

Inhalt

Teil I Werkstoffe und Grundelemente	1
1 Werkstoffe	1
1.1 Theoretische Grundlagen	1
1.1.1 Themen und Lerninhalte	1
1.1.2 Metalle	2
1.1.2.1 Eisenmetalle	2
1.1.2.2 Nichteisenmetalle	5
1.1.2.3 Bezeichnung der Werkstoffe	7
1.1.3 Nichtmetalle	9
1.1.4 Verbundwerkstoffe	14
1.1.5 Korrosion	15
1.1.5.1 Ursache und Erscheinungsformen	15
1.1.5.2 Korrosionsschutz	17
1.1.6 Bearbeiten von Werkstoffen	18
1.1.6.1 Vorbereiten des Werkstücks	18
1.1.6.2 Formen von Werkstoffen	19
1.1.6.3 Bohren und Gewinde schneiden	21
1.1.6.4 Verbinden von Werkstücken	24
1.2 Arbeitsanweisungen	27
1.2.1 Herstellen von Testblechen	28
1.2.2 Herstellen einer Grundplatte	28
1.2.3 Herstellen von Schutzbacken	30
1.2.4 Herstellen einer Blindscheibe	31
1.2.5 Herstellen einer Rohrschelle	32
1.2.6 Herstellen eines Gehrungswinkels	33
1.2.7 Herstellen einer Muffenverbindung	34
1.2.8 Untersuchen des Korrosionsverhaltens von Werkstoffen	34
1.3 Fragen zum Thema	36
2 Rohrleitungssysteme	37
2.1 Theoretische Grundlagen	37
2.1.1 Themen und Lerninhalte	37
2.1.2 Kenngrößen der Rohrleitung	37
2.1.3 Strömungsverhalten in Rohrleitungen	39
2.1.4 Rohrleitungen	42
2.1.5 Rohrverbindungen	45
2.1.6 Dichtungen und Wellenabdichtungen	47
2.1.6.1 Dichtungslose Abdichtung	47
2.1.6.2 Abdichten mit Dichtungsmaterial	48
2.1.7 Einbauten in Rohrleitungen	52

2.1.7.1	Allgemeines	52
2.1.7.2	Nichtregelbare Absperrvorrichtungen	52
2.1.7.3	Regelbare Absperrvorrichtungen	54
2.1.7.4	Selbstt�ige Absperr- und Regulievorrichtungen	57
2.1.7.5	Sicherheitseinrichtungen	59
2.1.7.6	Einrichtungen bei Energieträgern	62
2.2	Arbeitsanweisungen	63
2.2.1	Untersuchen des Druckverlaufs in einer Rohrleitung	64
2.2.2	Montage von Glasverbindungen	65
2.2.3	Montage einer Glasapparatur	67
2.2.4	Demontage und Montage von Rohrverbindungen an einem Druckbehälter	68
2.2.5	Abdichten einer Welle mit einer Stopfbuchse	69
2.2.6	Demontage und Montage einer Kesselkaskade	71
2.2.7	Montage�bung an einem Druckbehälter	73
2.2.8	Montage und Demontage eines Rohrleitungssystems mit nichtregelbaren Absperrvorrichtungen	74
2.2.9	Demontage und Montage von regelbaren Absperrvorrichtungen	75
2.2.10	Demontage und Montage von Kondensatableitern	76
2.2.11	Demontage und Montage von Sicherheitsvorrichtungen	76
2.2.12	Montage und Demontage eines Rohrleitungssystems	77
2.3	Fragen zum Thema	78
Teil II	Mechanische Verfahren	79
3	Fördern und Lagern	79
3.1	Fördern von Flüssigkeiten	79
3.1.1	Theoretische Grundlagen	79
3.1.1.1	Themen und Lerninhalte	79
3.1.1.2	Physikalische Grundlagen	79
3.1.1.3	Zentrifugalpumpen	81
3.1.1.4	Verdrängerpumpen	85
3.1.2	Arbeitsanweisungen	88
3.1.2.1	Demontage und Montage verschiedener Pumpen	89
3.1.2.2	Bestimmen der Dosiereigenschaften einer Kolbenpumpe	90
3.1.2.3	Vergleich der Fördereigenschaften einer Kreiselpumpe mit denen einer Membranpumpe	91
3.1.2.4	Bestimmen des Volumenstromes einer Exzenterorschneckenpumpe in Abhängigkeit von der Drehzahl	92
3.1.2.5	Untersuchen der Fördereigenschaften einer Schlauchquetschpumpe	92
3.1.2.6	Untersuchen der Fördereigenschaften einer Membranpumpe in Abhängigkeit von Hubfrequenz und Hubhöhe	93
3.1.3	Fragen zum Thema	94
3.2	Fördern von Gasen	94
3.2.1	Theoretische Grundlagen	94

3.2.1.1	Themen und Lerninhalte	94
3.2.1.2	Vakuumpumpen	96
3.2.1.3	Ventilatoren	99
3.2.1.4	Gebläse	99
3.2.1.5	Kompressoren	101
3.2.2	Arbeitsanweisungen	102
3.2.2.1	Demontage und Montage verschiedener Vakuumpumpen	102
3.2.2.2	Untersuchen der Abhängigkeit des Druckes einer Drehschiebervakuumpumpe vom Volumenstrom	103
3.2.3	Fragen zum Thema	104
3.3	Fördern von Feststoffen	104
3.3.1	Themen und Lerninhalte	104
3.3.2	Diskontinuierlicher Feststofftransport in Gebinden	105
3.3.3	Kontinuierlicher Feststofftransport mit mechanischen Einrichtungen	105
3.3.4	Kontinuierlicher Feststofftransport mit pneumatischen Einrichtungen	107
3.3.5	Fragen zum Thema	109
3.4	Lagern von Stoffen	110
3.4.1	Theoretische Grundlagen	110
3.4.1.1	Themen und Lerninhalte	110
3.4.1.2	Lagern von Feststoffen	110
3.4.1.3	Lagern von Flüssigkeiten	112
3.4.1.4	Lagern von Gasen	113
3.4.2	Arbeitsanweisungen	114
3.4.2.1	Handhaben von Kohlenstoffdioxidgas	114
3.4.3	Fragen zum Thema	116
4	Mischen und Agglomrieren	117
4.1	Mischen von Stoffen	117
4.1.1	Theoretische Grundlagen	117
4.1.1.1	Themen und Lerninhalte	117
4.1.1.2	Herstellen von gasförmigen und flüssigen Mischphasen	119
4.1.1.3	Herstellen von festen Mischungen	121
4.1.1.4	Herstellen von pastösen oder teigigen Mischungen	124
4.1.1.5	Hinweise zur Arbeitssicherheit	125
4.1.2	Arbeitsanweisungen	125
4.1.2.1	Herstellen einer Feststoffmischung und Überprüfen der Verteilung von Natriumchlorid in der Mischung	125
4.1.2.2	Herstellen einer Paste und Überprüfen der Verteilung der Komponenten in der Paste	126
4.1.3	Fragen zum Thema	127
4.2	Agglomrieren	128
4.2.1	Theoretische Grundlagen	128
4.2.1.1	Themen und Lerninhalte	128
4.2.1.2	Herstellen von Agglomeraten	128

4.2.2	Arbeitsanweisungen	131
4.2.2.1	Untersuchen der Abhängigkeit des Preßvolumens vom Preßdruck beim Brikettieren von Papier	132
4.2.2.2	Agglomerieren mit einem Wirbelschicht-Spruhgranulator	134
4.2.3	Fragen zum Thema	136
5	Trennen und Zerkleinern	137
5.1	Mechanisches Trennen von Feststoffgemischen	137
5.1.1	Theoretische Grundlagen	137
5.1.1.1	Themen und Lerninhalte	137
5.1.1.2	Sortieren	137
5.1.1.3	Klassieren durch Sieben	139
5.1.1.4	Siebanalyse	142
5.1.1.5	Klassieren durch Sichten	145
5.1.2	Arbeitsanweisungen	147
5.1.2.1	Analyse der Korngrenverteilung durch Sieben mit einer Labor- siebmaschine	147
5.1.2.2	Klassieren von Kalkstein mit einem Luftstrahlsieb	148
5.1.3	Fragen zum Thema	148
5.2	Mechanisches Trennen von Suspensionen und Emulsionen	149
5.2.1	Theoretische Grundlagen	149
5.2.1.1	Themen und Lerninhalte	149
5.2.1.2	Sedimentieren und Dekantieren	149
5.2.1.3	Physikalische Grundlagen des Filterens	151
5.2.1.4	Filtrierapparate	155
5.2.1.5	Physikalische Grundlagen des Zentrifugierens	159
5.2.1.6	Zentrifugen	160
5.2.1.7	Hinweise zur Arbeitssicherheit	163
5.2.2	Arbeitsanweisungen	163
5.2.2.1	Untersuchen der Absetzgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Teilchengre	163
5.2.2.2	Filtration mit einer Handfilterplatte unter Verwendung verschiede- ner Filtertücher zur Auslegung eines Trommelzellenfilters	164
5.2.2.3	Herstellen und Trennen einer Suspension mit unterschiedlichen Fil- trationsapparaten	166
5.2.2.4	Trennen einer Suspension mit einer Laborsiebzentrifuge	174
5.2.2.5	Trennen einer Emulsion durch Zentrifugieren	174
5.2.3	Fragen zum Thema	176
5.3	Zerkleinern von Stoffen	176
5.3.1	Theoretische Grundlagen	176
5.3.1.1	Themen und Lerninhalte	176
5.3.1.2	Brechen und Mahlen	177
5.3.1.3	Brecher	178
5.3.1.4	Mühlen	179
5.3.1.5	Hinweise zur Arbeitssicherheit	183
5.3.2	Arbeitsanweisungen	184

5.3.2.1	Brechen von Kalkstein und Klassieren des entstandenen Haufwerks	184
5.3.2.2	Mahlen mit verschiedenen Mahlapparaten und Bestimmen der Korngrößenverteilung	185
5.3.2.3	Untersuchen der Abhängigkeit der Korngrößenverteilung von der Mahldauer bei einer Kugelmühle	186
5.3.2.4	Untersuchen der Abhängigkeit der Korngrößenverteilung vom Mahlkörperfüllgrad bei einer Kugelmühle	187
5.3.2.5	Untersuchen der Abhängigkeit der Korngrößenverteilung von der Mahlkörperart bei einer Kugelmühle	188
5.3.2.6	Untersuchen der Abhängigkeit der Korngrößenverteilung von der Drehzahl bei einer Kugelmühle	188
5.3.2.7	Untersuchen der Abhängigkeit der Korngrößenverteilung von der Größe der Mahlkörper bei einer Schwingmühle	189
5.3.2.8	Mahlen mit einer Mörsermühle und Klassieren des Haufwerks mit einem Luftstrahlsieb	190
5.3.3	Fragen zum Thema	191
 Teil III Thermische Verfahren		193
6	Wärmeübertragung	193
6.1	Theoretische Grundlagen	193
6.1.1	Themen und Lerninhalte	193
6.1.2	Physikalische Grundlagen	193
6.1.3	Energieträger	195
6.1.4	Wärmeübertragungsverfahren	195
6.1.5	Apparate zur Wärmeübertragung	197
6.2	Arbeitsanweisungen	200
6.2.1	Direktes Heizen und indirektes Kühlen an einer Kesselanlage	201
6.2.2	Direktes Heizen mit Dampf und indirektes Kühlen mit Kühlsole	203
6.2.3	Direktes und indirektes Heizen und Kühlen an einer Kesselanlage	204
6.2.4	Indirektes Heizen und Kühlen an einer Kesselanlage	205
6.2.5	Indirektes Heizen und Kühlen mit Einsatz eines Reglers und einer Ablaufsteuerung	205
6.2.6	Herstellen und Mischen von Salzlösungen unterschiedlicher Temperatur	207
6.2.7	Untersuchen des Kühlverhaltens eines Doppelrohrwärmeübertragers	208
6.2.8	Untersuchen des Kühlverhaltens eines Rohrschlangenwärmeübertragers	209
6.3	Fragen zum Thema	210
7	Verdampfen, Trocknen, Kristallisieren	211
7.1	Verdampfen	211
7.1.1	Theoretische Grundlagen	211
7.1.1.1	Themen und Lerninhalte	211

7.1.1.2	Verdampfer	211
7.1.1.3	Mehrkörperverdampfer	215
7.1.2	Fragen zum Thema	215
7.2	Trocknen	216
7.2.1	Theoretische Grundlagen	216
7.2.1.1	Themen und Lerninhalte	216
7.2.1.2	Trockenverfahren	217
7.2.1.3	Trockner	218
7.2.2	Arbeitsanweisung	221
7.2.2.1	Untersuchen des Trocknungsverhaltens eines Wirbelschichttrockners bei unterschiedlicher Beladung	221
7.2.3	Fragen zum Thema	223
7.3	Kristallisieren	224
7.3.1	Theoretische Grundlagen	224
7.3.1.1	Themen und Lerninhalte	224
7.3.1.2	Kühlkristallisation	225
7.3.1.3	Verdampfungskristallisation	227
7.3.2	Fragen zum Thema	227
8	Destillieren und Rektifizieren	229
8.1	Theoretische Grundlagen	229
8.1.1	Themen und Lerninhalte	229
8.1.2	Gleichstromdestillation	229
8.1.2.1	Physikalische Grundlagen	229
8.1.2.2	Destillierverfahren	231
8.1.3	Gegenstromdestillation	234
8.1.3.1	Physikalische Grundlagen	234
8.1.3.2	Apparatetechnik	237
8.1.3.3	Rektifizierverfahren	240
8.2	Arbeitsanweisungen	241
8.2.1	Rektifikation von Ethanol-Wasser-Gemisch mit einer Glockenbodenkolonne bei Normaldruck	242
8.2.2	Rektifikation von Ethanol-Wasser-Gemisch mit einer Füllkörperkolonne bei Normaldruck	244
8.2.3	Reinigung von Decahydronaphthalin durch Vakuumrektifikation	246
8.2.4	Reinigung von Chlorbenzol durch Wasserdampfdestillation	248
8.3	Fragen zum Thema	249
9	Extrahieren	251
9.1	Theoretische Grundlagen	251
9.1.1	Themen und Lerninhalte	251
9.1.2	Physikalische Grundlagen	251
9.1.3	Feststoffextraktion	252
9.1.4	Flüssigkeitsextraktion	255
9.1.4.1	Allgemeines	255
9.1.4.2	Flüssigkeitsextraktoren	257

9.2	Arbeitsanweisungen	259
9.2.1	Reinigung von Decahydronaphthalin durch diskontinuierliche Extraktion mit Schwefelsäure	260
9.2.2	Entsorgung von Abfallschwefelsäure durch Umsetzung mit Calciumcarbonat	262
9.2.3	Reinigung von Bayol-Öl durch kontinuierliche Extraktion mit Wasser	263
9.3	Fragen zum Thema	264
 Teil IV Produktionstechnik		 265
10	Präparative Arbeitstechniken	265
10.1	Theoretische Grundlagen	265
10.1.1	Themen und Lerninhalte	265
10.1.2	Disposition von Arbeitsabläufen	265
10.1.3	Protokollierung	267
10.2	Arbeitsanweisungen	273
10.2.1	Allgemeines	273
10.2.2	Umfällen des Natriumsalzes der 4-Aminobenzolsulfonsäure	274
10.2.3	Umkristallisieren von Carboxypyrazolsäure-4	276
10.2.4	Herstellen des Azofarbstoffes Tartrazin O	278
10.2.5	Herstellen von 2-Chlorbenzoësäure	281
10.2.6	Vorseifen von Benzoesäureethylester	284
10.2.7	Herstellen von basischem Kupfercarbonat	287
10.2.8	Herstellen von Kupfersulfat	289
10.2.9	Destillieren von ethanolhaltigen Gemischen	291
10.2.10	Rektifizieren eines Ethanol-Wasser-Gemisches bei Normaldruck	293
10.2.11	Herstellen von Calciumcarbonat	294
10.2.12	Herstellen und Mischen von Salzlösungen	296
10.2.13	Fällen von Schwermetall-Ionen	298
10.2.14	Neutralisieren von sauren bzw. alkalischen Abwässern	300
 11	 Umweltschutz	 303
11.1	Themen und Lerninhalte	303
11.2	Reststoffverwertung	303
11.3	Umweltgerechte Durchführung von Versuchen	305
11.4	Entsorgung von Abwasser, Abluft und festen Abfällen	305
11.5	Fragen zum Thema	311
 12	 Anhang	 313
12 A	Unvollständiges Fließbild der Kessel-Druckfilterkombination	313
12 B	Unvollständiges Fließbild der Filtrierstraße	314
12 C	Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnungen	315
12 D	Abhängigkeit der Dichte vom Massenanteil von Natriumchloridlösungen	316

XIV *Inhalt*

12 E Abhängigkeit der Dichte vom Massenanteil von Ethanol-Wasser-Gemischen	316
12 F Abhängigkeit der Dichte vom Massenanteil von Kupfersulfatlösungen	317
12 G Abhängigkeit der Dichte vom Massenanteil von Natriumcarbonatlsungen	317
12 H Abhängigkeit der Dichte vom Massenanteil von Natriumhydrogencarbonatlsungen	318
12 I Diazotierwertbestimmung	319
Stichwortregister	321
Literatur	327