

# **ABSCHLUSSBERICHT LHYCON**

## **LOW HYDROGEN CONCENTRATION MEASUREMENT SENSOR**

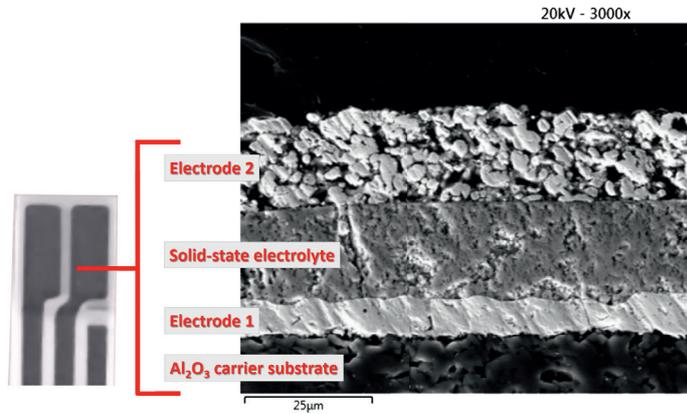
IN ZUSAMMENARBEIT MIT:



1 a



1 b



## Highlights

Im Rahmen des Projektes LHyCon wurde von der Firma LAMTEC gemeinsam mit dem Fraunhofer ICT ein kostengünstiger und hochempfindlicher Wasserstoffsensoren entwickelt, der neue Anwendungsfelder eröffnet. Der auf Festkörperelektrolyse basierende Sensor bietet:

- ein miniaturisiertes Sensorkonzept
- eine kostengünstige Methode für die Messung von Wasserstoff
- neue Anwendungsmöglichkeiten in der Leckagedetektion

### Die Sensorcharakteristik zeigt

- einen Messbereich von 0,1 bis 10 ppm Wasserstoff
- eine schnelle Ansprechzeit ( $t_{90} < 1s$ )
- eine ausgezeichnete Eignung für mobile und stationäre Anwendungen

## Einleitung

Die Projektpartner Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT und die Firma LAMTEC Meß- und Regeltechnik für Feuerungen GmbH & Co. KG haben mit Unterstützung des BMBF und des Projektträgers Karlsruhe (PTKA) im Rahmen des öffentlich geförderten Verbundprojektes LHyCon einen Wasserstoffsensoren mit höchster Empfindlichkeit aufgebaut. Der LHyCon-Wasserstoffsensoren ist dafür konzipiert, Standard-Lecksuchverfahren mit Helium zu ersetzen. Hierfür muss es möglich sein, möglichst kleine Wasserstoffkonzentrationen zu bestimmen, und für einen breitbandigen Einsatz sollte der Sensor kostengünstiger herstellbar sein als andere Verfahren von vergleichbarer Leistungsfähigkeit.

Das im Rahmen von LHyCon untersuchte Messprinzip beruht auf der Festkörperelektrolyse. Es konnte eine miniaturisierte Version des Sensors angefertigt werden, der eine kurze Ansprechzeit aufweist und empfindlich im Konzentrationsbereich von 0,1 bis 10 ppm Wasserstoff messen kann.

## Projektdetails

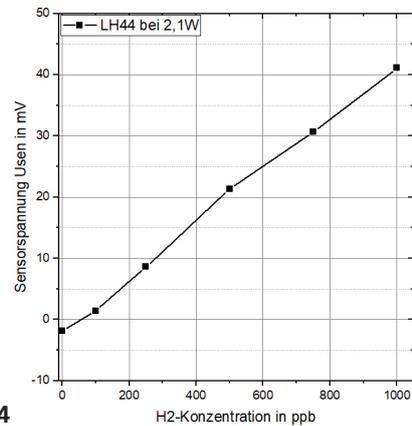
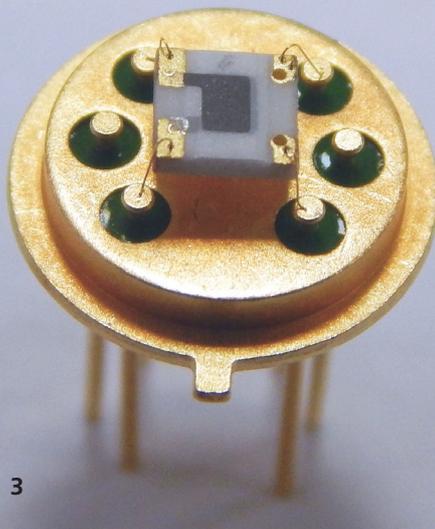
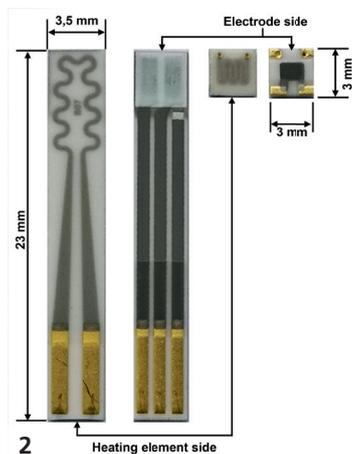
### ■ Sensorentwicklung

Die Sensoren, die im Laufe des Projektes entwickelt wurden, basieren auf dem Design und der Messmethode eines bereits existierenden Sensors der Firma Lamtec, dem CarboSen Sensor für den Nachweis von Kohlenstoffmonoxid. Die aufgebauten Prototypen wurden als planare elektrochemische Festkörper-Mischpotentialsensoren ausgeführt. Die funktionellen Materialien und die Oberflächenmorphologie für die beiden Elektroden wurden im Projektverlauf intensiv erforscht. So wurde eine Testmatrix mit insgesamt 75 verschiedenen Rezepturen und Materialpaarungen erstellt, um einen optimierten Sensortypen herauszuarbeiten. Von jedem dieser 75 unterschiedlichen Modelle wurden im Zusammenspiel von Siebdruck- und Physikalischen Gasphasenabscheidungs-Methoden mehrere Prototypen hergestellt.

### ■ Sensorcharakterisierung

Von jedem der 75 unterschiedlich konzipierten Prototypen wurden zehn Exemplare intensiv getestet, indem die Sensoren unterschiedlichen Konzentrationen von Wasserstoff-Luft-Mischungen ausgesetzt und bei mehreren Betriebstemperaturen untersucht wurden.

Für die Beaufschlagung der zu testenden Sensoren wurde im Rahmen des Projektes eine neue Gasmischanlage aufgebaut, mit der mehrere Sensoren parallel über einen weiten Konzentrationsbereich getestet werden können.



### ■ Miniaturisierung

Von demjenigen Sensormodell-Prototyp, der sich im Rahmen der Charakterisierungen als am besten für die Messaufgabe geeignet zeigte (interne Bezeichnung LH44), wurde eine miniaturisierte Version entworfen und hergestellt. Dieser miniaturisierte Prototyp (interne Bezeichnung LH44X3) weist eine Größe von lediglich 3 x 3 mm<sup>2</sup> auf. Eine vergleichende Darstellung eines Sensors in Standardgröße und des miniaturisierten Sensors ist in Abbildung 2 dargestellt. Das Design des Heizelementes wurde in Simulationen dahingehend optimiert, dass die ideale Sensortemperatur bei möglichst niedriger Heizleistung und somit möglichst niedrigem Energieaufwand erreicht werden kann. So konnte die Heizleistung auf 0,8 – 1 Watt gesenkt werden. Durch das kleine Format konnte der Sensor in ein Transistor Outline (TO) Gehäuse integriert werden. Der miniaturisierte Sensorprototyp weist eine ausreichend hohe Sensitivität für die Messung von sub-ppm-Konzentrationen von Wasserstoff in Luft auf.

### Zusammenfassung

Im Laufe des Projektes LHyCon wurden 75 verschiedene Rezepturen zur Modifikation des Elektrolyten und des Herstellungsprozesses durchgeführt. Anschließend wurde der Sensor miniaturisiert. Die Empfindlichkeit konnte durch die im Projekt erarbeiteten Optimierungen deutlich (um Faktor 10) gesteigert werden. Die Leistungsaufnahme wurde um 70 % herabgesetzt.

### Danksagung

LHyCon wurde vom PTKA (Projekträger Karlsruhe) betreut und vom BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) im Rahmen des Programmes KMU-innovativ gefördert (Förderkennzeichen Gesamtprojekt: 02P16K090). Weiterer Dank gebührt der Arbeitsgruppe um Dr. Cremers (Fraunhofer ICT, Arbeitsgruppe Brennstoffzelle) für die Expertise im Bereich Elektrokatalyse sowie dem Team der EurA AG rund um Herrn Schmidt.

### TITELFOTO:

Der auf Basis des CarboSen Designs und Messprinzips neuentwickelte Wasserstoffsensoren in der Standardgröße.

- 1 a LHyCon Wasserstoff Sensor in der Standardgröße.
- 1 b Querschnitt (REM-Aufnahme) durch den Sensor.
- 2 Vergleichende Abbildung der optimierten Sensoren in der Standardgröße und der miniaturisierten Größe. Dargestellt sind jeweils die Sensorseite und die Heizerseite.
- 3 Der auf einem TO-Sockel integrierte miniaturisierte Sensor-Prototyp
- 4 Sensorsignal (Spannung in Abhängigkeit der Wasserstoffkonzentration) eines Sensor-Prototypen.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

BETREUT VOM



PTKA  
Projekträger Karlsruhe  
Karlsruher Institut für Technologie

**Fraunhofer-Institut für  
Chemische Technologie ICT**

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal (Berghausen)

**Ansprechpartner  
Angewandte Elektrochemie**

Peter Rabenecker  
Telefon +49 721 4640-247  
Fax +49 721 4640-111  
[peter.rabenecker@ict.fraunhofer.de](mailto:peter.rabenecker@ict.fraunhofer.de)

[www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)