

## FunkyNano

Optimierte Funktionalisierung von Nanosensoren zur Gasdetektion durch Screening von Hybrid-Nanopartikeln

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, 19. AS Produktion der Zukunft 2016 national	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.05.2017	<b>Projektende</b>	30.04.2021
<b>Zeitraum</b>	2017 - 2021	<b>Projektlaufzeit</b>	48 Monate
<b>Keywords</b>	Nanomaterialien, Screening, Sensoren, Heterogene Integration		

### Projektbeschreibung

Nanosensoren für die Detektion von Gasen eröffnen eine Vielzahl von Anwendungen, die von der Überwachung der Luftqualität in Räumen und Gebäuden (Smart Home) bis hin zum Umwelt Monitoring mittels Smart Phone oder der Früherkennung von Krankheiten durch Atemluftanalyse (Smart Health) reichen. Für diese Anwendungen müssen die Gassensoren eine hohe Empfindlichkeit (Sensitivität) aufweisen, vor allem aber müssen sie in der Lage sein, ein bestimmtes Gas gezielt aus einem Gasgemisch detektieren zu können (Selektivität). Das zentrale Problem aller auf dem Markt befindlichen State-of-the-Art Gassensoren ist eine unzureichende Selektivität: Die Sensoren zeigen Querempfindlichkeiten gegen Feuchtigkeit und gegen andere Gase. Darüber hinaus können bestimmte Zielgase, wie CO<sub>2</sub> überhaupt nicht gemessen werden. Es ist zwar bekannt, dass Gassensoren durch gezielte Funktionalisierung mittels hybrider Nanopartikel massiv verbessert werden können, diese Verbesserungsansätze haben jedoch noch keine praktische Umsetzung erfahren. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Screening-Plattform zur Optimierung von Gassensoren mittels funktioneller Nanopartikel. Mit dieser Plattform wird ein systematisches Screening von Hybrid-Nanopartikeln und Nanopartikelkombinationen gegen die Zielgase (CO<sub>2</sub>, CO, Aceton, H<sub>2</sub>S, Ethanol) durchgeführt: Für jedes Zielgas soll die optimale Nanopartikel-Funktionalisierung ermittelt werden, um das Problem mangelnder Selektivität endgültig zu lösen und die zielgerichtete Entwicklung einer neuen Generation hochselektiver Nanosensoren zu ermöglichen. Die Screening Plattform basiert auf Nanosensor-Arrays, auf die mittels Spraypyrolyse drei unterschiedliche Metalloxid-Dünnsfilme (SnO<sub>2</sub>, CuO, ZnO) als Sensor-Basismaterial aufgebracht werden. Diese Sensoren werden mittels Ink-Jetting systematisch mit verschiedenen Nanopartikeln (Au, Pt, Pd, ZrO<sub>2</sub>, BaTiO<sub>3</sub>) funktionalisiert, wobei Konzentration und hybride Kombination der Nanopartikel in der Matrix gezielt variiert werden. Diese Nanosensor-Arrays werden simultan in einem Gassensor-Prüfstand charakterisiert, wodurch ein rasches und zielgerichtetes Screening aller hybriden Nanopartikel-Kombinationen ermöglicht wird. Der Innovationsgehalt von FunkyNano liegt darin, dass Nanosensoren gezielt mit neuen hybriden Nanopartikelkombinationen funktionalisiert werden, die weit über den derzeitigen Stand der Technik hinausgehen. Durch Analyse direkt am Gassensor kann die exakte Zusammensetzung der Nanomaterialien ermittelt und ein Verständnis für die Wechselwirkung mit den Zielgasen entwickelt werden. Damit liefert FunkyNano einen Wissensvorsprung, der in innovative Produkte umgesetzt werden kann. Ultimatives Ziel ist die Herstellung eines CMOS-basierten Labormusters, das ein Array von 16 Gassensoren enthält, wobei jeder Sensor für ein bestimmtes Zielgas funktionalisiert ist. Damit wird ein weltweit

einzigartiger nanostrukturierter Gassensor-Chip entwickelt, der für persönliche Sicherheits- und Gesundheitsanwendungen in Smartphones und zur optimierten Steuerung der Klimatisierung in der Gebäudetechnik Einsatz finden kann.

## Abstract

Nanosensors for gas detection offer a vast variety of applications, ranging from air quality monitoring of buildings (smart home) to environmental monitoring by smartphones and to early disease-specific diagnosis by breath analysis (smart health). For these applications, gas sensors need a high sensitivity and especially a high selectivity to be able to detect a specific gas in a gas mixture. The main problem of all the state-of-the-art gas sensors on the market is their insufficient selectivity; sensors show a cross sensitivity to humidity and other gases. Furthermore specific target gases, like CO<sub>2</sub>, cannot be detected at all. It is known that the functionalization of gas sensors with nanoparticles leads to an improvement in the selectivity but so far has not been implemented in common practice yet.

The goal of the project is the development of a screening platform to optimize gas sensors with functional nanoparticles. This platform enables a systematic screening of hybrid nanoparticles and nanoparticle combinations for test gases (CO<sub>2</sub>, CO, acetone, H<sub>2</sub>S, ethanol); for each test gas the optimum nanoparticle functionalization shall be determined to eliminate the lack of selectivity and develop a new generation of highly selective nanosensors. The screening platform is based on nanosensor arrays on which three different metal oxide thin films (SnO<sub>2</sub>, CuO, ZnO) as base sensing material are deposited by spray pyrolysis. The sensor arrays are systematically functionalized with various nanoparticles (Au, Pt, Pd, ZrO<sub>2</sub>, BaTiO<sub>3</sub>) by inkjet printing, where concentration and hybrid combinations of the nanoparticles are specifically varied. The nanosensor arrays are simultaneously characterized in a gas measurement setup, which allows a fast and efficient screening of the different material combinations.

The innovative content of FunkyNano is based on nanosensors specifically functionalized with new hybrid nanoparticle combinations that go well beyond the state-of-the-art. The exact nanomaterial composition and an understanding of the interactions with test gases can be determined by direct analysis of the gas sensor. Thereby FunkyNano provides an advance in knowledge, which can be used for launching innovative products. The ultimate goal is to fabricate a CMOS-based laboratory prototype, which comprises an array of 16 gas sensors, where each sensor is functionalized for a specific test gas. A worldwide unique nanostructured gas sensor chip is developed and can be employed for personal safety and health applications in smartphones and for optimizing heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) in building technology.

## Projektkoordinator

- Materials Center Leoben Forschung GmbH

## Projektpartner

- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
- ams-OSRAM AG
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH