



GRUPPE INTEGRIERTE SENSORSYSTEME

# Schwefel-Messsystem für den Einsatz auf hoher See

Schiffsabgase belasten die maritimen Ökosysteme und die Gesundheit von Menschen in Hafen-gebieten erheblich. Neben Kohlendioxid und Stickstoffoxiden stoßen Schiffe vor allem große Mengen an Schwefeloxiden aus. Ein photoakustisches Sensorsystem soll maritime SO<sub>x</sub>-Emissionen zukünftig kontinuierlich messen. Es wird um ein Vielfaches kostengünstiger sein als verfügbare SO<sub>x</sub>-Messsysteme mit vergleichbarer Leistung.

Schwefeloxide können Lungen- und Herzkreislauf-Erkrankungen auslösen, als wasserlösliches Gas tragen sie zur Versauerung von Gewässern und Böden bei. Schwefel-reduzierte Schiffskraftstoffe jedoch sind um ein Vielfaches teurer als Schweröl. Trotz strengerer Grenzwerte ab 2020 setzen Schiffseigner daher auch in Zukunft auf Schweröl als Treibstoff. An Bord installierte Gaswäscher sollen das Abgas von schädlichen Schwefeloxiden reinigen, sodass die Emissionen denen des schwefelarmen Treibstoffs entsprechen.

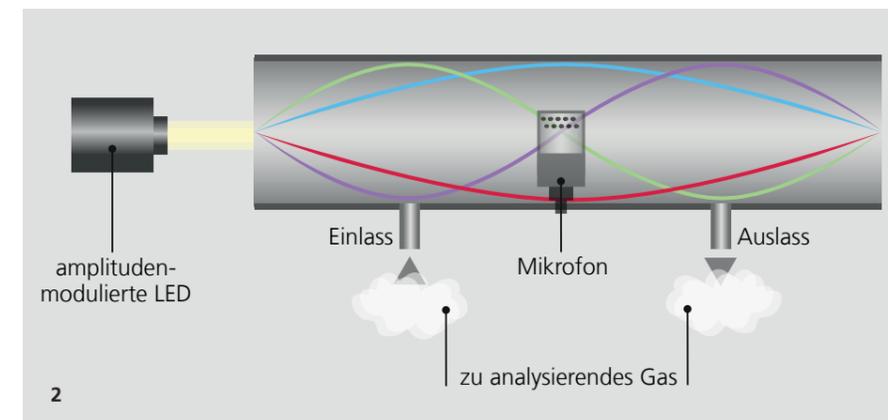
### Tatsächliche Emissionen messen

Maßstab der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation für die Emissionskontrolle ist der tatsächliche Ausstoß von SO<sub>x</sub>, unabhängig vom eingesetzten Kraftstoff. Spezielle Abgasmess-technik, die die Emissionswerte im 4-Minutentakt bestimmt, ist daher ab 2020 verpflichtend. Fraunhofer IPM arbeitet gemeinsam mit Industriepartnern an der Entwicklung eines kostengünstigen, photoakustischen Schwefeloxid-Sensorsystems für den maritimen Einsatz. Am Markt verfügbare Schwefeloxid-Messsysteme kosten zwischen 50 und 150 Tausend Euro – die Umrüstung einer ganzen Flotte bedeutet für Schiffseigner also eine stattliche Investition.

### Photoakustik: hohe Messgenauigkeit mit preiswerten Komponenten

Photoakustische Sensoren basieren auf der Umwandlung von Lichtenergie in Schall. Die Absorption elektromagnetischer Strahlung durch Gasmoleküle wird dabei mithilfe eines Druckumformers direkt über die aus der Absorption resultierende Druckerhöhung detektiert. Heute verfügbare photoakustische SO<sub>2</sub>-Messsysteme arbeiten mit vergleichsweise teuren Lasern. Das neue Sensorsystem hingegen setzt auf preiswerte, kommerziell verfügbare UV-LEDs und Mikrofone als Lichtquellen bzw. Detektoren. Die erwarteten Kosten für einen solchen Sensor liegen daher mit 5000 Euro um das mehr als Zehnfache unter den heutigen Kosten. Ein weiterer Vorteil ist die vergleichsweise unkomplizierte Handhabung. Laserbasierte photoakustische Sensoren sind, besonders unter rauen Messbedingungen, nur mit hohem Aufwand zu stabilisieren. Für ihren Sensor verwenden die Wissenschaftler high-power UV-LEDs im Wellenlängenbereich von 270 bis 310 nm, was exakt einem Absorptionspeak von SO<sub>2</sub> im UV entspricht. So werden Querempfindlichkeiten zu anderen Gasen verhindert. Ziel ist eine Messgenauigkeit im Bereich von 0,1 ppm. Das photoakustische System kommt je nach Verfahren fast

**STRENGERE ABGAS-GREZWERTE FÜR DIE INTERNATIONALE SCHIFFFAHRT** Ab 2020 verschärft die Internationale Seeschiffahrts-Organisation (IMO) die globalen Grenzwerte für Schwefelemissionen. Beim Schweröl liegt der Grenzwert für den Schwefelgehalt heute bei 3,5 Prozent – und damit um bis zu 3500 Mal höher als der für Kfz-Treibstoffe zugelassene Wert. Zukünftig sollen die SO<sub>x</sub>-Emissionen im Schiffsverkehr einem Schwefelanteil im Treibstoff von lediglich 0,5 Prozent entsprechen. In den sogenannten »Emission Control Areas« der EU und USA gilt bereits heute ein Grenzwert von 0,1 Prozent.



1 Messtechnik an Bord von Schiffen soll die Einhaltung von Grenzwerten für Luftschadstoffe sicherstellen.

2 Licht wird durch ein Fenster in die Messzelle geleitet. Ein Mikrofon nimmt ein photoakustisches Signal im Gasstrom auf, aus dem sich Rückschlüsse auf die Konzentration verschiedener Gase ziehen lassen.

ohne mechanische Teile aus, sodass ein wartungsfreier Betrieb über einen Zeitraum von mindestens 12 Monaten möglich ist.

Herzstück des resonanten photoakustischen Sensorsystems ist die Messzelle. Licht der UV-LED wird durch die seitlich eingearbeiteten Fenster in die Zelle geleitet. Der Gasaustausch erfolgt durch eine Ein- und Ausströmungsöffnung. Ein kommerzielles Mikrofon misst das photoakustische Signal. Erste Messungen mit CO<sub>2</sub> zeigen, dass Messungen unter Gasfluss möglich sind, sodass zusätzliche Ventile und Pumpen zur Extraktion der Gasproben entfallen können.

Die Arbeiten im Projekt »E-MASUM: Marine Sulfur Monitor«, gefördert im Rahmen des Eurostars-Programms,

konzentrieren sich auf die Messung von SO<sub>2</sub>, welches 95 Prozent der Schwefeloxid-Emissionen ausmacht. Der spätere Schwefel-Monitor wird um einen CO<sub>2</sub>-Sensor ergänzt, sodass die Schwefelkonzentration ins Verhältnis zum Treibstoffverbrauch gesetzt werden kann. Um die Sensoren von Beginn an auf den Einsatz in maritimer Umgebung abzustimmen, arbeiten die Projektpartner eng mit Herstellern von Gaswäschern und Sensorsystemen für den maritimen Einsatz zusammen. Bis zum Abschluss des Projekts 2018 soll ein Demonstrator im Feldtest zeigen, dass kostengünstige photoakustische Messsysteme an Bord zuverlässig arbeiten. Ein Großteil der an die 90 000 Frachtschiffe, die auf den Weltmeeren kreuzen, wird zukünftig Gaswäscher mit entsprechender Messtechnik installieren – das Marktpotenzial ist also gewaltig.