

1 Einleitung	1
1.1 Entstehung der Sanierungstechniken	1
1.2 Einordnung der in diesem Buch behandelten Verfahren	2
1.3 Zum Verständnis dieses Buches	6
2 Werkstoffe	8
2.1 Geschichtliche Entwicklung - Überblick	9
2.2 Einteilung der Kunststoffe	14
2.2.1 Eigenschaften	15
2.2.2 Langzeitverhalten	19
2.2.3 Chemikalienbeständigkeit	25
2.2.4 Gasdichtigkeit (Permeation)	29
2.3 Thermoplaste	31
2.3.1 PVC	31
2.3.2 PE	32
2.4 Duroplaste (GFK)	34
2.4.1 Harze	34
3 Fehler	38
3.1 Langrohr - und Rohrstrang - Relining	39
3.1.1 Fehlermatrix für das Langrohr - und Rohrstrang - Relining	39
3.1.2 Falsche Wahl der Inlinerrohre	41
3.1.3 Transportfehler und falsche Lagerung der Rohre	42
3.1.4 Fehlerhafte Verschweißung der Rohre	44
3.1.5 Risiken beim Einziehen der Rohre	49
3.1.6 Schachteinbindungen der Inlinerrohre	60
3.1.7 Axiale Längenausdehnung	62
3.1.8 Risiken der Ringraumverfüllung	63
3.1.9 Risiken der Abzweig einbindung	73
3.1.10 Zusammenfassung	74
3.2 PE - HD - Kurzrohr - Relining	75
3.2.1 Fehlermatrix für das PE - HD - Kurzrohr - Relining	75
3.2.2 Fehlerhafte Steckverbindungen	77
3.2.3 Fehlerhafte oder beschädigte Dichtelemente	83
3.2.4 Schweißverbindungen der Kurzrohre	86
3.2.5 Unsachgemäße Lagerung der Rohre	87
3.2.6 Fehler beim Einbau der Kurzrohre	88
3.2.7 Ringspaltverfüllung	89
3.2.8 Axiale Längenänderung	94

3.2.9 Einbindung von Zuläufen	94
3.2.10 Fehler beim Einbinden der Abzweige	97
3.2.11 Fehlervermeidung	100
3.3 Verformungsverfahren	101
3.3.1 Fehlermatrix für das Verformungsverfahren	101
3.3.2 Anmerkungen zum Verfahrensprinzip	104
3.3.3 Fehlerhafte Lagerung und Anlieferung	106
3.3.4 Einsatzgrenzen der Verfahren	106
3.3.5 Falsche Umfangsdimensionierung	107
3.3.6 Fehlerhafte Kalibrierung	111
3.3.7 Einbaufehler	111
3.3.8 Risiken des Revisionsprozesses	115
3.3.9 Ringspaltbildung durch Schrumpfen	117
3.3.10 Axial verlaufende Falten	118
3.3.11 Deformationen und Abflachungen	118
3.3.12 Beschädigungen der Rohre beim Aufweiten	119
3.3.13 Kondensatbildung	119
3.3.14 Axiale Lageveränderung	121
3.3.15 Fehler bei der Abzweig einbindung	121
3.3.16 Ringspaltbildung	122
3.3.17 Statische Belastungen bei reversierten Rohren	123
3.3.18 Beulverhalten	125
3.3.19 Zusammenfassung	126
3.4 Reduktionsverfahren	126
3.4.1 Fehlermatrix für das Reduktionsverfahren	129
3.4.2 Einziehrisiken	131
3.4.3 Dimensionierung der Baugruben	134
3.5 Wickelrohrrelining	136
3.5.1 Fehlermatrix für das Wickelrohrrelining	138
3.5.2 Undichtheiten	139
3.5.3 Durchdringungen	140
3.5.4 Beulen	140
3.5.5 Durchmesservergrößerung	140
3.5.6 Vertikale Lageveränderung	140
3.6 Schlauch - Reliningverfahren	141
3.6.1 Fehlermatrix für das Schlauch - Relining	144
3.6.2 Axial verlaufende Falten	148

3.6.3 Radial verlaufende Falten	152
3.6.4 Spiralförmig verlaufende Falten	153
3.6.5 Wanddickenüberschreitung oder -unterschreitung (Dicke laut statischem Nachweis)	153
3.6.6 Korrosion	155
3.6.7 Lufteinschlüsse	156
3.6.8 Axiale Lageveränderung und radialer Schrumpf nach der Aushärtung	157
3.6.9 Nicht erreichte Materialkennwerte	159
3.6.10 Einbauschwierigkeiten	160
3.6.11 Beurteilung nach der Aushärtung mit Verformungen über 3% örtlich begrenzte Verformungen	161
3.6.12 Nahtbruch / Nahtimperfektion	163
3.6.13 Imperfektionen an hergestellten Seitenzuläufen	165
3.6.14 Zulässige Imperfektionen	167
3.7 Montageverfahren	168
3.7.1 Fehlermatrix zu den Montageverfahren	169
3.7.2 Wölbungen	169
3.7.3 Destruktion des Laminates	171
3.7.4 Korrosion an den GFK - Bauteilen	173
4 Bewertung	175
4.1 Eigen- und Fremdüberwachung im gesamten Prozeß	175
4.2 Mangelnde Baustellenvorbereitung durch den Auftraggeber	176
4.3 Mangelnde Baustellenvorbereitung durch die Sanierungs firma	178
4.4 Produktion der Sanierungsmaterialien	179
4.5 Fehlerursachen bei der Ausführung der Sanierungsmaßnahmen	183
5 Reparatur von Sanierungsfehlern	185
5.1 Einleitung / Fehlerkategorien	185
5.2 Verfahrensweise Diskussion der Fehlerbeseitigung	187
5.2.1 Langrohr - Relining	187
5.2.2 Kurzrohr - Relining	187
5.2.3 Wickelrohr - Relining	188
5.2.4 Schlauchrelining	189
5.3 Entscheidungskriterien der Fehlerbeurteilung beim Relining	192
5.4 Resümee	193

6 Qualitätssicherung	193
6.1 Anerkannte Regeln der Technik	194
6.1.1 Vorbereitende Maßnahmen	194
6.2 Qualitätssicherung bei Reliningmaßnahmen unter Verwendung von duroplastischen Kunststoffen	205
6.2.1 Härtungsverfahren	205
6.2.2 Erstprüfung	207
6.2.3 Baustellenproben	208
6.2.4 Herstellung und Anschluß von Seitenzuläufen	209
6.2.5 Hinweise zur Umweltverträglichkeit	211
6.2.6 Eignungsnachweis	219
6.2.7 Wandaufbau:	220
6.2.8 Statischer Nachweis	220
6.2.9 Baustellenproben	221