



Rohrleitungsbauverband e. V.  
verbinden. vernetzen. versorgen.

# Netzmeister

Das Standardwerk für technisches Grundwissen  
Gas | Wasser | Fernwärme

4. Auflage



# Netzmeister



Rohrleitungsbauverband e.V. (Hrsg.)

# Netzmeister

Das Standardwerk für technisches Grundwissen  
Gas | Wasser | Fernwärme

4. Auflage

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

*Netzmeister*

*Rohrleitungsbauverband e.V. (Hrsg.)*

*4. Auflage 2020*

978-3-8027-2887-7 (Print)

978-3-8027-2888-4 (eBook)

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in diesem Buch die männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies impliziert keine Benachteiligung der anderen Geschlechter, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein. Berufe, Funktionsbezeichnungen bzw. Personen werden hier als „semantisches Nullmorphem“ (geschlechtsneutral) bezeichnet.

### **© 2020 Vulkan-Verlag GmbH**

Friedrich-Ebert-Str. 55, 45127 Essen, Deutschland

Telefon: 0201 82002-0, Internet: [www.vulkan-verlag.de](http://www.vulkan-verlag.de)

Projektmanagement/Lektorat: Nico Hülsdau, Kathrin Mundt, Vulkan-Verlag, Essen

Schriftleitung: Kurt Rhode, brbv GmbH, Köln

Herstellung: Nilofar Mokhtarzada, Vulkan-Verlag, Essen

Satz: e-Mediateam Michael Franke, Bottrop

Druck: AC medienhaus GmbH, Wiesbaden

Coverfoto: rbv – Rohrleitungsbauverband e.V., Köln

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen. Der Erwerb berechtigt nicht zur Weitergabe des eBooks an Dritte.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

---

# Vorwort

## Für die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit des Leitungsbaus

Die Qualitäts- und Komplexitätsanforderungen im Rahmen eines generationsübergreifenden Erhalts und nachhaltigen Ausbaus unterirdischer Infrastrukturen sind in den letzten Jahren stetig gewachsen. Dies hat vielfältige Gründe. Zum einen gilt es derzeit, die großen Megatrends wie Energiewende und digitaler Wandel sicher zu adressieren und einen leistungsbundenen Grundstein für diese modernen gesellschaftlichen Transformationsprozesse zu legen. Denn für den nachhaltigen Umbau der Stromversorgung in Richtung Energiewende sind Leitungsbautechnologien genauso wichtig wie für die Digitalisierung aller Lebensbereiche auf der Grundlage eines flächendeckenden Breitbandnetzes. Zum anderen geht es natürlich darum, die Ver- und Entsorgungssicherheit in Deutschland zu gewährleisten. Denn die ökologisch verantwortungsvolle und effiziente Versorgung mit Gas, Wasser, Strom und Fernwärme sowie die Abwasserentsorgung sind Basis und Baustein aktuellen und zukünftigen menschlichen Gemeinwohls. Nichts weniger also, als ein entscheidender Beitrag der im Leitungsbau tätigen Unternehmen zur Daseinsvorsorge.

Im Zuge all dieser Veränderungen sind auch die Tätigkeiten auf den Baustellen vielfältiger geworden. Die Bauverfahrenstechnik hat sich – nicht zuletzt getrieben durch den vermehrten Einsatz von Informationstechnologie entlang der gesamten Wertschöpfungskette – enorm weiterentwickelt. Um den erweiterten betrieblichen Anforderungen des Leitungsbaus dabei auch zukünftig vollumfänglich gerecht werden zu können, benötigt die Branche dringend gut ausgebildetes, hoch qualifiziertes Fachpersonal. Vor diesem Hintergrund ist der Lehrgang „Geprüfter Netzmeister/geprüfte Netzmeisterin“ ein im wahrsten Wortsinn meisterliches und hoch effizientes Instrument der beruflichen Weiterbildung, um Kompetenz und Know-how in der Branche zu fördern und dem Fachkräftemangel effektiv die Stirn zu bieten. Nur auf der Basis kontinuierlicher Weiterqualifizierung und eines lebenslangen Lernprozesses werden sich die im Leitungsbau tätigen Mitarbeiter auch den aktuell erweiterten Aufgabenfeldern im Rahmen eines zunehmend auch ganzheitlichen Infrastrukturmanagements kompetent widmen können. Denn Netzmeister müssen zukünftig auch verstärkt spartenübergreifend arbeiten. Dies erfordert ein sehr hohes Maß an Methoden- und Produktwissen, das die Absolventen im Rahmen des Netzmeister-Lehrgangs erwerben. So können die vielfältigen und technisch hoch anspruchsvollen Bauaufgaben im Leitungsbau sicher bewältigt werden. Denn gerade Netzmeister tragen in einzigartiger Weise dazu bei, die langjährig erarbeiteten hohen Qualitäts- und Zertifizierungsstandards unserer Branche kompetent baulich umzusetzen und Bauprozesse strukturiert zu organisieren, um auch Arbeitssicherheit im alltäglichen Baugeschehen zu verankern.

Das vorliegende Handbuch ist ein umfangreiches technisches Kompendium für Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Gas-, Wasser- und Fernwärmerohrnetze. Es gibt einen ausführlichen Überblick über das technische Regelwerk, das der Netzmeister kennen und anwenden muss. Damit ergänzt das Standardwerk für technisches Grundwissen nicht nur den vom Berufsförderungswerk des Rohrleitungsbauverbandes (brbv) angebotenen Lehrgang inhaltlich und ist ein effizientes Instrument zur Prüfungsvorbereitung. Es ist auch eine sinnvolle Begleitung für Weiterbildungsangebote anderer Anbieter. Experten aus der Berufspraxis bilden wichtige Fragen für die Tätigkeit des technischen Betriebspersonals im Rohrnetz umfassend und praxisorientiert ab. Gleichzeitig ist das Handbuch aber auch Zeugnis einer erfolgreichen Kooperation zwischen den technischen Verbänden der Branche und dem Institut für Rohrleitungsbau an der Fachhochschule Oldenburg e.V. (iro). Eine gelungene Zusammenarbeit also, die darauf abzielt, die hohen Qualitätsstandards des Leitungsbaus sowie die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit der Branche dauerhaft fortzuschreiben.

Dipl.-Ing. (FH) Fritz Eckard Lang  
Präsident des Rohrleitungsbauverbandes e. V. (rbv)

# Grußwort

Die Bedeutung einer intakten Infrastruktur kann für den Industriestandort Deutschland nicht hoch genug eingeschätzt werden – soweit besteht in einer breiten Öffentlichkeit Konsens. Man muss dabei aber wissen, dass bei „Infrastruktur“ fast immer an Straßen, vielleicht auch an Schienenwege oder gar an Wasserstraßen, in neuerer Zeit auch wohl öfter an Kommunikationsnetze gedacht wird. An die unterirdische Infrastruktur, an das Gas- und das Wasserversorgungsnetz, an die Entwässerungsleitungen oder auch an die Fernwärmesysteme denken in diesem Zusammenhang nur wenige Bürger.

Das vorliegende Buch ist zunächst für genau diese Fachleute konzipiert. Wer mit dem Bau, vor allem aber mit dem Betrieb von Rohrleitungen – in welcher Sparte auch immer – zu tun hat, braucht in kompakter Form technisches Wissen, um schnell und verbindlich Entscheidungen treffen zu können. Es sollen keine Normen ersetzt werden, es soll keine ausführliche Planung obsolet werden, nein, das vorliegende Werk ist ein Handbuch, ein Kompendium des aktuellen technischen Wissens der Branche zur schnellen, aber verlässlichen Nutzung.

Eine weitere, eine besondere Bedeutung kann die vorliegende Ausgabe in der Aus- und Weiterbildung haben. Die in den Beruf Einsteigenden haben in knapper und gleichzeitig umfassender Form das Wichtigste zum Nachschlagen im handlichen Format vorliegen. Die unzähligen Verweise auf weitere Informationsquellen, auf die entsprechenden Normen, Merkblätter oder Arbeitsblätter der einschlägigen Verbände erleichtern den Lernenden den Weg durch die scheinbar unübersichtliche Fachliteratur.

Für die Erstellung der vorliegenden Ausgabe ist viel Mühe aufgewendet worden. Besonderer Dank gebührt sicher dem rbv bzw. den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen, die sich insbesondere dem Rohrleitungsbau und – nicht zu vergessen – dem dazugehörigen Rohrleitungstiefbau verbunden fühlen. Sie leisten Jahr für Jahr, Lehrgang für Lehrgang einen bedeutenden Beitrag zur Aus- und Weiterbildung und tragen damit maßgeblich zur Erhöhung der Qualität in der Ausführung bei. Weiterhin gebührt allen Autoren, die zum Gelingen des Buches beigetragen haben, großer Dank. Für die Praktiker aus der Branche wird das Werk ganz sicher ein enger und wertvoller Begleiter im beruflichen Alltag werden.

Prof. Dipl.-Ing. Thomas Wegener  
Institut für Rohrleitungsbau Oldenburg (iro)



---

# Autorenverzeichnis

**Hanno Aelker, B.Eng.**

BG ETEM – Berufsgenossenschaft Energie  
Textil Elektro Medienerzeugnisse  
Gustav-Heinemann-Ufer 130  
50968 Köln

**Kapitel 15.7 bis 15.9****Dipl.-Ing. Peter Barthel**

Stadtwerke Haan  
Leichlinger Str. 2  
42781 Haan

**Kapitel 6****Dipl.-Ing. Eckhard Becker**

BG BAU – Berufsgenossenschaft der Bau-  
wirtschaft  
Holländische Straße 143  
34127 Kassel

**Kapitel 19.1, 19.2****Dipl.-Ing. Helmut Ernst**

AGFW – Energieeffizienzverband für  
Wärme, Kälte und KWK e.V.  
Stresemannallee 30  
60596 Frankfurt/Main

**Kapitel 15****Dipl.-Ing. Frank Espig**

AGFW – Energieeffizienzverband für  
Wärme, Kälte und KWK e.V.  
Stresemannallee 30  
60596 Frankfurt/Main

**Kapitel 15.1****Dipl.-Ing. Roald Essel**

Open Grid Europe GmbH  
Lüderitzstr. 65  
40595 Düsseldorf

**Kapitel 13****Dipl.-Ing. Reinhold Fastabend**

RheinEnergie AG  
Parkgürtel 24  
50823 Köln

**Kapitel 15.4 bis 15.6****Dipl.-Ing. Thomas Fuhrmann**

Rhein-Sieg Netz GmbH  
Wilhelm-Ostwald-Str. 10  
53721 Siegburg

**Kapitel 4, 17****Hans-Jürgen Georg**

Open Grid Europe GmbH  
**Kapitel 9.1**

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dieter Hesselmann**

rbv – Rohrleitungsbauverband e.V.  
Marienburger Str. 15  
50968 Köln

**Kapitel 1.2, 1.3**

**Dipl.-Ing./MBA Manfred Hochbein**

Energiewasser Energienetze GmbH  
Betriebsdirektion Münsterland  
Ascheberger Str. 28  
59348 Lüdinghausen

**Kapitel 5****Prof. Jens Hölterhoff**

GSTT e.V.  
Kurfürstenstr. 129  
10785 Berlin

**Kapitel 10.6****Dipl.-Ing. Andreas Hüttemann**

rbv – Rohrleitungsbauverband e.V.  
Marienburger Str. 15  
50968 Köln

**Kapitel 10.1 bis 10.5, 10.7, 10.8****Dipl.-Ing. Dietmar John**

enercity AG  
Ihmeplatz 2  
30449 Hannover

**Kapitel 15****Dipl.-Ing. (FH) Christoph Krippgans**

Rhein-Sieg Netz GmbH  
Bachstr. 3  
53721 Siegburg

**Kapitel 8, 9.2 bis 9.14****Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kumm**

Stadtwerke Karlsruhe Netzservice GmbH  
Daxlander Straße 72  
76127 Karlsruhe

**Kapitel 18****Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.****Andreas-Peter Lamsfuß**

BEW Bergische Energie- und Wasser-GmbH  
Sonnenweg 30  
51688 Wipperfürth

**Kapitel 14****Dipl.-Ing. Guido Laugs**

Ingenieurbüro  
Am Kolvermaar 34a  
50170 Kerpen

**Kapitel 20****Dipl.-Bauing. (Univ.) Jürgen Lutz**

Sachverständigenwesen, Lehrbeauftragter  
HfT, Stgt.  
Hermannstraße 5/1  
73650 Winterbach

**Kapitel 7****Dipl.-Ing. (FH) Harald Petermann**

figawa – Bundesvereinigung der Firmen  
im Gas- und Wasserfach e.V.  
Marienburger Straße 15  
50968 Köln

**Kapitel 16**

**Dipl.-Ing. (FH) Hartmut Reichenbach**

Smoltczyk & Partner GmbH  
Ingenieurbüro für Geotechnik  
Lindenstr. 16  
74232 Abstatt

**Kapitel 3.1, 3.3, 3.4**

**Dr.-Ing. Albert Seemann**

BG ETEM – Berufsgenossenschaft Energie  
Textil Elektro Medieneerzeugnisse  
Gustav-Heinemann-Ufer 130  
50968 Köln

**Kapitel 19.3**

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)****Lukas Romanowski**

rbv – Rohrleitungsbauverband e.V.  
Marienburger Str. 15  
50968 Köln

**Kapitel 3.2, 3.3**

**Dipl.-Ing. Andreas Steffens**

RheinEnergie AG  
Parkgürtel 24  
50823 Köln

**Kapitel 15.2, 15.3**

**Dipl.-Ing. Ernst Schaar**

Durlacher Str. 5  
51107 Köln

**Kapitel 11**

**Dipl.-Ing. Michael Ulbrich**

Rhein-Sieg Netz GmbH  
Bachstr. 3  
53721 Siegburg

**Kapitel 1.1, 12**

**Dipl.-Ing. Lothar Schiffmann**

Rhein-Sieg Netz GmbH  
Bayenthalgürtel 9  
50968 Köln

**Kapitel 2, 19.4**

**Dipl.-Ing. Hubert Wilk**

Nöllenstr. 34  
70195 Stuttgart

**Kapitel 14**

**Dipl.-Ing. Hartmut Schork**

Stadtwerke Karlsruhe Netzservice GmbH  
Daxlander Straße 72  
76127 Karlsruhe

**Kapitel 18**



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	V	
<b>Grußwort</b> .....	VII	
<b>Autorenverzeichnis</b> .....	IX	
<b>1</b>	<b>Qualitätssicherung und Qualifikation</b> .....	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
<b>2</b>	<b>Planung von Wasserverteilstanlangen</b> . . . . .	<b>42</b>
2.1	Europäische Normung und deutsches Regelwerk . . . . .	42

Mit Sicherheit ein Gewinn 

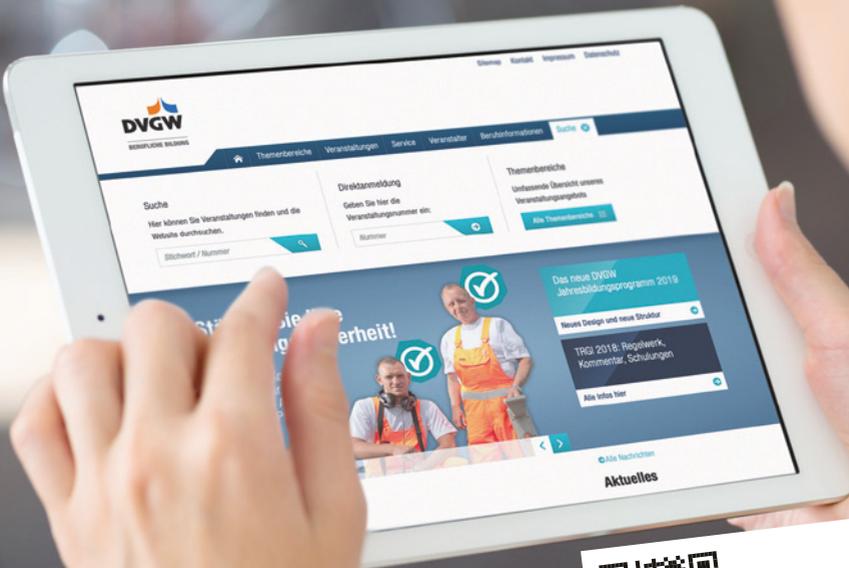
Deutscher Verein des  
Gas- und Wasserfaches e.V.



[www.dvgw-veranstaltungen.de](http://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](http://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
<b>3</b>	<b>Tiefbauarbeiten</b>	<b>110</b>
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
<b>4</b>	<b>Korrosionsschutz</b>	<b>164</b>
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
<b>5</b>	<b>Rohrsysteme und Rohrwerkstoffe für Gas- und Wasserleitungen</b>	<b>184</b>
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
<b>6</b>	<b>Armaturen in der Wasser- und Gasversorgung</b>	<b>222</b>
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
<b>7</b>	<b>Gas-Druckregel- und Messanlagen (GDRM-Anlagen) .....</b>	<b>246</b>
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
<b>8</b>	<b>Planung und Bau von Gas- und Wasseranschlussleitungen .....</b>	<b>288</b>
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
<b>9</b>	<b>Verbindungstechniken</b>	<b>330</b>
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
9.3	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 Wasserverteilung	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
<b>10</b>	<b>Grabenlose Bauweisen (Neulegungs- und Rehabilitationsverfahren)</b>	<b>394</b>
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 Geweschlauch	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
<b>11</b>	<b>Technische Regeln für Gasinstallationen</b>	<b>446</b>
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
11.3.2	Verfahren 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	Gasgerätearten . . . . .	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
<b>12</b>	<b>Betrieb und Instandhaltung von Gasverteilungsanlagen . . . . .</b>	<b>486</b>
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