
Sachverzeichnis

25-mm metallische Bialecki-Ringe 26, 27
50-mm-Pallringkolonne 281

A

Abhängigkeit des Flüssigkeitsinhalts $h_{L,Fl}^0$
am Flutpunkt 63
Abreißfaktor 31
Abreißkraft des Gases 30
Absorption 16
angeordnete Füllkörper 13
angeordnete metallische Bialeckkiringe
309

Antoine-Gleichung 16

Arbeitsdiagramme 19

Archimedes-Zahl 59

Auftriebskraft 30

Auslegung

–, einer Packungskolonne 277

Auslegung von Packungskolonnen

–, für Flüssig/Flüssig-Systeme 297

B

Bauart Montz 69

Bauart R- und SR-Pac 15

Belastungsbereich 25, 303

Belastungsdiagramm 107–111, 315

–, 50-mm Rohrkolonne 313

–, geordnete 25-mm Bialeckkiringe 313

–, regellose Schüttungen 314

–, strukturierte Blechpackungen 314

Belastungsdiagramme 158, 164

–, von diversen Packungskolonnen 312

Belastungsdiagramme mit eingetragenen
Druckverlusten 158

beliebige Stoffsysteme 85

Benetzbarkeit der Füllkörper 163

Berechnungsgleichung

–, Druckverlust berieselter Schüttungen
233

berieselte Packungen 210

berieselter Druckverlust 220, 227

berieselter Druckverlust in Füllkörperkolonnen
bei Gegenstrom 224, 226

Berlsättel 18

Betriebsbereich oberhalb der Staugrenze
195

Betriebsbereich unterhalb der Flutgrenze
195

Betriebsbereich unterhalb der Staugrenze
210

Betriebscharakteristik

–, pulsierter und unpulsierter Füllkörperkolonnen 321

bezogener Druckverlust 25

bezogener Flüssigkeitsinhalt h_L 25

Blechpackung Bauart Mellapak 250 Y 14

Blechpackungen des Typs X 70

Bohrungen 129

C

charakteristische Geschwindigkeit P_i 54

D

Dampfbelastungsfaktor $F_{V,Fl}$ am Flutpunkt
94

Dampfgeschwindigkeit am Flutpunkt

–, 50-mm metallische Pallringe 95

deformierte Tropfen 50, 317

deformierte, in Gasen und Flüssigkeiten
fallende Tropfen 87

Desorption 16

Diagramme 147

Dimensionierung von Füllkörperkolonnen
25

dimensionsbehaftete Flutpunktend-
gleichung (2-53 b) 83

dimensionslose Beziehung für die Flutpunkt-
geschwindigkeit 85

dimensionslose Flutpunktkonstante $C_{Fl,0}$
71

–, Füllkörper mit stark durchbrochener
Wand 72

–, Gas- bzw. Dampfgeschwindigkeit 73

–, leere Säulen 71

dimensionsloser Druckverlust $\Delta p/\Delta p_0$ 190

disperse Phase 319

Dispersphasenanteil 305–307

Dispersphasenanteil (Hold-up)

–, in Füllkörperkolonnen 304

Dispersphasenanteil am Flutpunkt x_{Fl} 323

Dispersphasenanteil $x = V_D/V_S$ 303

Dispersphasenanteil x 308

- Druckabsorption 90
 Druckbereich 83, 85, 133
 Druckrektifikation 90
 Drucksysteme 85, 88
 Druckverlust 17, 129, 210, 270, 277
 –, am Flutpunkt 196, 273
 –, berieselte 25-mm Bialeckiringschüttung 212
 –, berieselter Packungen 274
 –, einer berieselten 50-mm Pallring-Schüttung 248
 –, Flutpunkt 195
 –, im gesamten Belastungsbereich 164
 –, für laminare Flüssigkeitsströmung 191
 –, relativer Fehler 195
 –, unterhalb der Staugrenze 271
 Druckverlust $\Delta p/H$ 210
 –, am Flutpunkt 270
 –, berieselter Schüttungen 263, 270
 –, unterhalb der Staugrenze 270
 –, von Packungen 263
 –, zwischen der Stau- und Flutgrenze 270
 Druckverlust $\Delta p_0/H$ der unberieselten Schüttung 118
 Druckverlust berieselter Schüttungen 158
 –, empirische Potenzansätze 160
 –, graphische Verfahren 159
 –, Kanalmodell 161
 Druckverlust bis zum Flutpunkt
 –, für 15- bis 90-mm Hiflowringe 240
 –, für 15- bis 58-mm Pallringe aus Metall, Kunststoff und Keramik 238
 –, für Füllkörper vom Typ ENVIPAC, DTNAC, McPac, R-Pac, SR-Pac 243
 –, für Glitsch-, CMR-Ringe 245
 –, für Raschigringe 246
 –, für Packungen und geordnete Füllkörperschichten 247
 –, für regellos geschüttete Bialeckiringe aus Metall und Kunststoff, PSL-Ringe und I-13-Ringe aus Metall 239
 –, für Sattelfüllkörper aus Metall und Kunststoff 244
 –, Nor-Pac Füllkörper 241
 –, VSP-Ringe, Top-Pak und Hackette 242
 Druckverlust der berieselten Packung am Flutpunkt 263
 Druckverlust der berieselten Packung im Betriebsbereich unterhalb der Flutgrenze 263
 Druckverlust der Packung Mellapak 250Y 213
 Druckverlust der unberieselten Packung 263
 Druckverlust in Füllkörperkolonnen bei Gegenstrom
 –, μ -Modell 252, 258
 Druckverlust von berieselten Packungen
 Druckverlust von berieselten Schüttungen 157, 166, 188, 231
 –, Literatur zu Kapitel 4 228
 Druckverlust von berieselten Schüttungen und strukturierten Packungen 231
 Druckverlust von unberieselten Packungskolonnen 115, 148, 150, 152, 154
 Druckverlustbestimmung 275
 Druckverlustdiagramm 280
 Druckverlustdiagramme 164
 Druckverluste
 –, Füllkörperschüttungen 271
 –, Packungen vom Typ Y 271
 Druckverluste am Flutpunkt 196
 Druckverluste der unberieselten Schüttung 117
 Dtnpac 14, 69
 Durapak 15
 dynamischer Flüssigkeitsinhalt h_D 166, 167
 –, unterhalb der Staugrenze 167
- E**
 effektive Tropfengeschwindigkeit 68, 87
 effektive Einzeltropfengeschwindigkeit u_T 60
 effektive Sinkgeschwindigkeit 87
 Einphasenströmung 147, 231
 Einzeltropfen 87
 –, der Schüttung 317
 Energiekosten 16
 Envipac 14, 33, 69
 Extraktoren 301
 Extraktphase 303
- F**
 Fäden 30
 FDPAC 277, 279
 –, 50-mm Pallringkolonne 279, 281
 –, für Windows 280, 283
 FDPAC-Programm 277
 Festbett 41
 File 270
 Filmdicke δ_L 168
 Filme 21, 25, 231
 Film-Modell 18
 Filmmodell von Mersmann 86
 Filmströmung 40
 Fluidodynamik in Füllkörperkolonnen 17, 20, 85, 263
 fluiddynamische Auslegung von Packungskolonnen 119
 Flüssig/Flüssig-Systeme 306
 Flüssigkeitsinhalt 18, 165, 182, 192, 263, 270, 273
 –, oberhalb der Staugrenze 182
 –, unterhalb der Staugrenze 172, 176, 186, 271
 Flüssigkeitsinhalt $h_{L,FI}^0$ am Flutpunkt 53, 56–58, 103

- Flüssigkeitsinhalt am Flutpunkt 269
 Flüssigkeitsinhalt h_L 17, 25, 170, 172, 174, 176
 –, geordnete Füllkörper 180
 –, im Bereich bis zum Flutpunkt 185
 –, im gesamten Belastungsbereich 165
 –, im turbulenten Strömungsbereich 170
 –, Packungen des Typs-Y 180
 –, regellose Schüttungen 180
 Flüssigkeitsinhalt $h_{L,S}$ 183
 –, im Staubereich 185
 Flüssigkeitsinhalt im Staubereich 187
 Flüssigkeitsinhalt von geordneten Füllkörperschichten und strukturierten Packungen vom Typ-X 186
 Flüssigkeitsinhalt am Flutpunkt $h_{L,Fl}$ 182
 Flüssigkeitskennzahl 92
 Flüssigkeitsrieselfilme 167
 Flutbelastungsdiagramme 282, 316
 –, Füllkörper 106
 –, Packungen 106
 Fluten 32
 Flutgrenze 17, 28, 91, 93
 Flutkurven 28, 86
 Flutmechanismen 28
 Flutpunkt 83, 88, 275
 Flutpunktbelastung 320
 –, von Mersmann 21
 Flutpunktbestimmung 267, 312
 Flutpunktbeziehung 86
 Flutpunkt-Diagramm 323
 – von Mersmann 86
 Flutpunktgeschwindigkeit 263, 269
 –, Bereich höherer Drücke 83
 –, diverse Füllkörper – Drucksysteme 84
 –, für Flüssig/Flüssig-Systeme 320
 Flutpunktgeschwindigkeit ($u_{V,Fl}$) 80
 –, Packungen aus Blech, Gewebe und Keramik 81
 Flutpunktgeschwindigkeit für Sulzer-Gewebepackung BX 99
 Flutpunktgeschwindigkeit $u_{V,Fl}$ 68
 Flutpunktkonstante $C_{Fl,0}$ 70, 71
 Flutpunktkorrelation von Billet 35
 Flutpunktkurve 86
 Flutvorgang 41
 Formfaktor μ 232, 274
 Füllkörper 11, 12, 89
 Füllkörper mit Gitterstruktur 16, 86
 Füllkörperkolonne 11, 25, 227, 301
 –, Gegenstrom 220
 Füllkörperpackung als Strömungsmodell 162
 Füllkörperschicht 13
 Füllkörperschüttungen 133
- G**
 Gas- bzw. Dampfgeschwindigkeit am Flutpunkt 89
 Gasbelastungsfaktor $F_{V,Fl}$ 90
- Gasgeschwindigkeit
 –, am Flutpunkt 25, 210, 267
 Gegenstrom 224, 227, 232
 gelochte Packungen 131
 Gempak 181
 Gempak 200 AT 69
 geordnete 25-mm Bialeckringe 69, 177
 geordnete Füllkörperschichten 267
 geordnete Packung 115
 Gesamtdruckverlust Δp 17, 157
 gesamter Flüssigkeitsinhalt 173
 Gewebepackungen 14
 –, des Typs BX 70
 Gitterfüllkörper 29
 Gleichung für die Einzeltropfengeschwindigkeit u_T 87
 Gleichungssystem 209
 Glitsch-Ringe 69
 graphische Korrelationen 34
 Grenzbelastung 323
 Größe C_B 192
 –, unterhalb der Staugrenze 193, 194
 –, am Flutpunkt 193
- H**
 Hiflow-Ringe 14, 16, 33, 69
 Hochdruckabsorption 269
 Hochdruckrektifikation 269
 Höhe einer Übertragungseinheit 92
 Höhe einer Übertragungseinheit HTU_{0V} 17
 hydraulische Charakteristik 27
 hydraulisches Modell einer Füllkörperschüttung 116
- I**
 Impulspackung 69
 Intalox-Metallfüllkörper 14
 Intalox-Sättel 18, 69
- K**
 Kanalmodell 162, 271
 Kanalströmung 270
 keramische Raschig-Ringe 69
 klassische Füllkörper 21
 Kolonnendurchmesser d_S 14, 17, 25
 Kolonnenumrüstung 277
 Konstanten zur Berechnung der Widerstandsbeiwerte
 –, Füllkörper aus Kunststoff 140
 –, geordnete Füllkörperpackungen 145
 –, keramische Füllkörper 143
 –, metallische Füllkörper 137
 –, strukturierte Packungen 145
- L**
 laminare Flüssigkeitsströmung 181, 191
 laminarer Bereich 168
 loading line 28

M

μ -Faktor 285–288, 291
 maximale Belastbarkeit 129
 Mc-Pac-Füllkörper 15, 69
 Mellapak 181
 Mellapak 250 Y 69
 Mellapak Plus 15
 Mersmann'sches Flutpunktdiagramm 20, 315
 Messdaten zum Flutpunkt 87
 Messwerte
 –, im gesamten Betriebsbereich 234
 Messwerte zum Flutpunkt 75, 78, 80, 85
 –, regellose Füllkörper aus Kunststoff 76, 77
 –, regellose keramische Füllkörper 79
 Messwerte zum Flutpunkt in Kolonnen mit Packungen 82
 metallische Bialeckiringe 69
 metallische Raschigringe 70
 Minimierungsverfahren 68
 mittlere Fehler
 –, bei der Bestimmung des Druckverlustes 197
 mittlerer Fehler $\bar{\delta}(\Delta p/H)$ 196
 mittlere Filmdicke 163
 mittlere relative Abweichungen $\bar{\delta}(\Delta p/H)$ 197
 mittlerer relativer Fehler 80
 Modelle 169
 – der „geraden Rohre“ 169
 –, strukturierter Kanäle 169
 Modellierung von Packungskolonnen 85
 Modellparameter 275
 moderner Gitterfüllkörper 21
 modifiziertes Flut-Diagramm 318
 Montz-Packungen unterschiedlicher Größe 14, 176, 181

N

Neigungswinkel der Strömungskanäle α 71, 129
 niedrigviskose Gemische 60
 Nor Pac-Ringe 69
 Normaldruck 133
 Normaldruckbereich 85
 Normaldruckrektifikationskolonnen 270
 NOR-Pac 14

O

obere Belastungsgrenze 19, 181
 Oberflächenkraft 30
 oberhalb der Staugrenze 182
 Optiflow-Packung 15

P

Packungen 303
 –, Typ X 271
 Packungsfaktoren $F_{p,exp}$ 40
 Packungskolonnen 28, 231, 301

–, mit Energiezufuhr 301
 –, mit Pulsation 301
 Pallringe 18, 33, 69
 Parameter m 89, 103, 269, 321
 –, für Füllkörper 89
 –, für Packung 89
 –, für Rohrkolonne 89
 Partikelbett 41
 Partikeldurchmesser d_p 117
 Phasendurchsatzverhältnis am Flutpunkt 59, 89
 Phasentrennung 301
 photoelektrische Methode
 –, nach Pilhofer 309
 Planung
 –, von Neuanlagen 279
 pneumatischer Transport 41

R

Raffinat- und Extraktphase 312
 Raffinatphase 303
 Ralupak 14
 Ralu-Pak 250 YC 69
 Raluringe 69
 Randabweiser 128, 129
 Raschigringe 18
 Raschig-Super-Ringe 15
 Rechenbeispiele
 –, Druckverlust 211
 reduzierte Tropfengeschwindigkeit 49, 63, 64
 regellos geschüttete Füllkörper 11, 16, 28, 115, 267
 regelmäßig angeordnete Füllkörperschichten 28
 Rektifizieranlage 268
 Rektifiziersystem 133
 relative Abweichung $\delta(\Delta p/H)$
 –, für Füllkörper vom Typ ENVIPAC, DTNAC, McPac, R-Pac, SR-Pac Bauart ENVICON aus Metall, Kunststoff und Keramik 203
 –, für Glitsch-, CMR-Ringe aus Metall und Kunststoff 205
 –, für metallische 15- bis 50-mm Pallringe 198
 –, für Nor-Pac Füllkörper NSW 201
 –, für Packungen und geordnete Füllkörperschichten 207
 –, für Raschigringe aus Metall und Keramik 206
 –, für regellos geschüttete Bialeckiringe aus Metall und Kunststoff, PSL-Ringe und I-14-Ringe aus Metall 199
 –, für regellos geschüttete Füllkörper vom Typ Hiflow Bauart aus Metall, Kunststoff und Keramik 200
 –, für regellose 15-mm-Pallringe aus PP, 15-mm Berlsättel aus Keramik und Mellapak 250 Y 208

- , für Sattelfüllkörper aus Metall und Kunststoff sowie für Ralu-Ringe und Ralu-Flow Bauart Raschig 204
- , für VSP-Ringe, Top-Pak und Hackette Bauart VFF aus Metall und Kunststoff 202
- relative Fehler $\bar{\delta}_i(h_L)$ 215
- relative Flüchtigkeit 15, 157
- relative Geschwindigkeit u_R 312
- relativer Fehler
 - , Pallringe 196
- Relativgeschwindigkeit 54
- Rieselfilm-Gas-Schubspannungsmodell 33, 40, 90
- Rieselfilmströmung 169
- Rinnale 21, 25, 30, 231, 270
- Rohrkolonne 13, 28, 70, 267, 303, 309
- Rombopak 14
- R-Pac 69
- Rücklaufverhältnis 15, 157
- Rückvermischung 303
- Rückvermischungseffekte 301
- S**
- Sauter-Tropfendurchmesser d_T 303
- Schlierenbildung 323
- Schlierenströmung 319
- Schubkraft des Gases 32
- Schubspannungskennzahl 92
- Schüttungsdichte 135
 - , Widerstandsbeiwert ψ für metallische Pallringe 120
 - , Widerstandsbeiwert ψ für Pallringe 119
- Schüttungshöhe H 17
- Schwebegeschwindigkeit von Partikeln 52
- Schwebezustand 30
- schwerere Phase 301
- Schwerkraft 30, 167
- Sherwood 34
- Sherwood'sche Korrelation 20
- Shipley 34
- Simplex-Methode 53, 59
- Sink- oder Steiggeschwindigkeit
 - , des Einzeltropfens 323
- Sinkgeschwindigkeit 63
- Sinkvorgang 51
- slip velocity 54
- Snowflake 33
- spezifischer Druckverlust $\Delta p/n_t$ 20
- Sprühkolonne 301
- SR-Pac 69
- Standardschüttichte N_0 38, 39
- statischer Flüssigkeitsinhalt 166, 167
- Staugrenze 21, 28, 307
- Staupunkt 18
- Steig- und Sinkgeschwindigkeit 316
 - , von Tropfen in Packungen 315
- Stoffaustauschfläche a 303
- Stoffeigenschaften von 32 Gemischen 89
- Stofftransportrichtung
 - , $C \rightarrow D$ 307
 - , $D \rightarrow C$ 307
- Stoffübergangskoeffizient in der Gas- und in der flüssigen Phase 19
- Stoffübergangskoeffizienten 303
- Stoffwerte
 - , benutzte Systeme 209
- Strahlen 30
- Strömungskanal 116
- Strömungskanäle 71, 129
 - , Einfluss der Bohrungen auf den Druckverlust 130
- Strömungsparameter X_{FI} 34
- strukturierte Gewebepackungen BY, CY 19
 - strukturierte Packungen 11, 13, 28, 117, 124, 133, 175, 188, 231, 267
 - , geordneter Füllkörperschichten 180
 - , Typ X 175, 180
 - , Typ Y 175, 271
- Stückzahl N 135
- Stufenzahl n_t 157
- Sulzer-Packung 59, 181
- Systeme
 - , großer Grenzflächenspannung 311
 - , kleiner und mäßiger Grenzflächenspannung 311
 - , mit großer Grenzflächenspannung 322
- T**
- technische Daten
 - , Blechpackungen 291
 - , geordnete Füllkörperschichten 275
 - , geschüttete Füllkörper 275
 - , Packungen 275
 - , Packungen aus Keramik und Kunststoff 291
 - , untersuchter Füllkörper 284, 288
 - , von Packungskolonnen 284, 288
- Tellerette 69
- theoretische Trennwirkung n_t/H 15, 17, 157
- thermisch instabile Gemische 171
- Top-Pak 14, 69
- Tropfen 231, 270
- Tropfenanteil $h_{t,FI}^0$ 44
- Tropfenaufstieg 315
- Tropfenaufstiegsgeschwindigkeit 318
- Tropfenaustragung 32
- Tropfenbildung 29, 30
- Tropfendurchmesser 31, 50, 309, 316
- Tropfendurchmesser nach Sauter d_T 311
- Tropfenfall in der Schüttung 51, 64, 315
- Tropfengeschwindigkeit
 - , eines Einzeltropfens 315
- Tropfengeschwindigkeit \bar{w}_S 316, 318, 320
- Tropfengeschwindigkeit \bar{u}_T 64, 65
- Tropfengrößenverteilung 309

- Tropfenmitschleppen 32
 Tropfenschwarm 32, 44, 45
 –, in der Schüttung 317
 –, in Flüssig/Flüssig-Extraktionskolonnen 317
 Tropfen-Schwebbett-Modell (TSB-Modell) 87, 267, 317
 Tropfensinkgeschwindigkeit 318
 Tropfensteig- oder Tropfensinkgeschwindigkeit 317
 Tropfenströmung 312, 319, 323
 Tropfen-Hold-up 33
 TSB-(Tropfen-Schweb-Bett)-Modell 44, 53, 88, 89, 91
 TSB-Modell 21, 85, 105, 263, 277, 323
 turbulente Flüssigkeitströmung Re_L 89, 77, 192, 195
 turbulente Gasströmung 121
- U**
 Übergangsbereich für $400 \leq Re_V < 2100$ 122
 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf beliebige Stoffsysteme 85
 Umrüstung 279
 ungelochte Packungen 131
 unpulsierte Extraktionsfüllkörperkolonnen 301, 303
 untere Belastungsgrenze 17, 19, 90–93
- V**
 Vakuum 133, 270
 Vakuumbereich 85
 Vakuumrektifikationen 157
 Vakuumrektifizierkolonnen 90
 Vermischungseffekte 303
 verschiedene Füllkörperformen 125
 Versuchsanlage
 –, Flüssig/Flüssig-Extraktion 324
 –, zum Testen von Füllkörpern 265, 266
 –, zur Untersuchung von Packungen 324
 –, zur Untersuchung von Packungen bei der Vakuumrektifikation 267
 Verweilzeit der Flüssigkeit
 viskose Gemische 60
 Viskositätskraft 167
 vollflächige Füllkörper 25, 86
 Vorhersage des Druckverlusts 133
 –, Pallringschüttung 134
 –, Schüttungsdichte N 134
 –, Wandfaktor K 134
- VSP 14
 VSP-Ring 33, 69
- W**
 Wabenpackungen 70
 Wandeffekt 63
 – in Füllkörperkolonnen 63
 Wandfaktor 117
 Widerstandsbeiwert 70, 86, 124, 263
 –, 28- bis 50-mm Nor-Pac 150
 –, der kontinuierlichen Phase 317
 –, Dtnpac 152
 –, Envipac 151
 –, Hackette 150
 –, Hiflow-Ringe 148, 149
 –, Intalox-Sättel 152, 153
 –, Pallringe aus Metall 151
 –, Ralu-Flow 152
 –, Ralu-Ringe 153
 Widerstandsbeiwert ψ 116, 121, 133
 –, keramische Pallringschüttung 123
 –, Pallringe aus Kunststoff 122
 –, verschiedene Füllkörperformen 125
 Widerstandsbeiwert ψ_{VL} 232, 274
 Widerstandsbeiwert bei Einphasenströmung ψ 190
 Widerstandsbeiwert der Einzeltropfen 51
 Widerstandsbeiwerte 118
 –, bei der Einphasenströmung 267
 Widerstandsbeiwerte am Flutpunkt ψ_{FI} 70
 Widerstandsbeiwerte ψ_m 323
 Widerstandsgesetz 118, 131, 231, 263, 270
 –, Zweiphasenströmung 21, 231
 Widerstandsgesetz $\psi_{VL} = f(Re_L)$ 232
 Widerstandskraft K_ψ 167, 168
 WINDOWS-Version-FDPAK 277
 Wirbelschichten 41, 51, 59
- Z**
 Zahlenbeispiel 93, 99, 212, 323, 99
 –, 15-mm Pallringe aus Kunststoff 100
 –, Böden 102
 –, Demethaniser 102
 –, Flüssigkeitsinhalt 187
 –, Flutpunktgeschwindigkeit 97
 Zahlenbeispiele 93
 Zweiphasendurchfluss 25, 303
 Zweiphasenströmung 115, 162, 231, 232, 270
 Zweischichtenmodell für Gegenstromprozesse 54