

Selektiver NH_3 -Mischpotentialsensor mit einer mittels der Pulveraerosoldepositions-methode hergestellten Festelektrolytschicht

Nils Donker, Daniela Schönauer-Kamin, Ralf Moos

*Lehrstuhl für Funktionsmaterialien, Universität Bayreuth, Bayreuth, Deutschland
Kontakt: funktionsmaterialien@uni-bayreuth.de*

Einleitung

Überschreitungen von Stickoxidbelastungen in Städten sind ein großes Problem, welches insbesondere durch den Abgasskandal in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt ist. Eine häufig verwendete Technik zur Verringerung dieser Stickoxide ist die selektive katalytische Reduktion (SCR). Hierbei wird Ammoniak (NH_3) dem Abgas zugegeben, um selektiv die während der Verbrennung auftretenden Stickoxide (NO_x) zu reduzieren.

Um eine Überdosierung von NH_3 zu verhindern, werden selektive NH_3 -Sensoren benötigt. Hierfür konnten bereits Mischpotentialsensoren mit porösen, siebgedruckten Festelektrolyten erfolgreich getestet werden [1]. Diese guten Ergebnisse sollen auf Sensoren mit dichten, mittels der pulveraerosolbasierten Kaltabscheidung (Pulveraerosoldepositions-methode, PAD) (Schema in Abb. 1) aufgetragenen Elektrolytschichten übertragen werden [2].

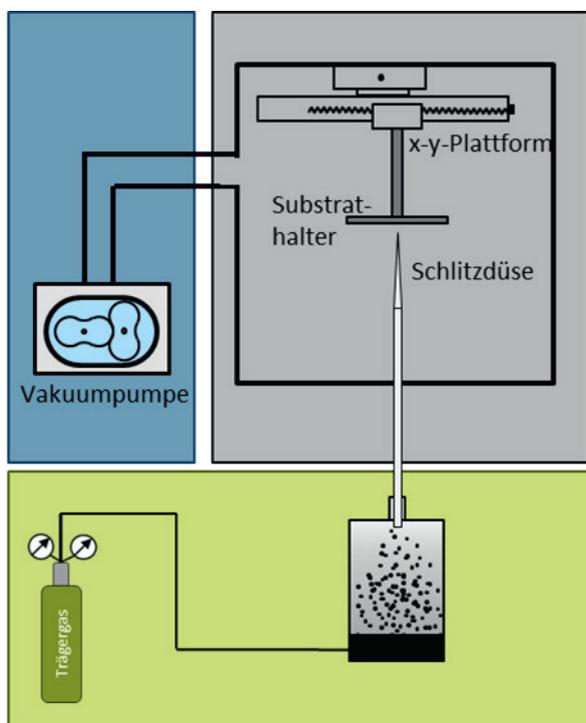


Abb. 1: Schematischer Aufbau der Anlage zur pulveraerosolbasierten Kaltabscheidung (PAD).

Experimentelles

Als Sensorgerüst dient bei dem hier vorgestellten Verfahren ein Al_2O_3 -Substrat, auf welchem mittels PAD eine dichte Festelektrolytschicht aus Yttriumoxid-stabilisiertem Zirkoniumoxid (YSZ) aufgebracht wird. Dazu wird aus Sauerstoff (O_2) und YSZ-Pulver ein Aerosol erzeugt. Dieses Aerosol wird über eine Schlitzdüse in eine Vakuumkammer geleitet. Aufgrund der Druckdifferenz werden die Partikel beschleunigt, treffen die Oberfläche des Substrates, brechen dort auf und bleiben haften. Dadurch kann eine dichte keramische Schicht bei Raumtemperatur aufgebracht werden. Das Substrat selbst befindet sich auf einem beweglichen Verfahrtsch. Dadurch kann die Größe der Schicht eingestellt werden.

Nun wurden auf einer solchen Schicht mittels Siebdruck Goldelektroden und anschließend, auf einer dieser Elektroden, eine katalytische Vanadium-Wolfram-Titanoxid (VWT) Schicht aufgebracht. Diese katalytische Schicht ähnelt der in [2]. Auf der Substratrückseite befand sich zusätzlich eine mit Siebdruck aufgetragene abgedeckte Platin-Heizlerschicht (Abb. 2). Diese wird verwendet, um den Sensor aktiv zu beheizen, wobei die Temperatur über den Vierleiterwiderstand des Heizleiters geregelt wird. Der so hergestellte Sensor wurde anschließend bei verschiedenen Betriebstemperaturen ($450\text{-}600\text{ }^\circ\text{C}$) auf seine Empfindlichkeit gegenüber Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO_2) und Ammoniak (NH_3) untersucht. Als Sensorsignal diente dabei die Leerlaufspannung (OCV) zwischen den beiden Sensorelektroden.

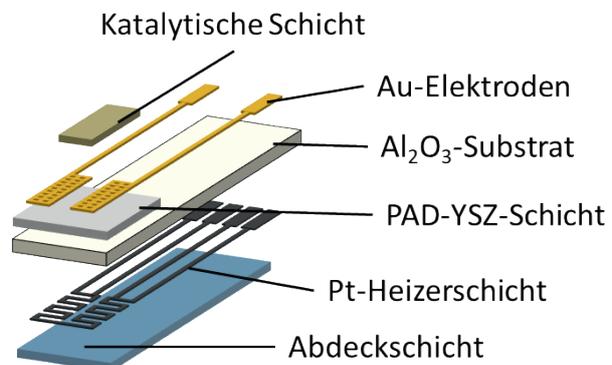


Abb. 2: Schematischer Sensoraufbau

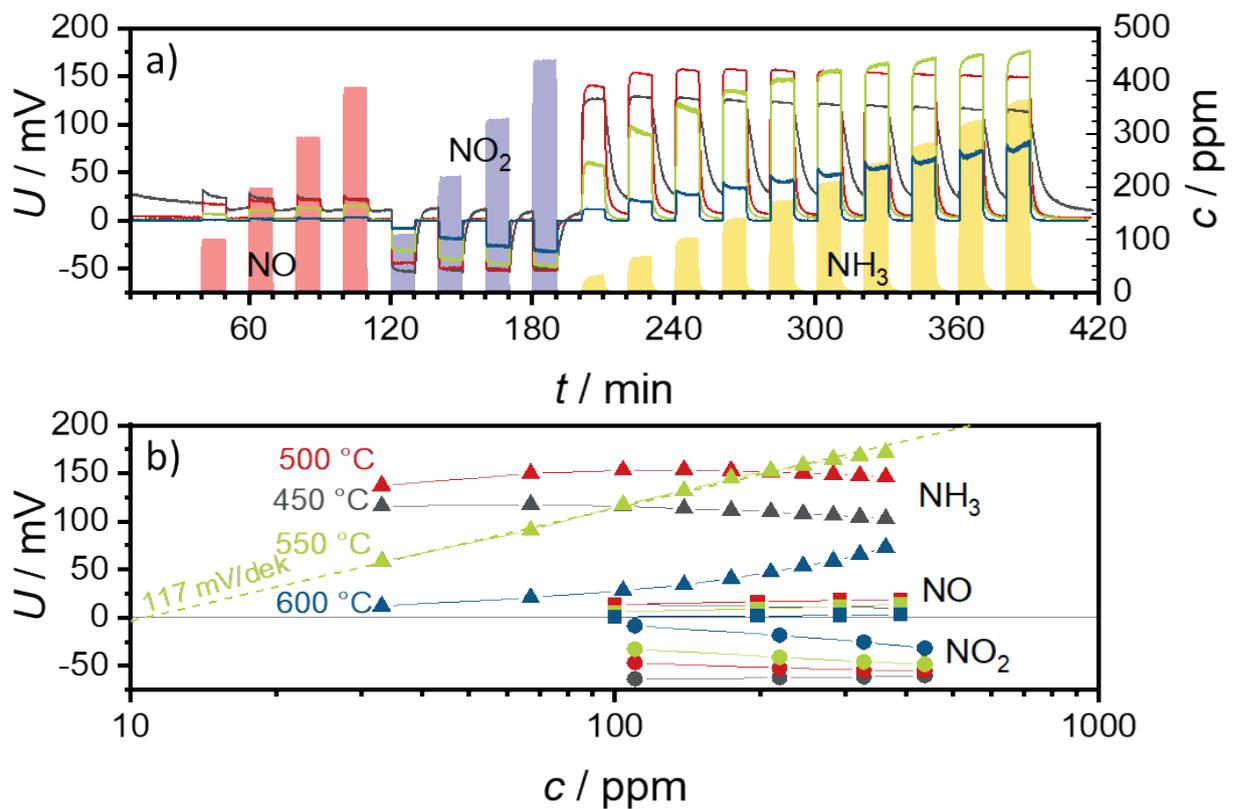


Abb. 3: a) Sensorspannungen gegenüber NO, NO₂ und NH₃ sowie b) die dazugehörigen normierten Kennlinien.

Ergebnisse

Der mit PAD hergestellte Sensor zeigt insbesondere bei 550 °C eine hohe Empfindlichkeit gegenüber NH₃ von etwa 117 mV/Dekade (Abb. 3). Bei niedrigeren Temperaturen konnte schon bei geringen NH₃-Konzentrationen eine Sättigung des Signals beobachtet werden. Bei noch höheren Temperaturen von 600 °C nimmt die NH₃-Empfindlichkeiten weiter ab und zeigt eine lineare Kennlinie. Der Sensor zeigt bei allen untersuchten Temperaturen nahezu keine NO-Empfindlichkeit. Die Sensorspannungen bei Zugabe von NO₂ sind invers zu denen von NH₃, wobei auch die Empfindlichkeit deutlich unter der von NH₃ liegt. Auch hier nimmt die Empfindlichkeit mit steigender Temperatur ab.

Literatur

- [1] SCHÖNAUER, D.; WIESNER, K.; FLEISCHER, M.; MOOS, R.: Selective mixed potential ammonia exhaust gas sensor. In: *Sens. Actuators B* (2009), Nr. 2, S. 585–590
- [2] EXNER, J.; KITA, J.; MOOS, R.: In- and through-plane conductivity of 8YSZ films produced at room temperature by aerosol deposition. In: *J Mater Sci* (2019), Nr. 21, S. 13619–13634

Danksagung

Die Autoren danken der Bayerischen Forschungsstiftung für die Förderung des Projekts (Aktenzeichen AZ-1457-20), sowie Johnson Matthey Catalysts und Heraeus Nexensos für die gute Zusammenarbeit.