

1 Vernetzte Sensoren ermöglichen einen schnellen Lageüberblick im Katastrophenfall. In anderen Anwendungsbereichen eröffnen sie neue Möglichkeiten für effizientes Monitoring.

2 »Sensorenknoten« messen unterschiedliche Parameter direkt an der Gefahrenstelle und kommunizieren untereinander.

## VERNETZTE SENSORIK FÜR DEZENTRALES MONITORING

Vernetzung gehört zu den Zukunftstrends in der Sensorik. Intelligente Sensoren, ausgerüstet mit Funk- und Ortungseinheiten, sind heute zunehmend in der Lage, Umgebungsparameter zu messen und untereinander auszutauschen. Solche autonomen verteilten Mikrosysteme sind vielfältig einsetzbar, etwa in der Lebensmittellogistik, in der Landwirtschaft, im Gebäude- oder im Katastrophenmanagement.

Systeme für die Gasmesstechnik entwickelt Fraunhofer IPM spezielle Gassensoren für die Einbindung in Sensornetzwerke. Die Anforderungen an solche Sensoren sind hoch: Sie sollen empfindlich, energieeffizient und vor allem robust sein.

### Beispielszenario: Katastrophenmanagement

Die Möglichkeiten der drahtlosen Vernetzung von Sensoren hat Fraunhofer IPM in einem Verbundprojekt mit weiteren Fraunhofer-Instituten am Beispiel von Katastrophenszenarien getestet. Um in Katastrophenfällen schnell und effizient reagieren zu können, wurden unterschiedliche Sensoren sowie mobile Luft- und Landroboter entwickelt. Diese sollen anstelle von Rettungskräften das Gelände inspizieren und durch eine situationsabhängige, drahtlose Ad-hoc-Vernetzung untereinander eine schnelle und umfassende Aufklärung über das Katastrophenumfeld geben.

### Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Heidenhofstraße 8  
79110 Freiburg

#### Ansprechpartner

Dr. Marie-Luise Bauersfeld  
Gruppenleiterin  
Integrierte Sensorsysteme  
Telefon +49 761 8857-290  
marie-luise.bauersfeld@ipm.fraunhofer.de

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

### Neue Qualität des Monitoring

Hier bietet die Kombination von Messtechnik und Datenfusion eine neue Qualität des Monitoring und der Dokumentation. Vernetzte Sensoren messen bereits heute einfache Parameter wie Temperatur oder Luftfeuchte. Zunehmend werden sie auch für komplexe Messaufgaben, wie beispielsweise die Messung von Gasen, aufgerüstet. Vor dem Hintergrund langjähriger Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung miniaturisierter Sensoren und



### Sensorknoten prognostizieren die Ausbreitung von Gasen

Am Fraunhofer IPM werden dabei spezielle »Sensorknoten« zunächst für Innenraumszenarien wie beispielsweise chemische Produktionsanlagen entwickelt. Die etwa tennisballgroßen Kugeln sind mit unterschiedlichen Sensortypen bestückt. Die Sensoren messen Gase wie Ammoniak und Kohlenmonoxid sowie zusätzlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit und funken die Messwerte an eine zentrale Einheit. Die Messdaten lassen erste Rückschlüsse auf giftige Gase, gefährliche Chemikalien oder mögliche Brandentwicklungen zu und schützen so Rettungskräfte vor möglichen Gefahren. Ziel ist es, durch die Fusion der Einzelmessungen höherwertige Informationen, wie beispielsweise die Lokalisierung und die In-

tensität der Gasquelle, zu generieren. Dazu werden mathematische Modelle genutzt.

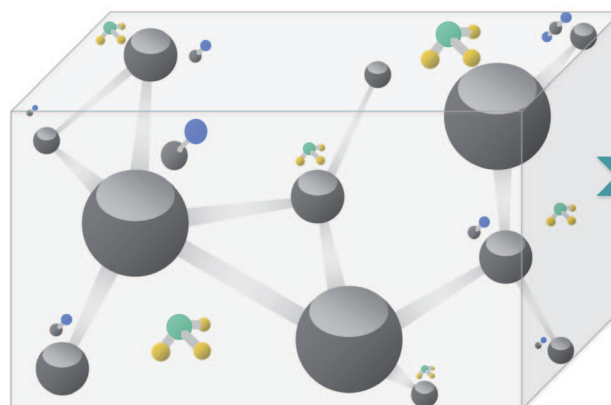
In jedem der Sensorknoten ist eine Ortungseinheit basierend auf Ultraschall-Laufzeitmessung kombiniert mit einem Kompass installiert. So orten sich die Sensoren untereinander und tauschen die gemessenen Umgebungsparameter über Funk aus. In einem Außenszenario kann die Ortung über GPS erfolgen. Das Sensornetzwerk fusioniert die Daten der einzelnen Sensoren nach dem Prinzip der Schwarmintelligenz und verknüpft sie miteinander und wertet sie aus, sodass eine orts aufgelöste Darstellung der Gefahrenquellen in dem betroffenen Gebiet entsteht. Auf Basis dieser Informationen kann die Einsatzleitung das weitere Vorgehen koordinieren. Erprobt wird das Konzept anhand eines realitätsnah inszenierten Katastrophenfalls auf einem Testgelände des Technischen Hilfswerks.

### Sparsame, energieeffiziente Sensoren

Ein Sensornetzwerk für den Ernstfall muss möglichst kostengünstig sein: Denn je größer das Gebiet, desto mehr Sensoren werden benötigt, und nach dem Rettungseinsatz lassen sich die Sensoren nicht immer bergen. Fraunhofer IPM entwickelt daher für diese Einsätze »Best Price-Sensoren«, die nicht nur kostengünstig in der Produktion sind, sondern auch mit wenig Energie auskommen und somit einen längeren oder mehrfachen Einsatz erlauben. Dabei werden Gassensorik und Elektronik in kompakten Mikrosystemen (MEMS, MOEMS) kombiniert. Bei der Sensortechnologie setzt Fraunhofer IPM vor allem auf »low power« Halbleiter-Gassensoren, kolorimetrische Sensoren und photoakustische Sensoren. Ein aussagekräftiges Bild der Gefahrenlage ergibt sich durch die Kombination solcher unterschiedlichen Sensoren.

3 Im Katastrophenfall übermitteln »Sensorknoten« fusionierte Messdaten an die Einsatzleitung.

4 Ortsaufgelöste Messdaten werden aus dem Sensornetz generiert.



$$T(z, t),$$

$$r.F.(z, t),$$

$$Gas_1(z, t),$$

$$Gas_2(z, t),$$

$$\dots,$$

$$Gas_n(z, t)$$