

Schriftenreihe aus dem
Institut für Rohrleitungsbau
Oldenburg



Band 14

FEHLER IN DER KANALSANIERUNG

ERKENNEN - VERMEIDEN
2. Auflage

Herausgeber: Dr.-Ing. Hans-Jürgen John
und
Prof. Dipl.-Ing. Joachim Lenz

VULKAN  VERLAG

Inhalt

1	Einleitung	11
1.1	Sanierungsfall Kanalnetz	11
1.2	Einordnung der in diesem Buch behandelten Verfahren	11
1.3	Close-Fit – Wie dieser Begriff zu verstehen ist	11
1.4	Zum Verständnis dieses Buches	14
2	Werkstoffe	16
2.1	Geschichtliche Entwicklung – Überblick	16
2.2	Einteilung der Kunststoffe	18
2.2.1	Eigenschaften	20
2.2.2	Langzeitverhalten	20
2.2.2.1	Langzeitverhalten von Thermoplasten	23
2.2.2.2	Langzeitverhalten von Duroplasten	25
2.2.3	Chemikalienbeständigkeit	27
2.2.4	Gasdichtigkeit (Permeation)	28
2.3	Thermoplaste	29
2.3.1	PVC	29
2.3.2	Polyethylen (PE)	30
2.3.2.1	Niederdruckpolyethylen	30
2.3.2.2	Hohdruckpolyethylen	31
2.4	Duroplaste (GFK)	32
2.4.1	Harze	32
2.4.1.1	Ungesättigte Polyesterharze (UP-Harze)	32
2.4.1.2	Epoxidharze (EP-Harze)	34
2.4.1.3	Polyurethanharze (PUR-Harze)	34
2.4.2	Textilglas	34
2.4.3	Synthesefasern	35
2.4.4	Zuschlagstoffe	35
2.4.5	Härtungsverfahren	35
3	Fehler	37
3.1	Langrohr- und Rohrstrang-Relining	37
3.1.1	Fehlermatrix für das Langrohr- und Rohrstrang-Relining	37
3.1.2	Falsche Wahl der Inliner-Rohre	37
3.1.3	Transportfehler und falsche Lagerung der Rohre	39
3.1.4	Fehlerhafte Schweißung der Rohre	40
3.1.5	Risiken beim Einziehen der Rohre	42
3.1.5.1	Berechnung der Zugbelastbarkeit	42
3.1.5.2	Befestigung des Zugseils	45
3.1.5.3	Dimensionierung der Einziehbaugruben	46
3.1.5.4	Aufstellen der Zugwinden	48
3.1.6	Schachteinbindungen der Inliner-Rohre	48
3.1.7	Axiale Längenausdehnung	49
3.1.8	Risiken der Ringraumverfüllung	50

3.1.9	Risiken der Abzweiginbindung	56
3.1.10	Zusammenfassung	57
3.2	PE-HD-Kurzrohr-Relining	57
3.2.1	Fehlermatrix für das PE-HD-Kurzrohr-Relining	57
3.2.2	Fehlerhafte Steckverbindungen	57
3.2.3	Fehlerhafte oder beschädigte Dichtelemente	61
3.2.4	Schweißverbindungen der Kurzrohre	62
3.2.5	Unsachgemäße Lagerung der Rohre	63
3.2.6	Fehler beim Einbau der Kurzrohre	64
3.2.7	Ringspaltverfüllung	64
3.2.7.1	Beulfestigkeit der Rohre	65
3.2.7.2	Aufschwimmen	65
3.2.7.3	Einsatz von Porenleichtbeton	65
3.2.7.4	Fehlerhafte Verfüllung	66
3.2.8	Axiale Längenänderung	67
3.2.9	Einbindung von Zuläufen	67
3.2.10	Fehler beim Einbinden der Abzweige	69
3.2.11	Fehlervermeidung	70
3.3	Verformungsverfahren	70
3.3.1	Fehlermatrix für das Verformungsverfahren	70
3.3.2	Anmerkungen zum Verfahrensprinzip	70
3.3.3	Fehlerhafte Lagerung und Anlieferung	73
3.3.4	Einsatzgrenzen der Verfahren	73
3.3.5	Falsche Umfangsdimensionierung	74
3.3.6	Fehlerhafte Kalibrierung	76
3.3.7	Einbaufehler	77
3.3.8	Risiken des Reversionsprozesses	78
3.3.9	Ringspaltbildung durch Schrumpfen	79
3.3.10	Axial verlaufende Falten	80
3.3.11	Deformationen und Abflachungen	80
3.3.12	Beschädigungen der Rohre beim Aufweiten	80
3.3.13	Kondensatbildung	81
3.3.14	Axiale Lageveränderung	81
3.3.15	Fehler bei der Abzweiginbindung	82
3.3.16	Ringspaltbildung	82
3.3.17	Statische Belastungen bei reversierten Rohren	82
3.3.18	Beulverhalten	83
3.3.19	Zusammenfassung	84
3.4	Reduktionsverfahren	84
3.4.1	Fehlermatrix für das Reduktionsverfahren	85
3.4.2	Einziehrisiken	85
3.4.3	Dimensionierung der Baugruben	89
3.5	Wickelrohr-Relining	89
3.5.1	Fehlermatrix für das Wickelrohr-Relining	90
3.5.2	Undichtheiten	91
3.5.2.1	Fehlerhafte Schlossverklebung	91
3.5.2.2	Fehlerhafte Schlossverklammerung	91
3.5.2.3	Fehlerhafte oder beschädigte Dichtelemente	91

3.5.2.4	Zu große Schlosstoleranzen	91
3.5.3	Durchdringungen	91
3.5.4	Beulen	91
3.5.5	Durchmesservergrößerung	91
3.5.6	Vertikale Lageveränderung	92
3.6	Schlauch-Relining-Verfahren	92
3.6.1	Fehlermatrix für das Schlauch-Relining	93
3.6.2	Axial verlaufende Falten	93
3.6.3	Radial verlaufende Falten	99
3.6.4	Spiralförmig verlaufende Falten	99
3.6.5	Wanddickenüberschreitung oder -unterschreitung (Dicke laut statischem Nachweis)	100
3.6.6	Korrosion	101
3.6.7	Lufteinschlüsse und Undichtigkeiten	101
3.6.8	Axiale Lageveränderung und radialer Schrumpf nach der Aushärtung	103
3.6.9	Nicht erreichte Materialkennwerte	103
3.6.10	Einbauschwierigkeiten	104
3.6.11	Beurteilung nach der Aushärtung mit Verformungen über 3 % örtlich begrenzte Verformungen	105
3.6.12	Nahtbruch und Nahtimperfection	107
3.6.13	Imperfektionen an hergestellten Seitenzuläufen	108
3.6.14	Zulässige Imperfektionen	109
3.6.14.1	Ringspalt (produktspezifisch)	109
3.6.14.2	Lufteinschlüsse	109
3.6.14.3	Verformungen bis maximal 3 %	109
3.7	Montageverfahren	109
3.7.1	Fehlermatrix zu den Montageverfahren	110
3.7.2	Wölbungen	110
3.7.3	Destruktion des Laminates	111
3.7.4	Korrosion an den GFK-Bauteilen	112
4	Bewertung	114
4.1	Eigen- und Fremdüberwachung im gesamten Prozess	114
4.2	Mangelnde Baustellenvorbereitung durch den Auftraggeber	114
4.3	Mangelnde Baustellenvorbereitung durch die Sanierungsfirma	115
4.4	Produktion der Sanierungsmaterialien	115
4.5	Fehlerursachen bei der Ausführung der Sanierungsmaßnahmen	117
5	Reparatur von Sanierungsfehlern	119
5.1	Einleitung und Fehlerkategorien	119
5.2	Verfahrensweise Diskussion der Fehlerbeseitigung	120
5.2.1	Langrohr-Relining	120
5.2.2	Kurzrohr-Relining	120
5.2.3	Wickelrohr-Relining	120
5.2.3.1	Statische Tragfähigkeit nicht ausreichend	120
5.2.3.2	Hydraulische Hindernisse	120
5.2.3.3	Druckprobe versagt, Undichtigkeit nicht lokalisierbar	121

5.2.3.4	Korrosionsschutz gestört	121
5.2.3.5	Lagestabilität	121
5.2.4	Schlauch-Relining	121
5.2.4.1	Liner statisch großflächig mangelhaft	121
5.2.4.2	Liner partiell statisch nicht ausreichend tragfähig	121
5.2.4.3	Hydraulische Hindernisse	121
5.2.4.4	Druckprobe nicht bestanden, Undichtheiten nicht lokalisierbar	122
5.2.4.5	Versagen der Druckprobe, Undichtheit kann lokalisiert werden	122
5.2.4.6	Korrosionsschutz großflächig nicht vorhanden	122
5.2.4.7	Formschlüssigkeit	122
5.2.4.8	Horizontale Lagestabilität	122
5.3	Entscheidungskriterien der Fehlerbeurteilung beim Relining	122
5.4	Resümee	122
6	Qualitätssicherung	124
6.1	Anerkannte Regeln der Technik	124
6.1.1	Vorbereitende Maßnahmen	124
6.1.1.1	Kanalreinigung und Kanaluntersuchung	124
6.1.1.2	Hydraulische Überlegungen	125
6.1.1.3	Überlegungen zur Statik	127
6.1.1.4	Wahl des Inliner-Verfahrens	130
6.2	Qualitätssicherung bei Relining-Maßnahmen unter Verwendung von duroplastische Kunststoffen	130
6.2.1	Härtungsverfahren	130
6.2.2	Erstprüfung	132
6.2.3	Baustellenproben	132
6.2.4	Herstellung und Anschluss von Seitenzuläufen	134
6.2.5	Hinweise zur Umweltverträglichkeit	134
6.2.6	Eignungsnachweis	139
6.2.7	Wandaufbau	140
6.2.8	Statischer Nachweis	140
6.2.9	Baustellenproben	140