

SulfROX

Schwefeloxidresistente Niedertemperatur-Oxidationskatalyse zum Wärmevershub in Realabgasen

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Kooperationsstrukturen, Bridge Ausschreibung 2023	Status	laufend
Projektstart	01.09.2023	Projektende	31.12.2026
Zeitraum	2023 - 2026	Projektlaufzeit	40 Monate
Keywords	Luftschadstoffminderung; Oxidationskatalyse; Schwefeloxidentoleranz; Eisengruppenmischoxide; Energieeffizienz		

Projektbeschreibung

Die Sicherstellung einer möglichst vollständigen und weitgehend schadstofffreien Konvertierung ist eine wichtige Herausforderung bei allen Arten von Verbrennungsprozessen. Dies gilt in besonderem Maße sowohl für konventionelle, kohlenstoffbasierte, industrielle Verbrennungen, wie sie nach wie vor beispielsweise in Zementwerken oder in der Eisen- und Stahlerzeugung eingesetzt werden, als auch für zukunftsweisende nachhaltig produzierte Energieträger, beispielsweise in Form von e-Fuels oder Biogas. Die Vermeidung einer Wirkungsgradminderung durch unverbrannte gasförmige Verbrennungsrückstände ist einerseits aus Gründen der Energieeffizienz, andererseits aus Klimaschutzüberlegungen ein Gebot der Stunde. Die Ursache dafür ist in der Emission von Verbrennungsrückständen und intermediären Verbindungen wie Methan oder Lachgas zu suchen, welche ein im Vergleich zu Kohlendioxid vielfach höheres Treibhauspotential mit sich bringen und/oder zu toxischer Folgechemie beitragen, wie etwa in Form von bodennahem Ozon.

Die Oxidationskatalyse ist eine bewährte Technik, um Verbrennungsrückstände, wie Kohlenmonoxid, Lachgas oder unverbrannte Kohlenwasserstoffe auch bei niederem Abgastemperaturniveau vollständig umzusetzen und die damit einhergehende Abgastemperaturerhöhung für weitere Abgasbehandlungsschritte, wie etwa Entstickungsmaßnahmen („DeNOxing“) vorteilhaft nutzen zu können. Die Implementierung derartiger Emissionsminderungsmaßnahmen für reale und feuchte Abgasströme wie beispielsweise aus industriellen Anlagen oder Biomassefeuerungen erfordert jedoch robuste Katalysatoren. Diese müssen insbesondere eine hohe Schwefeloxidentoleranz aufweisen, da bestehende Oxidationskatalysatoren, meist auf Edelmetallbasis, bereits durch sehr geringe Konzentrationen von Schwefeloxiden geschädigt werden.

Das gegenständliche Projekt SulfROX beschäftigt sich mit der Forschung an edelmetallfreien Oxidationskatalysatoren aus Mischoxiden, genauer gesagt der Erforschung von kristallinen eisengruppenelementhaltigen Mineralphasen, deren Oberflächenacidität als maßgeblicher Schutzfaktor gegen einen schwefelsauren Angriff optimiert werden soll. Mit den chemischen Umsetzungen einhergehende Umwandlungen von Mineralphasen werden durch maßgeschneiderte in-situ Diagnostik detektiert und tragen zur Mechanismus-Aufklärung bei. Für geeignet erscheinende Aktivmaterialien werden im Projekt Synthesewege unter weitgehend nebenproduktfreien Green-Chemistry Gesichtspunkten entworfen. Ausgehend von

Materialien mit hoher Verfügbarkeit werden diese Materialien für Performancetests in keramikgeträgerte Modellwabenkörper überführt. Die Forschungsaktivität legt damit die Grundlage einer zukünftigen Generation von Oxidationskatalysatoren, die einen wesentlichen Beitrag zur Einhaltung aktuell in Verschärfung befindlicher Luftreinhaltungsregularien im EU-Kontext und darüber hinaus leisten werden.

Abstract

Ensuring complete and largely pollution-free conversions states an important challenge during all types of combustion processes. This is particularly true both for conventional, carbon-based large-scale industrial incineration, such as those used in cement works or in iron and steel production, as well as for future sustainably produced energy carriers, like in the form of e-fuels or biogas. Avoiding a reduction in efficiency through unburned gaseous combustion residues is the order for the reason of energy efficiency on the one hand and climate protection considerations on the other hand. This fact is caused by emission of combustion residues and intermediates such as methane or nitrous oxide, which have a much higher global warming potential than carbon dioxide and/or contribute to toxic subsequent chemistry, for example in the form of ground-level ozone.

Oxidation catalysis is a well proven technology for completely converting combustion residues such as carbon monoxide, nitrous oxide, or unburned hydrocarbons even at low exhaust gas temperatures. Furthermore, the resulting increase in exhaust gas temperature may be advantageous for further exhaust gas treatment steps such as downstream denitrification ("DeNOxing"). However, the implementation of such emission reduction measures for real and moist exhaust gas flows from industrial plants or biomass incineration, for example, requires robust catalysts. In particular, these must have a high sulfur oxide tolerance, since existing oxidation catalysts, mostly based on precious metals, are already damaged by trace concentrations of sulfur oxides.

The SulfROX research project investigates noble metal-free oxidation catalysts made from mixed oxides. More precisely crystalline mineral phases containing iron group elements are considered. Surface acidity of this materials shall be optimized as a major protective factor against sulfuric acid attacks. Newly formed mineral phases associated with the ongoing chemical conversions are detected by customized in-situ diagnostics and contribute to the elucidation of underlying reaction mechanisms. In the project, synthesis routes for suitable active materials are designed. Largely by-product-free Green-Chemistry strategies are considered. Starting materials with high availability are transferred to ceramic-supported model honeycomb bodies for subsequent performance tests. The research activity thus lays the foundation for a future generation of oxidation catalysts, which will make a significant contribution to compliance with air pollution control regulations that are currently being tightened in the EU context and beyond.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes

Projektpartner

- Ceram Austria GmbH
- Universität Innsbruck Institut für Mineralogie und Petrographie