Messsysteme entwickelt, die auch kleinste Mengen Wasserstoff zuverlässig erkennen. Leckagen aller Art lassen sich damit schnell aufspüren.

Die Forschungsarbeiten waren Teil des Wasserstoff-Leitprojekts TransHyDE des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gemeinsam mit dem Projektträger Jülich (PTJ). Hier entwickeln Partner aus Wissenschaft und Industrie Lösungen für den Transport sowie die Speicherung des Gases. Dr. Carolin Pannek und das Team am Fraunhofer IPM leiteten das Teilprojekt Sichere Infrastruktur.

Da Wasserstoff in ganz unterschiedlichen Szenarien und Anwendungen genutzt wird, haben die Fraunhofer-Forschenden drei unterschiedliche Sensorsysteme entwickelt.

Ultraschallsensor mit photoakustischem Effekt

Licht kann Gas zum Schwingen anregen und dadurch eine Schallwelle erzeugen. Diesen photoakustischen Effekt nutzen die Forschenden für ihren Ultraschallsensor. Dabei strahlt eine Lichtquelle in das Gerät ein und erzeugt im Gas eine resonante Schallwelle mit einer Frequenz im Ultraschallbereich. Wenn durch eine Membran Wasserstoff ins Gehäuse gelangt, kommt es zu einer Resonanzverschiebung, also einer Veränderung des Tons. Der veränderte Ton wird von MEMS-Mikrofonen (MEMS, mikroelektromechanische Systeme) registriert. Auf diese Weise lässt sich beispielsweise aus Tanks oder Leitungen austretender Wasserstoff detektieren. »Der Sensor könnte genutzt werden, um Behälter, Leitungen oder Verbindungsstücke zu prüfen. Denkbar wäre auch, mehrere Geräte ähnlich wie Rauchmelder in einem Raum zu verteilen und zu einem Sensornetzwerk zu verknüpfen«, erklärt Pannek.

Kontakt

Monika Landgraf | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de
Holger Kock | Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM | Leiter Kommunikation und Medien | Telefon +49 761 8857-129 | Holger.Kock@ipm.fraunhofer.de
Georges-Köhler-Allee 301 | 79110 Freiburg | www.ipm.fraunhofer.de

Doch der Ultraschallsensor kann noch mehr. Er arbeitet so exakt, dass er sogar registriert, wenn sich im Wasserstoff Moleküle anderer Stoffe befinden, er also minimal verunreinigt ist. Brennstoffzellen, die beispielsweise in Lkw Strom erzeugen, benötigen hochreinen Wasserstoff. Kleinste Verunreinigungen könnten die empfindlichen Membranen beschädigen. Hier prüft der Sensor, ob der Wasserstoff wirklich rein ist.

Laserspektrometer

Eine Alternative zur aufwendigen Lagerung von Wasserstoff als Gas in Hochdruckbehältern oder bei minus 253 °C als Flüssigkeit in Kryotanks ist der Einsatz von Ammoniak (NH₃) als Trägermatrix. Speicherung und Transport sind dann deutlich einfacher. Da Ammoniak aber extrem giftig ist, müssen Leckagen schnell und zuverlässig entdeckt werden. Zur Ferndetektion von Ammoniak hat das Fraunhofer IPM ein Laserspektrometer entwickelt. Es absorbiert die Wellenlänge von Ammoniak, reagiert deshalb sofort und zeigt das Ergebnis auf einem Display an. »Fachkräfte können das kompakte Gerät in der Hand halten und so Rohrleitungen oder Tanks aus sicherer Entfernung von bis zu 50 Metern prüfen. Auf Roboter oder Drohnen montiert prüft es Industrieanlagen oder fliegt über Pipelines«, sagt Fraunhofer-Projektleiterin Pannek.

Raman-Spektroskopie

Das dritte Messsystem ist eine Weiterentwicklung der Raman-Spektroskopie. Die Raman-Verschiebung – benannt nach einem indischen Physiker – entsteht durch die Wechselwirkung zwischen Licht und Materie. Das von der Materie reflektierte Licht hat eine andere Wellenlänge als das eingestrahlte Licht. Jede Materie erhält dadurch einen spektroskopischen Fingerabdruck.

Das Fraunhofer IPM hat jahrelange Erfahrung in der Auslegung und im Aufbau von Raman-Systemen. Für das Projekt TransHyDE haben die Forschenden einen Filter-basierten Raman-Sensor entwickelt, der selektiv Wasserstoff in komplexen Medien erkennt. Das Gerät arbeitet mit kostengünstigen Komponenten wie einer preiswerten CMOS-Kamera (Complementary Metal Oxide Semiconductor), ist mobil und kann so als flexible Prüfstation zur Quantifizierung von Wasserstoff dienen. Zum Einsatz kommt das System beispielsweise in der Energiewirtschaft bei der Erzeugung von Wasserstoff.

Flexibel einsetzbar, Beratung für Wasserstoffprojekte

Alle Sensorsysteme sind so flexibel konzipiert, dass sie für sehr unterschiedliche Szenarien angepasst werden können. Bei Bedarf beraten die Fraunhofer-Expertinnen und -Experten Industriekunden, Energieversorger oder Betreiber von Wasserstoffprojekten bei Fragen rund um die sichere Verwendung.

Fraunhofer-Expertin Pannek ist überzeugt: »Der Startschuss für den Ausbau der Wasserstoffwirtschaft kann fallen.«

FORSCHUNG KOMPAKT

3. März 2025 || Seite 3 | 4

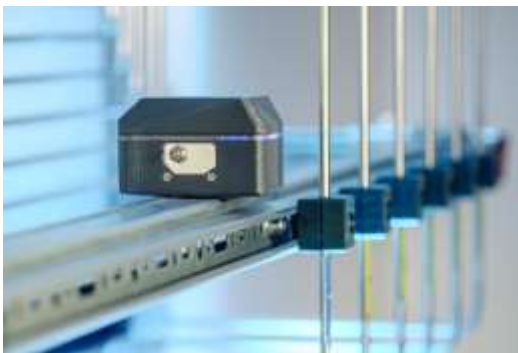


Abb. 1 Mit dem Ultraschallsensor können Wasserstoff-Behälter, -Leitungen oder -Verbindungsstücke überwacht werden. Ähnlich wie Rauchmelder könnten sie verteilt im Raum zu einem Sensornetzwerk verknüpft werden.

© Fraunhofer IPM

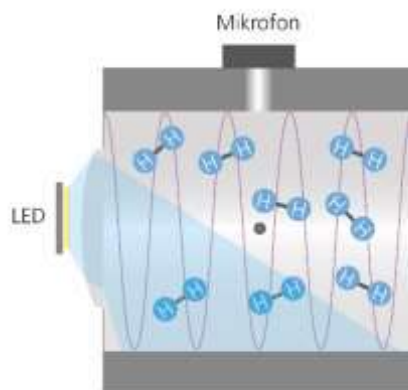


Abb. 2 Funktionsprinzip Ultraschallsensor: Das LED-Licht erzeugt im Gas eine Ultraschallwelle. Gelangt Wasserstoff ins Gehäuse, kommt es zu einer Resonanzverschiebung. Ein MEMS-Mikrofon registriert diese Resonanzverschiebung.

© Fraunhofer IPM



Abb. 3 Wasserstoff kann in Form von Ammoniak (NH₃) gespeichert und transportiert werden. Das Laserspektrometer des Fraunhofer IPM absorbiert die Wellenlänge von Ammoniak, reagiert deshalb sofort und zeigt das Ergebnis auf einem Display an.

© Fraunhofer IPM

FORSCHUNG KOMPAKT

3. März 2025 || Seite 4 | 4
