

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Planung - Statik, Verlegung, Auslegung Dehnpolster</b>	<b>18</b>
1.1	Dehnwege 18
1.2	Reibungskraft im Erdreich 18
1.3	Beanspruchung des Polyurethan-Hartschaumstoffs 18
1.4	Spannungen im erdverlegten Verbundrohr 19
1.4.1	Grundregel 19
1.5	Verlegung ohne Vorspannung 19
1.6	T- Abzweige 20
1.7	Festpunktelemente 20
1.8	Umgehung von Hindernissen 21
1.9	Verlege- und Anbindungsvarianten 22
1.10	Bemessungstabellen für Dehnpolster 31
1.10.1	Bemessung für 90° L-Bogen 32
1.10.2	Bemessung für 60° L-Bogen 33
1.10.3	Bemessung für 45° L-Bogen 34
1.10.4	Bemessung für U-Bogen 35
1.10.5	Bemessung für Z-Bogen 36
<b>2. Arbeitssicherheit</b>	<b>38</b>
2.1	Technisches Regelwerk 38
2.2	Allgemeines 38
2.3	Handhabung der Schaumkomponenten bei Handschäumung 40
2.4	Abfallentsorgung 41
2.5	Arbeitsschutzkleidung 41
2.6	Handhabung von Gasflaschen 41
2.7	Werkzeug 41
<b>3 Tiefbau – Richtlinien und Abmessungen</b>	<b>42</b>
3.1.1	Allgemeines 42
3.1.2	Vorschriften für Tätigkeiten in Gruben und Gräben 42

3.1.3	Lichte Mindestbreiten für Rohrgräben mit betretbarem Arbeitsraum	44
3.1.4	Mindestgrabenabmessungen	46
3.1.5	Sicherung der Baugruben und Rohrgräben	47
3.1.6	Beispiele Rohrgräben und Verbau	48
3.1.7	Mindestabmessungen von Kopflöchern	50
3.1.8	Grabenverbreiterung im Bereich der Dehnungspolster	51
3.1.9	Schließen des Rohrgrabens	51
3.2	Transport, Abladen und Lagerung der Materialien	54
3.2.1	Transport	54
3.2.2	Abladen	55
3.2.3	Lagerung	56
<b>4.</b>	<b>Rohrleitungsbau</b>	<b>60</b>
4.1	Allgemeines	60
4.1.1	Montage der Kunststoffmantelrohre und Bauteile	61
4.1.2	Montageformteile	63
4.1.3	Verlegung mit Überwachungs- und Fehlerortungssystem	64
4.1.4	Übergabe an Muffenmontageunternehmen	65
<b>5.</b>	<b>Muffensysteme - Muffenmontagen – Mantelrohrverbindungen</b>	<b>66</b>
5.1	Erwähnenswertes vorab	67
5.2	Normen und Regelwerke	68
5.3	Begriffsbestimmungen	69
5.4	„Erfahrungen“ bei der Betrachtung von Muffenmontage und Mantelrohrverbindung – vom Beginn an bis heute	81
5.5	Qualität, Qualitätsanforderungen und Qualitätssicherung	83
5.6	Aufgaben, Verantwortung, Kompetenzen sowie klar umrissene Arbeitsbereiche der einzelnen Partner und Gewerke für einen reibungsfreien Baustellenablauf für die Mantelrohrverbindung beim KMR-System	98
5.7	Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für Qualitätsleistungen bei der Muffenmontage	102

5.8	Nachweise zur Qualifikation eines Muffenmontageunternehmens	105
5.9	Besondere Schutzmaßnahmen für die Muffenmontage unter extremen Baustellen- und Klimabedingungen	108
5.10	Prüfung und Beurteilung der Qualifikation und der Qualitätsleistungen von Muffenmontageunternehmen Muffenmonteuren und Muffensystemen	114
5.11	Checkliste/Fragenkatalog für eine zerstörungsfreie Prüfung (zFP) und Beurteilung der Qualitätsleistung bei der Muffenmontage im Graben durch das Aufsichtspersonal - Beispiele	120
5.12	Alle bekannten Muffensysteme und deren Einzelkomponenten (in Deutschland)	133
	kraftschlüssig (ks) – Abdichtung mittels Schmelzklebstoff (AvD) und (AnD)	133
	stoffschlüssig (ss) – Abdichtung mittels PE-Schweißverfahren (AvD)	135
5.13	Empfohlene Muffensysteme bei besonderen Belastungen und Verlege Situationen	137
5.14	Vor- und –Nachteile: Vergleichende Betrachtung der beiden „Muffensystemfamilien mit kraftschlüssiger (ks) bzw. stoffschlüssiger (ss) Abdichtung	141
5.15	Detaillierte Verarbeitungsanweisungen für zwei kraftschlüssige Muffensysteme (ausgewählte Beispiele)	150
5.16	Detaillierte Verarbeitungsanweisung für ein stoffschlüssiges Muffensystem (ausgewähltes Beispiel)	166
5.17	Dokumentation	173
<b>6. Ausrüstung und Werkzeuge zur Muffenmontage</b>		<b>175</b>
6.1	Allgemeine Informationen zur Ausstattung und Anwendung der Werkzeuge	175
6.2	Werkzeuge für die Montage von Mantelrohrverbindungen und Montageformteilen	177
6.2.1	Erforderliches Werkzeug zur Muffenmontage gemäß FW 603	185

6.2.2	Zusatzwerkzeug zur Muffenmontage gemäß DVS 2212-4	187
-------	---	-----

## **7. Überwachungs- und Fehlerortungssysteme 188**

7.1	Allgemeines	188
7.2	EMS - Nordisches System Cu-Cu (Laufzeitmessverfahren)	190
7.2.1	Aufbau	190
7.2.2	Funktionsweise	193
7.3	Widerstandsdrahtsystem NiCr-Cu (Widerstandsmessverfahren)	197
7.3.1	Aufbau	197
7.3.2	Funktionsweise	199
7.4	Weitere Überwachungssysteme	204
7.4.1	SZE Hagenuk HDW-T60/1	204
7.4.2	JR Isotronic	204
7.5	Schema Überwachungs- und Ortungssysteme	204
7.5.1	Manuelle Überwachung	204
7.5.2	Automatische Überwachung	205
7.5.3	Automatische Überwachung mit selbstständiger Fehlerortung	206

## **8. Grundlagen der Polyurethanchemie 208**

8.1	Allgemeines	208
8.1.1	Polyol (A-Komponente)	208
8.1.1.1	Stabilisatoren	209
8.1.1.2	Katalysatoren	209
8.1.1.3	Treibmittel	210
8.1.1.4	Sonstige Additive	210
8.1.2	Isocyanat (B-Komponente)	210
8.2	Verarbeitung und Eigenschaften von PUR – Komponenten	210
8.2.1	Mischungsverhältnis	210
8.2.2	Reaktionszeiten	211
8.2.3	Rohdichte	211
8.2.3.1	Becherrohddichte	212
8.2.3.2	Kernrohddichte	212
8.2.3.3	Gesamtrohddichte	213

8.3	Typische Eigenschaften eines Muffenschaums	213
8.4	Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse	214
8.4.1	Einfluss der Komponententemperatur	214
8.4.1.1	Polyol- und Isocyanat - Komponente zu kalt (< 20°C)	216
8.4.1.2	Polyol- und Isocyanat - Komponente zu warm (> 20°C)	217
8.4.2	Oberflächentemperatur	217
8.4.2.1	Medium- und/oder Mantelrohr zu kalt (< 15°C)	217
8.4.2.2	Medium- und/oder Mantelrohr zu warm (> 50°C)	218
8.4.3	Mischungsverhältnis	218
8.4.3.1	Mischungsverhältnis zu hoch (Überschuss Isocyanat-Komponente)	219
8.4.3.2	Mischungsverhältnis zu niedrig (Überschuss Polyol-Komponente)	220
8.4.4	Einfluss der Mischqualität - schlechte Vermischung	221
8.4.5	Einfluss von Wasser, Ölen, Fetten und Staub	221
8.4.5.1	Einfluss durch Wasser	221
8.4.5.2	Einfluss durch Staub und Schmutz	222
8.4.5.3	Einfluss durch Öle und Fette	222
8.5	Der Weg zum optimalen Schaum	223
8.6	Qualitätsüberprüfung	225
8.6.1.	Praktische Prüfungen vor Ort	225
8.6.1.1	Schaumaustritt	225
8.6.1.2	Erwärmung	225
8.6.1.3	Abklopfen der Muffe	225
8.6.2	Schaumprüfung nach EN 489:2009	225
8.7	Lagerung und Sicherheitsaspekte	226
8.7.1	Polyol-Komponente	227
8.7.2	Isocyanat-Komponente	228
<b>9.</b>	<b>Kunststoffschweißen in der Fernwärmetechnik</b>	<b>229</b>
9.1	Allgemeines	229
9.1.1	Einteilung	230
9.1.2	Eigenschaften von PE-HD	230

9.1.3	Was heißt Schweißen?	231
9.2	Schweißverfahren	236
9.2.1	Wargasziehschweißen (WZ)	236
9.2.2	Extrusionsschweißen (WE)	242
9.2.2.1	Die Arbeitsweise des Extruders	243
9.2.2.2	Schweißschuhe	244
9.2.2.3	Schweißparameter	245
9.2.3	Heizelementstumpfschweißen (HS)	245
9.2.3.1	Verschließen der Entlüftungs- und Einfüllöffnungen	246
9.2.3.1.1	unvernetzte Schrumpfmuffe	246
9.2.3.1.2	vernetzte Schrumpfmuffe	247
<b>10.</b>	<b>Dehnpolster</b>	<b>249</b>
10.1	Allgemeines	249
10.1.1	Eigenschaften von Neopolen E	250
10.2	Abmessungen der Dehnpolster Elemente	250
10.3	Anordnung der Dehnpolster	251
10.3.1	Zuordnung der Einzelelemente	254
10.4	Anforderungen	255
10.4.1	Funktionale Anforderungen	255
10.4.2	Steifigkeit	256
10.4.3	Dehnpolsterdicken	257
10.5	Montage der Dehnpolster	257
10.5.1	Beispiele einer Dehnpolstermontage	260
<b>11.</b>	<b>Wanddurchführungen und Dichtsysteme</b>	<b>262</b>
11.1	Allgemeines und Voraussetzungen	262
11.1.1	Auswahl der geeigneten Dichtung - was ist zu beachten!	263
11.2	Gängige Dichtsysteme für Wanddurchführungen in der Fernwärme	268
11.2.1	Labyrinth-Mauerdichtringe	268
11.2.2	Ringraumdichtungen	269
11.2.2.1	Montage Ringraumdichtungen - was ist zu beachten	271

11.2.3	Gliederkettendichtung	272
11.2.4	Schrumpfabdichtung vom Hülsrohr zum Mantelrohr	272
11.2.5	Abdichtmanschette	273
11.2.5.1	Abdichtmanschette zum direkten Wandanschluss	274
11.2.6	Abdichtmanschette vom Hülsrohr zum Mantelrohr	276
11.2.7	Mauerhülsen	277
<b>12. Dokumentation und Abnahme</b>		<b>278</b>
12.1	Checkliste Teil 100 – Technologie	278
12.2	Checkliste Teil 200 – Bau	281
12.3	Checkliste Teil 300 - Übergabe- und Übernahmeunterlagen	282
12.4	Dokumentation für erdverlegte Fernwärmeleitungen Teil B (Auftragnehmer)	284
12.5	Fertigmeldung	286
<b>13. Normen und technischer Regelwerke</b>		<b>287</b>
13.1	Zusammenfassung der technischen Regelwerke u. Vorschriften	287
<b>14. Stahlmantelrohr - Fernwärmeleitungen (SMR)</b>		<b>291</b>
<b>15. Mitgliederverzeichnis</b>		<b>323</b>
<b>16. Leistungsbeschreibung der Mitgliedsunternehmen</b>		<b>326</b>
<b>17. Quellenverzeichnis</b>		<b>331</b>
17.1	Normen und Regelwerke	331
17.2	Ergänzende Literatur, Abbildungen und Fotos	333