

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen

Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung und Zielsetzung.....	3
2 Stand des Wissens.....	5
2.1 Feststoffmischen.....	5
2.1.1 Bauformen.....	5
2.1.2 Mischprinzipien.....	7
2.1.3 Entmischung in rotierenden Mischsystemen.....	11
2.1.4 Vibrationsmischer.....	12
2.2 Gliederung verfahrenstechnischer Grundoperationen mit Vibrationen.....	16
2.2.1 Einsatzgebiete.....	16
2.2.2 Vibrationsantriebe.....	17
2.2.3 Anregungsarten.....	17
2.3 Einfluß von Vibrationen auf Schüttgüter.....	19
2.3.1 Bewegung einer Einzelpartikel.....	19
2.3.2 Modell „starrer plastischer Körper“.....	20
2.3.3 Strömungsbildung und Fluidisierung im Schüttgut.....	23
2.3.4 Simulation von Schüttgütern bei Vibrationsanregung.....	27
2.3.5 Schüttgutmischen mit Vibrationsanregung.....	29
3 Theorie der Schwingungen und der Mischgüte.....	31
3.1 Mehrdimensionale Vibrationsanregung.....	31
3.1.1 Vibrationsanregung mit Lissajous-Figuren.....	31
3.1.2 Dreidimensionale Vibrationsanregung.....	39
3.1.3 Kennzahl und Arbeitsbereich beim 3D-Vibrationsmischen.....	43
3.2 Bewertung einer Mischung.....	45
3.2.1 Mischgütemaße.....	46
3.2.2 Probengröße.....	48
3.2.3 Bestmöglicher Mischungszustand.....	50
3.2.4 Darstellung und Interpretation der Meßwerte.....	51
4 Versuchsaufbau und Versuchsmaterial.....	57
4.1 Pilotanlage des Vibrationsmischers.....	57

4.2	3D-Vibrationsmischer	58
4.2.1	Aufbau und Bauteile	58
4.2.2	Schwingverhalten des 3D-Vibrationsmischer	63
4.2.3	Einstellung des 3D-Vibrationsmischers	67
4.3	Schwingungsmessung	68
4.4	Vergleichsmischer	71
4.4.1	Taumelmischer	71
4.4.2	Shaker	73
4.5	Versuchsmaterial	74
4.6	Probenahme	76
4.7	Meßgenauigkeit der Probenahme	81
4.8	Versuchsplanung	83
5	Bewegungs- und Strömungsvorgänge beim Vibrationsmischen	85
5.1	Schwingbahn von Schüttgut und fester Masse bei 2D-Anregung	85
5.2	3D-Vibrationsanregung	95
5.3	Mischbewegung	98
5.4	Effekte bei der Strömungsbildung	105
6	Mischgüte-Untersuchungen	111
6.1	Zeitlicher Mischgüteverlauf beim 3D-Vibrationsmischen	111
6.2	Einfluß der Vibrationsparameter bei der 2D-Anregung	113
6.3	Einfluß verschiedener Parameter bei 3D-Anregung	118
6.4	Mischgüteverlauf bei verschiedenartigen Schüttgütern	121
6.5	Mischgüteverlauf im Taumelmischer und Shaker	126
6.6	Vergleich der Mischsysteme	130
7	Schlußfolgerung und Ausblick	135
8	Literaturverzeichnis	137
Anhang	151