

**Abgaskonditionierung mit Haftvermittlern zur  
verbesserten Abscheidung von Feinstäuben beim  
elektrostatischen Abscheiden**

Von der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik  
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Ingenieurwissenschaften

genehmigte Dissertation  
vorgelegt von **Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)** und **Dipl.-Ing.**

**Florian Christopher Werner Schott**

aus Hof / Saale

Berichter:

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. (CZ) Dieter Senk**

**Prof. Dr.-Ing. Gunnar Still**

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl Bernhard Friedrich**

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Dezember 2011

# Inhaltsverzeichnis

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 1     | Einleitung und Aufgabenstellung .....  | 1   |
| 2     | Einführung in den Themenkreis .....  | 3   |
| 2.1   | Staub - Begriffsbestimmungen, Auswirkungen und Recht .....   | 3   |
| 2.1.1 | Klassifizierung von Stäuben und Partikeln .....  | 3   |
| 2.1.2 | Wirkung von Stäuben auf den menschlichen Organismus .....  | 5   |
| 2.1.3 | Rechtlicher Rahmen .....   | 8   |
| 2.2   | Staubabscheidung .....   | 11  |
| 2.2.1 | Massenkraftabscheider .....  | 11  |
| 2.2.2 | Filternde Abscheider .....   | 17  |
| 2.2.3 | Elektrische Abscheider .....   | 22  |
| 2.2.4 | Nassabscheider .....   | 26  |
| 2.3   | Grundlagen der Partikelagglomeration und Verfahren zur<br>Abgaskonditionierung im Abgasstrom ..... | 28  |
| 2.3.1 | Grundlagen der Partikelagglomeration .....   | 28  |
| 2.3.2 | Verfahren zur Partikelagglomeration im Abgasstrom .....  | 34  |
| 3     | Aufbau und Funktion der <u>Abgassimulationsanlage</u> mit<br>Versuchselektrofilter (ASiA II) ..... | 39  |
| 3.1   | Partikelquelle und Dosierung .....   | 40  |
| 3.2   | Agglomerationsmodul .....  | 42  |
| 3.3   | Modul zur Partikelmessung .....  | 42  |
| 3.4   | Versuchs-Elektrofilter .....   | 44  |
| 4     | Experimenteller Teil .....   | 50  |
| 4.1   | Voruntersuchungen .....  | 50  |
| 4.1.1 | Charakterisierung des Probematerials .....   | 50  |
| 4.1.2 | Technologische Eigenschaften der Additive .....  | 61  |
| 4.1.3 | Untersuchungen zum Feuchtigkeitsaufnahmevermögen .....   | 64  |
| 4.1.4 | Versuche zum Agglomerationsverhalten des Staubs .....  | 67  |
| 4.1.5 | Untersuchungen zum spezifischen elektrischen Widerstand .....                                      | 73  |
| 4.1.6 | Untersuchung zum Laugungsverhalten des Staubs .....  | 76  |
| 4.1.7 | Charakterisierung des Sprühkegels .....  | 77  |
| 4.1.8 | Diskussion der Voruntersuchungen .....   | 87  |
| 4.2   | Versuche zur Additivzugabe im Flugstrom .....  | 92  |
| 4.2.1 | Versuche zum Einfluss verschiedener Haftvermittler .....   | 92  |
| 4.2.2 | Versuche zum Einfluss der Eindüserichtung .....  | 102 |
| 4.2.3 | Diskussion der Additivzugabe im Flugstrom .....  | 106 |
| 4.3   | Agglomerations- und Abscheideversuche mit dem Versuchs-ESP ..                                      | 114 |
| 4.3.1 | Aufbau und Kalibrierung der Messdatenerfassung .....   | 114 |
| 4.3.2 | Abscheideverhalten einer Raumentstaubungsanlage .....  | 118 |
| 4.3.3 | Staubabscheidung mit dem Versuchs-ESP .....  | 122 |
| 4.3.4 | Diskussion der Versuche .....  | 136 |
| 5     | Ansatz zur betriebswirtschaftlichen Abschätzung .....  | 140 |
| 6     | Gesamtdiskussion und Schlussfolgerungen .....  | 146 |
| 7     | Zusammenfassung und Ausblick .....   | 153 |
| 8     | Quellenverzeichnis .....   | 155 |
| 9     | Anhang .....   | 168 |