Bergische Universität Wuppertal – Fk 7
Fachgebiet Sicherheitstechnik/Umweltschutz
Eberhard Schmidt (Hrsg.)
Wuppertaler Reihe zur Umweltsicherheit



Marcel Zillgitt

Staubabscheidung mit elektrostatisch beeinflusstem Wassersprühnebel

SHAKER
VERLAG

Wuppertaler Reihe zur Umweltsicherheit

Marcel Zillgitt

Staubabscheidung mit elektrostatisch beeinflusstem Wassersprühnebel

Shaker Verlag
Düren 2021

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Zugl.: Wuppertal, Univ., Diss., 2020

Copyright Shaker Verlag 2021
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7829-9
ISSN 1861-1001

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren
Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Staubabscheidung mit elektrostatisch beeinflusstem Wassersprühnebel

Luftgetragener Staub, wie er bei beim Umschlag und Transport von Schüttgütern in die Umgebung freigesetzt wird, stellt neben einem Materialverlust auch eine gesundheitliche Gefahr für den Menschen dar. Zur Minderung dieser diffusen Staubemissionen eignen sich Sprühdüsensysteme, die in der Regel mit erheblichen Wassermengen Staubpartikeln an Wassertropfen binden. Physikalisch bedingt nimmt die Effizienz der Abscheidung mit abnehmender Partikelgröße zunächst ab, sodass speziell im Bereich der Partikelfraktionen PM_{10} und $PM_{2,5}$ Handlungsbedarf zur Einhaltung nationaler Grenzwerte für diese Fraktionen besteht.

Diese Arbeit beschäftigt sich daher mit einem Sprühdüsensystem, welches durch elektrostatische Aufladung von Wassertropfen eine höhere Feinstaubbindung erreicht. Hierbei wird eine höhere Kollisionswahrscheinlichkeit durch die elektrostatische Anziehung zwischen Partikeln und Tropfen erzielt. Zum Verständnis der Aufladememechanismen von Tropfen wird zunächst der Ablösevorgang von Einzeltropfen in einem elektrischen Feld untersucht. Durch Beobachtung dieses Vorgangs und der Ermittlung von erreichten Ladungszuständen werden Erkenntnisse zur technischen Auslegung einer Zweistoffdüse mit integrierter elektrostatischer Aufladeeinheit gewonnen. Anschließend wird ein methodisches Vorgehen entwickelt, um Tropfenkollektive hinsichtlich der Tropfengrößenverteilung und Tropfenladung zu charakterisieren, sodass sich diese Erkenntnisse zur Abschätzung des erreichbaren Abscheidegrades nutzen lassen.

Um die Auswirkung der Tropfenladung bei der Abscheidung von Partikeln geringer Größe (< 10 µm) mittels Wassersprühnebel zu analysieren, wird ein Windkanal-Teststand genutzt. Hierbei werden realitätsnahe Bedingungen luftgetragener Stäube durch Variation der Strömungsgeschwindigkeit sowie der Partikelkonzentration eines im Eingangsquerschnitt erzeugten Aerosols nachgestellt. Mithilfe einer theoretischen Betrachtung der Abscheideeffekte von Partikeln bedingt durch Trägheit, turbulente Vermischung und elektrostatische Anziehung im Windkanal erfolgt eine Abschätzung des Fraktionsabscheidegrads. Diese wird anschließend mit den Ergebnissen aus der Bilanzierung der Partikelkonzentrationen verglichen. Letztendlich wird der Einfluss des elektrostatischen Effekts bei der nassen Partikelabscheidung beurteilt.