

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V	
Grußwort	VII	
Autorenverzeichnis	IX	
1	Qualitätssicherung und Qualifikation	2
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	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	8
1.1.4.5	Beauftragtenwesen im Unternehmen	9
1.1.4.6	Beauftragung Dritter	10
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	11
1.2	Qualitätsmanagement und Gütesicherung im Leitungsbau	12
1.2.1	Grundlagen	12
1.2.2	DVGW-Arbeitsblatt GW 301 (Oktober 2011)	14
1.2.2.1	Allgemeines	14
1.2.2.2	Anforderungen und Qualifikation der verantwortlichen Fachaufsicht	15
1.2.2.3	Anforderungen und Qualifikation der verantwortlichen Schweißaufsicht	15
1.2.2.4	Qualifikationen des Fachpersonals	16
1.2.2.5	Gerätetechnische Ausrüstung	16
1.2.2.6	Das betriebliche Managementsystem	17

1.2.3	DVGW-Arbeitsblatt GW 302 (September 2001)	17
1.2.3.1	Allgemeines	17
1.2.3.2	Anforderungen und Qualifikation der verantwortlichen Fachaufsicht	19
1.2.3.3	Anforderungen und Qualifikation der verantwortlichen Schweißaufsicht	20
1.2.3.4	Qualifikationen des Fachpersonals	20
1.2.3.5	Gerätetechnische Ausrüstung	21
1.2.3.6	Das Betriebliche Managementsystem	21
1.2.4	AGFW-Arbeitsblatt FW 601 (Januar 2016)	21
1.2.4.1	Allgemeines	21
1.2.4.2	Anforderungen und Qualifikation der verantwortlichen Fachaufsicht	22
1.2.4.3	Anforderungen und Qualifikation der verantwortlichen Schweißaufsicht	23
1.2.4.4	Qualifikationen des Fachpersonals	23
1.2.4.5	Gerätetechnische Ausrüstung	23
1.2.4.6	Das Betriebliche Managementsystem	23
1.2.5	DVGW-Arbeitsblatt GW 381 „Mindestanforderungen für Bauunternehmen im Leitungstiefbau“ (Mai 2015)	24
1.2.6	Internationale Managementsysteme zur Qualitäts- und Güte- sicherung	25
1.2.6.1	Qualitätsmanagement ISO 9001 (November 2015)	25
1.2.6.2	Safety Certificate Contractors (SCC)	26
1.2.6.3	Umweltmanagement ISO 14001 (November 2015)	26
1.2.6.4	Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (SGAMS) ISO 45001 (Juni 2018)	27
1.2.7	Präqualifikation	27
1.2.8	Mit geltende Technische Regeln und Vorschriften	27
1.3	Qualifikation im Leitungsbau – Aus-, Fort- und Weiterbildung	28
1.3.1	Die Erstausbildung – Das duale System	29
1.3.1.1	Anlagenmechaniker – Schwerpunkt Rohrsystemtechnik	30
1.3.1.2	Geprüfter Verteilnetztechniker/Geprüfte Verteilnetztechnikerin	31
1.3.1.3	Ausbildung im Rohrleitungs- und Kanalbau	34
1.3.2	Fort- und Weiterbildung	35
1.3.2.1	Geprüfter Netzmeister/Geprüfte Netzmeisterin	36
1.3.2.2	E-Learning	39
2	Planung von Wasserverteilstanlangen	42
2.1	Europäische Normung und deutsches Regelwerk	42

Mit Sicherheit ein Gewinn 

Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e.V.

www.dvgw-veranstaltungen.de

Übernehmen Sie Personalverantwortung?

Wir als Partner unterstützen Sie dabei und bilden Ihr Personal weiter zum:
Fachkundigen, Sachkundigen und Vorarbeiter mit regelmäßigen Weiterbildungen.



www.dvgw-veranstaltungen.de

2.2	Begriffe gemäß DIN EN 805	42
2.3	Grundsätze und Ziele der Planung	43
2.4	Wasserqualität	44
2.4.1	Werkstoffe	44
2.4.2	Verhinderung von Rückfluss	44
2.4.3	Stagnation	44
2.4.4	Verbindungen zu anderen Systemen	45
2.5	Trassierung	45
2.5.1	Leitungsführung im Grundriss	46
2.5.2	Leitungsführung im Längsschnitt	46
2.6	Kreuzung von Verkehrswegen und Gewässern	50
2.7	Sicherheitsstreifen	52
2.8	Erwerb von Leitungsrechten	53
2.9	Netzformen und Lage des Behälters	54
2.10	Drücke in Verteilungsnetzen/Druckzonen	56
2.11	Mindest-(Schutz-)Abstände zu Bauwerken, anderen Leitungen, Eisenbahnanlagen und Bundesfernstraßen	58
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	59
2.12.1.3	Behältergrundrisse	60
2.12.1.4	Baustoffe	60
2.12.1.5	Bemessung	61
2.12.1.6	Allgemeine Anforderungen	62
2.12.2	Förderanlagen	63
2.12.2.1	Planungsgrundsätze	63
2.12.2.2	Betriebsdaten von Pumpen	63
2.12.2.3	Kreiselpumpen- und Anlagenkennlinien	66
2.12.2.4	Beispiele für die Anordnung verschiedener Pumpenbauarten	69
2.12.3	Druckerhöhungs- und Druckminderanlagen	71
2.12.3.1	Druckerhöhungsanlagen (DEA)	71
2.12.3.2	Druckminderanlagen	72
2.12.4	Messtechnik	73
2.12.4.1	Niveaumessungen	74
2.12.4.2	Wasserzählung und Wassermessung	75
2.12.4.3	Druckmessung	78
2.13	Rohrleitungsrechnung	81
2.13.1	Bedarf der öffentlichen Wasserversorgung	81
2.13.1.1	Schwankungen des Tageswasserbedarfes im Laufe des Jahres	81

2.13.1.2	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	89
2.13.4.1	Beispiel 1	89
2.13.4.2	Beispiel 2	92
2.13.4.3	Beispiel 3	92
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	96
2.14.2	Widerlagerarten und -formen	97
2.14.3	Berechnungsbeispiel für waagrecht verlegte Rohrbögen	97
2.15	Längskraftschlüssige Muffenverbindungen für Rohrleitungen	101
2.15.1	Bauarten längskraftschlüssiger Muffenverbindungen	101
2.15.2	Bemessung zugfester Muffenverbindungen	101
3	Tiefbauarbeiten	110
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	120
3.1.3	Laborversuche	121
3.2	Baustellen- und Trassenvorbereitung	125
3.2.1	Schutz unterirdischer Anlagen	125
3.2.1.1	Einholung von Auskünften	125
3.2.1.2	Pflichten des ausführenden Bauunternehmers	126
3.2.2	Sicherung von Baustellen an Straßen	127
3.2.2.1	Anordnungen und Richtlinien	127
3.2.2.2	Verkehrssicherung an Arbeitsstellen	127
3.2.2.3	Sicherung des Baustellenverkehrs	129
3.2.3	Vorbereitung der Baumaßnahme	129
3.2.3.1	Baustelleneinrichtung	129
3.2.3.2	Arbeitssicherheit und Unfallverhütung	130

3.2.3.3	Vorbereitungsmaßnahmen	130
3.3	Herstellung von Rohrgräben und Baugruben	131
3.3.1	Arten der Rohrgrabenausführung	131
3.3.1.1	Unterscheidungskriterien für Rohrgräben	131
3.3.1.2	Festlegung der Rohrgrabentiefe	132
3.3.1.3	Festlegung der Rohrgraben- und Baugrubenbreite	134
3.3.2	Sicherheitstechnische Baumaßnahmen	136
3.3.2.1	Allgemeine Sicherheitshinweise	136
3.3.2.2	Standsicherheit der Grabenwände	137
3.3.2.3	Verbaumaßnahmen	139
3.3.3	Aushub unter Grundwasserabsenkung	141
3.3.3.1	Offene Wasserhaltung	141
3.3.3.2	Geschlossene Wasserhaltung	142
3.3.3.3	Wasserhaltung für tiefe Baugruben	144
3.4	Verfüllung und Oberflächenherstellung	145
3.4.1	Einleitung	145
3.4.2	Bettung und Verfüllung	146
3.4.2.1	Bettung und Leitungszone	146
3.4.2.2	Verfüllung der Gräben	147
3.4.3	Verdichtungsanforderungen	148
3.4.4	Verdichtungsprüfungen	150
3.4.4.1	Allgemein	150
3.4.4.2	Beschreibung der verschiedenen Prüfverfahren	152
3.4.4.2.1	Direkte Bestimmung des Verdichtungsgrades	152
3.4.4.2.2	Messung mit radioaktiven Isotopen	154
3.4.4.2.3	Statischer Plattendruckversuch	154
3.4.4.2.4	Dynamischer Plattendruckversuch	155
3.4.4.2.5	Rammsondierungen	156
3.4.5	Wiederherstellung von Verkehrsflächen	157
3.4.5.1	Bautechnische Grundsätze	157
3.4.5.2	Herstellung des Oberbaus	158
4	Korrosionsschutz	164
4.1	Allgemeines	164
4.2	Elektrochemische Vorgänge bei der Korrosion	164
4.3	Grundlagen des Korrosionsschutzes	165
4.3.1	Passiver Außenschutz durch Rohrumhüllungen	165
4.3.2	Aktiver kathodischer Korrosionsschutz	168
4.3.2.1	Aktiver Schutz durch galvanische Anoden	169
4.3.2.2	Aktiver Schutz durch Fremdstrom	169

4.4	Anwendung des KKS	170
4.5	Das Potential als Schutzkriterium	170
4.6	Schutz von erdverlegten Rohrleitungen	171
4.6.1	Planungsmessungen	172
4.6.2	Projektierte Rohrleitungen	172
4.6.3	Bestehende Rohrleitungen	172
4.7	Konstruktive Maßnahmen und Messstellen	172
4.8	Kabel-/Rohrleitungsanschluss	174
4.9	Wahl des kathodischen Schutzverfahrens	175
4.10	Fremdstromschutzanlagen	175
4.11	Inbetriebnahme	177
4.12	Nachmessung	177
4.13	Einmessung von Fehlern	177
4.14	Beeinflussungen durch KKS	177
4.15	Wartung und Nachmessung	178
4.16	Fernüberwachung des KKS	178
4.17	Nutzen und Kosten des KKS	181
5	Rohrsysteme und Rohrwerkstoffe für Gas- und Wasserleitungen	184
5.1	Allgemeines	184
5.2	Stahlrohre	185
5.2.1	Anwendungsbereiche	185
5.2.2	Technische Lieferbedingungen für Stahlrohre	185
5.2.3	Herstellung von Stahlrohren	187
5.2.3.1	HFI-längsnahtgeschweißte Stahlrohre	187
5.2.3.2	Unterpulver(UP)-geschweißte Längs- und Spiralnahtrohre	188
5.2.4	Bauelemente für Rohrleitungen	189
5.2.5	Korrosionsschutz	190
5.3	Druckrohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen	191
5.3.1	Allgemeines	191
5.3.2	Anwendungsbereiche	192
5.3.3	Herstellung duktiler Gussrohre	195
5.4	Rohrverbindungstechnik von metallischen Rohren sowie von Formstücken und Armaturen	195
5.4.1	Allgemeines	195
5.4.2	Muffensysteme	196
5.4.3	Formstücke	200
5.5	Kunststoffrohre	201
5.5.1	Allgemeines	201
5.5.2	PE-Rohre	201

5.5.3	Die Verbindungstechnik von Kunststoffrohren	202
5.5.4	Sonstige Kunststoffrohre	203
5.5.5	Zementgebundene Rohre	204
5.6	Verlegetechniken und Baurichtlinien für Stahlrohre	204
5.6.1	Transport und Lagerung von Stahlrohren und Leitungsteilen	204
5.6.2	Einbau der Rohre und Rohrleitungsteile	205
5.7	Herstellung von Rohrbögen	205
5.8	Prüfung der Rohrumhüllung	206
5.9	Einbautechniken und Baurichtlinien für Gussrohrleitungen	206
5.9.1	Transport und Lagerung von Gussrohren und Leitungsteilen	206
5.9.2	Einbau der Rohre und Rohrleitungsteile	206
5.9.3	Einbau von Armaturen	207
5.10	Verlegetechniken und Baurichtlinien für Kunststoffleitungen	208
5.10.1	Transport und Lagerung von Kunststoffrohren	208
5.11	Verlegung der Rohre und Rohrleitungsteile	208
5.12	Korrosionsschutz innen und außen	210
5.12.1	Passive Korrosionsschutzmaßnahmen	210
5.12.1.1	Schutz der Leitung gegen Korrosion von außen	210
5.12.1.2	Schutz der Leitung gegen Korrosion von innen	211
5.12.2	Aktive Korrosionsschutzmaßnahmen	212
5.13	Druckprüfungen	213
5.13.1	Druckprüfungen für Gasleitungen	213
5.13.2	Druckprüfungen für Wasserleitungen	216
5.14	Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserleitungen	219
6	Armaturen in der Wasser- und Gasversorgung	222
6.1	Geschichtliche Entwicklung	222
6.2	Grundbauarten	223
6.3	Anforderungen	224
6.4	Normung	225
6.4.1	Grundnormen	225
6.4.2	Bauartnormen	225
6.4.3	Regelwerke für Gasarmaturen	226
6.4.4	Regelwerke für Wasserarmaturen	226
6.5	Unterteilung der Armaturen nach Armaturengruppen	227
6.5.1	Schieber	227
6.5.1.1	Typische Konstruktionselemente von Armaturen	227
6.5.1.2	Keilschieber	228
6.5.1.3	Plattenschieber	229
6.5.1.4	Double-Block-and-Bleed-Abdichtsystem	229

6.5.2	Hähne	230
6.5.3	Ventile	231
6.5.3.1	Hausanschlussarmaturen	233
6.5.3.2	Ringkolbenventile	233
6.5.3.3	Be- und Entlüftungsventile	234
6.5.4	Rückflussverhinderer	236
6.5.5	Hydranten	237
6.5.5.1	Anforderungen an Hydranten	238
6.5.5.2	Allgemeine Konstruktionsmerkmale	238
6.5.5.3	Auswahlkriterien	240
6.5.5.4	Anordnung im Netz	240
6.5.5.5	Betrieb von Hydranten	241
6.5.6	Klappen	242
7	Gas-Druckregel- und Messanlagen (GDRM-Anlagen)	246
7.1	Grundsätzliches	246
7.1.1	Technische Regeln	246
7.1.2	Anwendungsbereich	247
7.1.3	Planungsgrundsätze und Anlagenaufbau	247
7.1.4	Planung von Gas-Druckregel- und Messanlagen	249
7.1.5	Geltungsbereich und Art der Nutzung	250
7.1.6	Eingangs-, Ausgangsdruck	250
7.1.7	Ermittlung Durchflussmenge (Leistungsfähigkeit/Kapazität/ Auslegungsdurchfluss)	251
7.1.8	Gasbedarf/Gasabsatz	251
7.1.9	Regelschienen, Unterschiede und jeweiliger Zweck	251
7.2	Projektieren von GDRM-Anlagen	254
7.2.1	Bauliche Ausführung	254
7.2.2	Gas-Druckregelungen nach DVGW-Arbeitsblatt G 459-2	255
7.2.3	Anlagen nach dem ursprünglichen DVGW-Arbeitsblatt G 490/ (jetzt DVGW-Arbeitsblatt G 491)	256
7.2.4	Anlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 491 („Aufstellung in Werkhallen“)	256
7.2.5	Anlagen nach DVGW-Arbeitsblatt G 491	257
7.2.6	Bauteile und Baugruppen einer GDRM-Anlage	258
7.2.7	Absperreinrichtungen	258
7.2.8	Durchleitungsdruckbehälter in Energieanlagen	260
7.2.9	Sicherheits- und Regeleinrichtungen	263
7.2.10	Gas-Druckregelgeräte	265
7.2.11	Rohr- und Funktionsleitungen	267

7.2.12	Elektrische Anlagen	268
7.3	Gasmessungen	270
7.3.1	Geltungsbereich	270
7.3.2	Messfunktion	270
7.3.3	Einteilung der Gaszähler	270
7.3.4	Anforderungen an Messanlagen	271
7.3.5	Messtechnik	271
7.3.6	Auswahl der Gaszähler	272
7.3.7	Möglichkeiten der Fehlmessung bzw. Beeinträchtigung der Festigkeit	272
7.3.8	Druckerfassung	272
7.3.9	Messen des Gasverbrauchs	273
7.3.10	Eichpflicht	280
7.4	Prüfungen	281
7.4.1	Prüfungen durch den Hersteller	281
7.4.2	Prüfungen am Aufstellungsort durch Sachverständige/Sachkundige (benannte Personen)	281
7.4.3	Elektrische Prüfungen am Aufstellungsort durch befähigte Personen	282
7.4.4	Prüfungen für Gasanlagen mit maximal zulässigen Betriebsdrücken $p_u > 16$ bar	282
7.4.5	Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich Explosionsgefährdungen in GDRM-Anlagen	282
7.5	Nachweis der Prüfungen	282
8	Planung und Bau von Gas- und Wasseranschlussleitungen	288
8.1	Historie der Gas- und Wasserversorgung	288
8.2	Terminologie	289
8.3	Allgemeines	289
8.3.1	Rohrleitungsbau	291
8.3.2	Leitungstiefbau	291
8.4	Gasanschlussleitungen	292
8.4.1	Technische Regeln	292
8.4.2	Bestandsschutz	293
8.4.3	Planung	294
8.4.4	Bemessung der Gasanschlussleitung	294
8.4.5	Auswahl der Bauteile	296
8.4.5.1	Allgemeines	296
8.4.5.2	Anschluss an die Versorgungsleitung	297
8.4.5.3	Absperrmöglichkeiten außerhalb von Gebäuden	298

8.4.5.4	Gasströmungswächter	300
8.4.5.5	Rohre	302
8.4.5.6	Rohrverbindungen	302
8.4.5.7	Gas-Hauseinführung	303
8.4.5.8	Isolierstück	305
8.4.6	Bau	306
8.4.6.1	Leitungsbau	306
8.4.6.2	Rohrgraben und Leitungsverlegung	306
8.4.7	Druckprüfung	307
8.4.8	In- und Außerbetriebnahme	308
8.4.9	Verwahren und passive Sicherung	308
8.4.10	Dokumentation und Rückverfolgbarkeit	309
8.4.11	Kennzeichnung	309
8.4.12	Information des Anschlussnehmers	309
8.5	Wasseranschlussleitungen	309
8.5.1	Technische Regeln	309
8.5.2	Planung	310
8.5.2.1	Absperrarmaturen in der Anschlussleitung	311
8.5.3	Hydraulische Bemessung	311
8.5.4	Auswahl der Bauteile	314
8.5.4.1	Allgemeines	314
8.5.4.2	Anbohrarmatur	315
8.5.4.3	Rohre	316
8.5.4.4	Wasser-Hauseinführung	317
8.5.4.5	Mantelrohr	317
8.5.4.6	Hauptabsperreinrichtung	318
8.5.4.7	Isolierstück	318
8.5.4.8	Klemmverbinder und Steckverbinder	318
8.5.4.9	Korrosionsschutz	318
8.5.5	Verlegung	319
8.5.5.1	Rohrgraben	319
8.5.5.2	Rohrvortrieb	319
8.5.5.3	Rohrverlegung	319
8.5.5.4	Einbau von Armaturen	319
8.5.6	Druckprüfung	319
8.5.7	Einmessung und Beschilderung	320
8.6	Einführung ins Gebäude	320
8.6.1	Allgemeines	320
8.6.2	Übergabepplätze	320
8.6.2.1	Hausanschlussnische	322

8.6.2.2	Hausanschlusswand	322
8.6.2.3	Hausanschlussraum	322
8.6.2.4	Hausanschlusschränke und -mauerkästen	323
8.6.2.5	Anschlusschächte	324
8.6.3	Mehrsparthenhauseinführung (MSHE)	325
8.6.3.1	MSHE für unterkellerte Gebäude	326
8.6.3.2	MSHE für nicht unterkellerte Gebäude	327
9	Verbindungstechniken	330
9.1	Stahlschweißen	330
9.1.1	Anforderungen an den Schweiß(fach)betrieb nach Gesetzen, Normen und Richtlinien	330
9.1.2	Die DIN EN ISO 3834 ff als Basis für alle Schweißbetriebe	331
9.1.3	Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204	332
9.1.4	Ausführungsstandards	333
9.1.5	Herstellung von Schweißverbindungen	335
9.1.6	Schweißen	337
9.1.7	DVGW GW 350 – Durchführung der Schweißung	340
9.1.8	Prüfung und zerstörungsfreie Prüfung gemäß DIN EN ISO 9712	341
9.1.9	Dokumentation	343
9.2	PE-Schweißen	347
9.2.1	PE-Rohre in der Gas- und Wasserversorgung	347
9.2.2	Komponenten des Rohrsystems	348
9.2.3	Technische Vorschriften und Empfehlungen	348
9.2.4	Kunststoffe in der Gas- und Wasserversorgung	349
9.2.5	Vom Rohstoff zum Kunststoff	351
9.2.6	Vom Monomer zum Polymer	351
9.2.7	Bindungskräfte innerhalb von Molekülen	352
9.2.7.1	Zwischenmolekulare Kräfte	352
9.3	Thermoplaste	353
9.3.1	Formänderungsverhalten von Thermoplasten	354
9.3.2	Amorphe Thermoplaste	355
9.3.3	Teilkristalline Thermoplaste	356
9.3.4	Polyethylen	357
9.3.5	Eigenschaften von Polyethylen	358
9.3.6	Klassifizierung der PE-Werkstoffe nach der Zeitstandfestigkeit	359
9.3.7	Vernetztes Polyethylen	360
9.3.8	Zusammenfassung der Materialkenndaten	362
9.4	Von der Mindestfestigkeit zum zulässigen Innendruck	362
9.4.1	Erforderliche Mindestfestigkeit (MRS)	362

9.4.2	Sicherheitsfaktor (SF)	362
9.4.3	Durchmesser-Wanddicken-Verhältnis (SDR)	363
9.4.4	Zulässige Druckstufen für Gas- und Trinkwasserleitungen	363
9.5	Kennzeichnung und Lieferformen	365
9.5.1	Farbliche Kennzeichnung der Rohre	365
9.5.2	Weitere Kennzeichnung der Rohre	366
9.5.3	Lieferformen	367
9.6	Fließverhalten von Polyethylen	368
9.7	Heizelementstumpfschweißen (HS)	369
9.7.1	Allgemeines	369
9.7.2	Qualifikationen Schweißer und Schweißaufsicht	370
9.7.3	Anforderungen an Schweißgeräte und Schweißmaschinen	370
9.7.3.1	Spanneinrichtungen	370
9.7.3.2	Führungselemente	370
9.7.3.3	Heizelement	371
9.7.3.4	Planhobel	371
9.7.3.5	Antrieb	371
9.7.4	Wartung und Pflege	371
9.7.5	Werkzeuge und Geräte	371
9.7.6	Maßnahmen vor dem Stumpfschweißen	372
9.7.7	Berechnung der Schweißkraft	374
9.8	Heizwendelschweißen (HM)	374
9.8.1	Allgemeines	374
9.8.2	Prinzip des Heizwendelschweißens (HM)	376
9.8.3	Bifilare und monofilare PE-Schweißfittinge	377
9.8.4	PE-Schweißindikator	377
9.8.5	Abkühlzeiten von Heizwendelformteilen	378
9.9	Schweißgeräte, Werkzeuge und Zubehör	378
9.9.1	Allgemeines	378
9.9.2	Schweißgeräte für Heizwendelschweißung	378
9.9.3	Schweißparameter und Geräteeinstellung	379
9.9.4	Rückverfolgbarkeit (traceability)	379
9.9.5	Wartung	379
9.9.6	Geräte, Werkzeug, Zubehör und Hilfsmittel für HM	380
9.9.7	Qualifikationen Schweißer und Schweißaufsicht	380
9.9.8	Verfahrensablauf Heizwendelschweißen (HM)	381
9.10	Prüfen und Bewerten von PE-Schweißverbindungen	381
9.10.1	Allgemeines	381
9.10.2	Prüfverfahren für Schweißverbindungen	382
9.10.3	Visuelle Prüfung	382

9.10.4	Druckprüfung	383
9.10.5	Durchstrahlungs- und Ultraschallprüfung	384
9.10.6	Zerstörende Prüfung für Baustelle und Werkstatt	384
9.10.7	Radialer Schälversuch	384
9.10.7.1	Torsionsscherversuch	385
9.11	Merkmale, Beschreibung und Bewertung von Fehlern nach DVS 2202	386
9.12	Fehlervermeidung beim Schweißen von Polyethylen	387
9.13	Anforderungen an die Qualitätssicherung beim Verlegen	387
9.14	Mechanisches Verbinden von PE-Rohren in der Gas- und Wasser- verteilung	388
9.14.1	Anwendungsbereich	388
9.14.2	Erforderliche Qualifikationen	388
9.14.3	Einteilung der mechanischen Verbinder	389
9.14.3.1	Allgemeines	389
9.14.3.2	Klemmverbinder	389
9.14.3.3	Steckverbinder	390
9.14.3.4	Flanschverbinder	390
9.14.3.5	Anbohrarmaturen/Schellenverbinder	390
9.14.3.6	Pressverbinder	391
10	Grabenlose Bauweisen (Neulegungs- und Rehabilitations- verfahren)	394
10.1	Allgemeines	394
10.2	Deutsches, europäisches und internationales Regelwerk für grabenlose Bauweisen	395
10.2.1	Das DVGW-Regelwerk für grabenlose Bauweisen	395
10.2.2	Europäisches (EN) und internationales (ISO) Regelwerk	397
10.3	Übersicht und Einteilung grabenloser Bauweisen	399
10.3.1	Rehabilitation	399
10.3.1.1	Sanierung	399
10.3.1.2	Erneuerung	403
10.3.2	Grabenlose Neulegung	403
10.4	Rehabilitationsziele	403
10.5	Voraussetzungen und Auswahlkriterien	404
10.6	Grabenlose Neulegungsverfahren	405
10.6.1	Rohrvortrieb	405
10.6.1.1	Herstellung der Baugruben	406
10.6.1.2	Bedeutung der Bodeneigenschaften	407
10.6.2	Rohrvortriebsverfahren	408

10.6.2.1	Nichtsteuerbare Rohrvortriebsverfahren	408
10.6.2.2	Steuerbare Rohrvortriebsverfahren	410
10.6.2.2.1	Mikrotunnelvortrieb	410
10.6.2.2.2	Kombiniertes Mikrotunnel-Spülbohr-Verfahren	412
10.6.2.2.3	Pilotrohrvortrieb	413
10.6.3	Bau von Dükern und Infrastrukturtunneln	416
10.6.3.1	Bau von Dükern	416
10.6.3.2	Bau von Infrastrukturtunneln	418
10.6.4	Spülbohrverfahren	418
10.6.5	Fräs- und Pflugverfahren	419
10.6.5.1	Pflugverfahren	420
10.6.6	Grabenlose Neulegung von Anschlussleitungen	421
10.7	Grabenlose Rehabilitationsverfahren	421
10.7.1	Allgemeines	421
10.7.2	Zementmörtelauskleidung	422
10.7.2.1	Reinigungsverfahren	422
10.7.2.2	Verfahrensweise der Zementmörtelauskleidung	423
10.7.2.3	Inbetriebnahme von Rohrleitungen mit Zementmörtel- auskleidungen	424
10.7.3	Schlauchlining-Verfahren	424
10.7.3.1	Allgemeines	424
10.7.3.2	Vorarbeiten	425
10.7.3.3	Nacharbeiten	426
10.7.4	Schlauchlining mit rückseitiger Verklebung	426
10.7.4.1	Allgemeines	426
10.7.4.2	Gewebeschlauchverfahren	427
10.7.4.3	Glasfaserverstärkter Gewebeschlauch	428
10.7.5	Vor Ort härtendes Schlauchlining	429
10.7.5.1	Glasfaserliner	429
10.7.5.2	Glasfaserverstärkter Nadelfilzliner	430
10.7.6	Lining mit eingezogenen Schläuchen	431
10.7.7	Rohreinzug/Rohreinschub mit Ringraum	432
10.7.8	Close-Fit-Lining	434
10.7.9	Berstverfahren	436
10.7.10	Press-Zieh-Verfahren	438
10.7.11	Hilfsrohrverfahren	440
10.8	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	441
11	Technische Regeln für Gasinstallationen	446
11.1	Allgemeines	446

11.1.1	Begriffe	447
11.1.2	Eigenschaften von Erdgas	449
11.1.3	Verwendung von Erdgas	450
11.2	Anforderungen an die Gasinstallation	451
11.2.1	Allgemeine Anforderungen	451
11.2.2	Brandschutztechnische Anforderungen	452
11.2.2.1	Primäre und sekundäre Brandschutzmaßnahmen	452
11.2.3	Mauer- und Deckendurchführungen	453
11.2.4	Schutz der Gasleitung vor Manipulationen	457
11.2.4.1	Aktive Schutzmaßnahmen – der Gasströmungswächter	457
11.2.4.2	Passive Schutzmaßnahmen	461
11.2.4.3	Schutzmaßnahmen an Gasinstallationen im Bestand	461
11.3	Leitungsanlage	462
11.3.1	Arbeiten an Gasleitungen	462
11.3.1.3.1	Arbeiten unter Gasausströmung innerhalb eines Gebäudes sind absolut verboten!	463
11.3.2	Verwahren von Gasleitungen	464
11.3.3	Materialien und Verbindungstechniken	464
11.3.3.1	Anschluss von Gasgeräten	466
11.3.3.2	Verbindungstechniken für Kupferrohre	468
11.3.3.3	Verbindungstechniken für Edelstahlrohre	469
11.3.3.4	Verbindungstechniken für Stahlrohre	470
11.3.3.4.1	Gewindeverbindungen	470
11.3.3.4.2	Schweißverbindungen	471
11.3.3.4.3	Pressverbindungen für nahtlose oder längsnahtgeschweißte Stahlrohre	471
11.3.3.4.4	Verbindungstechniken für Kunststoffrohre	471
11.3.4	Verlegung von Gasleitungen	472
11.3.4.1	Verdeckte Verlegung von Gasleitungen	473
11.3.4.2	Verlegung von Gasleitungen in Fußböden	474
11.3.5	Verbindungstechnik zwischen Erdgas-Netzanschluss und Gasinstallationen	474
11.3.6	Prüfungen und Inbetriebnahme von Leitungsanlagen	475
11.3.6.1	Prüfung auf Gebrauchsfähigkeit	478
11.3.7	Betrieb von Gasinstallationen	478
11.4	Aufstellung und Betrieb von Gasgeräten	479
11.4.1	Gasgeräteearten	479
11.4.2	Aufstellräume für Gasgeräte	480
11.4.3	Aufstellung und Betrieb von Gasgeräten der Art A	480
11.4.4	Aufstellung und Betrieb von Gasgeräten der Art B	481

11.4.5	Aufstellung und Betrieb von Gasgeräten der Art C	482
11.5	Abgasanlagen	482
11.6	Gasanlagen auf Werks- oder Betriebsgelände	483
12	Betrieb und Instandhaltung von Gasverteilungsanlagen	486
12.1	Betrieb und Instandhaltung von Gasverteilungsanlagen bis 16 bar Betriebsdruck	486
12.1.1	Grundsätze	486
12.2	Maßnahmen der Instandhaltung	487
12.2.1	Instandhaltung	487
12.2.2	Überwachung	487
12.2.2.1	Inspektion	487
12.2.2.2	Funktionsprüfung (Anlagen)	487
12.2.3	Wartung	488
12.2.4	Instandsetzung	488
12.3	Instandhaltungsstrategien	488
12.4	Einteilung Gasversorgungsnetze und Regelwerke	489
12.5	Inbetriebnahme von Leitungen	489
12.6	Außerbetriebnahme von Leitungen	491
12.7	Ein-/Verbindung mit dem vorhandenen Gasrohrnetz	491
12.7.1	Allgemeines	491
12.7.2	Einbindung mittels Überschieber	492
12.7.3	Einbindung mittels Absaugen	493
12.7.4	Einbindung durch Inertisieren	493
12.7.5	Anwendung der Einbindeverfahren	493
12.8	Reparaturarbeiten von Gasleitungen	494
12.9	Gasrohrnetzüberprüfung	495
12.9.1	DVGW-Regelwerk	495
12.9.2	Überprüfen von Gasrohrnetzen bis 16 bar Betriebsdruck entsprechend DVGW-Arbeitsblatt G 465-1	495
12.9.2.1	Anforderungen an Netzbetreiber, Fachfirmen und Fachkräfte	495
12.9.2.2	Überprüfungsmaßnahmen	496
12.9.2.3	Überprüfungsmethoden	498
12.9.3	Beurteilung von Leckstellen an erdverlegten und freiliegenden Gasleitungen in Gasrohrnetzen gemäß DVGW-Hinweis G 465-3	499
12.9.3.1	Ursachen von Leckstellen	499
12.9.3.2	Einflussgrößen auf die Gasausbreitung	499
12.9.3.3	Leckklassifikation	501
12.9.4	Gasspür- und -konzentrationsmessgeräte gemäß DVGW-Hinweis G 465-4	502

12.9.5	Bedeutung der Organisation	504
12.9.6	Anforderungen an Gasversorgungsunternehmen und zertifizierte Dienstleistungsunternehmen für die Gasrohrnetzüberprüfung .	504
12.10	Odorierung	504
12.10.1	Anforderungen an Odoriermittel	504
12.10.2	Odoriermittelkonzentration	506
12.10.3	Handhabung von Odoriermitteln	506
12.10.4	Kontrolle der Odorierung	506
12.10.5	Sicherheitsmaßnahmen	507
12.10.6	Unfallverhütung – Maßnahmen zur persönlichen Sicherheit	507
12.11	Inbetriebnahme und Instandhaltung von Gasdruckregelanlagen . .	508
12.11.1	Definitionen	508
12.11.2	Fristen für die Überwachung und Wartung	510
12.11.3	Allgemeine Hinweise	511
13	Betrieb und Instandhaltung von Energieanlagen der Gasinfrastruktur mit Betriebsdruck über 16 bar	514
13.1	Allgemeines	514
13.2	Hochdruckanlagen der Erdgasversorgung	515
13.2.1	Gashochdruckspeicher	515
13.2.1.1	Hochdruck-Gasbehälter	516
13.2.1.2	Untertagespeicher	517
13.2.1.3	Porenspeicher	517
13.2.1.4	Flüssigerdgasspeicher	519
13.2.2	Gashochdruckleitungen	520
13.2.3	Bauteile des Gashochdrucknetzes	521
13.2.3.1	Rohrleitungen	521
13.2.3.2	Stahlrohre	522
13.2.3.3	Formstücke	522
13.2.3.4	Armaturen	522
13.2.3.5	Flüssigkeitssammler	523
13.2.3.6	Molchschießen	524
13.2.4	Schweißtechnik	525
13.2.4.1	Steignaht- und Fallnahtschweißen	525
13.2.4.2	Schweißarbeiten an in Betrieb befindlichen Gashochdruckleitungen	526
13.2.4.3	Schweißnahtunregelmäßigkeiten	527
13.2.4.4	Prüfung der Schweißnähte	527
13.2.5	Druckprüfung	528
13.3	Inbetriebnahme	530

13.3.1	Begasen (Entlüften) der Leitung	531
13.3.2	Entspannen	532
13.3.3	Einsatz von Ejektoren und Turbolüftern	534
13.3.4	Außerbetriebnahme	535
13.3.5	Stilllegungen	535
13.3.6	Leitungsinspektion	536
13.3.7	Wartung	537
13.3.8	Betriebsmolchung	539
13.4	Instandsetzungsarbeiten (Reparaturen)	540
13.4.1	Arbeitsvorbereitung	541
13.4.2	Arbeiten in gasfreiem Zustand	542
13.4.3	Arbeiten unter Gas	543
13.4.4	Temporäre Instandsetzungen	544
13.4.5	Stopple-Verfahren	544
13.4.6	Anbohrung	546
13.4.7	Mechanische Beschädigungen	546
14	Betrieb und Instandhaltung von Wasserverteilungsanlagen	550
14.1	Umfang von Wasserverteilungsanlagen	550
14.2	Betriebsführung, Betrieb und Instandhaltung von Anlagen	550
14.2.1	Betrieb einer Anlage	550
14.2.2	Instandhaltung	551
14.3	Instandhaltungsziele	552
14.4	Abgrenzung Instandhaltungsstrategien	552
14.5	Modelle der Instandhaltungsstrategie	552
14.5.1	Instandhaltungsstrategien der Zukunft – darauf kommt es an	552
14.6	Wasserbehälter	553
14.6.1	Betriebshandbuch	553
14.6.2	Betriebsaufgaben	554
14.6.3	Behälterbewirtschaftung	554
14.6.4	Erhaltung der Beschaffenheit des gespeicherten Trinkwassers	556
14.6.5	Kontrolle und Wartung der technischen Anlagen und des Bauwerks	556
14.6.6	Reinigung und Desinfektion des Speicherraums	556
14.6.7	Feststellung und Behebung von Schäden an Behältern	557
14.7	Rohrnetz	558
14.7.1	Rohrnetzbetrieb	558
14.7.2	Außer- und Wiederinbetriebnahme von Leitungen	559
14.7.3	Netzumstellungen und Einrichtung von Ersatzversorgungen	560
14.7.4	Verlegung von Ersatzleitungen	561

14.7.5	Inbetriebnahme neuer Wasserleitungen	563
14.7.6	Messungen im Rohrnetz	565
14.7.7	Überprüfen der Zugänglichkeit und Funktionsfähigkeit der Anlagenteile	566
14.7.8	Zugänglichkeit der Leitungen und Auffindbarkeit der Anlagenteile	566
14.7.9	Zustand und Funktionsfähigkeit der Anlagenteile	567
14.7.10	Überwachung und Sicherung der Wasserverteilungsanlagen im Bereich von Fremdbaustellen	571
14.7.11	Vorübergehende Außerbetriebnahme	571
14.7.12	Neue Leitungsführung als Vorausmaßnahme	571
14.7.13	Allgemeine Sicherungsmaßnahmen	571
14.7.14	Besondere Sicherungsmaßnahmen an Leitungskreuzungen	571
14.7.15	Besondere Sicherungsmaßnahmen an parallel geführten Baugruben	572
14.7.16	Besondere Sicherungsmaßnahmen bei Baumpflanzungen im Bereich von Leitungen	573
14.7.17	Überwachung der Trinkwassergüte im Rohrnetz	575
14.7.18	Verkeimung des Rohrnetzes	575
14.7.19	Leitungsspülen	576
14.7.20	Erhöhung des Chlorgehaltes im Trinkwasser	577
14.7.21	Leitungsdesinfektion	577
14.8	Wasserverluste	578
14.8.1	Scheinbare Wasserverluste	579
14.8.2	Reale Wasserverluste	579
14.8.3	Netzanalyse zur Ermittlung von Leckverlusten	581
14.8.4	Verfahren der Leckortung	582
14.8.5	Akustische und elektroakustische Leckortung	583
14.8.6	Leckortung mittels Korrelation	584
14.8.7	Leckortung mit Sonderverfahren	586
14.8.8	Rohrnetzschäden – Ursachen und Instandsetzung	586
14.8.9	Rohrbrüche	586
14.8.10	Undichte Rohrverbindungen	589
14.8.11	Korrosionsschäden	590
14.8.12	Armaturenschäden	591
14.9	Reinigung von Wasserleitungen	593
14.9.1	Mechanische Reinigung	593
14.9.2	Reinigung von Hand	593
14.9.3	Hydraulische Reinigung	593
14.9.4	Wasserhochdruckreinigung	593

14.9.5	Wasserhöchstdruckreinigung	594
14.10	Wasserzähleranlagen	594
14.11	Wasserzählerschächte	595
14.12	Zählerschränke	596
14.13	Inspektion, Auswechseln und Instandsetzen von Wasserzählern ..	596
14.13.1	Inspektion von Wasserzählern	596
14.13.2	Auswechseln von Wasserzählern	596
14.13.3	Instandsetzen von Wasserzählern	597
14.14	Frostschutz und Auftauen von Rohrnetzanlagen	597
14.14.1	Frostschutz	597
14.14.2	Auftauen von Rohrnetzanlagen	597
14.15	Einbeziehen von Wasserleitungen in den Hauptpotential- ausgleich von elektrischen Anlagen	598
14.16	Schadenshaftung aus dem Betrieb von Wasserverteilungs- anlagen und der Wasserlieferung	599
14.17	Gefährdungshaftung	599
14.18	Verschuldenshaftung	599
14.19	Produkthaftung	599
14.20	Haftung bei Versorgungsstörungen	600
14.21	Schadensregulierung	600
15	Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wärmeverteil- systemen	604
15.1	Energieerzeugung	608
15.1.1	Heizwerke (HW)	612
15.1.2	Heizkraftwerke	613
15.1.2.1	Dampfturbinenanlagen	613
15.1.2.2	Gasturbinenanlagen	615
15.1.2.3	Gas- und Dampfturbinenanlagen	616
15.1.2.4	Organic-Rankine-Cycle-Anlagen (ORC)	616
15.1.2.5	Verbrennungsmotorenanlagen	617
15.1.2.6	Brennstoffzellen	620
15.1.3	Großwärmepumpen	620
15.1.4	Industrielle Abwärme	621
15.1.5	Geothermie	621
15.1.6	Solarthermie	622
15.2	Verlegeverfahren/Verlegesysteme	622
15.2.1	Anforderungen an Verlegesysteme	623
15.2.2	Freileitungen	624
15.2.3	Gebäudeleitungen	625

15.2.4	Kunststoffmantelrohre (KMR) nach AGFW FW 401	625
15.2.5	Stahlmantelrohre (SMR) nach AGFW FW 410	627
15.2.5.1	Allgemein	627
15.2.5.2	Kompensation	629
15.2.5.3	Vorspannung	629
15.2.5.4	Wärmedämmung und Vakuum	629
15.2.5.5	Korrosionsschutz	630
15.2.6	Flexible Rohrsysteme nach AGFW FW 420	631
15.2.6.1	Flexible Systeme mit polymeren Mediumrohren (PMR) – FW 420-1	632
15.2.6.2	Flexible Systeme mit Metall-Mediumrohren (MMR) – FW 420-3	638
15.2.6.3	Flexible Systeme mit glatten Stahlmediumrohren – FW 420-2	639
15.2.6.4	Flexible Systeme für das grabenlose Rohreinziehverfahren nach FW 438	640
15.2.7	Kanalleitungen	640
15.2.8	Gießverfahren	642
15.2.9	Schüttverfahren	642
15.3	Verlegetechnik	643
15.3.1	Grundlagen der Verlegetechnik bei Systemen ohne direkte Erdlast	643
15.3.1.1	Vorspannen von Stahlrohren	645
15.3.1.2	Rohrhalterungen	647
15.3.1.2.1	Rohrreibung	648
15.3.1.2.2	Rohrabstützungen	649
15.3.1.2.3	Festpunkte	649
15.3.1.2.4	Führungslager	650
15.3.1.3	Dehnungsausgleicher	650
15.3.1.3.1	Natürlicher Dehnungsausgleicher	650
15.3.1.3.2	Auslegung von natürlichen Dehnungsausgleichern	651
15.3.1.3.3	Künstlicher Dehnungsausgleicher – Kompensator	653
15.3.2	Verlegetechnik von Kunststoffverbundmantelrohren (KMR)	655
15.3.2.1	Einsatzbereiche	655
15.3.2.2	Besonderheiten bei der Anwendung	655
15.3.2.3	Wesentliche Elemente zur Kosteneinsparung	656
15.3.2.4	Systemkomponenten	656
15.3.2.5	Muffen	658
15.3.2.6	Endabschottungen	660
15.3.2.7	Endmuffen	661
15.3.2.8	Dehnpolster	661
15.3.2.9	Erdeinbauarmaturen	663
15.3.2.10	Einmalkompensatoren	666
15.3.2.11	Wanddurchführungen	666

15.3.2.12	Lecküberwachungs- und Fehlerortungssysteme	668
15.3.3	Rohrstatik von KMR	669
15.3.3.1	Dehnungen bei KMR	669
15.3.3.2	Natürlicher Festpunkt	671
15.3.3.3	Dehnkraft	674
15.3.3.4	Gleitbereich und Haftbereich	675
15.3.3.5	Spannungsermittlung bei KMR	675
15.3.3.6	Verlegemethode: Begrenzung der Vorlauf-/Betriebstemperatur ...	676
15.3.3.7	Verlegemethode: Maximale Verlegelänge	676
15.3.3.8	Verlegemethode: Thermisches Vorspannen	677
15.3.3.9	Verlegemethode: Kaltverlegung (Betriebliche Selbstvorspannung)	681
15.3.3.10	Statische Auslegung von KMR-Systemen	686
15.3.3.10.1	Thermisch vorgespannte Leitung	686
15.3.3.10.2	Kaltverlegte Leitung	690
15.3.4	Richtungsänderungen	693
15.3.5	Hausanschlussleitungen	694
15.3.6	Systemübergänge	699
15.3.7	Qualitätssicherung der Verbindungen von KMR	700
15.3.7.1	Durchstrahlungsprüfung der Schweißverbindungen an FW-Mediumrohren	700
15.3.7.2	Dichtheitsprüfung der Schweißverbindungen an FW-Medium- rohren	700
15.4	Betrieb und Instandhaltung von Fernwärmeverteilsystemen	702
15.4.1	Inbetrieb- und Außerbetriebnahme von Fernwärmeleitungen	702
15.4.2	Übernahme von Fernwärmeleitungen	705
15.4.3	Störungsbeseitigung an Fernwärmeverteilsystemen	706
15.4.4	Instandhaltung von Fernwärmeverteilungsanlagen	707
15.4.4.1	Begriffe	707
15.4.4.2	Dokumentation der Instandhaltung	708
15.5	Ermittlung von Wasserverlusten in Fernwärmeverteilsystemen	709
15.5.1	Grundlagen	709
15.5.2	Betriebliche Verfahren	710
15.5.3	Optische Verfahren	710
15.5.4	Thermografie	710
15.5.5	Korrelation	711
15.5.6	Tracerstoffe	711
15.5.7	Wanddickenmessung mittels Prüfmolch	712
15.5.8	Systemspezifische bzw. integrierte Verfahren	712
15.6	Bereitschafts- und Entstördienst Rechtsgrundlagen	712

15.7	Arbeits- und Gesundheitsschutz bei Arbeiten an Fernwärme- verteilungssystemen	713
15.8	Qualifikation des Personals	716
15.8.1	Unterweisung und Schulung des Personals	716
15.9	Wartung und Inspektion von Geräten und Fahrzeugen	716
16	Grundlagen der Messtechnik	718
16.1	Messen in Versorgungsanlagen	718
16.1.1	Allgemeines	718
16.1.2	Grundsätze zum Messen und Prüfen	718
16.2	Messen physikalischer und elektrischer Größen	719
16.2.1	Druckmessungen	719
16.2.2	Temperaturmessungen	725
16.2.3	Durchfluss- und Mengenummessungen	727
16.2.4	Messung elektrischer Größen	730
16.3	Eichrechtliche Vorschriften von Zähl- und Messeinrichtungen	731
16.3.1	Allgemein	731
16.3.2	Gasmengenummessungen	733
16.3.3	Kaltwassermengenummessungen, Wärmezähler	735
16.4	Zeitverhalten von Messeinrichtungen in Regelungsanlagen	736
16.4.1	Bauglieder einer Steuerkette	736
16.4.2	Regelungsanlagen	737
17	Fernwirktechnik	742
17.1	Allgemeines	742
17.2	Richtungen der Informationsübertragung	742
17.3	Fernwirkinformationen	744
17.3.1	Meldungen	744
17.3.2	Messwerte	745
17.3.3	Zählwerte	745
17.3.4	Befehle	745
17.4	Übertragungswege	746
17.4.1	Eigenes Fernmeldekabelnetz	746
17.4.2	Standleitungen	747
17.4.3	Funkdienste	747
17.4.4	Internet mit DSL und VPN-Tunneling	749
17.5	Fernwirk-Unterstation	750
17.6	Leitstelle	751
17.6.1	Leitstelle – Hardware	751
17.6.2	Leitstelle – Software	752

17.6.2.1	SCADA-Funktionen für Energieversorgungsnetze (SCADA = Supervisory, Control and Data Acquisition)	752
17.6.2.2	HEO-Funktionen für elektrische Energieversorgungsnetze (HEO = Höhere Energieeinsatz- und Optimierungsfunktionen)	754
17.6.2.3	HEO-Funktionen für Gasnetze	754
17.6.2.4	HEO-Funktionen für Wassernetze	754
17.6.2.5	HEO-Funktionen für Fernwärmenetze	755
17.7	Hinweise und Erfahrungen	755
18	Vermessung und Planwerke	758
18.1	Allgemeines	758
18.1.1	Einteilung des Vermessungswesens in Zuständigkeiten	758
18.1.2	Notwendigkeit des Einsatzes fachkundigen Personals	759
18.2	Lagemessung	759
18.2.1	Einmessungsgrundlagen	759
18.2.1.1	Örtliche Koordinaten	760
18.2.1.2	Ebene geodätische Koordinaten	761
18.2.1.3	Geografische Koordinaten	764
18.2.1.4	Bezugsfläche für die Lagemessung/Lagefestpunktnetz	764
18.2.2	Vermessungstechnische Ausrüstung	765
18.2.2.1	Hilfsgeräte	765
18.2.2.2	Instrumente und Zubehör	766
18.2.3	Strecken	770
18.2.3.1	Geradenabsteckung	771
18.2.3.2	Streckenmessung	773
18.2.4	Winkel	775
18.2.4.1	Winkelmessung allgemein	777
18.2.4.2	Rechte Winkel	777
18.2.5	Strecken und Winkel	780
18.2.5.1	Berechnung einer Horizontalstrecke	780
18.2.5.2	Bestimmung einer unzugänglichen Strecke (indirekte Strecken- messung)	780
18.2.6	Einmessungsverfahren	782
18.2.6.1	Verfahren mit Längenmess- und Rechtwinkelgeräten	783
18.2.6.2	Polarverfahren	785
18.2.6.3	GNSS (Globales Navigationssatellitensystem)	787
18.2.6.4	Vermessung in und mit digitalen Bildern	794
18.3	Mathematische Grundlagen für einfachere vermessungstechni- sche Berechnungen	796
18.3.1	Rechtwinkliges Dreieck	796

18.3.2	Allgemeines Dreieck	797
18.3.3	Kreis	797
18.4	Höhenmessung	798
18.4.1	Grundlagen	798
18.4.1.1	Überdeckungsmaße	798
18.4.1.2	Höhen über Normalnull/Normalhöhennull	798
18.4.2	Instrumente, Zubehör, Hilfsgerät	799
18.4.3	Nivellement	802
18.4.4	Überprüfen eines Nivellierinstrumentes	805
18.4.5	Längs- und Querprofile	806
18.4.6	Trigonometrische Höhenbestimmung	810
18.5	Anfallende Aufgaben vor und während der Leitungsverlegung ...	812
18.5.1	Bauvorbereitende allgemeine und vermessungstechnische Arbeiten	812
18.5.2	Baubegleitende vermessungstechnische Arbeiten	813
18.6	Planwerk	814
18.6.1	Bestandteile/Gliederung	814
18.6.2	Aktualitätsanforderungen	819
18.6.3	Produktionsmittel/Informationsträger für das Planwerk	819
18.7	Vergabe von vermessungstechnischen Leistungen	822
18.8	Schlussbetrachtung	823
19	Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz	826
19.1	Arbeitsschutzmanagement – Allgemeine Grundsätze	826
19.2	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Rohrleitungsbauarbeiten ...	827
19.2.1	Allgemeine Anforderungen	827
19.2.1.1	Leitung und Aufsicht	827
19.2.1.2	Koordinierung	827
19.2.1.3	Arbeitsmedizinische Betreuung	828
19.2.1.4	Persönliche Schutzausrüstungen	828
19.2.1.5	Erste Hilfe und Rettung	829
19.2.1.6	Verkehrssicherung	830
19.2.2	Gefährdung durch bestehende Anlagen	830
19.2.2.1	Maßnahmen zum Schutz von Versorgungsanlagen	831
19.2.2.2	Elektrische Freileitungen	832
19.2.2.3	Betreteten unterirdischer Anlagen	833
19.2.3	Mechanische Gefährdungen	833
19.2.3.1	Hebezeugbetrieb	833
19.2.3.2	Abladen, Transportieren, Lagern und Stapeln von Lasten	835
19.2.3.3	Betrieb von Maschinen	835

19.2.3.4	Verlegen/Einbauen von Rohrleitungen, Armaturen und Schächten	836
19.2.3.5	Reinigen von Rohrleitungen	836
19.2.4	Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen	837
19.2.4.1	Lärm	837
19.2.4.2	Nichtionisierende Strahlung	838
19.2.4.3	Ionisierende Strahlung	838
19.2.5	Elektrische Gefährdungen	838
19.2.6	Brand- und Explosionsgefährdungen	839
19.2.7	Gefahrstoffe	839
19.2.8	Schweiß-, Schneid- und verwandte Arbeiten	841
19.2.9	Zusätzliche Bestimmungen für Arbeiten in Rohrleitungen und Schächten	841
19.2.9.1	Gemeinsame Bestimmungen	841
19.2.9.2	Ergänzende Bestimmungen für Rohrleitungen mit einem Lichtmaß bis 800 mm	843
19.2.10	Zusätzliche Bestimmungen für die Prüfung von Rohrleitungen mit Druckgas oder Druckwasser	843
19.3	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten an Gas- und Wasserleitungen	844
19.3.1	Arbeits- und Gesundheitsschutz	844
19.3.2	Erstickungs-, Vergiftungs- und Explosionsgefahr	845
19.3.2.1	Erstickungsgefahr	845
19.3.2.2	Vergiftungsgefahr	846
19.3.2.3	Explosionsgefahr	847
19.3.3	Ermittlung gesundheitsschädlicher oder explosionsfähiger Erdgas-Luft-Gemische	849
19.3.4	Atemschutz	849
19.3.5	Schutzmaßnahmen beim Befahren von gasgefährdeten Räumen	851
19.3.6	Maßnahmen zur Gefährdungsvermeidung im Rohrnetzbereich	851
19.3.6.1	DGUV-Regel 100-500 „Arbeiten an Gasleitungen“	852
19.3.6.2	Geltungsbereich, Begriffe	852
19.3.6.3	Auswahl geeigneter Personen	853
19.3.6.4	Aufsicht	853
19.3.6.5	Persönliche Schutzausrüstung	854
19.3.6.6	Überprüfung auf Leckgas	855
19.3.6.7	Arbeitsverfahren	855
19.3.6.8	Arbeiten im gasfreien Zustand	856
19.3.6.9	Vorübergehende Absperreinrichtungen	856
19.3.6.10	Anbohren	860
19.3.6.11	Gasfreie Druckanbohrarmaturen für PE-Leitungen	860

19.3.6.12	Gas-Anbohrarmaturen für Guss- und Stahlrohre	861
19.3.6.13	Arbeiten unter kontrollierter Gasausströmung	861
19.3.6.14	Elektrische Überbrückung	862
19.3.6.15	Schutzbereich	864
19.3.6.16	Feuarbeiten	864
19.3.6.17	Arbeiten an Hochdruckleitungen	865
19.3.6.18	Entspannen vor dem Öffnen von Leitungsteilen	866
19.3.6.19	Brandbekämpfung	866
19.3.7	Gefahren bei Arbeiten an Gas- und Wasserleitungen	867
19.3.8	Sicheres Werkzeug	868
19.3.9	Leitern	868
19.3.10	Persönliche Schutzausrüstung	869
19.3.10.1	Kopfschutz	869
19.3.10.2	Augenschutz	869
19.3.10.3	Gesichtsschutz	870
19.3.10.4	Gehörschutz	870
19.3.10.5	Fußschutz	870
19.3.10.6	Handschutz	870
19.3.10.7	Warnkleidung	871
19.3.10.8	Absturzsicherung	871
19.4	Umweltschutz und Aufgaben des Umweltschutzes	871
19.4.1	Umweltrecht	872
19.4.2	Begriffe im Umweltschutz	872
19.4.3	Klima-, Atmosphären- und Luftgefährdung	883
19.4.3.1	Treibhauseffekt	883
19.4.3.2	Abbau und Schutz der Ozonschicht	887
19.4.3.3	Smog	888
19.4.4	Beauftragter im Umweltschutz	890
19.4.4.1	Verantwortung und Pflichten	890
19.4.4.2	Rechtliche Forderungen zur Bestellung von Beauftragten	891
19.4.5	Abfallwirtschaft	892
19.4.5.1	Rechtliche Regelungen	892
19.4.5.2	Begriffserklärung	893
19.4.5.3	Grundsätze der Abfallwirtschaft	893
19.4.5.4	Handhabung der Entsorgung	894
19.4.5.5	Transport von Abfällen	894
19.4.5.6	Verpackungsverordnung	894
19.4.5.7	Entsorgung von Straßenaufbruch und Erdaushub	895

19.4.5.8	Technische Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“	897
19.4.6	Gefahrstoffe	898
19.4.6.1	Rechtliche Regelungen	898
19.4.6.2	Gefahrstoffeigenschaften § 3 GefStoffV	898
19.4.6.3	Pflichten als Hersteller oder Einführer von Gefahrstoffen	899
19.4.6.4	Pflichten des Verwenders von Gefahrstoffen	901
19.4.7	Asbest und asbesthaltige Erzeugnisse	903
19.4.7.1	Asbest und Asbestarten	903
19.4.7.2	Gesundheitsgefahr	903
19.4.7.3	Rechtliche Regelungen	906
19.4.7.4	Standardisierte Arbeitsverfahren	909
19.4.7.5	Transport	909
19.4.7.6	Entsorgung	911
19.4.7.7	Maßnahmen nach GefStoffV und TRGS 519	911
19.4.8	Baumschäden durch Erdgas	911
19.4.9	Gefahrgüter	913
19.4.9.1	Rechtliche Regelungen	913
19.4.9.2	Gefahrgutbeförderungsgesetz	914
19.4.9.3	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB	914
19.4.9.4	Gefahrgutklassen	914
19.4.9.5	Klassifizierungscode „KC“	916
19.4.9.6	Beförderungsbedingungen – Maßnahme	917
19.4.9.7	Frei- und Beförderungsgrenzen	917
19.4.9.8	Ermittlung der Beförderungsmenge nach Tabelle 1.1.3.6.3 ADR	925
19.4.10	Gewässerschutz	927
19.4.10.1	Wassergefährdende Stoffe	927
19.4.10.2	Desinfektionsmittelhaltiges Wasser	929
19.4.11	Lärmschutz	931
19.4.11.1	Rechtliche Regelungen	931
19.4.11.2	Begriffserklärung	931
19.4.11.3	Lautstärke – Gehörgefährdung – Einwirkzeit	931
19.4.11.4	Lärmbereiche nach Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung	932
19.4.11.5	Gehörschädigung	933
19.4.11.6	Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)	934
19.4.11.7	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)	934
19.4.11.8	Schutz gegen Baulärm	935

19.4.11.9	Lärmschutz an Rohrleitungsanlagen	935
19.4.12	Anwendungen des Umweltschutzes im Rohrleitungsbau	937
20	Planung, Vergabe, Baudurchführung und Abrechnung	940
20.1	Planung	941
20.1.1	Grundlagenermittlung und Vorplanung	941
20.1.2	Genehmigungsplanung	941
20.1.3	Ausführungsplanung	942
20.2	Vergabe	943
20.2.1	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB)	944
20.2.1.1	VOB Teil A	945
20.2.1.2	VOB Teil B	946
20.2.1.3	VOB Teil C	947
20.2.2	Arten der Ausschreibung und Vergabe	948
20.2.3	Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnisse	949
20.2.4	Ausschreibungsverfahren	950
20.2.4.1	Einzelvergabe	951
20.2.4.2	Meterpreisvergabe	951
20.2.4.3	Jahresvergabe	951
20.2.5	Wertung der Angebote und Vergabe	952
20.2.6	Vertragsarten und allgemeine Vertragsbedingungen	953
20.2.7	Vertragsbedingungen und Technische Regeln für den Tief- und Rohrbau	954
20.2.8	Vergabe von Ingenieurleistungen	956
20.3	Baudurchführung	956
20.3.1	Arbeitsvorbereitung	957
20.3.2	Örtliche Bauleitung	957
20.4	Aufmaß und Abrechnung	959
20.5	Einfluss des Auftraggebers auf Bauablauf und Baukosten	960
	Stichwortverzeichnis	963
	Inserentenverzeichnis	988