

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	VI
Grußwort	VIII
Autorenverzeichnis	XI
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 3
1.1.3.1	Organisationsverschulden 3
1.1.3.2	Organisationsgrundsätze 3
1.1.3.3	Managementsysteme 4
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 im Leitungsbau 11
1.2.1	Grundlagen 11
1.2.2	Qualitäts- bzw. Gütesicherungssysteme 13
1.2.3	Betriebliches Managementsystem (BMS) 14
1.2.4	DVGW-Arbeitsblatt GW 301 (Januar 2021) 17
1.2.4.1	Allgemeines 17
1.2.4.2	Geltungsbereich 17
1.2.4.3	Anforderungen und Qualifikation der Verantwortlichen Fachaufsichten 18
1.2.4.4	Anforderungen und Qualifikation der Verantwortlichen Schweißauf- sichten 19

1.2.4.5	Anforderungen und Qualifikation der Verantwortlichen Verbindungs-	
	aufsichten	20
1.2.4.6	Qualifikationen des Fachpersonals	20
1.2.4.7	Gerätetechnische Ausrüstung	21
1.2.4.8	Betriebliches Managementsystem	22
1.2.4.9	Betriebshof und Baustelle	22
1.2.5	DVGW-Arbeitsblatt GW 302 (September 2001)	22
1.2.5.1	Allgemeines	22
1.2.5.2	Geltungsbereich	23
1.2.5.3	Anforderungen und Qualifikation der Verantwortlichen Fachaufsicht	24
1.2.5.4	Anforderungen und Qualifikation der Verantwortlichen Schweißauf-	
	sichten	25
1.2.5.5	Qualifikationen des Fachpersonals	25
1.2.5.6	Gerätetechnische Ausrüstung	26
1.2.5.7	Betriebliches Managementsystem	26
1.2.6	DVGW-Arbeitsblatt GW 302-1 (Entwurfsfassung Oktober 2022)	26
1.2.6.1	Überarbeitung der DVGW-Regelwerksreihe grabenlose Bauweisen	26
1.2.6.2	Änderungen der Konformitätsbewertung gemäß DVGW-Arbeitsblatt	
	GW 302-1 (Entwurf; Stand Oktober 2022)	28
1.2.7	AGFW-Arbeitsblatt FW 601 (Januar 2016)	29
1.2.7.1	Allgemeines	29
1.2.7.2	Geltungsbereich	29
1.2.7.3	Anforderungen und Qualifikation der Fachaufsicht	29
1.2.7.4	Anforderungen und Qualifikation der Verantwortlichen Schweißaufsicht ..	30
1.2.7.5	Qualifikationen des Fachpersonals	30
1.2.7.6	Gerätetechnische Ausrüstung	31
1.2.7.7	Betriebliches Managementsystem	31
1.2.8	DVGW-Arbeitsblatt GW 381 (Mai 2015)	31
1.2.9	Internationale Managementsysteme zur Qualitäts- und Gütesicherung ...	32
1.2.9.1	Safety Certificate Contractors (SCC)	32
1.2.9.2	Qualitätsmanagementsysteme nach DIN EN ISO 9001	
	(November 2015)	32
1.2.9.3	Umweltmanagementsysteme nach DIN EN ISO 14001 (November 2015)	34
1.2.9.4	Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit	
	DIN ISO 45001 (Juni 2018)	34
1.2.9.5	Energiemanagementsysteme nach DIN EN ISO 50001	
	(Dezember 2018)	35
1.2.10	Präqualifikation	36
1.2.11	Hilfestellung bei der Erfüllung von Regelwerksanforderungen	36
1.2.12	Mitgeltende Technische Regeln und Vorschriften	36

1.3	Qualifikation im Leitungsbau – Aus-, Fort- und Weiterbildung	38
1.3.1	Erstausbildung – das duale System	39
1.3.1.1	Anlagenmechaniker – Schwerpunkt Rohrsystemtechnik	40
1.3.1.2	Geprüfter Verteilnetztechniker	41
1.3.1.3	Ausbildung im Rohrleitungs- und Kanalbau	44
1.3.2	Fort- und Weiterbildung	45
1.3.2.1	Geprüfter Netzmeister	46
1.3.2.2	E-Learning	49
2	Planung von Wasserverteilungsanlagen	51
2.1	Europäische Normung und deutsches Regelwerk	52
2.2	Begriffe gemäß DIN EN 805	52
2.3	Grundsätze und Ziele der Planung	53
2.4	Wasserqualität	54
2.4.1	Werkstoffe	54
2.4.2	Verhinderung von Rückfluss	54
2.4.3	Stagnation	54
2.4.4	Verbindungen zu anderen Systemen	55
2.5	Trassierung	55
2.5.1	Leitungsführung im Grundriss	56
2.5.2	Leitungsführung im Längsschnitt	56
2.6	Kreuzung von Verkehrswegen und Gewässern	60
2.7	Sicherheitsstreifen	63
2.8	Erwerb von Leitungsrechten	64
2.9	Netzformen und Lage des Behälters	64
2.10	Drücke in Verteilungsnetzen/Druckzonen	66
2.11	Mindest-(Schutz-)Abstände zu Bauwerken, anderen Leitungen, Eisenbahnanlagen und Bundesfernstraßen	68
2.12	Anlagen in der Wasserverteilung	69
2.12.1	Speicheranlagen	69
2.12.1.1	Aufgaben	69
2.12.1.2	Lage und Funktion	69
2.12.1.3	Behältergrundrisse	70
2.12.1.4	Baustoffe	71
2.12.1.5	Bemessung	72
2.12.1.6	Allgemeine Anforderungen	73
2.12.2	Förderanlagen	73
2.12.2.1	Planungsgrundsätze	73
2.12.2.2	Betriebsdaten von Pumpen	74

2.12.2.3	Kreiselpumpen- und Anlagenkennlinien	77
2.12.2.4	Beispiele für die Anordnung verschiedener Pumpenbauarten	81
2.12.3	Druckerhöhungs- und Druckminderanlagen	81
2.12.3.1	Druckerhöhungsanlagen (DEA)	81
2.12.3.2	Druckminderanlagen	82
2.12.4	Messtechnik	84
2.12.4.1	Niveaumessungen	84
2.12.4.2	Wasserzählung und Wassermessung	85
2.12.4.3	Druckmessung	88
2.13	Rohrleitungsberechnung	91
2.13.1	Bedarf der öffentlichen Wasserversorgung	91
2.13.1.1	Schwankungen des Tageswasserbedarfs im Laufe des Jahres	92
2.13.1.2	Schwankungen des stündlichen Wasserbedarfs im Laufe des Tages	92
2.13.2	Verbrauchsmengenermittlung	93
2.13.3	Bestimmung von Druckverlusten und Dimensionierung von Rohrleitungen	97
2.13.4	Übungsbeispiele	100
2.14	Widerlager	104
2.14.1	Theoretische Grundlagen	104
2.14.1.1	Längskraft und resultierende Kraft	105
2.14.1.2	Fläche zwischen Rohrleitungsteil und Betonwiderlager	106
2.14.1.3	Fläche zwischen Grabenwand und Betonwiderlager	106
2.14.1.4	Widerlagerlänge	107
2.14.2	Widerlagerarten und -formen	107
2.14.3	Berechnungsbeispiel für waagerecht verlegte Rohrbögen	109
2.15	Längskraftschlüssige Muffenverbindungen für Rohrleitungen	111
2.15.1	Bauarten längskraftschlüssiger Muffenverbindungen	111
2.15.2	Bemessung zugfester Muffenverbindungen	113
3	Tiefbauarbeiten	119
3.1	Bodenmechanische Grundlagen	120
3.1.1	Boden als Baugrund und Baustoff	120
3.1.1.1	Einteilung der Fest- und Lockergesteine	120
3.1.1.2	Bodenarten, Bodengruppen, Bodenklassen	121
3.1.2	Bodenkennwerte und ihre Anwendung	125
3.1.2.1	Wichtigste Bodenkennwerte	126
3.1.2.2	Dichte und Wichte der Böden	128
3.1.3	Laborversuche	130
3.2	Baustellen- und Trassenvorbereitung	134
3.2.1	Schutz unterirdischer Anlagen	134

3.2.1.1	Einholung von Auskünften	134
3.2.1.2	Pflichten des ausführenden Bauunternehmers	135
3.2.2	Sicherung von Baustellen an Straßen	135
3.2.2.1	Anordnungen und Richtlinien	137
3.2.2.2	Verkehrssicherung an Arbeitsstellen	137
3.2.2.3	Sicherung des Baustellenverkehrs	138
3.2.3	Vorbereitung der Baumaßnahme	139
3.2.3.1	Baustelleneinrichtung	139
3.2.3.2	Arbeitssicherheit und Unfallverhütung	140
3.2.3.3	Vorbereitungsmaßnahmen	140
3.3	Herstellung von Rohrgräben und Baugruben	141
3.3.1	Arten der Rohrgrabenausführung	141
3.3.1.1	Unterscheidungskriterien für Rohrgräben	141
3.3.1.2	Festlegung der Rohrgrabentiefe	142
3.3.1.3	Festlegung der Rohrgraben- und Baugrubenbreite	143
3.3.2	Sicherheitstechnische Baumaßnahmen	146
3.3.2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	146
3.3.2.2	Standsicherheit der Grabenwände	147
3.3.2.3	Verbaumaßnahmen	149
3.3.3	Aushub unter Grundwasserabsenkung	151
3.3.3.1	Offene Wasserhaltung	151
3.3.3.2	Geschlossene Wasserhaltung	152
3.3.3.3	Wasserhaltung für tiefe Baugruben	154
3.4	Verfüllung und Oberflächenherstellung	155
3.4.1	Einleitung	155
3.4.2	Bettung und Verfüllung	156
3.4.2.1	Bettung und Leitungszone	156
3.4.2.2	Verfüllung der Gräben	158
3.4.3	Verdichtungsanforderungen	158
3.4.4	Verdichtungsprüfungen	160
3.4.4.1	Allgemein	160
3.4.4.2	Beschreibung der verschiedenen Prüfverfahren	162
3.4.5	Wiederherstellung von Verkehrsflächen	168
3.4.5.1	Bautechnische Grundsätze	168
3.4.5.2	Herstellung des Oberbaus	168
4	Korrosionsschutz	173
4.1	Allgemeines	174
4.2	Elektrochemische Vorgänge bei der Korrosion	175

4.3	Grundlagen des Korrosionsschutzes	176
4.3.1	Passiver Außenschutz durch Rohrumhüllungen	176
4.3.2	Aktiver kathodischer Korrosionsschutz	178
4.3.2.1	Aktiver Schutz durch galvanische Anoden	179
4.3.2.2	Aktiver Schutz durch Fremdstrom	180
4.4	Anwendung des KKS	181
4.5	Potenzial als Schutzkriterium	181
4.6	Schutz von erdverlegten Rohrleitungen	182
4.6.1	Planungsmessungen	182
4.6.2	Projektierte Rohrleitungen	182
4.6.3	Bestehende Rohrleitungen	182
4.7	Konstruktive Maßnahmen und Messstellen	183
4.7.1	Messstelle im Schilderpfahl	184
4.7.2	Betonsäule mit Messkasten	185
4.8	Kabel-/Rohrleitungsanschluss	185
4.9	Wahl des kathodischen Schutzverfahrens	186
4.10	Fremdstromschutzanlagen	186
4.11	Inbetriebnahme	188
4.12	Nachmessung	188
4.13	Einmessung von Fehlern	188
4.14	Beeinflussungen durch KKS	188
4.15	Wartung und Nachmessung	189
4.16	Fernüberwachung des KKS	190
4.16.1	Netzunabhängige Fernüberwachung in Messstellen	193
4.16.2	Netzversorgte Fernüberwachung in Schutzanlagen	193
4.17	Nutzen und Kosten des KKS	194
5	Rohrsysteme und Rohrwerkstoffe für Gas- und Wasserleitungen	197
5.1	Allgemeines	198
5.2	Stahlrohre	199
5.2.1	Anwendungsbereiche	199
5.2.2	Technische Lieferbedingungen für Stahlrohre	199
5.2.3	Herstellung von Stahlrohren	201
5.2.3.1	HFI-längsnahtgeschweißte Stahlrohre	201
5.2.3.2	Unterpulver(UP)-geschweißte Längs- und Spiralnahtrohre	202
5.2.4	Bauelemente für Rohrleitungen	204
5.2.5	Korrosionsschutz	204
5.3	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen	205
5.3.1	Allgemeines	205

5.3.2	Anwendungsbereiche	206
5.3.3	Herstellung duktiler Gussrohre	208
5.4	Rohrverbindungstechnik von metallischen Rohren sowie von Formstücken und Armaturen	208
5.4.1	Allgemeines	208
5.4.2	Muffensysteme	209
5.4.3	Formstücke	212
5.5	Kunststoffrohre	213
5.5.1	Allgemeines	213
5.5.2	PE-Rohre	213
5.5.3	Verbindungstechniken für Kunststoffrohre	214
5.5.4	Sonstige Kunststoffrohre	215
5.5.5	Zementgebundene Rohre	216
5.6	Verlegetechniken und Baurichtlinien für Stahlrohre	216
5.6.1	Transport und Lagerung von Stahlrohren und Leitungsteilen	216
5.6.2	Einbau der Rohre und Rohrleitungsteile	217
5.7	Herstellung von Rohrbögen	217
5.8	Prüfung der Rohrumhüllung	218
5.9	Einbautechniken und Baurichtlinien für Gussrohrleitungen	218
5.9.1	Transport und Lagerung von Gussrohren und Leitungsteilen	218
5.9.2	Einbau der Rohre und Rohrleitungsteile	218
5.9.3	Einbau von Armaturen	219
5.10	Verlegetechniken und Baurichtlinien für Kunststoffleitungen	220
5.10.1	Transport und Lagerung von Kunststoffrohren	220
5.11	Verlegung der Rohre und Rohrleitungsteile	220
6	Armaturen in der Wasser- und Gasversorgung	223
6.1	Geschichtliche Entwicklung	224
6.2	Grundbauarten	225
6.3	Anforderungen	227
6.4	Normung und Regelwerke	228
6.4.1	Regelwerke für Gasarmaturen	228
6.4.2	Regelwerke für Wasserarmaturen	229
6.5	Typische Konstruktionselemente von Armaturen	229
6.5.1	Double-Block-and-Bleed-Abdichtsystem	231
6.6	Unterteilung der Armaturen nach Armaturengruppen	232
6.6.1	Schieber	232
6.6.2	Keilschieber	232
6.6.3	Plattenschieber/Drehschieber	233

6.6.4	Hähne	235
6.6.5	Ventile	236
6.6.5.1	Be- und Entlüftungsventile	239
6.6.6	Rückflussverhinderer	241
6.6.6.1	Rückschlagklappen	241
6.6.6.2	Rückschlagventile	242
6.6.6.3	Kombiniertes Freistrom-Rückschlagventil	242
6.6.7	Hausanschlussarmaturen/Anbohrarmaturen	243
6.6.8	Hydranten	245
6.6.8.1	Anforderungen an Hydranten	246
6.6.8.2	Allgemeine Konstruktionsmerkmale	247
6.6.8.3	Überflurhydranten	248
6.6.8.4	Unterflurhydranten	248
6.6.8.5	Auswahlkriterien	249
6.6.8.6	Anordnung im Netz	250
6.6.8.7	Betrieb von Hydranten	251
6.6.8.8	Überprüfung der Hydranten	252
6.6.9	Klappen	252
7	Gas-Druckregel- und Messanlagen (GDRM-Anlagen)	255
7.1	Grundsätzliches	256
7.1.1	Technische Regeln	256
7.1.2	Anwendungsbereich	257
7.1.3	Planungsgrundsätze und Anlagenaufbau	258
7.1.4	Planung von Gas-Druckregel- und Messanlagen	259
7.1.5	Geltungsbereich und Art der Nutzung	261
7.1.6	Eingangs-, Ausgangsdruck	261
7.1.7	Ermittlung Durchflussmenge (Leistungsfähigkeit/Kapazität/ Auslegungsdurchfluss)	261
7.1.8	Gasbedarf/Gasabsatz	263
7.1.9	Regelschienen, Unterschiede und jeweiliger Zweck	263
7.2	Projektieren von GDRM-Anlagen	264
7.2.1	Bauliche Ausführung	264
7.2.2	Gas-Druckregelungen nach DVGW-Arbeitsblatt G 459-2	266
7.2.3	Anlagen nach dem ursprünglichen DVGW-Arbeitsblatt G 490-1 (jetzt DVGW-Arbeitsblatt G 491)	266
7.2.4	Anlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 491 („Aufstellung in Werkhallen“) ..	267
7.2.5	Anlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 491	267
7.2.6	Bauteile und Baugruppen einer GDRM-Anlage	268

7.2.7	Absperreinrichtungen	269
7.2.8	Druckbehälter in Rohrleitungen von Energieanlagen	271
7.2.9	Sicherheits- und Regeleinrichtungen	274
7.2.10	Gas-Druckregelgeräte	276
7.2.11	Rohr- und Funktionsleitungen	278
7.2.12	Elektrische Anlagen	279
7.3	Gasmessungen	281
7.3.1	Geltungsbereich	281
7.3.2	Messfunktion	281
7.3.3	Einteilung der Gaszähler	281
7.3.4	Anforderungen an Messanlagen	282
7.3.5	Messtechnik	282
7.3.6	Auswahl der Gaszähler	283
7.3.7	Möglichkeiten der Fehlmessung bzw. Beeinträchtigung der Festigkeit ..	283
7.3.8	Druckerfassung	283
7.3.9	Messen des Gasverbrauchs	284
7.3.10	Eichpflicht	291
7.4	Prüfungen	292
7.4.1	Prüfungen durch den Hersteller	292
7.4.2	Prüfungen am Aufstellungsort durch Sachverständige/Sachkundige (benannte Personen)	292
7.4.3	Elektrische Prüfungen am Aufstellungsort durch befähigte Personen ...	293
7.4.4	Prüfungen für Gasanlagen mit maximal zulässigen Betriebsdrücken $p_u > 16$ bar	293
7.4.5	Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich Explosionsgefährdungen in GDRM-Anlagen	293
7.5	Nachweis der Prüfungen	294
8	Planung und Bau von Gas- und Wasseranschlussleitungen	297
8.1	Historie der Gas- und Wasserversorgung	298
8.2	Terminologie	299
8.3	Allgemeines	299
8.3.1	Rohrleitungsbau	301
8.3.2	Leitungstiefbau	301
8.4	Gasanschlussleitungen	302
8.4.1	Technische Regeln	302
8.4.2	Bestandsschutz	303
8.4.3	Planung	304
8.4.4	Bemessung der Gasanschlussleitung	305

8.4.5	Auswahl der Bauteile	306
8.4.5.1	Allgemeines	306
8.4.5.2	Anschluss an die Versorgungsleitung	308
8.4.5.3	Absperrmöglichkeiten außerhalb von Gebäuden	309
8.4.5.4	Gasströmungswächter	311
8.4.5.5	Rohre	313
8.4.5.6	Rohrverbindungen	313
8.4.5.7	Gas-Hauseinführung	314
8.4.5.8	Isolierstück	316
8.4.6	Bau	317
8.4.6.1	Leitungsbau	317
8.4.6.2	Rohrgraben und Leitungsverlegung	317
8.4.7	Druckprüfung	318
8.4.8	In- und Außerbetriebnahme	319
8.4.9	Verwahren und passive Sicherung	319
8.4.10	Dokumentation und Rückverfolgbarkeit	320
8.4.11	Kennzeichnung	320
8.4.12	Information des Anschlussnehmers	320
8.5	Wasseranschlussleitungen	320
8.5.1	Technische Regeln	320
8.5.2	Planung	321
8.5.2.1	Absperrarmaturen in der Anschlussleitung	322
8.5.3	Hydraulische Bemessung	323
8.5.4	Auswahl der Bauteile	325
8.5.4.1	Allgemeines	325
8.5.4.2	Anbohrarmatur	326
8.5.4.3	Rohre	328
8.5.4.4	Wasser-Hauseinführung	328
8.5.4.5	Mantelrohr	328
8.5.4.6	Hauptabsperreinrichtung	329
8.5.4.7	Isolierstück	329
8.5.4.8	Klemmverbinder und Steckverbinder	329
8.5.4.9	Korrosionsschutz	329
8.5.5	Verlegung	330
8.5.5.1	Rohrgraben	330
8.5.5.2	Rohrvortrieb	330
8.5.5.3	Rohrverlegung	330
8.5.5.4	Einbau von Armaturen	331
8.5.6	Druckprüfung	331
8.5.7	Einmessung und Beschilderung	331

8.6	Einführung ins Gebäude	331
8.6.1	Allgemeines	331
8.6.2	Übergabeplätze	332
8.6.2.1	Hausanschlussnische	333
8.6.2.2	Hausanschlusswand	333
8.6.2.3	Hausanschlussraum	334
8.6.2.4	Hausanschlusschränke und -mauerkästen	334
8.6.2.5	Anschlusschächte	334
8.6.3	Mehrspartenhauseinführung (MSHE)	335
8.6.3.1	MSHE für unterkellerte Gebäude	336
8.6.3.2	MSHE für nicht unterkellerte Gebäude	338
9	Verbindungstechniken	341
9.1	Stahlschweißen	342
9.1.1	Anforderungen an den Schweiß(fach)betrieb nach Gesetzen, Normen und Richtlinien	342
9.1.2	DIN EN ISO 3834 als Basis für alle Schweißbetriebe	343
9.1.3	Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204	344
9.1.4	Ausführungsstandards	345
9.1.5	Herstellung von Schweißverbindungen	347
9.1.6	Schweißen	349
9.1.7	DVGW GW 350 – Durchführung der Schweißung	353
9.1.8	Prüfung und zerstörungsfreie Prüfung gemäß DIN EN ISO 9712	353
9.1.9	Dokumentation	355
9.2	PE-Schweißen	359
9.2.1	PE-Rohre in der Gas- und Wasserversorgung	359
9.2.2	Komponenten des Rohrsystems	360
9.2.3	Technische Vorschriften und Empfehlungen	360
9.2.4	Kunststoffe in der Gas- und Wasserversorgung	361
9.2.5	Vom Rohstoff zum Kunststoff	363
9.2.6	Vom Monomer zum Polymer	363
9.2.7	Bindungskräfte innerhalb von Molekülen	364
9.2.8	Zwischenmolekulare Kräfte	364
9.3	Thermoplaste	365
9.3.1	Formänderungsverhalten von Thermoplasten	366
9.3.2	Amorphe Thermoplaste	367
9.3.3	Teilkristalline Thermoplaste	368
9.3.4	Polyethylen	369
9.3.5	Eigenschaften von Polyethylen	370

9.3.6	Klassifizierung der PE-Werkstoffe nach der Zeitstandfestigkeit	371
9.3.7	Vernetztes Polyethylen	372
9.3.8	Zusammenfassung der Materialkennndaten	374
9.4	Von der Mindestfestigkeit zum zulässigen Innendruck	374
9.4.1	Erforderliche Mindestfestigkeit (MRS)	374
9.4.2	Sicherheitsfaktor (SF)	374
9.4.3	Durchmesser-Wanddicken-Verhältnis (SDR)	375
9.4.4	Zulässige Druckstufen für Gas- und Trinkwasserleitungen	375
9.5	Kennzeichnung und Lieferformen	377
9.5.1	Farbliche Kennzeichnung der Rohre	377
9.5.2	Weitere Kennzeichnung der Rohre	378
9.5.3	Lieferformen	379
9.6	Fließverhalten von Polyethylen	380
9.7	Heizelementstumpfschweißen (HS)	381
9.7.1	Allgemeines	381
9.7.2	Qualifikationen Schweißer und Schweißaufsicht	382
9.7.3	Anforderungen an Schweißgeräte und Schweißmaschinen	382
9.7.3.1	Spanneinrichtungen	382
9.7.3.2	Führungselemente	382
9.7.3.3	Heizelement	383
9.7.3.4	Planhobel	383
9.7.3.5	Antrieb	383
9.7.4	Wartung und Pflege	383
9.7.5	Werkzeuge und Geräte	383
9.7.6	Maßnahmen vor dem Stumpfschweißen	384
9.7.7	Berechnung der Schweißkraft	386
9.8	Heizwendelschweißen (HM)	386
9.8.1	Allgemeines	386
9.8.2	Prinzip des Heizwendelschweißens (HM)	388
9.8.3	Bifilare und monofilare PE-Schweißfittinge	389
9.8.4	PE-Schweißindikator	389
9.8.5	Abkühlzeiten von Heizwendelformteilen	390
9.9	Schweißgeräte, Werkzeuge und Zubehör	390
9.9.1	Allgemeines	390
9.9.2	Schweißgeräte für Heizwendelschweißung	390
9.9.3	Schweißparameter und Geräteeinstellung	391
9.9.4	Rückverfolgbarkeit (traceability)	391
9.9.5	Wartung	391
9.9.6	Geräte, Werkzeug, Zubehör und Hilfsmittel für HM	392

9.9.7	Qualifikationen Schweißer und Schweißaufsicht	392
9.9.8	Verfahrensablauf Heizwendelschweißen (HM)	393
9.10	Prüfen und Bewerten von PE-Schweißverbindungen	393
9.10.1	Allgemeines	393
9.10.2	Prüfverfahren für Schweißverbindungen	394
9.10.3	Visuelle Prüfung	394
9.10.4	Druckprüfung	395
9.10.5	Durchstrahlungs- und Ultraschallprüfung	396
9.10.6	Zerstörende Prüfung für Baustelle und Werkstatt	396
9.10.7	Radialer Schälversuch	396
9.10.7.1	Torsionsscherversuch	397
9.11	Merkmale, Beschreibung und Bewertung von Fehlern nach DVS 2202 ..	398
9.12	Fehlervermeidung beim Schweißen von Polyethylen	399
9.13	Anforderungen an die Qualitätssicherung beim Verlegen	399
9.14	Mechanisches Verbinden von PE-Rohren in der Gas- und Wasser- verteilung	400
9.14.1	Anwendungsbereich	400
9.14.2	Erforderliche Qualifikationen	400
9.14.3	Einteilung der mechanischen Verbinder	401
9.14.3.1	Allgemeines	401
9.14.3.2	Klemmverbinder	401
9.14.3.3	Steckverbinder	402
9.14.3.4	Flanschverbinder	402
9.14.3.5	Anbohrarmaturen/Schellenverbinder	402
9.14.3.6	Pressverbinder	403
10	Grabenlose Bauweisen (Neulegungs- und Rehabilitationsverfahren)	405
10.1	Allgemeines	406
10.2	Deutsches, europäisches und internationales Regelwerk für graben- lose Bauweisen	407
10.2.1	DVGW-Regelwerk für grabenlose Bauweisen	408
10.2.2	Europäisches (EN) und internationales (ISO) Regelwerk	409
10.3	Übersicht und Einteilung grabenloser Bauweisen	411
10.3.1	Rehabilitation	411
10.3.1.1	Sanierung	415
10.3.1.2	Erneuerung	415
10.3.2	Grabenlose Neulegung	415
10.4	Rehabilitationsziele	415

10.5	Voraussetzungen und Auswahlkriterien	416
10.6	Grabenlose Neulegungsverfahren	417
10.6.1	Rohrvortrieb	417
10.6.1.1	Herstellung der Baugruben	418
10.6.1.2	Bedeutung der Bodeneigenschaften	420
10.6.2	Rohrvortriebsverfahren	420
10.6.2.1	Nichtsteuerbare Rohrvortriebsverfahren	421
10.6.2.2	Steuerbare Rohrvortriebsverfahren	422
10.6.3	Bau von Dükern und Infrastrukturtunneln	428
10.6.3.1	Bau von Dükern	428
10.6.3.2	Bau von Infrastrukturtunneln	430
10.6.4	Spülbohrverfahren	431
10.6.5	Fräs- und Pflugverfahren	432
10.6.5.1	Pflugverfahren	432
10.6.6	Grabenlose Neulegung von Anschlussleitungen	433
10.7	Grabenlose Rehabilitationsverfahren	434
10.7.1	Allgemeines	434
10.7.2	Zementmörtelauskleidung	434
10.7.2.1	Reinigungsverfahren	435
10.7.2.2	Verfahrensweise der Zementmörtelauskleidung	436
10.7.2.3	Inbetriebnahme von Rohrleitungen mit Zementmörtelauskleidungen ...	436
10.7.3	Schlauchlining-Verfahren	437
10.7.3.1	Allgemeines	437
10.7.3.2	Vorarbeiten	438
10.7.3.3	Nacharbeiten	439
10.7.4	Schlauchlining mit rückseitiger Verklebung	439
10.7.4.1	Allgemeines	439
10.7.4.2	Gewebeschlauchverfahren	439
10.7.4.3	Glasfaserverstärkter Geweschlauch	441
10.7.5	Vor Ort härtendes Schlauchlining	441
10.7.5.1	Glasfaserliner	441
10.7.5.2	Glasfaserverstärkter Nadelfilzliner	442
10.7.6	Lining mit eingezogenen Schläuchen	443
10.7.7	Rohreinzug/Rohreinschub mit Ringraum	445
10.7.8	Close-Fit-Lining	446
10.7.9	Berstverfahren	448
10.7.10	Press-Zieh-Verfahren	450
10.7.11	Hilfsrohrverfahren	452
10.8	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	453

11	Technische Regeln für Gasinstallationen	457
11.1	Allgemeines	458
11.1.1	Wichtige Begriffe und Einheiten	460
11.2	Anforderungen an die Gasinstallation	462
11.2.1	Allgemeine Anforderungen	462
11.2.2	Brandschutztechnische Anforderungen	462
11.2.2.1	Primäre und sekundäre Brandschutzmaßnahmen	463
11.2.2.2	Mauer- und Deckendurchführungen	464
11.2.3	Schutz der Gasleitung vor Manipulationen	467
11.2.3.1	Aktive Schutzmaßnahmen – der Gasströmungswächter	467
11.2.3.2	Passive Schutzmaßnahmen	469
11.3	Leitungsanlage	470
11.3.1	Arbeiten an Gasleitungen	470
11.3.2	Verfahren von Gasleitungen	470
11.3.3	Materialien und Verbindungstechniken	471
11.3.3.1	Anschluss von Gasgeräten	472
11.3.3.2	Verbindungstechniken für Kupferrohre	473
11.3.3.3	Verbindungstechniken für Edelstahlrohre	474
11.3.3.4	Verbindungstechniken für Stahlrohre	475
11.3.4	Verlegung von Gasleitungen	477
11.3.4.1	Verdeckte Verlegung von Gasleitungen	477
11.3.4.2	Verlegung von Gasleitungen in Fußböden	478
11.3.5	Verbindungstechnik zwischen Erdgas-Netzanschluss und Gas- installationen	479
11.3.6	Prüfungen und Inbetriebnahme von Leitungsanlagen	480
11.3.6.1	Prüfung auf Gebrauchsfähigkeit	482
11.3.7	Betrieb von Gasinstallationen	485
11.4	Aufstellung und Betrieb von Gasgeräten	485
11.4.1	Gasgerätearten	485
11.4.2	Aufstellräume für Gasgeräte	486
11.4.3	Aufstellung und Betrieb von Gasgeräten der Art A	487
11.4.4	Aufstellung und Betrieb von Gasgeräten der Art B	487
11.4.5	Aufstellung und Betrieb von Gasgeräten der Art C	488
11.5	Abgasanlagen	488
12	Betrieb und Instandhaltung von Gasverteilungsanlagen	491
12.1	Betrieb und Instandhaltung von Gasverteilungsanlagen bis 16 bar	
	Betriebsdruck	492
12.1.1	Grundsätze	492

12.2	Maßnahmen der Instandhaltung	493
12.2.1	Instandhaltung	493
12.2.2	Überwachung	493
12.2.2.1	Inspektion	493
12.2.2.2	Funktionsprüfung (Anlagen)	493
12.2.3	Wartung	494
12.2.4	Instandsetzung	494
12.2.5	Verbesserung	494
12.3	Instandhaltungsstrategien	494
12.4	Einteilung Gasversorgungsnetze und Regelwerke	495
12.5	Inbetriebnahme von Leitungen	496
12.6	Außerbetriebnahme von Leitungen	497
12.7	Ein-/Verbindung mit dem vorhandenen Gasrohrnetz	497
12.7.1	Allgemeines	497
12.7.2	Einbindung mittels Überschieber	498
12.7.3	Einbindung mittels Absaugen	499
12.7.4	Einbindung durch Inertisieren	499
12.7.5	Anwendung der Einbindevverfahren	500
12.8	Reparaturarbeiten von Gasleitungen	500
12.9	Gasrohrnetzüberprüfung	501
12.9.1	DVGW-Regelwerk	501
12.9.2	Überprüfen von Gasrohrnetzen bis 16 bar Betriebsdruck entsprechend DVGW-Arbeitsblatt G 465-1	502
12.9.2.1	Anforderungen an Netzbetreiber, Fachfirmen und Fachkräfte	502
12.9.2.2	Überprüfungsmaßnahmen	502
12.9.2.3	Überprüfungsmethoden	504
12.9.3	Beurteilung von Leckstellen an erdverlegten und freiliegenden Gasleitungen in Gasrohrnetzen gemäß DVGW-Merkblatt G 465-3	505
12.9.3.1	Ursachen von Leckstellen	505
12.9.3.2	Einflussgrößen auf die Gasausbreitung	506
12.9.3.3	Leckklassifikation	506
12.9.4	Gasspür- und -konzentrationsmessgeräte gemäß DVGW-Merkblatt G 465-4	508
12.9.5	Bedeutung der Organisation	509
12.9.6	Anforderungen an Gasversorgungsunternehmen und zertifizierte Dienstleistungsunternehmen für die Gasrohrnetzüberprüfung	509
12.10	Odorierung	510
12.10.1	Anforderungen an Odoriermittel	510
12.10.2	Odoriermittelkonzentration	510
12.10.3	Handhabung von Odoriermitteln	510

12.10.4	Kontrolle der Odorierung	511
12.10.5	Sicherheitsmaßnahmen	512
12.10.6	Unfallverhütung – Maßnahmen zur persönlichen Sicherheit	513
12.11	Inbetriebnahme und Instandhaltung von Gasdruckregelanlagen	513
12.11.1	Definitionen	513
12.11.2	Fristen für die Überwachung und Wartung	516
12.11.3	Allgemeine Hinweise	516
13	Betrieb und Instandhaltung von Energieanlagen der	
	Gasinfrastruktur mit einem Betriebsdruck > 16 bar	519
13.1	Allgemeines	520
13.2	Hochdruckanlagen der Erdgasversorgung	522
13.2.1	Gashochdruckspeicher	522
13.2.1.1	Hochdruck-Gasbehälter	523
13.2.1.2	Untertagespeicher	524
13.2.1.3	Porenspeicher	524
13.2.1.4	Flüssigerdgasspeicher	526
13.2.2	Gashochdruckleitungen	527
13.2.3	Bauteile des Gashochdrucknetzes	528
13.2.3.1	Rohrleitungen	528
13.2.3.2	Stahlrohre	529
13.2.3.3	Formstücke	529
13.2.3.4	Armaturen	529
13.2.3.5	Flüssigkeitssammler	530
13.2.3.6	Molchschleusen	532
13.2.4	Schweißtechnik	532
13.2.4.1	Steignaut- und Fallnahtschweißen	533
13.2.4.2	Schweißarbeiten an in Betrieb befindlichen Gashochdruckleitungen	534
13.2.4.3	Schweißnahtfehler	534
13.2.4.4	Prüfung der Schweißnähte	535
13.2.5	Druckprüfung	535
13.3	Inbetriebnahme	537
13.3.1	Begasen (Entlüften) der Leitung	539
13.3.2	Außerbetriebsetzung	540
13.3.3	Entspannen	541
13.3.4	Einsatz von Ejektoren und Turbolüftern	543
13.3.5	Außerbetriebnahme	544
13.3.6	Stilllegung	544
13.3.7	Leitungsinspektion	545

13.3.8	Wartung	546
13.3.9	Betriebsmolchung	548
13.4	Instandsetzungsarbeiten (Reparaturen)	549
13.4.1	Arbeitsvorbereitung	550
13.4.2	Arbeiten in gasfreiem Zustand	551
13.4.3	Arbeiten unter Gas	552
13.4.4	Temporäre Instandsetzungen	553
13.4.5	Stopp-Verfahren	553
13.4.6	Anbohrung	555
13.4.7	Mechanische Beschädigungen	556
13.5	Zukunft der Gastransportleitungen	557
14	Betrieb und Instandhaltung von Wasserverteilungsanlagen	559
14.1	Umfang von Wasserverteilungsanlagen	560
14.2	Betriebsführung, Betrieb und Instandhaltung von Anlagen	560
14.2.1	Betrieb einer Anlage	560
14.2.2	Instandhaltung	561
14.3	Instandhaltungsziele	562
14.4	Abgrenzung Instandhaltungsstrategien	562
14.5	Modelle der Instandhaltungsstrategie	562
14.5.1	Instandhaltungsstrategien der Zukunft – darauf kommt es an	562
14.6	Wasserbehälter	563
14.6.1	Betriebshandbuch	563
14.6.2	Betriebsaufgaben	564
14.6.3	Behälterbewirtschaftung	565
14.6.4	Erhaltung der Beschaffenheit des gespeicherten Trinkwassers	566
14.6.5	Kontrolle und Wartung der technischen Anlagen und des Bauwerks	566
14.6.6	Reinigung und Desinfektion des Speicherraums	566
14.6.7	Feststellung und Behebung von Schäden an Behältern	567
14.7	Rohrnetz	568
14.7.1	Rohrnetzbetrieb	568
14.7.2	Außer- und Wiederinbetriebnahme von Leitungen	569
14.7.3	Netzumstellungen und Einrichtung von Ersatzversorgungen	570
14.7.4	Verlegung von Ersatzleitungen	571
14.7.5	Inbetriebnahme neuer Wasserleitungen	573
14.7.6	Messungen im Rohrnetz	575
14.7.7	Überprüfen der Zugänglichkeit und Funktionsfähigkeit der Anlagenteile	576
14.7.8	Zugänglichkeit der Leitungen und Auffindbarkeit der Anlagenteile	576
14.7.9	Zustand und Funktionsfähigkeit der Anlagenteile	577

14.7.10	Überwachung und Sicherung der Wasserverteilungsanlagen im Bereich von Fremdbaustellen	581
14.7.11	Vorübergehende Außerbetriebnahme	581
14.7.12	Neue Leitungsführung als Vorausmaßnahme	581
14.7.13	Allgemeine Sicherungsmaßnahmen	581
14.7.14	Besondere Sicherungsmaßnahmen an Leitungskreuzungen	581
14.7.15	Besondere Sicherungsmaßnahmen an parallel geführten Baugruben ...	582
14.7.16	Besondere Sicherungsmaßnahmen bei Baumpflanzungen im Bereich von Leitungen	583
14.7.17	Überwachung der Trinkwassergüte im Rohrnetz	585
14.7.18	Verkeimung des Rohrnetzes	585
14.7.19	Leitungsspülen	586
14.7.20	Erhöhung des Chlorgehaltes im Trinkwasser	587
14.7.21	Leitungsdesinfektion	587
14.8	Wasserverluste	588
14.8.1	Scheinbare Wasserverluste	589
14.8.2	Reale Wasserverluste	589
14.8.3	Netzanalyse zur Ermittlung von Leckverlusten	591
14.8.4	Verfahren der Leckortung	593
14.8.5	Akustische und elektroakustische Leckortung	593
14.8.6	Leckortung mittels Korrelation	594
14.8.7	Leckortung mit Sonderverfahren	596
14.8.8	Rohrnetzschäden – Ursachen und Instandsetzung	596
14.8.9	Rohrbrüche	596
14.8.10	Undichte Rohrverbindungen	599
14.8.11	Korrosionsschäden	600
14.8.12	Armaturenschäden	601
14.9	Reinigung von Wasserleitungen	603
14.9.1	Mechanische Reinigung	603
14.9.2	Reinigung von Hand	603
14.9.3	Hydraulische Reinigung	603
14.9.4	Wasserhochdruckreinigung	604
14.9.5	Wasserhöchstdruckreinigung	604
14.10	Wasserzähleranlagen	604
14.11	Wasserzählerschächte	605
14.12	Zählerschränke	606
14.13	Inspektion, Auswechseln und Instandsetzen von Wasserzählern	606
14.13.1	Inspektion von Wasserzählern	606
14.13.2	Auswechseln von Wasserzählern	606
14.13.3	Instandsetzen von Wasserzählern	607

14.14	Frostschutz und Auftauen von Rohrnetzanlagen	607
14.14.1	Frostschutz	607
14.14.2	Auftauen von Rohrnetzanlagen	608
14.15	Einbeziehen von Wasserleitungen in den Hauptpotenzialausgleich von elektrischen Anlagen	608
14.16	Schadenshaftung aus dem Betrieb von Wasserverteilungsanlagen und der Wasserlieferung	609
14.17	Gefährdungshaftung	609
14.18	Verschuldenshaftung	610
14.19	Produkthaftung	610
14.20	Haftung bei Versorgungsstörungen	610
14.21	Schadensregulierung	610
15	Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wärmeverteilsystemen	613
15.1	Energieerzeugung	618
15.1.1	Heizwerke (HW)	620
15.1.2	Heizkraftwerke	621
15.1.2.1	Dampfturbinenanlagen	621
15.1.2.2	Gasturbinenanlagen	623
15.1.2.3	Gas- und Dampfturbinenanlagen	623
15.1.2.4	Organic-Rankine-Cycle-Anlagen (ORC)	623
15.1.2.5	Blockheizkraftwerke (BHKW)	625
15.1.2.6	Brennstoffzellen	626
15.1.2.7	CO ₂ -Einsparpotenzial durch regenerative Brennstoffe	626
15.1.3	Großwärmepumpen	627
15.1.4	Industrielle Abwärme	628
15.1.5	Erdwärme/Geothermie	629
15.1.6	Solarthermie	629
15.1.7	Wärmespeicher	630
15.2	Verlegeverfahren/Verlegesysteme	632
15.2.1	Anforderungen an Verlegesysteme	632
15.2.2	Freileitungen	633
15.2.3	Gebäudeleitungen	634
15.2.4	Kunststoffmantelrohre (KMR) nach AGFW FW 401	635
15.2.5	Stahlmantelrohre (SMR) nach AGFW FW 410	636
15.2.5.1	Allgemein	636
15.2.5.2	Kompensation	638
15.2.5.3	Vorspannung	638

15.2.5.4	Wärmedämmung und Vakuum	639
15.2.5.5	Korrosionsschutz	639
15.2.6	Flexible Rohrsysteme nach AGFW FW 420	640
15.2.6.1	Flexible Systeme mit polymeren Mediumrohren (PMR) – FW 420-1	641
15.2.6.2	Flexible Systeme mit Metall-Mediumrohren (MMR) – FW 420-3	647
15.2.6.3	Flexible Systeme mit glatten Stahlmediumrohren – FW 420-2	648
15.2.6.4	Flexible Systeme für das grabenlose Rohreinziehverfahren nach FW 438	649
15.2.7	Kanalleitungen	649
15.2.8	Gießverfahren	651
15.2.9	Schüttverfahren	651
15.3	Verlegetechnik	652
15.3.1	Grundlagen der Verlegetechnik bei Systemen ohne direkte Erdlast	652
15.3.1.1	Vorspannen von Stahlrohren	654
15.3.1.2	Rohrhalterungen	656
15.3.1.3	Dehnungsausgleicher	659
15.3.2	Verlegetechnik von Kunststoffverbundmantelrohren (KMR)	664
15.3.2.1	Einsatzbereiche	664
15.3.2.2	Besonderheiten bei der Anwendung	664
15.3.2.3	Wesentliche Elemente zur Kosteneinsparung	665
15.3.2.4	Systemkomponenten	665
15.3.2.5	Muffen	667
15.3.2.6	Endabschottungen	669
15.3.2.7	Endmuffen	670
15.3.2.8	Dehnpolster	670
15.3.2.9	Erdeinbauarmaturen	672
15.3.2.10	Einmalkompensatoren	674
15.3.2.11	Wanddurchführungen	675
15.3.2.12	Lecküberwachungs- und Fehlerortungssysteme	677
15.3.3	Rohrstatik von KMR	678
15.3.3.1	Dehnungen bei KMR	678
15.3.3.2	Natürlicher Festpunkt	680
15.3.3.3	Dehnkraft	683
15.3.3.4	Gleitbereich und Haftbereich	684
15.3.3.5	Spannungsermittlung bei KMR	684
15.3.3.6	Verlegemethode: Begrenzung der Vorlauf-/Betriebstemperatur	685
15.3.3.7	Verlegemethode: Maximale Verlegelänge	685
15.3.3.8	Verlegemethode: Thermisches Vorspannen	686
15.3.3.9	Verlegemethode: Kaltverlegung (Betriebliche Selbstvorspannung)	690
15.3.3.10	Statische Auslegung von KMR-Systemen	695

15.3.4	Richtungsänderungen	701
15.3.5	Hausanschlussleitungen	702
15.3.6	Systemübergänge	706
15.3.7	Qualitätssicherung der Verbindungen von KMR	706
15.3.7.1	Durchstrahlungsprüfung der Schweißverbindungen an FW-Medium- rohren	708
15.3.7.2	Dichtheitsprüfung der Schweißverbindungen an FW-Mediumrohren	708
15.4	Betrieb und Instandhaltung von Fernwärmeverteilsystemen	710
15.4.1	Inbetrieb- und Außerbetriebnahme von Fernwärmeleitungen	710
15.4.2	Übernahme von Fernwärmeleitungen	713
15.4.3	Störungsbeseitigung an Fernwärmeverteilsystemen	713
15.4.4	Instandhaltung von Fernwärmeverteilungsanlagen	715
15.4.4.1	Begriffe	715
15.4.4.2	Dokumentation der Instandhaltung	717
15.5	Ermittlung von Wasserverlusten in Fernwärmeverteilsystemen	717
15.5.1	Grundlagen	717
15.5.2	Betriebliche Verfahren	718
15.5.3	Optische Verfahren	718
15.5.4	Thermografie	718
15.5.5	Korrelation	719
15.5.6	Tracerstoffe	719
15.5.7	Wanddickenmessung mittels Prüfmolch	720
15.5.8	Systemspezifische bzw. integrierte Verfahren	720
15.6	Bereitschafts- und Entstördienst Rechtsgrundlagen	720
15.7	Arbeits- und Gesundheitsschutz bei Arbeiten an Fernwärme- verteilungssystemen	721
15.8	Qualifikation des Personals	724
15.9	Wartung und Inspektion von Geräten und Fahrzeugen	724
16	Grundlagen der Messtechnik	727
16.1	Messen in Versorgungsanlagen	728
16.1.1	Allgemeines	728
16.1.2	Grundsätze zum Messen und Prüfen	728
16.2	Messen physikalischer und elektrischer Größen	729
16.2.1	Druckmessungen	729
16.2.2	Temperaturmessungen	735
16.2.3	Durchfluss- und Mengenmessungen	737
16.2.4	Messung elektrischer Größen	740
16.3	Eichrechtliche Vorschriften von Zähl- und Messeinrichtungen	741

16.3.1	Allgemein	741
16.3.2	Gasmengenmessungen	743
16.3.3	Kaltwassermengenmessungen, Wärmezähler	745
16.4	Zeitverhalten von Messeinrichtungen in Regelungsanlagen	746
16.4.1	Bauglieder einer Steuerkette	746
16.4.2	Regelungsanlagen	747
17	Fernwirktechnik	751
17.1	Allgemeines	752
17.2	Richtungen der Informationsübertragung	752
17.3	Fernwirkinformationen	754
17.3.1	Meldungen	754
17.3.2	Messwerte	755
17.3.3	Zählwerte	755
17.3.4	Befehle	755
17.4	Übertragungswege	756
17.4.1	Eigenes Fernmeldekabelnetz	756
17.4.2	Standleitungen	757
17.4.3	Funkdienste	757
17.4.4	Internet mit DSL und VPN-Tunneling	758
17.5	Fernwirk-Unterstationen und Kommunikationsprotokolle	760
17.6	Kommunikationsprotokolle	760
17.7	Leitstelle	760
17.7.1	Leitstelle – Hardware	761
17.7.2	Leitstelle – Software	762
17.7.2.1	SCADA-Funktionen für Energieversorgungsnetze (SCADA = Supervisory, Control and Data Acquisition)	762
17.7.2.2	HEO-Funktionen für elektrische Energieversorgungsnetze (HEO = Höhere Energieeinsatz- und Optimierungsfunktionen)	764
17.7.2.3	HEO-Funktionen für Gasnetze	764
17.7.2.4	HEO-Funktionen für Wassernetze	764
17.7.2.5	HEO-Funktionen für Fernwärmenetze	765
17.8	Hinweise und Erfahrungen	765
18	Vermessung und Planwerke	767
18.1	Allgemeines	768
18.1.1	Einteilung des Vermessungswesens in Zuständigkeiten	768
18.1.2	Notwendigkeit des Einsatzes fachkundigen Personals	769

18.2	Lagemessung	770
18.2.1	Einmessungsgrundlagen	770
18.2.1.1	Örtliche Koordinaten	770
18.2.1.2	Ebene geodätische Koordinaten	771
18.2.1.3	Geografische Koordinaten	774
18.2.1.4	Bezugsfläche für die Lagemessung/Lagefestpunktnetz	775
18.2.2	Vermessungstechnische Ausrüstung	776
18.2.2.1	Hilfsgeräte	776
18.2.2.2	Instrumente und Zubehör	777
18.2.3	Strecken	780
18.2.3.1	Geradenabsteckung	781
18.2.3.2	Streckenmessung	784
18.2.4	Winkel	785
18.2.4.1	Winkelmessung allgemein	787
18.2.4.2	Rechte Winkel	788
18.2.5	Strecken und Winkel	790
18.2.5.1	Berechnung einer Horizontalstrecke	790
18.2.5.2	Bestimmung einer unzugänglichen Strecke (indirekte Strecken- messung)	791
18.2.6	Einmessungsverfahren	792
18.2.6.1	Verfahren mit Längenmess- und Rechtwinkelgeräten	793
18.2.6.2	Polarverfahren	795
18.2.6.3	GNSS (Globales Navigationssatellitensystem)	797
18.2.6.4	Vermessung in und mit digitalen Bildern	804
18.3	Mathematische Grundlagen für einfachere vermessungstechnische Berechnungen	806
18.3.1	Rechtwinkliges Dreieck	806
18.3.2	Allgemeines Dreieck	807
18.3.3	Kreis	807
18.3.4	Berechnung einer Horizontalentfernung zweier Punkte aus rechtwinkligen Koordinaten (Gauß-Krüger-Koordinaten)	808
18.4	Höhenmessung	808
18.4.1	Grundlagen	808
18.4.1.1	Überdeckungsmaße	808
18.4.1.2	Höhen über Normalnull/Normalhöhennull	809
18.4.2	Instrumente, Zubehör, Hilfsgerät	809
18.4.3	Nivellement	812
18.4.4	Überprüfen eines Nivellierinstruments	815
18.4.5	Längs- und Querprofile	816
18.4.6	Trigonometrische Höhenbestimmung	821

18.5	Anfallende Aufgaben vor und während der Leitungsverlegung	823
18.5.1	Bauvorbereitende allgemeine und vermessungstechnische Arbeiten ...	823
18.5.2	Baubegleitende vermessungstechnische Arbeiten	824
18.6	Planwerk	825
18.6.1	Bestandteile/Gliederung	825
18.6.2	Aktualitätsanforderungen	830
18.6.3	Produktionsmittel/Informationsträger für das Planwerk	831
18.6.4	Geografische Informationssysteme (GIS)	833
18.7	Vergabe von vermessungstechnischen Leistungen	835
18.8	Schlussbetrachtung	836
19	Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz	839
19.1	Arbeitsschutzmanagement – Allgemeine Grundsätze	840
19.2	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Rohrleitungsbauarbeiten	841
19.2.1	Allgemeine Anforderungen	841
19.2.1.1	Leitung und Aufsicht	841
19.2.1.2	Koordinierung	841
19.2.1.3	Arbeitsmedizinische Betreuung	842
19.2.1.4	Persönliche Schutzausrüstungen	842
19.2.1.5	Erste Hilfe und Rettung	843
19.2.1.6	Verkehrssicherung	844
19.2.2	Gefährdung durch bestehende Anlagen	844
19.2.2.1	Maßnahmen zum Schutz von Versorgungsanlagen	845
19.2.2.2	Elektrische Freileitungen	846
19.2.2.3	Betreten unterirdischer Anlagen	846
19.2.3	Mechanische Gefährdungen	847
19.2.3.1	Hebezeugbetrieb	847
19.2.3.2	Abladen, Transportieren, Lagern und Stapeln von Lasten	849
19.2.3.3	Betrieb von Maschinen	849
19.2.3.4	Verlegen/Einbauen von Rohrleitungen, Armaturen und Schächten	850
19.2.3.5	Reinigen von Rohrleitungen	851
19.2.4	Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen	851
19.2.4.1	Lärm	851
19.2.4.2	Nichtionisierende Strahlung	852
19.2.4.3	Ionisierende Strahlung	852
19.2.5	Elektrische Gefährdungen	853
19.2.6	Brand- und Explosionsgefährdungen	853
19.2.7	Gefahrstoffe	854
19.2.8	Schweiß-, Schneid- und verwandte Arbeiten	854

19.2.9	Zusätzliche Bestimmungen für Arbeiten in Rohrleitungen und Schächten	856
19.2.9.1	Gemeinsame Bestimmungen	856
19.2.9.2	Ergänzende Bestimmungen für Rohrleitungen mit einem Lichtmaß bis 800 mm	857
19.2.10	Zusätzliche Bestimmungen für die Prüfung von Rohrleitungen mit Druckgas oder Druckwasser	857
19.3	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten an Gas- und Wasserleitungen	858
19.3.1	Arbeits- und Gesundheitsschutz	858
19.3.2	Erstickungs-, Vergiftungs- und Explosionsgefahr	860
19.3.2.1	Erstickungsgefahr	860
19.3.2.2	Vergiftungsgefahr	861
19.3.2.3	Explosionsgefahr	861
19.3.3	Ermittlung gesundheitsschädlicher oder explosionsfähiger Erdgas-Luft-Gemische	863
19.3.4	Atemschutz	863
19.3.5	Schutzmaßnahmen beim Befahren von gasgefährdeten Räumen	865
19.3.6	Maßnahmen zur Gefährdungsvermeidung im Rohrnetzbereich	866
19.3.6.1	DGUV-Information 203-090 „Arbeiten an in Betrieb befindlichen Gasleitungen“	867
19.3.6.2	Geltungsbereich, Begriffe	867
19.3.6.3	Auswahl geeigneter Personen	867
19.3.6.4	Aufsicht	868
19.3.6.5	Persönliche Schutzausrüstung	869
19.3.6.6	Überprüfung auf Leckgas	870
19.3.6.7	Arbeitsverfahren	870
19.3.6.8	Arbeiten im gasfreien Zustand	871
19.3.6.9	Vorübergehende Absperreinrichtungen	871
19.3.6.10	Anbohren	874
19.3.6.11	Gasfreie Druckanbohrarmaturen für PE-Leitungen	875
19.3.6.12	Gas-Anbohrarmaturen für Guss- und Stahlrohre	875
19.3.6.13	Arbeiten unter kontrollierter Gasausströmung	876
19.3.6.14	Elektrische Überbrückung	876
19.3.6.15	Schutzbereich	878
19.3.6.16	Feuerarbeiten	878
19.3.6.17	Arbeiten an Hochdruckleitungen	880
19.3.6.18	Entspannen vor dem Öffnen von Leitungsteilen	881
19.3.6.19	Brandbekämpfung	881
19.3.7	Gefahren bei Arbeiten an Gas- und Wasserleitungen	882

19.3.8	Sicheres Werkzeug	882
19.3.9	Leitern	883
19.3.10	Persönliche Schutzausrüstung	883
19.3.10.1	Kopfschutz	883
19.3.10.2	Augenschutz	883
19.3.10.3	Gesichtsschutz	884
19.3.10.4	Gehörschutz	884
19.3.10.5	Fußschutz	884
19.3.10.6	Handschutz	884
19.3.10.7	Warnkleidung	885
19.3.10.8	Absturzsicherung	885
19.4	Umweltschutz und Aufgaben des Umweltschutzes	885
19.4.1	Umweltrecht	887
19.4.2	Begriffe im Umweltschutz	887
19.4.3	Klima-, Atmosphären- und Luftgefährdung	897
19.4.3.1	Treibhauseffekt	897
19.4.3.2	Abbau und Schutz der Ozonschicht	901
19.4.3.3	Smog	902
19.4.4	Beauftragter im Umweltschutz	905
19.4.4.1	Verantwortung und Pflichten	905
19.4.4.2	Rechtliche Forderungen zur Bestellung von Beauftragten	906
19.4.5	Abfallwirtschaft	907
19.4.5.1	Rechtliche Regelungen	907
19.4.5.2	Begriffserklärung	907
19.4.5.3	Grundsätze der Abfallwirtschaft	908
19.4.5.4	Handhabung der Entsorgung	908
19.4.5.5	Transport von Abfällen	908
19.4.5.6	Verpackungsverordnung	909
19.4.5.7	Entsorgung von Straßenaufbruch und Erdaushub	909
19.4.5.8	Technische Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“	911
19.4.6	Gefahrstoffe	912
19.4.6.1	Rechtliche Regelungen	912
19.4.6.2	Gefahrstoffeigenschaften § 3 GefStoffV	913
19.4.6.3	Pflichten als Hersteller oder Einführer von Gefahrstoffen	913
19.4.6.4	Pflichten des Verwenders von Gefahrstoffen	916
19.4.7	Asbest und asbesthaltige Erzeugnisse	920
19.4.7.1	Asbest und Asbestarten	920
19.4.7.2	Gesundheitsgefahr	920

19.4.7.3	Rechtliche Regelungen	921
19.4.7.4	Standardisierte Arbeitsverfahren	923
19.4.7.5	Transport	923
19.4.7.6	Entsorgung	926
19.4.7.7	Maßnahmen nach GefStoffV und TRGS 519	927
19.4.8	Baumschäden durch Erdgas	927
19.4.9	Gefahrgüter	928
19.4.9.1	Rechtliche Regelungen	928
19.4.9.2	Gefahrgutbeförderungsgesetz	929
19.4.9.3	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB	929
19.4.9.4	Gefahrgutklassen	929
19.4.9.5	Klassifizierungscode „KC“	931
19.4.9.6	Beförderungsbedingungen – Maßnahme	932
19.4.9.7	Frei- und Beförderungsgrenzen	932
19.4.9.8	Ermittlung der Beförderungsmenge nach Tabelle 1.1.3.6.3 ADR	940
19.4.10	Gewässerschutz	942
19.4.10.1	Wassergefährdende Stoffe	942
19.4.10.2	Desinfektionsmittelhaltiges Wasser	944
19.4.11	Lärmschutz	946
19.4.11.1	Rechtliche Regelungen	946
19.4.11.2	Begriffserklärung	946
19.4.11.3	Lautstärke – Gehörgefährdung – Einwirkzeit	946
19.4.11.4	Lärmbereiche nach Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung	947
19.4.11.5	Gehörschädigung	947
19.4.11.6	Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)	949
19.4.11.7	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)	949
19.4.11.8	Schutz gegen Baulärm	950
19.4.11.9	Lärmschutz an Rohrleitungsanlagen	950
19.4.12	Anwendungen des Umweltschutzes im Rohrleitungsbau	952
20	Planung, Vergabe, Baudurchführung und Abrechnung	953
20.1	Planung	955
20.1.1	Grundlagenermittlung und Vorplanung	955
20.1.2	Genehmigungsplanung	956
20.1.3	Ausführungsplanung	957
20.2	Vergabe	958
20.2.1	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB)	960
20.2.1.1	VOB Teil A	961

20.2.1.2	VOB Teil B	962
20.2.1.3	VOB Teil C	963
20.2.2	Arten der Ausschreibung und Vergabe	964
20.2.3	Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnisse	965
20.2.4	Ausschreibungsverfahren	967
20.2.4.1	Einzelvergabe	967
20.2.4.2	Meterpreisvergabe	967
20.2.4.3	Jahresvergabe	968
20.2.5	Wertung der Angebote und Vergabe	968
20.2.6	Vertragsarten und allgemeine Vertragsbedingungen	970
20.2.7	Vertragsbedingungen und Technische Regeln für den Tief- und Rohrbau	971
20.3	Baudurchführung	973
20.3.1	Arbeitsvorbereitung	973
20.3.2	Örtliche Bauleitung	974
20.4	Aufmaß und Abrechnung	975
20.5	Einfluss des Auftraggebers auf Bauablauf und Baukosten	976
Stichwortverzeichnis		979
Inserentenverzeichnis		1004