

Inhalt

Vorwort	IV
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung und Konzeption	1
1.2 Begriffsbestimmungen und Abgrenzung	1
1.3 Regelwerke	2
1.4 Hinweise zur Benutzung des Buches	2
2 Materialkunde / Werkstoffkunde	3
2.1 Druckrohre aus Gußeisen und Stahl	3
2.1.1 Die Metallurgie von Eisen und Stahl	3
2.1.1.1 Mikrostruktur der Eisenwerkstoffe Gußeisen mit Lamellengraphit	3
2.1.1.2 Mechanisch-technologische Eigenschaften von Gußeisen und Stahl und deren Bestimmung	4
2.1.1.3 Rohrleitungsstähle	5
2.1.1.4 Europäische Normen von Stahlrohren, Stand Sept. 1994	5
2.1.2 Verarbeiten von Stahl zu Rohren	6
2.1.2.1 Nahtlose Stahlrohre	6
2.1.2.2 Geschweißte Stahlrohre	6
2.1.2.3 Herstellung von Rohren, Formstücken und Zubehör aus Gußeisen mit Lamellen- und Kugelgraphit	6
2.1.3 Verbindungstechnik	7
2.1.3.1 Verarbeitung von Stahlrohren zu Leitungssystemen	7
2.1.3.2 Verbindungstechnik von Gußrohren	10
2.1.4 Korrosion von erdverlegten Leitungen aus Gußeisen und Stahl	11
2.1.4.1 Korrosionsvorgang	11
2.1.4.2 Schutz vor Korrosion von außen	11
2.1.4.3 Kathodischer Korrosionsschutz	12
2.1.4.4 Innenschutz	12
2.1.5 Europäische Normung für duktile Gußrohre	13
2.1.5.1 Formstücke und Zubehör aus duktilem Gußeisen	13
2.2 Druckrohre aus Polyvinylchlorid (PVC)	18
2.2.1 Einleitung	18
2.2.2 Herstellung von PVC	18
2.2.3 Aufbereitung von PVC	19
2.2.4 Herstellung von PVC-Rohren und PVC-Formteilen	19
2.2.5 Normung, Güteanforderungen, Prüfungen	20
2.2.6 Verbindungen	21
2.2.7 Materialspezifische Eigenschaften	21
2.2.8 Neuentwicklungen	23
2.3 Druckrohre aus Polyethylen hoher Dichte	24
2.3.1 Einleitung	24
2.3.2 Struktur von Polyethylen hoher Dichte	24
2.3.2.1 Strukturformel	24
2.3.2.2 Struktur und Eigenschaften	25
2.3.2.3 Herstellungsverfahren	25
2.3.2.4 Neuentwicklungen	25
2.3.3 Eigenschaften von Polyethylen hoher Dichte	25
2.3.3.1 Kurzzeiteigenschaften	25
2.3.3.2 Langzeiteigenschaften	28
2.3.3.3 Chemische Eigenschaften	29
2.3.3.4 Thermische Eigenschaften	30
2.3.3.5 Elektrische Eigenschaften	31
2.3.3.6 Beurteilung im Rahmen der Lebensmittelgesetze	32
2.3.3.7 Vernetztes Polyethylen	32
2.3.4 Herstellung der Rohre und Formstücke	32

2.3.4.1	Herstellung der Rohre	32
2.3.4.2	Herstellung der Formstücke	32
2.3.5	Verbindungstechniken	33
2.3.5.1	Schweißverbindungen	33
2.3.5.2	Klemm- und Flanschverbindungen	34
2.3.6	Druckrohre	34
2.3.6.1	Zeitstandfestigkeit	34
2.3.6.2	Klassifizierung	36
2.3.6.3	Dimensionierung	37
2.3.6.4	Widerstand gegen schnelle Rißfortpflanzung	37
2.3.6.5	Widerstand gegen langsames Rißwachstum	38
2.3.6.6	Druckstöße	38
2.3.6.7	Abriebfestigkeit	38
2.3.7	Rohrbeanspruchung beim Relining	38
2.3.7.1	Reliningverfahren	38
2.3.7.2	Schweißverbindungen	38
2.3.7.3	Zulässige Gesamtdehnung	38
2.3.7.4	Zulässige Biegeradien	38
2.3.7.5	Zulässige Zugspannungen	39
2.3.7.6	Zulässige Zugkräfte	39
2.3.7.7	Zulässige Einziehlängen	40
2.3.7.8	Zulässige Beuldrücke	40
2.3.8	Haupteinsatzgebiete	41
2.3.8.1	Gasleitungen	41
2.3.8.2	Trinkwasserleitungen	41
2.3.8.3	Abwasserdruckleitungen	41
2.3.9	Normen und Richtlinien	41
2.4	Druckrohre aus duroplastischen Werkstoffen	43
2.4.1	GFK-Druckrohre für Industrieanlagen	43
2.4.2	GFK-Druckrohre für erdverlegte Entwässerungsleitungen	43
2.5	Druckrohre aus Asbestzement/Faserzement	45
2.5.1	Allgemeines	45
2.5.2	Die Bestandteile des Faserzementes	45
2.5.2.1	Asbest	45
2.5.2.2	Asbestfreie Armierungsfaser	45
2.5.2.3	Zement	45
2.5.2.4	Anmachwasser	45
2.5.3	Herstellungsverfahren für Faserzementrohre	45
2.5.4	Verbindungstechnik	46
2.5.5	Korrosion von erdverlegten Leitungen	46
2.5.6	Umgang mit erdverlegten Asbestzementrohren	47
2.5.6.1	Gesetzliche Vorschriften	47
2.5.6.2	Vorschriften und Regeln für die Behandlung eingebauter Asbestzementrohre bei Ausbau, Reparatur und Regelung	47
2.5.6.3	Entsorgung asbesthaltiger Abfälle	47
2.5.6.4	Asbestfreie Faserzementrohre	47
2.5.7	Technische Regelwerke	47
3	Standsicherheit bei Ertüchtigung, Sanierung und Erneuerung von Druckrohrleitungen	48
3.1	Einleitung	48
3.1.1	Problemstellung und Voraussetzungen	48
3.1.2	Materialkennwerte	48
3.2	Betriebszustände bei Druckleitungen (Kurzübersicht)	49
3.2.1	Allgemeines	49
3.2.2	Innendruck	49
3.2.3	Druckstöße	50
3.2.4	Erdüberdeckung, Verkehrslasten usw.	50
3.2.5	Bodenbewegungen und Zwängungen	50
3.2.6	Sicherheitskonzepte	51
3.3	Bewertung verschwächter Leitungen	51
3.3.1	Allgemeines	51
3.3.2	Bewertung nach ASME B31G 1984	52
3.3.3	Genauere Berechnung und Bewertung von Verschwächungen	52
3.3.4	Sanierungsmaßnahmen für Verschwächungen	53
3.4	Montagezustände bei Sanierungen durch Relining	55
3.4.1	Einziehen des Rohrstranges	55
3.4.1.1	Vorbemerkungen	55
3.4.1.2	Zulässige Dehnungen ϵ_z / Stauchungen ϵ_d	55
3.4.1.3	Spannungen	55
3.4.1.4	Temperatureinfluß	56

3.4.1.5	Nachweise Fall 1 (beidseitig eingespannt)	56
3.4.1.6	Nachweise Fall 2 (mit Spiel eingespannt und frei drehbar gelagert)	57
3.4.2	Verfüllen des Ringspaltes	59
3.4.2.1	Vorbemerkungen	59
3.4.2.2	Spannungen und Verformungen	59
3.4.2.3	Stabilitätsnachweis	62
3.5	Betriebszustände	62
3.5.1	Zustandsbeschreibung für das Alrohr-Bodensystem	62
3.5.2	Einwirkungen auf Liner bei standsicherem Rohr-Bodensystem (Zustände I und II)	63
3.5.2.1	Wasseraußendruck	63
3.5.2.2	Druckstoß p_d	65
3.5.2.3	Betriebsdruck, Prüfdruck p_i	65
3.5.2.4	Eigenlasten g	65
3.5.2.5	Spaltbildung w_s (mit Auftrieb p_a)	65
3.5.2.6	Erwärmung $\Delta\theta > 0$	66
3.5.2.7	Zwangsverformung w_z (Zustand II)	66
3.5.2.8	Kombinationen aus verschiedenen Einwirkungen	67
3.5.3	Beispiel für Standsicherheitsnachweise	67
3.5.3.1	Voruntersuchungen, Checkliste	67
3.5.3.2	Spannungsnachweise	67
3.5.3.3	Verformungsnachweis für Außendruck	69
3.5.3.4	Stabilitätsnachweis für Außendruck	69
3.5.4	Sonderfälle	70
3.6	Zusammenfassung	71
4	Schadensproblematik von Gas- und Trinkwasserrohrleitungen	72
4.1	Randbedingungen	72
4.1.1	Allgemeines	72
4.1.2	Entwicklung der Rohrleitungswerkstoffe	72
4.1.3	Anforderungen an Rohrleitungswerkstoffe	72
4.1.4	Rohrbeanspruchung	73
4.2	Werkstoffbedingte Schadensproblematik	73
4.2.1	Grauguß / duktiler Guß	73
4.2.2	Stahl	74
4.2.3	Korrosion bei Guß- und Stahlrohren	74
4.2.4	Außenschutz	74
4.2.5	Innenschutz	74
4.2.6	Kunststoffe	75
4.2.7	Asbestzement	75
4.3	Erfassung von Leitungsschäden	76
4.3.1	Zustand der Gas- und Wasserrohrleitungen	76
4.3.2	Beeinträchtigung der Wasserqualität	76
4.3.3	Beeinflussung durch Dritte	77
4.3.4	Schadens- und Zustandsdatei Gas/Wasser	77
4.3.5	Auswertung STARDA	77
4.3.6	Auswertung der Trinkwasserbeanstandung	78
4.3.7	Überprüfung der Beeinflussung durch Dritte	78
4.4	Zusammenfassung	79
5	Verfahren	80
5.1	Einleitung – Überblick – Abgrenzung	80
5.2	Beschichtungsverfahren	81
5.2.1	Zementmörtelauskleidung von erdverlegten Rohrleitungen	81
5.2.1.1	Definition	81
5.2.1.2	Anwendung	81
5.2.1.3	Werkstoffe	81
5.2.1.4	Verfahren	81
5.2.1.4.1	Verfahrensarten und Namen	81
5.2.1.4.2	Systembeschreibung	81
5.2.1.4.2.1	Verdrängungsverfahren	81
5.2.1.4.2.2	Auspreißenverfahren	81
5.2.1.4.2.3	Anschleuderverfahren	81
5.2.1.5	Baustellenablauf	81
5.2.1.5.1	Erstellung der Gruben	81
5.2.1.5.2	Reinigen der Rohrleitungen	82
5.2.1.5.3	Arbeitsnachbereitung	82
5.2.1.6	Verfahrensbeschreibung	82
5.2.1.7	Qualitätssicherung	83
5.2.1.7.1	Werkstoff	83

5.2.1.7.2	Gerätetechnik	84
5.2.1.7.3	Schichtdickenmeßgerät	84
5.2.1.7.4	Stichprobenentnahme	84
5.2.2	Epoxidharz-Auskleidung	84
5.2.2.1	Definition	84
5.2.2.2	Anwendung	84
5.2.2.3	Werkstoffe	84
5.2.2.4	Verfahren	85
5.2.2.4.1	Verfahrensarten und Namen	85
5.2.2.4.2	Systembeschreibung	85
5.2.2.5	Baustellenablauf	85
5.2.2.5.1	Erstellen der Gruben	85
5.2.2.5.2	Reinigen der Rohrleitung	85
5.2.2.6	Verfahrensbeschreibung	85
5.2.2.7	Qualitätssicherung	86
5.2.2.7.1	Eigenüberwachung	86
5.2.2.7.2	Fremdüberwachung	86
5.2.2.7.3	Schulungen	86
5.3	Relining – Vorgefertigte Rohre	87
5.3.1	Definition	87
5.3.2	Anwendung	87
5.3.3	Werkstoffe	87
5.3.4	Verfahren	87
5.3.4.1	Systembeschreibung	87
5.3.4.2	Verfahrensarten und -namen	87
5.3.5	Baustellenablauf	88
5.3.5.1	Arbeitsvorbereitung	88
5.3.5.2	Arbeitsnachbereitung	88
5.3.5.3	Hausanschlüsse	88
5.3.6	Verfahrensbeschreibung	88
5.3.6.1	Reliningverfahren mit Querschnittsverengung mit Hohlraumverfüllung mit Betriebsunterbrechung bei Einbau	88
5.3.6.2	Reliningverfahren mit Querschnittsverengung, ohne Hohlraumverfüllung, mit Betriebsunterbrechung	89
5.3.6.3	Reliningverfahren mit Querschnittsverengung ohne Hohlraumverfüllung (Installation ohne Betriebsunterbrechung)	89
5.3.6.4	Close fit Verfahren	89
5.3.7	Anwendungsmatrix	92
5.4	Relining – Schlauchliner	93
5.4.1	Definition	93
5.4.2	Anwendung	93
5.4.3	Werkstoffe	93
5.4.4	Verfahrenssystematik	93
5.4.5	Baustellenablauf	93
5.4.6	Verfahrensbeschreibung	94
5.4.7	Zusammenfassung	96
5.5	Erneuerung durch Berstlining	97
5.5.1	Definition	97
5.5.2	Anwendung	97
5.5.3	Werkstoffe	97
5.5.3.1	Altrohr	97
5.5.3.2	Schutzrohr	97
5.5.3.3	Produktenrohr	97
5.5.4	Verfahrenssystematik	97
5.5.4.1	Systembeschreibung	97
5.5.4.2	Verfahrensamen	97
5.5.4.3	Verfahrensarten	97
5.5.5	Baustellenablauf	98
5.5.5.1	Arbeitsvorbereitung	98
5.5.5.2	Gerätebestückung	98
5.5.5.3	Bauablauf	98
5.5.5.4	Hindernisse	98
5.5.5.5	Auswirkungen auf die Umgebung	98
5.5.5.6	Arbeitsnachbereitung	98
5.5.6	Hausanschlüsse	99
5.5.7	Anwendungsgrenzen und Schwachstellen	99
5.5.8	Abfallproblematik	99
5.5.9	Qualitätssicherung	99
5.6	Grabenlose trassengleiche Rohrauswechslung	100
5.6.1	Einleitung	100
5.6.2	Anforderungen und Entwicklungsziele	100
5.6.2.1	Rohrspezifische Anforderungen	100

5.6.2.2	Bauspezifische Kriterien	100
5.6.2.3	Allgemeine Ausführungsrichtlinien	101
5.6.3	Aufbau und Funktionsweise	101
5.6.4	Einsatzbereiche	101
5.6.4.1	Rohrauswahl	102
5.6.4.2	Bodenarten	102
5.6.4.3	Auswechsellängen	102
5.6.5	Arbeitsicherheit und Qualität	103
5.6.6	Rohrauswechslung im hydros [®] -Verfahren	103
5.6.6.1	Erdarbeiten	103
5.6.6.2	Einbau des Rohrziehgerätes	104
5.6.6.3	Betrieb der hydros [®] -Anlage	104
5.6.7	Auswechslung von Hausanschlußleitungen mit dem hydros [®] -BOY	104
5.6.7.1	Funktionsweise und Betrieb des hydros [®] -BOY	105
5.6.8	Zusammenfassung	105
5.7	Manschettenabdichtungen für begehbare Rohrleitungen	107
5.7.1	Definition	107
5.7.2	Anwendung	107
5.7.3	Werkstoffe	107
5.7.4	Verfahrenssystematik	107
5.7.5	Verfahrensbeschreibung	107
5.7.5.1	Begehbare Rohrleitungen	107
5.7.5.2	Nichtbegehbare Rohrleitung	109
6	Entscheidungskriterien	111
6.1	Übersicht über die Umweltschutzgesetze	111
6.2	Einfluß der Umweltschutzgesetze auf die Ertüchtigung, Sanierung und Erneuerung von Druckleitungen und Konsequenzen	111
6.2.1	Bodenverunreinigung und schadstoffhaltige Bauabfälle	111
6.2.1.1	Begriffsbestimmung Bauabfälle	111
6.2.1.2	Häufige Ursachen für Kontaminationen von Böden	112
6.2.2	Problematik der Erkennung und Arbeitsschutzmaßnahmen	115
6.2.3	Rechtliche Grundlagen im Zusammenhang mit Bodenverunreinigungen und Entsorgungsfragen	117
6.2.3.1	Abfallrecht	117
6.2.3.2	Grundsätzliche Anforderungen an die Abfallentsorgung bei Tiefbauarbeiten	117
6.2.3.3	Beispiele für schadstoffhaltige Bauabfälle	117
6.2.4	Umsetzung der Umweltschutzgesetze in der Praxis – Verfahrensweisen und Fallbeispiele –	118
6.2.4.1	Gefahrstoffe	119
6.2.4.2	Abfallbeseitigung und Recycling	119
6.3	Anhänge	120
6.3.1	Mustercheckliste zur Feststellung von umweltrelevanten Sachverhalten	120
6.3.2	Gesetze und Verordnungen (Auszüge)	121
6.4	Technische und wirtschaftliche Entscheidungshilfen	122
6.4.1	Grundsätzliches	122
6.4.2	Zweckmäßige Überlegungen vor der Erneuerung von Rohrleitungen	123
6.4.2.1	Begriffe	123
6.4.2.2	Planung der mittelfristigen Erneuerung	124
6.4.2.3	Schätzen der Erneuerungsraten	124
6.4.3	Bewährte Regeln zur Ermittlung langfristiger Erneuerungsraten	126
6.4.3.1	Erklärung des Arbeitsverfahrens	127
6.4.3.2	Häufige Bestandsentwicklung	127
6.4.3.3	Vorzeitige Netzerneuerungen	128
6.4.3.4	Verlängerte Nutzungsdauer	129
6.4.3.5	Genauigkeit	130
6.4.4	Schlußfolgerungen	130
6.4.5	Hinweise zur Beurteilung des Leitungszustands vor Ort und zur Wahl des Auskleideverfahrens	131
6.4.5.1	Die verschiedenen Möglichkeiten zur Auskleidung vorhandener Rohrleitungen	131
6.4.5.2	Die Beurteilung der vorhandenen Leitungen	132
6.4.5.3	Besonders schwierige Arbeiten	133
7	Qualitätsmanagement im Rohrleitungsbau nach DIN EN ISO 9000 ff.	134
7.1	Einführung	134
7.2	Erläuterung der DIN EN ISO 9000 ff.	134
7.2.1	Normenwerk DIN EN ISO 9000 - 9004	134
7.2.1.1	DIN EN ISO 9000 - 1	134
7.2.1.2	DIN EN ISO 9001	134
7.2.1.3	DIN EN ISO 9002	134
7.2.1.4	DIN EN ISO 9003	134
7.2.1.5	DIN EN ISO 9004 - 1	134

7.2.2	Darlegung eines QM-Systems nach DIN EN ISO 9001	135
7.2.2.1	QM-Elemente der DIN EN ISO 9001	135
7.2.2.2	Zusätzliche QM-Elemente	138
7.2.3	Dokumentationsebenen eines QM-Systems	138
7.2.3.1	QM-Handbuch	138
7.2.3.2	QM-Verfahrensanweisungen	138
7.2.3.3	Arbeitsanweisungen	138
7.2.3.4	Qualitätsmanagementplan	138
7.3	Umsetzung in Unternehmen	138
7.3.1	Methodische Konsequenzen	138
7.3.2	Unterstützung durch die Führungskonzeption Projektmanagement	139
7.3.2.1	Ausgangslage und Definition von Projektmanagement	139
7.3.2.2	Organisatorische Ansatzpunkte von Projektmanagement	139
7.3.2.3	Erfolgsfaktoren von Projektmanagement zum Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems	140
7.3.3	Unterstützung durch Schulungen	140
7.3.4	Umsetzung durch Zusammenarbeit mit dem späteren Zertifizierer	142
7.3.5	Wichtige Schritte auf dem Weg zur Zertifizierung	142
	Technische Regeln im Rohrleitungsbau	143
	Schrifttum	155