



Anforderungsprofil Schlauchlining

15.06.2026

Inhalt

Inhalt	1
0	Einleitung 5
1	Anwendungsbereich 5
2	Begriffe 6
3	Hinweise für den Ausschreibenden 6
4	Baustoffe 6
4.1	Anforderungen an Baustoffe 6
4.1.1	Harzsysteme 6
4.1.2	Trägermaterialien 8
4.1.3	Füllstoffe 8
4.1.4	Folien/Beschichtungen 8
4.1.5	Eigen- und Fremdüberwachung 9
4.2	Anforderungen an die Fertigung und Lieferung auf die Baustelle 9
4.2.1	Lieferung eines werksimprägnierten Schlauches 9
4.2.1.1	Lagerung des Materials 9
4.2.1.2	Mobile Imprägnierung 10
4.3	Anforderungen an die Härtung 10
4.4	Anforderungen an das Endprodukt 11
4.4.1	Vorbemerkungen 11
4.4.2	Eignungsnachweis 11
5	Statische Berechnung 11
5.1	Materialkenngruppen 11
5.2	Regelstatiken 13
6	Ausführung 15
6.1	Baustellenvorbereitung 15
6.1.1	Bürgerinformation 15
6.1.2	Startgespräch 16
6.1.3	Nachweise 17
6.2	Vorarbeiten 17
6.2.1	Aufrechterhaltung der Vorflut für die Vorarbeiten 17
6.2.2	Reinigung für die Feststellung des baulichen Ist-Zustandes 17
6.2.3	Optische Inspektion zur Feststellung des baulichen Ist-Zustandes 18
6.2.4	Einmessen der Anschlüsse 18
6.2.5	Hindernisbeseitigung 18
6.2.6	Vorprofilierung 18
6.2.7	Vorabdichtung 18
6.2.8	Kalibrierung 19
6.2.9	Aufrechterhaltung der Vorflut 19
6.2.10	Reinigung vor Schlaucheinbau 20
6.2.11	Optische Inspektion vor Schlaucheinbau 20
6.3	Schlaucheinbau, Aufstellung und Härtung 21
6.3.1	Schlaucheinbau 21
6.3.2	Aufstellung und Härtung 21
6.3.2.1	Warmwasserhärtung 22
6.3.2.2	Dampfhärtung 22

6.3.2.3	Härtung mit ultraviolettem Licht (UV)	23
6.3.3	HW: Schlauchlining in Anschlussleitungen	24
6.4	Nacharbeiten und Probenentnahme	24
6.4.1	Materialprobenentnahme	25
6.4.2	Haltungsweise Dichtheitsprüfung	25
6.4.3	Öffnen der Anschlüsse	26
6.4.4	Anschlusseinbindung	26
6.4.5	Schachteinbindung/Entlastungsschnitte	27
6.5	Umweltbelange	27
7	Prüfungen	28
7.1	Prüfung vor Ort	28
7.1.1	Optische Inspektion	28
7.1.2	Dichtheitsprüfung	28
7.1.3	Faltenbildung	28
7.2	Materialprüfung am Probestück	29
7.2.1	Materialprüfungen und Ergänzungen für die Prüfungsdurchführung	29
7.2.2	Bewertung der Prüfergebnisse	30
7.2.2.1	Biegeeigenschaften und Wanddicke	30
7.2.2.2	Kriechneigung	30
7.2.2.3	Maximal zulässiger Reststyrolgehalt	31
7.2.2.4	DDK-Analyse	31
7.2.2.5	Spektralanalyse	31
7.2.2.6	Bestimmung von Füllstoff- und Glasgehalt	31
7.2.2.7	Dichtheitsprüfung des Laminats	31
8	Dokumentation	32
9	Abnahme	32
Anhang A Bieterangaben zum Bauvorhaben		33
Anhang B Vertragsbedingungen zur Beauftragung von Prüfinstituten		33
Anhang C Regelstatistiktabellen		35
Tabelle C.1: Materialkennggruppe 1 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		36
Tabelle C.2: Materialkennggruppe 2 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		38
Tabelle C.3: Materialkennggruppe 3 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		40
Tabelle C.4: Materialkennggruppe 4 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		42
Tabelle C.5: Materialkennggruppe 5 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		44
Tabelle C.6: Materialkennggruppe 6 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		46
Tabelle C.7: Materialkennggruppe 7 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		48
Tabelle C.8: Materialkennggruppe 8 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		50
Tabelle C.9: Materialkennggruppe 9 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		52
Tabelle C.10: Materialkennggruppe 10 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		54
Tabelle C.11: Materialkennggruppe 11 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		56
Tabelle C.12: Materialkennggruppe 12 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		58
Tabelle C.13: Materialkennggruppe 13 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		60
Tabelle C.14: Materialkennggruppe 14 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		62
Tabelle C.15: Materialkennggruppe 15 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		64
Tabelle C.16: Materialkennggruppe 16 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		66
Tabelle C.17: Materialkennggruppe 17 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		68
Tabelle C.18: Materialkennggruppe 18 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		70
Tabelle C.19: Materialkennggruppe 19 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)		72

Tabelle C.20: Materialkennggruppe 20 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)	74
Tabelle C.22: Materialkennggruppe 22 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)	75
Tabelle C.23: Materialkennggruppe 23 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)	77
Tabelle C.24: Materialkennggruppe 24 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)	79
Tabelle C.25: Materialkennggruppe 25 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)	81
Tabelle C.26: Materialkennggruppe 26 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)	83
HW: Anhang D Bemessungsbeispiel	86
HW: Anhang E Qualitätsnachweis der ausführenden Unternehmen	87
Technische Regeln	88
DIN-/VOB-Normen	88
DWA-Regelwerk	88

0 Einleitung

Grundlage für die Erstellung dieses Anforderungsprofils (AFP) ist die seit 1983 bestehende Erfahrung der Hamburger Stadtentwässerung (im Folgenden HAMBURG WASSER (HW)) mit der Renovierung von schadhaften Sielen. In Hamburg wird für Schlauchliner eine technische Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren festgelegt. Die Abschreibung erfolgt über 50 Jahre.

Hamburg Wasser greift auf die Unterstützung und Hilfestellung fachkompetenter Begleitung von akkreditierten Prüfinstituten zurück. Die Materialprüfung auf der Grundlage des DWA-A 143-3, Kapitel 7, gewährleistet einen gleichbleibend hohen Qualitätsstandard.

Grundlage des Anforderungsprofils ist das M 144-3 E5 (Ergänzung 5), welches um spezielle Regelungen ergänzt ist.

Das Wort „grundsätzlich“ wird im AFP in der juristischen Bedeutung verwendet, d.h. begründete Ausnahmen von der Regelfestlegung sind möglich. Inhaltlich ist das Wort damit nicht in seiner umgangssprachlichen Verwendung im Sinne von „immer“ zu verstehen.

Im Anhang E finden sich informativ Eignungsanforderungen an die ausführenden Unternehmen, die projektspezifisch mit der Aufforderung zur Angebotsabgabe abgefragt werden.

1 Anwendungsbereich

Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für vor Ort härtendes Schlauchlining (im Nachfolgenden „ZTV Schlauchlining“ genannt) behandeln die Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden, die als Freispiegelleitungen betrieben werden. Sie sind darauf abgestellt, dass die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) und insbesondere die:

- ATV DIN 18299 „Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art“ und die
- ATV DIN 18326 „Renovierungsarbeiten an Entwässerungskanälen“

Bestandteil des Bauvertrages sind.

Der nicht kursiv dargestellte Text stellt „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen“ im Sinne von § 1, Nummer 2.4 VOB Teil B – DIN 1961, dar, wenn die ZTV Schlauchlining Bestandteil des Bauvertrages sind.

HW: Das AFP ist Zusätzliche Technische Vertragsbedingung im Sinne von § 1 Absatz 2 Nr. 4 VOB Teil B.

Die spezifischen Regelungen von HAMBURG WASSER werden durch „HW:“ eingeleitet und extra umrandet dargestellt.

Die im Text kursiv gedruckten Absätze sind „Richtlinien“; sie sind vom Auftraggeber bei der Aufstellung der Leistungsbeschreibung sowie bei der Überwachung und Abnahme der Bauleistungen zu beachten.

Sämtliche für das Verfahren geltende Normen sowie das Regelwerk der DWA sind Vertragsbestandteil, soweit durch dieses Papier nichts anderes geregelt ist.

Stellt der Systemhersteller/-anwender des angebotenen Schlauchlinerproduktes Anforderungen an dessen Verwendung, die über die Anforderungen dieser ZTV Schlauchlining hinausgehen, sind diese maßgeblich und ist auch mit diesen zu kalkulieren.

2 Begriffe

Es gelten die Begriffsdefinitionen

- der DIN EN 752,
- des Arbeitsblattes DWA-A 143-3,

HW:

- Trumme = Straßenablauf
- Siel = Abwasserkanal
- Rüstzeit = Zeit für Tätigkeiten in Rahmen von Roboterarbeiten, die zum Auf-, Um- oder Abbau des Roboters benötigt werden, jedoch keine Fahrten im Rohr oder Reparaturen am Roboter etc.
- UV-Liner = Glasfaserverstärkter Liner mit UV-Licht-initiiertter Härtung
- SF-Liner = Synthesefaser-Liner mit thermischer Härtung
- LED-Liner = Synthesefaser-Liner mit LED-initiiertter Härtung

3 Hinweise für den Ausschreibenden

Hinweise für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung und die Erstellung der Ausschreibung werden im Merkblatt DWA-M 144-1 dargestellt.

Bei UV-Linern ist insbesondere zu beachten:

- *Bei Bögen ab ca. 30° bzw. kurzen Bögen / Abwinklungen ab ca. 15° ist die Eignung von UV- härtenden Linern projektspezifisch zu überprüfen*
- *Einbaulängen > 120 m sind für ≥ DN 800 und alle Eiprofile grundsätzlich zu vermeiden*
- *Eine kühlende Wirkung aufgrund von Grundwasser beeinflusst die UV-Härtung negativ. Kann ein solcher Einfluss nicht ausgeschlossen werden, ist für die Ausschreibung folgendes zu beachten:*
 - *Angabe der Grundwasserverhältnisse einbauabschnittgenau und Hinweis auf kühlenden Effekt*
 - *ggf. Vorabdichtung vorsehen*
 - *ggf. Härtung unter zusätzlichem Einsatz von Peroxid ausschreiben*
 - *ggf. grundsätzliche Eignung UV- härtender Liner prüfen und abhängig vom Ergebnis warmhärtende Systeme ausschreiben*

4 Baustoffe

4.1 Anforderungen an Baustoffe

4.1.1 Harzsysteme

Es müssen die in Arbeitsblatt DWA-A 143-3 genannten Harzsysteme verwendet werden (siehe

Tabelle 1). An diesen muss ein Eignungsnachweis vorgenommen worden sein. Die Zusammensetzung muss darin ausgewiesen sein. Durch die Angabe der Abwasserbeschaffenheit bestimmt der Ausschreibende das zu wählende Harzsystem. Wird eine Abwasserbeschaffenheit der Gruppen 1 oder 3 ausgeschrieben, ist durch den Bieter auf Verlangen des Ausschreibenden die Eignung des angebotenen Harzsystems nachzuweisen.

HW: Es sind ausschließlich Harzsysteme zu verwenden, die mindestens nach Abwassergruppe 2 zugelassen sind. Harze nach Abwassergruppe 1 sind nicht zulässig.

Liegt Abwasser des Typs 3 vor, so ist der Ausschreibung eine Spezifikation des Abwassers beizulegen.

Tabelle 1: Zugelassene Harzsysteme

Abw.-Gruppe	Abwassertyp	Zugelassene Harztypen
1	Kommunales Abwasser mit geringen chemischen und biochemischen Belastungen	Systeme aus ungesättigtem Polyesterharz (UP Harz-Systeme): DIN 16946-2 mind. Typ 1130 (thermische und mechanische Anforderungen) DIN 18820-1 Gruppe 2 oder nach DIN EN 13121-1 Gruppe 2 Bzw. die zugelassenen Harze der Zeilen 2 und 3
2	Kommunales Abwasser	UP Harz-Systeme: DIN 16946-2 mind. Typ 1130 (thermische und mechanische Anforderungen) DIN 18820-1 Gruppe 3 oder nach DIN EN 13121-1 Gruppe 4 Systeme aus Epoxidharz (EP-Harz): DIN 16946-2 Typ 1020, Typ 1021, Typ 1040 (thermische und mechanische Anforderungen) oder abwasserbeständige hydrolysefeste temperatur-beständige EP-Harze mit Nachweis der Eignung durch zugelassenes und unabhängiges Prüfinstitut. Bzw. die zugelassenen Harze der Zeile 3
3	Stark angreifendes Abwasser (Industrielles Abwasser)	Systeme aus Vinylesterharz (VE-Harz): DIN 16946-2 mind. Typ 1130 DIN 18820-1 Gruppe 5 oder nach DIN EN 13121-1 Gruppe 7a EP-Harz Der Nachweis der Eignung für das spezifizierte Abwasser ist durch den Bieter zu erbringen

4.1.2 Trägermaterialien

Es müssen die in Arbeitsblatt DWA-A 143-3 genannten Trägermaterialien verwendet werden, die auch für den Eignungsnachweis des Gesamtsystems mit gleichem Massenanteil verwendet worden sind. Deren Eigenschaften müssen im Eignungsnachweis ausgewiesen sein.

4.1.3 Füllstoffe

Es dürfen nur Füllstoffe verwendet werden, die im Eignungsnachweis des Gesamtsystems mit gleichem Massenanteil verwendet worden sind. Die Füllstoffe müssen inert (unter den gegebenen Bedingungen reaktionsfrei) sein. Deren Eigenschaften müssen im Eignungsnachweis ausgewiesen sein.

4.1.4 Folien/Beschichtungen

Es müssen die in Arbeitsblatt DWA-A 143-3 genannten Materialien für Folien und Beschichtungen verwendet werden, die auch im Eignungsnachweis des Gesamtsystems verwendet worden sind. Deren Eigenschaften müssen im Eignungsnachweis ausgewiesen sein.

4.1.5 Eigen- und Fremdüberwachung

Für die Materialherstellung (bis Anlieferung auf die Baustelle) müssen die Anforderungen gemäß Arbeitsblatt DWA-A 143-3 eingehalten werden.

4.2 Anforderungen an die Fertigung und Lieferung auf die Baustelle

4.2.1 Lieferung eines werksimprägnierten Schlauches

Wareneingang und Lagerung der Einzelkomponenten und der gesamte Herstellungsprozess des Endproduktes müssen durch den Auftragnehmer durchgängig dokumentiert werden. Durch den Lieferschein des gelieferten Produktes muss der direkte Zusammenhang zu dieser Dokumentation und zum Eignungsnachweis gegeben sein. Im Lieferschein müssen ausgewiesen sein:

- Die Bezeichnung des angebotenen Produktes,
- die genaue Rezepturbezeichnung bzw. Unterkategorie der Produktbezeichnung,
- die Lieferwanddicke des gelieferten Produktes,
- der Innendurchmesser des Altrohres oder der hydraulische Ersatzkreis bei Sonderprofilen,
- Imprägnierdatum des Schlauches.
- Länge des Schlauches.

4.2.1.1 Lagerung des Materials

Imprägnierte Schläuche müssen bis zum Einbau gemäß den Vorgaben des Herstellers gelagert und gegen vorzeitige Härtung geschützt werden.

HW: Bei UV-Linern gilt

Die Temperatur der Schläuche (gemessen unterhalb der letzten gefalteten Lage) ist ab Produktion bis zum Einbau auf der Baustelle kontinuierlich zu überwachen. Die Temperatur muss mittels Datenlogger mitgeschrieben und über den vollständigen zeitlichen Verlauf, mindestens aber die minimale und maximale Temperatur über die gesamte Messdauer auf der Baustelle durch die Bauüberwachung kontrollierbar sein.

Die Lagertemperatur muss zwischen 5°C und 25°C liegen, außer die DIBt-Zulassung sieht strengere Grenzen vor.

Ein fehlender Nachweis der Temperaturüberwachung bzw. ein Unter- bzw. Überschreiten der geforderten Temperaturen kann dazu führen, dass die Bauüberwachung den Schlauch nicht zum Einbau zulässt.

Die Überschreitung einer maximalen Lagerdauer (Produktion bis Einbau) von vier Monaten muss mit dem AG abgestimmt werden und kann dazu führen, dass der Schlauch nicht zum Einbau zugelassen wird. Höhere Anforderungen der Schlauchhersteller bleiben hiervon unberührt.

4.2.1.2 Mobile Imprägnierung

Wenn die Besonderheiten des Verfahrens eine Imprägnierung des Schlauchs vor Ort erfordern, ist eine mobile Imprägnierung zugelassen. In diesem Zusammenhang wird auf Abschnitt 6.5 „Umweltbelange“ verwiesen. Zur Lagerung und Verarbeitung von Harzen, Härtern und Zusatzstoffen auf der Baustelle sind die entsprechenden Umwelt-, Arbeitsschutz- und Gefahrgutverordnungen einzuhalten.

Materialien

Die Materialien (Harze, Trägermaterialien) müssen gemäß den Herstellerempfehlungen bzw. eigener Verfahrensanweisungen gelagert werden. Wareneingang und Lagerung müssen durchgängig dokumentiert werden.

Mischanlage

Die Anmischung des Harzes darf nur in temperierten Kompaktmischanlagen durchgeführt werden. Der Ort des Mischungsvorganges muss vor Witterungseinflüssen geschützt sein. Die Anlage muss als geschlossenes System aufgebaut sein, die den luftfreien Mischvorgang garantiert. Harztanks müssen den technischen Sicherheitsanforderungen entsprechen. Die Mischanlage muss über Messeinrichtungen zur permanenten Überwachung des Mischvorganges verfügen. Eine kontinuierliche Mengenerfassung des Mischverhältnisses und der Gesamtmenge muss gewährleistet und protokolliert werden. Messeinrichtungen für Harz- und Härtertemperatur müssen zur sicheren Überwachung des Qualitätsstandards vorhanden sein.

Imprägnierung

Die mobile Imprägnierungsanlage dient der Imprägnierung vor Ort und muss somit einen hohen technischen Standard auf der Baustelle gewährleisten. Voraussetzung für die maschinelle Tränkung des Trägermaterials auf der Baustelle ist die Verwendung:

- einer Vakuumanlage als Bestandteil des Systems,
- druckentlasteter Kalibrierwalzen zur Erlangung einer gleichmäßigen Wanddicke,
- von Imprägnieranlagen.

Die Kalibrierung der Mischanlage ist nachzuweisen.

Die Arbeitssicherheit im Umgang mit Harz und Härter muss gewährleistet sein.

4.3 Anforderungen an die Härtung

Es sind Verfahren zugelassen, die eine gesteuerte Härtung ermöglichen. Dieses sind:

- Warmwasserhärtung,
- Wasserdampfhärtung,
- Licht-Härtung mit ultravioletttem Licht (UV)
- **HW: Licht-Härtung mit LED in Anschlussleitungen (VE-Harz)**

4.4 Anforderungen an das Endprodukt

4.4.1 Vorbemerkungen

Das gehärtete Endprodukt (Schlauchliner) muss eine homogene Harzverteilung ohne sichtbare Lufteinschlüsse und ohne Fehlstellen aufweisen. Der sanierte Kanal muss den Anforderungen der DIN EN 752 entsprechen:

- Dichtheit (nach DIN EN 1610),

HW: zur Dichtheitsprüfung siehe HW-spezifische Regelung unter 7.1.2

- ~~statische Tragfähigkeit (ATV-M 127-2)~~

HW: statische Tragfähigkeit nach DWA-A 143-2.

4.4.2 Eignungsnachweis

Der Auftragnehmer hat die Eignung der vorgesehenen Baustoffe für die Ausführung nachzuweisen.

Es dürfen nur Schlauchlinerprodukte und dazugehörige Herstellungsverfahren verwendet werden, für die ein Eignungsnachweis nach den Vorgaben der DIN EN ISO 11296-4 und den Ergänzungen der entsprechenden DWA-Arbeits- und Merkblätter vorliegt. Der Eignungsnachweis gilt auch durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) als erbracht.

HW: Alle einzubauenden Systeme/Produkte (Hauptseil, Anschlussleitungen) müssen zum Zeitpunkt des Einbaus über eine gültige DIBt-Zulassung verfügen.

Als zwingende inhaltliche Punkte sind zu nennen:

- Die genaue Rezepturbezeichnung bzw. Unterkategorie der Produktbezeichnung,
- die Beschreibung der Materialzusammensetzung des Produktes,
- die Beschreibung der Herstellung des Endproduktes unter Beschreibung der eingesetzten Technik
- der zulässige Anwendungsbereich des Produktes,
- relevante Materialkennwerte des Produktes,
- Hochdruckspülfestigkeit nach DIN 19523,
- Beständigkeit gegen kommunales Abwasser,
- Umweltverträglichkeit.

Der Auftraggeber erhält auf Verlangen Einsicht in die schriftlichen Auswertungen sämtlicher Einzelprüfungen des Eignungsnachweises oder die DIBt-Zulassung für das angebotene Produkt in der jeweils gültigen Fassung.

5 Statische Berechnung

5.1 Materialkenngruppen

Für die verschiedenen Schlauchlinerprodukte sind Materialkenngruppen definiert (siehe Tabelle 2).

Über den in der Eignungsprüfung ermittelten Langzeit-Umfangs-E-Modul und die Langzeitbiegespannung reiht sich das angebotene Produkt in die Materialkenngruppe ein, deren beide Kennwerte mindestens erreicht werden.

Daraus ergeben sich die für das angebotene Produkt zur statischen Dimensionierung zu verwendenden Materialkennwerte (E-Modul und Biegespannung) der Tabelle 2.

Tabelle 2: Materialkenngruppen

Gruppe	Langzeitwerte ¹⁾	
	E-Modul, ermittelt nach DIN EN 1228 in N/mm ²	Biegespannung in N/mm ²
Synthesefaser-Schlauchliner		
1	1000	23
2	1500	31
3	1400	14
4	1400	16
5	1400	18
6	1500	17
7	1500	18
21	2300	18
Glasfaserverstärkte Schlauchliner		
8	3500	75
9	4000	80
10	4500	85
11	5000	90
12	5500	95
13	6000	100
14	6500	105
15	7000	110
16	7500	115
17	8000	120
18	8500	125
19	9000	130
20	9500	135
22	11000	150
24	12000	160
26	13000	170
23	14500	185
25	16000	200
ANMERKUNGEN		
1) Langzeit-E-Modul aus dem Scheiteldruckversuch, extrapoliert auf 50 Jahre und Langzeitbiegespannung gemäß Merkblatt ATV-M 127-2; ab MKG 25 gemäß Arbeitsblatt DWA-A 143-2.		
Die Querkontraktionszahl beträgt für alle Materialien $\mu = 0,35$		
HW: Regelstatiken Klasse-Profile mit $\mu = 0,25$ für GF-Liner		

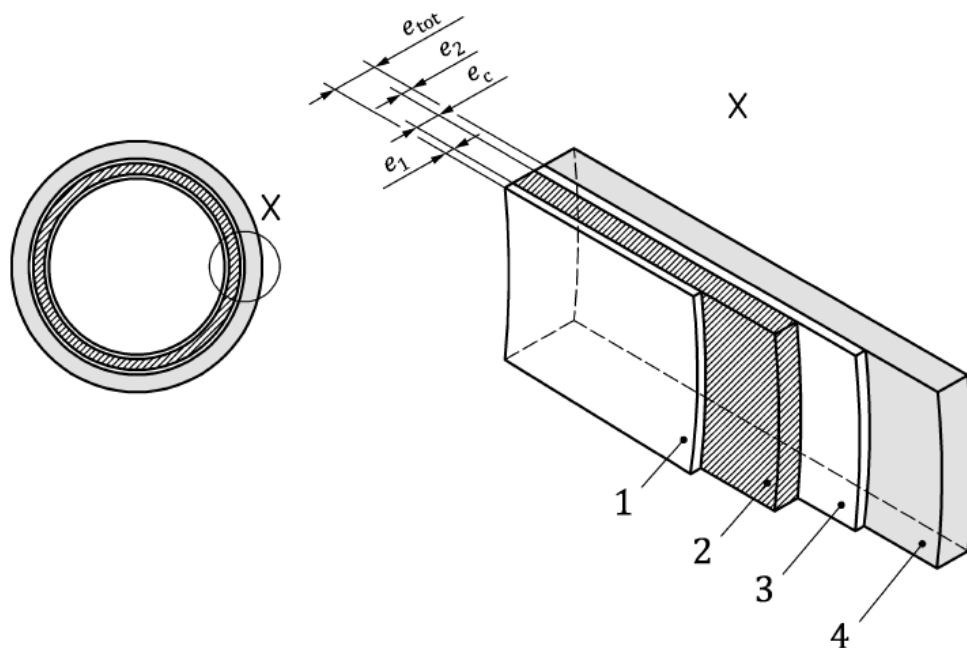
5.2 Regelstatiken

Auf Basis der Materialkennwerte der Materialkenngruppen wurden Regelstatiken für Regellastfälle des Altrohrzustands II gerechnet, deren Ergebnisse (die Verbunddicke nach Arbeitsblatt DWA-A 143-3) in Matrizen über die Altrohrdimension und den Grundwasserstand zusammengefasst sind (siehe Anhang C). Dadurch ist das angebotene Produkt für den ausgeschriebenen Lastfall statisch vordimensioniert. Der Regellastfall des Altrohrzustands I ist damit auf der sicheren Seite liegend abgedeckt.

Zu dieser Verbunddicke wird die Verschleißschicht nach Arbeitsblatt DWA-A 143-3 addiert.

HW: Aus Gründen der Gebrauchstauglichkeit muss die Kompositdicke e_c (siehe Abbildung unten) mindestens so groß sein, dass ein SDR-Wert ($SDR = d_{a, \text{Liner}} / e_c$) von 135 nicht überschritten wird. Diese Regelung gilt bis zu einer Kompositdicke von 10 mm.

Abbildung: Wandaufbau eines Schlauchliners [DIN EN ISO 11296-4]



Legende

- 1 Innenfolie
- 2 Komposit (Harz in Trägermaterial/Verstärkung, einschließlich jeglicher Verschleißschicht)
- 3 Außenfolie
- 4 vorhandene Rohrleitung

Da die Definitionen der Regelwerke und Zulassungen aktuell nicht einheitlich sind, wird die sich aus dem SDR errechnete Mindest-Kompositdicke e_c mit der Mindest-Verbunddicke e_m gemäß Regelstatik gleichgesetzt ($e_c = e_m$). Dies gilt nur für die Ermittlung der Mindestwanddicke; in allen anderen Zusammenhängen (z.B. Materialprüfung) gelten die Begrifflichkeiten des jeweils angewendeten Regelwerks.

Die so errechnete Gesamtwanddicke ist für das angebotene Produkt vertraglich vereinbart und dient als Kalkulationsbasis.

HW: Die Tabellen nach Anhang C des M 144-3 enthalten die wichtigsten, marktüblichen Rohrquerschnitte.

Für nachfolgend genannte **gemauerte** Eiprofile (Hamburger bzw. Altonaer Klasseprofile) befinden sich zusätzliche statische Nachweise für die MKG 4, 13 bis 16, 20, 22 und 24 bis 26 im Anhang C; teilweise bilden die Tabellen nur die Bemessungswasserstände 2,0 und 3,0 m ab. Sie sind analog zu den Regelstatiken des M 144-3 anzuwenden.

- Altona Kl. V (580/820)
- Hmb. Kl. VIa (570/860)
- Altona Kl. IV (640/960)
- Hmb. Kl. VIIn (550/1000)
- Hmb. Kl. Va (800/1290)
- Hmb. Kl. IVa (930/1430)
- Hmb. Kl. IVn (850/1400)

Für das Profil Kl. VIIn **Beton** (550/1000) finden sich ebenfalls Regelstatiken im Anhang C.

Finden sich eins oder mehrere der oben angegebenen Profile in einer Ausschreibung, so können die Verbundwanddicken der oben genannten MKG den Tabellen im Anhang entnommen werden. Darüberhinausgehende MKG werden projektspezifisch dimensioniert und sind der jeweiligen Leistungsbeschreibung zu entnehmen.

Parameter der Regelstatiken:

Altrohrzustand II (DWA-A 143-2)

- Äußerer Wasserdruck mindestens 1,50 bis 5,00 m über Sohle
- bei gemauerten Eiprofilen: Örtlich begrenzte Vorverformung (Imperfektion) 1,3 % der Höhe H mit einem Öffnungswinkel von 30°, anzusetzen im flachen Bereich (analog zu DWA-A 143-2, Bild 16)
- Ovalisierung (Gelenkringverformung) mit 3 % des Linerradius (r_L)
- Spaltbildung nach DWA-A 143-2 Kapitel 7.3.3 konstantes Schrumpfmaß $\varepsilon = 0,4\%$
- Querkontraktion 0,25 (Glasfaser) und 0,35 (Synthesefaser)

Alle Abweichungen von diesen Grundparametern machen einen gesonderten statischen Nachweis erforderlich.

Das Ergebnis der Regelstatiktabellen ist die sog. Verbunddicke e_m . Die Verbunddicke ist der statisch tragende Teil des Schlauchliners. Zu der Verbunddicke werden die Verschleißschicht und erforderliche Innen- und Außenfolien addiert. Daraus ergibt sich die Gesamtwanddicke. Der vertraglich geschuldete Aufbau des Schlauchliners ergibt sich aus der DIBt-Zulassung.

Vorgehensweise bei Ausschreibungen von Hamburg Wasser

1. *Projektingenieur:in (AG)*
 - *Der/Die Projektingenieur:in prüft im Rahmen der Entwurfsbearbeitung, ob das zu renovierende Siel den Parametern der Regelstatiken entspricht.*
 - *Im Leistungsverzeichnis ist immer der für die Position relevante Grundwasserstand in 50 cm-Schritten über Sohle anzugeben; dieser kann von den Grundwasserständen in der Baugrundbeschreibung abweichen und sollte eventuell steigende Pegel nach der Renovierung berücksichtigen. (Grundwasserstand ist auf 0,5 m aufzurunden)*
 - *Für den Fall, dass die Parameter der Regelstatiken nicht eingehalten werden, sind individuelle Statiken für alle infrage kommenden Materialkenngruppen zu erstellen.*
 - *Zur Sicherstellung einer ausreichenden Mindeststeifigkeit des Liners ist gemäß DWA A 143-2 unabhängig vom Grundwasserstand ein Ersatzwasserdruck von $d_a + 0,1$ m, mindestens jedoch 1,50 m anzunehmen.*
Aufgrund der unregelmäßigen Ausbildung der Mauerwerksprofile sollte hier ein Bemessungswasserstand von mind. 2 m über Rohrsohle angesetzt werden.
2. Bieter
 - Der Bieter kalkuliert den Schlauchliner mit dem angegebenen Grundwasserstand gemäß den Regelstatiken oder den individuell erstellten Statiken.
 - In den Bieterangaben sind anzugeben:
 - Angebotener Schlauchhersteller, -typ
 - Materialkenngruppe gemäß M 144-3, Anhang C
 - Verbundwanddicke e_m
 - SDR-Wert
 - Verschleißdicke
 - Gesamtwanddicke

6 Ausführung

6.1 Baustellenvorbereitung

6.1.1 Bürgerinformation

Im Vorfeld der Kanalrenovierungsmaßnahme wird sowohl durch den Auftraggeber als auch durch den Auftragnehmer eine Information der von der Baumaßnahme betroffenen Anlieger, Bürger, Kanalnetz- und Kläranlagenbetreiber durchgeführt. Der Auftraggeber (AG) weist hier auf die Rahmenbedingungen der Baustelle hin, wohingegen der Auftragnehmer (AN) sämtliche verfahrensspezifische Randbedingungen und Verhaltensregeln (z. B. den Wasserverbrauch) aufzeigt.

Sofern Anlieger oder sonstige Einrichtungen von den Arbeiten betroffen sind, sind diese rechtzeitig, jedoch mit einer Mindestvorlaufzeit von 2 Tagen, durch die Bauleitung des Auftragnehmers schriftlich zu verständigen und über die geplante Maßnahme zu informieren. Hierbei sind der genaue Beginn, das Ende und die Vorgehensweise der jeweiligen Arbeiten mitzuteilen.

HW: Die Bürgerinformation des AN ist dem AG mindestens zwei Tage vor Austeilung an die Anlieger zur Kenntnis zu geben. Die Mindestvorlaufzeit zur Verteilung der Information bezieht sich auf den Einbau des Schlauches und beträgt mindestens eine Woche.

6.1.2 Startgespräch

Unmittelbar nach Beauftragung und vor der Schlauchbestellung muss ein vorbereitendes Gespräch zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer stattfinden, in welchem u. a. folgende Punkte geklärt werden:

- Benennung von Bauleiter und Kolonnenführer,
- Durchführung der Baumaßnahme allgemein,
- Bauzeitenplan (Gesamt- und Einzelbauzeitenplan),
- Terminfestlegung für die Vorlage der im folgenden geforderten Nachweise,
- Baustelleneinrichtung,
- Verkehrssicherung/Verkehrsregelung (nötige Anträge),
- gegebenenfalls Antrag für Nacharbeit,
- gegebenenfalls Lärmemissionen – Ausnahmegenehmigungen,
- Zustand des Altkanals,
- Schaffung der Vorflut von Anschlüssen und Hauptleitung,
- evtl. Tiefbauarbeiten,
- Schlauchinstallation (Einbauschächte **HW: Einbaulängen (vgl. auch Kapitel 3)** nötige Aufzeichnungen),
- Versorgung der Baustelle (Wasser, Strom),
- Koordinierung mit anderen Dienststellen,
- evtl. Baustellenbesichtigung,
- Entnahmeort des Probestückes,
- Nachunternehmerliste,
- Rettungsdienste und Feuerwehr,
- Arbeitssicherheit,
- Entsorgung des Prozesswassers.

HW:

Der AN hat zum Startgespräch Folgendes zu erklären und für alle Einbauten schriftlich zu hinterlegen:

- Zur Härtung eingesetzte Anlagen
- Anzahl und Anordnung der Lichtquellen sowie deren Leistung
- Einzuhaltende Ziehgeschwindigkeiten
- Einzuhaltende Kalibrierphasen

Die entsprechenden Angaben sind durch die Einbauanleitung (Verfahrenshandbuch) zu belegen. Hierfür ist dieses digital einzureichen und die Zustimmung des Linerherstellers vorzulegen, die für das konkrete Projekt benötigten technischen Überwachungswerte (Vorgaben zu Aufstellrücken und -zeiten, Zuggeschwindigkeiten, Abkühlkurven, Temperaturen etc.) in eine vom AG bereit gestellte Datenbank einzulesen. Die Daten werden zur Qualitätssicherung genutzt.

Die Freigabe der Baumaßnahme durch den AG wird von der Abhaltung und dem Ergebnis des Startgespräches abhängig gemacht.

6.1.3 Nachweise

Es müssen beim Auftraggeber vorgelegt werden:

- Einzelbauzeitenplan der Renovierungsmaßnahme,
 - behördliche Genehmigungen (z. B. Sondernutzungen),
 - Darstellung der vom Auftragnehmer konzipierten Überleitung des anfallenden Abwassers der Entwässerungseinrichtungen der anliegenden Anwesen.
- **HW:** Eingabe aller relevanten Projektdaten in die vom AG bereitgestellte Datenbank zur Erfassung aller Projekt-, Einbau- und Messdaten

Die Freigabe der jeweiligen Arbeiten durch den Auftraggeber wird von der fristgerechten Vorlage der Nachweise abhängig gemacht.

HW: Weichen die Linervorstatik betreffende Lastannahmen bzw. Randbedingungen von den gemachten Vorgaben ab, ist das weitere Vorgehen mit dem AG abzustimmen.

6.2 Vorarbeiten

HW: Mit den Arbeiten darf erst begonnen werden, wenn die Straßenbaubehördliche Verkehrsanordnung (angeordnet durch HW) vorliegt.

Vorarbeiten in nicht-begehbaren Sielen erfolgen ausschließlich durch Robotertechnik.

Für die Ausführung maßgebliche Abweichungen zwischen Ist-Zustand und ausgeschriebenem Zustand sind dem AG unverzüglich mitzuteilen, wie z.B.

- abweichende Vorflutmengen
- verändertes Schadensbild
- zusätzliche Anschlüsse
- veränderter Betriebszustand von Anschlüssen
- unvorhergesehene Grundwassereintritte

6.2.1 Aufrechterhaltung der Vorflut für die Vorarbeiten

Im Leistungsverzeichnis sind gesonderte Ordnungszahlen für die Aufrechterhaltung der Vorflut vorzusehen.

Für die Dauer der Durchführung notwendiger Vorarbeiten muss der Kanal soweit abwasserfrei gehalten werden, dass die ordnungsgemäße Durchführung der ausgeschriebenen Vorarbeiten möglich ist.

6.2.2 Reinigung für die Feststellung des baulichen Ist-Zustandes

Unmittelbar vor der optischen Inspektion muss die zu renovierende Haltung soweit mittels Wasserhochdruck gereinigt werden, dass eine einwandfreie Feststellung des „Ist-Zustandes“ möglich ist.

Das Reinigungsverfahren ist so zu wählen bzw. einzustellen, dass eine Beeinträchtigung des schadhafte Kanals ausgeschlossen ist.

HW: Die Reinigung ist grundsätzlich abschnittsweise durchzuführen. Der AN ist für die Bestellung und Koordinierung von Reinigungen verantwortlich.

6.2.3 Optische Inspektion zur Feststellung des baulichen Ist-Zustandes

Es ist eine optische Inspektion gemäß Merkblatt DWA-M 149-5 durchzuführen.

HW: Optische Inspektionen sind grundsätzlich im abwasserfreien Zustand zu dokumentieren; Anschlussleitungen sind von dieser Regelung ausgenommen.

Die Zustandserfassung ist nach DIN EN 13508-2 - Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion und DWA-M 149-2 - Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion auszuführen.

Die Ergebnisse der optischen Inspektion müssen durch den Auftragnehmer mit dem ausgeschriebenen Leistungsumfang abgeglichen werden. Für die Ausführung maßgebliche Unterschiede zwischen Ist-Zustand und ausgeschriebenem Schadensbild sind dem Auftraggeber unverzüglich mitzuteilen.

6.2.4 Einmessen der Anschlüsse

Anschlüsse, die gemäß Ausführungsplanung zu öffnen sind, müssen vor Einbau des Schlauches nach Station und Lage exakt eingemessen und dokumentiert werden, damit das fehlerfreie Finden und Öffnen der Anschlüsse gewährleistet ist. Die Öffnungspunkte im Schlauchliner sind mit der gleichen Messtechnik zu ermitteln.

HW: Das Öffnen der Anschlüsse hat mit denselben Geräten zu erfolgen, die zum Einmessen verwendet wurden. Wenn möglich, soll das Öffnen durch die Mitarbeiter erfolgen, die die Einmessung durchgeführt haben.

6.2.5 Hindernisbeseitigung

Sämtliche Hindernisse, z. B. einragende Anschlüsse bzw. Ablagerungen, müssen gemäß Leistungsbeschreibung entfernt werden, um die Profolfreiheit und einen einwandfreien Schlaucheinbau zu gewährleisten. Darüber hinausgehende systembedingte Leistungen sind mit dem Auftraggeber vor der Ausführung abzustimmen.

Der Umfang der Arbeiten muss nachvollziehbar und umfassend dokumentiert werden. Die Dokumentation ist Abrechnungsgrundlage.

HW: Bei hohem Abwasseranfall kann es notwendig werden, in der Ausschreibung den Aufbau der Abflusslenkung bereits für die Ausführung der Hindernisbeseitigung vorzusehen.

Für die Vorfräsarbeiten ist es erforderlich, dass der Kanal gereinigt ist. Die Sohle soll frei von Abwasser sein.

Sofern Roboterarbeiten über Stunden vergütet werden, ist eine Echtzeitaufnahme der Fräsarbeiten sowie eine detaillierte Auflistung der notwendigen Rüstzeiten zur Abrechnung vorzulegen.

6.2.6 Vorprofilierung

Fehlende Rohrwandungsteile bzw. ausgebrochene Anschlussbereiche müssen gemäß Leistungsbeschreibung vor dem Schlaucheinbau repariert werden. Darüber hinausgehende systembedingte Leistungen sind mit dem Auftraggeber vor der Ausführung abzustimmen.

6.2.7 Vorabdichtung

Grundwasserinfiltrationen sind gemäß Leistungsbeschreibung abzudichten. Es sind nur nachweislich umweltverträgliche Materialien zugelassen. Die Dichtheit ist mindestens bis zur Fertigstellung sämtlicher vereinbarter Leistungen zu gewährleisten.

HW: Für UV-Liner ohne Einsatz von thermischen Peroxiden gilt ergänzend:

Sollte ein fließender Grundwassereintritt festgestellt werden, welcher in der Ausschreibung nicht berücksichtigt wurde, ist der AG zu informieren und eine Vorabdichtung vorzusehen. Art und Umfang der Vorabdichtung ist mit dem AG abzustimmen.

6.2.8 Kalibrierung

Die Kalibrierung des gesamten zu renovierenden Kanals ist eine besondere Leistung. Die Ergebnisse der Kalibrierung sind im Kalibrierprotokoll festzuhalten und bilden die Grundlage für die Fertigung des Schlauches und die weiteren Arbeitsprozesse des Auftragnehmers. Als Nebenleistung müssen mindestens die Nennweite und der Umfang des Altkanals an sämtlichen Schächten ermittelt werden.

HW: Werden bei der Kalibrierung oder der Messung von Umfang und Nennweite an den Schächten Abweichungen von den Angaben des AG festgestellt, ist dieser unverzüglich zu informieren. Insbesondere bei schwankenden Profilgrößen innerhalb eines zu renovierenden Abschnitts wird das für die Konfektionierung des Schlauchs anzusetzende Maß gemeinsam von AG und AN festgelegt

6.2.9 Aufrechterhaltung der Vorflut

Sämtliche Einrichtungen zur Abwasserüberleitung oder -umleitung müssen dicht, ausreichend dimensioniert und so gesichert sein, dass keine Gefährdung davon ausgeht. Der ordnungsgemäße Betrieb der Abwasserüberleitung bzw. -umleitung, der Pumpen, Rohre und Schläuche muss während der Dauer der Maßnahme durch den Auftragnehmer sichergestellt sein. Aus dieser Forderung resultieren regelmäßige Kontrollen, Warneinrichtungen und die Wartung der Einrichtungen.

HW: Gemäß ZTV-Siele ist rechtzeitig vor Baubeginn ein Vorflutkonzept mit der Bauüberwachung des AG vorabzustimmen und mindestens 3 Wochen vor Einrichtung der Vorflutmaßnahmen über diese beim Sielbezirk (AG) einzureichen. Mit den Arbeiten ist erst zu beginnen, wenn das Vorflutkonzept betrieblich freigegeben wurde. Zu den notwendigen Angaben im Vorflutkonzept vgl. [ZTV-Siele 2025](#), Kapitel 7.2.8. Aus dem Vorflutplan müssen Absperreinrichtungen, Pumpenstandorte, Leitungsverläufe und etwaige Rohr- bzw. Schlauchbrücken ersichtlich sein.

Sollen im Rahmen der Vor- und/oder Nacharbeiten Siele begangen werden, ist dies mit dem Vorflutkonzept beim Sielbezirk (AG) anzumelden. Im späteren Bauablauf werden die einzelnen Begehungen durch die Bauüberwachung freigegeben.

Anschlussleitungen

Der Auftragnehmer hat im Rahmen der Baustellenvorbereitung mit den Anliegern die Zugänglichkeit der entsprechenden Räumlichkeiten und der Entwässerungsanlagen zu koordinieren.

Beim Absperren und Überpumpen der Hausanschlussleitungen hat der Auftragnehmer dafür Sorge zu tragen, dass keine Beeinträchtigung durch Rückstau in den Kellerräumen der Anlieger auftreten kann.

HW: Vorflutmaßnahmen über Revisionsschächte oder -einrichtungen sind bevorzugt auszuführen.

Das Stauen gegen den Schlauchliner ist grundsätzlich gestattet, sofern die anliegende Bebauung geringen Abwasserzufluss erwarten lässt, die Länge der Anschlussleitung einen ausreichenden Einstau ermöglicht und das Härtungsverfahren eine schnelle Abwicklung zulässt. Die Druckhöhe des Einstaus muss den Innendruck des Liners unterschreiten.

Sofern keine der Maßnahmen geeignet ist, sind Kopfbaugruben zu erstellen.

Als Grundlage für diese Entscheidung hat der AN im Zuge der Baustellenvorbereitung jede einzelne betroffene Grundstücksentwässerungsanlage auf ihre Eignung zu Vorflut Zwecken zu ermitteln und zu bewerten. Die Kontaktaufnahme zum Eigentümer sowie die Ergebnisse der Grundstücksbegehung sind in einem Formular dem AG nachzuweisen. Bei Bedarf erhält der AN Kontaktdaten der betroffenen Eigentümer vom AG.

6.2.10 Reinigung vor Schlaucheinbau

Unmittelbar vor der optischen Inspektion und vor dem Einbau des Schlauches muss die Haltung mittels Wasserhochdruck gereinigt werden. Die Reinigung muss die einwandfreie Feststellung des Ist-Zustandes ermöglichen.

6.2.11 Optische Inspektion vor Schlaucheinbau

Unmittelbar vor Einbau des Schlauches muss die Hindernisfreiheit durch eine optische Inspektion nachgewiesen werden. Dies ist in einer Videoaufzeichnung zu dokumentieren.

HW: Die optische Inspektion zur Freigabe des jeweiligen Einbauabschnitts findet grundsätzlich in Anwesenheit des AG statt.

Sie kann nach Abschluss aller vorbereitenden Arbeiten und unter Aufrechterhaltung der Vorflut in Abstimmung mit dem AG auch zum Arbeitsende am Vortag des Schlaucheinbaus erfolgen.

Ohne explizite Freigabe darf grundsätzlich kein Einbau erfolgen. Die Freigabe kann mündlich erfolgen; dies ist zu dokumentieren.

6.3 Schlaucheinbau, Aufstellung und Härtung

Innenfolien, die nicht dauerhaft im Kanal verbleiben, müssen nach der Installation umgehend rückstandsfrei entfernt werden.

6.3.1 Schlaucheinbau

Rechtzeitig vor dem Schlaucheinbau erhält der Auftraggeber sämtliche Nachweise für die vorgenannte Baustellenvorbereitung, die Vorarbeiten und den Lieferschein des Schlauches. Auf dieser Basis und durch die Kontrolle der Baustelle wird diese durch den Auftraggeber zum Einbau des Schlauches freigegeben. Der projektverantwortliche Mitarbeiter des Auftragnehmers muss zu diesem Zeitpunkt auf der Baustelle anwesend sein.

Beim Einbau des Schlauches muss auf eine materialschonende Bauweise geachtet werden. Aus diesem Grund müssen bei einem Schlaucheinzug folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Einbau einer Gleitfolie im Sohlenbereich.
 - Zugkraftbegrenzung an der Winde, die auf die maximal zulässige Einziehkraft des jeweiligen Schlauches eingestellt ist.
 - Elektronische Messung und Aufzeichnung der Einziehkraft
 - Werden Schläuche per Kran zur Einbaustelle zwischengehoben (Einbauhilfe), muss die maximal zulässige Hebehöhe aufgrund des Schlauchgewichtes zur Zugkraftbegrenzung eingehalten werden. Die zulässige Längskraft ist im Einzelfall nachzuweisen. Ein Einschnüren des Schlauches während des Anhebens ist nicht zulässig.
- **HW:** Auf der Baustelle ist die vollständige Einbauanleitung (Verfahrenshandbuch) vorzuhalten und dem AG auf Nachfrage zur Einsicht zu überlassen.
 - Schläuche ohne thermische Peroxide sollen beim Einbau eine Materialtemperatur von mind. 15°C aufweisen, gemessen unterhalb der letzten gefalteten Lage (vgl. Kapitel 4.2.1.1). Ein Unterschreiten der geforderten Temperatur kann dazu führen, dass die Bauüberwachung den Schlauch nicht zum Einbau zulässt. Einbautemperaturen unter 10 Grad sind nicht zulässig. Höhere Anforderungen der Schlauchhersteller bleiben hiervon unberührt.
 - Gleitfolien sind nur beim Einzugsverfahren notwendig. Die Gleitfolie kann auch integrierter Bestandteil sein.
 - Die Begehung eines Schlauchliners während des Einbaus, d.h. im nicht-ausgehärteten Zustand, ist aus Gründen der Arbeitssicherheit ausdrücklich nicht gestattet.
 - Die Verwendung eines Krans zum direkten Einbringen des Schlauchs in den Schacht ist nur im Einzelfall bei großen Profilen und nach Freigabe durch den AG zulässig
 - Für SF-Liner gilt: bei Ei- oder Klasseprofilen bzw. ab DN 800 ist ein Förderband mit zusätzlicher Brems- und Rückzugsrolle einzusetzen.

6.3.2 Aufstellung und Härtung

Der Druck, mit dem das Material an die Rohrwandung gepresst wird, muss während der gesamten Härtephase konstant sein und eine ausreichende Verdichtung des Laminats gewährleisten. Ein Eindringen von Luft oder Wasser in das Laminat ist auszuschließen. Eine ausreichende Härtung entsprechend des Eignungsnachweises muss gewährleistet sein und protokolliert werden. Aus diesem Grund müssen in Abhängigkeit des Härteverfahrens folgende Bestimmungen erfüllt werden:

6.3.2.1 Warmwasserhärtung

- Elektronische Messung und Aufzeichnung der Wassersäulenhöhe.
- Elektronische Temperaturmessung und Dokumentation (auch manuell mittels kalibrierter elektrischer Temperaturmessgeräte) ~~im 30-Minuten-Takt~~ am Endschacht sowie an den Zwischenschächten jeweils in Sohle und Scheitel an der Außenkante des Schlauchliners.

HW: Druck (Wassersäulenhöhe) und Temperatur sind mit einer Aufzeichnungsrate von 30 Sekunden zu erfassen und zu dokumentieren.

- Aufzeichnung der Vor- und Rücklauftemperatur des Heizwassers an der Heizung und des Temperaturfühlers am Inversionsschacht jeweils in Echtzeitaufzeichnung.

6.3.2.2 Dampfhärtung

- Elektronische Temperaturmessung und Dokumentation ~~im 30-Minuten-Takt~~ am Anfangs- und Endschacht sowie an den Zwischenschächten jeweils in Sohle und Scheitel an der Außenkante des Schlauchliners.

- **HW:** Elektronische Dampfdruckmessung

Druck und Temperatur sind mit einer Aufzeichnungsrate von 30 Sekunden zu erfassen und zu dokumentieren.

- Dampfeintrittstemperatur in Echtzeitaufzeichnung,
- Dampfaustrittstemperatur in Echtzeitaufzeichnung,
- Schlauchlinerinnendruck,
- Eine Kondensatabführung während des Prozesses ist sicherzustellen.

6.3.2.3 Härtung mit ultraviolettem Licht (UV)

- Bei niedrigen Außentemperaturen sind nach den Vorgaben des Eignungsnachweises gesonderte Maßnahmen zur Lufterwärmung zu treffen.
- Elektronische Protokollierung der Ziehgeschwindigkeit der UV-Leuchtmittel, der Leuchtmittelfunktion (ein/aus) sowie des Innendrucks.
- Elektronische Messung und Aufzeichnung der Temperaturverläufe im Oberflächenbereich des Schlauchliners während des Durchziehens der Lichtquelle.

- **HW:** Elektronische Innendruckmessung

Ziehgeschwindigkeit, Oberflächentemperatur und Druck sind mit einer Aufzeichnungsrate von 3 Sekunden zu erfassen und zu dokumentieren.

HW: Bei Wassereinfluss ist der Einbau unter Zuhilfenahme einer Schleuse auszuschreiben.

- Steht im Einbauschacht Wasser an, hat der Einbau der Lichteinheit bei nicht begehbaren Sielen mit Halbschleuse und bei begehbaren Profilen mit Vollsleuse zu erfolgen.
- Es sind grundsätzlich nur doppelwandige Leuchtmittel zugelassen. Auf doppelwandige Leuchtmittel kann verzichtet werden, wenn der AN mit dem AG ein technisches Konzept abstimmt, welches ein direktes Anströmen der Leuchtmittel sicher verhindert.
- Vor Beginn des Härtungsprozesses (Aktivierung / Starten der Leuchtmittel) ist die Laminattemperatur innen anhand der Anlagenmessung nochmals zu überprüfen. Die Messung ist in den Prozessdaten zu speichern. Weist der Liner eine geringere Temperatur als den Mindestwert auf (15°C bzw. den gemäß Kapitel 6.3.1 maßgeblichen Wert), ist dieser durch eine Verlängerung der Aufstell-/Haltephase (Zustrom wärmender Druckluft) auf die geforderte Temperatur zu erwärmen.
- Zur Sicherstellung einer vollständigen Härtung sind ab einer Kompositwanddicke > 8 mm grundsätzlich thermische Peroxide einzusetzen.
Auf einen Einsatz von thermischen Peroxiden kann verzichtet werden, wenn der Schlauchhersteller vorab nachweist, dass eine vollständige Härtung unter Baustellenbedingungen (d.h. insbesondere Altrohrtemperatur und Wassereinfluss) auch ohne Zugabe thermischer Peroxide möglich ist.
- Zur Überwachung der Härtung ist durch den AN eine zu erreichende Außentemperatur, gemessen in der letzten Lage des Schlauchs auf Höhe des Kämpfers, nachzuweisen. Die zu erreichende Außentemperatur zur Sicherstellung der vollständigen Härtung ist durch den Schlauchhersteller anzugeben (Verfahrenshandbuch). Sofern keine Temperaturangabe vorliegt, wird von einer Zieltemperatur von 80 °C ausgegangen.

- Der Auftragnehmer (AN) prüft die Strahlungsintensität der Strahler im Rahmen einer Eigenüberwachungsprüfung. Dazu erfolgt erstmalig nach 400 Betriebsstunden eine Vergleichsmessung der in Nutzung befindlichen Strahler mit einem Referenzstrahler. Danach wird jeder Strahler jeweils nach 150 weiteren Betriebsstunden überprüft. Bei Reduzierung der Strahlungsleistung von mehr als 30 % des zu prüfenden Strahlers gegenüber dem Referenzstrahler ist der Strahler auszutauschen.

Folgende Prüfzeugnisse sind für jeden Strahler zu dokumentieren und auf der Baustelle vorzuhalten:

- Seriennummer,
- erstmaliger Einsatz,
- Betriebsstunden,
- Überprüfungsdatum,
- Messwert,
- Wert des Referenzstrahlers,
- relative Intensität zum Referenzstrahler in %,
- Identifikation des Referenzstrahlers.

6.3.3 HW: Schlauchlining in Anschlussleitungen

Abweichend bzw. ergänzend zum DWA Arbeitsblatt A143-3 Anhang F gelten folgende Bedingungen für die Renovierung von Anschlussleitungen:

Anschlussleitungen sind i.a. Hausanschluss- und Trummenleitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 250. Im Einzelfall können auch Anschlussleitungen bis DN 300 vorliegen. Der Einsatz von Anschlusslinern ist in diesem Bereich in Abstimmung mit dem AG bzw. gemäß Leistungsbeschreibung möglich.

Preliner sind immer erforderlich (auch ohne Grundwassereinfluss), alternativ können Linersysteme mit Außenfolie eingebaut werden.

Der Einbau darf nur begonnen werden, wenn der nicht gehärtete Schlauch vor Abwasser, Regenwasser und Grundwassereintritt geschützt ist und eine Beeinflussung während der Einbauphase ausgeschlossen werden kann (Aufrechterhaltung der Vorflut erforderlich). Im Falle des Wasserkontakts während der Einbauphase ist der nicht gehärtete Liner sofort auszubauen.

Nachstehende Arbeitsschritte sind vom AN auszuführen und zu dokumentieren:

- Überprüfung der Nennweite
- TV-Inspektion und Reinigung
- Bestimmung der Einbaulänge
- Einmessen von Anschlüssen
- TV- Inspektion unmittelbar vor dem Einbau mit Aufzeichnung
- Führen von Misch-, Tränkungs- und Einbauprotokollen
- Heizprotokoll (Echtzeit)
- Öffnen von Anschlüssen
- TV-Inspektion nach dem Einbau mit Aufzeichnung
- Probestückentnahme für die DSC-Analyse (EP-Harze) bzw. DMA-Analyse (UP-Harze) und Probenbegleitscheinvorbereitung (Beschriftung der Probe: Straße, Hausnummer, Haltung/Anschlussnummer z.B. 4493/GA09)

Die Härtung des Schlauchliners bei Umgebungstemperatur (genannt „Kalthärter“) ist nicht ausreichend und muss mittels Warmwasser, Wasserdampf oder Lichthärtung unterstützt werden. Die vom Systemhersteller vorgegebene Heizdauer sowie Heiztemperaturunter- und -obergrenzen und zulässigen Außentemperaturen sind durch den AN einzuhalten. Eine Temperaturüberwachung für den Aushärtevorgang ist zu installieren. Die Temperaturaufzeichnung hat digital in Echtzeit (z.B. über Thermologger) zu erfolgen.

Bei größeren Unterbögen ist vorzugsweise mit Warmwasserhärtung zu arbeiten bzw. durch geeignete technische Maßnahmen sicherzustellen, dass keine Probleme bei der Aushärtung im Bereich der Unterbögen entstehen.

Bei starkem Grundwassereinfluss in der Leitungszone sind die Heizzeiten gem. Herstellervorgabe zu verlängern.

6.4 Nacharbeiten und Probenentnahme

HW: Nach Linereinbau dürfen Siele der Sielen Kl. VI alt (580/860) bzw. neu (550/1000) oder Altonaer Kl. V (580/820) bzw. IV (640/960) unter den Vorgaben des Merkblatt Laminatarbeiten begangen werden. Das Merkblatt liegt der Ausschreibung bei bzw. ist über den AG zu beziehen.

6.4.1 Materialprobenentnahme

Die Entnahme mindestens einer Materialprobe je Einbauabschnitt erfolgt in Gegenwart der Vertreter des Auftraggebers und Auftragnehmers. Der Termin und der Entnahmeort sowie die Vorgehensweise zum Verschließen der Probeentnahmestelle sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Die Materialprobe wird wie folgt beschriftet:

- Baustellenbezeichnung,
- Datum der Probenentnahme,
- Schachtnummer,
- Haltungsnummer,
- Unterschrift des Auftraggeber- und des Auftragnehmerversetzers.

Der Probenbegleitschein wird vor Ort ausgefüllt, durch Auftraggeber- und Auftragnehmerversetzter unterschrieben und an den Auftraggeber gemeinsam mit der Probe übergeben. Die Materialprobe muss bei mit ungesättigten Polyesterharzen und Vinylesterharzen getränkten Schlauchlinern sofort nach dem Beschriften in einer styroldichten, bei Lichthärtung mit ultraviolettem (UV) Licht zusätzlich in einer UV-Licht-undurchlässigen Verpackung verpackt werden.

Die entnommene Probe gilt für den jeweiligen Einbauabschnitt als repräsentativ.

Die Probeentnahmestelle wird mit dem Auftraggeber im Vorfeld festgelegt. Die Probenahme erfolgt zunächst im Schachtbauwerk mithilfe eines Probenstützrohres. Wenn das dort entnommene Probestück den Anforderungen nicht genügt, ist eine Zweitprobe innerhalb der Haltung zu entnehmen, welche dann maßgebend ist.

HW: Bei Klasse-/Eiprofilen ist die Probe grundsätzlich in der Haltung unterhalb des Kämpfers, im Bereich der geringsten Krümmung zu entnehmen. Bei gemauerten Profilen kann der Entnahmebereich vor Schlauchleinbau durch Rappen mit Mörtel vorprofiliert werden. Eine Vorprofilierung mittels GFK-Platte ist nicht zulässig.

Bei Kreisprofilen ab DN 800 ist die Probenahme grundsätzlich in der Haltung vorzunehmen.

Der AG behält sich vor, die Probenentnahme an anderer Stelle anzuordnen (z.B. im Schachtbereich im Falle von starkem Grundwasserandrang).

Die Vertretung des AG bei der Probenentnahme kann auch das mit der Materialprüfung beauftragte Fachbüro bzw. Prüflabor übernehmen.

Die Entnahmestellen in der Haltung müssen dauerhaft, wasserdicht und in Schlauchlinerwanddicke verschlossen werden.

Die Mindestprobengröße beträgt:

- 20 × Wanddicke in Umfangsrichtung, 35 cm in Längsrichtung.
- Wird eine Kriechneigungsprüfung beauftragt, muss die Länge insgesamt mind. 40 cm betragen.
- Eine Teilung der Probe ist möglich. Mindestgröße der Einzelsegmente: 50 mm Breite und 20 × Wanddicke in Umfangsrichtung.
- Für Scheiteldruckversuche muss ein Kreisringabschnitt von mind. 40 cm Länge entnommen werden.

6.4.2 Haltungsweise Dichtheitsprüfung

Siehe Abschnitt 7.1.2 dieses Merkblattes.

6.4.3 Öffnen der Anschlüsse

Unmittelbar nach Härtung des Schlauchliners und Durchführung der Dichtheitsprüfung müssen der Schlauchliner und die Anschlüsse geöffnet und das Kanalsystem wieder in Betrieb genommen werden.

HW: Vor dem Öffnen der Anschlüsse ist eine Inspektion des Liners vorzunehmen. Diese dient insbesondere zur Begutachtung des Sohlbereichs. Hierbei ist nur eine Metrierung vorzunehmen, Zustandserfassung und Lieferung eines Zustandsberichts entfallen, es muss lediglich die Video-Aufzeichnung an den AG übergeben werden; dieses erfolgt grundsätzlich durch Einspielen in die bereitgestellte Datenbank.

Muss im Ausnahmefall auf Anweisung des AG das vorläufige Öffnen der Anschlüsse vor der Dichtheitsprüfung erfolgen, so ist die Dichtheit abschnittsweise zwischen den Anschlüssen nachzuweisen.

6.4.4 Anschlusseinbindung

Die Einbindung der Anschlüsse erfolgt durch Verpressen bzw. mit Hutprofilen nach den Vorgaben des Merkblattes DWA-M 143-16 oder bei begehbaren Kanälen durch Handlaminat.

HW: Anschlüsse sind grundsätzlich mittels Verpressung anzubinden. Schadensfreie Abzweige (Formstücke) sind mittels Hutprofil anzubinden.

Das Spachtelverfahren (gemäß DWA-A 143-3 bzw. M 143-16) ist nicht zugelassen.

Grundsätzlich darf die Einbindung erst nach Abklingen des thermischen Längenänderungsprozesses erfolgen. Bei thermischer Härtung (Warmwasser oder Dampf) darf die Einbindung der Anschlüsse frühestens drei Wochen nach Härtung des Schlauchliners erfolgen.

HW: Bei thermischer Härtung können Anbindungsarbeiten bereits nach 9 Tagen erfolgen, wenn anhand der Abkühlprotokolle nachgewiesen werden kann, dass die Kühlphasen nach Herstellervorgabe eingehalten wurden.

Es ist eine fachgerechte Untergrundvorbereitung durchzuführen. Dies umfasst:

- Vollständiges Auffräsen der Anschlussöffnung mit Anpassung an Nennweite und Einbindewinkel der Anschlussleitung,
- Abschleifen der Schlauchlinerinnenfolie bzw. Innenbeschichtung im Verklebebereich,
- gründliche Reinigung der Klebeflächen.

- **HW:** Anfräsen und Reinigen des Einbindebereichs in der Anschlussleitung

Eine dichte, tragfähige Einbindung des Anschlusses ist sicherzustellen. Ein eventuell vorhandener Ringspalt muss hinterwanderungsfrei abgedichtet werden.

HW: Ist aus den KFA-Befahrungen ersichtlich, dass im Einbindebereich der Anschlussleitung Grundwasser eintritt oder ist absehbar, dass dies nach Linereinbau und anfräsen eintreten wird, sind Injektionsverfahren mit Silikat- bzw. Polyurethanharzen zur Anbindung auszuschreiben.

Tritt im Anschlussbereich Grundwasser ein, sind Injektionsverfahren mit Silikat- bzw. Polyurethanharzen anzuwenden. Andere Verfahren bedürfen der besonderen Zustimmung des AG. In Abstimmung mit dem AG kann nach dem Injizieren ein zusätzliches Hutprofil eingesetzt werden, um bei starkem Grundwassereintritt dicht anzubinden.

Hinweis: Bei Injektionsverfahren wird das Injektionsgut kontinuierlich zur Reparaturstelle gefördert; Injektionsdichtung hinter dem Bauteil (Formschluss). Verpressverfahren sind diskontinuierliche Verfahren, die z.B. über eine Kartusche betrieben werden; Dichtung durch Stoffschluss.

Bei begehbaren Profilen kann eine Vorabdichtung vor dem Ortlaminat auch mittels schnell erhärtenden Zements erfolgen.

6.4.5 Schachteinbindung/Entlastungsschnitte

Ein Schlauchliner, der nach der Härtung einem Schrumpfungsprozess unterliegt, ist mit einem ausreichenden Überstand im Schacht abzuschneiden.

Zwischen Schacht bzw. dem Altrohr und dem Schlauchliner ist der Ringspalt entlang aller Schnittkanten dauerhaft abzudichten.

Grundsätzlich darf die Einbindung erst nach Abklingen des thermischen Längenänderungsprozesses erfolgen. Bei thermischer Härtung (Warmwasser oder Dampf) darf die Einbindung der Anschlüsse frühestens drei Wochen nach Härtung des Schlauchliners erfolgen.

HW: Bei thermischer Härtung können Anbindungsarbeiten bereits nach 9 Tagen erfolgen, wenn anhand der Abkühlprotokolle nachgewiesen werden kann, dass die Kühlphasen nach Herstellervorgabe eingehalten wurden.

Für die Einbindung sind Epoxidharze, Isocyanatharze, Handlaminat oder Manschetten zu verwenden. Das Material ist vor Einbau verbindlich zu benennen. Zementgebundene Materialien sind ausschließlich für vorbereitende Arbeiten zu verwenden.

Sämtliche verfahrensbedingt durchgeführte Entlastungsschnitte (Schrumpfentlastung) müssen dauerhaft, wasserdicht und in Schlauchlinerwanddicke verschlossen werden.

6.5 Umweltbelange

Der Einsatz des Schlauchliningsverfahrens muss den geltenden Vorschriften in Bezug auf Lärm- und Emissionsschutz sowie Reinhaltung von Luft, Boden und Wasser genügen.

Prozesswasser (Härtung und Kühlung) muss über den Misch- oder Schmutzwasserkanal entsorgt werden. Eine Ableitung oder Einleitung über den Regenwasserkanal in ein Gewässer ist nicht zulässig.

Alle anfallenden Abfall- und Reststoffe müssen ordnungsgemäß nach aktueller Gesetzgebung aus dem Kanal entfernt und entsorgt werden.

Weitergehende Anforderungen zu Arbeiten in Trinkwasserschutzgebieten sind der Gesetzgebung/Verordnungen zu entnehmen und müssen eingehalten werden.

7 Prüfungen

7.1 Prüfung vor Ort

7.1.1 Optische Inspektion

Für die Abnahme der Sanierungsleistungen ist eine optische Inspektion gemäß Merkblatt DWA-M 149-5 im Beisein des Auftraggebers durchzuführen. Datenträgerformat und Kodiersystem sind vom Auftraggeber vorgegeben.

Die Inspektion begehrter Kanäle und Schächte erfolgt durch direkte Inaugenscheinnahme. Das Ergebnis ist schriftlich und fotografisch zu dokumentieren.

HW: Fehlfräsungen und unzureichend getränkte Bereiche werden als Mangel betrachtet.

7.1.2 Dichtheitsprüfung

Die Dichtheitsprüfung des sanierten Kanals ist gemäß DIN EN 1610 durchzuführen.

Für Schlauchliner, bei denen die Innenbeschichtung gemäß Eignungsnachweis kein integrierter Bestandteil ist, muss die Dichtheit ohne Bauhilfsstoffe (Beschichtungen oder Folien) zusätzlich an einem Probestück nachgewiesen werden. Für die vorgenannten Schlauchliner müssen beide Prüfungen bestanden werden. Integrierte Bestandteile des Schlauchliners dürfen durch die Prüfung nicht beschädigt werden.

Die Prüfung hat nach Beendigung der Härtung und vor dem Öffnen der Anschlüsse zu erfolgen. Zur Dichtheitsprüfung muss ein Vertreter des Auftraggebers anwesend sein.

HW: Die Dichtheitsprüfung des sanierten Kanals ist gemäß DWA-A 139 durchzuführen (vgl. ZTV-Siele).

7.1.3 Faltenbildung

Auf geraden Strecken und Bögen mit einem Radius $R_{\text{Bogen}} > 10 \times \text{DN}$ gelten die Grenzen der DIN EN ISO 11296-4: Falten dürfen 2 % des Nenndurchmessers bzw. bei Eiprofilen des kleineren Durchmessers oder 6 mm nicht überschreiten. Es gilt der größere Wert.

In Bögen mit einem Radius von $5 \text{ DN} \leq R_{\text{Bogen}} \leq 10 \times \text{DN}$ sind folgende Grenzen einzuhalten: In Kreisprofilen max. Falten bis zu einer Tiefe von 3 % des DN bzw. 2 cm. In Eiprofilen max. Falten bis zu einer Tiefe von 3 % des hydraulischen Ersatzkreises bzw. 2 cm. Bei Bögen gilt jeweils der kleinere Wert.

7.2 Materialprüfung am Probestück

Die Materialprüfungen werden durch den Auftraggeber auf seine Kosten in Auftrag gegeben. Es gelten Modalitäten gemäß Anhang B.

Die Materialprüfung erfolgt nach Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A 143-3.

HW: Abweichend von DWA-A 143-3 wird die mechanische Prüfung standardmäßig um die beiden folgenden Parameter ergänzt:

- 1) Prüfung der Härtung (an mind. 3 Probekörpern der Gesamtprobe)
 - a. Reststyrolgehalt (UP-Harze)
 - b. DSC (Epoxidharze)
- 2) 24h-Kriechneigung

Zum Bestehen der mechanischen Prüfung müssen alle Einzelprüfungen bestanden werden.

Bei Nichtbestehen gibt es die Möglichkeit der Zweitbeprobung und -prüfung. Dabei gehen die Kosten der zweiten Probenahme und aller Standardprüfungen, inkl. der HW-spezifischen, zu Lasten des AN. Alle eventuell darüber hinaus veranlassten Beprobungen und Prüfungen trägt grundsätzlich der AG.

HW: Anschlussleitungen

Prüfungen an der Probe:

- Tränkung (Laminataufbau), visuelle Beurteilung
- Wanddicke
- DSC-Analyse oder DMA-Analyse

Für die Beurteilung der Materialeigenschaften werden lediglich Daten der repräsentativen Materialprobe herangezogen und akzeptiert. Sollte ein aus dem Schacht entnommenes Probestück die geforderten Materialkennwerte nicht erreichen, wird in Absprache mit dem Auftraggeber eine alleingültige repräsentative Probe auf Kosten des Auftragnehmers (inkl. aller nötigen zusätzlichen Aufwendungen) aus dem Kanal entnommen und die Probe aus dem Schacht verworfen.

7.2.1 Materialprüfungen und Ergänzungen für die Prüfungsdurchführung

Der Auftraggeber kann die im Folgenden beschriebenen Prüfungen beauftragen und die daraus gewonnenen Ergebnisse zur Bewertung der erreichten Qualität heranziehen:

Standardprüfungen:

- Dreipunkt-Biegeversuch,
- Scheiteldruckversuch,
- Dichtheitsprüfung des Laminats;

HW: Ergänzend werden folgende Zusatzprüfungen als Standardprüfungen durchgeführt:

- Reststyrolgehalt: Gesamteinwaage inkl. Umrechnung des Gehalts bezogen auf die Harzmatrix bei glasfaser-verstärkten Linern
- 24h-Kriechneigung
- bei glasfaserverstärkten Linern: Bestimmung von Füllstoff- und Glasgehalt (Glührückstand)

Zusatzprüfungen:

HW: Streichungen, da als Standardprüfung ausgeführt

- ~~24h-Kriechneigung,~~
- ~~Reststyrolgehalt,~~
- Dynamische Differenz Kalorimetrie (DDK-Analyse),
- Spektralanalyse,
- ~~Bestimmung von Füllstoff- und Glasgehalt.~~

7.2.2 Bewertung der Prüfergebnisse

Die am Probestück gemessenen Materialkennwerte müssen unter Berücksichtigung der nachfolgend aufgeführten Toleranzen in ihren Ergebnissen die Materialkennwerte des Eignungsnachweises (Quantilwerte) erreichen.

7.2.2.1 Biegeeigenschaften und Wanddicke

Wanddicke

Die Gesamtwanddicke und die Verbunddicke werden vom Prüfinstitut gemessen. Zur Überprüfung der statischen Berechnung wird die Verbunddicke e_m (Gesamtwanddicke abzgl. Reinharzschichten bzw. Folien/Beschichtungen) herangezogen. Die statisch erforderliche Verbunddicke e_m ist mindestens zu erreichen.

Bei Kanälen $\geq$ DN 200 muss die Verbunddicke e_m einen Mindestwert von 3,0 mm betragen. Bei Kanälen $<$ DN 200 muss die Gesamtwanddicke einen Mindestwert von 3,0 mm im geraden Rohrverlauf betragen.

HW: Bei Sielen (Hauptkanälen) wird eine Kompositdicke von mindestens 4 mm festgelegt, bei Anschlussleitungen unabhängig vom DN mindestens 3 mm im geraden Rohrverlauf.

E-Modul/Biegespannung

Die Abweichung des Ist-Kurzzeit-E-Moduls und der Ist-Kurzzeit-Biegespannung ~~von den jeweiligen Soll-Werten aus dem Eignungsnachweis~~ darf höchstens -10% bzw. $+20\%$ betragen.

HW: Die Kurzzeit-Werte für E-Modul und Biegespannung dürfen die jeweiligen Soll-Werte nicht unterschreiten.

Sind nicht-tragende Strukturen so ausgeprägt, dass sie das Messergebnis aus dem 3-Punkt-Biegeversuch nachhaltig beeinflussen, so können diese Schichten abweichend vom DWA-A 143-3 in Abstimmung mit dem AG abgeschliffen werden.

Wird die Abweichung über- bzw. unterschritten, werden zur Einschätzung der erbrachten Qualität Zusatzprüfungen (s. o.) auf Kosten des Auftragnehmers durchgeführt.

7.2.2.2 Kriechneigung

Der Soll-Wert der 24h-Kriechneigung ist den Werten des Eignungsnachweises in Abhängigkeit vom Probenalter zu entnehmen. Dies gilt auch für die materialspezifische Toleranz.

7.2.2.3 Maximal zulässiger Reststyrolgehalt

Der Reststyrolgehalt darf bezogen auf die Gesamtprobenmasse nach DIN 53394-2 den Wert von 4 % nicht überschreiten, wenn gleichzeitig das Prüfergebnis für die Kriechneigung den Wert des Eignungsnachweises überschreitet.

HW: Der Reststyrolgehalt ist nach DIN 53394-2 zu ermitteln. Es gelten folgende Grenzwerte:

- Synthesefaserliner: 2 % bezogen auf die Gesamtprobenmasse
- Glasfaserverstärkte Liner: 4 % bezogen auf die Harzmatrix

7.2.2.4 DDK-Analyse

Die thermischen Glasübergangstemperaturen Soll-TG1- und TG2 sind bei Epoxidharzsystemen im Eignungsnachweis enthalten. Diese Werte dienen im Vergleich mit den im Labor gemessenen Werten der Einschätzung der erreichten Härtung des Harzsystems.

7.2.2.5 Spektralanalyse

Mithilfe der Spektralanalyse wird überprüft, ob das eingesetzte Harz dem angebotenen Harz entspricht. Diese Methode ermittelt nicht die quantitative, sondern die qualitative Zusammensetzung.

7.2.2.6 Bestimmung von Füllstoff- und Glasgehalt

Mit dem Kalzinierungsverfahren werden der Füllstoff- und Glasgehalt des eingebauten Materials ermittelt. Die Werte des Eignungsnachweises müssen erreicht werden. Dort sind die Toleranzwerte aufgezeigt.

7.2.2.7 Dichtheitsprüfung des Laminats

Die in DIN EN 1610 beschriebene Dichtheitsprüfung ist eine haltungsweise Dichtheitsprüfung. Diese kann nicht auf Laborprüfungen mit sehr kleinen Prüfflächen übertragen werden.

Aus diesem Grund darf an der Probe an keiner der drei geprüften Stellen ein Wasserdurchtritt feststellbar sein. Ein Wasserdurchtritt gilt als gegeben, wenn auf die Probe aufgelegtes Papier durch Feuchtigkeit verfärbt wird. Durch die Prüflüssigkeit hervorgerufene Verfärbungen im Laminat sind zulässig.

8 Dokumentation

Die nachfolgend aufgeführten Unterlagen müssen dem Auftraggeber gemäß den Vorgaben dieser ZTV zum jeweiligen Zeitpunkt vorgelegt werden:

- Protokolle der Inspektionen einschließlich der Aufzeichnungen^{*}
- Nachweis der Vorarbeiten,
- Nachweis der Anschlusseinbindung,
- Lieferschein des Schlauches^{*}
- verfahrensabhängige Aufzeichnung der beim Einbau der Schlauchliner auftretenden Zugkräfte,
- verfahrensabhängige kontinuierliche Dokumentation der Druck-, Temperatur- und/oder UV-Lichtparameter^{*}

HW: sowie der Ziehgeschwindigkeiten entsprechend den Vorgaben gemäß 6.3.2.1, 6.3.2.2 und 6.3.2.3^{*}

- Bautagebuch,
- Protokolle der Dichtheitsprüfungen.

- **HW:** Lagertemperatur gemäß 4.2.1.1 Lagerung des Materials*
- Einbautemperatur gemäß 6.3.1 Schlaucheinbau*

Die Dokumentation der mit * gekennzeichneten Punkte haben mittels Eintrag / Hochladen in die vom AG bereitgestellte Datenbank zu erfolgen und ist eine Nebenleistung.

9 Abnahme

Mindestvoraussetzung für die Abnahme der erbrachten Leistungen ist die Vorlage der vertraglich vereinbarten Dokumentation und ein positiver Bescheid über die durchgeführte vertraglich geregelte Qualitätsprüfung.

Anhang A Bieterangaben zum Bauvorhaben

Hinweis: Die Bieterangaben zum Bauvorhaben sind an anderer Stelle in den Vertragsunterlagen zusammengestellt.

Anhang B Vertragsbedingungen zur Beauftragung von Prüfinstituten

1. Vertragsgrundlagen

Dem Prüflabor wird durch den Auftraggeber eine Materialprobe des eingebauten Schlauchliners zugesandt. Dieser Materialprobe liegt ein Auftragsschreiben und der ausgefüllte Probenbegleitschein bei. Für die Laborprüfungen an diesem Material und als Ergänzung zum Auftrag gelten die in dieser ZTV dargestellten Kriterien.

Bei einer Vorinformation von mehr als 5 Werktagen sind die Versuche 3-Punkt-Biegeversuch oder Scheiteldruckversuch und Dichtheit innerhalb von 2 Werktagen durchzuführen und die Ergebnisse an den Bauherrn zu übermitteln. Alle anderen Prüfungen sind innerhalb von 10 Werktagen zu realisieren.

Die Ergebnisse sind: (vom Auftraggeber auszufüllen)

- ☐ an ausführende Firma und Auftraggeber gleichzeitig zu übergeben.
- ☐ lediglich an den Auftraggeber zu übergeben.

Die Ergebnisse der Materialprüfung sind Eigentum des Auftraggebers. Eine Verwertung der Ergebnisse bedarf der Zustimmung des Auftraggebers.

2. Fachkunde des Labors

2.1 Allgemeines

Das Vorliegen der nachfolgend genannten Akkreditierung/Zulassung wurde im Vorfeld der Beauftragung durch den Auftraggeber überprüft. Wird eine dieser Zulassungen während des bestehenden Auftragsverhältnisses aberkannt bzw. abgegeben, ist der Auftraggeber umgehend zu informieren.

2.2 Akkreditierung

Das beauftragte Prüflabor ist im Besitz einer Akkreditierung des Deutschen Akkreditierungsrates. Mindestanforderung ist die Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 für sämtliche beauftragte Materialprüfungen und damit zusammenhängender national und international gültiger Normen. Der Besitz der Akkreditierung wurde im Vorfeld der Beauftragung durch den Auftraggeber überprüft. Wird diese Akkreditierung während des bestehenden Auftragsverhältnisses aberkannt bzw. abgegeben, ist der Auftraggeber umgehend zu informieren.

2.3 Zulassung als Überwachungs- und Zertifizierungsstelle durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt)

Das beauftragte Prüflabor ist ferner im Besitz einer Zulassung als Überwachungs- und Zertifizierungsstelle durch das DIBt für die Produktgruppe Schlauchliner.

3. Beauftragung Dritter

Soll für die Durchführung einzelner Materialprüfungen ein Dritter beauftragt werden, so ist dies dem Auftraggeber vor der Beauftragung des Dritten mitzuteilen. Die Beauftragung eines Dritten bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des Auftraggebers. Dritte müssen für die beauftragten Prüfverfahren nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert sein. Dies wird dem Auftraggeber der Materialprüfung auf Nachfrage nachgewiesen.

4. Verbleib der Probestücke, Rückforderung

Der Auftraggeber hat das Recht, untersuchte Probestücke zurückzufordern. Die ausführende Firma kann auf Verlangen Probestücke, welche die Soll-Werte des Vertrages zwischen Bauherrn und ausführender Firma nicht erreicht haben, über den Auftraggeber zurückfordern. Die Ausgabe von Probestücken direkt an die ausführende Firma ist nicht zulässig. Die Aushändigung von Probestücken an Dritte bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des Auftraggebers.

Die Prüfstücke werden vom Prüflabor 6 Monate verwahrt und danach fachgerecht entsorgt.

5. Materialprüfungen

Die Materialprüfung hat nach den im Arbeitsblatt DWA-A 143-3 dargestellten Kriterien zu erfolgen. Wird von den Darstellungen abgewichen, so ist dies im Prüfbericht explizit darzustellen.

Alle durchzuführenden Materialprüfungen stellen sicher, dass die gelieferte Qualität der bestellten Qualität entspricht.

6. Übergabe und Darstellung der Prüfergebnisse

Die Prüfergebnisse werden durch den Auftragnehmer in einem Prüfbericht zusammengefasst. So entsteht eine eindeutige, lückenlose und nachvollziehbare Darstellung der Prüfergebnisse.

Wird in einzelnen, der in Arbeitsblatt DWA-A 143-3 dargestellten Prüfvorschriften von den Vorgaben abgewichen, so ist dies explizit im Prüfbericht kenntlich zu machen und zu begründen.

Weicht das Probestück in Form und Geometrie bei Wareneingang im Prüflabor von den Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A 143-3 ab, so ist der Auftraggeber sofort zu informieren und zu klären, ob der Versuch durchgeführt werden soll. Eine Kostenerstattung erfolgt ansonsten nicht.

7. Probenbegleitschein

Der Probenbegleitschein stellt sicher, dass alle erforderlichen Material- und Baustellendaten erfasst werden. Der projektverantwortliche Vertreter der ausführenden Firma ist verpflichtet, die Eintragungen bzgl. der Probenidentifikation auf Vollständigkeit und Richtigkeit zu prüfen und dies mit seiner Unterschrift zu bestätigen.

Der Probenbegleitschein wird vor Ort nach Entnahme des Probestücks von Bauherrn und ausführender Firma gemeinsam ausgefüllt. Die Richtigkeit der Daten wird nach gemeinsamer Prüfung durch die Unterschrift beider Vertragsparteien bestätigt. Unabhängig davon obliegt es dem Auftraggeber, zusätzliche Prüfungen nachträglich zu beauftragen.

Das Original des Probenbegleitscheins verbleibt beim Auftraggeber. Die ausführende Firma erhält einen Durchschlag bzw. eine Kopie. Ein weiterer Durchschlag oder die Kopie des Originals wird mit der Probe dem Prüfinstitut zugesandt.

8. Bewertung der Prüfergebnisse

Vom Prüfinstitut sind nur dort Bewertungen der Ergebnisse abzugeben, wo eine diesbezügliche eindeutige Aufforderung vorhanden ist. Es ist lediglich eine Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes gefordert.

Anhang C Regelstatiktabellen

HW: Im Folgenden werden die originalen Regelstatiktabellen des DWA-M 144-3 ersetzt. Es handelt sich um die selben Tabellenwerte, es wurden lediglich die Werte ersetzt, die sich aufgrund der Mindestwanddicke von 4 mm bzw. anhand Berechnung gemäß SDR ergeben. Diese sind grau hinterlegt.

Die Angaben gelten für die Renovierung von Sielen (Hauptkanälen). Die Zeile für DN 150 wurde deshalb gelöscht.

Bei Anschlussleitungen gilt unabhängig vom DN eine Kompositdicke von mindestens 3 mm im geraden Rohrverlauf.

Bei den Berechnungen der Hamburger Profile hat zum Teil ein Wechsel bei den statischen Eingangswerten stattgefunden: Die gesondert markierten Teile sind mit FE-Methode berechnet und es wurden die Eingangswerte der örtlichen Imperfektion angepasst (vgl. Kapitel 5.2 Parameter der Regelstatik)

Tabelle C.1: Materialkenngruppe 1 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,9
DN 250	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
DN 300	3,7	4,1	4,4	4,8	5,0	5,3	5,5	5,8
DN 350	4,5	4,8	5,2	5,5	5,9	6,2	6,5	6,7
DN 400	5,2	5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,4	7,7
DN 450	5,8	6,1	6,6	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7
DN 500	6,5	6,9	7,4	7,9	8,4	8,8	9,2	9,6
DN 600	7,7	8,6	9,3	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5
DN 700	9,0	10,0	10,6	11,0	11,7	12,3	12,9	13,4
DN 800	10,1	11,3	12,3	12,6	13,4	14,0	14,7	15,3
DN 900	11,1	12,7	13,8	14,4	15,2	16,3	16,5	17,2
DN 1000	12,3	13,7	15,3	16,3	17,0	17,8	18,8	19,1
DN 1100	13,5	15,3	16,7	17,9	18,9	19,6	20,5	21,0
DN 1200	14,8	16,5	18,2	19,4	20,6	21,7	22,2	22,9
Ei 200/300	4,9	5,4	5,9	6,3	6,6	7,0	7,3	7,5
Ei 250/375	6,1	6,8	7,3	7,8	8,3	8,7	9,1	9,4
Ei 300/450	7,2	8,1	8,7	9,3	9,9	10,4	10,8	11,2
Ei 350/525	8,4	9,3	10,2	10,9	11,5	12,0	12,6	13,1
Ei 400/600	9,5	10,6	11,5	12,4	13,1	13,7	14,5	14,9
Ei 500/750	11,7	13,1	14,3	15,3	16,2	17,1	17,8	18,6
Ei 600/900	13,8	15,6	17,0	18,3	19,4	20,4	21,3	22,2
Ei 700/1050	15,8	17,9	19,7	21,1	22,4	23,6	24,7	25,7



HW: Tabelle C.1: Materialkenngruppe 1 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
DN 250	4,00	4,00	4,00	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
DN 300	4,00	4,1	4,4	4,8	5,0	5,3	5,5	5,8
DN 350	4,5	4,8	5,2	5,5	5,9	6,2	6,5	6,7
DN 400	5,2	5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,4	7,7
DN 450	5,8	6,1	6,6	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7
DN 500	6,5	6,9	7,4	7,9	8,4	8,8	9,2	9,6
DN 600	7,7	8,6	9,3	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5
DN 700	9,0	10,0	10,6	11,0	11,7	12,3	12,9	13,4
DN 800	10,1	11,3	12,3	12,6	13,4	14,0	14,7	15,3
DN 900	11,1	12,7	13,8	14,4	15,2	16,3	16,5	17,2
DN 1000	12,3	13,7	15,3	16,3	17,0	17,8	18,8	19,1
DN 1100	13,5	15,3	16,7	17,9	18,9	19,6	20,5	21,0
DN 1200	14,8	16,5	18,2	19,4	20,6	21,7	22,2	22,9
Ei 200/300	4,9	5,4	5,9	6,3	6,6	7,0	7,3	7,5
Ei 250/375	6,1	6,8	7,3	7,8	8,3	8,7	9,1	9,4
Ei 300/450	7,2	8,1	8,7	9,3	9,9	10,4	10,8	11,2
Ei 350/525	8,4	9,3	10,2	10,9	11,5	12,0	12,6	13,1
Ei 400/600	9,5	10,6	11,5	12,4	13,1	13,7	14,5	14,9
Ei 500/750	11,7	13,1	14,3	15,3	16,2	17,1	17,8	18,6
Ei 600/900	13,8	15,6	17,0	18,3	19,4	20,4	21,3	22,2
Ei 700/1050	15,8	17,9	19,7	21,1	22,4	23,6	24,7	25,7

Tabelle C.2: Materialkenngruppe 2 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,4
DN 250	3,0	3,0	3,2	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3
DN 300	3,2	3,6	3,9	4,1	4,4	4,7	4,9	5,1
DN 350	4,0	4,1	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0
DN 400	4,5	4,7	5,1	5,5	5,9	6,2	6,5	6,8
DN 450	5,1	5,3	5,7	6,2	6,6	7,0	7,4	7,7
DN 500	5,7	6,0	6,4	6,9	7,3	7,8	8,2	8,5
DN 600	6,4	7,4	8,1	8,2	8,8	9,3	9,8	10,2
DN 700	7,9	8,7	9,3	9,6	10,2	10,8	11,4	11,9
DN 800	8,5	9,9	10,7	10,9	11,7	12,4	13,0	13,6
DN 900	9,7	11,1	12,0	12,8	13,3	13,9	14,6	15,3
DN 1000	10,6	12,0	13,3	14,2	14,8	15,6	16,4	17,0
DN 1100	11,7	13,2	14,6	15,6	16,5	17,1	17,8	18,7
DN 1200	13,0	14,2	15,9	17,0	17,9	18,5	19,6	20,3
Ei 200/300	4,3	4,7	5,1	5,5	5,8	6,1	6,4	6,6
Ei 250/375	5,3	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,3
Ei 300/450	6,3	7,0	7,6	8,2	8,6	9,1	9,5	9,9
Ei 350/525	7,3	8,1	8,9	9,5	10,0	10,6	11,1	11,5
Ei 400/600	8,3	9,3	10,1	10,8	11,4	12,1	12,6	13,1
Ei 500/750	10,2	11,4	12,5	13,4	14,2	15,0	15,7	16,2
Ei 600/900	12,0	13,6	14,8	15,9	16,9	17,9	18,7	19,5
Ei 700/1050	13,8	15,6	17,1	18,4	19,6	20,7	21,7	22,8



HW: Tabelle C.2: Materialkenngruppe 2 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
DN 250	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,1	4,3
DN 300	4,00	4,00	4,00	4,1	4,4	4,7	4,9	5,1
DN 350	4,00	4,1	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0
DN 400	4,50	4,70	5,10	5,5	5,9	6,2	6,5	6,8
DN 450	5,10	5,30	5,70	6,2	6,6	7,0	7,4	7,7
DN 500	5,70	6,00	6,40	6,9	7,3	7,8	8,2	8,5
DN 600	6,40	7,4	8,1	8,2	8,8	9,3	9,8	10,2
DN 700	7,9	8,7	9,3	9,6	10,2	10,8	11,4	11,9
DN 800	8,5	9,9	10,7	10,9	11,7	12,4	13,0	13,6
DN 900	9,7	11,1	12,0	12,8	13,3	13,9	14,6	15,3
DN 1000	10,6	12,0	13,3	14,2	14,8	15,6	16,4	17,0
DN 1100	11,7	13,2	14,6	15,6	16,5	17,1	17,8	18,7
DN 1200	13,0	14,2	15,9	17,0	17,9	18,5	19,6	20,3
Ei 200/300	4,3	4,7	5,1	5,5	5,8	6,1	6,4	6,6
Ei 250/375	5,3	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,3
Ei 300/450	6,3	7,0	7,6	8,2	8,6	9,1	9,5	9,9
Ei 350/525	7,3	8,1	8,9	9,5	10,0	10,6	11,1	11,5
Ei 400/600	8,3	9,3	10,1	10,8	11,4	12,1	12,6	13,1
Ei 500/750	10,2	11,4	12,5	13,4	14,2	15,0	15,7	16,2
Ei 600/900	12,0	13,6	14,8	15,9	16,9	17,9	18,7	19,5
Ei 700/1050	13,8	15,6	17,1	18,4	19,6	20,7	21,7	22,6

Tabelle C.3: Materialkenngruppe 3 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1
DN 200	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1
DN 250	3,1	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	4,9	5,1
DN 300	3,7	4,1	4,6	4,9	5,3	5,6	5,9	6,1
DN 350	4,3	4,8	5,3	5,7	6,1	6,5	6,8	7,2
DN 400	4,9	5,5	6,0	6,5	7,0	7,4	7,8	8,2
DN 450	5,4	6,2	6,8	7,4	7,9	8,3	8,8	9,2
DN 500	6,0	6,9	7,5	8,2	8,7	9,3	9,7	10,2
DN 600	7,2	8,2	9,0	9,8	10,5	11,1	11,7	12,2
DN 700	8,4	9,6	10,5	11,4	12,2	12,9	13,6	14,2
DN 800	9,6	10,9	12,0	13,0	13,9	14,8	15,5	16,3
DN 900	10,8	12,2	13,5	14,6	15,7	16,6	17,5	18,3
DN 1000	12,0	13,6	15,0	16,2	17,4	18,4	19,4	20,3
DN 1100	13,1	14,9	16,5	17,8	19,1	20,3	21,3	22,3
DN 1200	14,3	16,3	17,9	19,4	20,9	22,1	23,3	24,4
Ei 200/300	4,5	5,1	5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,3
Ei 250/375	5,6	6,3	6,9	7,4	7,9	8,3	8,8	9,1
Ei 300/450	6,6	7,5	8,2	8,8	9,4	10,0	10,5	10,9
Ei 350/525	7,7	8,7	9,5	10,3	10,9	11,6	12,2	12,7
Ei 400/600	8,7	9,8	10,8	11,7	12,4	13,2	13,9	14,5
Ei 500/750	10,7	12,2	13,4	14,5	15,5	16,4	17,2	18,1
Ei 600/900	12,6	14,4	15,9	17,2	18,4	19,5	20,6	21,6
Ei 700/1050	14,4	16,6	18,4	19,9	21,3	22,6	23,9	25,0



HW: Tabelle C.3: Materialkenngruppe 3 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,1	4,4	4,7	4,9	5,1
DN 300	4,0	4,1	4,6	4,9	5,3	5,6	5,9	6,1
DN 350	4,3	4,8	5,3	5,7	6,1	6,5	6,8	7,2
DN 400	4,9	5,5	6,0	6,5	7,0	7,4	7,8	8,2
DN 450	5,4	6,2	6,8	7,4	7,9	8,3	8,8	9,2
DN 500	6,0	6,9	7,5	8,2	8,7	9,3	9,7	10,2
DN 600	7,2	8,2	9,0	9,8	10,5	11,1	11,7	12,2
DN 700	8,4	9,6	10,5	11,4	12,2	12,9	13,6	14,2
DN 800	9,6	10,9	12,0	13,0	13,9	14,8	15,5	16,3
DN 900	10,8	12,2	13,5	14,6	15,7	16,6	17,5	18,3
DN 1000	12,0	13,6	15,0	16,2	17,4	18,4	19,4	20,3
DN 1100	13,1	14,9	16,5	17,8	19,1	20,3	21,3	22,3
DN 1200	14,3	16,3	17,9	19,4	20,9	22,1	23,3	24,4
Ei 200/300	4,5	5,1	5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,3
Ei 250/375	5,6	6,3	6,9	7,4	7,9	8,3	8,8	9,1
Ei 300/450	6,6	7,5	8,2	8,8	9,4	10,0	10,5	10,9
Ei 350/525	7,7	8,7	9,5	10,3	10,9	11,6	12,2	12,7
Ei 400/600	8,7	9,8	10,8	11,7	12,4	13,2	13,9	14,5
Ei 500/750	10,7	12,2	13,4	14,5	15,5	16,4	17,2	18,1
Ei 600/900	12,6	14,4	15,9	17,2	18,4	19,5	20,6	21,6
Ei 700/1050	14,4	16,6	18,4	19,9	21,3	22,6	23,9	25,0

Tabelle C.4: Materialkenngruppe 4 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
DN 250	3,0	3,3	3,7	4,0	4,2	4,5	4,7	4,9
DN 300	3,5	4,0	4,4	4,7	5,1	5,4	5,6	5,9
DN 350	4,1	4,6	5,1	5,5	5,9	6,2	6,6	6,9
DN 400	4,7	5,3	5,8	6,3	6,7	7,1	7,5	7,9
DN 450	5,3	5,9	6,5	7,1	7,6	8,0	8,4	8,8
DN 500	5,9	6,6	7,3	7,9	8,4	8,9	9,4	9,8
DN 600	7,0	7,9	8,7	9,4	10,1	10,7	11,2	11,8
DN 700	8,2	9,2	10,1	11,0	11,7	12,4	13,1	13,7
DN 800	9,4	10,5	11,6	12,5	13,4	14,2	14,9	15,7
DN 900	10,4	11,8	13,0	14,1	15,0	15,9	16,8	17,6
DN 1000	11,6	13,1	14,4	15,6	16,7	17,7	18,6	19,5
DN 1100	12,7	14,4	15,8	17,2	18,4	19,5	20,5	21,5
DN 1200	13,9	15,7	17,3	18,7	20,0	21,2	22,3	23,4
Ei 200/300	4,5	5,0	5,4	5,8	6,2	6,5	6,9	7,2
Ei 250/375	5,5	6,2	6,7	7,3	7,7	8,1	8,5	8,9
Ei 300/450	6,6	7,4	8,1	8,7	9,2	9,7	10,2	10,7
Ei 350/525	7,6	8,5	9,3	10,1	10,7	11,3	11,9	12,4
Ei 400/600	8,6	9,7	10,6	11,4	12,2	12,9	13,5	14,1
Ei 500/750	10,6	12,0	13,2	14,2	15,1	16,0	16,8	17,6
Ei 600/900	12,5	14,2	15,6	16,9	18,0	19,1	20,1	21,0
Ei 700/1050	14,3	16,4	18,1	19,6	20,9	22,1	23,3	24,3



HW: Tabelle C.4: Materialkenngruppe 4 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,5	4,7	4,9
DN 300	4,0	4,0	4,4	4,7	5,1	5,4	5,6	5,9
DN 350	4,1	4,6	5,1	5,5	5,9	6,2	6,6	6,9
DN 400	4,7	5,3	5,8	6,3	6,7	7,1	7,5	7,9
DN 450	5,3	5,9	6,5	7,1	7,6	8,0	8,4	8,8
DN 500	5,9	6,6	7,3	7,9	8,4	8,9	9,4	9,8
DN 600	7,0	7,9	8,7	9,4	10,1	10,7	11,2	11,8
DN 700	8,2	9,2	10,1	11,0	11,7	12,4	13,1	13,7
DN 800	9,4	10,5	11,6	12,5	13,4	14,2	14,9	15,7
DN 900	10,4	11,8	13,0	14,1	15,0	15,9	16,8	17,6
DN 1000	11,6	13,1	14,4	15,6	16,7	17,7	18,6	19,5
DN 1100	12,7	14,4	15,8	17,2	18,4	19,5	20,5	21,5
DN 1200	13,9	15,7	17,3	18,7	20,0	21,2	22,3	23,4
Ei 200/300	4,5	5,0	5,4	5,8	6,2	6,5	6,9	7,2
Ei 250/375	5,5	6,2	6,7	7,3	7,7	8,1	8,5	8,9
Ei 300/450	6,6	7,4	8,1	8,7	9,2	9,7	10,2	10,7
Ei 350/525	7,6	8,5	9,3	10,1	10,7	11,3	11,9	12,4
Ei 400/600	8,6	9,7	10,6	11,4	12,2	12,9	13,5	14,1
Ei 500/750	10,6	12,0	13,2	14,2	15,1	16,0	16,8	17,6
Ei 600/900	12,5	14,2	15,6	16,9	18,0	19,1	20,1	21,0
Ei 700/1050	14,3	16,4	18,1	19,6	20,9	22,1	23,3	24,3

Tabelle C.5: Materialkenngruppe 5 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8
DN 250	3,0	3,2	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	4,8
DN 300	3,4	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7
DN 350	4,1	4,5	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	6,7
DN 400	4,6	5,2	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,6
DN 450	5,2	5,8	6,4	6,9	7,3	7,8	8,2	8,5
DN 500	5,8	6,4	7,0	7,6	8,1	8,6	9,1	9,5
DN 600	6,9	7,7	8,4	9,1	9,8	10,3	10,9	11,4
DN 700	8,1	9,0	9,8	10,6	11,4	12,0	12,7	13,2
DN 800	9,0	10,2	11,2	12,1	13,0	13,8	14,5	15,1
DN 900	10,2	11,5	12,6	13,6	14,6	15,5	16,2	17,0
DN 1000	11,3	12,7	14,0	15,1	16,2	17,2	18,0	18,9
DN 1100	12,4	14,0	15,4	16,6	17,8	18,9	19,8	20,8
DN 1200	13,5	15,2	16,8	18,1	19,4	20,6	21,6	22,6
Ei 200/300	4,4	4,9	5,4	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0
Ei 250/375	5,5	6,1	6,7	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7
Ei 300/450	6,5	7,3	8,0	8,5	9,1	9,6	10,0	10,5
Ei 350/525	7,5	8,5	9,2	9,9	10,5	11,1	11,7	12,2
Ei 400/600	8,5	9,6	10,5	11,3	12,0	12,7	13,3	13,9
Ei 500/750	10,5	11,9	13,0	14,0	14,9	15,7	16,5	17,2
Ei 600/900	12,4	14,1	15,5	16,7	17,8	18,8	19,7	20,6
Ei 700/1050	14,2	16,2	17,9	19,3	20,6	21,8	22,9	23,9



HW: Tabelle C.5: Materialkenngruppe 5 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,6	4,8
DN 300	4,0	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7
DN 350	4,1	4,5	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	6,7
DN 400	4,6	5,2	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,6
DN 450	5,2	5,8	6,4	6,9	7,3	7,8	8,2	8,5
DN 500	5,8	6,4	7,0	7,6	8,1	8,6	9,1	9,5
DN 600	6,9	7,7	8,4	9,1	9,8	10,3	10,9	11,4
DN 700	8,1	9,0	9,8	10,6	11,4	12,0	12,7	13,2
DN 800	9,0	10,2	11,2	12,1	13,0	13,8	14,5	15,1
DN 900	10,2	11,5	12,6	13,6	14,6	15,5	16,2	17,0
DN 1000	11,3	12,7	14,0	15,1	16,2	17,2	18,0	18,9
DN 1100	12,4	14,0	15,4	16,6	17,8	18,9	19,8	20,8
DN 1200	13,5	15,2	16,8	18,1	19,4	20,6	21,6	22,6
Ei 200/300	4,4	4,9	5,4	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0
Ei 250/375	5,5	6,1	6,7	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7
Ei 300/450	6,5	7,3	8,0	8,5	9,1	9,6	10,0	10,5
Ei 350/525	7,5	8,5	9,2	9,9	10,5	11,1	11,7	12,2
Ei 400/600	8,5	9,6	10,5	11,3	12,0	12,7	13,3	13,9
Ei 500/750	10,5	11,9	13,0	14,0	14,9	15,7	16,5	17,2
Ei 600/900	12,4	14,1	15,5	16,7	17,8	18,8	19,7	20,6
Ei 700/1050	14,2	16,2	17,9	19,3	20,6	21,8	22,9	23,9

Tabelle C.6: Materialkenngruppe 6 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8% bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8
DN 250	3,0	3,2	3,6	3,9	4,1	4,4	4,6	4,8
DN 300	3,4	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7
DN 350	4,0	4,5	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	6,7
DN 400	4,6	5,2	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,6
DN 450	5,1	5,8	6,4	6,9	7,4	7,8	8,2	8,6
DN 500	5,7	6,4	7,1	7,7	8,2	8,6	9,1	9,5
DN 600	6,8	7,7	8,5	9,2	9,8	10,4	10,9	11,4
DN 700	7,9	9,0	9,9	10,7	11,4	12,1	12,7	13,3
DN 800	9,0	10,2	11,2	12,2	13,0	13,8	14,5	15,2
DN 900	10,2	11,5	12,6	13,7	14,6	15,5	16,3	17,1
DN 1000	11,3	12,7	14,0	15,2	16,2	17,2	18,1	19,0
DN 1100	12,4	14,0	15,4	16,7	17,9	18,9	19,9	20,9
DN 1200	13,5	15,2	16,8	18,2	19,5	20,6	21,7	22,8
Ei 200/300	4,3	4,9	5,3	5,7	6,0	6,4	6,7	7,0
Ei 250/375	5,4	6,0	6,6	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7
Ei 300/450	6,4	7,2	7,9	8,4	9,0	9,5	9,9	10,4
Ei 350/525	7,4	8,3	9,1	9,8	10,4	11,0	11,6	12,1
Ei 400/600	8,4	9,5	10,4	11,2	11,9	12,5	13,2	13,8
Ei 500/750	10,3	11,7	12,8	13,8	14,8	15,6	16,4	17,1
Ei 600/900	12,2	13,9	15,2	16,5	17,6	18,6	19,5	20,4
Ei 700/1050	13,9	16,0	17,6	19,1	20,4	21,6	22,7	23,7



HW: Tabelle C.6: Materialkenngruppe 6 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,4	4,6	4,8
DN 300	4,0	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7
DN 350	4,0	4,5	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	6,7
DN 400	4,6	5,2	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,6
DN 450	5,1	5,8	6,4	6,9	7 A	7,8	8,2	8,6
DN 500	5,7	6,4	7,1	7,7	8,2	8,6	9,1	9,5
DN 600	6,8	7,7	8,5	9,2	9,8	10,4	10,9	11,4
DN 700	7,9	9,0	9,9	10,7	11,4	12,1	12,7	13,3
DN 800	9,0	10,2	11,2	12,2	13,0	13,8	14,5	15,2
DN 900	10,2	11,5	12,6	13,7	14,6	15,5	16,3	17,1
DN 1000	11,3	12,7	14,0	15,2	16,2	17,2	18,1	19,0
DN 1100	12,4	14,0	15,4	16,7	17,9	18,9	19,9	20,9
DN 1200	13,5	15,2	16,8	18,2	19,5	20,6	21,7	22,8
Ei 200/300	4,3	4,9	5,3	5,7	6,0	6,4	6,7	7,0
Ei 250/375	5,4	6,0	6,6	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7
Ei 300/450	6,4	7,2	7,9	8,4	9,0	9,5	9,9	10,4
Ei 350/525	7,4	8,3	9,1	9,8	10,4	11,0	11,6	12,1
Ei 400/600	8,4	9,5	10,4	11,2	11,9	12,5	13,2	13,8
Ei 500/750	10,3	11,7	12,8	13,8	14,8	15,6	16,4	17,1
Ei 600/900	12,2	13,9	15,2	16,5	17,6	18,6	19,5	20,4
Ei 700/1050	13,9	16,0	17,6	19,1	20,4	21,6	22,7	23,7

Tabelle C.7: Materialkenngruppe 7 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Tabelle C.7: Materialkenngruppe 7 (DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,3	3,4	3,6	3,8
DN 250	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3	4,5	4,7
DN 300	3,4	3,8	4,2	4,5	4,9	5,1	5,4	5,7
DN 350	4,0	4,5	4,9	5,3	5,7	6,0	6,3	6,6
DN 400	4,5	5,1	5,6	6,0	6,5	6,8	7,2	7,5
DN 450	5,1	5,7	6,3	6,8	7,3	7,7	8,1	8,4
DN 500	5,7	6,3	7,0	7,5	8,1	8,5	9,0	9,4
DN 600	6,8	7,6	8,3	9,0	9,7	10,2	10,7	11,2
DN 700	7,9	8,8	9,7	10,5	11,2	11,9	12,5	13,1
DN 800	8,9	10,1	11,1	12,0	12,8	13,6	14,3	15,0
DN 900	10,0	11,3	12,5	13,5	14,4	15,3	16,1	16,8
DN 1000	11,1	12,6	13,8	15,0	16,0	17,0	17,8	18,7
DN 1100	12,2	13,8	15,2	16,4	17,6	18,6	19,6	20,5
DN 1200	13,3	15,1	16,6	17,9	19,2	20,3	21,4	22,4
Ei 200/300	4,3	4,8	5,3	5,6	6,0	6,3	6,6	6,9
Ei 250/375	5,4	6,0	6,5	7,0	7,5	7,9	8,2	8,6
Ei 300/450	6,4	7,2	7,8	8,4	8,9	9,4	9,9	10,3
Ei 350/525	7,4	8,3	9,1	9,7	10,4	10,9	11,5	12,0
Ei 400/600	8,3	9,4	10,3	11,1	11,8	12,5	13,1	13,6
Ei 500/750	10,3	11,6	12,8	13,8	14,6	15,5	16,2	17,0
Ei 600/900	12,1	13,8	15,2	16,4	17,5	18,5	19,4	20,2
Ei 700/1050	13,9	15,9	17,5	18,9	20,2	21,4	22,5	23,5



HW: Tabelle C.7: Materialkenngruppe 7 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7
DN 300	4,0	4,0	4,2	4,5	4,9	5,1	5,4	5,7
DN 350	4,0	4,5	4,9	5,3	5,7	6,0	6,3	6,6
DN 400	4,5	5,1	5,6	6,0	6,5	6,8	7,2	7,5
DN 450	5,1	5,7	6,3	6,8	7,3	7,7	8,1	8,4
DN 500	5,7	6,3	7,0	7,5	8,1	8,5	9,0	9,4
DN 600	6,8	7,6	8,3	9,0	9,7	10,2	10,7	11,2
DN 700	7,9	8,8	9,7	10,5	11,2	11,9	12,5	13,1
DN 800	8,9	10,1	11,1	12,0	12,8	13,6	14,3	15,0
DN 900	10,0	11,3	12,5	13,5	14,4	15,3	16,1	16,8
DN 1000	11,1	12,6	13,8	15,0	16,0	17,0	17,8	18,7
DN 1100	12,2	13,8	15,2	16,4	17,6	18,6	19,6	20,5
DN 1200	13,3	15,1	16,6	17,9	19,2	20,3	21,4	22,4
Ei 200/300	4,3	4,8	5,3	5,6	6,0	6,3	6,6	6,9
Ei 250/375	5,4	6,0	6,5	7,0	7,5	7,9	8,2	8,6
Ei 300/450	6,4	7,2	7,8	8,4	8,9	9,4	9,9	10,3
Ei 350/525	7,4	8,3	9,1	9,7	10,4	10,9	11,5	12,0
Ei 400/600	8,3	9,4	10,3	11,1	11,8	12,5	13,1	13,6
Ei 500/750	10,3	11,6	12,8	13,8	14,6	15,5	16,2	17,0
Ei 600/900	12,1	13,8	15,2	16,4	17,5	18,5	19,4	20,2
Ei 700/1050	13,9	15,9	17,5	18,9	20,2	21,4	22,5	23,5

Tabelle C.8: Materialkenngruppe 8 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6
DN 350	3,0	3,1	3,4	3,6	3,8	3,9	4,1	4,2
DN 400	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8
DN 450	3,7	4,0	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
DN 500	4,3	4,5	4,8	5,1	5,3	5,6	5,8	6,0
DN 600	5,2	5,6	5,9	6,1	6,4	6,7	7,0	7,2
DN 700	6,0	6,3	7,1	7,3	7,5	7,8	8,1	8,4
DN 800	6,6	7,5	7,8	8,3	8,7	8,9	9,3	9,7
DN 900	7,3	8,5	9,0	9,6	10,2	10,3	10,5	10,8
DN 1000	8,1	9,4	10,1	10,2	11,3	11,8	12,3	12,5
DN 1100	8,9	10,1	10,6	11,2	12,4	12,9	13,5	14,0
DN 1200	9,9	10,9	12,1	12,2	13,5	14,2	14,7	15,3
Ei 200/300	3,2	3,6	3,9	4,1	4,3	4,6	4,7	4,9
Ei 250/375	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4	5,7	5,9	6,1
Ei 300/450	4,8	5,3	5,7	6,1	6,5	6,8	7,1	7,3
Ei 350/525	5,5	6,1	6,7	7,1	7,5	7,9	8,2	8,5
Ei 400/600	6,2	7,0	7,6	8,1	8,5	9,0	9,4	9,7
Ei 500/750	7,7	8,6	9,4	10,0	10,6	11,1	11,6	12,1
Ei 600/900	9,1	10,2	11,1	11,9	12,6	13,3	13,9	14,4
Ei 700/1050	10,4	11,8	12,9	13,8	14,7	15,4	16,1	16,7



HW: Tabelle C.8: Materialkenngruppe 8 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8
DN 450	4,0	4,0	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
DN 500	4,3	4,5	4,8	5,1	5,3	5,6	5,8	6,0
DN 600	5,2	5,6	5,9	6,1	6,4	6,7	7,0	7,2
DN 700	6,0	6,3	7,1	7,3	7,5	7,8	8,1	8,4
DN 800	6,6	7,5	7,8	8,3	8,7	8,9	9,3	9,7
DN 900	7,3	8,5	9,0	9,6	10,2	10,3	10,5	10,8
DN 1000	8,1	9,4	10,1	10,2	11,3	11,8	12,3	12,5
DN 1100	8,9	10,1	10,6	11,2	12,4	12,9	13,5	14,0
DN 1200	9,9	10,9	12,1	12,2	13,5	14,2	14,7	15,3
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,6	4,7	4,9
Ei 250/375	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4	5,7	5,9	6,1
Ei 300/450	4,8	5,3	5,7	6,1	6,5	6,8	7,1	7,3
Ei 350/525	5,5	6,1	6,7	7,1	7,5	7,9	8,2	8,5
Ei 400/600	6,2	7,0	7,6	8,1	8,5	9,0	9,4	9,7
Ei 500/750	7,7	8,6	9,4	10,0	10,6	11,1	11,6	12,1
Ei 600/900	9,1	10,2	11,1	11,9	12,6	13,3	13,9	14,4
Ei 700/1050	10,4	11,8	12,9	13,8	14,7	15,4	16,1	16,7

Tabelle C.9: Materialkenngruppe 9 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruk p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Ei-Profilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5
DN 350	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,1
DN 400	3,2	3,4	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,6
DN 450	3,7	3,9	4,1	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
DN 500	4,1	4,3	4,6	4,9	5,1	5,3	5,6	5,8
DN 600	4,7	5,4	5,6	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0
DN 700	5,4	6,0	6,5	7,2	7,3	7,5	7,8	8,1
DN 800	6,2	6,9	7,7	8,0	8,2	8,5	8,9	9,2
DN 900	7,0	8,1	8,7	9,2	9,7	9,9	10,2	10,4
DN 1000	7,7	9,0	9,7	10,3	10,8	11,3	11,4	11,6
DN 1100	8,5	9,5	10,7	11,3	11,8	12,3	12,5	12,7
DN 1200	9,5	10,2	11,6	12,3	12,9	13,5	14,0	14,6
Ei 200/300	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	4,6	4,7
Ei 250/375	3,8	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,7	5,9
Ei 300/450	4,5	5,1	5,5	5,9	6,2	6,5	6,7	7,0
Ei 350/525	5,3	5,9	6,4	6,8	7,2	7,5	7,8	8,1
Ei 400/600	6,0	6,7	7,2	7,7	8,2	8,6	8,9	9,3
Ei 500/750	7,3	8,2	9,0	9,6	10,1	10,7	11,1	11,5
Ei 600/900	8,7	9,8	10,6	11,4	12,1	12,7	13,3	13,8
Ei 700/1050	9,9	11,2	12,3	13,2	14,0	14,7	15,4	16,0



HW: Tabelle C.9: Materialkenngruppe 9 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5	4,6
DN 450	4,0	4,0	4,1	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
DN 500	4,1	4,3	4,6	4,9	5,1	5,3	5,6	5,8
DN 600	4,7	5,4	5,6	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0
DN 700	5,4	6,0	6,5	7,2	7,3	7,5	7,8	8,1
DN 800	6,2	6,9	7,7	8,0	8,2	8,5	8,9	9,2
DN 900	7,0	8,1	8,7	9,2	9,7	9,9	10,2	10,4
DN 1000	7,7	9,0	9,7	10,3	10,8	11,3	11,4	11,6
DN 1100	8,5	9,5	10,7	11,3	11,8	12,3	12,5	12,7
DN 1200	9,5	10,2	11,6	12,3	12,9	13,5	14,0	14,6
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,6	4,7
Ei 250/375	4,0	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,7	5,9
Ei 300/450	4,5	5,1	5,5	5,9	6,2	6,5	6,7	7,0
Ei 350/525	5,3	5,9	6,4	6,8	7,2	7,5	7,8	8,1
Ei 400/600	6,0	6,7	7,2	7,7	8,2	8,6	8,9	9,3
Ei 500/750	7,3	8,2	9,0	9,6	10,1	10,7	11,1	11,5
Ei 600/900	8,7	9,8	10,6	11,4	12,1	12,7	13,3	13,8
Ei 700/1050	9,9	11,2	12,3	13,2	14,0	14,7	15,4	16,0

Tabelle C.10: Materialkenngruppe 10 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4
DN 350	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,6	3,8	3,9
DN 400	3,1	3,3	3,5	3,8	3,9	4,1	4,3	4,5
DN 450	3,4	3,7	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
DN 500	3,8	4,2	4,4	4,7	4,9	5,1	5,4	5,6
DN 600	4,7	5,0	5,4	5,6	5,9	6,2	6,4	6,7
DN 700	5,5	5,8	6,5	6,7	6,9	7,2	7,5	7,8
DN 800	6,0	6,6	7,1	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8
DN 900	6,7	7,4	8,0	8,5	9,1	9,2	9,6	9,9
DN 1000	7,4	8,2	8,9	9,4	9,8	10,4	11,0	11,1
DN 1100	8,2	9,0	9,7	10,3	11,0	11,5	11,9	12,1
DN 1200	9,1	9,8	10,6	11,3	11,9	12,5	12,9	13,6
Ei 200/300	3,0	3,3	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,5
Ei 250/375	3,7	4,1	4,4	4,7	5,0	5,2	5,4	5,6
Ei 300/450	4,4	4,9	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5	6,7
Ei 350/525	5,1	5,6	6,1	6,5	6,9	7,2	7,5	7,8
Ei 400/600	5,7	6,4	7,0	7,4	7,9	8,2	8,6	8,9
Ei 500/750	7,1	7,9	8,6	9,2	9,8	10,2	10,7	11,1
Ei 600/900	8,3	9,4	10,2	11,0	11,6	12,2	12,8	13,2
Ei 700/1050	9,6	10,8	11,8	12,7	13,5	14,2	14,8	15,4



HW: Tabelle C.10: Materialkenngruppe 10 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
DN 500	4,0	4,2	4,4	4,7	4,9	5,1	5,4	5,6
DN 600	4,7	5,0	5,4	5,6	5,9	6,2	6,4	6,7
DN 700	5,5	5,8	6,5	6,7	6,9	7,2	7,5	7,8
DN 800	6,0	6,6	7,1	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8
DN 900	6,7	7,4	8,0	8,5	9,1	9,2	9,6	9,9
DN 1000	7,4	8,2	8,9	9,4	9,8	10,4	11,0	11,1
DN 1100	8,2	9,0	9,7	10,3	11,0	11,5	11,9	12,1
DN 1200	9,1	9,8	10,6	11,3	11,9	12,5	12,9	13,6
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,5
Ei 250/375	4,0	4,1	4,4	4,7	5,0	5,2	5,4	5,6
Ei 300/450	4,4	4,9	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5	6,7
Ei 350/525	5,1	5,6	6,1	6,5	6,9	7,2	7,5	7,8
Ei 400/600	5,7	6,4	7,0	7,4	7,9	8,2	8,6	8,9
Ei 500/750	7,1	7,9	8,6	9,2	9,8	10,2	10,7	11,1
Ei 600/900	8,3	9,4	10,2	11,0	11,6	12,2	12,8	13,2
Ei 700/1050	9,6	10,8	11,8	12,7	13,5	14,2	14,8	15,4

Tabelle C.11: Materialkenngruppe 11 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,8
DN 400	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,1	4,3
DN 450	3,3	3,6	3,8	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8
DN 500	3,8	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4
DN 600	4,4	4,8	5,2	5,4	5,7	5,9	6,2	6,4
DN 700	5,1	5,6	6,1	6,5	6,6	6,9	7,2	7,5
DN 800	5,8	6,4	6,9	7,3	7,6	7,9	8,2	8,5
DN 900	6,5	7,2	7,7	8,2	8,7	8,9	9,3	9,6
DN 1000	7,2	7,9	8,6	9,2	9,5	10,5	10,7	10,7
DN 1100	7,9	8,7	9,5	10,0	11,0	11,5	11,5	11,7
DN 1200	8,8	9,4	10,8	10,9	11,5	12,1	12,7	13,6
Ei 200/300	3,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4
Ei 250/375	3,6	3,9	4,3	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4
Ei 300/450	4,2	4,7	5,1	5,4	5,7	6,0	6,3	6,5
Ei 350/525	4,9	5,4	5,9	6,3	6,7	7,0	7,3	7,6
Ei 400/600	5,5	6,2	6,7	7,2	7,6	8,0	8,3	8,6
Ei 500/750	6,8	7,6	8,3	8,9	9,4	9,9	10,3	10,7
Ei 600/900	8,0	9,1	9,9	10,6	11,2	11,8	12,3	12,8
Ei 700/1050	9,2	10,4	11,4	12,3	13,0	13,7	14,3	14,8



HW: Tabelle C.11: Materialkenngruppe 11 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8
DN 500	4,0	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4
DN 600	4,4	4,8	5,2	5,4	5,7	5,9	6,2	6,4
DN 700	5,2	5,6	6,1	6,5	6,6	6,9	7,2	7,5
DN 800	5,9	6,4	6,9	7,3	7,6	7,9	8,2	8,5
DN 900	6,7	7,2	7,7	8,2	8,7	8,9	9,3	9,6
DN 1000	7,4	7,9	8,6	9,2	9,5	10,5	10,7	10,7
DN 1100	8,1	8,7	9,5	10,0	11,0	11,5	11,5	11,7
DN 1200	8,9	9,4	10,8	10,9	11,5	12,1	12,7	13,6
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4
Ei 250/375	4,0	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4
Ei 300/450	4,2	4,7	5,1	5,4	5,7	6,0	6,3	6,5
Ei 350/525	4,9	5,4	5,9	6,3	6,7	7,0	7,3	7,6
Ei 400/600	5,5	6,2	6,7	7,2	7,6	8,0	8,3	8,6
Ei 500/750	6,8	7,6	8,3	8,9	9,4	9,9	10,3	10,7
Ei 600/900	8,0	9,1	9,9	10,6	11,2	11,8	12,3	12,8
Ei 700/1050	9,2	10,4	11,4	12,3	13,0	13,7	14,3	14,8

Tabelle C.12: Materialkenngruppe 12 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_g (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7
DN 400	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2
DN 450	3,2	3,5	3,7	3,9	4,2	4,3	4,5	4,7
DN 500	3,5	3,9	4,1	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
DN 600	4,2	4,7	5,1	5,2	5,5	5,8	6,0	6,2
DN 700	4,9	5,4	5,9	6,2	6,4	6,7	7,0	7,3
DN 800	5,6	6,2	6,7	7,1	7,3	7,7	8,0	8,3
DN 900	6,3	7,0	7,5	8,0	8,4	8,8	9,0	9,3
DN 1000	7,0	7,6	8,4	8,8	9,2	9,8	10,3	10,3
DN 1100	7,7	8,4	9,2	9,7	10,6	11,1	11,3	11,4
DN 1200	8,6	9,2	10,4	10,6	11,6	12,1	12,1	12,7
Ei 200/300	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,2
Ei 250/375	3,4	3,8	4,1	4,4	4,6	4,9	5,1	5,3
Ei 300/450	4,1	4,5	4,9	5,3	5,6	5,8	6,1	6,3
Ei 350/525	4,7	5,3	5,7	6,1	6,5	6,8	7,0	7,3
Ei 400/600	5,4	6,0	6,5	6,9	7,3	7,7	8,0	8,3
Ei 500/750	6,6	7,4	8,0	8,6	9,1	9,6	10,0	10,4
Ei 600/900	7,8	8,8	9,6	10,3	10,9	11,4	11,9	12,4
Ei 700/1050	8,9	10,1	11,1	11,9	12,6	13,2	13,8	14,4



HW: Tabelle C.12: Materialkenngruppe 12 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,3	4,5	4,7
DN 500	4,0	4,0	4,1	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
DN 600	4,4	4,7	5,1	5,2	5,5	5,8	6,0	6,2
DN 700	5,2	5,4	5,9	6,2	6,4	6,7	7,0	7,3
DN 800	5,9	6,2	6,7	7,1	7,3	7,7	8,0	8,3
DN 900	6,7	7,0	7,5	8,0	8,4	8,8	9,0	9,3
DN 1000	7,4	7,6	8,4	8,8	9,2	9,8	10,3	10,3
DN 1100	8,1	8,4	9,2	9,7	10,6	11,1	11,3	11,4
DN 1200	8,9	9,2	10,4	10,6	11,6	12,1	12,1	12,7
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2
Ei 250/375	4,0	4,0	4,1	4,4	4,6	4,9	5,1	5,3
Ei 300/450	4,1	4,5	4,9	5,3	5,6	5,8	6,1	6,3
Ei 350/525	4,7	5,3	5,7	6,1	6,5	6,8	7,0	7,3
Ei 400/600	5,4	6,0	6,5	6,9	7,3	7,7	8,0	8,3
Ei 500/750	6,6	7,4	8,0	8,6	9,1	9,6	10,0	10,4
Ei 600/900	7,8	8,8	9,6	10,3	10,9	11,4	11,9	12,4
Ei 700/1050	8,9	10,1	11,1	11,9	12,6	13,2	13,8	14,4

Tabelle C.13: Materialkenngruppe 13 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5
DN 400	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	3,9	4,0
DN 450	3,1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,5
DN 500	3,6	3,8	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0
DN 600	4,1	4,5	4,9	5,1	5,4	5,6	5,8	6,0
DN 700	4,8	5,3	5,7	6,1	6,2	6,5	6,8	7,0
DN 800	5,4	6,0	6,5	6,9	7,1	7,5	7,7	8,0
DN 900	6,1	6,8	7,6	7,7	8,2	8,4	8,7	9,0
DN 1000	6,8	7,4	8,1	8,6	9,1	9,4	9,8	10,0
DN 1100	7,5	8,2	8,8	9,4	10,0	10,4	10,6	11,0
DN 1200	8,3	8,9	9,6	10,4	10,8	11,4	11,9	12,4
Ei 200/300	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,1
Ei 250/375	3,3	3,7	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1
Ei 300/450	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4	5,7	5,9	6,1
Ei 350/525	4,6	5,1	5,6	5,9	6,3	6,6	6,8	7,1
Ei 400/600	5,2	5,8	6,3	6,7	7,1	7,5	7,8	8,1
Ei 500/750	6,4	7,2	7,8	8,4	8,9	9,3	9,7	10,1
Ei 600/900	7,6	8,5	9,3	10,0	10,6	11,1	11,6	12,0
Ei 700/1050	8,7	9,8	10,7	11,5	12,2	12,9	13,4	14,0



HW: Tabelle C.13: Materialkenngruppe 13 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,5
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0
DN 600	4,4	4,5	4,9	5,1	5,4	5,6	5,8	6,0
DN 700	5,2	5,3	5,7	6,1	6,2	6,5	6,8	7,0
DN 800	5,9	6,0	6,5	6,9	7,1	7,5	7,7	8,0
DN 900	6,7	6,8	7,6	7,7	8,2	8,4	8,7	9,0
DN 1000	7,4	7,4	8,1	8,6	9,1	9,4	9,8	10,0
DN 1100	8,1	8,2	8,8	9,4	10,0	10,4	10,6	11,0
DN 1200	8,9	8,9	9,6	10,4	10,8	11,4	11,9	12,4
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1
Ei 300/450	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4	5,7	5,9	6,1
Ei 350/525	4,6	5,1	5,6	5,9	6,3	6,6	6,8	7,1
Ei 400/600	5,2	5,8	6,3	6,7	7,1	7,5	7,8	8,1
Ei 500/750	6,4	7,2	7,8	8,4	8,9	9,3	9,7	10,1
Ei 600/900	7,6	8,5	9,3	10,0	10,6	11,1	11,6	12,0
Ei 700/1050	8,7	9,8	10,7	11,5	12,2	12,9	13,4	14,0

Tabelle C.14: Materialkenngruppe 14 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
DN 400	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8	3,9
DN 450	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,4
DN 500	3,5	3,7	3,9	4,2	4,4	4,6	4,7	4,9
DN 600	4,0	4,4	4,8	5,0	5,2	5,5	5,7	5,9
DN 700	4,6	5,1	5,6	5,9	6,1	6,4	6,6	6,8
DN 800	5,3	5,9	6,3	6,7	6,9	7,3	7,5	7,8
DN 900	5,9	6,6	7,1	7,5	8,0	8,2	8,5	8,8
DN 1000	6,6	7,2	7,9	8,4	8,7	9,3	9,5	9,8
DN 1100	7,3	8,0	8,7	9,2	9,7	10,1	10,6	10,7
DN 1200	8,1	8,7	9,4	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0
Ei 200/300	3,0	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,9	4,0
Ei 250/375	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
Ei 300/450	3,9	4,3	4,7	5,0	5,3	5,5	5,7	5,9
Ei 350/525	4,5	5,0	5,4	5,8	6,1	6,4	6,7	6,9
Ei 400/600	5,1	5,7	6,1	6,6	6,9	7,3	7,6	7,9
Ei 500/750	6,2	7,0	7,6	8,1	8,6	9,0	9,4	9,8
Ei 600/900	7,4	8,3	9,0	9,7	10,3	10,8	11,3	11,7
Ei 700/1050	8,5	9,6	10,5	11,2	11,9	12,5	13,1	13,6



HW: Tabelle C.14: Materialkenngruppe 14 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,4
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,6	4,7	4,9
DN 600	4,4	4,4	4,8	5,0	5,2	5,5	5,7	5,9
DN 700	5,2	5,2	5,6	5,9	6,1	6,4	6,6	6,8
DN 800	5,9	5,9	6,3	6,7	6,9	7,3	7,5	7,8
DN 900	6,7	6,7	7,1	7,5	8,0	8,2	8,5	8,8
DN 1000	7,4	7,4	7,9	8,4	8,7	9,3	9,5	9,8
DN 1100	8,1	8,1	8,7	9,2	9,7	10,1	10,6	10,7
DN 1200	8,9	8,9	9,4	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
Ei 300/450	4,0	4,3	4,7	5,0	5,3	5,5	5,7	5,9
Ei 350/525	4,5	5,0	5,4	5,8	6,1	6,4	6,7	6,9
Ei 400/600	5,1	5,7	6,1	6,6	6,9	7,3	7,6	7,9
Ei 500/750	6,2	7,0	7,6	8,1	8,6	9,0	9,4	9,8
Ei 600/900	7,4	8,3	9,0	9,7	10,3	10,8	11,3	11,7
Ei 700/1050	8,5	9,6	10,5	11,2	11,9	12,5	13,1	13,6

Tabelle C.15: Materialkenngruppe 15 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_s (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4
DN 400	3,0	3,0	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8
DN 450	3,1	3,2	3,4	3,7	3,8	4,0	4,2	4,3
DN 500	3,3	3,6	3,8	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8
DN 600	4,1	4,3	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7
DN 700	4,7	5,2	5,6	5,8	5,9	6,2	6,4	6,8
DN 800	5,2	5,7	6,1	6,8	6,8	7,1	7,4	7,6
DN 900	5,8	6,4	6,9	7,4	7,8	8,0	8,3	8,6
DN 1000	6,4	7,1	7,7	8,2	8,5	9,0	9,4	9,5
DN 1100	7,1	7,8	8,5	9,1	9,8	9,9	10,3	10,5
DN 1200	7,9	8,5	9,2	9,8	10,3	10,8	11,2	11,7
Ei 200/300	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,6	3,8	3,9
Ei 250/375	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9
Ei 300/450	3,8	4,2	4,5	4,9	5,1	5,4	5,6	5,8
Ei 350/525	4,4	4,9	5,3	5,6	6,0	6,2	6,5	6,7
Ei 400/600	5,0	5,5	6,0	6,4	6,8	7,1	7,4	7,7
Ei 500/750	6,1	6,8	7,4	7,9	8,4	8,8	9,2	9,6
Ei 600/900	7,2	8,1	8,8	9,5	10,0	10,5	11,0	11,4
Ei 700/1050	8,3	9,3	10,2	10,9	11,6	12,2	12,8	13,3



HW: Tabelle C.15: Materialkenngruppe 15 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,3
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8
DN 600	4,4	4,4	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7
DN 700	5,2	5,2	5,6	5,8	5,9	6,2	6,4	6,8
DN 800	5,9	5,9	6,1	6,8	6,8	7,1	7,4	7,6
DN 900	6,7	6,7	6,9	7,4	7,8	8,0	8,3	8,6
DN 1000	7,4	7,4	7,7	8,2	8,5	9,0	9,4	9,5
DN 1100	8,1	8,1	8,5	9,1	9,8	9,9	10,3	10,5
DN 1200	8,9	8,9	9,2	9,8	10,3	10,8	11,2	11,7
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9
Ei 300/450	4,0	4,2	4,5	4,9	5,1	5,4	5,6	5,8
Ei 350/525	4,4	4,9	5,3	5,6	6,0	6,2	6,5	6,7
Ei 400/600	5,0	5,5	6,0	6,4	6,8	7,1	7,4	7,7
Ei 500/750	6,1	6,8	7,4	7,9	8,4	8,8	9,2	9,6
Ei 600/900	7,2	8,1	8,8	9,5	10,0	10,5	11,0	11,4
Ei 700/1050	8,3	9,3	10,2	10,9	11,6	12,2	12,8	13,3

Tabelle C.16: Materialkenngruppe 16 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50m	2,00m	2,50m	3,00m	3,50m	4,00m	4,50m	5,00m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,32
DN 400	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,8
DN 450	3,0	3,1	3,4	3,6	3,8	3,9	4,1	4,2
DN 500	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,3	4,5	4,7
DN 600	4,0	4,2	4,6	4,7	5,0	5,2	5,4	5,6
DN 700	4,6	5,1	5,5	5,6	5,8	6,1	6,3	6,5
DN 800	5,1	5,6	6,0	6,4	6,6	6,9	7,2	7,5
DN 900	5,7	6,3	6,8	7,2	7,6	7,8	8,1	8,4
DN 1000	6,3	6,9	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,3
DN 1100	6,9	7,6	8,3	8,8	9,6	9,7	10,0	10,21
DN 1200	7,7	8,3	9,0	9,5	10,1	10,6	11,0	11,4
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8
Ei 250/375	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,4	4,6	4,7
Ei 300/450	3,7	4,1	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	5,7
Ei 350/525	4,3	4,8	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	6,6
Ei 400/600	4,9	5,4	5,9	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5
Ei 500/750	6,0	6,7	7,3	7,8	8,2	8,6	9,0	9,3
Ei 600/900	7,0	7,9	8,6	9,2	9,8	10,3	10,8	11,2
Ei 700/1050	8,1	9,1	10,0	10,7	11,3	12,0	12,5	12,9



HW: Tabelle C.16: Materialkenngruppe 16 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,3	4,5	4,7
DN 600	4,4	4,4	4,6	4,7	5,0	5,2	5,4	5,6
DN 700	5,2	5,2	5,5	5,6	5,8	6,1	6,3	6,5
DN 800	5,9	5,9	6,0	6,4	6,6	6,9	7,2	7,5
DN 900	6,7	6,7	6,8	7,2	7,6	7,8	8,1	8,4
DN 1000	7,4	7,4	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,3
DN 1100	8,1	8,1	8,3	8,8	9,6	9,7	10,0	10,21
DN 1200	8,9	8,9	9,0	9,5	10,1	10,6	11,0	11,4
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,6	4,7
Ei 300/450	4,0	4,1	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	5,7
Ei 350/525	4,3	4,8	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	6,6
Ei 400/600	4,9	5,4	5,9	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5
Ei 500/750	6,0	6,7	7,3	7,8	8,2	8,6	9,0	9,3
Ei 600/900	7,0	7,9	8,6	9,2	9,8	10,3	10,8	11,2
Ei 700/1050	8,1	9,1	10,0	10,7	11,3	12,0	12,5	12,9

Tabelle C.17: Materialkenngruppe 17 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2
DN 400	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
DN 450	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8	4,0	4,1
DN 500	3,1	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,4	4,6
DN 600	4,0	4,1	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5
DN 700	4,5	4,8	5,4	5,5	5,7	5,9	6,2	6,4
DN 800	4,9	5,5	5,9	6,3	6,6	6,8	7,0	7,3
DN 900	5,6	6,2	6,6	7,0	7,5	7,6	7,9	8,2
DN 1000	6,2	6,8	7,4	7,8	8,6	8,7	8,9	9,2
DN 1100	6,8	7,6	8,1	8,7	9,1	9,5	9,9	10,1
DN 1200	7,6	8,1	8,7	9,3	10,0	10,3	10,6	11,2
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,6	3,7
Ei 250/375	3,1	3,4	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,6
Ei 300/450	3,6	4,0	4,4	4,7	4,9	5,1	5,4	5,6
Ei 350/525	4,2	4,7	5,1	5,4	5,7	6,0	6,2	6,5
Ei 400/600	4,8	5,3	5,8	6,1	6,5	6,8	7,1	7,4
Ei 500/750	5,8	6,5	7,1	7,6	8,1	8,5	8,8	9,2
Ei 600/900	6,9	7,8	8,5	9,1	9,6	10,1	10,5	10,9
Ei 700/1050	7,9	8,9	9,8	10,5	11,1	11,7	12,2	12,7



HW: Tabelle C.17: Materialkenngruppe 17 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6
DN 600	4,4	4,4	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5
DN 700	5,2	5,2	5,4	5,5	5,7	5,9	6,2	6,4
DN 800	5,9	5,9	5,9	6,3	6,6	6,8	7,0	7,3
DN 900	6,7	6,7	6,7	7,0	7,5	7,6	7,9	8,2
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,8	8,6	8,7	8,9	9,2
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,7	9,1	9,5	9,9	10,1
DN 1200	8,9	8,9	8,9	9,3	10,0	10,3	10,6	11,2
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5	4,6
Ei 300/450	4,0	4,0	4,4	4,7	4,9	5,1	5,4	5,6
Ei 350/525	4,2	4,7	5,1	5,4	5,7	6,0	6,2	6,5
Ei 400/600	4,8	5,3	5,8	6,1	6,5	6,8	7,1	7,4
Ei 500/750	5,8	6,5	7,1	7,6	8,1	8,5	8,8	9,2
Ei 600/900	6,9	7,8	8,5	9,1	9,6	10,1	10,5	10,9
Ei 700/1050	7,9	8,9	9,8	10,5	11,1	11,7	12,2	12,7

Tabelle C.18: Materialkenngruppe 18 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_s (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).

Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-Profilen

Ovalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)

Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)

Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2
DN 400	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6
DN 450	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	3,9	4,0
DN 500	3,1	3,5	3,6	3,8	4,0	4,2	4,3	4,6
DN 600	3,7	4,0	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
DN 700	4,3	4,9	5,1	5,4	5,6	5,8	6,1	6,3
DN 800	4,9	5,4	6,0	6,2	6,4	6,7	6,9	7,2
DN 900	5,5	6,0	6,6	6,8	7,3	7,5	7,8	8,0
DN 1000	6,1	6,7	7,2	7,7	8,1	8,5	8,7	8,9
DN 1100	6,7	7,3	7,9	8,4	8,9	9,3	9,7	9,8
DN 1200	7,4	8,0	8,6	9,2	9,8	10,1	10,6	10,9
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7
Ei 250/375	3,0	3,3	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6
Ei 300/450	3,6	3,9	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
Ei 350/525	4,1	4,6	5,0	5,3	5,6	5,9	6,1	6,3
Ei 400/600	4,7	5,2	5,6	6,0	6,4	6,7	7,0	7,2
Ei 500/750	5,7	6,4	7,0	7,5	7,9	8,3	8,6	9,0
Ei 600/900	6,8	7,6	8,3	8,9	9,4	9,9	10,3	10,7
Ei 700/1050	7,7	8,8	9,6	10,3	10,9	11,5	12,0	12,4



HW: Tabelle C.18: Materialkenngruppe 18 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,3	4,6
DN 600	4,4	4,4	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
DN 700	5,2	5,2	5,2	5,4	5,6	5,8	6,1	6,3
DN 800	5,9	5,9	6,0	6,2	6,4	6,7	6,9	7,2
DN 900	6,7	6,7	6,7	6,8	7,3	7,5	7,8	8,0
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,7	8,1	8,5	8,7	8,9
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,4	8,9	9,3	9,7	9,8
DN 1200	8,9	8,9	8,9	9,2	9,8	10,1	10,6	10,9
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,6
Ei 300/450	4,0	4,0	4,3	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4
Ei 350/525	4,1	4,6	5,0	5,3	5,6	5,9	6,1	6,3
Ei 400/600	4,7	5,2	5,6	6,0	6,4	6,7	7,0	7,2
Ei 500/750	5,7	6,4	7,0	7,5	7,9	8,3	8,6	9,0
Ei 600/900	6,8	7,6	8,3	8,9	9,4	9,9	10,3	10,7
Ei 700/1050	7,7	8,8	9,6	10,3	10,9	11,5	12,0	12,4

Tabelle C.19: Materialkenngruppe 19 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1
DN 400	3,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5
DN 450	3,0	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8	4,0
DN 500	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,4
DN 600	3,6	4,0	4,4	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3
DN 700	4,2	4,6	5,2	5,3	5,5	5,7	5,9	6,2
DN 800	4,8	5,3	5,9	6,1	6,3	6,5	6,8	7,0
DN 900	5,5	5,9	6,7	6,7	7,2	7,3	7,6	7,9
DN 1000	5,9	6,5	7,4	7,5	7,9	8,3	8,5	8,8
DN 1100	6,5	7,2	8,1	8,3	8,7	9,1	9,5	9,9
DN 1200	7,3	7,8	8,8	9,0	9,5	9,9	10,4	10,7
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6
Ei 250/375	3,0	3,2	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5
Ei 300/450	3,5	3,9	4,2	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3
Ei 350/525	4,0	4,5	4,9	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2
Ei 400/600	4,6	5,1	5,5	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1
Ei 500/750	5,6	6,3	6,8	7,3	7,7	8,1	8,5	8,8
Ei 600/900	6,6	7,4	8,1	8,7	9,2	9,7	10,1	10,5
Ei 700/1050	7,6	8,6	9,4	10,1	10,7	11,2	11,7	12,2



HW: Tabelle C.19: Materialkenngruppe 19 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,4
DN 600	4,4	4,4	4,4	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3
DN 700	5,2	5,2	5,2	5,3	5,5	5,7	5,9	6,2
DN 800	5,9	5,9	5,9	6,1	6,3	6,5	6,8	7,0
DN 900	6,7	6,7	6,7	6,7	7,2	7,3	7,6	7,9
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,5	7,9	8,3	8,5	8,8
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,3	8,7	9,1	9,5	9,9
DN 1200	8,9	8,9	8,9	9,0	9,5	9,9	10,4	10,7
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5
Ei 300/450	4,0	4,0	4,2	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3
Ei 350/525	4,0	4,5	4,9	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2
Ei 400/600	4,6	5,1	5,5	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1
Ei 500/750	5,6	6,3	6,8	7,3	7,7	8,1	8,5	8,8
Ei 600/900	6,6	7,4	8,1	8,7	9,2	9,7	10,1	10,5
Ei 700/1050	7,6	8,6	9,4	10,1	10,7	11,2	11,7	12,2

Tabelle C.20: Materialkenngruppe 20 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-ProfilenOvalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$ Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 400	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5
DN 450	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,6	3,8	3,9
DN 500	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,3
DN 600	3,7	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
DN 700	4,3	4,5	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0
DN 800	4,7	5,2	5,5	6,0	6,2	6,4	6,7	6,9
DN 900	5,3	5,8	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5	7,8
DN 1000	5,8	6,4	6,9	7,4	7,7	8,2	8,4	8,6
DN 1100	6,4	7,1	7,6	8,1	8,9	9,0	9,2	9,5
DN 1200	7,2	7,7	8,3	8,8	9,7	9,7	10,2	10,5
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5
Ei 250/375	3,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,1	4,2	4,4
Ei 300/450	3,4	3,8	4,1	4,4	4,6	4,9	5,1	5,2
Ei 350/525	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4	5,6	5,9	6,1
Ei 400/600	4,5	5,0	5,4	5,8	6,1	6,4	6,7	6,9
Ei 500/750	5,5	6,2	6,7	7,2	7,6	8,0	8,3	8,6
Ei 600/900	6,5	7,3	8,0	8,5	9,1	9,5	9,9	10,3
Ei 700/1050	7,5	8,4	9,2	9,9	10,5	11,0	11,5	12,0



HW: Tabelle C.20: Materialkenngruppe 20 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,3
DN 600	4,4	4,4	4,4	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
DN 700	5,2	5,2	5,2	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0
DN 800	5,9	5,9	5,9	6,0	6,2	6,4	6,7	6,9
DN 900	6,7	6,7	6,7	6,7	6,9	7,2	7,5	7,8
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,4	7,7	8,2	8,4	8,6
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,1	8,9	9,0	9,2	9,5
DN 1200	8,9	8,9	8,9	8,9	9,7	9,7	10,2	10,5
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2	4,4
Ei 300/450	4,0	4,0	4,1	4,4	4,6	4,9	5,1	5,2
Ei 350/525	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4	5,6	5,9	6,1
Ei 400/600	4,5	5,0	5,4	5,8	6,1	6,4	6,7	6,9
Ei 500/750	5,5	6,2	6,7	7,2	7,6	8,0	8,3	8,6
Ei 600/900	6,5	7,3	8,0	8,5	9,1	9,5	9,9	10,3
Ei 700/1050	7,5	8,4	9,2	9,9	10,5	11,0	11,5	12,0

Tabelle C.22: Materialkenngruppe 22 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II

Altrohr- Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung).

Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle)

Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_i (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-Profilen

Ovalisierung: 3 % von r_i (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)

Ringspalt: 0,5 % von r_i (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)

Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 400	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3
DN 450	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7
DN 500	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8	4,0	4,1
DN 600	3,4	3,7	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	4,9
DN 700	3,9	4,3	4,7	4,9	5,1	5,4	5,6	5,8
DN 800	4,4	4,9	5,3	5,7	5,9	6,1	6,4	6,6
DN 900	5,0	5,5	6,0	6,4	6,7	6,9	7,2	7,4
DN 1000	5,5	6,1	6,6	7,0	7,4	7,8	8,1	8,2
DN 1100	6,1	6,7	7,3	7,7	8,2	8,6	8,9	9,1
DN 1200	6,8	7,3	7,9	8,6	8,9	9,3	9,7	10,0
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3
Ei 250/375	3,0	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2
Ei 300/450	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
Ei 350/525	3,8	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,6	5,8
Ei 400/600	4,3	4,8	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7
Ei 500/750	5,2	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	7,9	8,2
Ei 600/900	6,2	7,0	7,6	8,1	8,6	9,0	9,4	9,8
Ei 700/1050	7,1	8,0	8,8	9,4	10,0	10,5	11,0	11,4

Detmold, den 27.12.2013



Dipl.-Ing. Fred Hüpers

HW: Tabelle C.22: Materialkenngruppe 22 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und SDR ≤ 135 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1
DN 600	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,6	4,8	4,9
DN 700	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,4	5,6	5,8
DN 800	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	6,1	6,4	6,6
DN 900	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,9	7,2	7,4
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,8	8,1	8,2
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,1	8,2	8,6	8,9	9,1
DN 1200	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	9,3	9,7	10,0
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2
Ei 300/450	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
Ei 350/525	4,0	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,6	5,8
Ei 400/600	4,3	4,8	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7
Ei 500/750	5,2	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	7,9	8,2
Ei 600/900	6,2	7,0	7,6	8,1	8,6	9,0	9,4	9,8
Ei 700/1050	7,1	8,0	8,8	9,4	10,0	10,5	11,0	11,4

Tabelle C.23: Materialkenngruppe 23 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).

Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-Profilen

Ovalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)

Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)

Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN400	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN450	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3	3,4
DN 500	3,0	3,0	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8
DN 600	3,1	3,4	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4	4,5
DN 700	3,6	4,0	4,3	4,6	4,7	4,9	5,1	5,3
DN 800	4,0	4,5	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0
DN 900	4,5	5,0	5,5	5,8	6,1	6,3	6,5	6,8
DN 1000	5,0	5,6	6,0	6,4	6,7	7,1	7,3	7,5
DN 1100	5,5	6,1	6,7	7,1	7,4	7,8	8,0	8,3
DN 1200	6,0	6,7	7,2	7,7	8,1	8,4	8,7	9,0
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Ei 250/375	3,0	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
Ei 300/450	3,0	3,3	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6
Ei 350/525	3,5	3,8	4,2	4,4	4,7	4,9	5,1	5,3
Ei 400/600	3,9	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	5,8	6,0
Ei 500/750	4,8	5,4	5,9	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5
Ei 600/900	5,7	6,4	7,0	7,5	7,9	8,3	8,6	9,0
Ei 700/1050	6,5	7,4	8,0	8,6	9,1	9,6	10,0	10,4



HW: Tabelle C.23: Materialkenngruppe 23 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 600	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5
DN 700	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3
DN 800	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	6,0
DN 900	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,5
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,3
DN 1200	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	9,0
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 300/450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,6
Ei 350/525	4,0	4,0	4,2	4,4	4,7	4,9	5,1	5,3
Ei 400/600	4,0	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	5,8	6,0
Ei 500/750	4,8	5,4	5,9	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5
Ei 600/900	5,7	6,4	7,0	7,5	7,9	8,3	8,6	9,0
Ei 700/1050	6,5	7,4	8,0	8,6	9,1	9,6	10,0	10,4

Tabelle C.24: Materialkenngruppe 24 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).

Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2); 0,8 % bei Ei-Profilen

Ovalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)

Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. ATV-M 127-2)

Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 400	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2
DN 450	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6
DN 500	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,7	3,9	4,0
DN 600	3,3	3,6	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8
DN 700	3,8	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6
DN 800	4,3	4,8	5,2	5,5	5,7	6,0	6,2	6,4
DN 900	4,8	5,4	5,8	6,1	6,5	6,7	7,0	7,2
DN 1000	5,4	5,9	6,4	6,9	7,2	7,6	7,7	8,0
DN 1100	5,9	6,5	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7	8,8
DN 1200	6,4	7,1	7,7	8,2	8,6	9,0	9,4	9,8
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3
Ei 250/375	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	3,9	4,1
Ei 300/450	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8
Ei 350/525	3,7	4,1	4,4	4,7	5,0	5,2	5,4	5,6
Ei 400/600	4,1	4,6	5,0	5,4	5,7	5,9	6,2	6,4
Ei 500/750	5,1	5,7	6,2	6,6	7,0	7,4	7,7	8,0
Ei 600/900	6,0	6,8	7,4	7,9	8,4	8,9	9,2	9,5
Ei 700/1050	6,9	7,8	8,5	9,1	9,7	10,2	10,6	11,1

Prüfstempel

TÜV Rheinland
LGA Bautechnik GmbH
Statik



In statischer und konstruktiver Hinsicht geprüft

Ref. 9462 9410 Nr. vom

Nürnberg, 13.10.2015

Der Bearbeiter Der Leiter

1.0h J.1

HW: Tabelle C.24: Materialkenngruppe 24 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 600	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,7	4,8
DN 700	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,4	5,6
DN 800	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	6,0	6,2	6,4
DN 900	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	7,0	7,2
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,6	7,7	8,0
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,3	8,7	8,8
DN 1200	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	9,0	9,4	9,8
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1
Ei 300/450	4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8
Ei 350/525	4,0	4,1	4,4	4,7	5,0	5,2	5,4	5,6
Ei 400/600	4,1	4,6	5,0	5,4	5,7	5,9	6,2	6,4
Ei 500/750	5,1	5,7	6,2	6,6	7,0	7,4	7,7	8,0
Ei 600/900	6,0	6,8	7,4	7,9	8,4	8,9	9,2	9,5
Ei 700/1050	6,9	7,8	8,5	9,1	9,7	10,2	10,6	11,1

Tabelle C.25: Materialkenngruppe 25 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).

Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. DWA-A 143-2); 0,8 % bei Ei-Profilen

Ovalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. DWA-A 143-2)

Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. DWA-A 143-2)

Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 400	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 450	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3
DN 500	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7
DN 600	3,0	3,3	3,6	3,8	3,9	4,0	4,3	4,4
DN 700	3,5	3,8	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
DN 800	4,0	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	5,7	5,9
DN 900	4,5	4,9	5,3	5,6	6,0	6,2	6,4	6,6
DN 1000	5,0	5,4	5,9	6,3	6,5	6,9	7,2	7,4
DN 1100	5,5	5,9	6,5	6,9	7,2	7,6	7,9	8,0
DN 1200	6,0	6,5	7,0	7,5	7,9	8,3	8,6	8,9
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Ei 250/375	3,0	3,0	3,0	3,0	3,3	3,4	3,6	3,7
Ei 300/450	3,0	3,2	3,5	3,7	3,9	4,0	4,3	4,4
Ei 350/525	3,3	3,7	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,1
Ei 400/600	3,8	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,9
Ei 500/750	4,7	5,2	5,7	6,0	6,4	6,7	7,0	7,3
Ei 600/900	5,5	6,2	6,7	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7
Ei 700/1050	6,3	7,0	7,8	8,4	8,8	9,3	9,7	10,0



HW: Tabelle C.25: Materialkenngruppe 25 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 600	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
DN 700	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
DN 800	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
DN 900	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
DN 1200	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 300/450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,3	4,4
Ei 350/525	4,0	4,0	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,1
Ei 400/600	4,0	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,9
Ei 500/750	4,7	5,2	5,7	6,0	6,4	6,7	7,0	7,3
Ei 600/900	5,6	6,2	6,7	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7
Ei 700/1050	6,5	7,0	7,8	8,4	8,8	9,3	9,7	10,0

Tabelle C.26: Materialkenngruppe 26 (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Altrohrzustand II:

Altrohr-Bodensystem allein tragfähig (bei überprüfter seitlicher Bettung). Äußerer Wasserdruck p_a (mindestens 1,50 m über Rohrsohle).

Örtlich begrenzte Vorverformung: 2 % von r_L (Mindestwert gem. DWA-A 143-2); 0,8 % bei Ei-Profilen

Ovalisierung: 3 % von r_L (Mindestwert gem. DWA-A 143-2)

Ringspalt: 0,5 % von r_L (Mindestwert gem. DWA-A 143-2)

Ersatzkreis bei Eiprofilen: $0,6 \times H$

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 150	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 200	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 250	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 350	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
DN 400	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1
DN 450	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5
DN 500	3,0	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,7	3,9
DN 600	3,1	3,4	3,6	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7
DN 700	3,6	4,0	4,2	4,5	4,7	5,0	5,2	5,4
DN 800	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0	6,2
DN 900	4,7	5,1	5,4	5,7	6,1	6,4	6,7	7,0
DN 1000	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,1	7,4	7,7
DN 1100	5,7	6,2	6,6	7,0	7,4	7,8	8,2	8,5
DN 1200	6,2	6,7	7,2	7,6	8,1	8,5	8,9	9,3
Ei 200/300	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2
Ei 250/375	3,0	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8	4,0
Ei 300/450	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
Ei 350/525	3,6	4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5
Ei 400/600	4,1	4,5	4,9	5,3	5,6	5,8	6,1	6,4
Ei 500/750	5,0	5,6	6,1	6,5	6,9	7,2	7,5	7,9
Ei 600/900	5,9	6,6	7,2	7,7	8,2	8,6	9,1	9,4
Ei 700/1050	6,8	7,7	8,3	9,0	9,5	10,0	10,4	10,9



HW: Tabelle C.26: Materialkenngruppe 26 – modifiziert bzgl. Mindestwanddicke 4 mm und $SDR \leq 135$ (Merkblatt DWA-M 144-3, Tabelle 2)

Verbunddicken e_m [mm]

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrsohle							
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 600	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,7
DN 700	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,4
DN 800	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	6,0	6,2
DN 900	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	7,0
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,7
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,2	8,5
DN 1200	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	9,3
Ei 200/300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 250/375	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ei 300/450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
Ei 350/525	4,0	4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5
Ei 400/600	4,1	4,5	4,9	5,3	5,6	5,8	6,1	6,4
Ei 500/750	5,0	5,6	6,1	6,5	6,9	7,2	7,5	7,9
Ei 600/900	5,9	6,6	7,2	7,7	8,2	8,6	9,1	9,4
Ei 700/1050	6,8	7,7	8,3	9,0	9,5	10,0	10,4	10,9

HW: Anhang D Bemessungsbeispiel: DN 400, 3 m GW

- In jeder DIBt-Zulassung ist im Kapitel *Bestimmungen für die Bemessung bzw. Statische Berechnung des ausgehärteten Schlauchliners* der Umfangs-E-Modul (Langzeit) nach DIN EN 1228 und die Biegespannung (Langzeit) nach DIN EN ISO 178 aufgeführt.

Beispiel: Impreg-Liner GL 16, E-Modul 13.000 N/mm², Biegespannung 204 N/mm²

- Mit beiden Werten geht man in die Tabelle 2 des AFP, Seite 10 und bestimmt die passende Materialkenngruppe in der ersten Spalte. Dabei müssen E-Modul und Biegespannung beide mindestens erreicht werden. Der Schlauchliner wird folglich der Kenngruppe 26 zugeordnet:

Tabelle 2: Materialkenngruppen

Gruppe	Langzeitwerte ¹⁾	
	E-Modul, ermittelt nach DIN EN 1228 in N/mm ²	Biegespannung in N/mm ²
Synthesefaser-Schlauchliner		
1	1000	23
20	9500	135
22	11000	150
24	12000	160
26	13000	170
23	14500	185
25	16000	200

- Die Regelstatik (modifiziert) zur Materialkenngruppe 26 findet sich im Anhang C des AFP.
- Bei einem Wasserstand von 3,00 m über Rohrsohle und einem Profil DN 400 ergibt sich eine Verbunddicke von 4,0 mm.

Nennweite	Grundwasserstand über Rohrso				
	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m	3,50 m
DN 200	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 250	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 300	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 350	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 400	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 450	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 500	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DN 600	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
DN 700	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
DN 800	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
DN 900	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
DN 1000	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
DN 1100	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1

- Die Gesamtwanddicke setzt sich zusammen aus der Verbunddicke und der Verschleißschicht/Folie. Die Verschleißschicht wird nach DWA-A 143-3 addiert.

HW: Anhang E (informativ)

Eignungsnachweis der ausführenden Unternehmen

Der AN darf nur dann Schlauchliningmaßnahmen ausführen, wenn er über die erforderliche Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit verfügt. Der AN hat seine Eignung vor Auftragserteilung nachzuweisen.

Folgende Nachweise sind üblicherweise mit dem Angebot zu erbringen, die Auflistung ist rein informativ und nicht abschließend zu verstehen; die erforderlichen Nachweise werden projektspezifisch über das Formblatt *Eigenerklärung zur Eignung* abgefragt:

- Das angebotene Schlauchprodukt muss von einem nach DIN EN ISO 9001 zertifizierten Schlauchhersteller produziert werden
- Alle einzubauenden Linersysteme/-produkte (Hauptschlüssel, Anschlussleitungen) müssen zum Zeitpunkt des Einbaus über eine gültige DIBt-Zulassung verfügen
- Der Auftragnehmer (AN) muss über die erforderliche Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit verfügen und diese nachweisen. Der Nachweis gilt als erbracht, wenn für die jeweils angebotenen Tätigkeiten eine Verleihungsurkunde des RAL-Gütezeichens 961, Gruppe S, vorliegt
- Der Bieter muss zu dem ausgeschriebenen Projekt folgende Referenzen bzgl. Linerinstallationen und Personal vorlegen. Sofern der Bieter diese Referenzen bei HW selbst erworben hat, sind diese im Rahmen des Vergabeverfahrens nicht vorzulegen

Für Kreisprofile:

- bis DN 400: Referenzen über mind. 12 Linerinstallationen mit mind. dem jeweils ausgeschriebenen DN in den letzten drei Jahren; eingesetzter Vorarbeiter mind. 5 Jahre Berufserfahrung in einer Linerkolonne
- bis DN 600: Referenzen über mind. 12 Linerinstallationen mit mind. DN 400 in den letzten drei Jahren; eingesetzter Vorarbeiter mind. 5 Jahre Berufserfahrung in einer Linerkolonne
- bis DN 1200: Referenzen über mind. 10 Linerinstallationen mit mind. DN 800 in den letzten drei Jahren; eingesetzter Vorarbeiter mind. 5 Jahre Berufserfahrung als Vorarbeiter
- > DN 1200: Referenzen über mind. 8 Linerinstallationen mit mind. DN 1200 in den letzten fünf Jahren; eingesetzter Vorarbeiter mind. 5 Jahre Berufserfahrung als Vorarbeiter

Für Klasseprofile und formähnliche:

- bis Klasse V alt/neu (800/1290 bzw. 700/1200): Referenzen über mind. 12 Linerinstallationen mit mind. Klasse VI alt/neu (570/860 bzw. 550/1000) oder ein vergleichbares Eiprofil in den letzten drei Jahren; eingesetzter Vorarbeiter mind. 5 Jahre Berufserfahrung in einer Schlauchlinerkolonne
- bis Klasse III alt/neu (1070/700 bzw. 1050/1550): Referenzen über mind. 10 Linerinstallationen mit mind. Klasse V alt/neu oder ein vergleichbares Eiprofil in den letzten drei Jahren; eingesetzter Vorarbeiter mind. 5 Jahre Berufserfahrung als Vorarbeiter
- > Klasse III alt/neu: Referenzen über mind. 8 Linerinstallationen mit mind. Klasse IV alt/neu (930/1430 bzw. 850/1400) oder ein vergleichbares Eiprofil in den letzten fünf Jahren; eingesetzter Vorarbeiter mind. 5 Jahre Berufserfahrung als Vorarbeiter
- Umweltverträglichkeitsnachweis nach DIN 19631 für eingesetzte Werkstoffe zum Injizieren. Der HW-Materialliste kann der Bieter Injektionsmittel entnehmen, die von HW auf Qualität geprüft wurden und den Anforderungen des Regelanwendungsfalles entsprechen

Technische Regeln

DIN-/VOB-Normen

DIN 16946-2 (März 1989): Reaktionsharzformstoffe; Gießharzformstoffe; Typen

DIN 18820-1 (März 1991): Lamine aus textilglasverstärkten, ungesättigten Polyester- und Phenacrylatharzen für tragende Bauteile (GF-UP, GF-PHA), Aufbau – Teil 1: Herstellung und Eigenschaften

DIN 19523 (August 2008): Anforderungen und Prüfverfahren zur Ermittlung der Hochdruckstrahlbeständigkeit und -spülfestigkeit von Rohrleitungsteilen für Abwasserleitungen und -kanäle

HW: DIN 19631 Elution von Bauprodukten - Perkulationsverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von Injektionsmitteln

DIN 53394-2 (Dezember 1993): Prüfung von Kunststoffen, Bestimmung von monomerem Styrol in Reaktionsharzformstoffen auf Basis von ungesättigten Polyesterharzen – Teil 2: Gaschromatographisches Verfahren

DIN EN 752 (April 2008): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 752:2008

DIN EN 1228 (August 1996): Kunststoffrohrleitungssysteme – Rohre aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) – Ermittlung der spezifischen Anfangs-Ringsteifigkeit; Deutsche Fassung EN 1228:1996

DIN EN 1610 (Oktober 1997): Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:1997

DIN EN ISO 11296-4 (Juli 2011): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungssystemen (Freispiegelleitungen) – Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauch-Lining (ISO 11296-4:2009, korrigierte Fassung 2010-06-01); Deutsche Fassung EN ISO 11296-4:2011

DIN EN ISO/IEC 17025 (Mai 2007): Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2005); Deutsche und englische Fassung EN ISO/IEC 17025:2005

VOB/A DIN 1960 (September 2012): Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

VOB/B DIN 1961 (September 2012): Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

VOB/C ATV DIN 18299 (September 2012): Allgemeine Regeln für Bauarbeiten jeder Art

VOB/C ATV DIN 18326 (September 2012): Renovierungsarbeiten an Entwässerungskanälen

DWA-Regelwerk

DWA-A 143-2 (Juli 2015): Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren

DWA-A 400 (Januar 2008): Grundsätze für die Erarbeitung des DWA-Regelwerkes

DWA-A 143-3 (Mai 2014): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 3: Vor Ort härtende Schlauchliner

DWA-M 143-16 (Dezember 2006): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 16: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Roboterverfahren

DWA-M 149-5 (Dezember 2010): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 5: Optische Inspektion