

Besondere Bedingungen
der
STEAG Fernwärme GmbH
für die Planung, Lieferung und Montage von
Kunststoffmantelrohrsystemen (KMR)

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Allgemeines	3
2. Betriebs-/Auslegungsdaten	3
3. Planung	3
4. Lieferungen/Ausführungen	4
4.1 Kunststoffmantelrohre (KMR)	4
4.2 Formstücke	8
4.3 Muffe	10
4.4 Wanddurchführung	13
4.5 Dehnpolster	17
4.6 Schrumpfmanschette	17
4.7 Montageformstücke	18
4.8 Abschlussmanschette	20
4.9 HDPE-Schutzrohr	20
4.10 Rohrunterstützungen	21
4.11 Kontroll- und Überwachungssystem	22
4.12 Kompensation	24
5. Montage	26
5.1 Abladen, Lagerung	26
5.2 Rohrunterstützungen	26
5.3 Schutzmaßnahmen im Bereich kreuzender Fremdleitungen	26
5.4 Schutzrohre	26
5.5 Muffenmontage	27
6. Lagerhaltung	31
7. Dokumentation	31
8. Richtpreisverzeichnis	32
9. Anlagen	
Anlage 1 Schaltbild Vorwärmeeinrichtung	33
Anlage 2 Vorschriften zeichnerische Darstellung	34

1. Allgemeines

Für die Planung, Lieferung und Montage von Kunststoffmantelrohrsystemen gelten vorrangig die "Besondere Bedingungen für die Planung, Lieferung und Montage von Rohrleitungen für Fernwärmesysteme", Stand: 04/2022.

Die "Besondere Bedingungen für die Planung, Lieferung und Montage von Kunststoffmantelrohrsystemen" regeln zusätzlich die Besonderheiten von Kunststoffmantelrohrsystemen. Die produktspezifischen Vorschriften und Richtlinien der DIN 253, DIN EN 448, DIN 488 und DVS 2203, 2207 sind einzuhalten.

Die Rohrleitungs-Bauunternehmen haben ihre Qualifikation entsprechend FW 601 nachzuweisen. Bei Nachisolierungsunternehmen ist eine Zertifizierung entsprechend FW 605 erforderlich.

Es gelten grundsätzlich die Vorschriften, Regeln und Richtlinien jeweils nach dem neuesten Stand. Bei Änderungen gilt diejenige Vorschrift, Regel oder Richtlinie, die der hier aufgeführten sinngemäß am nächsten kommt.

2. Betriebs-/Auslegungsdaten

Betriebstemperatur:	normal bis 130°C Auslegung für 140°C
Betriebsdruck	bis 22 bar Auslegung für PN 25

3. Planung

Bei der Planung und Berechnung sind die besonderen Anforderungen des KMR-Systems, die sich insbesondere aus der Erdverlegung gemäß AGFW Regelwerk FW 401 ergeben, zu beachten. Die statische Auslegung der Fernwärmrohrleitungen erfolgt mit dem Berechnungsprogramm sisKMR, Spannungsermittlung nach ASME und AD-S2. Die Berechnungen sind dem Auftraggeber zur Genehmigung vorzulegen. Maßnahmen nach FW 401 sind mit dem Auftraggeber abzustimmen. Für die Bemessung der Dehnpolster zur Aufnahme der Restdehnung beträgt die maximal zulässige Manteltemperatur des KM-Rohres 50°C. Der Nachweis ausreichender Wärmeableitung ist der Bauleitung des Auftraggebers vor der Ausführung vorzulegen. Ebenfalls sind der STEAG-Bauleitung die Berechnungen für werkseitig gefertigte Abzweige vorzulegen. In Abänderung zur Spannungsermittlung nach ASME und AD-S2 gilt:

Volllastwechsel

Haupttransportleitung:	250
Verteilerleitung:	500
Hauanschlussleitung:	2500

zulässige Spannungen im PUR-Schaum

Scherspannung:	0,030 MPa
Druckspannung:	0,150 MPa
Gesamtspannung (Überlagerung warm – kalt)	700 MPa

Der Auftragnehmer hat bei der Planung der Rohrleitungen die Maße des „Grabenprofils“ einzuhalten (siehe auch FW 401). Die Maße müssen unter Beachtung gesetzlicher und behördlicher Vorschriften dem neuesten Stand der Technik entsprechen.

Ebenfalls in den Zeichnungen anzugeben sind Lage und Abmessungen der Kopflöcher für die Muffenmontage und ggf. Zwangsschweißnähte.

4. Lieferungen/Ausführungen

4.1 Kunststoffmantelrohre (KMR)

4.1.1 Allgemeine Anforderungen

- Das Kunststoffmantelrohrsystem muss der AGFW FW 401-3 als Mindestanforderung entsprechen.
- Das Kunststoffmantelrohrsystem ist als Verbundsystem zu liefern, d. h. Mantelrohr, Schaum und Mediumrohr sind kraftschlüssig miteinander verbunden. Relativbewegungen sind nicht möglich.
- Die Rohre und Bauteile des KMR-Systems haben den Standards DIN EN 253, 448, 488 und 489 zu entsprechen.
- Das System muss der Brückenklasse SLW 60 bei einer Überdeckungshöhe von 65 cm genügen.
- Eine Mindestüberdeckung von 60 cm für Hausanschlussleitungen und 80 cm für Zuleitungstrassen ist in der Regel einzuhalten; Abweichungen bedürfen der Genehmigung der STEAG-Bauleitung.

4.1.2 Mediumrohr

- geschweißtes Stahlrohr nach ISO 9330-1, normalwandig Werkstoff P 235 GH mit Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204/05 3.1. Schweißnahtwertigkeit 1,0.

Vor dem Verschäumen sind die Oberflächen der Rohre von Walzhaut und Rost zu befreien.

Außerdem sind die Rohre entsprechend zu temperieren.

4.1.3 Dämmstoff

Polyurethan-Hartschaum, Gesamtrohdichte 80 bis 100 kg/m³ bei einer radialen Druckfestigkeit von min. 0,30 N/mm².

Scherfestigkeit

Axiale Scherfestigkeit	bei 23°C	0,34 N/mm ²
	bei 140°C	0,12 N/mm ²
Tangentiale Scherfestigkeit	bei 23°C	0,56 N/mm ²
	bei 140°C	0,15 N/mm ²

Wärmeleitfähigkeit = max. 0,0275 W/mK bei 50°C

4.1.4 Fernwärmeversorgungsgebiet Fernwärmeschiene Ruhr: Überwachungsadern der Fa. Brandes (BS-FA, BS-RA)

Andere Versorgungsgebiete (Essen, Gelsenkirchen, Bottrop, Herten):

Messleitung T60/113, Fabrikat SZE Hagenuk, längswasserdicht

Verdrillte, vollisolierte Zweidrahtleitung (2 x 1,38 mm \square Cu) mit einer roten und einer weißen Aderkennzeichnung, werkseitig nach Vorschrift des Herstellers eingeschäumt.

4.1.5 Mantelrohr

Werkstoff: HDPE, Rohdichte 950 kg/m³

Streckspannung 23 N/mm², Wärmeleitfähigkeit 0,40 W/mK

Güteanforderung nach EN 253 und DIN 8075, Teil 2, jedoch mit einer Mindestzeit im Zeitstandsversuch von 1.000 Stunden.

Zusätzliche Prüfungen auf Schweißbarkeit nach DIN 19357, Teil 2.

Der Schmelzindex nach ISO 1133 soll unter 0,5 liegen.

Alle HDPE-Rohre sind dauerhaft (Haltbarkeit im Erdreich mind. 5 Jahre) in Abständen von 1 m mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- KMR-Systemhersteller (Firmenbezeichnung)
- Außendurchmesser x Wandstärke
- Herstellerkurzzeichen
- HDPE-Typ

- Extruder Nr.
- Herstellungsdatum
- Längenangabe

(nach EN 253, DIN 16776-1, Pkt. 6.1, 6.2)

Die vorgenannten Kennzeichnungen dürfen nicht verschlüsselt sein.

Weitere Kennzeichnungen nach DIN EN 253.

4.1.6 Abmessungen: Kunststoffmantelrohr

Mediumrohr			HDPE-Mantelrohr	
DN	da	Wandst.		Wandst.
		S	Da	S
	mm	mm	mm	
32	42.4	3.2	110	3.0
40	48.3	3.2	110	3.0
50	60.3	3.2	125	3.0
65	76.1	3.2	140	3.0
80	88.9	3.2	160	3.0
100	114.3	3.6	200	3.2
125	139.7	3.6	225	3.4
150	168.3	4.0	250	3.6
200	219.1	4.5	315	4.1
250	273.0	5.0	400	4.8
300	323.9	5.6	450	5.2
350	355.6	5.6	500	5.6
400	406.4	6.3	560	6.0
450	457.2	6.3	630	6.6
500	508.0	6.3	670	7.2
600	610.0	7.1	800	7.9
700	711.0	8.0	900	

Zulässige Abweichungen gemäß AGFW-Arbeitsblatt FW 401-Teil 3

4.1.7 Stahlflex-Rohr (gem. AGFW – Arbeitsblatt FW 420, Teil 2)

Das Stahlflex – Rohr ist ein flexibles Rohrsystem, welches das KMR – Rohrsystem im unteren Nennweitenbereich abrundet. Die Systemanforderungen sind im AGFW – Arbeitsblatt FW 420, Teil 2 beschrieben.

Bei der STEAG Fernwärme kommt nur das Mediumrohr mit einem Außendurchmesser von 28 mm zum Einsatz, dieses entspricht in etwa der Nennweite DN 25.

Die Mindestanforderung an die Stahlqualität ist eine definierte Warmstreckgrenze, d. h. die Stahlbezeichnung muss den Zusatz „GH“ enthalten. Als Beispiele für einen möglichen Werkstoff sei der P 195 GH genannt. (Auch möglich: frühere Bezeichnung St 35.8)

Die Verlegevorschriften der Rohrhersteller sind einzuhalten.

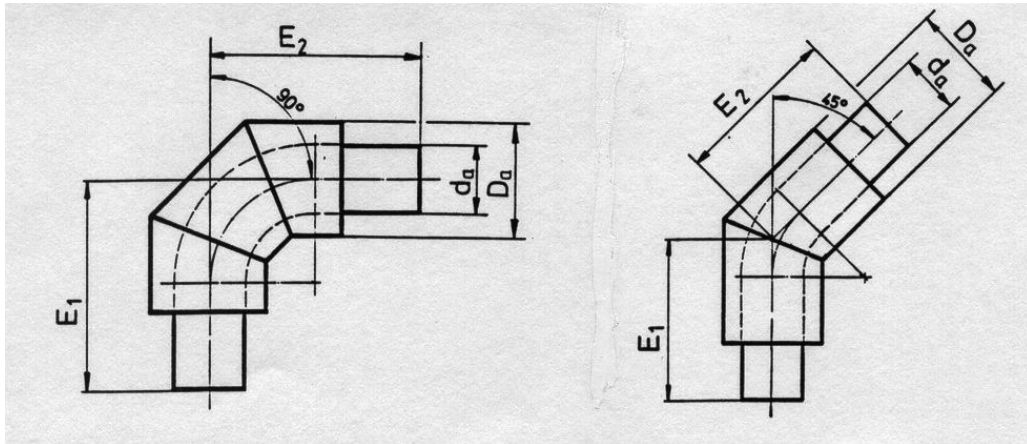
Die Verlegung beinhaltet auch die eventuell erforderlichen Rohrbiegungen.

Das Stahlflex – Rohr wird nicht mit einem Leckortungssystem ausgestattet.

Anschlüsse mit dem Stahlflexsystem an vorhandene Rohrleitungen (i. d. R. Anbohrungen) werden grundsätzlich mindestens in der Nennweite DN 32 erstellt, nach dem Rohrstutzen wird dann auf die Nennweite der Stahlflexleitung (DN 25) reduziert.

4.2 Formstücke

- 4.2.1 KMR Rohrbogen, werkseitig vorgefertigt, Mediumrohr aus nahtlosem Stahlrohr entsprechend 4.1.2 als Glattrohrbiegung bzw. als Schweißbogen nach DIN 2605; Mantelrohrbogen aus HDPE-Rohrsegmenten, im Spiegelverfahren stumpf verschweißt; sonst wie unter 4.1 beschrieben.



Abmessungen: KMR-Rohrbogen 4.2.1

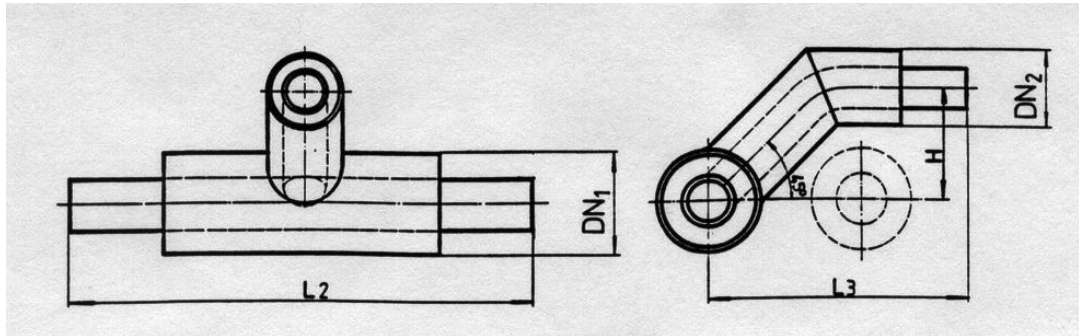
DN Medium- rohr	Da PE- Rohr	Rohrbogen
		90°/45°
		E1= E2
	mm	mm
25	90	≥ 800
32	110	≥ 800
40	110	≥ 800
50	125	≥ 800
65	140	≥ 1000
80	160	≥ 1000
100	200	≥ 1000
125	225	≥ 1000
150	250	≥ 1000
200	315	≥ 1000
250	400	≥ 1000
300	450	≥ 1000

Die Schweißung des Mantelrohres hat entsprechend FW 401 zu erfolgen.

Die DVS Richtlinien 2203 und 2207 sind zu beachten.

4.2.2 KMR-T-Abzweig

- 4.2.2.1 KMR-T-Abzweig, Abgang rechtwinklig, komplett werkseitig vorgefertigt, sonst wie unter 4.1. beschrieben; T-Weichen sind bei der Montage in der Muffe neben dem T-Abzweig einzuschäumen.

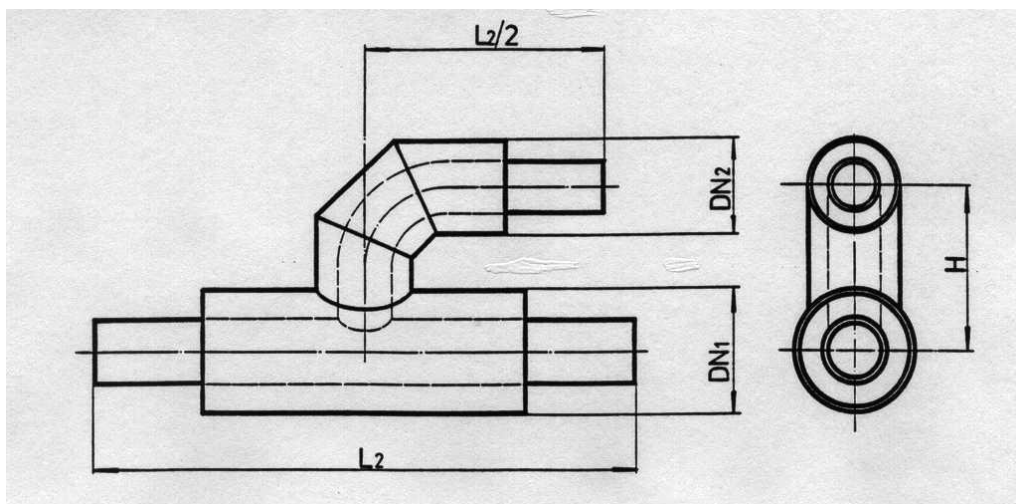


Die Schweißung des Mantelrohres hat entsprechend FW 401 zu erfolgen.

Die DVS Richtlinien 2203 und 2207 sind zu beachten.

KMR-Abzweig standardmäßig nach EN 448 mit warm ausgehaltem Stutzen, aus einem Grundrohr mit erhöhter Wanddicke und angeschweißtem Bogenabzweigstück in Normalwanddicke. Bei Stahlrohrdimension $DN\ 1$ (Hauptrohr) und $DN\ 2$ (Abzweigrohr) für $DN\ 1 = DN\ 2$ werden generell Einschweiß-T-Stücke gem. DIN EN 10253-2 Typ A verwendet. Diese werden dann auf Nachweis zzgl. Materialbeaufschlagung abgerechnet.

- 4.2.2.2 Wie 4.2.2.1, nur als KMR-Parallel-Abzweig, Abgang in Richtung der Hauptleitung, komplett werkseitig vorgefertigt, sonst wie unter 4.1 beschrieben. T-Weichen sind bei der Montage in der Muffe neben dem Parallel-Abzweig einzuschäumen.



Die Schweißung des Mantelrohres hat entsprechend FW 401 zu erfolgen.
Die DVS Richtlinien 2203 und 2207 sind zu beachten.

4.2.2.3 Abmessungen: KMR-T-Abzweige 4.2.2

DN Medium- rohr	Da PE- Rohr mm	Abzweig				
		gem. 4.2.2.1			gem. 4.2.2.2	
		L2	L3	H	L2	H
		mm	mm	mm	mm	mm
25	90	≥ 1000	≥ 1000	$H \geq 0,5 (Da_1 + Da_2) + 100$	≥ 1000	$H \geq 0,5 (Da_1 + Da_2) + 100$
32	110	≥ 1000	≥ 1000		≥ 1000	
40	110	≥ 1000	≥ 1000		≥ 1000	
50	125	≥ 1000	≥ 1000		≥ 1000	
65	140	≥ 1000	≥ 1000		≥ 1000	
80	160	≥ 1000	≥ 1000		≥ 1000	
100	200	≥ 1000	≥ 1000		≥ 1000	
125	225	≥ 1000	≥ 1000		≥ 1000	
150	250	≥ 1000	≥ 1000		≥ 1000	
200	315	≥ 1000	≥ 1000		≥ 1000	
250	400	≥ 1500	≥ 1500		≥ 1500	
300	450	≥ 1500	≥ 1500		≥ 1500	

4.2.3 Abzweige aus Haubenkanal

Bei den Abzweigen von Kunststoffmantelrohren aus Haubenkanälen sind bei vorhandener Querdehnung Schutzrohre aus Spezialfaserzement (SFZ) zur Aufnahme der Querbewegung vorzusehen. Die Übergänge KMR / SFZ-Schutzrohr sind mit DSI-Manschetten abzudichten. Alternativ kann auch das Kraso – Schutzrohr aus Pkt. 4.4.2.3 verwendet werden. Abweichende Lösungen sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

4.3 Muffe

Die Muffenverbindung muss die EN 489 erfüllen.

Die Anforderungen der FW 401 sind einzuhalten.

Muffenverbindungen dürfen nur von Unternehmen ausgeführt werden, die nach AGFW FW 605 zertifiziert sind.

4.3.1 Schrumpfmuffe

Doppelt dichtende, unvernetzte Muffe aus vorgedehntem PEHD-Muffenrohr.

Die Muffenverbindung erhält an den Schrumpfbenden ein Dichtungsband aus Butyl-Kautschuk.

An den Enden des geschrumpften Muffenrohres werden als 2. Abdichtung Schrumpfmanschetten aufgebracht.

Die Einfüll-/ und Entlüftungsöffnung werden jeweils mit einem Einschweißverschlussstopfen im Spiegelschweißverfahren abgedichtet.

Sollten vollvernetzte Schrumpfmuffen verwendet werden, kann auf den Einsatz der Schrumpfmanschetten verzichtet werden.

Ausnahme: Im Grundwasserbereich:

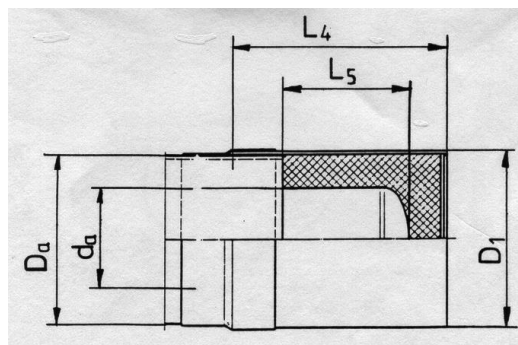
Wenn vollvernetzte Muffen und Schrumpfmanschetten eingesetzt werden, werden die Manschetten zusätzlich vergütet (siehe 4.6.)

4.3.2 Montagemuffe

In den Fällen, wo aus Montagegründen keine normalen Überschiebmuffen eingebaut werden können, sind Montagemuffen einzusetzen.

Als Rohrmaterial ist längsgeschlitztes Muffenrohr einzusetzen, das nach dem Überschieben in Längsrichtung verschweißt wird. Es sind die Vorgaben der FW 401 einzuhalten.

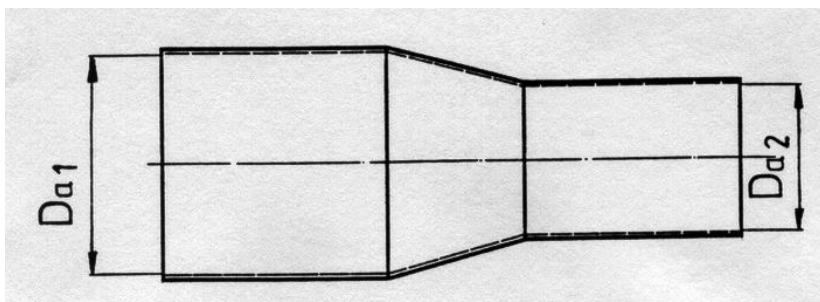
- 4.3.3 KMR-Rohr Endmuffe, bestehend aus nahtlos extrudiertem Hart-Polyäthylen mit im Spiegelschweißverfahren geschweißten Deckel; mit Schrumpfband und Patch Fabr. Covalence, Typ RJS/E oder Canusa. Die Anforderungen der FW 401 sind einzuhalten.



Abmessungen: KMR-Rohr-Endmuffe 4.3.3

DN Medium- rohr	Da PE- Rohr	Rohr-Endmuffe		
		D1	L4	L5
	mm	mm	mm	mm
25	90	101	400	150
32	110	121	400	150
40	110	121	400	150
50	125	136	400	150
65	140	152	400	150
80	160	172	400	150
100	200	215	500	200
125	225	240	500	200
150	250	266	500	200
200	315	333	500	200
250	400	420	600	200
300	450	479	600	200

- 4.3.4 KMR-Reduziermuffe, bestehend aus nahtl. extrudiertem HDPE mit konzentrischem Durchmessersprung, Abmessungen siehe Tabelle 4.1.6.
Es sind die Vorgaben der FW 401 einzuhalten.



- 4.3.5 Schrumpfkappe aus vernetztem Polyolefin, Fabr. Raychem, für Übergang Kunststoffrohr auf Stahlrohr.
- 4.3.6 Festpunkt mit thermischer Trennung zwischen Medium- und Mantelrohr, werkseitig vorgefertigt.
Die korrosionsgefährdeten Stahlteile müssen einen Kunststoffüberzug haben.

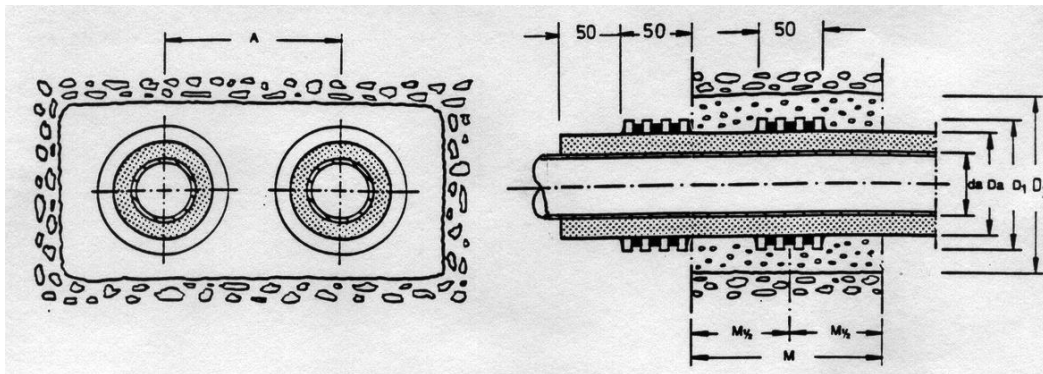
4.4 Wanddurchführung

4.4.1 Sickerwasserbereich

Neoprendichtring mit trapezförmigem Labyrinth an der Dichtfläche zur Gebäudewand und Lippendichtung zum PE-Mantelrohr.

Bei Schachteinführungen ist auf der Schachtinnenseite zusätzlich ein Neoprendichtring als Tropftring auf das Kunststoffmantelrohr aufzuziehen.

Andere Ausführungen bedürfen der schriftlichen Zustimmung des Auftraggebers.



Abmessungen: Wanddurchführung Sickerwasserbereich 4.4.1

DN Medium- rohr	Da PE- Rohr	Dichtring 50 mm breit (Sickerwasserbereich)		
		D1	D2*	A
	mm	mm	mm	mm
25	90	140	250	240
32	110	160	250	260
40	110	160	250	260
50	125	175	300	275
65	140	190	300	290
80	160	210	300	310
100	200	250	350	350
125	225	275	400	375
150	250	300	400	400
200	315	365	450	465
250	400	450	530	600
300	450	500	650	700

* Mindestbohrungsdurchmesser; bei DN 300/450 rechteckige Maueröffnung.

4.4.2 Grundwasserbereich

4.4.2.1 Faserzementschutzrohr mit DSI-Manschette

DSI Manschette mit Schutzrohr aus Spezialfaserzement (SFZ).

Bei Mauerdurchführungen im Grundwasserbereich ist ein SFZ-Schutzrohr einzubauen. Der Übergang vom SFZ zum KMR ist mit einer DSI-Manschette, Typ DU, abzudichten. Bei der Montage der DSI-Manschette sind sowohl auf dem Schutzrohr als auch auf dem SFZ Kautschuk-Unterlagen zu verwenden. Für die Montage der Edelstahl-Spannbänder sind bei Rohrdurchmessern > 200 mm mindestens 2 Spannschlösser zu verwenden. Die DSI-Manschette ist rundum mit Dehnpolster zu versehen.

Das SFZ-Schutzrohr ist mit einer mind. 10 cm langen, glatten Auflagefläche für die Montage der DSI-Manschette zu liefern.

Abmessungen: DOYMA SFZ-Schutzrohr, Typ 3000-asbestfrei, 4.4.2.1

DN Medium- rohr	Da PE- Rohr	D1 i. □ d. Futterrohres	L1 Standardlänge Futterrohr
	mm	mm	mm
25	90	150	200, 240, 250, 300, 365, 400, 500, 650, 1000
32	110	200	
40	110	200	
50	125	200	
65	140	200	
80	160	250	
100	200	300	
125	225	300	
150	250	350	
200	315	400	
250	400	500	
300	450	600	

Achsabstand A zwischen Vor- und Rücklaufleitung wie bei Wanddurchführung gemäß Ausführung Pkt. 4.4.1.

4.4.2.2 Compenseal-Manschette

Flexible Abdichtmanschette aus EPDM Elastomer zur Aufnahme von axialen und radialen Rohrlastwechseln, geeignet zur Abdichtung gegen drückendes Wasser bis zu 1,0 bar.

Druckplatte aus Edelstahl 1.4301, Materialstärke EPDM min. 8mm.

Die Lieferung erfolgt als Komplett-Set mit Dichtkleber, Edelstahl-Spannbändern, Schrauben nach DIN 571 sowie den zugehörigen Dübeln.

Die Montage hat entsprechend der Montageanleitung Compenseal 4 pipes zu erfolgen.



Vor dem Einsanden Manschette mit Dehnpolster schützen!

Außendurchmesser KMR in mm	Kernbohrung in mm	Außendurchmesser Edelstahlflansch in mm
75 – 90 – 110	150 / 200	350
125 – 140 – 160	200 / 250	400
180 – 200 – 225	300	450
250 – 280 - 315	350 / 400	565
355 – 400	450 / 500	650
450 – 500	550 / 600	750
560 - 630	650 / 700	880
670	800	950
710 - 800	800 / 900	1050

4.4.2.3 Kraso-Schutzrohr mit DSI-Manschette

Kraso Futterrohr Typ FE, Innendurchmesser **ID 200** (für KMR-Nennweiten DN 25 bis DN 65), Längen von 20 – 50 cm, dickwandiger Kunststoff, zum Einbetonieren und Vergießen, Farbe grau, mit umlaufender KRASO Vierstegdichtung, druckwasserdicht MPA-geprüft bis 7 bar, gas- und geruchsdicht im Sinne der TA Luft, als Aussparung zum nachträglichen Einbau von Rohren oder Kabeln mittels KRASO Dichteinsatz, 2 KRASO Deckeln als Einbauhilfe, liefern.

Kraso Futterrohr Typ FE, Innendurchmesser **ID 250** (für KMR-Nennweiten DN 80 bis DN 100), Längen von 20 – 50 cm, dickwandiger Kunststoff, zum Einbetonieren und Vergießen, Farbe grau, mit umlaufender KRASO Vierstegdichtung, druckwasserdicht MPA-geprüft bis 7 bar, gas- und geruchsdicht im Sinne der TA Luft, als Aussparung zum nachträglichen Einbau von Rohren oder Kabeln mittels KRASO Dichteinsatz, 2 KRASO Deckeln als Einbauhilfe, liefern.

Kraso Futterrohr Typ FE, Innendurchmesser **ID 300** (für KMR-Nennweiten DN 125 bis DN 150), Längen von 20 – 50 cm, dickwandiger Kunststoff, zum Einbetonieren und Vergießen, Farbe grau, mit umlaufender KRASO Vierstegdichtung, druckwasserdicht MPA-geprüft bis 7 bar, gas- und geruchsdicht im Sinne der TA Luft, als Aussparung zum nachträglichen Einbau von Rohren oder Kabeln mittels KRASO Dichteinsatz, 2 KRASO Deckeln als Einbauhilfe, liefern.

Zulage zu den vorgenannten Positionen für weitere angefangene 10 cm Mehrlänge, bis zu einer Länge von 100 cm.

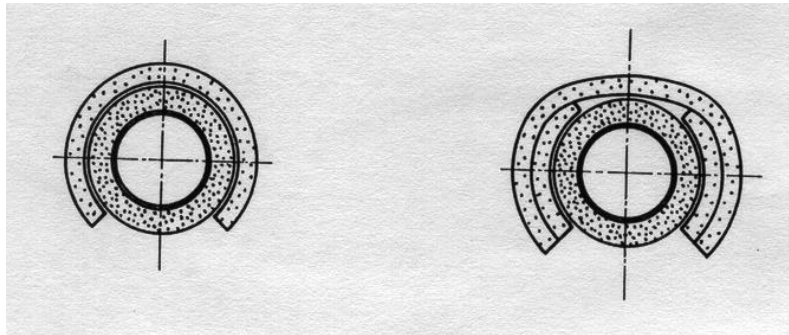
Die eventuell erforderlichen Kernbohrungen sowie der Einbau erfolgen bauseits durch den Tiefbauunternehmer.

Die Abrechnung der DSI – Manschetten erfolgt gemäß Pos. 4.8.

4.5 Dehnpolster

bestehend aus einem Flockenschaumverband aus Polyurethan-Weichschaumstoff, gebunden mit Prepolymer, hydrolysebeständig, unverrottbar und nicht aufschwemmbar; bleibende Elastizität.

Anordnung der Dehnpolster



einlagig

zweilagig

Mehr als zweilagige Anordnungen mit 40 mm Dicke je Lage sind zu vermeiden, da sonst die maximal zulässige Temperatur des PE-Mantels von 50°C überschritten werden kann (siehe FW 401).

Der rechnerische Nachweis der Manteltemperatur ist zu erbringen.

Die Verwendung abweichender Materialien ist mit der Steag-Bauleitung abzusprechen (siehe AGFW-Arbeitsblatt 401, Teil 7).

4.6 Schrumpfmanschette

Als Schrumpfmanschette ist das Fabrikat Covalence, Typ RJS/E (A, B, C, entsprechend der Nennweite), einzusetzen. Der Einsatz des Fabrikates Canusa KLD bzw. WLD ist von dem STEAG-Bauleiter zu genehmigen.

Fabr. Covalence, Typ RJS/E, für das wasserdichte Abschrumpfen von Muffenverbindungen des KMR-Systems:

Die Manschette besteht aus modifiziertem strahlungsvernetztem Polyolefin und ist auf der Innenseite mit einer Klebebeschichtung versehen, die aus zwei voneinander unabhängigen Dichtungsklebersystemen besteht; einem visko-elastischen Dichtungskleber in der Mitte der Manschette und einem speziell formulierten Heißschmelzkleber an den Manschettenrändern zur dauerhaften kraftschlüssigen Verbindung zum KMR und zur Überschiebmuffe.

Abmessungen: Schrumpfmanschette gem. 4.6

Da	
HDPE-Muffe	Covalence RJS/E
mm	Typ
bis 225	A: 155
250 - 560	B: 230
> 560	C: 300

Auf den Einsatz der Schrumpfmanschette kann verzichtet werden, wenn anstatt der unvernetzten Muffe eine vollvernetzte Muffe eingesetzt wird.

Wenn davon ausgegangen werden muss, dass die Leitung im Grundwasserbereich liegt, wird auch die vollvernetzte Muffe mit Schrumpfmanschetten versehen. Diese werden dann zusätzlich vergütet.

4.7 **Montageformstücke**

4.7.1 Montage-T-Stücke und Montageparallelabzweige

Montage-T-Stücke und Montageparallelabzweige dürfen nur für Abgänge bei Netzerweiterungen verwendet werden.

Falls von der STEAG-Bauleitung nicht anders festgelegt, ist entsprechend den Vorschriften des Blattes „Herstellung von KMR-Fenster-Montageabzweigen“, RPV KMR Seite 11, vorzugehen. Die Abrechnung erfolgt nach den dort aufgeführten Preisen und Bedingungen.

Bei Neubaumaßnahmen sind grundsätzlich werkseitig vorgefertigte T-Abzweige gemäß 4.2.2.1 bzw. 4.2.2.2 einzubauen.

Die Montage-T-Stücke bzw. Montageparallelabzweige werden aus vorgefertigten geschlitzten bzw. geteilten PE-Formstücken auf der Baustelle zusammengebaut und mit Längsnähten (entsprechend FW 401) verschweißt.

Die Gütequalität der PE-Formstücke entspricht dem Mantelrohr gemäß 4.1.5.

Vor dem Ausschäumen sind die Montageabgänge mit der Messleitung T60/113 und der T-Weiche T60/102 für das Lecküberwachungssystem auszurüsten.

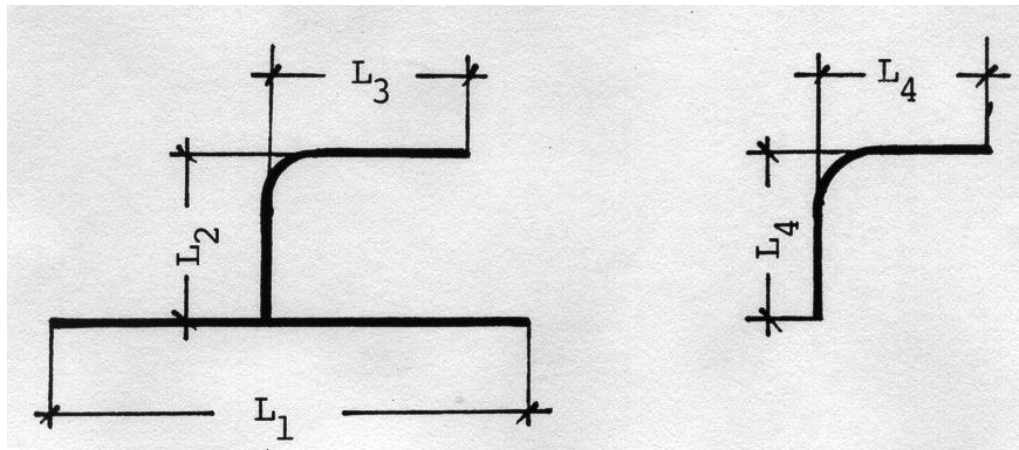
Es wird noch einmal darauf hingewiesen, dass die Montage Parallel-Abzweige sowie Montage T-Abzweige auch den Anschlussbogen 90° oder 45° beinhalten, gemäß der Zeichnung unter 4.7.2.

4.7.2 Montagebogen

Montagebogen dürfen nur in Ausnahmefällen ausgeführt werden, wenn der Einbau werkseitig vorgefertigter Bogen gemäß 4.2.1 durch die örtlichen Verhältnisse nicht möglich ist.

Im Übrigen gilt für die Ausführung 4.7.1.

Abmessungen: Montageformstücke gem. 4.7



Medium- Rohr DN	PE- Rohr Da mm	Normallänge			
		L1	L2	L3	L4
		mm	mm	mm	mm
32	110	450	255	410	350
40	110	450	255	410	360
50	125	450	285	425	375
65	140	480	310	440	405
80	160	500	340	460	420
100	200	500	400	500	450
125	225	550	450	525	500
150	250	550	475	550	540
200	315	600	575	615	600
250	400	650	700	700	700
300	450	700	775	750	750
350	500	750	-	-	800

Abgesehen von den Abmessungen sind die Anforderungen der FW 401 zu erfüllen.

4.8 **Abschlussmanschette**

Fabr. DSI, Type DU für den wasserdichten Abschluss von Übergängen
KMR/Schutzrohr bei Verlegung in Schutzrohren.

Die Befestigung und Abdichtung erfolgt mit Edelstahlbändern jeweils auf dem
Schutzrohr und dem KMR / SFZ.

Abmessungen: Abschlussmanschette DSI gem. 4.8

Medium- rohr DN	PE- rohr Da	DSI-Manschette	
		klein. □	groß. □
	mm	mm	mm
32	110	108	219
40	110	108	219
50	125	120	220
65	140	138	219
80	160	155	235
100	200	200	324
125	225	224	325
150	250	250	356
200	315	325	457
250	400	406	508
300	450	450	600

Die Forderungen des Kapitels 4.4.2 sind zu beachten.

4.9 **HDPE-Schutzrohr**

Werkstoff und Güteanforderung gemäß 4.1.5.

4.9.1 HDPE-Rohr, geschlitzt, als Schutz bei Unterschreiten des Mindestabstandes zu
Fremdleitungen.

4.9.2 HDPE-Rohr als Schutzrohr, für eine Belastung von SLW 60 geeignet.

Abmessungen: HDPE-Schutzrohr gem. 4.9

Medium- rohr DN	PE- Rohr Da mm	HDPE-Rohr				
		Pos. 4.9.1			Pos. 4.9.2	
		D x S		L	D x S	
		mm	mm	mm	mm	mm
32	110	115	2,7	500	200	11,4
40	110	115	2,7	500	200	11,4
50	125	130	3,1	500	200	11,4
65	140	146	3,5	650	225	12,8
80	160	168	3,9	650	250	14,2
100	200	210	4,9	650	315	17,9
125	225	235	5,5	650	315	17,9
150	250	260	6,1	800	355	20,1
200	315	330	7,7	800	450	25,5
250	400	420	9,8	800	560	31,7
300	450	470	9,8	800	630	35,7

4.10 Rohrunterstützungen

4.10.1 Erdverlegung

Für die Einbettung der Rohrleitungen mit Rheinsand sind die Rohrleitungen mit 100 mm hohen Auflagern zu unterstützen.

Die Leitungen sind so zu verlegen, dass eine Verlagerung durch das normale Einsanden nicht eintritt.

Eine mehrlagige Unterstützung ist nicht zulässig.

Ist die einlagige Unterfütterung bei ordnungsgemäßer Verlegung der Rohrleitung nicht möglich, muss die Grabensohle aufgefüllt werden.

4.10.1.1 Unterstützung bis DN 50

Styroporbalken 100 x 100 mm, 1,0 m lang

Rohdichte 30 kg/m³

Unterstützungsabstand 2 m.

4.10.1.2 Unterstützung ab DN 65

Sandsäcke 30 x 60 cm aus umweltverträglichem Gewebe mit Sandfüllung
Unterstützungsabstand 3 m.

4.10.2 Verlegung in Schutzrohr

DSI-Gleitkufenring, Type AZ.

4.11 **Kontroll- und Überwachungssystem**

Zur Kontrolle und Überwachung von Feuchteinbrüchen und Beschädigungen von außen ist das Kunststoffmantelrohrsystem mit einem Überwachungssystem auszurüsten:

Fernwärmeschiene Ruhr:
Überwachungssystem der Fa. Brandes GmbH, Eutin.

Andere Fernwärmenetze (Essen, Gelsenkirchen, Bottrop, Herten):
Überwachungssystem T60/1 der Fa. Hagenuk GmbH (ehem. Salzgitter Elektronik GmbH/HDW).

Diese Systeme ermöglichen die messtechnische Anzeige von Feuchtigkeitseinbrüchen durch Widerstandsmessung. Als Schadensstelle wird die durchfeuchtete Muffe des KMR-Systems über den veränderten Widerstand erkannt.

Die Bestimmung des Fehlerortes erfolgt durch Messung.

Bei den werkseitig vorgefertigten Kompensatoren des Kunststoffmantelrohrsystems sind die Bauteile des Leckageüberwachungssystems nach den Vorschriften der FW 401 im PUR-Schaum zu integrieren.

Die KMR sind so einzubauen, dass Indikatoren in 12:00 Uhr-Position liegen.

Ab der Nennweite DN 500 ist ein redundantes Überwachungssystem vorzusehen, so dass ein Messdrahtpaar auf 12-Uhr Position und ein zweites auf 6-Uhr Position liegt. Abweichungen von den Vorschriften in Kapitel 4.11 sind mit der STEAG-Bauleitung abzustimmen.

4.11.1 Messleitung T 60/113.3, Fa. Hagenuk

Werkseitig einzuschäumendes, verdrahtes Messdrahtpaar aus 1,5 mm² Kupfer mit temperaturbeständiger und längswasserdichter Drahtisolierung, wodurch Potentialfreiheit vom Mediumrohr erreicht wird.

4.11.2 Feuchteindikator T 60/112 E, Fa. Hagenuk

Der Indikator dient zur sensiblen Muffenüberwachung und besteht aus zwei durch ein anorganisches Dielektrikum getrennte Cu-Plättchen, die von 2 farblich gekennzeichneten Polycarbonathalbschalen gehalten werden. Der Indikator ist im trockenen Zustand an die Impedanz der Messleitung, mit der er mittels 4 vorhandener Quetschhülsen verbunden wird, angepasst.

4.11.3 T-Weiche T 60/102 ED, Fa. Hagenuk

Mit Hilfe der T-Weiche wird das Gesamtnetz in Unterabschnitte unterteilt. Ein aufgetretener Fehler ist von der Hauptleitung aus eingrenzbar. Die Ortung kann in überschaubaren Teilabschnitten vorgenommen werden. Nachträgliche Abzweige können installiert werden, ohne dass die Pläne des bestehenden Netzes geändert werden müssen.

4.11.4 Anschlussdose T 60/104 A, Fa. Hagenuk

Die Anschlussdose ermöglicht die Durchführung von Messungen an Trennstellen und von den Endpunkten der Netzabschnitte aus. Die 3 vertauschungssicher angeordneten korrosionsfreien Kontakte gewährleisten eine polrichtige Messung.

Durch eine mittels Verbindungssteckern erreichte Vorlauf-Rücklauf-Verbindung am Ende der Abzweige wird eine von der Hauptleitung aus durchgeführte Messung redundant, d.h. eine Durchfeuchtung ist auch hinter einem Abriss über die jeweils andere Leitung messbar.

4.11.5 Verbindungsstecker T 60/106, Fa. Hagenuk

Zum Verbinden von Vor- und Rücklauf in den Anschlussdosen am Ende der Hauptleitung und am Ende der Abzweige sowie in Schächten.

4.11.6 Endstecker T 60/107 A, Fa. Hagenuk

Ermöglicht die Durchgangsprüfung.

4.11.7 Stationsadapter T 60/108 A, Fa. Hagenuk

Bei Überwachung durch das zentrale Isolations-Überwachungsgerät (Einkanalgerät: T 60/132 bzw. Vierkanalgerät: T 60/131) verhindert der Stationsadapter die Doppelbelegung von Anschlussklemmen in der Anschlussdose.

4.11.8 Leitungsabschluss T 60/110 ED, Fa. Hagenuk

Zur Durchgangsprüfung; wird am Ende eines später zu erweiternden Rohrabchnittes gesetzt.

In Bonn-Duisdorf und in Teilbereichen von Gelsenkirchen-Bismarck ist als Lecküberwachungssystem das System Brandes eingesetzt.

In Bonn-Duisdorf sind die Netzerweiterungen mit Komponenten des Systems Brandes auszurüsten.

4.12 **Kompensation**

Die Kompensation soll durch die natürliche Leitungsführung oder U-Bogen erfolgen. Zur Aufnahme der Restdehnung sind an Richtungsänderungen und Rohrleitungsenden Dehnpolster einzubauen.

4.12.1 Mechanische Vorspannung

Zur optimalen Ausnutzung von Dehnungsbereichen (Kompensatoren in U-, Z- und L-Form) können die Dehnpolster in beiden Richtungen der Dehnung ausgenutzt werden.

Hierbei werden Dehnungsquerschinkel und Trassenbereich eingesandet, wobei jedoch in der Nähe des Dehnungsschenkels ein ausreichendes Stück Trasse offen bleibt.

An dieser Stelle wird der Dehnungsschenkel um die Hälfte der errechneten Dehnung in Richtung Rohrtrasse gezogen.

Die Rohrenden werden anschließend miteinander verschweißt.

Die Vorschriften des Kapitels 4.5 sind zu beachten.

Diese Arbeiten sind in jedem Einzelfall mit der STEAG-Bauleitung abzustimmen.

4.12.2 Thermische Vorspannung (siehe auch FW 401)

Die thermische Vorspannung der KMR-Leitung erfolgt durch Vorwärmung mit Fernheizwasser auf 70°C.

Pos. A (Festpreisanteil)

Herstellen der Vorwärmeinrichtung und Vorwärmen auf Sollwert.

- Aufstellung der Vorwärmeinrichtung mit den für die Vorwärmung erforderlichen Einrichtungen, im Prinzip entsprechend Schaltung, Anlage 1.
- Herstellen des Anschlusses an das Fernheiznetz einschließlich Verbindung zur Hauptleitung und Gestellung der Armaturen.
- Herstellen des Anschlusses an die Vorwärmestrecke einschließlich Klöpperböden und Schweißnähte.
- Beistellen und Vorhalten eines Schreibers für die Überwachung der Heißwassertemperatur mit abschließbarem Gehäuse.
- Demontage der Vorwärmeinrichtung einschließlich Trennung der Klöpperböden an der Vorwärmestrecke und Vorbereiten der Schweißkante für die Wiederverwendung nach Abschluss der Vorwärmung.
- Elektrischer Anschluss der Umwälzpumpe an das öffentliche Stromnetz einschließlich der Stromanschlussgebühren.
- Herstellen der Verbindung von Vor- und Rücklauf am Ende der Vorwärmstrecke einschließlich Klöpperböden, Schweißnähte und der erforderlichen Entlüftungen. Die Verbindung ist flexibel zu gestalten, damit unterschiedliche Bewegungen der Vor- und Rücklaufleitung möglich sind.
- Vorwärmen der KMR-Strecke durch Fernheizwasser auf Vorwärmtemperatur.
- Herstellen von Markierungspunkten zur Messung und Kontrolle der Dehnungslängen.
- Entlastung der Leitungen während der Aufwärmung, damit die freie Dehnung möglich wird.
- Betrieb und Überwachung bis zum Erreichen der Vorwärmtemperatur und der vorberechneten Dehnungen.
- Nach Beendigung der Einsandungsarbeiten:
 - Trennung der Rohrverbindung am Ende der Vorwärmstrecke einschließlich Klöpperböden und Vorbereiten der Schweißkante für die Wiederverwendung.
 - Entleeren und ordnungsgemäße Ableitung des Wassers aus der Vorwärmstrecke, wobei auf genügende Abkühlung des Heizwassers zu achten ist.

Pos. B (Abrechnung nach Vorhaltezeit)

Betrieb und Überwachung für die Zeit ab Erreichen der Vorwärmtemperatur bis zum Abschluss der Verfüllarbeiten

- Betrieb und Überwachung für die Konstanthaltung der Vorwärmtemperatur
- Stromkosten für die Vorwärmeinrichtung
- Kontrollieren des Rohrsystems bis zum Abschluss der Einsandung

Leistungen des Auftraggebers:

- Füllen der Vorwärmstrecke mit Heizwasser
- Kostenfreie Bereitstellung der Wärme.

4.12.3 Elektrothermische Vorspannung

Eine elektrothermische Vorspannung ist mit der STEAG-Bauleitung abzustimmen.

5. **Montage**

- 5.1 Der Auftragnehmer hat das Abladen und Lagern der Kunststoffmantelrohre und der Systemkomponenten zu überwachen und auf die Einhaltung der Herstellervorschriften zu achten.

Die Anforderungen der FW 401 sind einzuhalten.

5.2 **Rohrunterstützungen**

Bei der Unterstützung der KMR-Leitungen sind die Ausführungsbestimmungen der Punkte 4.10.1 und 4.10.2 zu beachten.

- 5.3 Im Bereich von kreuzenden Rohrleitungen ist das KMR-System durch übergeschoebene PE-Rohrhülsen zusätzlich zu schützen.

- 5.4 Für die Verlegung von KMR-Systemen in Schutzrohren sollen grundsätzlich HDPE-Rohre mit Wandstärken für Belastungen nach SLW 60 verwendet werden.
Das KMR-System wird im Schutzrohr durch Sternlager mit Kunststoff-Kufen unterstützt.

5.5. Muffenmontage

5.5.1 Im Bereich des Schrumpfbandes sind das PE-Rohr und die Schrumpfmuffe mit Sandpapier, Körnung 80, aufzurauben.

5.5.2 Der Muffenbereich des PE-Mantelrohres ist vor der endgültigen Montage des Überschiebrohres mit Isopropylalkohol zu reinigen.
Der Muffenbereich des Stahl-Mediumrohres ist unmittelbar vor dem Verschäumen von Rost zu befreien und zu entfetten.

Die Restfeuchte des PUR-Schaumes an den Stirnseiten der KMR sind zu prüfen.
Der PUR-Schaum ist auf eine Tiefe von mind. 20 mm zu entfernen.

5.5.3 Vor dem Ausschäumen der Muffen sind die Leckortungssysteme zu verbinden bzw. zu montieren.

5.5.3.1 Fernwärmenetz FWR:

Die Montage- und Abnahmerichtlinien der Fa. Brandes sind einzuhalten.

5.5.3.2 Andere Fernwärmenetze:

Vor dem Ausschäumen der Muffe ist der Feuchteindikator T 60/112 E, Fabr. HDW, zu montieren.

Bei der Montage sind die Richtlinien der Herstellerfirma Hagenuk GmbH, ehem. Salzgitter Elektronik GmbH (HDW), neuester Stand, zu beachten.

Während der Montage sind an jedem Indikator Kontrollmessungen mit dem Montagetester T 60/153 durchzuführen.

Für die Messergebnisse gilt folgende Bewertung:

A) Isolationsmessung Ader- Ader

Generell gilt:

- je mehr Indikatoren eingebaut sind, desto geringer wird der Isolationswiderstand
- Der Isolationswiderstand darf einen Mindestwert, abhängig von der Indikatorzahl, nicht unterschreiten; siehe folgende Tabelle:

Anzahl Indikatoren	Mindestanzeige	Anzahl Indikatoren	Mindestanzeige	Anzahl Indikatoren	Mindestanzeige
700	2	440	4	180	8
680	2	420	4	160	8
660	2	400	4	140	18
640	2	380	4	120	18
620	2	360	4	100	18
600	2	340	6	80	32
580	2	320	6	60	32
560	2	300	6	40	70
540	2	280	6	20	100
520	2	260	6		
500	2	240	8		
480	4	220	8		
460	4	200	8		

Wird der Isolationsmindestwert unterschritten, ist der Indikator fehlerhaft eingebaut worden und muss ggf. ausgetauscht werden.

Hinweis: Ein neu eingebauter Indikator darf den bisherigen Isolationswiderstand nicht merklich, d. h. höchstens um 3 MΩ, verringern.

B) Isolationsmessung Ader- Rohr

Der Isolationswiderstand Ader - Rohr ist bei ordnungsgemäßer Montage größer als 200 MΩ.

Die Anzeige hierfür ist: 1 – —.

Wird ein anderer Wert angezeigt, liegt ein Kurzschluss zwischen Ader und Rohr vor, der beseitigt werden muss.

C) Durchgangsmessung Ader - Ader

Achtung: Im Gegensatz zu den beiden Isolationsmessungen bedeutet hier die Anzeige 1 —.

fehlerhafte Installation. Um der Gefahr einer Fehldeutung des Messergebnisses vorzubeugen, leuchtet gleichzeitig die rote Leuchtdiode auf.

Aber: Wenn die Leuchtdiode nicht leuchtet, darf trotzdem nicht auf einen einwandfreien Durchgang geschlossen werden.

Der Durchgang ist nur dann fehlerfrei, wenn ein Wert zwischen 0,3 und 1,0 angezeigt wird.

Bei einem Anzeigewert zwischen 0,3 und 1,0 ist der Durchgang einwandfrei. Bei niedrigeren Werten liegt ein Kurzschluss, bei höheren Werten eine Unterbrechung vor.

Beispiele:

Anzeigewert	Lampe	Kurzschluss	Unterbrechung	einwandfreier Durchgang
00.0	aus	ja	nein	nein
0.2	aus	ja	nein	nein
0.5	aus	nein	nein	ja
1.0	aus	nein	nein	ja
3.0	aus	nein	ja	nein
1 —.	an	nein	ja	nein

Vor der Verfüllung und dem Anschluss der neuverlegten Leitungsstrecke sind im Beisein der STEAG-Bauleitung folgende abschließende Messungen durchzuführen und die Ergebnisse zu protokollieren:

Messungen entsprechend Abnahmeprotokoll für Rohrnetzüberwachung

Messung 1	Isolation Ader - Ader
Messung 2	Durchgang Ader - Ader
Messung 3	Isolation "a" Ader - Rohr (rote Messader - Rohr)
Messung 4	Isolation "b" Ader - Rohr (weiße Messader - Rohr)
	<u>Achtung !</u> "roten Stecker" des T 60/153 an weiße Messader anklemmen !
Messung 5	Isolationsmessung Ader - Ader und Ader - Rohr am vorge- schalteten System, an das die Erweiterung angeschlossen werden soll.
Messung 6	Wiederholung der Messung 5 nach Anschluss der Erweiterung

- 5.5.4 Das Ausschäumen der Muffen darf nur mit einer speziell für das KMR-System hergestellten Schäummaschine durchgeführt werden.
Es muss gewährleistet sein, dass die Maschine auf das den Witterungsverhältnissen entsprechende Mischungsverhältnis eingestellt werden kann.
Die Größe der Maschine muss dem auszuschäumenden Volumen angepasst sein.
Nach dem Ausschäumen sind sämtliche an der Rohroberfläche sichtbaren Schaumreste zu entfernen.
Lufteinschlüsse im Bereich der Manschetten sind nicht zulässig.
Handschaumung ist nur bei Hausanschlussleitungen bis DN 65 mit max. 6 Muffen in Abstimmung mit der STEAG-Bauleitung zulässig.
- Handschaum darf nur von entsprechend zertifizierten Monteuren ausgeführt werden. Werden darüber hinaus Muffen mit Handschaum hergestellt, wird für diese Muffen ein Minderpreis in Ansatz gebracht.
Ansonsten sind die Vorschriften der FW 401 einzuhalten.
- 5.5.6 Sollte der Auftraggeber bei der Prüfung der fertigen Muffe Fehler am Material oder in der Montage feststellen, werden zu Lasten des Auftragnehmers je fehlerhafter Muffe zwei weitere Muffen geprüft.
- 5.5.7 Die Lieferlänge der Rohre beträgt für $DN \geq 100$ 12,0 m, für $DN \leq 80$ 6,0 m.
Bei einer geeigneten Trassierung sind Rohre von 16 m Länge einzusetzen.
Bei längeren geraden Strecken sind auch für $DN \leq 80$ Lieferlängen von 12 m einzusetzen.
Bei Verwendung von Restrohrstücken von weniger als 1,0 m Länge werden hierfür die erforderlichen Schweißnähte und Verbindungen nicht bezahlt.
Dies gilt nicht für Passstücke an Kompensatoren, Armaturen etc.

6. Lagerhaltung

Der Auftragnehmer ist verpflichtet, ein ausreichendes Lager für sämtliche Standardteile des Kunststoffmantelrohrsystems einschl. der Teile des Kontroll- und Überwachungssystems bis zu einer Nennweite von DN 50 vorzuhalten.

Die Lagerhaltung ist so einzurichten, dass alle Teile eines Kunststoffmantelrohrsystems größer DN 50 innerhalb von 10 Arbeitstagen geliefert werden können.

Der Auftraggeber ist berechtigt, zu den üblichen Geschäftszeiten sich von der ausreichenden Bevorratung zu überzeugen.

7. Dokumentation

In den Revisionsplänen ist die eingebaute Ausrüstung des Lecküberwachungssystems darzustellen.

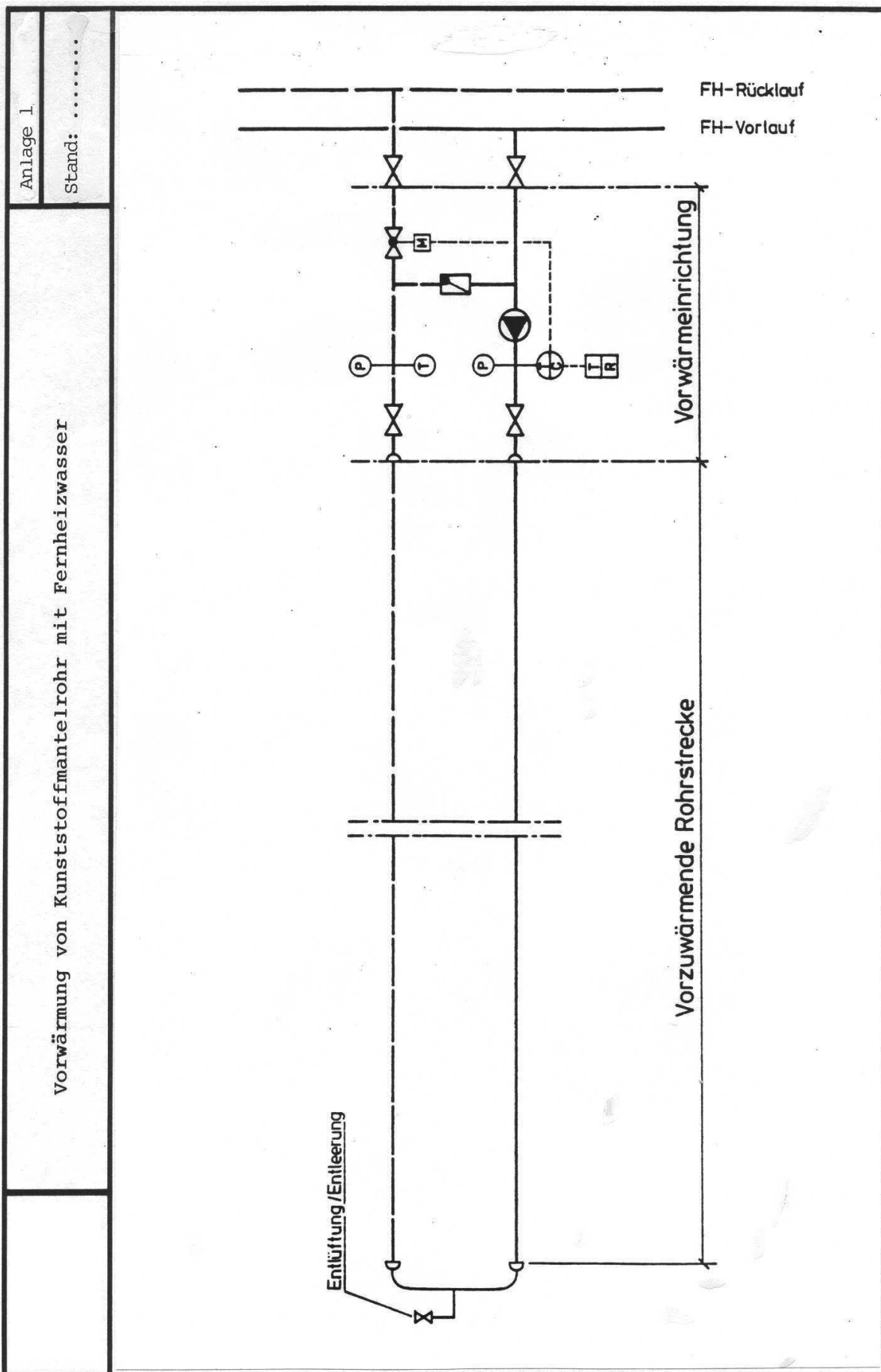
Für die zeichnerische Darstellung sind die Vorschriften gem. Anlage 2 verbindlich.

8. Richtpreisverzeichnis (RPV / KMR)

Seite	Benennung
1	Lieferung und Montage Pos. 1 - 14
2	Lieferung und Montage Pos. 15 - 26
3	Lieferung und Montage Pos. 27 - 38
4	Demontage Pos. 50 - 52 Lieferung Pos. 53 - 59
5	Pos. 60 ff (siehe Seite 7) Pos. 141 ff (siehe Seite 8) Pos. 222 ff (siehe Seite 9) Lieferung und Montage Pos. 292 - 295
6	Lieferung und Montage Pos. 296 – 300 Montage Pos. 301 Lieferung Pos. 330 - 333
7	Lieferung Pos. 60 – 131
8	Lieferung Pos. 141 - 221
9	Lieferung und Montage Pos. 222 - 293
10	Lieferung und Montage Pos. 302 – 317
11	Herstellung von KMR-Fenster-Montageabzweigen

9. Anlagen

Anlage 1:	Schaltbild für die Vorwärmeinrichtung zur thermischen Vorspannung mit Fernheizwasser
Anlage 2:	Vorschriften für die zeichnerische Darstellung in Katasterplänen (Bestandspläne)



Vorschriften für die zeichnerische Darstellung in Katasterplänen (Bestandspläne)

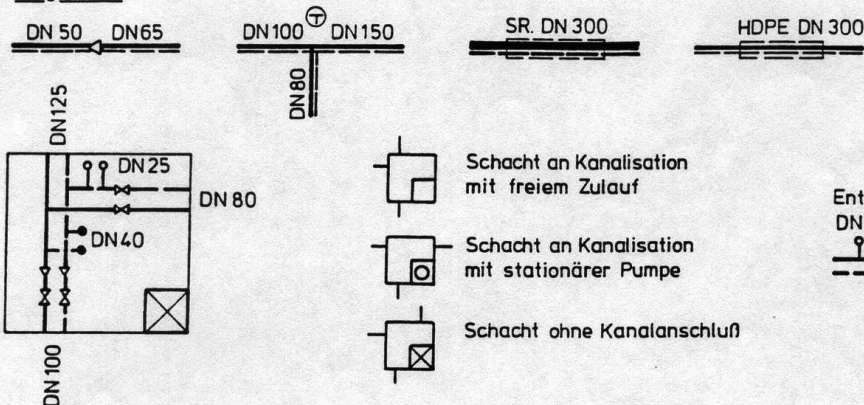
Allgemein:

Ausnahme: E-Borbeck

$(0,5/0,25)^*$ Freileitung, V u. R nebeneinander	 Freileitung, V u. R übereinander
$(1,4/0,5)^*$ HK Leitung im Haubenkanal	$(0,7/0,35)^*$ Leitung in Kunststoffmantelrohr

* Strichstärken

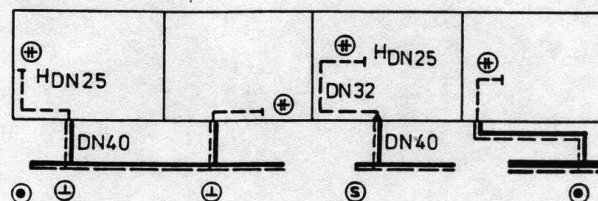
Allgemein:



Schacht als Schalt-schema
nahe Schachtsymbol

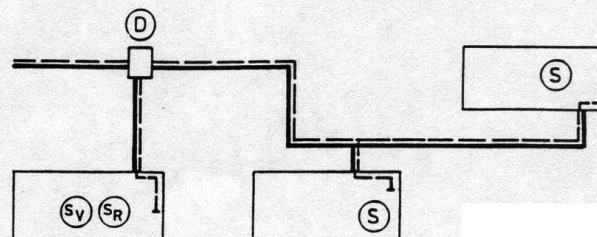
Leckortung System „HDW“:

- ⊕ Meßdose
- ⊖ T-Weiche
- ⊕- Verbindungs-dose
- ⊙ el. Leitungsabschluß
- Ⓢ Schleife



Leckortung System „Brandes“:

- ⓓ Meßdose
- Ⓢ Meßschleife (V+R)
- Ⓢv Meßschleife (nur V)
- ⓈR Meßschleife (nur R)



Jan. 1993