

Das DeNO_x-DePM-Projekt

Die simultane Reduktion von Stickstoffoxid und Feinstaub über das DeNO_x-DePM-Projekt



Abbildung 1: Unbelasteter Gewebefilter (links) und mit Feinstaub belasteter Gewebefilter (rechts).

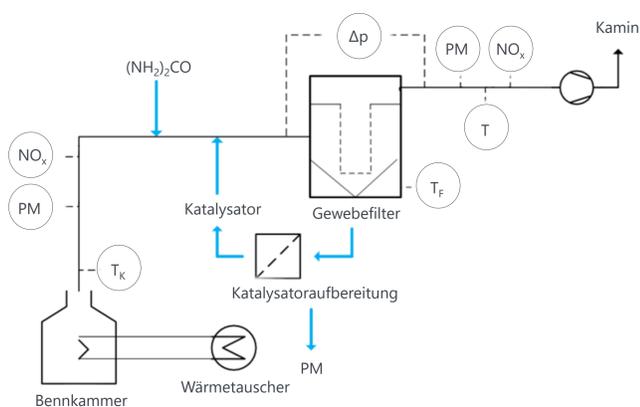


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Testanlage.

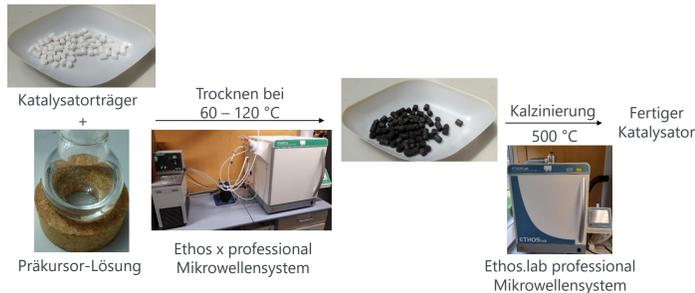


Abbildung 3: Verfahren zur Herstellung von Katalysatoren.



Abbildung 4: Gasmessgeräte, die an Kalibrierprüfgasflaschen angeschlossen sind.

MOTIVATION

Unter den erneuerbaren Energieträgern, die zur Wärmeerzeugung genutzt werden, stellt die Biomasse mit 84 % die bedeutendste Wärmeenergiequelle dar [1]. Um die klimafreundliche Nutzung von biogenen Rest- und Abfallstoffen als erneuerbare Energiequelle zu gewährleisten, müssen neue Technologien erforscht werden, die eine deutliche Reduzierung der im Rauchgas enthaltenen Schadstoffe erreichen.

EINLEITUNG

Zu den Schadstoffen, die bei der Verbrennung von Biomasse freigesetzt werden, gehören NO_x, CO, CO₂, SO₂, VOC und Feinstaub (PM), um nur einige zu nennen [2]. Einige der wichtigsten Umweltauswirkungen, wie photochemischer Smog und saurer Regen sowie Folgen für die menschliche Gesundheit, werden durch NO_x verursacht [3,4]. Eine Möglichkeit zur Verringerung der NO_x-Emissionen ist die selektive katalytische Reduktion (SCR). Diese Katalysatoren werden in einer *High-Dust*-, *Low-Dust*- oder *Tail-End*-Konfiguration installiert [5]. Die in der Biomasse enthaltenen Spurenstoffe wie Phosphor (P), Kalium (K) und Natrium (Na) [2] haben auf konventionelle Katalysatoren deaktivierenden Eigenschaften und verkürzen die Standzeiten [4]. Daraus ergeben sich besondere Herausforderung für die Entwicklung von Entstickungssystemen beim Einsatz von biogenen Reststoffen. In diesem Projekt mit der Bezeichnung **DeNO_x-DePM** soll der Katalysator als Additiv direkt dem Rauchgas zugesetzt werden, so dass ein katalytisch aktiver Filterkuchen am Gewebefilter gebildet wird und der Katalysator nach seiner Deaktivierung zusammen mit dem Feinstaub entfernt werden kann.

PROJEKTIDEE

Die Idee des **DeNO_x-DePM**-Projekts beruht auf zwei vorangegangenen Projekten, in denen die Herstellung von Katalysatoren mit Hilfe eines Mikrowellensystems und die Staubabscheidung an einem optimierten Metallgewebefilter [6] untersucht wurden (siehe Abbildung 1). Der innovative Ansatz dieses Projekts besteht darin, den Katalysator dem Rauchgas zuzusetzen und diesen an einem Gewebefilter abzuscheiden, wodurch ein katalytisch aktiver Filterkuchen entsteht. Bei herkömmlichen Verfahren ist eine Regeneration des Katalysators im Dauerbetrieb nicht möglich. Bei dem geplanten Verfahren ist dies jedoch möglich, da der Filterkuchen auf dem Gewebefilter durch Druckluft entfernt werden und sich anschließend eine neue Schicht aus aktivem Katalysator auf dem Filter bilden kann (siehe Abbildung 2).

METHODE

Die Katalysatoren werden durch Imprägnieren eines Trägers mit einer Präkursor-Metallsalzlösung hergestellt. Die Trocknung erfolgt zwischen 60 und 120 °C mit einem „Ethos x professional“-Mikrowellensystem der Firma MLS GmbH. Die Kalzinierung erfolgt bei 500 °C für 3 Stunden mit einem „Ethos.lab professional“-Mikrowellensystem des gleichen Herstellers (siehe Abbildung 3). Die Katalysatoren werden zunächst im Labormaßstab mit synthetischem Rauchgas getestet. Dabei werden ihre Funktionsfähigkeit und ihre Beständigkeit gegen Störkomponenten wie H₂O und SO₂ erprobt. Dies geschieht durch kontinuierliche Konzentrationsmessungen von NO_x vor und nach dem Katalysator mit Emissionsmessgeräten (siehe Abbildung 4). Anschließend sind Versuchsreihen an einer Rostfeuerungsanlage mit einer Leistung von 30 kW_{th} und verschiedenen biogenen Brennstoffen in Kombination mit den Gewebefiltern geplant. Die Temperatur für die katalytische Reaktion wird zwischen 120 - 300 °C angestrebt. Nach diesen ersten Funktionstests wird eine Hochskalierung auf ein Holzheizkraftwerk erfolgen.

DERZEITIGER STAND

- Derzeit befindet sich das Projekt in seiner ersten Phase, der Verfahrensentwicklung.
- Eine Reihe an Katalysatoren mit unterschiedlichen Präkursor-Lösungen und Trägermaterialien wurden bereits hergestellt und werden zeitnah getestet.
- Der Laboraufbau wurde mit neuen Messgeräten aufgerüstet.
- Der Versuchsaufbau ist in Planung und der Gewebefilter ist bei Keller Lufttechnik GmbH in der Fertigung.

[1] Umweltbundesamt, Erneuerbare Energien in Deutschland. Daten zur Entwicklung im Jahr 2022, 2023, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erneuerbare-energien-in-deutschland-2022>.
 [2] J. Orasche *et al.*, Comparison of Emissions from Wood Combustion. Part 1: Emission Factors and Characteristics from Different Small-Scale Residential Heating Appliances Considering Particulate Matter and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH)-Related Toxicological Potential of Particle-Bound Organic Species, *Energy Fuels* 26 (11) (2012) 6695–6704.
 [3] G. Xu *et al.*, A review of Mn-based catalysts for low-temperature NH₃-SCR: NO_x removal and H₂O/SO₂ resistance, *Nanoscale* 13 (15) (2021) 7052–7080.
 [4] M. Klimczak *et al.*, High-throughput study of the effects of inorganic additives and poisons on NH₃-SCR catalysts—Part I: V₂O₅-WO₃/TiO₂ catalysts. *Appl. Catal., B* 95 (1-2) (2010) 39–47.
 [5] J.J. Schreifels *et al.*, Design and operational considerations for selective catalytic reduction technologies at coal-fired boilers, *Front. Energy* 6 (1) (2012) 98–105.
 [6] F. Schott *et al.*, Novel metal mesh filter equipped with pulse-jet regeneration for small-scale biomass boilers. *Biomass Bioenergy* 163 (2022) 106520.



Kontaktperson(en):
Andreas Fuchs
Marc Oliver Schmid
Ulrich Vogt
Günter Scheffknecht



andreas.fuchs@ifk.uni-stuttgart.de



Institution:
Universität Stuttgart
Institut für Feuerungs-
und Kraftwerkstechnik
Pfaffenwaldring 23
70569 Stuttgart



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages