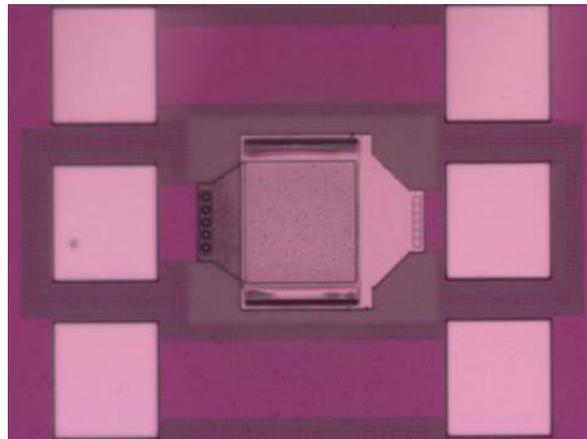


**IC-MPPE  
Integrated Computational  
Materials Process and Product  
Engineering.**

Programm: COMET – Competence  
Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET- K2 Zentrum

Projekt: P1.5  
ParticulateMatterSensor,  
2019-2021, strategisch



CMOS integrierter Partikelsensor auf Basis von Dünnschicht-  
Festkörperresonatoren, Bild: University of Warwick

## ZWEI GRUNDSATZBEWEISE FÜR EINEN NEUEN PARTIKELSENSOR

ENTWICKLUNG VON SENSORPRINZIPIEN AUF DER GRUNDLAGE VON MIKRO-  
HEIZPLATTEN, OBERFLÄCHENMONTIERTEN RESONATOREN UND  
PIEZOELEKTRISCHEN ZNO-NANODRÄHTEN

Feinstaub und Partikel in unserer Umwelt stellen eine große Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Daher sind miniaturisierte Partikelsensoren von großem Interesse, um eine individuelle Überwachung der Luftqualität zu ermöglichen und potenziell schädliche Situationen zu erkennen.

Im Rahmen des Projekts „ParticulateMatterSensor“ wurden drei verschiedene Prinzipien von Partikelsensoren untersucht: Die Universität Warwick (GB) hat ein Sensorprinzip entwickelt, das auf der Frequenzverschiebung von Dünnschicht-Festkörperresonatoren (SMRs) beruht. Ein solcher in einen CMOS-Schaltkreis integrierter Sensor, ist in der Abbildung oben dargestellt. MCL hat Sensorelemente entwickelt, die auf der thermischen Kühlung von in CMOS integrierten  $\mu$ hp-Bauteilen basieren. Darüber

hinaus wurde die Eignung von chemischen Sensoren auf MOx-Basis für den Nachweis von Partikeln untersucht.

Es wurden mehrere Generationen von Geräten entwickelt. Ein endgültiger Aufbau, der alle drei Hauptkomponenten (1), (2) und (3) integriert, wurde bei der Universität Warwick erfolgreich realisiert. Ein Messergebnis, das den erfolgreichen Nachweis des Prinzips des gesamten integrierten Sensorsystems zeigt, ist in Abb. 1 dargestellt: Die Frequenzverschiebung des SMR-Sensors nimmt mit steigender Partikelkonzentration zu. Der zusätzliche Betrieb der seitens MCL patentierten und auf erzwungener Konvektion basierenden "Partikelpumpe" verbessert das Messsignal des SMR-Partikel-Sensors deutlich.

## SUCCESS STORY

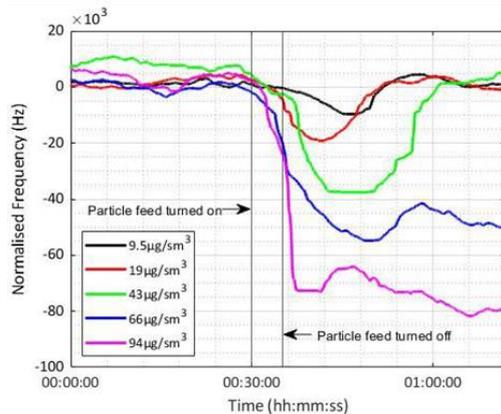


Abb. 1: Auf dem SMR abgelagerte Partikel führen zu einer Frequenzverschiebung, die mit steigender Partikelkonzentration zunimmt. Bild: MCL.

Zum Nachweis des Prinzips der thermischen Kühlung der  $\mu$ hps hat MCL seine eigenen auf Messung der Leitfähigkeit basierten, CMOS-integrierten chemischen Sensoren eingesetzt, die einen ultradünnen (50 nm)  $\text{SnO}_2$ -Film als Gassensorelement verwenden. Die Versuche zeigten, dass das Prinzip der thermischen Kühlung nur bei sehr hohen Partikelkonzentrationen funktioniert.

Die chemischen Sensoren beruhen auf der Wechselwirkung von Gasmolekülen mit Sauerstoffatomen an der Oberfläche der  $\text{SnO}_2$ -Schichten. Um die Durchführbarkeit dieses Sensorprinzips für die Partikeldetektion zu überprüfen, hat MCL die chemischen Sensoren betrieben und mit Partikeln bestrahlt. Abb.2 zeigt das Spannungsverhalten von 7 verschiedenen Sensoren, die auf einem einzigen Chip bei einer Betriebstemperatur von  $100^\circ\text{C}$  integriert sind.

### Projektkoordination (Story)

Univ.-Doz. Mag. Dr. Anton Köck  
Group Leader Sensor Solutions  
Department Microelectronics  
T +43 (0) 3842 45922-505  
anton.koeck@mcl.at

### Projektpartner

- University of Warwick, Great Britain

Die Messungen zeigen eine klare Korrelation zwischen Partikelfluss und -konzentration und dem Widerstand der  $\text{SnO}_2$ -Dünnschichten. Chemische Sensoren können also auch als Partikelsensoren eingesetzt werden!

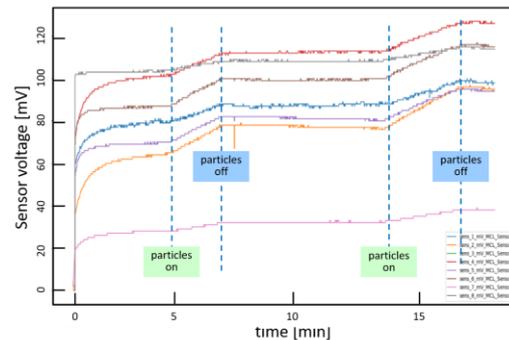


Abb.2: Der  $\text{SnO}_2$ -basierte chemische Sensor reagiert deutlich auf Partikel. Bild: MCL.

### Wirkungen und Effekte

Die Luftverschmutzung ist ein großes Umweltrisiko, das jedes Jahr weltweit mehr als 3 Millionen vorzeitige Todesfälle verursacht. Die Tatsache, dass die chemischen Sensoren auch als Partikelsensoren eingesetzt und auf einem CMOS-Chip integriert werden können, eröffnet völlig neue Möglichkeiten, wie etwa eine Messung von kritischen Raumluftwerten wie Sauerstoff- und Kohlenmonoxidgehalt gemeinsam mit der Messung von Feinstaubpartikeln auf einem Armband. Ein bereits gebauter Demonstrator, der in einer Armband-anwendung eingesetzt wird, umfasst insgesamt 57 Sensoren - ein weltweit einzigartiges Sensorsystem!

### IC-MPPE / COMET-Zentrum

**Materials Center Leoben Forschung GmbH**  
Roseggerstrasse 12  
8700 Leoben  
T +43 (0) 3842 45922-0  
[mclburo@mcl.at](mailto:mclburo@mcl.at), [www.mcl.at](http://www.mcl.at)

Das COMET-Zentrum IC-MPPE wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMK, BMAW, und die Bundesländer Steiermark, Oberösterreich und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt.