

# Miniaturisierter Wärmeleitfähigkeitssensor

## Für die Wasserstoff-Detektion

*Der kompakte Sensor detektiert H<sub>2</sub> schnell und empfindlich. Dank MEMS-Technologie kommt er mit sehr wenig Energie aus.*

Wasserstoff (H<sub>2</sub>) soll zukünftig als Energieträger in der Industrie, in der Wärmeversorgung und im Verkehr eingesetzt werden. Für einen sicheren Einsatz des Gases müssen Speicher, Leitungen oder Anschlussstellen kontinuierlich auf Leckagen überwacht werden. Ein von Fraunhofer IPM entwickelter, besonders energiesparender Wasserstoffsensordetektiert das Gas schnell und empfindlich.

Wasserstoff ist leicht entzündlich, Wasserstoff-Luft-Gemische sind über einen weiten Konzentrationsbereich explosiv. Die untere Explosionsgrenze des Gases in Luft liegt bei 4 %. Trifft ein solches Gemisch auf eine Zündquelle, kann es zu einer gefährlichen Knallgasexplosion kommen. Kleinste Leckagen in Tanks oder Leitungen stellen daher ein hohes Sicherheitsrisiko dar. Für den Transport wird Wasserstoff in Hochdruckbehälter zwischengespeichert. Solche Wasserstoff-führenden Systeme müssen besonders gut gesichert und durch Sensorik permanent überwacht werden.

### Wärmeleitfähigkeit für den H<sub>2</sub>-Nachweis nutzen

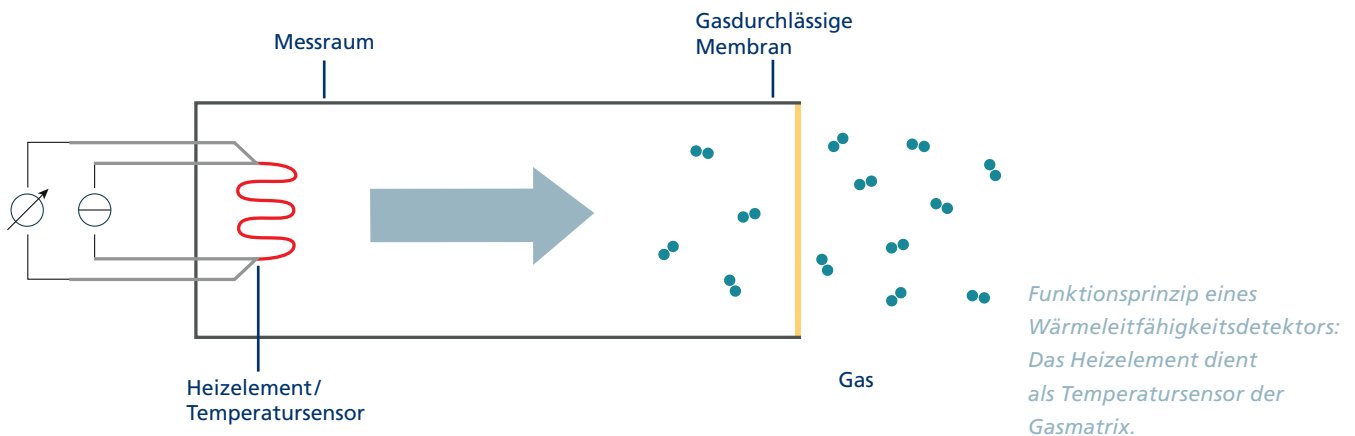
Für den Nachweis von H<sub>2</sub> kann man sich die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Gases zunutze machen: H<sub>2</sub> gehört – neben

Helium (He) – zu den Gasen mit der höchsten Wärmeleitfähigkeit und unterscheidet sich damit eindeutig von anderen brennbaren Gasen. Wasserstoff leitet Wärme sieben Mal besser als Luft und kann daher über eine Wärmeleitfähigkeitsmessung selbst in kleinsten Konzentrationen in Luft oder anderen Gasen nachgewiesen werden.

Die Wärmeleitung in Gasen basiert auf der Bewegung der Moleküle, die beim Zusammenstoßen einen Teil ihrer kinetischen Energie auf den Stoßpartner übertragen und dadurch Energie von einem Ort höherer Temperatur (d. h. größerer mittlerer Energie) zu Orten tieferer Temperatur transportieren. Der Mechanismus der Wärmeleitung unterscheidet sich bei Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern. In einem Festkörper beispielsweise sind die Atome an feste Gleichgewichtslagen gebunden, während sie in Gasen frei beweglich sind.

### Unser Angebot

- Entwicklung kunden- oder anwendungsspezifischer Sensoren und Sensorsysteme inkl. Ausleseschaltungen
- Gasabhängige Charakterisierung von Sensoren
- Erstellung von Produktionskonzepten
- Technologische Beratung



## Arbeitstemperatur von unter 100°C

Fraunhofer IPM entwickelt kostengünstige, selbsttestfähige Wärmeleitfähigkeitsdetektoren (WLD) und integriert sie in kompakte Sensorsysteme. Das Funktionsprinzip der WLD ist bewährt und wird bereits in vielen Applikationen eingesetzt. Die Sensoren bestehen im Wesentlichen aus einem Heizelement, das gleichzeitig als Temperatursensor dient. Die Heizleistung des Sensorelements ist proportional zur Temperatur und damit zur Konzentration des Gases. Wenn eine Quereinflussung von He ausgeschlossen werden kann und nur ein Wasserstoff-Luft-Gemisch am Sensor vorliegt, ist es möglich, die Konzentration von Wasserstoff zu ermitteln.

Der WLD besteht i. d. R. aus einer gasdurchlässigen Membran, einem Messraum und einem Heizwiderstand. Die Messungen erfolgen bei Sensortemperaturen von 100°C oder kleiner. Damit liegt die Arbeitstemperatur deutlich unter der Zündtemperatur von Wasserstoff (585°C). Die Messung mit einem Wärmeleitfähigkeitssensor umfasst einen großen Messbereich von < 1 % bis 100 % Wasserstoff in Luft.

## Geringer Energieverbrauch dank MEMS-Technologie

Kommerziell erhältliche Sensoren reagieren gelegentlich sehr empfindlich auf Störeinflüsse wie hohe Luftfeuchtigkeit oder Konvektion. Kombiniert man das Prinzip des WLD mit einer smarten Signalauswertung, wie sie am Fraunhofer IPM entwickelt wird, lassen sich diese Störeinflüsse weitestgehend kompensieren.

Fraunhofer IPM entwickelt nicht nur die entsprechende Ansteuerungssoftware, sondern auch WLD-Sensoren in MEMS-Technologie, die noch weniger Energie verbrauchen als bisherige Lösungen. Dadurch lassen sich solche Sensoren auch in akkubetriebenen Systemen verbauen. Trotz der geringen Energieaufnahme werden H<sub>2</sub>-Konzentrationen von unter 0,4 % in Luft erkannt.

## H<sub>2</sub>-Sensorik auch in rauer Umgebung

Durch Strukturierung der Sensoren auf Keramiks substraten kann die Wärmeleitfähigkeit der Gasmatrix auch in rauen Prozessumgebungen gemessen werden. Am Fraunhofer IPM entwickelte Sensoren erfassen beispielsweise den Wasserstoffgehalt in Prozessgasen.

### Kontakt

Mike Benkendorf  
 Projektleiter  
 Thermische Messtechnik und Systeme  
 Telefon +49 761 8857-749  
[mike.benkendorf@ipm.fraunhofer.de](mailto:mike.benkendorf@ipm.fraunhofer.de)

**Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM**  
 Georges-Köhler-Allee 301  
 D-79110 Freiburg  
[www.ipm.fraunhofer.de](http://www.ipm.fraunhofer.de)

