

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Formelzeichen und Abkürzungen	5
Vorwort	8
1. Kohlendioxid in der Brau- und Softdrink-Industrie	9
1.1 Qualitätsanforderungen an die Kohlensäure	9
1.1.1 Diskussion der Qualitätsforderungen aus der Sicht der Anwender in der Brauindustrie	9
1.1.2 Sauerstoffgehalt	11
1.1.3 Ölgehalt	11
1.1.4 Keimgehalt des CO ₂	14
1.1.5 Sonstige Beimengungen in der Gärungskohlensäure	14
1.2 Physikalische Kennwerte des CO ₂	15
1.3 Thermodynamische Gesetzmäßigkeiten für Gase	15
1.4 Das h, x-Diagramm für feuchtes CO ₂	20
1.5 Gesetzmäßigkeiten und Kennwerte zur Kohlensäure	20
1.5.1 Allgemeine Hinweise	20
1.5.2 Das Druck-Enthalpie-Diagramm für CO ₂	20
1.5.3 Die spezifische Wärmekapazität	22
1.5.4 Die Verdampfungs- und Sublimationswärme	26
1.5.5 Die Gaslöslichkeit in Wasser	27
1.6 Handelsformen der Kohlensäure	27
1.6.1 Qualitäten	27
1.6.2 Flaschen für CO ₂	28
2. CO ₂ -Rückgewinnungsanlagen	31
2.1 Allgemeiner Überblick	31
2.2 Konzeptionen für den Bau und Betrieb von CO ₂ -Rückgewinnungsanlagen	31
2.3 Anlagenelemente einer CO ₂ -Rückgewinnungsanlage	33
2.3.1 Rohgasgewinnung	33
2.3.2 Rohgaswäsche	34
2.3.3 Speicher für Rohgas	36
2.3.4 Verdichteranlage	38
2.3.5 Gasreinigung und -trocknung	40
2.3.6 Kondensation des CO ₂	41
2.3.7 Rektifikation des CO ₂	47
2.3.8 CO ₂ -Lagerung	51
2.3.9 CO ₂ -Verdampferanlagen	52
2.3.10 Reinigung von CO ₂ -Rückgewinnungsanlagen	53

2.3.11 CO ₂ -Tankwagenannahme	53
2.3.12 Kälteanlagen für die CO ₂ -Rückgewinnung	54
2.3.13 Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen	58
2.3.14 MSR-Konzepte für CO ₂ -Rückgewinnungsanlagen	59
3. Modellrechnung für die Bestimmung der gewinnbaren Menge CO ₂	61
3.1 Welche Parameter bestimmen die gewinnbare CO ₂ -Menge	61
3.2 Möglichkeiten zur Senkung von Verlusten bei der CO ₂ - Rohgaserfassung	63
3.3 Der Zusammenhang zwischen CO ₂ -Rohgaskonzentration, Abgas- konzentration und CO ₂ -Ausbeute	64
3.4 Möglichkeiten zur Senkung von Verlusten bei der CO ₂ -Gewinnung	64
3.5 Möglichkeiten zur Senkung des CO ₂ -Eigenbedarfs	64
3.6 Die Ermittlung der täglich gewinnbaren CO ₂ -Menge	65
4. Grundlagen für die Planung der Anlagengröße der CO ₂ -Gewinnungsanlage	73
5. Modellrechnung für den spezifischen CO ₂ -Verbrauch in der Brauerei und Softdrink-Industrie	75
6. Praxiserfahrungen und Richtwerte zu Verbrauchswerten, Kosten, Wirtschaftlichkeit	77
7. MSR bei CO ₂ -Rückgewinnungsanlagen	79
8. Arbeits- und Gesundheitsschutz, Technische Sicherheit, gesetzliche Grundlagen und techn. Regeln	81
8.1 Wichtige gesetzliche Grundlagen der Europäischen Union	81
8.2 Nationale gesetzliche Grundlagen	81
8.3 Technische Regeln	83
8.4 Normen (Beispiele)	84
8.5 VDMA-Einheitsblätter	85
8.6 VDI-Richtlinien	86
8.7 Die Berufsgenossenschaft	86
8.8 Weitere gesetzliche Grundlagen zum Unfallschutz und zur technischen Sicherheit	88
Stichwortverzeichnis	89
Quellenverzeichnis	97