

Inhalt

Vorwort	5
Formelzeichen und Abkürzungen	11
1 Einleitung	23
2 Gasverbrauch/Gasgewinnung	25
2.1 Begriffe	25
2.2 Erdgasverbrauch/Erdgasherkunft	25
2.3 Gasgewinnung	28
2.3.1 Erdgas/LNG	29
2.3.2 Biogas	32
2.3.3 Klärgas/Deponiegas	36
2.3.4 Wasserstoff	37
2.4 Einteilung der Brenngase	38
3 Thermodynamische Grundlagen	41
3.1 Einleitung	41
3.2 Zustandsgrößen	43
3.2.1 Thermische Zustandsgrößen	43
3.2.2 Energetische Zustandsgrößen	45
3.3 Verbrennung/Verbrennungsrechnung	51
3.3.1 Zündgrenzen	51
3.3.2 Einführung in die Verbrennungsrechnung	55
3.3.2.1 Stoffbilanzen	56
3.3.2.2 Energiebilanz/Adiabate Verbrennungstemperatur	66
3.3.3 Flammengeschwindigkeit	68
4 Gasspeicherung	73
4.1 Einleitung	73
4.2 Gasspeicherarten	74
4.2.1 Kavernenspeicher	74
4.2.2 Porenspeicher	75
4.2.3 Felskavernen/Aufgelassene Bergwerke	76
4.2.4 Druckbehälter	76
4.2.5 Wasserstoffspeicherung	79
4.2.6 Speicherung verflüssigter Gase	80

4.3	Energiespeicher im Vergleich	81
4.4	Geräte zur Gasein- und Gasausspeicherung	83
5	Gastransport	87
5.1	Einleitung	87
5.2	Gasfortleitung	88
5.2.1	Raumbeständige Gasfortleitung	89
5.2.2	Raumveränderliche Gasfortleitung	96
5.3	Netzberechnung	99
5.4	Volumenstrombestimmung	101
5.5	Berechnung nach TRGI	106
5.5.1	Differenziertes Verfahren	108
5.5.2	Tabellenverfahren	112
5.5.3	Berechnungsbeispiel	123
5.5.4	Rohrleitungen/Rohrmaterial	129
5.5.5	Prüfen von Innenleitungen	131
5.5.6	Inbetriebnahme von Gasleitungen	135
5.5.7	Kennzeichnung von Gaseinrichtungen	135
6	Hausanschluss	139
6.1	Konstruktive Ausführungen	139
6.2	Gasdruckregler	143
6.3	Sicherheitsabsperrventil (SAV)	152
6.4	Sicherheitsabblaseventil (SBV)	153
6.5	Gaszähler	154
6.6	Schutz vor Manipulationen	159
7	Gasgeräte	161
7.1	Geräteausführungen	161
7.2	Brennertypen von Gasgeräten	166
7.3	Anforderungen an die Geräteaufstellung	171
7.3.1	Allgemeines	171
7.3.2	Gefährdungspotentiale bei Gasgeräten	172
7.3.3	Gasgeräte Art A	177
7.3.4	Gasgeräte Art B	178
7.3.5	Gasgeräte Art C	181
7.4	Gasgeräteanwendungen	182
7.4.1	Zentrale Wärmeerzeuger	182

7.4.1.1	Gas-Heizgeräte	182
7.4.1.2	Gas-Brennwertgeräte	183
7.4.1.3	KWK-Geräte	186
7.4.1.4	Gaswärmepumpen	197
7.4.2	Dezentrale Gasgeräte	201
7.5	Bilanzierung von Gasgeräten	204
7.5.1	Grundlagen	204
7.5.2	Heiz- und Brennwertgeräte	207
7.5.3	KWK-Geräte (BHKW/Stirling)	210
7.5.4	Brennstoffzellen	214
7.5.5	Gasturbinen	216
7.5.6	Sorptionswärmepumpen	219
7.5.7	Systemvergleich	223
8	Flüssiggasanlagen	225
8.1	Einleitung	225
8.2	Stoffeigenschaften	225
8.3	Anlagenbestandteile von Flüssiggasanlagen	227
8.4	Auslegung von Flüssiggasbehältern	234
9	Emission/Immission	241
9.1	Grenzwerte	241
9.2	Berechnung/Umrechnung	244
9.3	Messverfahren	245
9.3.1	Elektrochemische Messverfahren	245
9.3.2	Physikalisches Messverfahren	247
10	Abgastechnik	249
10.1	Einleitung	249
10.2	Abgassystem	250
10.2.1	Strömungssicherung	250
10.2.2	Abgasüberwachung	250
10.2.3	Abgasklappen	250
10.2.4	Abgasrohr	251
10.2.5	Schornstein	252
10.3	Berechnung von Abgassystemen	260
10.3.1	Förderfähigkeit	260
10.3.1.1	Unterdruckanlagen	261
10.3.1.2	Überdruckanlagen	262
10.3.2	Oberflächentemperatur	263

11	Synthetische Gaserzeugung	265
11.1	Wasserstofferzeugung	265
11.1.1	Alkalische Elektrolyse	266
11.1.2	PEM-Elektrolyseure	268
11.1.3	Hochtemperatur-Elektrolyse (HTES)	269
11.1.4	Stackdesign/Anlagenperipherie/Nutzung	271
11.2	Methan-Erzeugung	274
Literatur		277
A	Grundsymbole gastechnischer Anlagen	283
B	Physikalische Größen und Konstanten	285
B.1	Ausgewählte physikalische Größen	285
B.2	Ausgewählte Konstanten	286
B.3	Bezugszustände	286
B.4	Kennzahlen von Einzelgasen	287
B.5	Kennzahlen von Gasgemischen	291
B.6	Wasser und Wasserdampf	292
B.7	Reaktionsenthalpie	294
C	Komplexbeispiele	295
C.1	Berechnungsbeispiel – 1	295
C.2	Berechnungsbeispiel – 2	298
C.3	Berechnungsbeispiel – 3	303
C.4	Berechnungsbeispiel – 4	312
C.5	Berechnungsbeispiel – 5	317
D	Kontrollfragen	327
Stichwortverzeichnis		331