

Inhalt

Vorwort — V

Vorwort zur 2. Auflage — VII

Vorwort zur 3. Auflage — IX

1 Einleitung — 1

2 Beschreibung von Partikeln und Partikelkollektiven — 4

2.1 Disperse Systeme — 4

2.2 Der Äquivalentdurchmesser als Feinheitsmerkmal — 4

2.3 Die spezifische Oberfläche als Feinheitsmerkmal — 7

2.4 Verteilungskurven — 8

2.5 Standard-Verteilungen — 11

2.6 Kenngrößen aus Verteilungen — 12

2.7 Verfahren zur Partikelgrößenanalyse — 13

Exkurs Probenahme und Probenteilung — 14

2.8 Verfahren zur Oberflächenbestimmung — 23

2.9 Übungsaufgaben — 25

2.9.1 Übungsaufgabe Partikelgrößenverteilung — 25

2.9.2 Übungsaufgabe Partikelanalyse — 26

2.9.3 Übungsaufgabe Oberflächen — 26

2.10 Formelzeichen für Kapitel 2 — 27

3 Bilanzierung und Beschreibung von Trenn- und Mischvorgängen — 29

3.1 Konzentrationsmaße — 29

3.2 Bilanzierung — 30

3.3 Abscheidegrad — 31

3.4 Verteilungsdiagramm — 32

3.5 Trenngrad — 34

3.6 Kenngrößen der Abscheidung: Trennkorngröße und Trennschärfe — 35

3.7 Kennzeichnung des Mischungszustands — 36

3.8 Mischungszusammensetzung und Probengröße — 38

3.9 Mischgüte und Mischzeit — 40

3.10 Übungsaufgaben — 42

3.10.1 Übungsaufgabe Bilanzierung I — 42

3.10.2 Übungsaufgabe Bilanzierung II — 43

3.10.3 Übungsaufgabe Verteilungsdiagramm — 44

3.10.4 Übungsaufgabe Homogenität — 45

3.11 Formelzeichen für Kapitel 3 — 46

4	Trennung von Partikeln in Kraftfeldern — 48
4.1	Trennung im Schwerefeld — 48
4.1.1	Stationäre Sinkbewegung im Schwerefeld — 48
Exkurs	Reynoldszahl — 49
Exkurs	Widerstandsbeiwert einer Kugel — 50
Exkurs	Laminare und turbulente Strömung — 54
4.1.2	Ölabscheider — 57
4.1.3	Sedimenter — 59
4.1.4	Windsichter — 63
4.1.5	Staubkammer — 64
4.1.6	Nassstromklassierung — 65
4.2	Trennung im Fliehkräftefeld — 67
4.2.1	Partikelbewegung im Zentrifugalfeld — 67
4.2.2	Sedimentationszentrifuge — 71
4.2.3	Zyklone — 77
4.2.4	Tropfenabscheider — 81
4.2.5	Abweiseradsichter — 82
4.3	Trennung im elektrischen Feld — 84
4.3.1	Elektroentstauber — 84
4.3.2	Erzeugung der Ladungen und Aufladung der Partikeln — 86
4.3.3	Partikelbewegung im elektrischen Feld — 87
4.3.4	Abscheidung an der Niederschlagselektrode — 92
4.4	Übungsaufgaben — 94
4.4.1	Übungsaufgabe Sedimenter — 94
4.4.2	Übungsaufgabe Steigrohrsichter — 95
4.4.3	Übungsaufgabe Staubsauger — 95
4.4.4	Übungsaufgabe Tropfenreaktor — 96
4.4.5	Übungsaufgabe Zentrifuge — 96
4.4.6	Übungsaufgabe Zyklon — 97
4.4.7	Übungsaufgabe Elektroabscheider — 97
4.5	Formelzeichen für Kapitel 4 — 98
5	Durchströmung von Partikelschichten — 101
5.1	Ruhende Schüttungen konstanter Dicke (Festbetten) — 101
5.1.1	Druckverlustgleichung — 101
5.1.2	Porosität und Schütttdichte — 103
Exkurs	Druckverlust — 104
5.1.3	Hydraulischer Durchmesser einer Schüttung — 106
5.1.4	Durchströmungsgleichung für Schüttungen — 107
Exkurs	Hydraulischer Durchmesser — 108
5.1.5	Laminare Schüttungsdurchströmung — 109

5.2	Kuchenfiltration — 110
5.2.1	Herleitung der Filtergleichung — 110
5.2.2	Filtration bei konstantem Volumenstrom — 113
5.2.3	Filtration bei konstantem Druck — 114
5.3	Filterapparate für Suspensionen — 115
5.3.1	Rahmenfilterpresse — 115
5.3.2	Vakuumfilter — 118
5.4	Filterzentrifugen — 125
5.5	Staubfiltration — 129
5.6	Wirbelschichten (Fließbetten) — 132
5.7	Pneumatische Förderung — 135
5.7.1	Einsatzbedingungen und Förderzustände — 135
5.7.2	Zustandsdiagramm einer Förderanlage — 138
5.7.3	Dünnstromförderung — 140
5.7.4	Dichtstromförderung — 141
Exkurs	Spannungen in Silos — 142
5.8	Übungsaufgaben — 148
5.8.1	Übungsaufgabe Schüttsschicht — 148
5.8.2	Übungsaufgabe Druckfilter I — 149
5.8.3	Übungsaufgabe Druckfilter II — 150
5.8.4	Übungsaufgabe Bandfilter — 150
5.8.5	Übungsaufgabe Wirbelschicht — 151
5.8.6	Übungsaufgabe Pneumatische Förderung — 151
5.9	Formelzeichen für Kapitel 5 — 152

6 Oberflächenprozesse — 155

6.1	Feststoffzerkleinerung — 155
6.1.1	Bindungen und Materialeigenschaften — 156
6.1.2	Materialverhalten und Formänderungsarbeit — 157
Exkurs	Grenzflächenenergie — 160
6.1.3	Bruchbedingung — 161
6.1.4	Zerkleinerungsenergie und Partikelgröße — 163
6.1.5	Zerkleinerungshypothesen — 164
6.1.6	Wirkungsgrade, Effektivität und Mahlbarkeit — 165
6.1.7	Beanspruchungsarten — 166
6.1.8	Druckzerkleinerung — 168
6.1.9	Schlagzerkleinerung — 175
6.1.10	Prallzerkleinerung — 180
6.1.11	Schneidzerkleinerung — 184
6.2	Flüssigkeitszerstäubung — 186
6.2.1	Einsatzbeispiele — 186

6.2.2	Oberflächenspannung und Zerstäubungsenergie — 187
Exkurs	Oberflächenspannung und Weberzahl — 188
6.2.3	Tropfenbildungsmechanismen — 189
6.2.4	Zerstäuberdüsen — 193
6.3	Dispergierung in flüssiger Phase — 196
6.3.1	Anwendung — 196
6.3.2	Mechanismen beim Emulgieren — 196
6.3.3	Stabilisierung — 198
6.3.4	Emulgierapparate — 199
6.4	Agglomeration — 201
6.4.1	Einsatzbeispiele — 201
6.4.2	Bindemechanismen und Verfahren — 202
6.4.3	Anschmelzagglomeration (Sintern) — 203
6.4.4	Aufbaugranulation — 203
Exkurs	Kohäsion, Adhäsion und Randwinkel — 206
Exkurs	Kapillardruck — 208
6.4.5	Pressagglomeration — 210
6.5	Übungsaufgaben — 213
6.5.1	Übungsaufgabe Mahlleistung I — 213
6.5.2	Übungsaufgabe Mahlleistung II — 214
6.5.3	Übungsaufgabe Mahlbarkeit — 214
6.5.4	Übungsaufgabe Walzenmühle — 215
6.5.5	Übungsaufgabe Zerstäubung — 215
6.6	Formelzeichen für Kapitel 6 — 216

7 Mischprozesse — 219

7.1	Einteilung der Mischprozesse — 219
7.2	Homogenisiermechanismen — 220
Exkurs	Diffusion — 222
7.3	Statisches Mischen — 223
7.4	Dynamisches Mischen von Flüssigkeiten (Rührtechnik) — 225
7.4.1	Rührertypen — 225
7.4.2	Dimensionsanalytische Betrachtung — 228
7.4.3	Leistungscharakteristik einer Rühranordnung — 229
Exkurs	Dimensionsanalyse — 230
7.4.4	Trombenbildung und Froudezahl — 233
Exkurs	Froudezahl — 234
7.4.5	Homogenisieren durch Rühren — 236
7.4.6	Suspendieren — 239
7.4.7	Emulgieren — 241
7.4.8	Begasen — 243

7.4.9	Wärmeaustausch — 246
7.4.10	Maßstabsvergrößerung von Rühranordnungen — 247
7.5	Dynamisches Mischen körniger Stoffe — 250
7.6	Teilen und Verteilen — 254
7.7	Übungsaufgaben — 257
7.7.1	Übungsaufgabe Leistungscharakteristik — 257
7.7.2	Übungsaufgabe Leistungs- und Mischzeitcharakteristik — 257
7.7.3	Übungsaufgabe Rührprozess — 258
7.7.4	Übungsaufgabe Homogenisierung — 259
7.7.5	Übungsaufgabe Maßstabsvergrößerung I — 259
7.7.6	Übungsaufgabe Maßstabsvergrößerung II — 259
7.8	Formelzeichen für Kapitel 7 — 260

8 Lösungen der Übungsaufgaben — 263

Literaturverzeichnis — 293

Personenverzeichnis — 295

Stichwortverzeichnis — 297