

---

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	9
Vorwort	11
1. Armaturen in der Gärungs- und Getränkeindustrie	12
1.1 Allgemeine Hinweise	12
1.1.1 Auswahlkriterien für Armaturen	12
1.1.2 Einsatzkriterien der Armaturen	12
1.1.3 Anforderungen an Armaturen	12
1.1.4 Einteilungsvarianten der Armaturen	13
1.2 Bauformen für Absperr-Armaturen	14
1.2.1 Absperrklappen	14
1.2.2 Absperrklappen in Sonderbauformen	17
1.2.3 Ventile	19
1.2.4 Ventile für Produktleitungen in der Gärungs- und Getränkeindustrie	20
1.2.5 Ventile für steriles Arbeiten	32
1.2.6 Mehrwege-Ventile	32
1.2.7 Auslaufarmaturen für Behälter	32
1.2.8 Schieber	36
1.2.9 Hahn	39
1.2.10 Membranventile	41
1.2.11 Schlauchventile	42
1.3 Antriebe für Absperrarmaturen	44
1.3.1 Pneumatische Antriebe für Absperrklappen und Ventile	44
1.3.2 Elektromechanische Antriebe	49
1.3.3 Notbetätigung	49
1.4 Zubehör für Absperrarmaturen	50
1.5 Lösbare Leitungsverbindungen für Armaturen	50
1.5.1 Verschraubung	51
1.5.2 Flanschverbindung	51
1.5.3 Spannringverbindungen	53
1.5.4 Sonderformen für Verbindungen	54
1.6 Unlösbare Rohrverbindungen	55
1.6.1 Schweißen	55
1.6.2 Schweißnaht-Nachbearbeitung:	55
1.6.3 Mechanische Oberflächenbehandlung	56
1.6.4 Chemische Oberflächenbehandlung	56
1.6.5. Reinigung/Desinfektion und Pflege des Edelstahles	57
1.7 Stell- und Regelarmaturen/-ventile	58
1.8 Sicherheitsarmaturen	63
1.8.1 Sicherung gegen unzulässigen Überdruck	63
1.8.2 Sicherheitsventile	63

1.8.3	Schutz gegen Unterdruck/Vakuum	64
1.8.4	Überströmventile	66
1.9	Rückschlag-Armaturen	66
1.10	Schaugläser	67
1.11	Einbau von Sensoren zur Onlinemessung von Prozessgrößen	70
1.12	Probeentnahmearmaturen	72
1.12.1	Allgemeine Hinweise zu Armaturen für die Probeentnahme	72
1.12.2	Armaturen für die manuelle und automatische Probeentnahme	72
1.12.3	Gestaltung von Probeentnahmearmaturen	76
1.12.4	Betätigungsvarianten	89
1.12.5	Einbau von Probeentnahmearmaturen	89
1.12.6	Automatische Probenahmesysteme	91
1.13	Wartung der Armaturen	95
2.	Armaturen für Dampf, Heißwasser und Kondensat	96
2.1	Allgemeiner Überblick	96
2.2	Armaturen für Dampf und Kondensat	97
2.2.1	Dampfventile	98
2.2.2	Kugelhähne	100
2.2.3	Regelventile für Dampf	100
2.2.4	Be- und Entlüftungsarmaturen	101
2.2.5	Kondensatableiter	102
2.2.6	Kondensatsammelsysteme	110
2.2.7	Kondensatfördersysteme	110
3.	Produktrohrleitungen in der Brauerei	116
3.1	Wichtige Aspekte für die Auslegung von Rohrleitungen in der Getränkeindustrie	116
3.1.1	Die Fließgeschwindigkeit	116
3.1.2	Der Druckverlust beim Durchströmen einer Rohrleitung oder Armatur	117
3.1.3	Druckverlustabschätzung mittels Nomogramm für Flüssigkeiten	120
3.1.3	Beispiel für die Nomogramm-Anwendung:	122
3.1.4	Die <i>Reynolds</i> -Zahl	124
3.1.5	Die Grenzschichtdicke	126
3.1.6	Maßnahmen gegen Flüssigkeitsschläge und Schwingungen	131
3.1.7	Hinweise zur Rohrleitungsverschaltung, zum Einsatz von Armaturen und zur Probeentnahme	133
3.1.8	Anforderungen an die Gestaltung von Rohrleitungen und Anlagen im Hinblick auf kontaminationsfreies Arbeiten	143
3.2	Die Auslegung von Rohrleitungen aus der Sicht der Reinigung und Desinfektion	144
3.3	Die Fließgeschwindigkeit bei der Produktförderung	147
3.4	Produktvermischung beim Medienwechsel bzw. Ausschieben	150
3.5	Oberflächenbeschaffenheit der Rohrleitungen und Armaturen	151

---

3.6 Hinweise für die Gestaltung von Rohrleitungen	151
3.6.1 Allgemeine Hinweise	151
3.6.2 Verlegung von Rohrleitungen und die Gestaltung von Rohrleitungshalterungen, Wärmedehnungen	152
3.6.3 Thermisch bedingte Längenänderungen	156
3.6.4 Entlüftung der Rohrleitungen, Sauerstoffentfernung	158
3.6.5 Gestaltung von Wärmedämmungen bei Rohrleitungen	158
3.6.6 Gestaltung von Rohrausläufen	159
3.6.7 Sicherung der Rohrleitungen gegen Frost und Verstopfungen	160
3.6.8 Toträume in Rohrleitungen	160
3.6.9 Dampfleitungen	161
3.7 Betriebswirtschaftliche Überlegungen und Schlussfolgerungen	162
3.8 Allgemeine Rohrleitungen für Wasser, Dampf etc.	163
4. Pumpen und Verdichter	165
4.1 Warum Pumpen?	165
4.2 Bauformen der Pumpen	167
4.3 Zentrifugalpumpen	168
4.3.1 Kreiselpumpen für die allgemeine Verwendung	168
4.3.2 Kreiselpumpen für die Getränkeindustrie	177
4.3.3 Seitenkanalpumpen	179
4.3.4 Die Wellendichtung	182
4.3.5 Forderungen an die Aufstellung von Zentrifugalpumpen	191
4.3.6 Kavitation	192
4.3.7 Leistungsbedarf einer Kreiselpumpe	195
4.4 Drehkolbenpumpen	198
4.4.1 Kreiskolbenpumpen	198
4.4.2 Wälzkolbenpumpen	199
4.4.3 Schraubenpumpen	201
4.5 Impellerpumpen	202
4.6 Einspindelpumpen	203
4.7 Schlauchpumpen	206
4.8 Membranpumpen	208
4.8.1 Membranantrieb	209
4.8.2 Mechanisch angetriebene Membranpumpen	209
4.8.3 Magnetantrieb	210
4.8.4 Antrieb mit Druckmittler/hydraulischer Antrieb	210
4.8.5 Antrieb mit Druckluft	210
4.9 Dosierpumpen	212
4.9.1 Möglichkeiten zur Veränderung des Hubes bei Dosierpumpen	213
4.9.2 Membranwerkstoffe	213
4.9.3 Ventile	215
4.9.4 Membranpumpengehäuse	216
4.9.5 Zubehör für Dosierpumpen	216

4.9.6 Hinweise für die Planung von Dosierpumpenanlagen	216
4.10 Vakuumpumpen	218
4.11 Strahlpumpen	221
4.12 Kolbenpumpen	222
4.13 Betriebsverhalten der Pumpen	223
4.13.1 Kennlinien und Möglichkeiten ihrer Beeinflussung	223
4.13.2 Die Kennlinie einer Zentrifugalpumpe	226
4.13.3 Möglichkeiten der Zusammenschaltung von Pumpen	230
4.13.4 Hinweise zur Pumpenauswahl	231
4.13.5 Scherkräfte	234
4.14 Hinweise zum Einsatz von Pumpen	235
4.14.1 Allgemeine Hinweise	235
4.14.2 Verdrängerpumpen	236
4.14.3 Zentrifugalpumpen	236
4.15 CIP bei Pumpen	237
4.16 Verdichter	239
4.16.1 Allgemeine Hinweise	239
4.16.2 Energiebedarf von Verdichtern	239
4.16.3 Hinweise zum Einsatz von Verdichtern	241
5. Wärmeübertrager	243
5.1 Allgemeine Hinweise zur Wärmeübertragung und Berechnung der WÜ	243
5.2 Plattenwärmeübertrager	249
5.2.1 Einführung	249
5.2.2 Wärmetechnische Dimensionierung	250
5.2.3 Mittlere logarithmische Temperaturdifferenz	252
5.2.4 Aufbau der PWÜ	253
5.2.5 Schaltung der PWÜ	260
5.2.6 Ausschluss von Medienvermischung	261
5.2.7 Erkennung von Schadensfällen	262
5.2.8 Werkstoffauswahl	264
5.2.9 Fließgeschwindigkeit in den PWÜ	265
5.2.10 CIP-gerechte Installation der WÜ und sachgerechte Reinigung	267
5.2.11 Temperaturbedingte Spannungen/Längenänderungen bei PWÜ	269
5.2.12 Die Aufstellung der Wärmeübertrager	269
5.2.13 Einhaltung des maximalen Betriebsdruckes	269
5.3 Rohrbündelwärmeübertrager	271
5.3.1 Einführung	271
5.3.2 Wärmetechnische Dimensionierung	271
5.3.3 Bauformen des RWÜ	271
5.3.4 Vor- und Nachteile des RWÜ	273
5.3.5 Fließgeschwindigkeiten im RWÜ	274
5.3.6 CIP-gerechte Installation der RWÜ	274
5.3.7 Temperaturbedingte Spannungen im RWÜ	274



---

5.3.8 Werkstoffe	275
5.4 Sonstige WÜ	275
5.4.1 Doppelrohr-WÜ	275
5.4.2 Doppelrohr-Koaxial-WÜ	275
5.4.3 Spiral-WÜ	276
5.4.4 Plattenverdampfer	276
5.4.5 Verdampfer	279
5.4.6 Wendelrohr-Verdampfungskühler	280
5.4.7 Rippenrohr-WÜ	280
5.4.8 Glasrohr-WÜ	280
5.5 Hinweise zur Gestaltung und Ausführung von Wärme- und Kältedämmungen	281
5.5.1 Allgemeine Hinweise	281
5.5.2 Die Ermittlung von Wärmeverlusten und die Auslegung von Wärmedämmungen	281
5.5.3 Die Vermeidung von Wasserdampfdiffusion und Schwitzwasserbildung	283
5.5.4 Die Ermittlung der Abkühl- bzw. Auskühlzeit von Behältern und Rohrleitungen	285
5.5.5 Hinweise zur Senkung der Wärmeverluste bei kalt gehenden Rohrleitungen und Apparaten	286
6. CIP-Anlagen	288
6.1 Geschichtliche Entwicklung	288
6.2 Begriffe und Stand der Technik	288
6.3 Wichtige Parameter der Reinigung und Desinfektion	290
6.3.1 Temperatur	290
6.3.2 Konzentration	291
6.3.3 Oberflächenspannung	292
6.3.4 Die Benetzung durch die R/D-Medien	293
6.3.5 Die Fließgeschwindigkeit	293
6.3.6 Der Rieselfilm	294
6.4 Anforderungen an Reinigungs- und Desinfektionsmittel	295
6.5 Reinigungs- und Desinfektionsmedien	296
6.6 CIP-Anlagen	300
6.6.1 Wesentliche Komponenten einer CIP-Station	300
6.6.2 Varianten für den Betrieb einer CIP-Station	300
6.6.3 Ansatz und Kontrolle der R/D-Medien	302
6.6.4 Die Trennung von Medien bei CIP-Anlagen	303
6.6.5 Beispiele für CIP-Anlagen	304
6.7 Reinigungsvorrichtungen für die Behälterreinigung	308
6.8 Hinweise zur Gestaltung und zum Betrieb von CIP-Stationen, Voraussetzungen für die automatische Reinigung und Desinfektion	312
6.8.1 Allgemeine Hinweise	312
6.8.2 Heißreinigung	313
6.8.3 Mikrobiologie	314

6.8.4 Empfehlungen für die Anlagenplanung	314
6.8.5 Reinigungssysteme für die verlorene Reinigung	315
6.8.6 Anforderungen an den Vorlaufbehälter	315
6.8.7 Minimierung der Medienvermischung	316
6.8.8 Rückförderung der CIP-Medien bei der Behälterreinigung	318
6.9 Voraussetzungen für optimale CIP-Systeme	318
6.10 Wichtige R/D-Mittel	320
6.10.1 Vorbemerkung	320
6.10.2 Alkalische Reinigungsmittel	320
6.10.3 Saure Reinigungsmittel	320
6.10.4 Desinfektionsmittel	321
6.11 Werkstoffoberflächen, Wand- und Bodenflächen	321
6.12 Hinweise zur Chemikalienlagerung	322
6.13 Möglichkeiten der Kostensenkung bei der R/D	323
6.14 Arbeitsschutz und Unfallverhütung	324
7. Werkstoffe für Armaturen, Rohrleitungen und Dichtungen	325
7.1 Metallische Werkstoffe	325
7.1.1 Kennzeichnung mit dem Kurznamen	325
7.1.2 Korrosionsarten	327
7.1.3 Das Schweißen	328
7.1.4 Reinigung/Desinfektion und Pflege des Edelstahles	330
7.1.5 Oberflächenzustand	331
7.2 Kunststoffe	332
7.3 Dichtungswerkstoffe in der Getränkeindustrie	334
7.3.1 Eigenschaften der Dichtungswerkstoffe	334
7.3.2 Unterscheidungsmöglichkeiten für Elastomere	335
7.3.3 Dichtungswerkstoffe	336
7.3.4 Hinweise zur Beständigkeit der Dichtungswerkstoffe	337
7.3.5 Schmierstoffe für Dichtungen	337
7.3.6 Form der Dichtungen	338
7.3.7 Haltbarkeit von Dichtungen	340
8. Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und Gesetzliche Grundlagen	341
8.1 Die Stellung der gewerblichen Berufsgenossenschaften	341
8.2 Wichtige Informationsquellen zum Unfallschutz und der technischen Sicherheit	342
8.3 Gesetzliche Grundlagen zum Unfallschutz und zur technischen Sicherheit	342
8.4 Wichtige Dokumente zur Anlagenplanung, zum Unfallschutz und zum Gesundheitsschutz	342
8.4.1 Europäisches Recht	342
8.4.2 Nationale gesetzliche Grundlagen	343
Index	345
Quellennachweise	357