

# Inhaltsverzeichnis

Geleitwort zur sechsten Auflage . . . . .	V
Vorwort zur sechsten Auflage . . . . .	VI
Die Autoren . . . . .	VII
Sponsoren . . . . .	IX
Verzeichnis der Tafeln . . . . .	XXI
<b>1 Brenngase im Energiemarkt; Vorkommen, Gewinnung, Aufbereitung . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 Brenngasarten nach Herkunft und Entstehung . . . . .	1
1.2 Gasaufkommen, Verbrauch, Reserven . . . . .	2
1.3 Erdgas . . . . .	6
1.3.1 Lagerstätten, Aufsuche und Förderung . . . . .	6
1.3.2 Aufbereitung . . . . .	12
1.3.3 Transport . . . . .	14
1.4 LNG . . . . .	15
1.5 Flüssiggas . . . . .	17
1.6 Synthesegas aus fossilen Quellen . . . . .	17
1.6.1 Entgasung . . . . .	18
1.6.2 Vergasung . . . . .	19
1.6.2.1 Vergasung schwerer Kohlenwasserstoffe . . . . .	19
1.6.2.2 Vergasung von Kohle . . . . .	20
1.7 Gase aus kohlenstoffhaltigen erneuerbaren Energiequellen . . . . .	21
1.7.1 Herkunft und Nutzung von Biomasse . . . . .	21
1.7.2 Grundlagen der Vergärung und Thermischen Vergasung . . . . .	23
1.7.2.1 Vergärung . . . . .	23
1.7.2.2 Thermische Vergasung . . . . .	24
1.7.3 Eigenschaften der Gase aus Biomasse . . . . .	24
1.7.4 Verunreinigungen und deren Wirkungen . . . . .	26
1.7.5 Anlagenkonzepte . . . . .	26
1.7.6 Ressourcen, Perspektiven und Erfahrungen . . . . .	28
1.7.7 Anforderungen an Biogase aus der nachfolgenden Nutzung . . . . .	29
1.7.7.1 Dezentrale Anlagen . . . . .	29
1.7.7.2 Öffentliche Gasversorgung . . . . .	30
1.8 Wasserstoff . . . . .	30
1.9 Gas als Brennstoff im Fahrzeugbetrieb . . . . .	31
<b>2 Eigenschaften und Austausch von Brenngasen . . . . .</b>	<b>35</b>
2.1 Gaszustand . . . . .	35
2.1.1 Bezugszustände, Mengenangaben . . . . .	35
2.1.2 Ideales und reales Verhalten . . . . .	37
2.1.3 Gasmische . . . . .	45
2.1.4 Verflüssigte Gase . . . . .	47
2.2 Gaskennwert . . . . .	48
2.2.1 Brennwert und Heizwert . . . . .	49
2.2.2 Dichte und relative Dichte . . . . .	53
2.2.3 Gasdruck . . . . .	54
2.2.4 Wobbeindex . . . . .	56

2.2.5	Gasmodul und Primärluftverhältnis . . . . .	57
2.2.6	Methanzahl . . . . .	59
2.2.7	Zündverhalten . . . . .	59
2.2.8	Wärmekapazität, Viskosität . . . . .	64
2.2.9	Stoffwerte nichtbrennbarer Gase . . . . .	66
2.3	Einteilung der Brenngase . . . . .	66
2.3.1	Einteilungskriterien . . . . .	66
2.3.2	Gasfamilien . . . . .	67
2.3.3	Prüfgase . . . . .	70
2.3.4	Regenerativ erzeugte Gase . . . . .	73
2.4	Austausch und Zusatz von Gasen . . . . .	73
2.5	Umstellung und Anpassung von Gasanlagen . . . . .	76
2.5.1	Umstellung von Gasanlagen . . . . .	76
2.5.2	Anpassung der Gasgeräte und SRG-Methode . . . . .	77
<b>3</b>	<b>Verbrennung der Gase . . . . .</b>	<b>81</b>
3.1	Verbrennungsvorgang . . . . .	81
3.2	Verbrennungsrechnung . . . . .	82
3.3	Verbrennungskontrolle . . . . .	91
3.3.1	Messmethode . . . . .	91
3.3.2	Verbrennungsdreiecke . . . . .	92
3.3.3	Berechnungsmethoden . . . . .	94
3.4	Theoretische Verbrennungstemperatur . . . . .	100
3.5	Verluste und Wirkungsgrade . . . . .	105
3.5.1	Verluste bei Gasgeräten . . . . .	105
3.5.2	Feuerungstechnischer Wirkungsgrad . . . . .	107
3.5.3	Gesamtwirkungsgrad . . . . .	111
3.5.4	Wandverlustwirkungsgrad . . . . .	112
3.5.5	Teillastwirkungsgrad . . . . .	112
3.6	Abgastaupunkt . . . . .	116
<b>4</b>	<b>Rohrnetzrechnung . . . . .</b>	<b>119</b>
4.1	Ermittlung des Spitzenvolumenstromes . . . . .	119
4.2	Strömungstechnische Grundlagen . . . . .	120
4.2.1	Allgemeines . . . . .	120
4.2.2	Strömungsformen . . . . .	121
4.2.3	Reibung und Rauigkeit . . . . .	123
4.2.4	Einzelwiderstände . . . . .	127
4.2.5	Auftrieb . . . . .	129
4.2.6	Gesamtdruckdifferenz bei der Gasfortleitung . . . . .	129
4.2.7	Strömungsgeschwindigkeit . . . . .	130
4.3	Druckverlustberechnung . . . . .	131
4.3.1	Raumveränderliche Fortleitung bei realem Verhalten . . . . .	131
4.3.2	Raumveränderliche Fortleitung ohne Berücksichtigung des realen Verhaltens . . . . .	137
4.3.3	Raumbeständige Fortleitung . . . . .	140
4.3.4	Überschlägige Druckverlustberechnung . . . . .	148

4.4	Rohrnetze . . . . .	150
4.4.1	Netzformen . . . . .	150
4.4.2	Begriffe und Gesetzmäßigkeiten . . . . .	151
4.4.3	Berechnungsverfahren . . . . .	153
4.4.4	Einsatz von EDV-Anlagen . . . . .	160
<b>5</b>	<b>Gastransport – Gasverteilung . . . . .</b>	<b>163</b>
5.1	Gasleitungen . . . . .	163
5.1.1	Planung von Gasleitungen . . . . .	163
5.1.1.1	Grundbegriffe, Vorschriften . . . . .	163
5.1.1.2	Trassierung, Wegerecht . . . . .	163
5.1.1.3	Zeitplan . . . . .	168
5.1.1.4	Aufbau von Gasrohrnetzen . . . . .	168
5.1.1.5	Bauteile des Gasrohrnetzes . . . . .	169
5.1.1.6	Rohrwanddickenberechnung bei Stahlrohren . . . . .	175
5.1.2	Bau von Gasleitungen . . . . .	177
5.1.2.1	Rohrgrabenarbeiten . . . . .	177
5.1.2.2	Rohrverlegungsarbeiten . . . . .	178
5.1.2.3	Korrosionsschutz von Stahlrohrleitungen . . . . .	178
5.1.2.4	Gas-Hausanschluss . . . . .	180
5.1.3	Betrieb von Gasleitungen und Gasrohrnetzen . . . . .	183
5.1.3.1	Inbetriebnahme neu verlegter Leitungen . . . . .	183
5.1.3.2	Außerbetriebnahme von Leitungen . . . . .	183
5.1.3.3	Rohrnetzüberwachung . . . . .	183
5.1.3.4	Bereitschaftsdienst/Rufdienst . . . . .	184
5.1.3.5	Rohrnetzinstandhaltung . . . . .	185
5.2	Gas-Druckregelanlagen (GDR), Gas-Druckregel- und Messanlagen (GDRM) . . . . .	185
5.2.1	Planung, Bau und Betrieb von GDR und GDRM . . . . .	185
5.2.1.1	Grundbegriffe, Vorschriften . . . . .	185
5.2.1.2	Arten und Bauausführung von GDR und GDRM . . . . .	190
5.2.1.3	Aufbau von GDR bzw. GDRM, Baugruppen, Bauteile . . . . .	192
5.2.1.4	Instandhaltung von GDR bzw. GDRM . . . . .	211
5.2.2	Gasmengenmessung . . . . .	211
5.2.2.1	Messverfahren . . . . .	211
5.2.2.2	Eichpflicht der Gasmessung . . . . .	217
5.2.2.3	Thermische Gasabrechnung . . . . .	218
5.2.2.4	Mess- und Fernwirktechnik . . . . .	218
5.2.3	Odorierung . . . . .	218
5.2.3.1	Grundsätzliches . . . . .	218
5.2.3.2	Odoriermittel . . . . .	219
5.2.3.3	Erforderliche Odoriermittelzugabe . . . . .	220
5.2.3.4	Hinweise . . . . .	221
5.3	Verdichter-Anlagen . . . . .	222
5.3.1	Verdichter in Gastransportleitungen . . . . .	223
5.3.2	Verdichter in Speicher- und Verteilungsanlagen . . . . .	225
5.4	Gasentspannungsanlagen . . . . .	227
5.4.1	Thermodynamische Grundlagen . . . . .	228
5.4.2	Anlagenauslegung . . . . .	229

5.5	Netzsteuerung . . . . .	232
5.6	Transportkosten . . . . .	233
<b>6</b>	<b>Ausgleich der Verbrauchsspitzen . . . . .</b>	<b>237</b>
6.1	Untertage-Speicherung . . . . .	237
6.1.1	Porenspeicher . . . . .	238
6.1.2	Kavernenspeicher . . . . .	241
6.2	Niederdruckspeicherung . . . . .	243
6.2.1	Scheibengasbehälter . . . . .	243
6.2.2	Rollmembranbehälter . . . . .	243
6.3	Hochdruckspeicherung . . . . .	245
6.3.1	Kugelgasbehälter . . . . .	245
6.3.2	Röhrenspeicher . . . . .	247
6.3.3	Speicherleitung . . . . .	248
6.4	Speicher für verflüssigtes Erdgas (LNG) . . . . .	250
6.5	Gasdarbietung durch Zusatzgase . . . . .	251
6.5.1	Grenzen der Zumischung . . . . .	251
6.5.2	Ausführung der Zumischanlagen . . . . .	253
6.6	Einsatzbereiche von Spitzendeckungsmaßnahmen . . . . .	257
<b>7</b>	<b>Gasbrenner . . . . .</b>	<b>261</b>
7.1	Einteilung und Anforderungen . . . . .	261
7.2	Grundlegende Zusammenhänge . . . . .	264
7.2.1	Freistrahler . . . . .	264
7.2.2	Berechnung der Luftansaugung bei Injektorbrennern . . . . .	267
7.2.3	Ausdehnung der Flamme und Flammenstabilisierung . . . . .	272
7.2.3.1	Vormischbrenner . . . . .	272
7.2.3.2	Diffusionsbrenner . . . . .	277
7.2.4	Schadstoffbildung in Gasfeuerungen . . . . .	281
7.3	Ausrüstung von Gasbrennern . . . . .	284
7.3.1	Zündeinrichtung . . . . .	286
7.3.2	Regelung der Brennerleistung . . . . .	286
7.3.3	Sicherheitsabsperrrmaturen (Selbststellglieder) . . . . .	289
7.3.4	Gasdruckregel- und Überwachungseinrichtungen . . . . .	291
7.3.5	Funktionskontrolleinrichtung für das Gebläse . . . . .	292
7.3.6	Flammenüberwachungseinrichtungen – Zündsicherungen . . . . .	292
7.3.7	Sonstige Mess- und Sicherheitseinrichtungen . . . . .	296
7.3.8	Beispiele für Gasbrenner in Heizungsanlagen . . . . .	297
<b>8</b>	<b>Gasgeräte in Haushalt und Gewerbe . . . . .</b>	<b>301</b>
8.1	Übersicht und Einführung . . . . .	301
8.1.1	Gesetzliche Grundlagen . . . . .	301
8.1.2	Geräteeinteilung und Kennzeichnung . . . . .	301
8.2	Gesetze, Verordnungen und Normen . . . . .	307
8.2.1	Gasgeräte-Richtlinie . . . . .	307
8.2.2	Energieeinsparverordnung 2002 (EnEV 2002) . . . . .	311

8.2.3	Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen . . . . .	314
8.2.4	Das Umweltzeichen „Blauer Engel“ des Umweltbundesamtes (Berlin)	316
8.3	Funktion und Anwendungsgebiete der Gasgeräte . . . . .	319
8.3.1	Koch-, Wasch-, Trocknungs- und Kühleinrichtungen . . . . .	319
8.3.2	Gaswasserheizer und Vorratswasserheizer . . . . .	320
8.3.2.1	Gaswasserheizer . . . . .	320
8.3.2.2	Vorratswasserheizer . . . . .	322
8.3.2.3	Geräteausführungen . . . . .	323
8.3.3	Gasheizkessel . . . . .	326
8.3.3.1	Schallschutz . . . . .	327
8.3.3.2	Abgasklappen . . . . .	329
8.3.4	Brennwertnutzung bei Gasgeräten . . . . .	329
8.3.5	Gasheizgeräte ohne Warmwasser als Wärmeträger . . . . .	330
8.3.6	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen . . . . .	332
8.3.7	Brennstoffzellen . . . . .	337
8.3.7.1	Funktionsprinzip . . . . .	337
8.3.7.2	Brennstoffzellen – Typen und Anwendungsmöglichkeiten . . . . .	338
8.3.7.3	Sicherheitstechnische Anforderungen; Entwicklungspotenzial	341
8.4	Lastberechnung und Auslegung . . . . .	342
8.4.1	Wasserheizer . . . . .	342
8.4.2	Umlaufwasserheizer . . . . .	346
8.4.3	Kombiwasserheizer . . . . .	347
8.4.4	Heizkessel . . . . .	347
8.4.5	Heizstrahler . . . . .	348
8.4.6	Gaswärmepumpen . . . . .	349
8.5	Jahresgasverbrauch . . . . .	351
8.5.1	Jahresgasverbrauch der Wasserheizer . . . . .	352
8.5.2	Jahresgasverbrauch der Gas-Zentralheizung . . . . .	358
<b>9</b>	<b>Gasanlagen in Gebäuden und auf Grundstücken . . . . .</b>	<b>367</b>
9.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	367
9.2	Voraussetzungen für die Ausführung von Gasanlagen . . . . .	367
9.3	Leitungsanlagen. . . . .	368
9.3.1	Rohre . . . . .	369
9.3.2	Form- und Verbindungsteile sowie sonstige Bauteile . . . . .	370
9.3.3	Rohrverbindungen . . . . .	371
9.3.4	Korrosionsschutz . . . . .	374
9.3.5	Erstellen von Leitungsanlagen . . . . .	374
9.3.5.1	Allgemeines . . . . .	374
9.3.5.2	Außenleitungen . . . . .	374
9.3.5.3	Innenleitungen . . . . .	374
9.3.6	Verahren der Leitungsanlagen. . . . .	376
9.3.7	Arbeiten an in Betrieb befindlichen Leitungen . . . . .	377
9.3.8	Aufstellen, Umtauschen und Abnehmen von Gaszählern . . . . .	378
9.3.9	Sicherheits- und Regeleinrichtungen . . . . .	378
9.3.10	Entfernen von Leitungsanlagen . . . . .	378

9.3.11	Gasströmungswächter . . . . .	378
9.3.12	Schutz gegen Eingriffe Unbefugter . . . . .	379
9.3.13	Auswahl von Gasströmungswächtern zum Schutz gegen Eingriffe Unbefugter . . . . .	379
9.4	Berechnung von Leitungsanlagen für Gase der 2. Gasfamilie . . . . .	382
9.4.1	Allgemeine Festlegungen . . . . .	382
9.4.2	Ermittlung des Spitzenvolumenstromes ( $\dot{V}_s$ ) . . . . .	382
9.4.3	Ermittlung der Rohrdurchmesser für metallene Leitungen . . . . .	385
9.4.4	Ermittlung der Rohrdurchmesser für nichtmetallene Leitungen . . . . .	392
9.5	Berechnung von Leitungsanlagen für Flüssiggas. . . . .	392
9.6	Anschluss von Gasgeräten und Gasflaschen . . . . .	395
9.6.1	Anschluss von Gasgeräten . . . . .	395
9.6.2	Anschluss von Gasflaschen . . . . .	395
9.7	Aufstellung von Gasgeräten . . . . .	395
9.7.1	Grundlegende Festlegungen . . . . .	395
9.7.2	Begriffe und Gerätebezeichnungen . . . . .	396
9.7.2.1	Begriffe . . . . .	396
9.7.2.2	Gerätebezeichnungen . . . . .	396
9.7.3	Bedingungen für die Aufstellung von Gasgeräten . . . . .	396
9.7.3.1	Grundsätzliches. . . . .	396
9.7.3.2	Unzulässige Räume für die Aufstellung von Gasgeräten . . . . .	396
9.7.3.3	Bedingungen für raumluftabhängige Gasgeräte Art B <sub>1</sub> und B <sub>4</sub> bei mechanischer Raumluftabsaugung . . . . .	397
9.7.3.4	Bedingungen für Gasgeräte Art B <sub>1</sub> und B <sub>4</sub> bei der Aufstellung in Wohnungen und vergleichbaren Nutzungseinheiten . . . . .	397
9.7.3.5	Bedingungen für nicht leitungsgebundene Flüssiggas-Geräte und Gas-Durchlaufwasserheizer. . . . .	397
9.7.3.6	Schutz der Gasgeräte und ggf. der Leitungsanlage gegen thermische Beanspruchungen (z. B. Brandeinwirkung). . . . .	397
9.7.3.7	Zusätzliche Bedingungen für Flüssiggas-Geräte . . . . .	397
9.7.3.8	Abstände der Gasgeräte zu Bauteilen aus brennbaren Baustoffen. . . . .	398
9.7.3.9	Bedingungen für die Aufstellung von Gasgeräten Art A, hier Gas-Haushaltskochgeräte . . . . .	398
9.7.4	Bedingungen für den Anfahrzustand von Gasgeräten Art B <sub>1</sub> und B <sub>4</sub> mit Strömungssicherung sowie einer Gesamtnennwärmeleistung $\Sigma \dot{Q}_{NL} \leq 35 \text{ kW}$ und für die Verbrennungsluftversorgung von raumluftabhängigen Gasgeräten Art B . . . . .	398
9.7.4.1	Bedingungen für den Anfahrzustand . . . . .	398
9.7.4.2	Bedingungen für die Verbrennungsluftversorgung von raumluftabhängigen Gasgeräten Art B mit einer Gesamtnennwärmeleistung $\Sigma \dot{Q}_{NL} \leq 35 \text{ kW}$ . . . . .	399
9.7.4.3	Bedingungen für den Anfahrzustand der Gasgeräte mit Strömungssicherung und die Verbrennungsluftversorgung von raumluftabhängigen Gasgeräten Art B mit einer Gesamtnennwärmeleistung $\Sigma \dot{Q}_{NL} \leq 35 \text{ kW}$ . . . . .	404

9.7.5	Zusätzliche Bedingungen für die Aufstellung von raumluftunabhängigen Gasgeräten Art C . . . . .	406
9.7.5.1	Grundsätzliches . . . . .	406
9.7.5.2	Bestimmungen für Gasgeräte Art C <sub>1</sub> mit horizontaler Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung durch die Außenwand . . . . .	407
9.7.5.3	Bestimmungen für Gasgeräte Art C <sub>3</sub> mit Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung senkrecht über Dach . . . . .	407
9.7.5.4	Bestimmungen für Gasgeräte Art C <sub>4</sub> mit Verbrennungsluftzu- und Abgasabführung zum Anschluss an ein Luft-Abgas-System (LAS) . . . . .	407
9.7.5.5	Verschiedenes. . . . .	407
9.7.6	Zusätzliche Bestimmungen bei der Aufstellung von gewerblich und industriell genutzten Gasgeräten . . . . .	407
9.8	Abgasabführung von Gasgeräten Art B . . . . .	408
9.8.1	Grundsätzliches. . . . .	408
9.8.2	Abgasanlagen: Anforderungen, Planung, Ausführung und Berechnung . . . . .	408
9.8.3	Abgasabführung über Abgasanlagen. . . . .	408
9.8.4	Abgasabführung über Lüftungsanlagen . . . . .	409
9.8.5	Verbindungsstücke (Abgasrohre) . . . . .	409
9.8.5.1	Querschnitt. . . . .	409
9.8.5.2	Ausführung. . . . .	409
9.8.5.3	Führung . . . . .	412
9.9	Abgasführung aus raumluftunabhängigen Gasgeräten . . . . .	412
9.10	Prüfung von Innen- und Außenleitungen . . . . .	414
9.10.1	Prüfungsvoraussetzungen . . . . .	414
9.10.2	Prüfmedien . . . . .	414
9.10.3	Temperatenausgleich. . . . .	414
9.10.4	Prüfungsdurchführungen . . . . .	414
9.10.4.1	Prüfung gemäß DVGW-TRGI für neu verlegte Leitungen . . . . .	414
9.10.4.2	Prüfung gemäß DVGW-TRGI für vorhandene Innenleitungen. . . . .	415
9.10.4.3	Prüfung gemäß DVGW-TRGI für Anschlüsse und Verbindungen mit Betriebsdrücken bis 1 bar . . . . .	416
9.10.4.4	Prüfung gemäß TRF . . . . .	416
9.11	Inbetriebnahme und Funktionsprüfungen von Gasanlagen . . . . .	416
9.11.1	Einlassen des Gases. . . . .	416
9.11.2	Einstellen und Funktionsprüfung der Gasgeräte. . . . .	416
9.11.3	Funktionsprüfung der Abgasanlage raumluftabhängiger Gasgeräte Art B <sub>1</sub> und B <sub>4</sub> mit Strömungssicherung . . . . .	417
9.11.4	Unterrichtung des Anlagenbetreibers . . . . .	417
9.11.5	Unterhaltung der Gasanlagen in Gebäuden . . . . .	417
9.12	Flüssiggaslagerung . . . . .	417
9.12.1	Allgemeines . . . . .	417
9.12.2	Aufstellung von Flüssiggas-Druckbehältern in Brennstofflagerräumen . . . . .	418
9.12.3	Aufstellung von Flüssiggas-Druckbehältern im Freien . . . . .	418
9.12.4	Aufstellung von Flüssiggasflaschen in Wohnungen . . . . .	418
9.13	Regel- und Sicherheitsarmaturen zwischen dem Flüssiggas-Druckbehälter im Freien und der Gasanlage im Gebäude . . . . .	418

<b>10 Marketing und Gasbezugsplanung</b> . . . . .	421
10.1 Marketing/Tarif- und Vertragswesen. . . . .	421
10.1.1 Marktforschung . . . . .	421
10.1.2 Absatzplanung . . . . .	422
10.1.3 Preispolitik . . . . .	424
10.1.4 Tarifpolitik. . . . .	425
10.1.5 Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Gasversorgung von Tarifkunden (AVB Gas V) vom 21. Juni 1979 . . . . .	429
10.1.5.1 Übersicht . . . . .	429
10.1.5.2 Baukostenzuschuss . . . . .	430
10.1.5.3 Gashaushaltskosten . . . . .	431
10.1.6 Sonderverträge . . . . .	435
10.1.7 Bezugsvertrag/Konzessionsvertrag . . . . .	438
10.2 Planung des Gasbezuges und der Rohrnetzleistung . . . . .	439
10.2.1 Gesetzmäßigkeiten des Gasabsatzes. . . . .	439
10.2.2 Transportkapazität und Netzauslastung . . . . .	446
10.2.3 Ausbauplanung. . . . .	453
10.3 Netzzugang . . . . .	457
10.3.1 Systematik der Kapazitätsvergabe. . . . .	458
10.3.1.1 Kapazitätsmodelle . . . . .	458
10.3.1.2 Entgeltmodelle . . . . .	460
10.3.1.3 Vergabeverfahren . . . . .	461
10.3.2 Nutzung von Netzkapazitäten . . . . .	463
10.3.2.1 Transport . . . . .	463
10.3.2.2 Speicherung . . . . .	468
10.3.2.3 Verteilung . . . . .	469
10.3.2.4 Kundenabnahme . . . . .	473
<b>11 Emissionen, Immissionen; Brenn- und Abgasanalytik.</b> . . . . .	479
11.1 Ausstoß von Luftschadstoffen und klimawirksamen Gasen . . . . .	479
11.1.1 Allgemeines . . . . .	479
11.1.2 Luftschadstoffe. . . . .	479
11.1.3 Klimawirksamkeit von Spurengasen. . . . .	480
11.2 Emissionen, Immissionen . . . . .	485
11.2.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) . . . . .	485
11.2.2 Quantitative Kennzeichnung von Emissionen und Immissionen . . . . .	488
11.2.3 Massenbilanzen . . . . .	493
11.2.4 Emissionen . . . . .	494
11.2.5 Immissionen . . . . .	503
11.3 Messwertbeurteilung . . . . .	506
11.4 Brenngasanalytik . . . . .	506
11.4.1 Gaschromatograph . . . . .	507
11.4.2 Gaskalorimeter. . . . .	508
11.4.3 Gasdichtewaage . . . . .	509
11.4.4 Gaswarneinrichtungen. . . . .	510
11.4.5 Prüfröhrchen. . . . .	510

11.5	Messen von Emissionen und Immissionen . . . . .	511
11.5.1	Lichtabsorptionsverfahren . . . . .	513
11.5.2	Sauerstoffbestimmung . . . . .	514
11.5.3	Chemolumineszenz . . . . .	515
11.5.4	Nasschemische Verfahren . . . . .	515
11.5.5	Elektrochemische Zellen . . . . .	516
11.6	Kondensate. . . . .	517
11.6.1	Kondensatanfall und Kondensat-inhaltsstoffe . . . . .	517
11.6.2	Neutralisationsanlage . . . . .	520
<b>12</b>	<b>Sicherheit im Gasfach . . . . .</b>	<b>521</b>
12.1	Einführung in das Thema . . . . .	521
12.2	Allgemeine Erläuterung des Sicherheitsbegriffes . . . . .	522
12.2.1	Definition Schaden . . . . .	522
12.2.2	Definition Risiko . . . . .	523
12.2.3	Definition Sicherheit . . . . .	523
12.3	Psychologische Aspekte der Sicherheit . . . . .	524
12.4	Rechtliche Grundlagen. . . . .	526
12.4.1	Sicherheitsanforderungen in Gesetzen, Verordnungen und technischen Regeln . . . . .	526
12.4.2	Gesetze und Verordnungen. . . . .	527
12.4.2.1	Rechtliche Bedeutung von Gesetzen und Verordnungen . . . . .	527
12.4.2.2	Sicherheitsrelevante Gesetze für den Bereich der Gasversorgung. . . . .	527
12.4.2.3	Sicherheitsrelevante Verordnungen für den Bereich der Gasversorgung . . . . .	528
12.4.3	Technische Regeln . . . . .	529
12.4.3.1	Rechtliche Bedeutung von Technischen Regeln . . . . .	529
12.4.3.2	DVGW-Regelwerk Gas . . . . .	530
12.4.3.3	Normenwerk des DIN Deutsches Institut für Normung (DIN-Normen) . . . . .	532
12.4.3.4	Normenwerk des Europäischen Komitees für Normung CEN . . . . .	532
12.4.4	Unternehmensinterne Festlegungen . . . . .	533
12.5	Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit . . . . .	533
12.5.1	Maßnahmenselktion durch Schadensanalyse . . . . .	533
12.5.2	Technische Maßnahmen . . . . .	533
12.5.3	Qualifizierungsmaßnahmen. . . . .	535
12.5.4	Organisatorische Maßnahmen . . . . .	535
12.5.5	Die Schaden- und Unfallstatistik Gas des DVGW . . . . .	536
12.6	Arbeitssicherheit . . . . .	538
12.6.1	Begriffsbestimmungen . . . . .	538
12.6.2	Rechtliche Grundlagen . . . . .	538
12.6.3	Innerbetriebliche Zuständigkeiten für die Arbeitssicherheit. . . . .	539
12.6.4	Maßnahmen zur Erhöhung der Arbeitssicherheit . . . . .	540
12.6.4.1	Technische Maßnahmen . . . . .	540
12.6.4.2	Qualifizierungsmaßnahmen . . . . .	540
12.6.4.3	Organisatorische Maßnahmen. . . . .	541

---

<b>13 Anhang</b> . . . . .	543
13.1 Lösungsergebnisse der Aufgaben . . . . .	543
13.2 Schrifttum . . . . .	547
13.3 Formelzeichen . . . . .	555
13.4 Abkürzungen . . . . .	561
13.5 Wiederholung häufig gebrauchter Tafeln . . . . .	564
<b>Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	573