

Numerische Untersuchungen zum Auftreffverhalten von Partikeln auf Fasern im Bereich dominierender Trägheitsabscheidung

T. Müller, J. Meyer, G. Kasper

Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik (MVM)

Karlsruher Institut für Technologie, Deutschland

Ziel aktueller Entwicklungen im Bereich der Simulation von Partikelabscheidungsprozessen an Faserfiltermedien ist die zuverlässige Vorhersage der Verläufe von Druckverlust und Trenngrad bei zunehmender Staubbelastung. Neben der eingetragenen Partikeloberfläche spielen bei hoher Beladung auch Orientierung und Packungsdichte der auf den Fasern gebildeten Partikelstrukturen eine Rolle.

Im Bereich dominanter Trägheitsabscheidung ist das Abprallverhalten der Partikel zum einen verantwortlich für eine Reduktion des Trenngrades des Mediums, zum anderen aber auch für die Ausbildung morphologischer Merkmale der resultierenden Partikelstrukturen. Wesentliches Kriterium für das Abprallen von Partikeln ist die Aufprallgeschwindigkeit der Partikel auf die Faser. Abhängig von Materialeigenschaften der Fasern und des Staubes tritt das Abprallen bei verschiedenen kritischen Stoßgeschwindigkeiten auf. Um Stoß- und Haftmodelle in Simulationsumgebungen erfolgreich zur Anwendung bringen zu können, müssen demnach sowohl die Verteilung der Auftreffgeschwindigkeit als auch die kritische Aufprallgeschwindigkeit der interessierenden Materialpaarung bekannt sein.

Die hier vorgestellten Untersuchungen hatten die quantitative Beschreibung der Aufprallgeschwindigkeiten und Kontaktstellen von monodispersen Partikeln auf unbeladene Fasern zum Ziel. Hierfür wurden sowohl CFD-Simulationen im Trägheitsbereich durchgeführt als auch analytische Methoden zur Strömungsfeldberechnung angewandt. Die angesetzte Parameterstudie umfasste die Variation von Anströmgeschwindigkeit, Partikel- und Faserdurchmesser sowie der Partikeldichte. Zudem wurden verschiedene Faseranordnungen untersucht, insbesondere die isolierte Einzelfaser und parallele Anordnungen von Fasern mit unterschiedlichem Faserabstand.

Eine Bewertung der erzielten Ergebnisse und der Simulationsmethodik erfolgte indirekt durch Abgleich der bei den Simulationen resultierenden Auftreffgrade mit Messergebnissen und empirischen Modellen aus der Literatur.