



MASTERARBEIT

„Integration von Treibhausgasen in chemische Prozesse“

Ana de Oliveira

Elitestudiengang „Advanced Materials and Processes“

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, 2020

Integration von Treibhausgasen in chemische Prozesse

Ana de Oliveira hat im Elite-Masterstudiengang "Advanced Materials and Processes" (MAP) an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) studiert. Sie schloss ihr Studium im August 2020 mit ihrer Masterarbeit am Lehrstuhl für Chemische Reaktionstechnik (CRT) unter der Betreuung von Dr. Moritz Wolf und Prof. Dr. Peter Wasserscheid ab. Ihre Forschung konzentrierte sich auf den Prozess der Trockenreformierung von Methan (DRM), der zwei wichtige Treibhausgase (THG), nämlich Methan (CH₄) und Kohlendioxid (CO₂), in die Produktion von wertvollem Synthesegas einbezieht.

Ein neues Katalysatorkonzept

Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass die CH₄- und CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre seit der vorindustriellen Zeit stark angestiegen sind, was hauptsächlich auf anthropogene Emissionen zurückzuführen ist. Daher ist eine Umstellung von der nicht nachhaltigen Nutzung fossiler Brennstoffe auf erneuerbare Ressourcen unumgänglich. Um den anthropogenen Kohlenstoff-Fußabdruck auf der Erde zu verringern, werden im Energie- und Chemiesektor verschiedene Strategien angewandt, die die Nachhaltigkeit fördern. Synthesegas besteht aus einem Gemisch aus Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H₂) und ist für die chemische Industrie von großem Wert, da es ein wichtiges Ausgangsprodukt für eine Vielzahl von Kraftstoffen, Feinchemikalien und Polymeren darstellt. Synthesegas kann aus verschiedenen Kohlenstoffquellen durch Reformierungsreaktionen mit CH₄ und einem Oxidationsmittel gewonnen werden. Im Rahmen der Kohlenstoffdioxidabscheidung und -verwertung in industriellen Anlagen kann bei DRM CO₂ als Oxidationsmittel eingesetzt werden, was eine attraktive Alternative darstellt, um die Valorisierung von Treibhausgasen und die Erzeugung von Synthesegas zu kombinieren. Dennoch ist der Durchbruch von DRM im industriellen Maßstab noch nicht gelungen. Die starke Deaktivierung des Katalysators durch Koksablagerung aufgrund des kohlenstoffreichen Einsatzmaterials und die durch die hohen Betriebstemperaturen von 700-1000 °C bedingte Partikelsinterung bleiben ungelöste Herausforderungen. Daher konzentrieren sich die neusten Fortschritte in der Katalysatorforschung für DRM hauptsächlich auf Konzepte zur Verbesserung der Stabilität und der langfristigen Leistung. Die Flüssigphasen-Trägerkatalyse (supported liquid phase catalysis - SLP) vereint die Vorteile der klassischen heterogenen und homogenen Katalyse, wie z. B. die einfache Handhabung des Katalysators und gut definierte aktive Stellen. Kürzlich hat eine Forschergruppe an der FAU eine neue Art von SLP-Katalysatoren eingeführt, nämlich geträgerte katalytisch aktive Flüssigmetalllösungen (SCALMS), welche flüssige Legierungströpfchen auf einem klassischen Trägermaterial darstellen. Die Tropfen bestehen dabei aus einem katalytisch aktiven Metall, das in einem Überschuss eines Metalls mit niedrigem Schmelzpunkt, wie z. B. Gallium, gelöst wird. Frühere Forschungsarbeiten haben bestätigt, dass die Anwendung von SCALMS-Materialien bei der Dehydrierung von Propan die Kohlenstoffablagerung unterdrückt und zu einer höheren Massenproduktivität im Vergleich zu herkömmlichen heterogenen Katalysatoren führt.

Ana de Oliveira berichtete in ihrer Arbeit über die erste erfolgreiche Anwendung von SCALMS in einem Hochtemperaturprozess. Die katalytische Leistung von Ga-reichen SCALMS, die mesoporöses SiC als Trägermaterial verwenden, wurde während der DRM bei 900 °C ausgewertet. Unter den verschiedenen getesteten aktiven Metallen zeigten Ga-Ni/SiC-SCALMS eine ausgezeichnete Stabilität und führten zu einer erheblichen Unterdrückung der Verkokung.

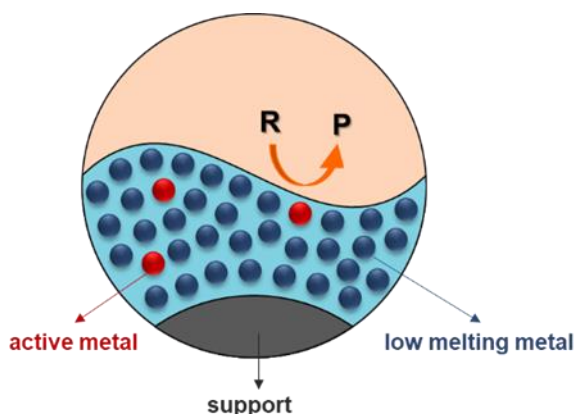
54. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker

Ana de Oliveira präsentierte ihre Forschungsarbeit in Form eines Posters mit dem Titel "Dry reforming of methane over Supported Catalytically Active Liquid Metal Solutions" während des 54. Jahrestreffens Deutscher Katalytiker im März 2021. Diese viertägige Konferenz hat sich als eine der wichtigsten Katalyse-Veranstaltungen in Europa etabliert und deckt Themen ab, die von den Grundlagen der Katalyse bis zu industriellen Anwendungen reichen. In diesem Jahr wurde die Tagung online abgehalten, bot aber dennoch jungen Wissenschaftlern und Forschungsexperten die Möglichkeit, in Vorträgen und Diskussionen den neuesten Stand der Katalyse zu diskutieren und ihr berufliches Netzwerk zu erweitern. Alle Poster wurden auf die Online-Plattform der Veranstaltung hochgeladen und waren während der gesamten Veranstaltung verfügbar, sodass die Teilnehmer jedes einzelne Poster durchsehen und sogar über Zoom mit dem Autor bzw. der Autorin in Kontakt treten konnten.

YounGeCatS, eine deutsche Netzwerkgruppe junger Wissenschaftler im Bereich der Katalyse, organisierte fünf virtuelle Postervorstellungen, bei denen jeweils fünf Poster der Teilnehmer für eine Kurzpräsentation ausgewählt wurden. Ana de Oliveira erhielt den Preis für das beste Poster in der Kategorie "Towards a circular economy: How catalysts can make a difference". Der Preis bestand aus dem Buch "Catalysis: Concepts and Green Applications" von Dr. Gadi Rothenberg.

Weiterer Karriereweg

Im Oktober 2020 begann Ana de Oliveira ihre Promotion in dem Team Effiziente Wasserstofffreisetzung von Dr. Moritz Wolf in der Forschungsabteilung Stoffliche Wasserstoffspeicherung von Prof. Dr. Peter Wasserscheid am Helmholtz-Institut Erlangen-Nürnberg für Erneuerbare Energien (HI ERN). Ihr Arbeitsschwerpunkt ist die Katalysatorentwicklung für die Niedertemperatur-Dehydrierung von flüssigen organischen Wasserstoffträgern (LOHC). LOHCs bieten eine sichere und einfach zu handhabende Methode zur Speicherung und zum Transport von H₂ zu beispielsweise Tankstellen und tragen dazu bei, die H₂-Speichertechnologie für nachhaltige und CO₂-neutrale Energie weiterzuentwickeln.



Schematische Darstellung eines SCALMS-Systems, bei dem das aktive Metall in einer Matrix aus einem Metall mit niedrigem Schmelzpunkt gelöst ist, das auf einen porösen Träger gegossen ist. "R" steht für die Reaktanten und "P" für die Produkte einer Reaktion.

© A. L. de Oliveira, "Dry Reforming of Methane over Supported Catalytically Active Liquid Metal Solutions (SCALMS) Effect of Carrier Material and Active Metal on the Catalytic Performance", Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 2020.

Mehr zum Elitestudiengang:

☞ www.elitenetzwerk.bayern.de

www.nature.com

www.pubs.acs.org

www.map.tf.fau.de