

Dipl.-Ing. Karsten Wilbrand, Hamburg

Thermische Boden- behandlung in Drehrohr- Verbrennungsanlagen – Simulation und Messung

Reihe **15**: Umwelttechnik

Nr. **170**

Inhaltsverzeichnis	Seite
Formelzeichen	VIII
1 Einleitung	1
2 Derzeitiger Stand	3
2.1 Thermische Bodenreinigung	3
2.1.1 Verfahren	6
2.1.2 Rauchgasreinigung	8
2.1.3 Genehmigungsverfahren und gesetzliche Richtlinien	10
2.1.4 Anlagen zur thermischen Bodenreinigung	12
2.2 Modellierung von Drehrohr-Anlagen	19
3 Ziel der Arbeit	21
4 Grundlagen der dynamischen Modellierung	23
4.1 Struktur des Modells	23
4.2 Differenzielle Erhaltungsgleichungen	24
4.3 Lösungsverfahren	26
5 Physikalisch-mathematisches Modell des Drehrohrs	28
5.1 Feststofftransport im Drehrohr	28
5.2 Wärmeübertragung im Drehrohr	31
5.2.1 Wärmeübergang durch Konvektion	33
5.2.2 Wärmeübergang durch Strahlung	38
5.2.3 Wärmeübergang durch Leitung	40
5.3 Stoffübergang im Drehrohr	44
5.3.1 Trocknung	44
5.3.2 Kohlenwasserstoffe	48
5.3.3 Schwermetalle	50
5.4 Berechnung der thermischen Verhältnisse im Drehrohr	52

6 Physikalisch-mathematische Modellierung der Anlagenkomponenten	55
6.1 Rauchgasrohrleitung	55
6.2 Brennkammer	55
6.3 Wärmeübertrager	56
6.4 Mischpunkte für Gas und Feststoff	57
6.5 Gebläse	57
6.6 Regler	58
7 Simulationsprogramm für Drehrohranlagen	60
8 Messungen an Drehrohranlagen	62
8.1 Messungen an einer Bodenreinigungsanlage	62
8.1.1 Beschreibung der Anlage	62
8.1.2 Meßprogramm	65
8.1.3 Meßergebnisse	66
8.2 Messungen an einer Kohleschlamm trocknungsanlage	67
8.2.1 Beschreibung der Anlage	67
8.2.2 Meßprogramm	69
8.2.3 Meßergebnisse	69
8.3 Messungen an einer Sand trocknungsanlage	70
8.3.1 Beschreibung der Anlage	70
8.3.2 Meßprogramm	72
8.3.3 Meßergebnisse	72
9 Vergleich von Rechnung und Messung	73
9.1 Bodenreinigungsanlage	73
9.1.1 Simulationsmodell	73
9.1.2 Stationärer Betrieb	74
9.1.3 Instationärer Betrieb	75

9.2 Kohleschlammrockner	77
9.2.1 Simulationsmodell	77
9.2.2 Stationärer Betrieb	77
9.2.3 Instationärer Betrieb	78
9.3 Sandrockner	79
9.3.1 Simulationsmodell	79
9.3.2 Stationärer Betrieb	80
9.3.3 Instationärer Betrieb	81
10 Prozeßoptimierung von Drehrohranlagen	83
10.1 Anwendung des Simulationsprogramms zur Prozeßoptimierung	83
10.2 Optimierung der Bodenreinigungsanlage	83
10.3 Optimierung des Kohleschlammrockners	86
10.4 Optimierung des Sandrockners	88
11 Zusammenfassung	93
 - Tabellen	95
 - Bilder	111