



INTEGRIERTE SENSORSYSTEME

Miniaturisierte photoakustische Gasmesssysteme

Fraunhofer IPM hat ein neuartiges, kompaktes und kostengünstiges Messsystem zur Detektion von Kohlendioxid entwickelt. Es beruht auf dem Prinzip der Photoakustik und kombiniert eine miniaturisierte Mess- und Detektionskammer mit einem thermischen Strahler und einem speziell gekapselten Mikrofon.

Ob in der Werkstatt, im Konferenzraum, im Auto oder Zug: Eine Überwachung des Raumklimas ist überall dort wichtig, wo sich viele Menschen in geschlossenen Räumen aufhalten. Durch das Ausatmen der anwesenden Personen kann sich die Luftqualität in einem Raum in wenigen Minuten drastisch verschlechtern. Schon eine moderate Erhöhung des CO₂-Gehalts verursacht Müdigkeit und Konzentrationsstörungen. Eine starke Erhöhung führt zu Schwindel und Kopfschmerzen. Für eine bedarfsgerechte Raumlüftung sollte die Kohlendioxid-Konzentration im Raum bekannt sein. Nur so kann verhindert werden, dass sie zu stark ansteigt. Nebenbei spart eine effizient gesteuerte Lüftung Heizenergie.

Fraunhofer IPM hat zur Detektion von CO₂ in Innenräumen ein miniaturisiertes photoakustisches Gasmesssystem entwickelt. Das System kombiniert eine miniaturisierte Mess- und Detektionskammer mit einem modulierbaren thermischen Strahler und einem speziell gekapselten Mikrofon. Der handliche optische Aufbau sowie entsprechende Komponenten, beispielsweise ein MEMS-Mikrofon (MEMS: Micro-Electro-Mechanical-Systems) aus der Mobilfunktechnik, machen das Sensorsystem flexibel im Einsatz. Durch die Verwendung dieser Massenbauteile sind die Systemkosten sehr gering. Dank Miniaturisierung und Integration der Systemkomponenten

kommt der Sensor mit sehr wenig Energie aus. Ein weiterer Vorteil des Systems ist die Selektivität der Gasmessung durch den besonderen 2-Kammer-Aufbau.

Aus Licht wird Schall

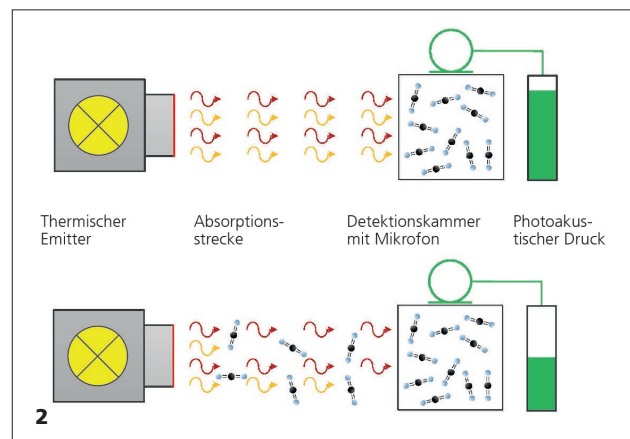
Das Messsystem beruht auf dem photoakustischen Effekt. Dieser wurde erstmals von Alexander Bell, dem »Erfinder« des Telefons, beschrieben. Der Effekt beschreibt die Umwandlung von Lichtenergie in Schall durch Absorption durch Gasmoleküle. Die Absorption elektromagnetischer Strahlung durch Moleküle wird bei photoakustischen Messungen mithilfe eines Druckumformers direkt über die aus der Absorption resultierende Druckerhöhung gemessen. Es ist daher kein Strahlungsdetektor nötig, wie er in anderen Infrarot-Messsystemen eingesetzt wird. Die Entstehung des photoakustischen Signals lässt sich durch verschiedene Phasen veranschaulichen: Zunächst wird die elektromagnetische Strahlung bei ganz bestimmten Wellenlängen von den Molekülen absorbiert. Die resultierende Energieerhöhung äußert sich in einer schnelleren Bewegung der Moleküle, was zur Druckerhöhung im System führt. Diese Druckerhöhung lässt sich in einer geschlossenen Kammer mit einem Mikrofon als Schallwelle messen. Die Lichtenergie wurde in Schall umgewandelt.

MINIATURISIERTE GASMESSSYSTEME

Fraunhofer IPM steht für langjährige Erfahrung in der Entwicklung, Konzeptionierung, Charakterisierung und Herstellung miniaturisierter Sensoren und Systeme für die Gasmess-technik. Gassensoren überwachen industrielle Prozesse, spüren Leckagen auf oder regeln das Raumklima. Dank ausgefeilter Technologien messen die Sensoren auch unter anspruchsvollen Bedingungen zuverlässig und präzise.

1 Die Luftqualität im Fahrzeuginnenraum kann mithilfe photoakustischer Gassensor-Systeme überwacht werden.

2 Funktionsprinzip des photoakustischen Messsystems mit einem 2-Kammer-Aufbau. Auf der Absorptionsstrecke wird die Umgebungsluft gemessen. In der Detektionskammer wird das zu messende Gas selbst als gaselektiver Detektor eingesetzt.



Messprinzip erlaubt kompakte Systeme

Herkömmliche Systeme zur Raumluftüberwachung sind teuer und temperaturempfindlich. Das von Fraunhofer IPM entwickelte System bietet die Möglichkeit, den Strahlungsdetektor durch ein handelsübliches Mikrofon zu ersetzen und somit die Kosten des Messsystems deutlich zu senken. Die Abstände zwischen den Komponenten und damit der optische Weg können bei einem photoakustischen Sensor deutlich kleiner sein als bei vergleichbaren Absorptionsmessmethoden. Miniaturisierte, kostengünstige photoakustische Messsysteme, gefertigt in großen Stückzahlen, bieten vielfältige Anwendungsmöglichkeiten: Die kleinen

Systeme sorgen nicht nur im Konferenzraum für gutes Klima, sie schaffen auch überall dort Sicherheit, wo in geschlossenen Räumen CO_2 entstehen kann – etwa in Schankanlagen, Kühl- und Gefrieranlagen, Weinkellern, bei klinischen Anwendungen oder in industriellen Fertigungsprozessen. Hier bedeutet eine zu hohe CO_2 -Konzentration eine ernste gesundheitliche Gefahr.

3 Hoher CO_2 -Gehalt ist schlecht fürs Klima. Das gilt auch für Innenräume. Ein besonders kompakter und preiswerter CO_2 -Sensor beruht auf dem Prinzip der Photoakustik.

