Inhaltsverzeichnis

1.	**Rehabilitation von Wasserversorgungsnetzen als Daueraufgabe der Wasserversorgungsunternehmen**	17
1.1.	Sanieren oder Erneuern?	17
1.2.	Instandhaltungsstrategie = Zukunftsstrategie = Unternehmensstrategie	21
1.2.3.	Das unterirdische Milliardenobjekt Rohrnetz	21
1.2.2.	Rohrnetz-Zustandsanalyse als Grundlage der Rehabilitation	22
1.2.3.	Einteilung der Rohrmaterialien nach Leitungsgruppen	24
1.2.4.	Wie viel muss in die Substanzerhaltung und -erneuerung der Wasserversorgungsnetze investiert werden?	26
1.2.5.	Netzrehabilitation wurde in Zürich zur Unternehmenspolitik	30
1.2.6.	Ziel der Rohrnetzrehabilitation: Sollzustand = Rohrnetz 21. Jahrhundert	32
1.3.	Zur Entwicklung der einheitlichen Wasserversorgung in Deutschland	35
1.3.1.	Der Beginn der neuzeitlichen Wasserversorgungstechnik bis 1945	35
1.3.2.	Entwicklung nach dem 2. Weltkrieg	38
1.3.3.	Bemessungs- und Berechnungsgrundlagen (Wasserverbrauch, Druckhöhe, Löschwasserversorgung)	40
1.3.4.	Unterbringung von Rohrleitungen und Armaturen in öffentlichen Flächen	45
1.3.5.	Baumschutzmaßnahmen und Baumpflanzungen im Bereich von Versorgungsleitungen nach GW 125	59
1.3.6.	Offene Bauweise und geschlossene Bauweise im Vergleich	62
1.3.7.	Rohrnetzbestand in Deutschland	66
1.4.	Rohrmaterialien – Herstellung, Rohrverbindungen und Korrosionsschutz	69
1.4.1.	Vorbemerkungen zur Entwicklung der Rohrleitungstechnik	69
1.4.2.	Gusseisenrohre	71
1.4.3.	Stahlrohre	78
1.4.4.	Zementmörtelauskleidung von Guss- und Stahlrohren	86
1.4.5.	Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonrohre	86
1.4.6.	Asbestzementrohre	87
1.4.7.	Kunststoffrohre	88
1.5.	Bildung von Leitungsgruppen (Einteilung der Rohrmaterialien nach Rohrgenerationen)	92
2.	**Schäden und Schadensursachen, Schadenserfassung und Zustandsbewertung**	95
2.1.	Ziele und Kriterien der Schadenserfassung und Zustandsbewertung	95
2.2.	Die zunehmende Beanspruchung liegender Rohrleitungen im Straßenraum	101
2.2.1.	Wesentliche Schadensursachen aus Lage und Einordnung der Leitungen	101
2.2.2.	Einflussfaktoren und Schadensursachen	102
2.3.	Schadensarten an Rohrleitungen	109
2.3.1.	Klassifikation von Schäden an Rohrleitungen	109

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/986388807

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

2.3.2. Herstellungs- und Materialschäden an Rohren ... 110
2.3.3. Schäden durch fehlerhafte Verlegung oder Montage ... 112
2.3.4. Schäden durch technisch-physikalische oder chemische Alterung ... 113
2.3.5. Schäden durch natürliche und künstliche Bodenbewegungen ... 117
2.3.6. Betriebs- und Rehabilitationsschäden ... 118
2.4. Wasserverlustmessungen zur Ermittlung von Rohrschäden ... 122
2.4.1. Notwendigkeit permanenter Wasserverlustanalysen zur Schadensermittlung ... 122
2.4.2. Wasserverluste – ein Dauerproblem seit Bestehen der einheitlichen Wasserversorgung ... 122
2.4.3. Betriebswirtschaftliche Bewertung von Wasserverlusten ... 125
2.4.4. Beurteilung der Wasserverluste nach W 392 (Mai 2003) ... 126
2.4.5. Wasserverlustermittlung ... 126
2.4.6. Verfahren der Wasserverlustmessung ... 131
2.4.7. Leckortungsmethoden ... 132
2.4.8. Wasserverluste durch Lochkorrosion sowie Längs- und Querrisse ... 134
2.4.9. Zonenmessung zur Ermittlung von Wasserverlusten am Beispiel von Stuttgart ... 136
2.4.10. Moderne Gerätetechnik zur Verlustüberwachung ... 139
2.5. Schadensstatistik – Erfassung und Bewertung von Schadensereignissen ... 140
2.5.1. Ziele und Inhalt der Schadenserfassung ... 140
2.5.2. Schadensstatistik des DVGW ... 141
2.5.3. Ergebnisse der DVGW-Schadensstatistik Wasser aus den Jahren 1997 bis 2004 ... 143
2.5.4. Schadenserfassung im Unternehmen (Beispiele) ... 145
2.5.5. Zustandsuntersuchungen versus Schadensstatistik (Möglichkeiten und Grenzen der Schadensstatistik) ... 155
2.5.6. Vergleich von Bewertungssystemen für Wasser- und Gasrohrnetze ... 157
2.6. Materialtechnische Zustandsuntersuchung ... 161
2.6.1. Ziele der materialtechnischen Zustandsbewertung ... 161
2.6.2. Materialtechnische Zustandsbewertung metallischer Rohrleitungen ... 162
2.6.3. Zustandsbeurteilung nach *Böhm* ... 163
2.6.4. Weitere Techniken und Beurteilungskriterien zur Zustandserfassung ... 164
2.6.5. Materialtechnische Zustandsbewertung nach *Sorge* ... 165
2.6.6. Durchführung der vereinfachten materialtechnischen Zustandsuntersuchung ... 170
2.6.7. Durchführung der präzisen materialtechnischen Zustandsuntersuchung ... 173
2.6.8. Nutzung der Untersuchungsergebnisse ... 176
2.6.9. Schlussfolgerungen ... 178
2.7. Hydraulische Bewertung von liegenden inkrustierten und sanierten Leitungen ... 179
2.7.1 Hydraulische Bewertung von liegenden inkrustierten und sanierten Leitungen ... 179
2.7.2. Hydraulische Berechnung von Wasserrohrnetzen ... 181
2.7.3. Rohrnetzberechnung mit STANET ... 182

3. Bestimmung der optimalen Rehabilitationsstrategie ... 187

3.1. Der Prozess der Alterung und Erneuerung von Wasserrohrnetzen ... 187
3.2. Rehabilitationsstau = Substanzverlust ... 189
3.2.1. Wann tritt Rehabilitationsstau auf? ... 189

3.2.2.	Die Problematik fehlender oder verzögerter Rehabilitation am Beispiel von Berlin	191
3.3.	Die strategische Langzeitplanung nach W 401	191
3.3.1.	Zielstellung	192
3.3.2.	Technische Kriterien	192
3.3.3.	Wirtschaftliche und unternehmensspezifische Kriterien	193
3.3.4.	Externe Einflüsse	193
3.4.	Rehabilitationsplanung nach W 400-3	193
3.5.	Erneuerungsstrategien von Städten	199
3.5.1.	Rehabilitationsplanung bei der EnBW Regional AG (Stuttgart)	199
3.5.2.	Rehabilitationsstrategie in Hamburg	203
3.5.3.	Zustandsorientierte Rehabilitationsstrategie des Wasserversorgungsnetzes Erfurt	205
3.6.	EDV-gestützte Rehabilitationsplanung	209
3.6.1.	Zustandsorientierte Rehabilitationsstrategien mit dem Programmpaket OptNet	209
3.6.2.	Bestimmung des Wiederbeschaffungswertes	216
3.6.3.	Die optimale Netzgestaltung	222
3.6.4.	EDV-gestützte Rehabilitationsplanung mit KANEW	230
3.7.	Einfluss externer Kosten auf die Erneuerungsplanung städtischer Wasserversorgungsnetze	240
3.8.	Flächendeckende Rehabilitation	247
3.8.1.	Beispiele flächendeckender Rehabilitation	247
3.8.2.	Gegenüberstellung der Rehabilitation von Einzelstrecken und flächendeckend in einer Studie	248
4.	**Sanierungs- und Erneuerungsverfahren**	255
4.1.	Entwicklung der Rehabilitationsverfahren	255
4.2.	Vorbereitung der Rehabilitation	259
4.2.1.	Rohrreinigung zur Vorbereitung der Sanierung	259
4.2.2.	TV-Inspektion und vermessungstechnische Arbeiten	262
4.2.3.	Vorbereitung der Rehabilitation durch Ersatzversorgung nach W 394	263
4.3.	Zementmörtelauskleidung	264
4.3.1.	2006 – 50 Jahre Zementmörtelauskleidung	264
4.3.2.	Merkmale des Verfahrens (W 343 auszugsweise)	265
4.3.3.	Außerbetriebnahme der Rohrleitung und Reinigung	266
4.3.4.	Auskleidungsverfahren	267
4.3.5.	Anforderungen an die eingesetzten Materialien	268
4.3.6.	Anforderung an das ausführende Fachunternehmen	269
4.3.7.	Verfahrenstechnische Gütesicherung	269
4.4.	Gewebeschlauchrelining	271
4.4.1.	Gewebeschlauchrelining mit Verklebung des Gewebeschlauchs	271
4.4.2.	Gewebeschlauchrelining-Verfahren ohne Verklebung des Gewebeschlauchs	277
4.4.3.	Vorbereitung und Baustelleneinrichtung	279
4.4.4.	Rohrreinigung, Inspektion, Kalibrierung	279
4.4.5.	Inbetriebnahme	280
4.4.6.	Herstellen von Abzweigen und Anschlüssen	280
4.4.7.	Nachweise für eine qualitätsgerechte Sanierung	280
4.4.8.	Vergleich zur konventionellen Neuverlegung	280

4.5.	Relining mit PE-Rohren	281
4.5.1.	Merkmale des Verfahrens	281
4.5.2.	Verfahrensbeschreibung, Materialauswahl	281
4.5.3.	Vorbereitung und Baustelleneinrichtung	285
4.5.4.	Rohrreinigung und Inspektion	286
4.5.5.	Rohreinzug	287
4.5.6.	Ringraumverfüllung	288
4.5.7.	Inbetriebnahme	288
4.5.8.	Herstellen von Abzweigen und Anschlüssen	289
4.5.9.	Dokumentation und Erfahrungen	289
4.6.	Relining mit Stahl- und duktilen Gussrohren	290
4.6.1.	Merkmale des Verfahrens	290
4.6.2.	Verfahrensbeschreibung	291
4.6.3.	Vorbereitung und Baustelleneinrichtung	292
4.6.4.	Rohrreinigung und Inspektion	292
4.6.5.	Rohreinzug	293
4.6.6.	Verfüllen des Ringraumes	295
4.6.7.	Inbetriebnahme	297
4.6.8.	Herstellen von Abzweigen und Anschlüssen	297
4.6.9.	Vergleich zur konventionellen Neuverlegung	298
4.7.	Grabenlose Auswechselungen von Gas- und Wasserrohrleitungen mit dem Press-/Ziehverfahren und dem Hilfsrohrverfahren	298
4.7.1.	Einleitung	298
4.7.2.	Vorteile und praktische Erfahrungen	299
4.7.3.	Press-/Ziehverfahren – Verfahrensbeschreibung	301
4.7.4.	Hilfsrohrverfahren – Verfahrensbeschreibung	303
4.8.	Weiterentwicklung des hydros®-Verfahrens	313
4.8.1.	Die einzelnen Varianten des hydros®-Verfahrens	313
4.8.2.	Erneuerung von Versorgungsleitungen aus duktilen Rohrwerkstoffen mit dem hydros®STEEL-Verfahren	314
4.8.3.	Erneuerung von Versorgungsleitungen aus spröd brechenden Rohrwerkstoffen mit dem hydros®SAFETY-Verfahren	316
4.8.4.	Neulegung von Versorgungsleitungen im hydros®STAR-Verfahren	318
4.9.	Press-/Zieh- und verwandte Verfahren für die Auswechselung von Hausanschlussleitungen	320
4.9.1.	Einleitung	320
4.9.2.	Lage der Hausanschlussleitungen	320
4.9.3.	Notwendigkeit der Auswechselung der Hausanschlussleitungen	320
4.9.4.	Anforderungen an die in grabenloser Bauweise hergestellten Hausanschlussleitungen	321
4.9.5.	Vorteile grabenloser Techniken im Hausanschlussbereich und Vergleich zur konventionellen Rohrlegung	322
4.9.6.	Press-/Ziehverfahren zur grabenlosen Auswechselung von Hausanschlussleitungen aus Stahl	322
4.9.7.	Schneid-Ziehverfahren zur Auswechselung von Hausanschlussleitungen aus Blei und Kunststoff	324
4.9.8.	Innendruckgestütztes Aufwickelverfahren zur Erneuerung von Hausanschlussleitungen aus Blei mit dem hydros®LEAD-Verfahren	327
4.10.	Berstlining-Verfahren	334
4.10.1.	Vorbemerkungen	334
4.10.2.	Statisches Berstlining mit Schnellklinkengestänge	335
4.10.3.	Rohre	338
4.10.4.	Anmerkungen zur Wirtschaftlichkeit	342
4.10.5.	Fazit	344

4.11. Kathodischer Korrosionsschutz zur Rehabilitation von Stahlrohrleitungen .. 345
4.11.1. Kathodischer Korrosionsschutz nach GW 10 345
4.11.2. Allgemeine elektrochemisch wirkende Schutzmaßnahmen bei Leitungen ohne kathodischen Korrosionsschutz 345
4.11.3. Untersuchung der „Kathodenschutzwürdigkeit" 346
4.11.4. Planung des kathodischen Korrosionsschutzes als Sanierungsmaßnahme.. 346

5. Beachtung der hygienischen Anforderungen und der Wassergüte *(Chemismus)* bei der Materialauswahl 349

5.1. Einführung 349
5.2. *Kunststoffe und andere organische Materialien* 351
5.2.1. Anforderungen an Kunststoffe und andere organische Materialien 351
5.2.2. Die Leitlinien des Umweltbundesamtes als Weiterentwicklung der KTW-*Empfehlungen* 352
5.2.3. DVGW-Arbeitsblatt W 270 354
5.2.4. DVGW-Prüfzeichen und RAL-Gütezeichen der Gütegemeinschaft *Kunststoffrohre* 354
5.2.5. Hinweis für die Herstellung von Beschichtungen 354
5.3. Zementmörtelausgekleidete Rohrleitungen 355
5.3.1. Herstellung und Anforderungen 355
5.3.2. Zementmörtel 356
5.3.3. Wechselwirkungen zwischen Wasser und Zementmörtel 357
5.3.4. Behandlung von zementmörtelausgekleideten Leitungen 363
5.3.5. Einsatzempfehlungen 368
5.3.6. Inbetriebnahme – Spülung und Desinfektion 370
5.4. Spülverfahren und Spülstrategien für Trinkwasserversorgungsnetze 373
5.4.1. Einleitung 373
5.4.2. Spülverfahren 374
5.4.3. Spülstrategien 377

6. Technische Regeln und Qualifikationskriterien der Rohrleitungsbauunternehmen 379

6.1. Einführung der Qualitätskontrolle in Deutschland 379
6.2. Qualifikation und Qualifikationskriterien nach GW 301 für Rohrleitungsbauunternehmen 380
6.2.1. DVGW-Arbeitsblatt GW 301 380
6.2.2. Geltungsbereich 380
6.2.3. Antragstellung 382
6.2.4. Prüfungsbescheinigungen 382
6.2.5. Fortbildung und Unterweisung 384
6.2.6. Geschäftsordnung für die Zertifizierung von Fachunternehmen 384
6.2.7. Schlussbetrachtung 385
6.3. Technische Regeln im Rohrleitungsbau 387

Literaturverzeichnis 391

Sachwortverzeichnis 415

Verzeichnis der Inserenten 422

Erläuterungen zur DVD-ROM 423