



Handbuch für Rohrnetzmeister

**Wissenswertes für Bau und Betrieb
der öffentlichen
Gas- und Wasserversorgung**

5. Auflage

Inhaltsverzeichnis

Vorwort des RBV	V
Autorenverzeichnis	VII
1 Qualitätssicherung und Qualifikation	1
1.1 Technisches Sicherheitsmanagement für Versorgungsunternehmen ..	2
1.1.1 Einleitung	2
1.1.2 Qualität und Sicherheit	2
1.1.3 Organisation.....	2
1.1.3.1 Organisationsverschulden	3
1.1.3.2 Organisations-Grundsätze.....	3
1.1.3.3 Management-Systeme	3
1.1.4 Technisches Sicherheitsmanagement des DVGW	5
1.1.4.1 DVGW-Regelwerk	5
1.1.4.2 Aufbau- und Ablauforganisation	6
1.1.4.3 Anforderungen an das Personal	7
1.1.4.4 Bereitschaftsdienst	9
1.1.4.5 Beauftragtenwesen im Unternehmen	9
1.1.4.6 Beauftragung Dritter	9
1.1.4.7 Fortbildung und Unterweisung	10
1.1.4.8 Betriebs- und Dienstanweisungen	10
1.1.4.9 Umsetzung.....	10
1.1.5 Zusammenfassung	10
1.2 Qualitätsmanagement und Gütesicherung bei Rohrleitungsbauarbeiten	11
1.2.1 Grundlagen	11
1.2.2 DVGW-Arbeitsblatt GW 301 (Juli 1999)	13
1.2.3 DVGW-Arbeitsblatt GW 302	17
1.2.4 Qualifikationsanforderung an die verantwortliche Fachaufsicht	18
1.2.5 Qualifikationsanforderungen an die Fachaufsicht für Schweißarbeiten	19
1.2.6 Qualifikation des Fachpersonals	19
1.2.7 Gerätetechnische Ausrüstung	20
1.2.8 Mitgeltende Technische Regeln und Vorschriften	21
1.3 Qualifikation im Leitungsbau - Aus-, Fort- und Weiterbildung	21
1.3.1 Die Erstausbildung - Das Duale System	22
1.3.1.1 Anlagenmechaniker - Fachrichtung Versorgungstechnik	23
1.3.1.2 Netzmonteur/Netzmonteurin	25
1.3.1.3 Ausbildung im Rohrleitungs- und Kanalbau	27
1.3.2 Fort- und Weiterbildung.....	30
1.3.2.1 Rohrnetzmeister - Rohrnetzmeisterin	30
1.3.2.2 Online Learning	34

2	Planung von Wasserverteilungsanlagen	43
2.1	Europäische Normung und deutsches Regelwerk	44
2.2	Begriffe gemäß DIN EN 805	44
2.3	Grundsätze und Ziele der Planung	45
2.4	Wasserqualität	46
2.4.1	Werkstoffe	46
2.4.2	Verhinderung von Rückfluss	46
2.4.3	Stagnation	46
2.4.4	Verbindungen zu anderen Systemen.....	47
2.5	Trassierung	47
2.5.1	Leitungsführung im Grundriß.....	47
2.5.2	Leitungsführung im Längsschnitt	48
2.6	Kreuzung von Verkehrswegen und Gewässern.....	52
2.7	Sicherheitsstreifen	54
2.8	Erwerb von Leitungsrechten	55
2.9	Netzformen und Lage des Behälters.....	55
2.10	Drücke in Verteilungsnetzen/Druckzonen	57
2.11	Mindest-(Schutz-)Abständen zu Bauwerken, anderen Leitungen, Eisenbahnanlagen und Bundesfernstraßen.....	59
2.12	Anlagen in der Wasserverteilung	59
2.12.1	Speicheranlagen	59
2.12.1.1	Aufgaben	59
2.12.1.2	Lage und Funktion.....	60
2.12.1.3	Behältergrundrisse.....	61
2.12.1.4	Baustoffe	62
2.12.1.5	Bemessung	63
2.12.1.6	Allgemeine Anforderungen	63
2.12.2	Förderanlagen	64
2.12.2.1	Planungsgrundsätze	64
2.12.2.2	Betriebsdaten von Pumpen.....	64
2.12.2.3	Kreiselpumpen- und Anlagenkennlinien	67
2.12.2.4	Beispiele für die Anordnung verschiedener Pumpenbauarten	68
2.12.3	Druckerhöhungs- und Druckminderanlagen	71
2.12.3.1	Druckerhöhungsanlagen (DEA)	71
2.12.3.2	Druckminderanlagen	72
2.12.4	Messtechnik.....	74
2.12.4.1	Niveaumessungen	74
2.12.4.2	Wasserzählung und Wassermessung	75
2.12.4.3	Druckmessung.....	79
2.13	Rohrleitungsberechnung	81
2.13.1	Bedarf der öffentlichen Wasserversorgung	81
2.13.1.1	Die Schwankungen des Tageswasserbedarfes im Laufe des Jahres ..	82
2.13.1.2	Die Schwankungen des stündlichen Wasserbedarfes im Laufe des Tages	82
2.13.2	Verbrauchsmengenermittlung	83
2.13.3	Bestimmung von Druckverlusten und Dimensionierung von Rohrleitungen.....	87
2.13.4	Übungsbeispiele	91

2.13.4.1	Beispiel 1	91
2.13.4.2	Beispiel 2	92
2.13.4.3	Beispiel 3	93
2.14	Widerlager	94
2.14.1	Theoretische Grundlagen	94
2.14.1.1	Längskraft und resultierende Kraft	95
2.14.1.2	Fläche zwischen Rohrleitungsteil und Betonwiderlager	95
2.14.1.3	Fläche zwischen Grabenwand und Betonwiderlager	96
2.14.1.4	Widerlagerlänge	97
2.14.2	Widerlagerarten und -formen	98
2.14.3	Berechnungsbeispiel für waagrecht verlegte Rohrbögen	98
2.15	Längskraftschlüssige Muffenverbindungen für Rohrleitungen	101
2.15.1	Bauarten längskraftschlüssiger Muffenverbindungen	102
2.15.2	Bemessung zugfester Muffenverbindungen	103
3	Tiefbauarbeiten	109
3.1	Bodenmechanische Grundlagen	110
3.1.1	Der Boden als Baugrund und Baustoff	110
3.1.1.1	Die Einteilung der Fest- und Lockergesteine	110
3.1.1.2	Bodenarten, Bodengruppen, Bodenklassen	111
3.1.2	Bodenkennwerte und ihre Anwendung	116
3.1.2.1	Die wichtigsten Bodenkennwerte	116
3.1.2.2	Dichte und Wichte der Böden	119
3.1.3	Laborversuche	122
3.2	Baustellen und Trassenvorbereitung	122
3.2.1	Schutz unterirdischer Anlagen	122
3.2.1.1	Einholung von Auskünften	122
3.2.1.2	Pflichten des ausführenden Bauunternehmers	127
3.2.2	Sicherung von Baustellen an Straßen	127
3.2.2.1	Anordnungen und Richtlinien	128
3.2.2.2	Verkehrssicherung an Arbeitsstellen	128
3.2.2.3	Sicherung des Baustellenverkehrs	129
3.2.3	Vorbereitung der Baumaßnahme	129
3.2.3.1	Baustelleneinrichtung	130
3.2.3.2	Arbeitssicherheit und Unfallverhütung	130
3.2.3.3	Vorbereitungsmaßnahmen	131
3.3	Herstellung von Rohrgräben und Baugruben	131
3.3.1	Arten der Rohrgrabenausführung	132
3.3.1.1	Unterscheidungskriterien für Rohrgräben	132
3.3.1.2	Festlegung der Rohrgrabentiefe	134
3.3.1.3	Festlegung der Rohrgraben- und Baugrubenbreite	135
3.3.2	Sicherheitstechnische Baumaßnahmen	137
3.3.2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	139
3.3.2.2	Standsicherheit der Grabenwände	140
3.3.2.3	Verbaumaßnahmen	141
3.3.3	Aushub unter Grundwasserabsenkung	144
3.3.3.1	Offene Wasserhaltung	144
3.3.3.2	Geschlossene Wasserhaltung	145
3.3.3.3	Wasserhaltung für tiefe Baugruben	147

3.4	Verfüllung und Oberflächenherstellung	148
3.4.1	Einleitung	148
3.4.2	Bettung und Verfüllung	149
3.4.2.1	Bettung und Leitungszone	149
3.4.2.2	Verfüllung der Gräben	150
3.4.3	Anforderungen und Begriffsbestimmungen beim Kanalbau	151
3.4.3.1	Grabenausführung, Mindestgrabenbreite	151
3.4.3.2	Grabensohle	151
3.4.3.3	Bettung	152
3.4.3.4	Leitungszone / Abdeckung	153
3.4.3.5	Überprüfungen der Rohrverlegung	153
3.4.4	Verdichtungsanforderungen.....	153
3.4.5	Verdichtungsprüfungen	155
3.4.5.1	Dichtebestimmung von Bodenproben (Proctor-Versuch)	157
3.4.5.2	Messung mit radioaktiven Isotopen	158
3.4.5.3	Statischer Plattendruckversuch	159
3.4.5.4	Dynamischer Plattendruckversuch	159
3.4.5.5	Rammsondierungen	161
3.4.6	Wiederherstellung von Verkehrsflächen	162
3.4.6.1	Bautechnische Grundsätze	162
3.4.6.2	Herstellung des Oberbaus.....	163
3.5	Sonderbauwerke und Sondermaßnahmen	165
3.5.1	Rohrvortrieb	165
3.5.1.1	Herstellung der Baugruben	166
3.5.1.2	Bedeutung der Bodeneigenschaften	168
3.5.1.3	Rohrvortriebsverfahren	168
3.5.2	Dükerbau	174
3.5.2.1	Düker in offener Bauweise.....	174
3.5.2.2	Düker in geschlossener Bauweise	176
3.5.3	Besondere Einbauten	177
3.5.3.1	Auftriebssicherungen, Wassersperren, Dränagen	177
3.5.3.2	Widerlager und Fundamente	178
3.5.3.3	Bearbeitung von Steilhängen	179
3.5.3.4	Moorgebiete, sonstige Maßnahmen	180
4	Korrosionsschutz	185
4.1	Allgemeines	186
4.2	Elektrochemische Vorgänge bei der Korrosion	186
4.3	Grundlagen des Korrosionsschutzes	187
4.3.1	Passiver Außenschutz durch Rohrumhüllungen	187
4.3.2	Aktiver Korrosionsschutz.....	189
4.3.2.1	Aktiver Schutz durch galvanische Anoden	190
4.3.2.2	KKS durch Fremdstrom.....	190
4.4	Anwendung des KKS.....	191
4.5	Das Potenzial als Schutzkriterium	191
4.6	Schutz von erdverlegten Rohrleitungen	192
4.6.1	Planungsmessungen	192
4.6.2	Projektierte Rohrleitungen	192
4.6.3	Bestehende Rohrleitungen	192

4.7	Konstruktive Maßnahmen und Messstellen	193
4.7.1	Messstelle im Schilderpfahl.....	194
4.7.2	Betonsäule mit Messkasten	194
4.8	Kabel/Rohrleitungsanschluss	194
4.9	Wahl des kathodischen Schutzverfahrens	195
4.10	Fremdstromschutzanlagen	195
4.11	Inbetriebnahme	196
4.12	Nachmessung	197
4.13	Fehlereinmessung	197
4.14	Beeinflussung durch KKS	197
4.15	Wartung	197
4.16	Nutzen und Kosten des KKS.....	198
4.17	Wichtige Richtlinien, Arbeitsblätter und Normen	198
5	Rohre und Rohrwerkstoffe für Gas- und Wasserleitungen	201
5.1	Allgemeines	202
5.2	Stahlrohre	202
5.2.1	Anwendungsbereiche	202
5.2.2	Stahlsorten und ihre Anwendungsgebiete	203
5.2.3	Herstellung von Stahlrohren	204
5.3	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gußeisen	208
5.3.1	Allgemeines	208
5.3.2	Anwendungsbereiche	208
5.3.3	Herstellung duktiler Gußrohre	210
5.4	Rohrverbindungstechnik und Formteile metallischer Rohre	210
5.4.1	Allgemeines	210
5.4.2	Das Schweißen	211
5.4.3	Muffensysteme	213
5.4.4	Formteile	216
5.5	Kunststoffrohre	216
5.5.1	Allgemeines	216
5.5.2	PE-Rohre	217
5.5.3	Die Verbindungstechnik von Kunststoffrohren	218
5.5.4	Sonstige Kunststoffrohre.....	219
5.5.5	Zementgebundene Rohre	220
5.6	Verlegetechniken und Baurichtlinien für Stahlrohre	220
5.6.1	Transport und Lagerung von Stahlrohren und Leitungsteilen	220
5.6.2	Einbau der Rohre und Rohrleitungsteile	220
5.7	Schweißarbeiten	221
5.7.1	Allgemeines	221
5.7.2	Errichten von Gasleitungen bis 4 bar Betriebsdruck aus Stahlrohren nach DVGW G 462/1	222
5.7.3	Gasleitungen aus Stahlrohren von mehr als 4 bar bis 16 bar Betriebsdruck nach DVGW G 462/II	222
5.7.4	Gasleitungen aus Stahlrohren von mehr als 16 bar Betriebsdruck nach DVGW G 463.....	222
5.8	Herstellung von Rohrbogen.....	223
5.9	Prüfung der Rohrumhüllung	223

5.10	Verlegetechniken und Baurichtlinien für Gußrohrleitungen	223
5.10.1	Transport und Lagerung von Gußrohren und Leitungsteilen	223
5.10.2	Verlegung der Rohre und Rohrleitungsteile.....	223
5.10.3	Einbau von Armaturen	224
5.11	Verlegetechniken und Baurichtlinien für Kunststoffleitungen	224
5.11.1	Transport und Lagerung von Kunststoffrohren	225
5.12	Verlegung der Rohre und Rohrleitungsteile.....	225
5.13	Schweißverbindungen von PE-Rohren	226
5.14	Korrosionsschutz innen und außen	228
5.14.1	Passive Korrosionsschutzmaßnahmen	228
5.14.1.1	Schutz der Leitung gegen Korrosion von außen.....	228
5.14.1.2	Schutz der Leitung gegen Korrosion von innen	230
5.14.2	Aktive Korrosionsschutzmaßnahmen	231
5.15	Druckprüfungen	232
5.15.1	Druckprüfungen für Gasleitungen	232
5.15	Druckprüfungen für Wasserleitungen	234
5.16	Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserleitungen.....	236
6	Gas-Druckregel- und Meßanlagen (GDRM-Anlagen)	239
6.1	Grundsätzliches	240
6.1.1	Aufgaben	240
6.1.2	Planungsgrundsätze und Anlagenaufbau	240
6.1.3	Planung von Gas-Druckregel- und Meßanlagen.....	241
6.1.4	Geltungsbereich und Art der Nutzung.....	241
6.1.5	Eingangs-, Ausgangsdruck	241
6.1.6	Durchflußmenge (Leistungsfähigkeit)	242
6.1.7	Gaseinsatz	242
6.1.8	Unterschiede und jeweiliger Zweck der Anlagen	243
6.2	Projektierung von GDRM-Anlagen	244
6.2.1	Bauliche Ausführung	244
6.2.2	Anlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 459/II	245
6.2.3	Anlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 490/I	246
6.2.4	Anlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 491	246
6.2.5	Die Baugruppen einer GDRM-Anlage	247
6.2.6	Absperreinrichtungen	247
6.2.7	Durchleitungsdruckbehälter.....	249
6.2.8	Sicherheits- und Regeleinrichtungen	253
6.2.9	Gas-Druckregelgeräte	255
6.3	Gasmessung	257
6.3.1	Geltungsbereich.....	257
6.3.2	Meßfunktion	257
6.3.3	Anforderungen an Meßanlagen	257
6.3.4	Meßtechnik	258
6.3.5	Auswahl der Gaszähler	258
6.3.6	Möglichkeiten der Fehlmessung bzw. Beeinträchtigung der Festigkeit	259
6.3.7	Druckerfassung	259
6.3.8	Messen des Gasverbrauchs	260

7	Planung und Bau von Hausanschlussleitungen	
	Gas und Wasser	269
7.1	Allgemeines	270
7.2	Gas-Anschlussleitungen	271
7.2.1	Planung	272
7.2.2	Wahl der Bauteile.....	273
7.2.3	Verlegung.....	277
7.3	Wasser-Anschlussleitungen	279
7.3.1	Planung	281
7.3.2	Wahl der Bauteile.....	282
7.3.3	Verlegung.....	284
7.4	Spitzenvolumenstrom bzw. Spitzendurchfluss	286
7.4.1	Gas-Hausanschluss.....	286
7.4.2	Trinkwasser-Hausanschluss	287
7.5	Druckverlust und Nennweitenermittlung	288
7.6	Mehrsparten-Hauseinführungen (MSHE).....	292
7.7	Übergabeplätze	293
7.7.1	Hausanschlussnischen	294
7.7.2	Hausanschlusswände	295
7.7.3	Hausanschlusssschränke und -mauerkästen	296
7.7.4	Anschlusschächte	297
7.7.5	Hausanschlussräume	298
8	Betrieb und Instandhaltung von Gasverteilungsanlagen	
	bis 5 bar Betriebsdruck	299
8.1	Betrieb und Instandhaltung von Gasverteilungsanlagen	300
8.2	Druckstufeneinteilung im Gasfach.....	301
8.3	Inbetriebnahme von Gasrohrleitungen	301
8.3.1	Druckprüfung.....	301
8.3.2	Inbetriebnahme von Leitungen	303
8.4	Außerbetriebnahme von Leitungen	304
8.5	Ein-/Verbindung an das vorhandene Gasrohrnetz	304
8.5.1	Allgemeines	304
8.5.2	Einbindung mittels Überschieber	305
8.5.3	Einbindung mittels Absaugen	305
8.5.4	Einbindung durch Inertisieren	306
8.5.5	Anwendung der Einbindeverfahren	306
8.6	Reparaturarbeiten von Gasleitungen.....	307
8.7	Gasrohrnetzüberprüfung	307
8.7.1	DVGW-Regelwerk	307
8.7.2	Überprüfen von Gasrohrnetzen bis 5 bar Betriebsdruck entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt G 465-1.....	308
8.7.2.1	Anforderungen an das Personal	308
8.7.2.2	Überprüfungsmaßnahmen.....	308
8.7.2.3	Überprüfungsmethoden.....	310
8.7.3	Beurteilung von Leckstellen an erdverlegten und freiliegenden Gasleitungen in Gasrohrnetzen gemäß DVGW-Hinweis G 465-3.....	311
8.7.3.1	Ursachen von Leckstellen	311

8.7.3.2	Einflussgrößen auf die Gasausbreitung.....	311
8.7.3.3	Leckklassifikation	312
8.7.4	Gasspür- und -konzentrationsmessgeräte gemäß DVGW-Hinweis G 465-4	314
8.7.5	Bedeutung der Organisation	315
8.7.6	Anforderungen an Gasversorgungsunternehmen und zertifizierte Dienstleistungsunternehmen für die Gasrohrnetzüberprüfung	315
8.8	Odorierung.....	316
8.8.1	Anforderungen an Odoriermittel	316
8.8.2	Odoriermittelkonzentration	318
8.8.3	Handhabung von Odoriermitteln	319
8.8.4	Kontrolle der Odorierung.....	319
8.8.5	Sicherheitsmaßnahmen	319
8.8.6	Unfallverhütung – Maßnahmen zur persönlichen Sicherheit.....	319
8.9	Inbetriebnahme und Instandhaltung von Gasdruckregelanlagen	320
8.9.1	Definitionen	320
8.9.2	Fristen für die Überwachung und Wartung	321
8.9.3	Allgemeine Hinweise	322
9	Betrieb und Instandhaltung von Gasverteilungs- anlagen über PN 5 (MOP 5 bar)	325
9.1	Allgemeines	326
9.2	Hochdruckanlagen der Erdgasversorgung	326
9.2.1	Gashochdruckspeicher	326
9.2.1.1	Hochdruck-Gasbehälter	326
9.2.1.2	Untertagespeicher	328
9.2.1.3	Porenspeicher	328
9.2.1.4	Kavernenspeicher	330
9.2.1.5	Flüssigerdgaspeicher.....	330
9.2.2	Gashochdruckleitungen.....	331
9.2.3	Bauteile des Gashochdrucknetzes	332
9.2.3.1	Rohrleitungen.....	332
9.2.3.2	Stahlrohre	333
9.2.3.3	Formstücke	333
9.2.3.4	Armaturen	333
9.2.3.5	Molchschieben.....	335
9.2.4	Schweißtechnik	335
9.2.4.1	Steignah- und Fallnahschweißen	335
9.2.4.2	Schweißarbeiten an in Betrieb befindlichen Gashochdruckleitungen..	336
9.2.4.3	Schweißnahtfehler	337
9.2.4.4	Prüfung der Schweißnähte	338
9.2.5	Druckprüfung.....	340
9.3	Inbetriebnahme	341
9.3.1	Begasen (Entlüften) der Leitung	341
9.3.2	Entspannen	342
9.3.3	Einsatz von Ejektoren und Turbolüftern.....	344
9.3.4	Außerbetriebnahme	344
9.3.5	Stillegungen	344
9.3.6	Leitungsinspektion.....	345

9.3.7	Wartung	346
9.3.8	Betriebsmolchung	347
9.4	Instandsetzungsarbeiten (Reparaturen)	349
9.4.1	Arbeitsvorbereitung	349
9.4.2	Arbeiten unter Gas	350
9.4.3	Arbeiten in gasfreiem Zustand	351
9.4.4	Temporäre Instandsetzungen	351
9.4.5	Stopp-Verfahren	352
9.4.6	Anbohrungen	354
9.4.7	Mechanische Beschädigungen	355
10	Betrieb und Instandhaltung von Wasserverteilungsanlagen	357
10.1	Wasserbehälter	358
10.1.1	Betriebsaufgaben	359
10.1.2	Feststellung und Behebung von Schäden an Behältern	361
10.2	Rohrnetzbetrieb	362
10.2.1	Allgemeine Betriebsaufgaben	362
10.2.2	Spezielle Betriebsaufgaben	362
10.2.3	Inbetriebnahme neuer Wasserleitungen	366
10.3	Rohrnetzüberwachung	367
10.3.1	Messungen im Rohrnetz	369
10.3.2	Überwachen auf Zugänglichkeit und Funktionsfähigkeit der Anlagenteile	371
10.3.3	Überwachen und Sicherung der Wasserverteilungsanlagen im Bereich von Fremdbaustellen	375
10.3.4	Überwachen der Trinkwassergüte im Rohrnetz	379
10.4	Verkeimung des Rohrnetzes	382
10.4.1	Leitungsspülen	383
10.4.2	Erhöhung des Chlorgehalts im Trinkwasser	384
10.4.3	Leitungsdesinfektion	384
10.5	Wasserverluste	385
10.5.1	Scheinbare Wasserverluste	386
10.5.2	Reale Wasserverluste	387
10.6	Netzanalyse zur Ermittlung von Leckverlusten	387
10.7	Eingrenzen von Leckstellen durch Einsatz automatischer Geräuschpegelmessgeräte	389
10.8	Verfahren zur Leckortung	390
10.8.1	Akustische und elektroakustische Leckortung	390
10.8.2	Leckortung mit dem Korrelationsmessverfahren	392
10.8.3	Leckortung mit Sonderverfahren	393
10.9	Rohrnetzschäden - Ursachen und Instandsetzung	394
10.9.1	Rohrbrüche	394
10.9.2	Undichte Rohrverbindungen	396
10.9.3	Korrosionsschäden	396
10.9.4	Armaturenschäden	397
10.10	Reinigen von Wasserleitungen	399
10.10.1	Mechanische Reinigung	399
10.10.2	Reinigung nach dem Hochdruckverfahren	399
10.10.3	Hydraulische Reinigungsverfahren (Molchung)	400
10.10.4	Reinigung durch Einsatz von Chemikalien	400
10.11	Sanierung von Wasserleitungen	400
10.11.1	Innenauskleidung mit Zementmörtel	400

10.11.2	Relining	402
10.12	Wasserzähleranlagen.....	403
10.12.1	Errichtung von Wasserzähleranlagen	404
10.12.2	Überwachen, Auswechseln und Instandsetzen von Wasserzählern....	406
10.13	Frostschutz und Auftauen von Rohrnetzanlagen	407
10.14	Einbeziehen von Wasserleitungen in den Hauptpotentialausgleich von elektrischen Anlagen	408
10.15	Schadenshaftung aus dem Betrieb von Wasserverteilungsanlagen und der Wasserlieferung	410
11	Bau und Betrieb von Nah- und Fernwärmeleitungen.....	413
11.1	Energieerzeugung	415
11.1.1	Heizwerke (HW)	415
11.1.2	Heizwerk mit Wärmeübertrager.....	415
11.1.3	Heizkraftwerke (HKW)	416
11.1.4	Blockheizkraftwerke (BHKW)	417
11.1.5	Tandemblockheizkraftwerke (THKW).....	418
11.1.6	Energieerzeugung aus industrieller Abwärme.....	418
11.2.	Verlegeverfahren	418
11.3	Verlegesituationen	420
11.3.1	Verlegung im Stahlschutzrohr	420
11.3.2	Verlegung in stillgelegten Versorgungsleitungen.....	420
11.3.3	Anforderungen an Verlegeverfahren	420
11.3.4.	Beschreibung der Verlegeverfahren	421
11.3.4.1	Freileitungen im Gebäude	421
11.3.4.2	Freileitungen im Gelände.....	421
11.3.4.3	Haubenkanal (Unterirdische Verlegung)	423
11.3.4.4	Leitungen kanalloos verlegt	425
11.4.	Verlegetechnik	431
11.4.1	Freileitungen und im Gebäude verlegte FW-Leitungen.....	431
11.4.1.1	Grundlagen der Verlegetechnik	431
11.4.1.2	Vorspannen von Stahlrohren	432
11.4.1.3	Kompensatoren	434
11.4.1.4	Rohrhalterungen	437
11.4.1.5	Rohrreibung.....	438
11.4.1.6	Rohrabstützungen	439
11.4.1.7	Festpunkte.....	439
11.4.1.8	Führungslager	440
11.4.1.9	Auslegung von natürlichen Dehnungsausgleichern	440
11.4.2	Verlegetechnik von Kunststoffverbundmantelrohren (KMR)	444
11.4.2.1	Einsatzbereiche	444
11.4.2.2	Besonderheiten bei der Anwendung.....	444
11.4.2.3	Wesentliche Elemente zur Kosteneinsparung	446
11.4.2.4	Systemkomponenten.....	446
11.4.2.5	Überwachungs- und Fehlerortungssysteme	448
11.4.2.6	Muffen	450
11.4.2.7	Endabschottungen	453
11.4.2.8	Endmuffe	454
11.4.2.9	Dehnpolster	454

11.4.2.10	Erdeinbauarmaturen	456
11.4.2.11	Wanddurchführungen	459
11.4.3	Rohrstatik von KMR	461
11.4.3.1	Dehnung bei KMR	461
11.4.3.2	Natürlicher Festpunkt	462
11.4.3.3	Dehnkraft	464
11.4.3.4	Gleitbereich und Haftbereich	465
11.4.3.5	Maximale Verlegelänge	466
11.4.3.6	Spannungsermittlung bei KMR	466
11.4.3.7	Verlegung mit U-Kompensatoren	467
11.4.3.8	Thermisches Vorspannen	467
11.4.3.9	Kaltverlegung von Kunststoffmantelrohren	474
11.4.3.10	Richtungsänderungen	481
11.4.3.11	Hausanschlussleitungen	482
11.4.3.12	Fernwärmeleitungen mit Kunststoffmediumrohren (PMR)	487
11.4.4	Hinweis zu Schweißarbeiten an Fernwärmeleitungen aus Stahl.....	495
11.4.5	Prüfung der Schweißverbindungen an FW-Mediumrohren.....	495
11.4.5.1	Sichtverfahren mit innerem Luftüberdruck	496
11.4.5.2	Sichtverfahren mit äußerem Luftunterdruck (Vakuumbrille)	496
11.4.5.3	Sichtverfahren mit Betriebsmedium	496
11.4.5.4	Sichtverfahren mit Wasser.....	496
11.4.5.5	Kombinierte Dichtheits-/Festigkeitsprüfung	497
11.5	Betrieb und Überwachung von Fernwärmanlagen	497
11.5.1	Allgemeine Grundsätze	497
11.5.1.2	Regeln für die Sicherheit beim Betrieb von Fernwärmenetzen.....	497
11.5.1.3	Die Betriebsanweisung	498
11.5.1.4	Arbeiten in Schächten	498
11.5.1.5	Inbetrieb- und Außerbetriebnahme von Fernwärmeleitungen	500
11.5.1.6	Übernahme von Fernwärmeleitungen	502
11.5.2	Überwachung von FW-Anlagen	503
11.5.2.1	Leckortung bei KMR	503
11.5.2.2	Leckortung durch Heizwasserverluste	504
11.5.2.3	Leckortung bei Leitungen im Haubenkanal.....	504
11.5.2.4	Leckortung durch hochauflösende Thermometer	504
11.5.2.5	Leckortung durch Thermographie.....	504
11.5.2.6	Korrelationsverfahren.....	505
11.5.2.7	Beseitigung von Störungen in Fernwärmenetzen	505
11.5.3	Instandhaltung von FW-Leitungen	505
11.5.3.1	Begriffe	506
11.5.3.2	Dokumentation	506
11.5.3.3	Qualifikation des Personals	507
11.5.3.4	Unterweisung und Schulung des Personals	507
11.5.3.5	Wartung und Inspektion von Geräten und Fahrzeugen	507
11.5.3.6	Bereitschafts- und Entstörungsdienst.....	508
11.5.3.7	Betriebs- und Arbeitsanweisungen	508
11.5.3.8	Arbeitsanweisungen	509
11.5.3.9	Betriebsanweisungen	511
11.5.4.	Hinweise zur FW-Hausstation	511
11.6.	Anhang.....	512

12	Grundlagen der Messtechnik	515
12.1	Messen in Versorgungsanlagen.....	516
12.1.1	Allgemein	516
12.1.2	Grundsätze zum Messen und Prüfen	516
12.2	Messen physikalischer und elektrischer Größen.....	518
12.2.1	Allgemeine Messverfahren.....	518
12.2.2	Messung elektrischer Größen	530
12.3	Eichrechtliche Vorschriften von Zähl- und Messeinrichtungen	531
12.3.1	Allgemein	531
12.3.2	Gas-Mengenmessungen	532
12.3.3	Kaltwassermengenmessungen, Wärmezähler.....	534
12.3.4	Strommessungen.....	535
12.4	Zeitverhalten von Messeinrichtungen in Regelungsanlagen	536
12.4.1	Bauglieder einer Steuerkette	536
12.4.1.1	Unterscheidungsmerkmale	537
12.4.1.2	Anwendung von Steuerungen	537
12.4.2	Regelungsanlagen	537
12.4.2.1	Allgemeines	537
12.4.2.2	Bauglieder des Regelkreises	538
12.4.2.3	Anwendung von Regelungen	539
13	Fernwirktechnik	541
13.1	Richtungen der Informationsübertragung	542
13.2	Fernwirkinformationen	544
13.2.1	Meldungen.....	544
13.2.2	Messwerte	544
13.2.3	Zählwerte	545
13.2.4	Befehle.....	545
13.3	Übertragungswege	545
13.3.1	Eigenes Fernmeldekabelnetz.....	546
13.3.2	Standard-Festverbindungen (SFV)	547
13.3.3	Datendirektverbindungen	547
13.3.4	Öffentliches Telefonnetz	547
13.3.5	Funkdienste	547
13.4	Fernwirk-Unterstation	548
13.5	Leitstelle.....	548
13.5.1	Leitstelle – Hardware	549
13.5.2	Leitstelle – Software	549
13.7	Hinweise und Erfahrungen	550
14	Vermessung und Planwerke	553
14.1	Allgemeines	554
14.1.1	Einteilung des Vermessungswesens in Zuständigkeiten.....	554
14.1.2	Notwendigkeit des Einsatzes fachkundigen Personals.....	555
14.2	Lagemessung	555
14.2.1	Einmessungsgrundlagen	555
14.2.1.1	Örtliche Koordinaten	555
14.2.1.2	Ebene geodätische Koordinaten	556
14.2.1.3	Geographische Koordinaten	559

14.2.1.4	Bezugsfläche für die Lagemessung / Lagefestpunktnetz	560
14.2.2	Vermessungstechnische Ausrüstung	560
14.2.2.1	Hilfsgeräte	560
14.2.2.2	Instrumente und Zubehör	561
14.2.3	Strecken.....	565
14.2.3.1	Geradenabsteckung	566
14.2.3.2	Streckenmessung	568
14.2.4	Winkel	570
14.2.4.1	Winkelmessung allgemein.....	571
14.2.4.2	Rechte Winkel	572
14.2.5	Strecken und Winkel	574
14.2.5.1	Berechnung einer Horizontalstrecke	574
14.2.5.2	Bestimmung einer unzugänglichen Strecke (indirekte Streckenmessung)	574
14.2.6	Einmessungsverfahren	576
14.2.6.1	Verfahren mit Längenmess- und Rechtwinkelgeräten	577
14.2.6.2	Polarverfahren	578
14.2.6.3	GPS (Global Positioning System)	581
14.3	Mathematische Grundlagen für einfachere vermessungstechnische Berechnungen	582
14.3.1	Rechtwinkliges Dreieck	582
14.3.2	Allgemeines Dreieck	583
14.3.3	Kreis	584
14.4	Höhenmessung	584
14.4.1	Grundlagen	584
14.4.1.1	Überdeckungsmaße	584
14.4.1.2	Höhen über Normalnull / Höhenfestpunktnetz	584
14.4.2	Instrumente, Zubehör, Hilfsgerät	585
14.4.3	Nivellement	587
14.4.4	Überprüfen eines Nivellierinstruments.....	591
14.4.5	Längs- und Querprofile	592
14.4.6	Trigonometrische Höhenbestimmung	596
14.5	Anfallende Aufgaben vor und während der Leitungsverlegung	597
14.5.1	Bauvorbereitende allgemeine und vermessungstechnische Arbeiten	597
14.5.2	Baubegleitende vermessungstechnische Arbeiten	598
14.6	Planwerk	599
14.6.1	Bestandteile/Gliederung	599
14.6.2	Aktualitätsanforderungen.....	603
14.6.3	Produktionsmittel/Informationsträger für das Planwerk	604
14.7	Vergabe von vermessungstechnischen Leistungen	606
14.8	Schlussbetrachtung.....	606
15	Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz	609
15.1	Arbeitsschutzmanagement – Allgemeine Grundsätze.....	610
15.2	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Rohrleitungsbauarbeiten	611
15.2.1	Allgemeine Anforderungen	611
15.2.1.1	Leitung und Aufsicht	611
15.2.1.2	Koordinierung	611
15.2.1.3	Arbeitsmedizinische Betreuung.....	611

15.2.1.4	Persönliche Schutzausrüstungen	612
15.2.1.5	Erste Hilfe und Rettung	613
15.2.1.6	Verkehrssicherung	613
15.2.2	Gefährdung durch bestehende Anlagen	614
15.2.2.1	Maßnahmen zum Schutz von Versorgungsanlagen	614
15.2.2.2	Elektrische Freileitungen	616
15.2.2.3	Betretten unterirdischer Anlagen	616
15.2.3	Mechanische Gefährdungen	617
15.2.3.1	Hebezeugbetrieb	617
15.2.3.2	Abladen, Transportieren, Lagern und Stapeln von Lasten	618
15.2.3.3	Betrieb von Maschinen	619
15.2.3.4	Verlegen/Einbauen von Rohrleitungen, Armaturen und Schächten	619
15.2.3.5	Reinigen von Rohrleitungen	619
15.2.4	Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen	620
15.2.4.1	Lärm.....	620
15.2.4.2	Nichtionisierende Strahlung.....	620
15.2.4.3	Ionisierende Strahlung.....	620
15.2.5	Elektrische Gefährdungen	621
15.2.6	Thermische Gefährdungen	621
15.2.7	Brand- und Explosionsgefährdungen	621
15.2.8	Gefahrstoffe	622
15.2.9	Schweiß-, Schneid- und verwandte Arbeiten	622
15.2.10	Zusätzliche Bestimmungen für Arbeiten in Rohrleitungen und Schächten	622
15.2.11	Zusätzliche Bestimmungen für die Prüfung von Rohrleitungen mit Druckgas oder Druckwasser.....	624
15.3	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten an Gas- und Wasserleitungen	625
15.3.1	Arbeits- und Gesundheitsschutz.....	625
15.3.2	Erstickungs-, Vergiftungs- und Explosionsgefahr	626
15.3.3	Ermittlung gesundheitsschädlicher oder explosionsfähiger Erdgas/Luft-Gemische.....	630
15.3.4	Atemschutz	631
15.3.5	Schutzmaßnahmen beim Befahren von gasgefährdeten Räumen (Schächten, Gruben, Behältern)	632
15.3.6	Sicherheitstechnik und Unfallverhütung im Rohrnetzbereich	633
15.3.6.1	Unfallverhütungsvorschrift BGV D2 „Arbeiten an Gasleitungen“	634
15.3.6.2	Geltungsbereich, Begriffe	634
15.3.6.3	Auswahl geeigneter Personen	634
15.3.6.4	Aufsicht	635
15.3.6.5	Persönliche Schutzausrüstung	635
15.3.6.6	Überprüfung auf Leckgas	636
15.3.6.7	Arbeitsverfahren.....	636
15.3.6.8	Arbeiten im gasfreien Zustand	636
15.3.6.9	Vorübergehende Absperreinrichtungen.....	637
15.3.6.10	Anbohren	640
15.3.6.11	Gasfreie Druckanbohrarmaturen für PE-Leitungen.....	641
15.3.6.12	Gas-Anbohrarmaturen für Guss- und Stahlrohre	642
15.3.6.13	Arbeiten unter kontrollierter Gasausströmung	642
15.3.6.14	Elektrische Überbrückung.....	643

15.3.6.15	Schutzzone	644
15.3.6.16	Feuarbeiten.....	644
15.3.6.17	Sicheres Arbeiten an Hochdruckleitungen	644
15.3.6.18	Entspannen vor dem Öffnen von Leitungsteilen	645
15.3.6.19	Brandbekämpfung.....	646
15.3.7	Gefahren bei Arbeiten an Gas- und Wasserleitungen.....	646
15.3.8	Sicheres Werkzeug	647
15.3.9	Leitern	647
15.3.10	Persönliche Schutzausrüstung	648
15.3.10.1	Kopfschutz.....	648
15.3.10.2	Augenschutz	648
15.3.10.3	Gesichtsschutz	649
15.3.10.4	Gehörschutz.....	649
15.3.10.5	Fußschutz	649
15.3.10.6	Handschutz	649
15.3.10.7	Absturzsicherung.....	650
15.4	Umweltschutz und Aufgaben des Umweltschutzes	650
15.4.1	Umweltrecht.....	650
15.4.2	Begriffe im Umweltschutz	650
15.4.3	Klima-, Atmosphären- und Luftgefährdung.....	660
15.4.3.1	Treibhauseffekt.....	660
15.4.3.2	Abbau und Schutz der Ozonschicht	663
15.4.3.3	Smog	665
15.4.4	Beauftragung im Umweltschutz	666
15.4.4.1	Verantwortung und Pflichten	666
15.4.4.2	Rechtliche Forderungen zur Bestellung von Beauftragten	668
15.4.5	Abfallwirtschaft	669
15.4.5.1	Rechtliche Regelungen	669
15.4.5.2	Begriffserklärung	669
15.4.5.3	Grundsätze der Abfallwirtschaft	670
15.4.5.4	Handhabung der Entsorgung	670
15.4.5.5	Transport von Abfällen.....	671
15.4.5.6	Verpackungsverordnung	671
15.4.5.7	Entsorgung von Straßenaufbruch und Erdaushub	671
15.4.5.8	Technische Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“	673
15.4.6	Gefahrstoffe	674
15.4.6.1	Rechtliche Regelungen	674
15.4.6.2	Gefahrstoffeigenschaften § 4 (1) GefStoffV.....	675
15.4.6.3	Pflichten als Hersteller oder Einführer von Gefahrstoffen	676
15.4.6.4	Pflichten des Verwenders von Gefahrstoffen	678
15.4.7	Asbest und asbesthaltige Erzeugnisse	680
15.4.7.1	Asbest und Asbestarten	680
15.4.7.2	Gesundheitsgefahr	680
15.4.7.3	Rechtliche Regelungen	682
15.4.7.4	Standardisierte Arbeitsverfahren	685
15.4.7.5	Transport	685
15.4.7.6	Entsorgung	686
15.4.7.7	Maßnahmen nach GefStoffV und TRGS 519	686

15.4.8	Baumschäden durch Erdgas	686
15.4.9	Gefahrgüter	688
15.4.9.1	Rechtliche Regelungen	689
15.4.9.2	Gefahrgutbeförderungsgesetz	689
15.4.9.3	Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn – GGVSE	689
15.4.9.4	Gefahrgutklassen	689
15.4.9.5	Klassifizierungscode „KC“	692
15.4.9.6	Beförderungsbedingungen – Maßnahme	693
15.4.9.7	Frei- und Beförderungsgrenzen	693
15.4.9.8	Ermittlung der Beförderungsmenge nach Tabelle 1.1.3.6.3 ADR	699
15.4.10	Gewässerschutz	702
15.4.10.1	Wassergefährdende Stoffe	702
15.4.10.2	Desinfektionsmittelhaltiges Wasser	704
15.4.11	Lärmschutz	706
15.4.11.1	Rechtliche Regelungen	706
15.4.11.2	Begriffserklärung	707
15.4.11.3	Lautstärke – Gehörgefährdung – Einwirkzeit	707
15.4.11.4	Lärmbereiche nach BGV B3 „Lärm“ (VBG 121)	708
15.4.11.5	Gehörschädigung	729
15.4.11.6	Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)	709
15.4.11.7	TA-Lärm	709
15.4.11.8	Schutz gegen Baulärm	710
15.4.11.9	Lärmschutz an Rohrleitungsanlagen	710
15.4.12	Anwendungen des Umweltschutzes im Rohrleitungsbau	712
16	Planung, Vergabe und Abrechnung	713
16.1	Planung und Vorentwurf	715
16.2	Ausführungsplanung	715
16.3	Ausschreibung und Vergabe nach VOB	716
16.3.1	Die Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) und Grundsätze der Angebotsanforderungen und Vergabe	716
16.3.1.1	VOB Teil A	717
16.3.1.2	VOB Teil B	718
16.3.1.3	VOB Teil C	719
16.3.2	Arten der Ausschreibung und Vergabe	720
16.3.3	Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnisse	721
16.3.4	Verfahren der Ausschreibung	722
16.3.5	Wertung der Angebote und Vergabe	724
16.3.6	Vertragsarten und Vertragsbedingungen	725
16.3.7	Vertragsbedingungen und Technische Regeln	726
16.4	Vergabe von Ingenieurleistungen	727
16.5	Baudurchführung	728
16.5.1	Arbeitsvorbereitung	728
16.5.2	Örtliche Bauleitung	729
16.6	Aufmaß und Abrechnung	730
16.7	Einfluss des Auftraggebers auf Bauablauf und Baukosten	731
	Stichwortverzeichnis	733