Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 Einleitung 1

Kapitel 2 Wasserverluste noch in Prozent? 3
2.1 Verlustausweisung mit Kennwerten 3

Kapitel 3 Viele Einflüsse in Bezug auf Wasserverluste 7

Kapitel 4 Schadensdynamik im Rohrnetz 9

Kapitel 5 Laufzeiten von Leckstellen 11
5.1 Leckmengen an Leckagen 12
5.2 Ausströmgeschwindigkeiten 14
5.3 Ausströmkräfte 14
5.4 Leckmengen in der Inneninstallation 14
5.5 Leckverluste an undichten Armaturen 15

Kapitel 6 „Scheinbare" und „reale" Wasserverluste 17
6.1 Scheinbare Verluste 17
6.2 Reale Verluste 17

Kapitel 7 Verlustsenkungsstrategie 19
7.1 Verfahren der Dichtheitsmessung 19
7.2 Zonenüberwachung 20
7.3 Laufzeitreduzierung 20

Kapitel 8 Leckortungsverfahren und -methoden 23
8.1 Grundlagen zur Wasserleckortung 23
8.2 Rohrmaterialien und deren Schallausbreitungsbedingungen 24
8.3 Schallausbreitung bei großen Rohrdimensionen 25
8.4 Physik des Rohrbruchs 26

Kapitel 9 Mechanische akustische Geräte 29
9.1 Horchdose 29
9.2 Ambronn'sches Membrangeophon 30
9.3 Elektro-akustisches Verfahren 31
9.3.1 Vorortung 32
9.3.2 Lokalisation 33
9.4 Wünschelruten 34
9.4.1 Was sind Wünschelruten? 34
9.4.2 Die Rutenbewegungen 36
9.5 Leckortungsmethoden mit der Wünschelrute um 1909 36
9.5.1 Schriften des Verbandes zur Klärung der Wünschelrutenfrage 36
9.5.2 Ergebnisse der Wünschelrutengänge 37
9.6 Orten von Wasseradern 39

Kapitel 10 Tipps und Tricks zur elektro-akustischen Methode 41
10.1 Rohrnetzpläne und GIS 41
10.2 Auf der Trasse orten, Leitungssuche 41
10.3 Leckagen auf PE-Hausanschlüssen 41
10.4 Großflächig vorgehen 42
10.5 Gefrorener Boden 42
10.6 Verschiedene Oberflächen und weiche Böden 42
10.7 Der Schallquelle nähern 43
10.8 Leckwasser tritt in Wasser aus 43
10.9 Luftprüfmethode 44
10.10 Zu viele Störgeräusche 44

10.11 Eine rechnerische Leckortung ... 44
10.12 Druckmessungen für die Vorortung von Leckagen ... 45
10.13 Sicherheit und Unfallschutz in der Wasserrohrnetzüberprüfung ... 45
10.14 Zusammenfassung ... 46

Kapitel 11 Korrelation ... 47
11.1 Lecks und Leckgeräusche ... 47
11.2 Korrelation auf Basis der akustischen Leckortung ... 47
11.3 Vorteil und Grenzen des Korrelators zum elektro-akustischen Verfahren ... 48
11.4 Korrelatoren sind salonfähig geworden ... 49
11.4.1 Korrelationsformel ... 52
11.5 Das Wort „Korrelation“ ... 52
11.6 Ein Versuch, die Funktion eines Korrelators einfach zu erklären ... 52
11.7 Korrelatoren – Korrelationsausrüstung ... 54
11.8 PC-Korrelatoren ... 54
11.9 Anwenderfreundliche Kleingeräte ... 55
11.10 Sendetechnik ... 56
11.11 Körperschallmikrofone ... 57
11.11.1 Hydrophone ... 58
11.12 Sinnvolles Zubehör ... 60
11.12.1 Messrad ... 60
11.12.2 Kappenhammer ... 60
11.12.3 Akustisches Leckortungsgerät ... 60
11.12.4 Absperrmaterial ... 60
11.13 Frequenzen bei Leckgeräuschen ... 61
11.13.1 Frequenzfilter ... 61
11.14 Kohärenz ... 61
11.14.1 FFT-Funktion ... 62
11.15 Die Schallgeschwindigkeit als kritische Größe? ... 62
11.15.1 Die Schallgeschwindigkeit variieren ... 62
11.15.2 Messen der tatsächlichen Schallgeschwindigkeit ... 63
11.16 Darstellung der aufbereiteten Signale ... 64
11.17 Einstellparameter – Ablauf ... 65
11.18 Nichtmetallische Leitungen ... 66
11.19 Gasgefüllte Leitungen ... 68
11.20 Korrelation an Fernheizleitungen ... 68
11.21 Lufteinschlüsse in der Leitung ... 69
11.22 Ursache von Fehlortungen ... 69
11.22.1 Falsche Leitungslänge ... 69
11.22.2 Falsche Leitungsangaben ... 69
11.22.3 Falsche Deutung von Messergebnissen ... 70
11.22.4 Reflexionen des Schalls auf Hausanschlüssen ... 70
11.22.5 Extremfälle ... 71
11.22.6 Mikrofon zu nahe an einem laufenden Wasserzähler ... 71
11.23 Systematische Rohrnetzüberprüfungen mit dem Korrelator ... 71
11.24 Tipps und Hinweise zu Korrelationsmessungen „Der Korrelator zeigt die Richtung zur Leckstelle“ ... 72
11.24.1 Hinweis auf Leckstellenposition ... 72
11.24.2 Beispiel zu einer gezielten Ortung ... 72
11.24.3 Mehrere Peaks bei einer Messung ... 73
11.24.4 Hausanschlusseinbindung unbekannt ... 73
11.24.5 Die Leckstelle sollte messtechnisch in der Mitte liegen ... 73
11.24.6 Nachkontrolle ... 74
11.25 Zusammenfassung ... 74

Kapitel 12 Geräuschpegelmessung ... 75
12.1 Zur Geschichte ... 75
12.2 Geräteaufbau ... 77
12.3 Anwendungstechnik ... 83
12.3.1 Messplanung ... 83
12.3.2 Programmierung – Einstellung ... 84
12.3.3 Grundpegel ... 84
12.3.4 Teilzonenstrategie ... 85
12.3.5 Permanentstrategie ... 86
12.4 Leckerkennung ... 86
12.5 Vorteile der Geräte ... 90
12.6 Nachteile der Geräte ... 90
12.7 Zusammenfassung ... 90

Kapitel 13 Zuflussmessverfahren ... 91
13.1 Allgemeine Beschreibung ... 91
13.2 Geschichtliche Grundlagen ... 91
13.3 Messungsvorplanung ... 95
13.3.1 Schieberkontrolle und Vorbereitung ... 96
13.3.2 Einwohnerermittlung ... 96
13.3.3 Arbeitslisten – Ablauf ... 96
13.4 Messsysteme ... 97
13.5 Software ... 97
13.6 Messablauf ... 98
13.6.1 Schieberdichtheit ... 99
13.7 Ermittlung des Nachtmindestverbrauches ... 100
13.8 Auswertung der Messergebnisse ... 101
13.9 Druckeinspeisemethode ... 102
13.10 Das Streubreitenverfahren ... 103
13.11 Zuflussmessung, unterer Umkehrpunkt ... 104
13.12 Verwendung der Messdaten ... 105
13.13 Zusammenfassung ... 106

Kapitel 14 Gasprüfverfahren ... 107
14.1 Gasprüfverfahren mit Formiergas ... 107
14.2 Leichte und schwere Gase ... 107
14.2.1 Begriff ppm ... 108
14.3 Wasserstoff H_2 ... 108
14.4 Das Gasprüfverfahren ist eine besonders wirtschaftliche Ortungstechnik ... 108
14.5 Die Gasprüfmethode in der Anwendung ... 109
14.6 Über die Diffusion und Ausbreitung von Gasen im Erdreich ... 109
14.7 Einsatz von Helium oder Gasgemische mit Helium? ... 110
14.8 Einsatz eines Gasgemisches aus 5 % Methan und Argon? ... 110
14.9 Das Gas und die Gasmenge ... 110
14.9.1 Die 5-Prozent-Mischung ist nach ISO 10156 als unbrennbar eingestuft ... 111
14.10 Der Inhalt der Leitung ist vorher zu berechnen, um den Bedarf an Flaschen zu ermitteln ... 111
14.11 Gas eingeben ... 112
14.12 Gasnachweis mit Halbleitersensoren und CH_4-Kalibrierung ... 113
14.13 Gasnachweis mit selektivem Wasserstoffsensor ... 114
14.14 Die Vorortung ... 114
14.15 Die Lokalisation des Schadens ... 115
14.16 Beispiel einer Leckortung mit Gas an Leitungen unter Bodenplatten ... 115
14.17 Beispiel einer undichten Decke einer Tiefgarage ... 116
14.18 Zusammenfassung ... 117

Kapitel 15 Leckortung in Hausinstallationen ... 119
15.1 Allgemeine Tipps zur Leckortung ... 119
15.2 Über die Leckgeräusche ... 119
15.3 Geräuschausbreitung ... 119
15.4 Die reduzierte Schallausbreitung bei nichtmetallischen Rohren ... 120
15.4.1 Nichts gehört – nichts vorhanden? ... 120
15.5 Den Schaden lokalisieren ... 121
15.6 Luft als Hilfe zur Geräuschverstärkung ... 121
15.7 Gerätetechnik ... 121
15.8 Die Argumente zu den Geräten ... 122
15.9 Inbetriebnahme und zur Einarbeitung die Empfehlung einiger Versuche ... 123
15.10 Verstärkungsregler ... 123
15.10.1 Anzeige der Geräuschstärke in einem Display ... 123
15.11 Erfahrungen von Profis ... 124
15.12 Zusammenfassung ... 124

Kapitel 16 Leckortung mit Ultraschallsystemen an Gebäudeleitungen ... 125
16.1 Vergleich zur elektro-akustischen Leckortung ... 125
16.2 Luft als Medium für die Ortung mit Ultraschallsystemen ... 125
16.3 Was ist technisch anders bei der Ortung mit Ultraschall? ... 125
16.4 Funktionsbeschreibung eines Ultraschallgerätes ... 126
16.5 Zusammenfassung ... 126

Kapitel 17 Schachtbauwerke – Lebensgefahr durch Sauerstoffmangel, toxische Gase oder Explosionsgefahr ... 127
17.1 Grundbegriffe zu Gasen ... 127
17.2 Was sagt die Berufsgenossenschaft zu Schachtbauwerken? ... 128
17.2.1 Einschlägige Vorschriften und Regelwerke ... 129
17.3 Schachtbesteigung um die Jahrhundertwende ... 129
17.4 Rettung von Personen ... 130
17.5 Geräte für die Schachtüberprüfung ... 130
17.6 Messung in Schächten ... 131
17.7 Die Sauerstoffmessung reicht nicht aus ... 132
17.8 Zusammenfassung ... 133

Kapitel 18 Rohr- und Kabelortung an metallischen und nichtmetallischen Leitungen ... 135
18.1 Einleitung ... 135
18.2 Aufgrabungen an der falschen Stelle sind teuer ... 135
18.3 Zwei Beispiele von Leitungsortungen ... 135
18.4 Einige technische Grundbegriffe ... 137
18.4.1 Die Leitung muss elektrisch leitfähig sein, um sie orten zu können ... 137
18.4.2 Magnetfeldortung ... 137
18.4.3 Passive Ortung ... 138
18.5 Das Prinzip der Signalerkennung ... 138
18.5.1 Minimum-Methode ... 139
18.5.2 Maximum-Methode ... 140
18.6 Besendung mit dem Tongenerator ... 141
18.6.1 Identifikation eines Zielleiters ... 141
18.7 Der technische Aufbau von Leitungssuchgeräten ... 141
18.8 Besendung einer Leitung ... 145
18.8.1 Der galvanische, direkte Anschluss an die Leitung ... 146
18.8.2 Endleitungen ... 147
18.8.3 Direkter Anschluss mit Leiterschleife ... 148
18.8.4 Die induktive, indirekte Ankopplung des Senders ... 149
18.8.5 Die direkte Besendung eines Stromkabels ... 151
18.8.6 Die Anlegezange, eine andere Form der induktiven Besendung ... 151
18.8.7 Der kapazitive Anschluss ... 152

18.9 Tiefenmessung mit der 45°-Methode ... 153
18.9.1 Tiefenmessung per Knopfdruck ... 153
18.10 Terrain-Sondierung ... 154
18.10.1 Unbekannte Abgänge suchen ... 155
18.11 Ortung nichtmetallischer Leitungen ... 155
18.11.1 Das Orten von PE-Leitungen ... 157
18.12 Anwendung von Glasfasersonden mit innen liegenden leitfähigen Kupferkabeln ... 157
18.12.1 Orten von nichtmetallischen Versorgungsleitungen ... 159
18.13 Einhand-Geräte für die Leitungsortung ... 160
18.13.1 Terrain-Sondierung mit einem Einhand-Empfänger ... 160
18.13.2 Bestimmung der Leitungsrichtung ... 161
18.13.3 Die Tiefenermittlung ... 162
18.13.4 Trassenverfolgung ... 162
18.14 Fehlortungen und Korrekturen ... 163
18.14.1 Verschiebungen des elektromagnetischen Kraftfeldes ... 163
18.15 Leitungssuche mit der Wünschelrute ... 165
18.15.1 Die Lagebestimmung mit dem Schweißdraht ... 166
18.16 Über das Einmessen von Leitungen in der Praxis ... 167
18.17 Rohrnetzpläne ... 167
18.17.1 Symbole für Rohrnetzpläne ... 167
18.17.2 Planmaßstäbe und Darstellung ... 167
18. 17.3 Dreieckvermessung ... 168
18.17.4 Rechtwinklige Vermessung ... 168
18.17.5 Planmuster ... 168
18.18 Zusammenfassung ... 169

Kapitel 19 Kappen- und Schiebergestängeortung ... 171
19.1 Ortung von verdeckten Kappen der Schieber und Hydranten, Ortung von Schachtdeckeln ... 171
19.2 Magnetische Geräte (AQUA-Kappensucher) ... 171
19.2.1 Ein interessanter Versuch mit dem AQUA ... 173
19.3 Metallsuchgeräte sind schneller und besser ... 173
19.4 Magnetometer zur Kappen- und Gestängeortung – besser geht es kaum ... 174
19.5 Zusammenfassung ... 176

Kapitel 20 Rohrnetzberechnung auf der Grundlage von Rohrnetzanalysen ... 177
20.1 Allgemeines ... 177
20.2 Warum Rohrnetzanalyse? ... 178
20.2.1 Aufbereitung der Verbrauchsdaten ... 180
20.2.2 Ermittlung der Belastungsdaten ... 181
20.2.3 Problematik bei der Ermittlung von Knotenlasten ... 181
20.3 Rohrnetzmessungen und deren Auswertungen ... 182
20.3.1 Zuflussmessungen ... 182
20.3.2 Druckmessungen ... 183
20.3.3 Messgeräte ... 184
20.3.4 Durchführung der Rohrnetzmessung ... 185
20.3.5 Messvergleichsrechnungen ... 185
20.4 Beurteilungskriterien bei Planungsrechnungen ... 186
20.5 Zusammenfassung ... 188

Kapitel 21 Strategische Erneuerungsplanung von Wasserrohrnetzen ... 189
21.1 Vorgehensweise ... 189
21.2 Festlegen der langfristigen Erneuerungsrate ... 189
21.3 Identifizieren von konkreten Erneuerungsprojekten ... 191
21.4 Zusammenfassung ... 193

Anhang

A 1 Literaturverzeichnis 195
A 2 Abbildungsverzeichnis 196
A 3 Tabellenverzeichnis 202
A 4 Sachwortverzeichnis 203