

Selbstüberwachtes Mikrosystem für die Feuchtemessung bei hoher Temperatur

Tobias Baur¹, Henrik Lensch¹, Joachim Doerr², Olaf Kiesewetter³, Jürgen Müller³, Matthias May³ und Tilman Sauerwald¹

¹ Lehrstuhl für Messtechnik, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, t.sauerwald@imt.uni-saarland.de
² CANWAY technology GmbH, Ostbevern, doerr@canway.de
³ UST Umweltsensortechnik GmbH, Geschwenda, o.kiesewetter@umweltsensortechnik.de



HT-HUMISENS, FKZ: 16ES0485
 Laufzeit: 01.04.2016-30.09.2018

Keramischer Sensor mit fourierbasiertem Impedanzspektrometer (FOBIS). Messung kapazitiver und resistiver Signalanteile.

Daten- und modellbasierte Auswertung der Impedanzspektren zur Erkennung nicht feuchtetypischer Signale.

Hohe Messdynamik und gute Auflösung über einen großen Temperaturbereich.

Kompensation von Störgasen und die Erkennung von Fehlerzuständen.

Sensor

FOBIS

Auswertung

System

Sensorkonzept

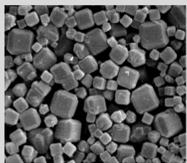
Keramische Sensorschicht auf Basis von Metalloxiden. Hochtemperaturplattform (Al₂O₃ + Platin).



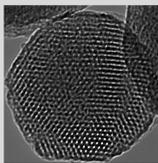
Feuchtesensor des Types GGS 14000

Materialentwicklung

Mikro- und mesoporöse Zuschläge zur Keramik und anderer Materialzusätze zur Verbesserung der Feuchtesorption



Zeolith A Mikrokristalle REM Aufnahme, Wikipedia (en)



Mesoporöses Silica, TEM Aufnahme, Dr. Victor Lin

Entwicklung des Sensoraufbaus

Zur Verringerung parasitärer Kapazitäten wird eine Stapelanordnung entwickelt.

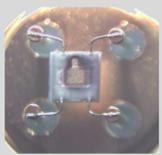
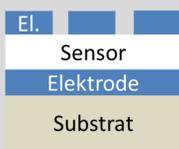


Foto des Sensorprototyps mit Stapelanordnung.



Schematischer Sensoraufbau mit Deckelektrode

Sensorhousing

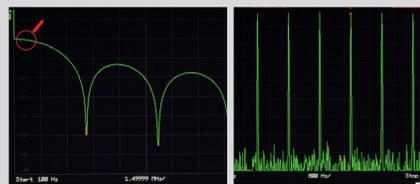
Hochtemperaturbeständiges Sensorhousing bis 400°C aus Polymerkeramik.



Foto der Sensorprototypen

Messprinzip

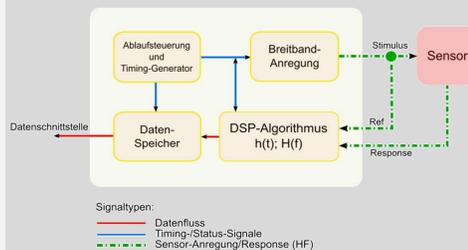
Multifrequenzanregung z.B. mittels einer „maximum length sequence“ (MLS) mit anschließender Ermittlung der spektralen Response.



Einhüllende des Leistungsdichtespektrum bei einer MLS Anregung

Zoom in das Leistungsdichtespektrum

FOBIS Konzept



Signaltypen:
 - Datenfluss
 - Timing-/Status-Signale
 - Sensor-Anregung/Response (HF)

Schematischer Hardwareaufbau

Signalformung

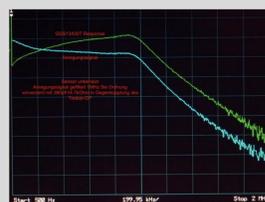
Optimierung des Multifrequenzsignals für die Anwendung. Vergleich von Breitbandanregung mittels MLS mit Multisinsuanregung.

Aufbau

Systemkonzept wird testweise aufgebaut und die Übertragungsfunktion der Sensoren gemessen.



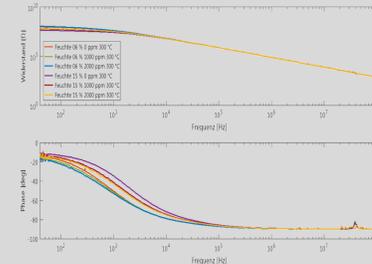
Testaufbau eines MLS basierten FOBIS



Anregungssignal und Sensorantwort für ein GGS 14000 Sensortestmuster

Impedanzspektren

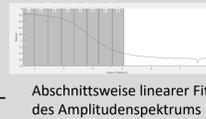
Impedanzspektren werden mit FOBIS und Referenzspektrometer aufgenommen.



Impedanzspektren eines GGS 14000 Sensor bei verschiedenen absoluten Feuchten (p/p0) und Ethanol als Störgase

Datenbasierte Merkmale

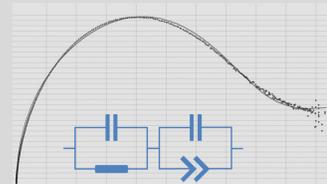
Aus den Daten lassen sich modellfreie Merkmale, z.B. durch lineare Kurvenanpassung gewinnen.



Abschnittsweise linearer Fit des Amplitudenspektrums

Modellbasierte Merkmale

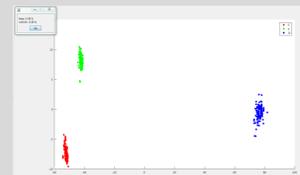
Merkmale lassen sich z.T. auch auf physikalische Modelle und die dazugehörigen Ersatzschaltbilder zurückführen.



Ersatzschaltbild (inset) und der dazugehörige Fit (Linie) der Messdaten (Punkte)

Auswertung

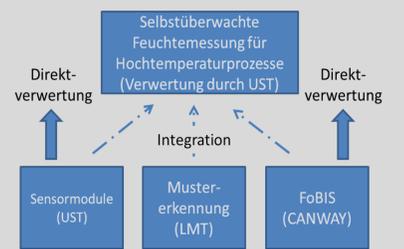
Basierend auf den Merkmalen werden Zustände und Feuchte mit multivariaten Methoden bestimmt (z.B. LDA für die Unterscheidung und PLSR für die Quantifizierung).



Lineare Diskriminanzanalyse der Messdaten (GGS 14000) für mehrere abs. Feuchten trotz Störgaseinfluss (Ethanol)

Systemkonzept

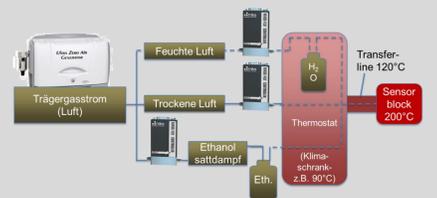
Die Komponenten werden in ein Gesamtsystem integriert. Parallel dazu sollen die Komponenten, Sensoren und FOBIS auch einzeln verwertet werden.



Schema der geplanten Verwertung

Labortests

Systeme und Systemkomponenten werden im Labor unter reproduzierbaren und anwendungsnahen Bedingungen getestet.



Schema des Messaufbaus

Integriertes System

Die Komponenten werden in zwei Prototypsysteme, ein mobiles und ein stationäres System integriert.

Beide Geräte sollen über einen hohen Feuchtebereich und bei Temperaturen bis zu 420°C einsetzbar sein.

Feldtests

Die Feldtestsysteme werden in mindestens zwei Anwendungen, einer aus dem Bereich Lebensmittelverarbeitung und einer aus dem Bereich Keramik Trocknung, getestet.

GEFÖRDERT VOM