

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2 Partikeln und disperse Systeme</b>	<b>4</b>
2.1 Disperse Systeme	4
2.2 Feinheitsmerkmale, Partikelgrößen	5
2.2.1 Geometrische Abmessungen	5
2.2.2 Die Sinkgeschwindigkeit als Feinheitsmerkmal	6
2.2.2.1 Kräfte auf Partikeln im Fluid	7
2.2.2.2 Sinkgeschwindigkeit im Schwerfeld	11
2.2.2.3 Sinkgeschwindigkeit im Zentrifugalfeld	13
2.2.2.4 Dimensionslose Darstellung ( $\Omega$ -Ar- bzw. $W^*$ - $D^*$ -Diagramm)	15
2.2.3 Äquivalentdurchmesser	17
2.2.3.1 Geometrische Äquivalentdurchmesser	18
2.2.3.2 Physikalische Äquivalentdurchmesser	19
2.2.4 Spezifische Oberfläche	20
2.3 Partikelform, Formfaktoren	21
2.4 Partikelgrößenverteilungen	25
2.4.1 Allgemeine Darstellung	25
2.4.2 Mittelwerte, spezielle Kenngrößen von Verteilungen	32
2.4.3 Spezielle Verteilungen	36
2.4.3.1 Potenzfunktion	37
2.4.3.2 Logarithmische Normalverteilungsfunktion	40
2.4.3.3 RRSB-Funktion	46
2.4.3.4 Vergleich der drei speziellen Verteilungen	49
2.4.4 Ergänzungen zur Darstellung von Partikelgrößenverteilungen	50
2.4.4.1 Zusammensetzung mehrerer Verteilungen	50
2.4.4.2 Umrechnung einer Partikelgrößenverteilung auf ein anderes Feinheitsmerkmal	51
2.4.4.3 Umrechnung von einer Mengenangabe in eine andere	52
2.4.4.4 Allgemeine Darstellung von integralen Mittelwerten einer Verteilung (statistische Momente)	54
2.5 Haftkräfte zwischen Partikeln	56
2.5.1 Haftkräfte in gasförmiger Umgebung	57
2.5.2 Haftkräfte in flüssiger Umgebung	62
2.6 Poröse Systeme	64
2.6.1 Porosität	64
2.6.2 Porenweite	67
2.6.3 Mittlere Dichte (Schüttgutedichte)	68
2.6.4 Packungsstruktur	69
2.7 Aufgaben zu Kapitel 2	69

<b>3 Meßverfahren der Partikelgrößenanalyse</b>	<b>85</b>
3.1 Probennahme, Probenteilung, Fehlerarten	85
3.2 Analysenklassierverfahren (Siebung und Sichtung)	91
3.2.1 Analysensiebung	91
3.2.2 Analysensichtung	93
3.3 Sedimentationsverfahren	97
3.3.1 Sinkgeschwindigkeit als Feinheitsmerkmal	97
3.3.2 Systematik der Sedimentationsverfahren	98
3.3.3 Inkrementalverfahren	99
3.3.4 Kumulativverfahren	102
3.4 Optische Verfahren, Zählverfahren	105
3.4.2 Streulichtverfahren	107
3.4.2.1 Streuungsmessung am Einzelteilchen	107
3.4.2.2 Streuungsmessung an Partikelkollektiven (Laserbeugungsverfahren)	110
3.4.2.3 Extinktionsmessung	112
3.4.3 Nichtoptische Zählverfahren nach dem Feldstörungsprinzip	113
3.4.4 Mindestprobengröße bei Zählverfahren	115
3.5 Oberflächenmessung	119
3.5.1 Gasadsorptionsverfahren	120
3.5.2 Durchströmungsverfahren	123
3.5.3 Fotometrisches Verfahren	124
3.6 Aufgaben zu Kapitel 3	125
<b>4 Lagern und Fließen von Schüttgütern</b>	<b>132</b>
4.1 Aufgabenstellungen	132
4.2 Das Schüttgut als Kontinuum	133
4.3 Ruhende Schüttgüter	134
4.4 Fließende Schüttgüter	139
4.4.1 Spannungszustand und Fließkriterien	139
4.4.1.1 Spannungszustand	139
4.4.1.2 Fließkriterien	145
4.4.2 Ausfließen von Schüttgütern aus Silos und Bunkern	151
4.4.2.1 Flußtypen	151
4.4.2.2 Brückenbildung	153
4.4.2.3 Auslegungsgang und Beispiel	160
4.5 Aufgaben zu Kapitel 4	163
<b>5 Feststoffmischen und Rühren</b>	<b>168</b>
5.1 Übersicht über die Mischverfahren	168
5.2 Statistische Kennzeichnung und Beurteilung der Mischung	170
5.2.1 Kennzeichnung der Mischung	170
5.2.1.1 Mischungszusammensetzung und Mischgüte (Mittelwert und Varianz)	170
5.2.1.2 Mischungszustände	172

5.2.1.3	Weitere Mischgütemaße	177
5.2.2	Beurteilung der Mischung	179
5.2.2.1	Vertrauensbereich des Mittelwerts	179
5.2.2.2	Verteilung und Vertrauensbereich der Varianz	181
5.2.2.3	Varianz der Meßungenauigkeiten	185
5.3	Mischgüteuntersuchungen	186
5.3.1	Zeitlicher Mischgüteverlauf	186
5.3.2	Probennahme	190
5.3.2.1	Ort und Häufigkeit der Probennahme	190
5.3.2.2	Probengröße	191
5.3.2.3	Erforderliche Anzahl der Proben	195
5.3.2.4	Kunden- und Produzentenrisiko	195
5.3.2.5	Zusammenfassende Regeln zur Mischgütebestimmung und Beispiel	201
5.4	Feststoffmischverfahren	204
5.4.1	Mischbewegungen, Entmischung	204
5.4.2	Bauformen von Feststoffmischern	206
5.4.2.1	Übersicht	206
5.4.2.2	Mischer mit bewegtem Mischbehälter	208
5.4.2.3	Mischer mit bewegten Mischwerkzeugen in feststehendem Behälter	209
5.4.2.3	Pneumatische Mischer	211
5.4.2.4	Mischbetten, Mischhalden	214
5.4.3	Leistungsbedarf von Feststoffmischern	215
5.5	Rühren	217
5.5.1	Grundaufgaben des Rührens	217
5.5.2	Bauformen von Rührwerken und Rührern	219
5.5.3	Leistungsbedarf von Rührern	226
5.5.4	Verfahrenstechnische Grundlagen zu den Rühraufgaben	231
5.5.4.1	Homogenisieren	232
5.5.4.2	Suspendieren	236
5.5.4.3	Emulgieren	241
5.5.4.4	Begasen	243
5.5.4.5	Wärmeaustausch	250
5.5.5	Modellübertragung (Scale-up)	253
5.6	Statisches Mischen	261
5.6.1	Bauformen und Mischmechanismen	261
5.6.2	Berechnungsgrundlagen für statische Mischer	263
5.7	Aufgaben zu Kapitel 5	266
6	Klassieren	276
6.1	Allgemeines zu den mechanischen Trennverfahren	276
6.2	Kennzeichnung der Klassierung	278
6.2.1	Begriffe und Definitionen	278

6.2.2	Trenngradkurve bei Reihen- und Parallelschaltung von Klassierern	287
6.2.3	Praktische Bestimmung von Trenngradkurven	292
6.2.3.1	Differenzenformel	292
6.2.3.2	Fehlerkorrektur der Trenngradkurve	294
6.2.3.3	Berechnung von Gesamt- und Teil-Massenausbringen aus Trenngradkurve und Aufgabegut-Verteilung	296
6.3	Siebklassieren	300
6.3.1	Grundaufgaben des Siebens	300
6.3.2	Grundlagen des Schwerkraftsiebens	301
6.3.2.1	Grundvorgänge	301
6.3.2.2	Einzelkorndynamik	303
6.3.2.3	Durchtrittswahrscheinlichkeit	306
6.3.2.4	Trenngrenze, Trennschärfe, Siebgütegrad	308
6.3.2.5	Durchsatzabschätzung bei kontinuierlicher Siebung	309
6.3.2.6	Bestimmung der Siebfläche	311
6.3.3	Weitere Siebungsarten, Siebhilfen	313
6.3.4	Bauarten von Siebmaschinen	316
6.4	Fluidmechanische Grundlagen der Strömungsklassierung	320
6.4.1	Partikelbewegung im Schwerkraftfeld	320
6.4.1.1	Partikelbewegung in stationärer senkrechter Aufwärtsströmung	320
6.4.1.2	Partikelbewegung in geradliniger stationärer Strömung beliebiger Richtung	321
6.4.2	Partikelbewegung im Fliehkraftfeld	323
6.5	Windsichten	331
6.5.1	Aufgaben des Windsichtens	331
6.5.2	Sichtprinzipien	331
6.5.3	Bauarten von Windsichtern	335
6.6	Aufgaben zu Kapitel 6	342
	Literaturverzeichnis	351
	Stichwortverzeichnis	355

## **Inhaltsübersicht Band 2:**

- 7 Partikelabscheidung aus Gasen**
- 8 Fest-Flüssig-Trennen**
- 9 Agglomerieren**
- 10 Zerkleinern**
- 11 Wirbelschichten und pneumatische Förderung**