

Inhalt

Vorwort zur vierten Auflage	V
Vorwort zur dritten Auflage	VI
Vorwort zur zweiten Auflage	VII
Vorwort zur ersten Auflage	VIII
Inhalt	IX
Formelzeichen	XIII
1. Einleitung	1
2. Grundlegendes	5
2.1 Funktion und Form von Rohrleitungen	6
2.2 Funktion und Form von Apparaten	8
2.2.1 Behälter	8
2.2.2 Abscheider und Filter	9
2.2.3 Membran-Apparate	10
2.2.4 Wärmeaustauscher	10
2.2.5 Kolonnen	11
2.2.6 Reaktoren	12
3. Werkstoffe	15
3.1 Eisenwerkstoffe	16
3.1.1 Eisennetwerkstoffe	17
3.1.1.1 Einteilung und Bezeichnung von Stählen	17
3.1.1.2 Unlegierte Baustähle und Stähle für einfache Druckbehälter	18
3.1.1.3 Feinkornbaustähle	19
3.1.1.4 Nichtrostende Stähle	19
3.1.1.5 Warmfeste Stähle	21
3.1.1.6 Kaltzähe Stähle	21
3.1.1.7 Druckwasserstoffbeständige Stähle	22
3.1.2 Eisengusswerkstoffe	22
3.1.2.1 Gusseisen	22
3.1.2.2 Stahlguss	23
3.1.2.3 Temperguss	23
3.2 Nichteisenmetalle	24
3.2.1 Kupfer	24
3.2.2 Kupferlegierungen	25
3.2.3 Aluminium und Aluminiumlegierungen	26
3.2.4 Nickel und Nickellegierungen	26
3.2.5 Titan und Titanlegierungen	27
3.3 Kunststoffe	27
3.3.1 Thermoplaste	28
3.3.2 Duroplaste	29

4.	Rohrleitungs- und Apparateelemente	31
4.1	Rohrleitungselemente	32
4.1.1	Rohre	32
4.1.1.1	Stahlrohre	34
4.1.1.2	Gussrohre	37
4.1.1.3	Kupferrohre	38
4.1.1.4	Kunststoffrohre	39
4.1.2	Rohrverbindungen	41
4.1.2.1	Schweiß-, Löt- und Klebeverbindungen	41
4.1.2.2	Geschraubte Verbindungen	43
4.1.2.3	Gesteckte und verpresste Verbindungen	45
4.1.3	Formstücke	46
4.1.3.1	Bögen und Winkel	46
4.1.3.2	Abzweige	47
4.1.3.3	Reduzierungen und Erweiterungen	48
4.1.3.4	Abschlüsse	51
4.1.4	Halterungen	51
4.1.5	Kompensatoren	52
4.2	Apparateelemente	55
4.2.1	Mäntel	55
4.2.2	Böden	56
4.2.3	Stutzen	57
4.2.4	Tragelemente	58
4.3	Armaturen	58
4.4	Überdrucksicherungen	62
5.	Zeichnerische Darstellung	63
5.1	Symbole	64
5.2	Darstellungsarten	66
5.3	Verfahrenstechnische Fließbilder	68
5.4	Computerunterstützte Planung und Darstellung	71
6.	Beanspruchungen von Druckbehälterwänden	73
6.1	Beanspruchungen aus Überdruck	74
6.1.1	Spannungsverlauf	74
6.1.2	Mittlere Spannungen	75
6.1.3	Vergleichsspannungen	76
6.2	Zusätzliche Beanspruchungen	79
6.2.1	Spannungen aus äußerer Krafteinwirkungen	79
6.2.2	Eigenspannungen	79
6.2.3	Wärmespannungen	79
6.3	Besonderheiten bei äußerem Überdruck	82
7.	Wanddickenberechnung von Druckbehältern	85
7.1	Grundlagen der Wanddickenberechnung	86
7.1.1	Regelwerke	86
7.1.2	Festigkeitsbedingung	86
7.2	Zylinder- und Kugelmäntel	87
7.2.1	Überwiegend statische Beanspruchung	88
7.2.2	Dynamische Beanspruchung	94
7.2.3	Zylindrische Behälter unter äußerem Überdruck	99

7.2.4	Ausschnitte in zylindrischen und kugeligen Behälterwänden	100
7.3	Kegelförmige Mäntel	104
7.4	Gewölbte Böden	106
7.5	Ebene Böden.....	108
7.6	Besonderheiten bei Druckbehältern aus Kunststoffen	110
8.	Lagerung und Dehnungsausgleich von Rohrleitungen	115
8.1	Rohrlagerung.....	116
8.2	Beanspruchungen durch Wärmedehnung	120
8.2.1	Wärmedehnung	120
8.2.2	Druck-Beanspruchung im geraden Rohr	120
8.2.3	Biegebeanspruchung in fest eingespannten Biegeschinkeln	122
8.2.4	Biegebeanspruchung in Formstücken	123
8.3	Ausgleich der Wärmedehnung durch Biegeschinkel	124
8.3.1	Anordnung von Biegeschinkeln	125
8.3.2	Berechnung der notwendigen Länge von Biegeschinkeln	125
8.3.2.1	Fest eingespannte Biegeschinkel	125
8.3.2.2	Nicht fest eingespannte Biegeschinkel	126
8.3.2.3	Vorspannung	126
8.3.3	Elastizität beliebig geformter Systeme	127
8.4	Ausgleich der Wärmedehnung mit Wellrohrkompensatoren	129
8.4.1	Anordnung von Kompensatoren	129
8.4.2	Rohrführung und -lagerung	129
8.4.3	Kompensatorauswahl.....	131
8.5	Festpunktbelastung bei kompensierter Wärmedehnung	132
9.	Festigkeitsberechnung von Rohrleitungen.....	135
9.1	Wanddickenberechnung von geraden Rohren.....	136
9.1.1	Rohre aus Stahl.....	136
9.1.2	Rohre aus anderen metallischen Werkstoffen als Stahl.....	143
9.1.3	Rohre aus Kunststoff.....	143
9.2	Wanddickenberechnung von Formstücken	146
9.3	Gesamtbeanspruchung von Rohrleitungen	149
9.3.1	Gesamtbeanspruchung elastisch verlegter Rohrleitungen	149
9.3.2	Gesamtbeanspruchung eingeerdeter Rohrleitungen	151
10.	Strömungstechnische Auslegung von Rohrleitungen	155
10.1	Strömungsgeschwindigkeit	156
10.2	Druck und Energie	159
10.3	Druckverlust	161
10.3.1	Druckverlust in Flüssigkeitsströmungen	162
10.3.1.1	Flüssigkeitsströmung in geraden Rorleitungen....	162
10.3.1.2	Flüssigkeitsströmung durch Einzelwiderstände	166
10.3.1.3	Gesamtdruckverlust in Flüssigkeitsströmungen	169
10.3.2	Druckverlust in Gasströmungen.....	170
10.3.2.1	Gasströmung im geraden Rohr	172
10.3.2.2	Gasströmung durch Einzelwiderstände	174
10.3.2.3	Gesamtdruckverlust in Gasströmungen	174
10.3.3	Längenbezogene Druckverlustermittlung (Druckgefälle)	175
10.4	Strömung in Rohrnetzen	176
10.4.1	Serielle Strömungswiderstände	176
10.4.2	Parallele Strömungswiderstände	177

10.4.3	Druckverlust in Rohrnetzen.....	178
10.4.4	Treibendes Druckgefälle.....	178
10.4.5	Anlagenkennlinie	181
10.5	Strömung im Vakuum.....	182
10.6	Druckstoß	186
11.	Pumpen und Verdichter	191
11.1	Funktionsprinzipien	192
11.1.1	Kreiselpumpen und -verdichter (Strömungsmaschinen).....	193
11.1.2	Verdrängerpumpen und -verdichter	194
11.2	Betriebscharakteristika.....	195
11.2.1	Betriebsgrößen	196
11.2.2	Kennlinien und Betriebspunkt.....	200
11.2.3	Beeinflussung des Betriebspunktes.....	202
11.2.4	Einfluss der Pumpen- bzw. Verdichterdrehzahl	204
11.2.5	Parallel- und Serienschaltung	206
11.2.6	Kennzahlen.....	208
11.3	Flüssigkeitspumpen	210
11.3.1	Auswahl des Funktionsprinzips.....	211
11.3.2	Saugverhalten	213
11.3.2.1	Vermeidung von Kavitation	213
11.3.2.2	Selbst entlüftendes Ansaugen	216
11.3.3	Kennfelder und Kennlinien	216
11.4	Verdichter	218
11.4.1	Auswahl des Funktionsprinzips.....	220
11.4.2	Kennlinien und Kennfelder	221
11.5	Vakuumpumpen	223
12.	Literatur	227
ANHANG	229
A Anmerkungen	230
B Berechnungsbeispiele	236
	Übersicht	236
	Berechnungsbeispiele zu Kapitel 6	239
	Berechnungsbeispiele zu Kapitel 7	245
	Berechnungsbeispiele zu Kapitel 8	264
	Berechnungsbeispiele zu Kapitel 9	271
	Berechnungsbeispiele zu Kapitel 10	288
	Berechnungsbeispiele zu Kapitel 11	312
Index	333