

BGT-Merkblatt S 3.3

Leitfaden GFK-Liningrohre




**BUNDESVERBAND
GRABENLOS**

Merkmale, Anforderungen, Ausschreibungen

(Oktober 2025)

Redaktionelle Änderungen in Kap. 5
(Tab. 3 und Bild 5) und Kap. 9



BGT – Bundesverband grabenlose Technologien e. V.
Französische Str. 20 | 10117 Berlin
Telefon: + 49 30 863 20635
E-Mail: office@grabenlos.de

Hinweis zur Einordnung

Der BGT – Bundesverband grabenlose Technologien e. V. mit Sitz in Berlin bündelt die Expertise der Branche und gibt ihr eine gemeinsame Stimme. Der Verband ist im Vereinsregister beim Amtsgericht Berlin eingetragen. Er ging im Jahr 2025 aus der Verschmelzung des Rohrleitungssanierungsverbandes e. V. und der German Society for Trenchless Technology e. V. hervor.

Die vorliegende Veröffentlichung wurde ursprünglich vom Rohrleitungssanierungsverband e. V. (RSV) herausgegeben. Inhalt und fachliche Aussagen bleiben unverändert. Für die weitere Verwendung erhält das Dokument ein neues BGT-Deckblatt sowie diese kurze Einordnung.

Die Veröffentlichung wird künftig unter der Bezeichnung „BGT-Merkblatt“ und mit der entsprechenden BGT-Nummer geführt. Die Anpassung dient der transparenten Zuordnung zur neuen Verbandsstruktur und stellt keine inhaltliche Überarbeitung des ursprünglichen Merkblatts dar.

Weitere Informationen:

Bundesverband grabenlose Technologien e. V.
Französische Str. 20
10117 Berlin

Telefon: +49 30 86320635

office@grabenlos.de
www.grabenlos.de

BGT e.V. | Eine Verwendung des Informationsblatts ist mit Quellenangabe gestattet.

Bilder Titelseite:
Endoline Rohrsysteme GmbH

Vorwort

Erste Entwicklungen von glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) begannen bereits in den 1930er-Jahren, als Glasfasern erstmals industriell produziert und mit Kunstharzen kombiniert wurden. Mit dem Bau und dem Einsatz von Rohren aus GFK in den 1950er-Jahren wurde die Bauindustrie revolutioniert. GFK bietet robuste, langlebige, korrosionsbeständige und gleichzeitig leichte Rohrsysteme, die auch aufgrund steigender Nachhaltigkeitsanforderungen weiterhin an Bedeutung gewinnen.

Seit den 1990er-Jahren haben Normen und Qualitätsstandards die große Akzeptanz des Werkstoffs GFK und den internationalen Handel von GFK-Rohren weiter gefördert. Heute stehen wir einer breiten Palette an Normen und Regelwerken gegenüber, die aufgrund ihrer Vielfalt und Historie zuweilen Klarstellung bedarf.

Dieses RSV-Merkblatt 3.3 soll als Leitfaden durch die vorhandenen Regelwerke für Liningrohre aus GFK dienen und Ergänzungen und Kommentierungen liefern. Es werden die normative Basis dargelegt, Anforderungen an Materialien und Techniken definiert sowie die Grundlagen der Planung und Ausschreibung beschrieben. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Betrachtung der verschiedenen Rohrverbindungen.

Jedermann steht die Anwendung dieses Merkblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben. Das vorliegende Merkblatt wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernimmt der RSV für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen und eventuelle Druckfehler keine Haftung. Wir freuen uns, wenn Sie uns über Ihre Erfahrungen berichten, die mit der Anwendung dieses Merkblatts verbunden sind.

Hamburg, Mai 2025

RSV – Rohrleitungssanierungsverband e.V.

Inhaltsverzeichnis

1	Geltungsbereich	6
2	Begriffe	6
3	Eignungsnachweis	8
4	Anforderungen an das GFK-Liningrohr	9
4.1	Wandaufbau	9
4.2	Werkstoffe	9
4.3	Rohrabmessungen und Toleranzen	11
5	Rohrverbindungen	12
5.1	Rohrverbindungen nicht-kreisrunde Liningrohre	12
5.1.1	Muffe/Spitzende: Verbindung mit Dichtung	12
5.1.2	Muffe/Spitzende: Klebeverbindung	13
5.2	Rohrverbindungen kreisrunde Liningrohre	14
5.2.1	Spitzende/Spitzende: Verbindung mit Kupplung	14
5.2.2	Spitzende/Spitzende: Verbindung mit außenbündiger Kupplung	14
5.2.3	Spitzende/Spitzende: Verbindung mit zugfester Kupplung	15
5.3	Laminatverbindungen	15
5.3.1	Dichtlaminat	16
5.3.2	Konstruktives Laminat (statisch tragend)	16
5.4	Trennschnitte auf der Baustelle	16
6	Planung	17
6.1	Statik	17
6.1.1	Nicht-kreisrunde Rohre	17
6.1.2	Kreisrunde Rohre	18
6.2	Werkstoffe	18
6.3	Rohrverbindungen	18
7	Ausschreibung	19
7.1	Grundlagen	19
7.2	Muster-LV nicht-kreisrunde Liningrohre	19
7.3	Muster-LV kreisrunde Liningrohre	20
8	Wirtschaftlichkeit und Nutzungsdauer	21
9	Anlagen	22
9.1	Kennwerte einer konstruktiven Laminatverbindung	22
9.1.1	Ablauf der Berechnung von Festigkeit R und E-Modul E für Lamine mit Matten-, Gewebe- oder Mischlaminaten	22
9.1.2	Berechnungsbeispiele	23
9.1.3	Weitere Eigenschaften gemäß DIN EN 13121-3	25
9.2	Planungshilfe GFK-Liningrohre	26
10	Normen und Regelwerke	27
11	Abkürzungsverzeichnis	29
12	Abbildungsverzeichnis	29
13	Tabellenverzeichnis	29
14	Autoren	30

Legende für besondere Kennzeichnungen

In diesem Merkblatt wird an verschiedenen Stellen auf besondere Inhalte hingewiesen. Diese sind grafisch mit Symbolen gekennzeichnet.

Symbol

Bedeutung



Infos im Internet

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.rsv-ev.de oder auf einer anderen Internetseite. In der PDF-Version des Merkblatts wird das Symbol mit dem Link hinterlegt.



Übergreifende Inhalte

Diese Informationen beziehen sich nicht speziell auf dieses Merkblatt, sondern gelten auch für andere Themenbereiche der Sanierung.



Regulierungsbedarf

Die Inhalte weisen auf Regulierungslücken hin, deren Behebung in zukünftigen Regelwerken bzw. Überarbeitungen empfohlen wird.



Kommentar

Es handelt sich um die Kommentierung bestehender Regelwerke, von denen inhaltlich abgewichen werden kann.



Exklusive Infos

Es handelt sich um exklusive Inhalte und Informationen, die als Zusatz zu bestehenden Regelwerken zu sehen sind.



Empfehlungen

Es handelt sich um eine Empfehlung des RSV, die besondere Beachtung verdient.



Zitat

Es werden andere Merkblätter zitiert oder auf sie verwiesen. Bei weiteren Fragen wird deren Hinzuziehung empfohlen.

1 Geltungsbereich

Dieses RSV-Merkblatt 3.3 gilt für GFK-Liningrohre, die für die Renovierung von überwiegend erdverlegten, drucklosen Abwasserkanälen im öffentlichen und nichtöffentlichen Bereich verwendet werden. Es stellt die Anforderungen an kreisrunde und nicht-kreisrunde GFK-Liningrohre einschließlich der Rohrverbindungen dar und gibt Hinweise für die Planung und Ausschreibung.

Das RSV-Merkblatt 3.3 richtet sich nach den Produktnormen DIN EN ISO 23856 sowie DIN ISO 16611.

Die Renovierung mit GFK-Liningrohren wird gemäß DIN EN ISO 11295 sowie DIN EN 15885 als Einzelrohr-Lining klassifiziert. Zwischen dem neuen Liningrohr und dem Altrohr entsteht ein Ringraum, sodass man diese Technikfamilie auch als Liningverfahren mit Ringraum bezeichnet. Das RSV-Merkblatt 3.1 „Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren mit Ringraum“ fasst für diese Verfahren Anforderungen und Maßnahmen der Qualitätssicherung zusammen.

2 Begriffe

Abwasserkanal

Meist erdverlegte Rohrleitung oder andere Vorrichtung zur Ableitung von Schmutzwasser und/oder Regenwasser aus mehreren Quellen

Einzelrohr-Lining

Lining mit kurzen Rohrlängen, die während des Einbaus miteinander verbunden werden, um einen fortlaufenden Rohrstrang zu bilden

Baulänge

Verlegelänge eines Rohrs ohne Muffe in Meter je Einbaustück

Erneuerung

Herstellung einer neuen Rohrleitung in der bisherigen oder einer anderen Linienführung, wobei das neue Rohrleitungssystem die Funktion des ursprünglichen übernimmt

GFK

Glasfaserverstärkter Kunststoff

Glasfaser-Halbzeuge

■ Matte (Schnittmatte)

Besteht aus kurzen, nicht geordneten Glasfasern, Wird als Glasfasermatte (CSM – Chopped Strand Mat) oder als Gelege (Gewebematte) eingesetzt

■ Gelege

Besteht aus unidirektionalen oder multidirektionalen Fasern, die lose nebeneinander liegen und vernäht oder verklebt sind

■ Gewebe

Wird aus Textilglasgarnen oder -rovings durch Verkreuzung von mindestens zwei Fadensystemen mit einer Webmaschine hergestellt (Kette und Schuss)

■ Roving

Besteht aus einem Bündel parallel liegender, unverdrillter, langer Glasfasern (unidirektional)

Handlaminat

Methode zur manuellen Herstellung von GFK-Bauteilen, bei der Verstärkungsmaterial (Fasermatten, -gelege, -gewebe) per Hand in eine Form oder auf ein Bauteil gelegt und mit Harz getränkt wird

Harzsystem

Harz einschließlich des Härters und aller Füllstoffe oder anderer Additive in festgelegten Anteilen

Lining	Vorgang der Renovierung einer vorhandenen Rohrleitung durch Einfügen von Material auf der Innenseite
Liningrohr	Zur Renovierung einzubringendes/einzuziehendes/einzuschiebendes, werkseitig hergestelltes Einzelrohr mit definiertem Einbauquerschnitt/Querschnittsprofil
Nutzungsdauer	Zeitraum, in dem die sanierte Rohrleitung betrieblich genutzt werden kann
Ortlaminat	Handlaminat, das direkt vor Ort hergestellt wird („in-situ-Laminat“)
Prüfmuffe	Spezielles Rohrverbindungsstück mit Prüföffnung, über die ein Drucktest (Dichtheitsprüfung mit Wasser oder Luft) durchgeführt werden kann
Renovierung	Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit einer vorhandenen Rohrleitung, unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz
Rohrlänge	Länge des Einzelrohrs mit Muffe
Rohrprofil	
■ Kreisrund	Genormte Kreisprofile
■ Nicht-kreisrund (NC = non circular)	Genormte und nicht genormte nicht-kreisrunde Profile mit teilweise komplexen Geometrien (Sonderprofile)
Rohrstatik	Nachweis der Beständigkeit des Rohrs gegen auftretende Lastfälle
Rohrverbindung	Starre oder flexible Verbindung von zwei Rohren
■ Dichtung	Elastomerer Werkstoff (meist aus EPDM), der in eine Muffe oder am Spitzende eines Rohrs eingebettet ist und eine dauerhaft dichte Verbindung gewährleistet
■ Klebeverbindung	Starre Rohrverbindung mithilfe von Klebstoffen
■ Kupplungs- oder Muffenverbindung	Steckverbindung als bewegliche Rohrverbindung, deren Dichtwirkung durch Zusammenstecken von Spitzende und Muffe oder Kupplung in Verbindung mit elastischem Dichtmittel erzielt wird. Je nach Platz kommen auftragende oder außenbündige Kupplungen zum Einsatz. oder Steckverbindung als starre Rohrverbindung, deren Dichtwirkung durch Zusammenstecken von Spitzende und Muffe oder Kupplung in Verbindung mit Klebstoffen erzielt wird
■ Kupplung	Gesondertes Bauteil als Verbindungselement, das zwei Rohrprofile miteinander verbindet
■ Laminat	Starre Rohrverbindung, bei der mit Reaktionsharz getränkte Träger- und/oder Verstärkungsmaterialien schichtweise übereinander gelegt werden
■ Dichtlaminat	Laminat ohne statische Funktion zur Überbrückung und Abdichtung von Fugenspalten
■ Konstruktives Laminat	Laminat, das Kräfte aufnehmen kann, z. B. Zug- und Druckkräfte in Umfangs- und Längsrichtung
■ Muffe	Verbindungshülse eines Rohres, die das Spitzende eines anderen Rohres aufnimmt und durch Dichtung oder Klebung eine dichte Verbindung ermöglicht
■ Scherstab	Stab, der bei Rohrverbindungen verwendet wird, um axiale Verschiebungen zwischen den Rohren zu verhindern
■ Spitzende	Maßhaltig gefertigtes Rohrende, das in eine Muffe oder Kupplung eingeführt wird und durch Dichtung oder Klebung eine dichte Verbindung ermöglicht

■ Stopper	Mechanische Begrenzung (Anschlagring) bei Kupplungsverbindungen, die dafür sorgt, dass das Rohr beim Einschieben in die Muffe nicht zu tief oder schief eingeschoben wird. Der Stopper hat keine Dichtfunktion.
Rohrwandaufbau	Aufbau der Rohrwandung (s. Bild 1)
■ Äußere Schutzschicht	Äußere Schicht des Rohrs zum Schutz vor UV-Strahlung, chemischer und mechanischer Beanspruchung, besteht aus Harz mit einer dünnen Glasfasermatte oder einer speziellen Schutzbeschichtung
■ Äußere Strukturschicht	Tragende Schicht direkt unter der äußeren Schutzschicht, besteht aus Glasfasern und Harz
■ Kernschicht	Mittlere Schicht des Rohrs und Teil der tragenden Schicht, besteht aus einer sandgefüllten Harzschicht oder einem Faserverbundmaterial
■ Innere Strukturschicht	Tragende Schicht direkt unter der Kernschicht, besteht aus Glasfasern und Harz
■ Innere Schutzschicht	Innere Schicht des Rohrs, die mit dem Medium in Kontakt steht, zum Schutz vor chemischer und mechanischer Beanspruchung, besteht aus beständigem Harz ggf. mit einer dünnen Glasfasermatte
Topcoat	Schützende Deckschicht aus Reaktionsharz, die bei Trennschnitten auf der Baustelle aufgetragen wird, um die offenen Schnittflächen zu versiegeln
Trennschnitt	Bauseits hergestellter Schnitt senkrecht zur Rohrachse zur Erstellung eines Rohrstücks mit erforderlicher spezifischer Länge

3 Eignungsnachweis

Die Produktnormen für GFK-Rohre sind:

- **DIN EN ISO 23856** „Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Wasserversorgung, Entwässerungssysteme und Abwasserleitungen mit und ohne Druck - Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP)“
- **DIN ISO 16611** „Kunststoff-Rohrleitungssysteme für drucklos betriebene Abwasserkanäle und -leitungen - Nicht-kreisrunde Rohre und Verbindungen aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) - Abmessungen, Anforderungen und Prüfungen“

Die Bewertung der Konformität der Rohre erfolgt gemäß DIN CEN/TS 14632.

Neben den Anforderungen aus den Produktnormen für kreisrunde und nicht-kreisrunde Rohre sind zusätzliche Anforderungen an die Beständigkeit der GFK-Rohre zu definieren. Diese sind:



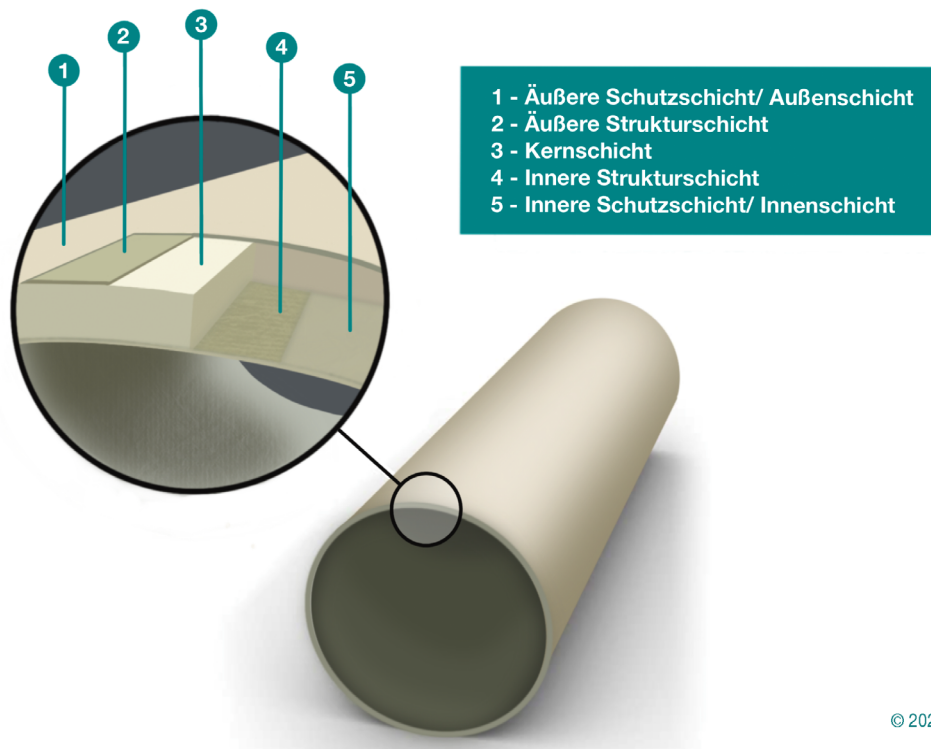
- Hochdruckspülbeständigkeit gemäß DIN 19523
- Abriebfestigkeit für 100.000 Lastspiele gemäß DIN EN 295-3

Eine Übersicht zu den wesentlichen Normen und Regelwerken, die bei GFK-Liningrohren Anwendung finden, ist im **Kapitel 9** enthalten.

4 Anforderungen an das GFK-Liningrohr

4.1 Wandaufbau

GFK-Liningrohre sind mehrlagig aufgebaut, sodass sie leicht, stabil und beständig sind. Der Wandaufbau ist im **Bild 1** dargestellt.



© 2025 RSV

Bild 1: Wandaufbau von GFK-Liningrohren

Die Gesamtwanddicke des GFK-Liningrohrs umfasst die Schichten 1 bis 5. Die Schichten 2, 3 und 4 bilden die tragende Schicht. Die innere Schutzschicht muss die Betriebsanforderungen hinsichtlich Hochdruckspülbeständigkeit gemäß DIN 19523 und Abriebbeständigkeit gemäß DIN EN 295-3 erfüllen. Die äußere Schutzschicht wird anwendungsbezogen hergestellt.

4.2 Werkstoffe

Bei den Werkstoffen und ihren Materialanforderungen wird zwischen nicht-kreisrunden (Sonderprofilen/NC-Profilen) und kreisrunden (Kreisprofilen) Liningrohren unterschieden. Für die eingesetzten Werkstoffkombinationen müssen die Eignungsprüfungen gemäß der Produktnorm und die entsprechenden Konformitätsnachweise vorliegen.

Zur Herstellung **nicht-kreisrunder GFK-Liningrohre nach DIN ISO 16611** werden die in **Tabelle 1** zusammengefassten Werkstoffe mit den darin angegebenen Grundanforderungen eingesetzt.

**Tabelle 1:** Werkstoffe und Materialanforderungen bei nicht-kreisrunden GFK-Liningrohren

Werkstoffe	Materialanforderungen
Harzsystem	Harzgruppen gemäß DIN EN 13121-1 * 1. Ungesättigte Polyesterharze (UP): ■ Harzreiche Innenschicht: Harze auf Basis der Harzgruppen 3 oder 4** ■ Strukturschicht und Außenschicht: Harzgruppen 1A, 1B, 2A, 2B, 3 oder 4 2. Vinylesterharze (VE): ■ Harzgruppen 7A, 7B oder 8
Glas	E-CR Glas gemäß DIN EN ISO 2078
Füllstoff	inert, z. B. Quarzsand gemäß DIN EN 12620, feuergetrocknet, Korngröße < 1,2 mm, kein Kalziumkarbonat
* Die zurückgezogenen Normen DIN 16946 und DIN 18820 werden nicht mehr verwendet. ** Kein halogeniertes Neopentylglycol (Entsorgung)	
Hinweis: Die Gruppe 4 ist dabei nicht höherwertiger als Gruppe 3. Die Harzgruppen 3 und 4 bieten eine höhere Langzeitbeständigkeit. Ist die Typprüfung gemäß Produktnorm für die Harzgruppe 1 und/oder 2 durchgeführt und die Beständigkeit nachgewiesen worden, so sind diese Harzgruppen geeignet.	

Zur Herstellung von **kreisrunden GFK-Liningrohren nach DIN EN ISO 23856** werden die in **Tabelle 2** zusammengefassten Werkstoffe mit den darin angegebenen Grundanforderungen eingesetzt.

Tabelle 2: Werkstoffe und Materialanforderungen bei kreisrunden GFK-Liningrohren

Werkstoffe	Materialanforderungen
Harzsystem	Harzgruppen gemäß DIN EN 13121-1 * 1. Ungesättigte Polyesterharze (UP): ■ Harzgruppen 1A, 1B, 2A, 2B ■ Harze auf Basis der Harzgruppen 3 oder 4** 2. Vinylesterharze (VE): ■ Harzgruppen 7A, 7B oder 8
Glas	E-CR Glas gemäß DIN EN ISO 2078
Füllstoff	inert, z. B. Quarzsand gemäß DIN EN 12620, feuergetrocknet, Korngröße < 1,2 mm, kein Kalziumkarbonat
* Die zurückgezogenen Normen DIN 16946 und DIN 18820 werden nicht mehr verwendet. ** Kein halogeniertes Neopentylglycol (Entsorgung)	
Hinweis: Die Gruppe 4 ist dabei nicht höherwertiger als Gruppe 3. Die Harzgruppen 3 und 4 bieten eine höhere Langzeitbeständigkeit. Ist die Typprüfung gemäß Produktnorm für die Harzgruppe 1 und/oder 2 durchgeführt und die Beständigkeit nachgewiesen worden, so sind diese Harzgruppen geeignet. Die Harzgruppen 7 und 8 werden bei besonderen Anforderungen eingesetzt.	



4.3 Rohrabmessungen und Toleranzen

Die Herstellung der GFK-Liningrohre (nicht-kreisrund und kreisrund) darf nicht zu großen Unebenheiten in der inneren Rohroberfläche führen. In Abhängigkeit von der Nennweite bzw. dem maximalen Profilquerschnitt sollten folgende maximal **zulässige Oberflächentoleranzen** in der Rohrsohle gelten:

- 1,2 mm bei $\leq$ DN 1000
- 2,0 mm bei $>$ DN 1000 bis $\leq$ DN 1500
- 3,0 mm bei $>$ DN 1500 bis $\leq$ DN 3000
- 6,0 mm bei $>$ DN 3000



Bei hohen Nennsteifigkeiten $\gg$ SN10.000 können größere innere Oberflächentoleranzen auftreten und sind in der Planung zu beachten.

Die **Abmessungen und Toleranzen** nicht-kreisrunder GFK-Liningrohre sind projekt- und herstellerbezogen. Der Rohrhersteller liefert projektspezifisch ein technisches Datenblatt, das folgende Kenndaten zum Rohr enthalten soll: Maße, Gewicht, Umfang, Querschnittsfläche, Muffenausbildung, Wandaufbau, Gesamtwanddicke, Abwinkelbarkeit bzw. maximaler Muffenspalt, zulässige Toleranzen (für Breite, Höhe, Länge, Gesamtwanddicke).

Die Rohrabmessungen und Toleranzen richten sich bei kreisrunden GFK-Liningrohren nach den Vorgaben der DIN EN ISO 23856. Für Abwinkelungen in den Rohrverbindungen im eingebauten Zustand gelten folgende Mindestanforderungen:

- 3° bei Rohren bzw. Formstücken $\leq$ DN 500
- 2° bei Rohren bzw. Formstücken $>$ DN 500 bis $\leq$ DN 900
- 1° bei Rohren bzw. Formstücken $>$ DN 900 bis $\leq$ DN 1800
- 0,5° bei Rohren bzw. Formstücken $>$ DN 1800



Beim Liningrohreinbau kann ein **vertikaler Versatz** zwischen den Rohren entstehen, der nicht durch Wanddickenunterschiede der Einzelrohre bedingt ist. Ein Versatz bis zu fünf Millimeter ist in der Regel unproblematisch und über den Eignungsnachweis des Rohrherstellers nachgewiesen. Ein größerer Versatz kann bei flexiblen Verbindungen mit elastomeren Dichtringen zu Undichtigkeiten in der Rohrverbindung führen. Bei Rohrdimensionen bzw. maximalen Profilquerschnitten bis einschließlich DN 1000 sollte beim Einbau auf geraden Strecken und in Bogenbereichen ($R \geq 200$ m) ein vertikaler Versatz von drei Millimeter nicht überschritten werden.



Ein einbaubedingter **Muffenspalt** in der Rohrverbindung darf drei Zentimeter für Nennweiten größer DN 1500 und zwei Zentimeter für Nennweiten kleiner und einschließlich DN 1500 nicht überschreiten. Größere Muffenspalte sind mit Dichtlaminat zu verschließen (vgl. **Kapitel 5.3.1**).

5 Rohrverbindungen

Zur Verbindung der GFK-Liningrohre kommen flexible Muffen- oder Kupplungsverbindungen mit elastomeren Dichtungen oder starre geklebte Verbindungen zum Einsatz. Zudem können Klebeverbindungen mit Stoßlaminat (stumpf-stumpf) hergestellt werden. Flexible Muffenverbindungen lassen sich mit Laminaten zusätzlich abdichten, wenn dies projektbedingt erforderlich wird. Bei Kreisprofilen können zusätzlich Montagekupplungen und Manschetten eingesetzt werden. Es ist jeweils anzugeben, ob die Rohrverbindungen Zugkräfte aufnehmen können oder nicht.

Eine Übersicht zu den möglichen Rohrverbindungen liefert **Tabelle 3**.

Tabelle 3: Verbindungen bei GFK-Liningrohren

Rohrverbindung	Nicht-kreis- runde Rohre	Kreisrunde Rohre	Details in Abschnitt
Muffe/Spitzende mit Dichtung	x		5.1.1
Muffe/Spitzende als Klebeverbindung	x		5.1.2
Spitzende/Spitzende mit auftragender Kupplung		x	5.2.1
Spitzende/Spitzende mit außenbündiger Kupplung		x	5.2.2
Spitzende/Spitzende mit zugfester Kupplung		x	5.2.3
Laminatverbindung als Dichtlaminat	x	x	5.3.1
Laminatverbindung als konstruktives Laminat	x	x	5.3.2

Sind Trennschnitte auf der Baustelle erforderlich (vgl. **Kapitel 5.4**), so werden die erzeugten Rohrabschnitte mit Laminaten verbunden. Bei kreisrunden Rohren ist zudem eine Verbindung mit Kupplungen möglich.

Die eingesetzten Dichtungen müssen die Anforderungen der DIN EN 681-1 erfüllen.

5.1 Rohrverbindungen nicht-kreisrunde Liningrohre

5.1.1 Muffe/Spitzende: Verbindung mit Dichtung

Muffenverbindungen sind nicht zugfeste oder zugfeste flexible Verbindungen mit elastomeren Dichtungen. Das Spitzende ist mit einer Nut versehen zur Aufnahme der Elastomerdichtung. Die Muffen sind unterschiedlich ausgebildet und können eine oder mehrere Elastomerdichtungen aufweisen. Es besteht zudem die Möglichkeit eine Doppeldichtung mit integrierter Prüfmuffe auszubilden. Der Raum zwischen den Dichtelementen dient hier als Kammer, in die über eine Prüföffnung ein Prüfdruck zur Dichtheitsprüfung aufgebracht werden kann. **Bild 2** zeigt beispielhaft eine Muffe mit Elastomerdichtung.

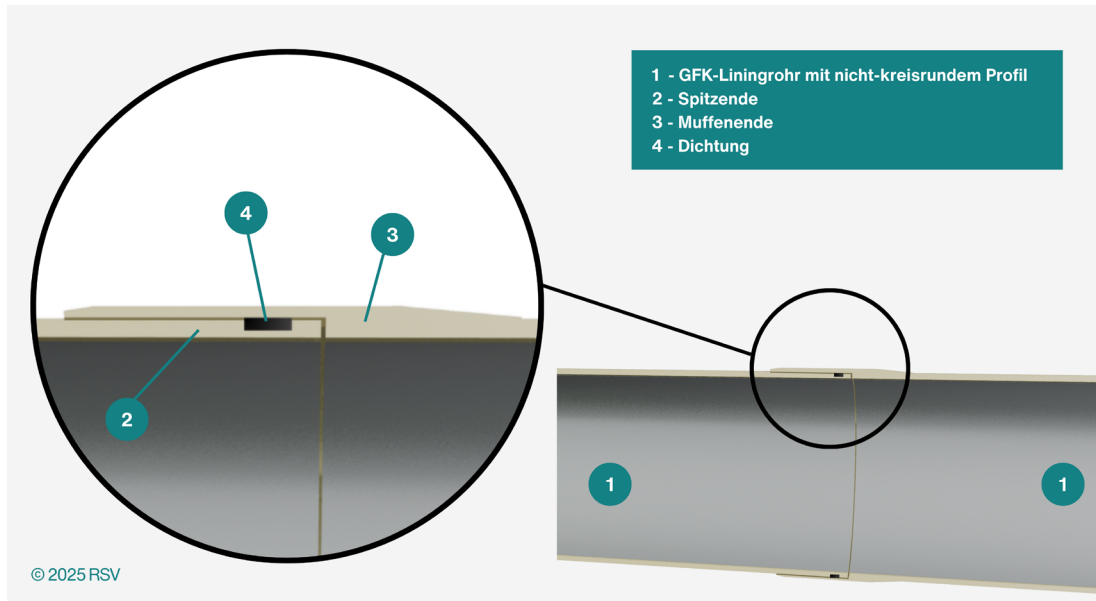


Bild 2: Muffe/Spitzende mit Dichtung

5.1.2 Muffe/Spitzende: Klebeverbindung

Geklebte Verbindungen sind starre Verbindungen und werden gemäß **Bild 3** ausgebildet. Über den Verbindungen können zusätzlich Laminats hergestellt werden (**Bild 4**).

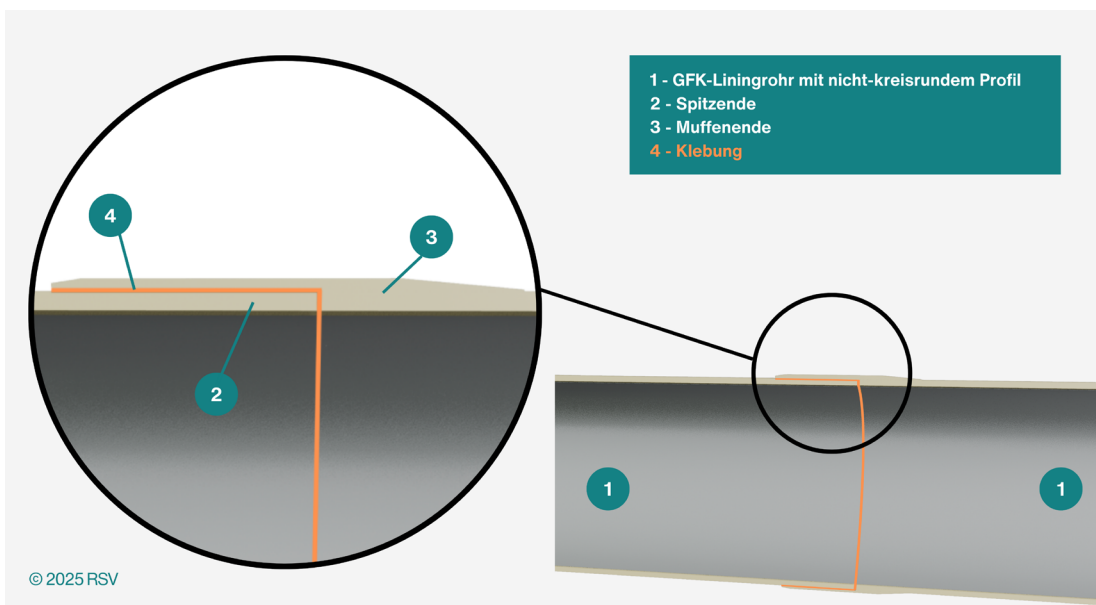


Bild 3: Muffe/Spitzende als Klebeverbindung

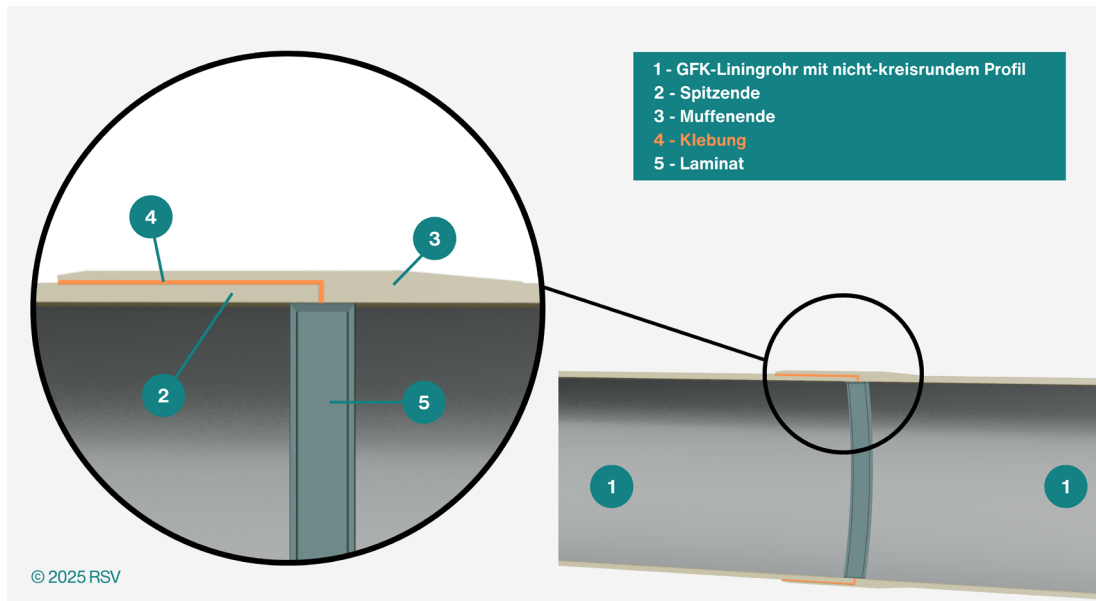


Bild 4: Muffe/Spitzende als Klebeverbindung mit innenliegendem Laminat

5.2 Rohrverbindungen kreisrunde Liningrohre

5.2.1 Spitzende/Spitzende: Verbindung mit Kupplung

Eine Kupplungsverbindung ist eine Rohrverbindung mit einer aufragenden Kupplung gemäß **Bild 5**.

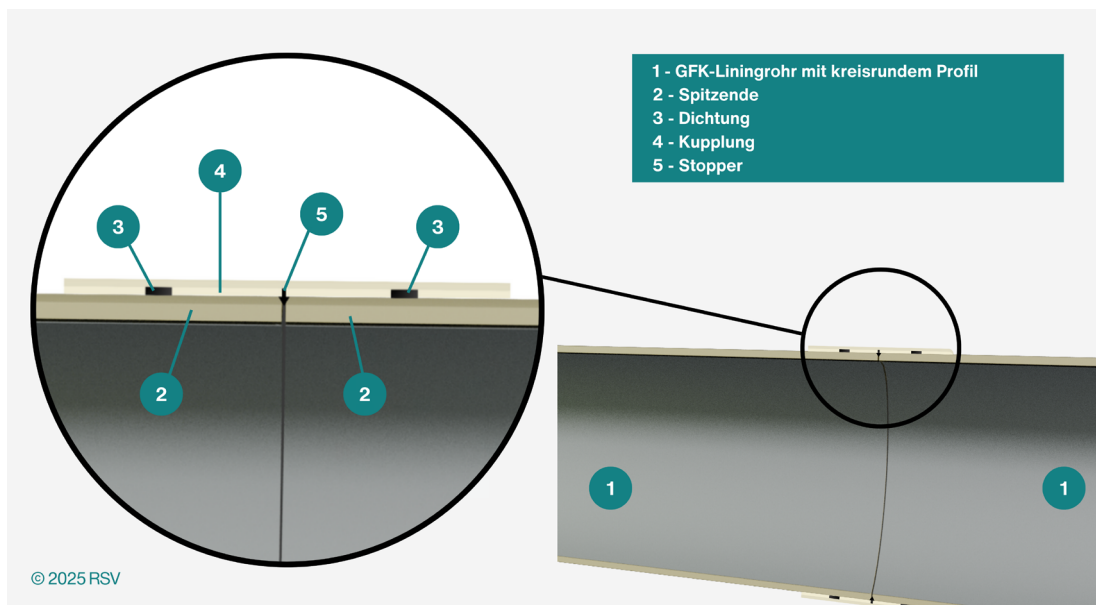


Bild 5: Spitzende/Spitzende mit aufragender Kupplung

5.2.2 Spitzende/Spitzende: Verbindung mit außenbündiger Kupplung

Eine außenbündige Kupplungsverbindung ist eine Rohrverbindung mit einer nicht aufragenden außenbündigen Kupplung gemäß **Bild 6**.

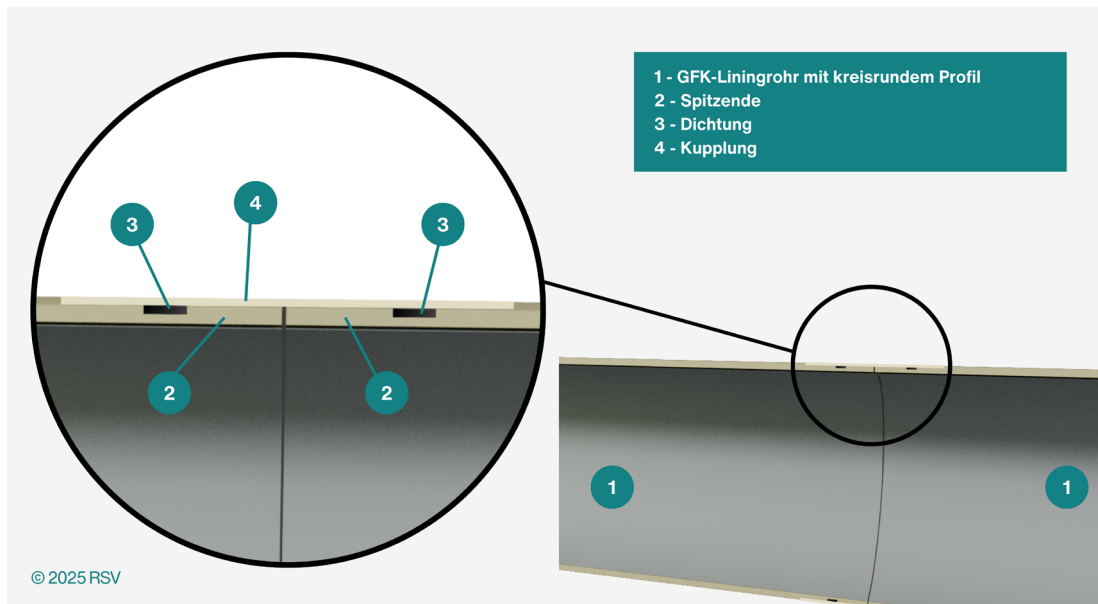


Bild 6: Spitzende/Spitzende mit außenbündiger Kupplung

5.2.3 Spitzende/Spitzende: Verbindung mit zugfester Kupplung

Eine zugfeste Kupplungsverbindung ist eine zugfeste Rohrverbindung mit einer auftragenden Kupplung verriegelt mit einem Scherstab gemäß **Bild 7**.

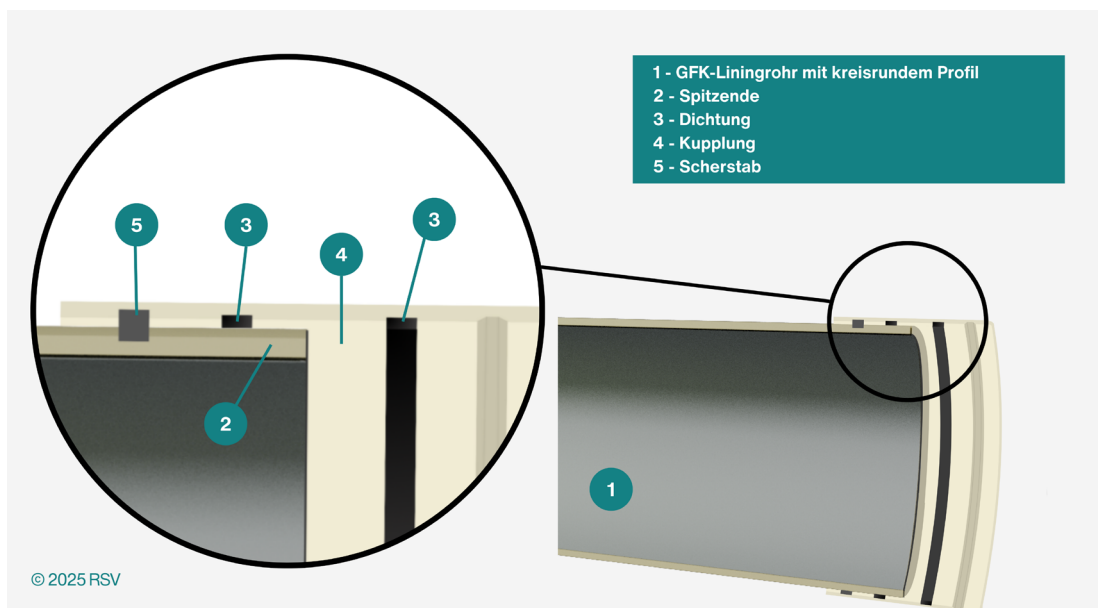


Bild 7: Spitzende/Spitzende mit auftragender, zugfester Kupplung

5.3 Laminatverbindungen

Starre Laminatverbindungen können bei kreisrunden und nicht-kreisrunden GFK-Liningrohren hergestellt werden.

Hinweis: Sämtliche Laminatverbindungen im GFK-Liningrohr sind von geschultem Personal nach DVS 2220 auszuführen.



Weitere Hinweise zur Ausbildung von Laminaten sind im RSV-Merkblatt 15 „GFK-Handlamine zur Herstellung und Sanierung abwassertechnischer Bauwerke“ (i. B.) enthalten.

5.3.1 Dichtlaminat

Ein Dichtlaminat stellt eine starre Verbindung dar und übernimmt keine statische Funktion, sondern überbrückt Fugenspalte und dichtet diese ab.

Dichtlamine sind nicht Teil der GFK-Produktnormen DIN EN ISO 23856 und DIN ISO 16611.

Die Ausbildung von Dichtlaminaten sollte mindestens folgende Vorgaben erfüllen:

- Laminatdicke: mind. 3mm, mind. 4 Lagen
- Laminatbreite: mind. 250 mm
- Anbindefläche je Rohrseite: mind. 120 mm
- Glas: E-CR-Glasmatte 450 g/m²
- Harz: gemäß DIN EN 1312-1 UP-Harz Gruppe 4 oder VE-Harz Gruppe 7A, 7B, 8



5.3.2 Konstruktives Laminat (statisch tragend)

Das konstruktive Laminat entspricht einem Stoßlaminat (stumpf-stumpf) und muss Zug- und Druckkräfte in Umfangs- und Längsrichtung aufnehmen können. Es ist ein projektspezifisches Design erforderlich. Zur Ermittlung der Laminatbreiten, Laminatdicken und Laminatschnittlängen kann die DIN EN 13121-3 herangezogen werden. Eine Erläuterung zur Berechnung eines konstruktiven Laminats sowie Rechenbeispiele sind im Kapitel 9.1 enthalten.

Die Ausbildung konstruktiver Lamine sollte folgende Vorgaben erfüllen:

- Laminatdicken, -breiten und -schnittlängen gemäß Berechnung
- Glas: E-CR-Glasmatten, -rovings, -gelege als Basis für die konstruktive Auslegung
- Harz: gemäß DIN EN 1312-1 UP-Harz Gruppe 4 oder VE-Harz Gruppe 7A, 7B, 8

5.4 Trennschnitte auf der Baustelle

Werden GFK-Rohre auf der Baustelle in erforderliche Längen zugeschnitten, so sind die Schnitte stets senkrecht zur Rohrachse auszuführen. Die Schnitte müssen sauber und riefenfrei sein. Es ist eine außenliegende Fase gemäß Herstellerspezifikation herzustellen. Die Innenkante muss stets gebrochen sein (Empfehlung: 1 mm x 1 mm, mindestens entsprechend der Dicke der Innenschutzschicht). Die Schnittkanten sind mit einem geeigneten Topcoat aus Reaktionsharz zu versiegeln.



Wenn die bauseits hergestellten Trennschnitte mit einer Laminatverbindung versehen werden, kann auf eine vorherige Nachbehandlung verzichtet werden.

6 Planung

Zur Planung von Renovierungsprojekten mit GFK-Liningrohren wird grundsätzlich auf das RSV-Merkblatt 3.1 „Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren mit Ringraum“ verwiesen. Der vorliegende Leitfaden ist ergänzend zur Auswahl eines GFK-Liningrohrs zu sehen. Die Planungshilfe im **Kapitel 9.2** fasst die wesentlichen Entscheidungskriterien zusammen und dient als „Gedankenstütze“. Zusätzliche Hinweise für die Planung von Sanierungen im Einzelrohrverfahren liefert das DWA-Merkblatt 143-12.

Frühzeitig in der Planung ist über eine Profilmaßbestimmung des Altrohrs zu entscheiden. In Abhängigkeit des Durchmessers sowie der Profilform stehen hierzu verschiedene Systeme zur Verfügung:

- Spirallaser
- 3D-Vermessung
- Wiederkehrende händische Messungen des Rohrinnumfangs

Anhand der gewonnenen Daten kann der maximal mögliche Außendurchmesser des GFK-Liningrohrs bestimmt und mit dem hydraulisch erforderlichen Innendurchmesser abgeglichen werden. Sofern die Abmessungen eine grundsätzliche Renovierung mit GFK-Liningrohren zulassen, kann die Planung fortgesetzt werden.

6.1 Statik

Im Zuge der Planung ist eine Rohrstatik zu erstellen, die die Beständigkeit des GFK-Liningrohrs gegen die anfallenden Lastfälle nachweist. Für Standardfälle kann für kreisrunde Rohre eine Abschätzung anhand der Ringsteifigkeiten erfolgen. Für nicht-kreisrunde Rohre sind nachfolgend Materialkennwerte gelistet, welche eine herstelleroffene statische Berechnung ermöglichen. Projektabhängig können gesonderte statische Betrachtungen erforderlich werden, wenn außergewöhnliche Belastungen für den Anwendungsfall zu beachten sind. Hierzu zählen beispielsweise:

- Geringe Überdeckung unter Beachtung von Verkehrslasten und/oder Auftrieb
- Sonderbeanspruchungen, wie z. B. Eisenbahnverkehrslasten
- Einbau- und Bauzwischenstände (Dämmerdruck, Auftrieb, Flüssigboden, einseitige Verdichtung, Vortriebskräfte etc.)

6.1.1 Nicht-kreisrunde Rohre

Zur Bestimmung der statisch erforderlichen Wanddicke nicht-kreisrunder GFK-Liningrohre werden die tragenden Schichten (2, 3, 4) betrachtet. Für Standardfälle sind nachfolgende Materialkennwerte anwendbar:

- Kurzzeit-Biege-E-Modul: $E_K = 9.500 \text{ MPa}$
- Langzeit-Biege-E-Modul: $E_L = 6.000 \text{ MPa}$
- Kurzzeit-Biegefestigkeit: $\sigma_{BK} = 180 \text{ MPa}$
- Langzeit-Biegefestigkeit: $\sigma_{BL} = \text{mind. } 80 \text{ MPa}$
- Kurzzeit-Druckfestigkeit axial: $\sigma_{LDK} = \text{mind. } 30 \text{ MPa}$



Es können zudem gemäß DIN ISO 16611 nachgewiesene herstellerbezogene Materialkennwerte angewendet werden.

6.1.2 Kreisrunde Rohre

Solange keine außergewöhnlichen Belastungen im Rahmen der Planung zu beachten sind, können für die statischen Berechnungen gemäß DWA-A 143-2 und DWA-A 127 nennweitenabhängig folgende Standardringsteifigkeiten in der Planung angesetzt werden:

- $DN \leq DN 1200$: SN 10.000
- $DN 1200 < DN \leq DN 2000$: SN 5.000
- $DN > DN 2000$: SN > 2.500



6.2 Werkstoffe

Es gelten die Werkstoffvorgaben gemäß **Kapitel 4.2**. Das anliegende Medium ist bei den Materialvorgaben der GFK-Liningrohre zu beachten. Wesentliche Einflussfaktoren haben die Abwasserzusammensetzung und die Abwassertemperatur.

Bei industriellen Abwässern ist die Verwendung von Harzen der Harzgruppen 7A, 7B und 8 gemäß DIN EN 13121-1 zu prüfen. Es sind die Abwasserzusammensetzung sowie die Betriebsbedingungen zu bewerten. Hängeproben bzw. Schleppproben unterschiedlicher Werkstoffzusammensetzung können genutzt werden, um eine bestgeeignete Materialwahl zu treffen. Die Prüfung erfolgt in Anlehnung an DIN EN ISO 175.

6.3 Rohrverbindungen

In Abhängigkeit der Altrohrgeometrie, der Anforderungen an die Rohrverbindung und der vorgesehenen Art der Sanierung können verschiedene Rohrverbindungen zum Einsatz kommen (vgl. **Kapitel 5**). Diese müssen den jeweiligen Produktnormen entsprechen.

Kommen Dichtungen auf Elastomerbasis zum Einsatz, müssen diese der DIN EN 681-1 und DIN 4060 entsprechen. Gesonderte Betrachtungen der elastomeren Dichtringe sind erforderlich, wenn das Abwasser nicht häuslichem Abwasser entspricht. In diesen Fällen kann der Einsatz von z. B. Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) oder Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) erforderlich werden.

Die Standardrohrverbindung für nicht-kreisrunde Rohre stellt die Muffenverbindung mit Spitzende und Glockenmuffe dar. Bei nicht ganzheitlich konkav ausgebildeten Rohrquerschnitten kann die Rohrverbindung geklebt ausgeführt werden. Zusätzlich können Laminatverbindungen notwendig werden, wenn die vorgenannten Rohrverbindungen bedingt durch die Rohrgeometrie bzw. den Haltungsverlauf nicht (mehr) eingesetzt werden können bzw. deren Dichtheit nicht mehr gewährleistet werden kann.

Auftragende Kupplungsverbindungen kommen üblicherweise bei kreisrunden Rohren zum Einsatz, wenn der Abstand zwischen Altrohr und Liningrohr ausreichend ist und die Rohre mittels Fahrwagen oder von Hand zum Einsatzort transportiert werden können. Ist beim Einsatz von kreisrunden Rohren der Abstand zwischen Altrohr und Liningrohr für eine auftragende Rohrverbindung zu gering, so können außenbündige Kupplungen verwendet werden. Diese können für Spezialanwendungen zusätzlich zugfest ausgeführt werden.

7 Ausschreibung

7.1 Grundlagen

Zur Ausschreibung von Sanierungsmaßnahmen mit GFK-Liningrohren ist die VOB/C und hier insbesondere die DIN 18326 zu beachten.

7.2 Muster-LV nicht-kreisrunde Liningrohre

Allgemeine Anforderungen / Technische Vorbemerkungen:

Nicht-kreisrunde GFK-Liningrohre gemäß DIN ISO 16611

Es müssen der Nachweis der Übereinstimmung sowie eine Eigen- und Fremdüberwachung der Produktion entsprechend der Produktnorm DIN ISO 16611 in Verbindung mit der DIN CEN / TS 14632 vorliegen.

Der Produktionsstandort des Rohrherstellers muss über ein zertifiziertes Qualitätssicherungssystem nach ISO 9001 und Umweltmanagementsystem nach ISO 14001 verfügen. Nachweise sind in deutscher und englischer Sprache zulässig. Anderssprachige Unterlagen sind beglaubigt übersetzt beizubringen.

Die GFK-Liningrohre müssen über einen Nachweis der Abriebfestigkeit nach DIN EN 295-3 über 100.000 Lastspiele verfügen. Die Bauteile müssen weiterhin die Beständigkeit gegenüber Hochdruckspülverfahren gemäß DIN 19523 (Werkstoff- und Praxisprüfung) nachweisen.

Jedes Liningrohr und jedes Formstück müssen zum Zwecke der Qualitätsverfolgung eine eindeutige serielle Kennzeichnung aufweisen.

Rohrgeometrie:

Die nicht-kreisrunden Liningrohre werden durch ihre Achsmaße Breite (B) und Höhe (H), den Innendurchmesser (ID) und ihre Querschnittsform klassifiziert. Die Abmessungen und Toleranzen sind projekt- und herstellerbezogen anzugeben. Dem LV-Text ist eine Querschnittszeichnung beigelegt, in der die geplante nicht kreisrunde Rohrgeometrie dargestellt ist.

Der Rohrhersteller liefert ein technisches Datenblatt, das folgende Kenndaten zum Rohr enthalten soll: Maße, Gewicht, Umfang, Querschnittsfläche, Muffenausbildung, Wandaufbau, Gesamtwanddicke, Abwinkelbarkeit bzw. maximaler Muffenspalt, zulässige Toleranzen (für Breite, Höhe, Länge, Gesamtwanddicke).

Wandaufbau und Werkstoffe:

siehe RSV-Merkblatt 3.3, **Kapitel 4**

Materialkennwerte:

Kurzzeit-Biege-E-Modul:	E_K	= mind. 9.500 MPa
Langzeit-Biege-E-Modul:	E_L	= mind. 6.000 MPa
Kurzzeit-Biegefestigkeit:	σ_{BK}	= mind. 180 MPa
Langzeit-Biegefestigkeit:	σ_{BL}	= mind. 80 MPa
Kurzzeit-Druckfestigkeit axial:	σ_{LDK}	= mind. 30 MPa

Leistungsverzeichnis:

GFK-Rohr für Einzelrohrlining gemäß RSV-Merkblatt 3.3 liefern und gemäß DWA-M 143-12 einbauen.

Statisch erforderliche Wanddicke in mm:	.....	(gemäß statischer Berechnung)
Baulänge in m/Stück (Verlegebaulänge ohne Muffenausbildung):	.....	(vom Planer anzugeben)
Rohrhersteller:	.....	(vom Bieter anzugeben)
Verbindungsart:	.....	(vom Planer anzugeben)

7.3 Muster-LV kreisrunde Liningrohre

Allgemeine Anforderungen/ Technische Vorbemerkungen:

Kreisrunde GFK-Liningrohre gemäß DIN EN ISO 23856

Es müssen der Nachweis der Übereinstimmung sowie eine Eigen- und Fremdüberwachung der Produktion entsprechend der Produktnorm DIN EN ISO 23856 in Verbindung mit der DIN CEN / TS 14632 vorliegen.

Der Produktionsstandort des Rohrherstellers muss über ein zertifiziertes Qualitätssicherungssystem nach ISO 9001 und Umweltmanagementsystem nach ISO 14001 verfügen.

Nachweise sind in deutscher und englischer Sprache zulässig. Anderssprachige Unterlagen sind beglaubigt übersetzt beizubringen.

Die kreisrunden GFK-Liningrohre müssen über einen Nachweis der Abriebfestigkeit nach DIN EN 295-3 über 100.000 Lastspiele verfügen. Die Rohre müssen weiterhin die Beständigkeit gegenüber Hochdruckspülverfahren gemäß DIN 19523 (Werkstoff- und Praxisprüfung) nachweisen.

Jedes Liningrohr und jedes Formstück müssen zum Zwecke der Qualitätsverfolgung eine eindeutige serielle Kennzeichnung aufweisen.

Wandaufbau und Werkstoffe:

Siehe RSV-Merkblatt 3.3, **Kapitel 4**.

Leistungsverzeichnis:

Kreisrunde GFK-Liningrohre gemäß RSV-Merkblatt 3.3 liefern und gemäß DWA-M 143-12 einbauen.

Dimension:	DN	(vom Planer anzugeben)
Rohrreihe DIN EN ISO 23856:	.....	(vom Planer anzugeben)
alternativ:		
■ minimaler Außendurchmesser in mm	.....	(vom Planer anzugeben)
■ maximaler Außendurchmesser in mm	.....	(vom Planer anzugeben)
Ringsteifigkeit:	SN	(vom Planer anzugeben)
Druckstufe:	PN 1, Freispiegelleitung	
Baulänge in m/Stück (Verlegebaulänge ohne Muffenausbildung):	.....	(vom Planer anzugeben)
Rohrhersteller:	.....	(vom Bieter anzugeben)
Verbindungsart:	.....	(vom Planer anzugeben)

8 Wirtschaftlichkeit und Nutzungsdauer

Für GFK-Rohre liegen Erfahrungen aus ca. 70 Jahren vor. Die Sanierung von Abwasserfreispiegelleitungen mit GFK-Liningrohren lässt eine technische Nutzungsdauer von 80 Jahren erwarten.

Die im Rahmen der Eignungsprüfung durchgeführten Langzeitnachweise sind auf mindestens 50 Jahre ausgelegt. Die erreichten Nutzungsdauern hängen von den Betriebsbedingungen wie den thermischen, chemischen und mechanischen Belastungen ab.

Die langjährigen Erfahrungen zeigen, dass die Renovierung von Abwasserleitungen mit GFK-Liningrohren bei entsprechender Auslegung einer Erneuerung gleichgesetzt werden kann:

„Die Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Einzelrohr-Lining kann hinsichtlich der technischen Nutzungsdauer mit einer Erneuerung in offener Bauweise gleichgesetzt werden.“ (DWA-M 143-12, März 2025)



Informationen zum Thema Nachhaltigkeit befinden sich im Informationsblatt „Nachhaltigkeit in der Kanalsanierung“ des RSV.

9 Anlagen

9.1 Kennwerte einer konstruktiven Laminatverbindung

Die äußere Oberfläche ist mit einer Matte mit einer Flächenmasse von mindestens 450 g/m² und einer Oberflächenvlieschicht zu versehen.

9.1.1 Ablauf der Berechnung von Festigkeit R und E-Modul E für Lamine mit Matten-, Gewebe- oder Mischlaminaten

Zur Nutzung im Berechnungsablauf sind in **Tabelle 4** die Mindestkennwerte der Laminatschichten für Verbindungen und Ortlamine gemäß DIN EN 13121 Teil 3 angegeben.

Tabelle 4: Mindestkennwerte der Laminatschichten nach DIN EN 13121-3

Verstärkungsart	Verstärkungsrichtung	Verhältnis Kett- oder Schussrichtung zur Gesamtglasmasse der Einzelschicht ξ	Einheitsfestigkeit $UTUS, U_i$ in N/mm je Flächenmasse Glas in kg/m ²	Einheitsmodul X_i in N/mm je Flächenmasse Glas in kg/m ²
Matte (CSM) mit UP/VE	alle/isotrop	–	200	14.000
Matte (CSM) mit Furan/Phenol	alle/isotrop	–	140	14.000
Rovinggewebe (WR) mit UP/VE	Schuss	$\xi \geq 1/6$	$500 \cdot \xi$	$4.000 + 24.000 \cdot \xi$
		$\xi < 1/6$	60	4.000
	Kette	$\xi \leq 5/6$	$500 \cdot (1 - \xi)$	$4.000 + 24.000 \cdot (1 - \xi)$
		$\xi > 5/6$	60	4.000
Rovinggewebe (WR) mit Furan/Phenol	Schuss	$\xi \geq 1/6$	$320 \cdot \xi$	$4.000 + 24.000 \cdot \xi$
		$\xi < 1/6$	40	4.000
	Kette	$\xi \leq 5/6$	$500 \cdot (1 - \xi)$	$4.000 + 24.000 \cdot (1 - \xi)$
		$\xi > 5/6$	40	4.000

Die Festigkeit R wird nach Gleichung (1) und der E-Modul bzw. die Steifigkeit E nach Gleichung (2) ermittelt:

$$R = U_i \cdot \frac{m_{FIGI}}{s_{gesamt}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$E = X_i \cdot \frac{m_{FIGI}}{s_{gesamt}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Mit:

R : Widerstand (Festigkeit)

E : E-Modul (Steifigkeit, typisch als Zugkennwert)

i : Schichtnummer

U_i : Einheitsfestigkeit $UTUS$ der Schicht i in N/mm je Flächenmasse Glas in kg/m² gemäß **Tabelle 4**

X_i : Einheitsmodul in N/mm je Flächenmasse Glas in kg/m² gemäß **Tabelle 4**

m_{FIGI} : Gesamtflächenmasse des Laminats in kg/m² aus der Summe der Einzelschichtflächenmassen für die Verwendung eines einheitlichen Typs der textilen Verstärkung gemäß Gleichung (3)

s_{gesamt} : Gesamtlaminatdicke in mm aus der Summe der Einzelschichtdicken s_i gemäß Gleichung (4)

Die Gesamtflächenmasse m_{FIGl} ergibt sich gemäß Gleichung (3):

$$m_{FIGl} = m_{FIGl1} + m_{FIGl2} + \dots + m_{FIGln} \dots \dots \dots (3)$$

Die Dicke s_i der Einzelschicht *ES* oder die Dicke des Laminats s_{gesamt} mit einem Textilverstärkungstyp lässt sich gemäß Gleichung (4) berechnen.

$$s_{gesamt} = \frac{m_{FIGli} \cdot n \cdot 1.000}{\rho_{Gl} \cdot \phi} \dots \dots \dots (4)$$

Mit:

ES: Einzelschicht

s_i : Einzelschichtdicke in mm

ξ : Verhältnis Kette/Schuss zur Gesamtglasmasse der *ES*

m_i : Flächenmasse Einzelschicht *ES* in kg/m²

$m_{FIGl1,2}$: Flächenmasse 1. *ES*, 2. *ES* usw. in kg/m²

n : Anzahl Einzelschichtlagen gleichen Aufbaus

ρ_{Gl} : Dichte Glasfaser in kg/m³

ϕ : Faservolumengehalt in %/100

9.1.2 Berechnungsbeispiele



Beispiel 1: Mattenlaminat

Zusammensetzung:

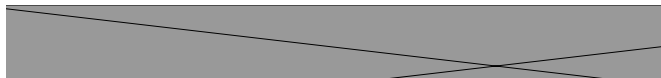
- vier Lagen Matte (CSM) 450 g/m² mit $\rho_{Gl} = 2.610 \text{ kg/m}^3$ und $\phi = 0,17$ sowie gemäß **Tabelle 1** $U_i = 200$ und $X_i = 14.000$

- UP/VE-Harz

$$m_{FIGl} = 4 \cdot 0,45 \text{ kg/m}^2 = 1,8 \text{ kg/m}^2$$

$$s_{gesamt} = \frac{m_{FIGli} \cdot n \cdot 1.000}{\rho_{Gl} \cdot \phi} = \frac{0,450 \text{ kg/m}^2 \cdot 4 \cdot 1.000}{2.610 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,17} = 4,06 \text{ mm}$$

Festigkeit R des Laminats:



$$\text{E-Modul } E \text{ des Laminats: } E = X_i \cdot \frac{m_{FIGl}}{s_{gesamt}} = 14.000 \frac{\text{N/mm}}{\text{kg/m}^2} \cdot \frac{1,8 \text{ kg/m}^2}{4,06 \text{ mm}} = 6.207 \text{ N/mm}^2$$

Beispiel 2: Laminat mit Rovinggewebe

Zusammensetzung:

- vier Lagen Rovinggewebe (WR) 580 g/m² mit je 50 % Massenanteil in Kett- und Schussrichtung, also in beiden Richtungen $\xi = 0,5$, mit $\rho_{Gl} = 2.610 \text{ kg/m}^3$, $\phi = 0,38$ sowie gemäß **Tabelle 4** in beiden Richtungen $U_i = 500 \cdot 0,5$ und $X_i = 4.000 + 24.000 \cdot 0,5$
- UP/VE-Harz

$$m_{FIGl} = 4 \cdot 0,58 \text{ kg/m}^2 = 2,32 \text{ kg/m}^2$$

$$s_{gesamt} = \frac{m_{FIGl} \cdot n \cdot 1.000}{\rho_{Gl} \cdot \phi} = \frac{0,580 \text{ kg/m}^2 \cdot 4 \cdot 1.000}{2.610 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,38} = 2,34 \text{ mm}$$

Festigkeit Laminat:

- in Kettrichtung: $R = U_i \cdot \frac{m_{FIGl}}{s_{gesamt}} = 500 \cdot 0,5 \frac{\text{N/mm}}{\text{kg/m}^2} \cdot \frac{2,32 \text{ kg/m}^2}{2,34 \text{ mm}} = 248 \text{ N/mm}^2$

- in Schussrichtung: wegen $\xi = 0,5$ identisch mit Festigkeit R in Kettrichtung

E-Modul Laminat:

- in Kettrichtung: $E = X_i \cdot \frac{m_{FIGl}}{s_{gesamt}} = (4.000 + 24.000 \cdot 0,5) \frac{\text{N/mm}}{\text{kg/m}^2} \cdot \frac{2,32 \text{ kg/m}^2}{2,34 \text{ mm}} = 15.863 \text{ N/mm}^2$

- in Schussrichtung: wegen $\xi = 0,5$ identisch mit E-Modul E in Kettrichtung

Beispiel 3: Mischlaminat

Die Eigenschaften eines Mischlaminats, bestehend aus Matten und Rovinggeweben lassen sich überschlägig aus den jeweiligen Dickenanteilen zur Gesamtdicke bestimmen. Eine Abschätzung über die jeweiligen Flächenmassen ist ebenfalls möglich.

Festigkeit des gesamten Laminats:

$$R_{gesamt} = R_{ES1} \cdot \frac{s_1}{s_{gesamt}} + R_{ES2} \cdot \frac{s_2}{s_{gesamt}} + \dots + R_{ESn} \cdot \frac{s_n}{s_{gesamt}}$$

E-Modul des gesamten Laminats:

$$E_{gesamt} = E_{ES1} \cdot \frac{s_1}{s_{gesamt}} + E_{ES2} \cdot \frac{s_2}{s_{gesamt}} + \dots + E_{ESn} \cdot \frac{s_n}{s_{gesamt}}$$

Mischlaminat aus drei Lagen Matte (CSM) 450 g/m² und zwei Lagen Rovinggewebe (WR) 580 g/m²

Die Basiskennwerte werden aus der Berechnung in Beispiel 1 und Beispiel 2 verwendet:

Festigkeit des gesamten Mischlaminats:

$$R_{gesamt} = 89 \cdot \frac{3 \cdot 1,015}{4,215} + 248 \cdot \frac{2 \cdot 0,585}{4,215} = 133 \text{ N/mm}^2$$

E-Modul des gesamten Laminats:

$$E_{gesamt} = 6.207 \cdot \frac{3 \cdot 1,015}{4,215} + 15.863 \cdot \frac{2 \cdot 0,585}{4,215} = 8.887 \text{ N/mm}^2$$

9.1.3 Weitere Eigenschaften gemäß DIN EN 13121-3

Unabhängig von der Art der verwendeten Einzelschicht *ES* können nachfolgende Kennwerte allgemein eingesetzt werden:

- 1) Schubfestigkeit $f_{v,k} = \tau_k \geq 60 \text{ N/mm}^2$
mit Längsebene τ_{xy} und Querebene τ_{xz}, τ_{yz}
- 2) Schubmodul $G_{xy} = 3.300 \text{ N/mm}^2$
- 3) Interlaminare Schubfestigkeit $f_{lap,k} = \tau_{lap,k} \geq 20 \text{ N/mm}^2$
(auch zum Nachweis der Laminatanbindung)
- 4) Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha_1 = 30 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$ für CSM
 $\alpha_2 = 25 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$ für Mischlamine

Die theoretischen Kennwerte für die Vordimensionierung sind immer am Laminat nachzuweisen.



9.2 Planungshilfe GFK-Liningrohre



PLANUNGSHILFE

für drucklose Rohre aus glasfaserverstärktem Kunststoff

PRODUKTNORMEN

DN Kreisprofile	NC Sonderprofile
DIN EN ISO 23856	DIN ISO 16611

WERKSTOFFE

RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 4.2**

Das anliegende Medium hat wesentlichen Einfluss auf die Materialvorgaben; GFK ermöglicht über individuelles Rohrdesign und Harzwahl die Anpassung an die unterschiedlichen Anforderungen.

Ungesättigte Polyesterharze (UP) gemäß DIN EN 13121-1

DN Kreisprofile	NC Sonderprofile
Harzgruppen 1A, 1B, 2A, 2B Harze auf Basis der Harzgruppen 3 oder 4	Harzreiche Innenschicht: Harze auf Basis der Harzgruppen 3 oder 4 Strukturschicht und Außenschicht: Harzgruppen 1A, 1B, 2A, 2B, 3 oder 4

Vinylesterharze (VE) gemäß DIN EN 13121-1

Harzgruppe 7A, 7B, 8 (ohne weitere Unterscheidungen für Rohrgeometrien oder Schichtenaufbau)

TOLERANZEN

RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 4.3**

DN Kreisprofile	NC Sonderprofile
Die Rohrabmessungen und Toleranzen bei Kreisprofilen richten sich nach den Vorgaben der DIN EN ISO 23856. Die zulässige Abwinkelung flexibler Rohrverbindungen α , die in der Planung zu berücksichtigen ist, ergibt sich zu: $\alpha < 3^\circ$, DN $\leq$ DN500 $\alpha < 2^\circ$, DN500 < DN $\leq$ DN900 $\alpha < 1^\circ$, DN900 < DN $\leq$ DN1800 $\alpha < 0,5^\circ$, DN > DN1800	Die Abmessungen und Toleranzen bei nicht-kreisrunden Rohren (NC) sind projekt- und herstellerbezogen festzulegen. Um eine herstellereigene Planung zu gewährleisten, können die rechtsstehenden Angaben zu zulässigen Mindesttoleranzen im eingebauten Zustand als Anhalt in der Planung dienen.

ROHRVERBINDUNGEN

RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 5**

DN Kreisprofile	NC Sonderprofile
Kupplungsverbindung gemäß Produktnorm mit Dichtung gemäß DIN EN 681-1 und DIN 4060 auftragend, außenbündig, zugfest oder Laminatverbindung	Muffenverbindung gemäß Produktnorm mit Dichtung gemäß DIN EN 681-1 und DIN 4060 oder geklebt oder Laminatverbindung

STATIK

gemäß DWA-A 143-2 und DWA-A 127
(RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 6.1**)

DN Standard-Ringsteifigkeitsklassen	NC Nachweisverfahren
DN $\leq$ DN1200 SN 10.000 DN 1200 < DN $\leq$ DN2000 SN 5.000 DN > DN2000 SN 2.500	Bestimmung der statisch erforderlichen Wanddicke

Gesonderte statische Betrachtungen u. a. bei:

- Geringen Überdeckungen unter Beachtung von Verkehrslasten und/oder Auftrieb
- Eisenbahnverkehrslasten und daraus resultierenden Nachweisen
- Einbau-/Bauzwischenzuständen (Dämmerdruck, Auftrieb Flüssigkeiten, einseitige Verdichtung, Vortriebskräfte etc.)

Produktnormen mit zahlreichen Festlegungen zu den Anforderungen an GFK-Rohre, Konformität gemäß CEN/TS 14632
» siehe auch Zusammenfassung im RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 10** „Normenliste“

In den Produktnormen nicht enthalten und gesondert zu fordern:
■ Hochdruckspülversuch gemäß DIN 19523
■ Abriebfestigkeit für 100.000 Lastspiele gemäß DIN EN 295-3

GFK-Kompositwerkstoff aus Glas, Harz und Füllstoffen (RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 4.2**)

Werkstoffe	Materialanforderungen
Harzsystem ¹	Ungesättigte Polyesterharze, Vinylesterharze Harzgruppen gemäß DIN EN 13121-1
Glas	E-CR Glas gemäß DIN EN ISO 2078
Füllstoff	Quarzsand gemäß DIN EN 12620 inert, feuergetrocknet, Korngröße < 1,2 mm, kein Kalziumkarbonat

¹ Grundsätzliche Norm für die Wahl der Harzqualitäten. Die zurückgezogenen Normen DIN 16946 und DIN 18820 werden nicht mehr verwendet.

Planerische Mindesttoleranzen für die Renovierung mit drucklosen GFK-Rohren (RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 4.3**)

Zulässige Abweichungen in der Oberfläche bei der Rohrerstellung:

max. Profilquerschnitt	max. zul. Toleranz
DN $\leq$ DN 1000	< 1,2 mm
DN 1000 < DN $\leq$ DN 1500	< 2,0 mm
DN 1500 < DN $\leq$ DN 3000	< 3,0 mm
DN > DN 3000	< 6,0 mm

Fugenspaltweite bei Rohrverbindungen:

max. Profilquerschnitt	max. zul. Fugenspaltweite
DN $\leq$ DN 1500	2 cm
DN > DN 1500	3 cm

Vertikaler Versatz in der Sohle bei Rohrstoßen im eingebauten Zustand bei geraden Strecken (Radius $\geq$ 200 m):

max. Profilquerschnitt	max. zul. Vertikalversatz
DN $\leq$ DN 1000	3 mm
DN > DN 1000	5 mm

Vertikaler Versatz in der Sohle bei Rohrstoßen im eingebauten Zustand in Bogenbereichen (Radius < 200 m):

max. Profilquerschnitt	max. zul. Vertikalversatz
alle Durchmesser	5 mm

Rohrlängenvorgaben aus Rohrfolgeplanung in Abhängigkeit der geometrischen Vorgaben (RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 4.3**):

- i. d. R. 0,5 m < RL < 3,0 m Lining
- i. d. R. 0,5 m < RL < 6,0 m (bis 12m möglich) erdverlegt
- abhängig von Querschnitt, Kanalverlauf in Lage und Höhe
- Einfluss von Rohrlänge und Dämmerwichte beachten

Sonderbetrachtungen zur Rohrverbindung u. a. bei:

- Sonderprofilen mit einspringender Ecke z. B. bei Trockenwetterrinnen
 - begehbaren Querschnitten bzw. Liningverfahren (Klebeverbindung, Stumpf-Stumpfverbindung, Zugfeste-Verbindungen)
 - Elastomer bei nicht häuslichem Abwasser (EPDM, NBR, SBR)
 - Herstellung von Ortlaminaten zur Rohrverbindung (Stumpf-Stumpfverbindung)
- Allgemein gilt, dass Trennschnitte auf der Baustelle fachgerecht herzustellen und nachzubehandeln sind, wenn kein zusätzliches Überlaminat vorgesehen ist (RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 5.4**).

Materialkennwerte* für NC-Nachweisverfahren (RSV-Merkblatt 3.3 **Kapitel 6.1.1**):

- Kurzzeit-Biege-E-Modul: $E_K = 9.500 \text{ MPa}$
- Langzeit-Biege-E-Modul: $E_L = 6.000 \text{ MPa}$
- Kurzzeit-Biegefestigkeit: $\sigma_{BK} = 180 \text{ MPa}$
- Langzeit-Biegefestigkeit: $\sigma_{BL} = 80 \text{ MPa}$
- Kurzzeit-Druckfestigkeit axial: $\sigma_{LDK} = 30 \text{ MPa}$

* Infobox mit charakteristischen Rechenwerten, ermittelt aus Herstellerangaben

10 Normen und Regelwerke

	Norm/Regelwerk beinhaltet Anforderungen an:												
	Materialien/ Rohstoffe	Herstellverfahren	GfK-Rohr Eignungsprüfung (EP)	GfK-Verbindungen (EP)	GfK-Formteile (EP)	Konformität	Kreisprofil	nicht kreisrund	Abwasser, ohne Druck	Abwasser, mit Druck	Trinkwasser, ohne Druck	Trinkwasser, mit Druck	Erdöl- und Erdgasindustrie, mit Druck
Produktnorm - Rohr und System													
DIN EN ISO 23856	x		x	x	x	legt Norm fest in Kap. 4.9: CEN/TS 14632	x		x	x	x	x	
DIN ISO 16611	x		x	x	x			x	x				
DIN CEN/ TS 14632	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Produktnorm - Behälter													
DIN EN 13121-1	x												
DIN EN 13121-2	x												
DIN EN 13121-3		x	x	x									
Prüfnorm - Rohr													
DIN EN 295-3	beinhaltet in der aktuellen Fassung derzeit keine konkreten Anforderungen an GfK-Rohre												
DIN 19523													
Normen - Statik													
ATV-DVWK-A 127							x	x	x	x			
DWA-A 127-1							x	x	x	x			
DWA-A 127-10	x		x				x	x	x	x			
DWA-A 143-2							x	x	x	x			
DWA und RSV Regelwerke													
DWA-M 143-12			x				x	x	x				
DWA-M 144-12	x		x	x			x	x	x				
RSV-M 3.1							x	x	x				
RSV-M 15*	x						x	x	x				

* in Bearbeitung

- ATV-DVWK-A 127** Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen
- DIN 16946** Energetische Bewertung von Gebäuden - Inspektion der Gebäudeautomation, Regelungstechnik und des Technischen Gebäudemanagements - Teil 1: Modul M10-11
- DIN 18326** VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Renovierungsarbeiten an Entwässerungskanälen

DIN 18820 (zurückgezogen)	Laminat aus textilglasverstärkten ungesättigten Polyester- und Phenacrylatharzen für tragende Bauteile (GF-UP, GF-PHA); Aufbau, Herstellung und Eigenschaften
DIN 19523	Anforderungen und Prüfverfahren zur Ermittlung der Hochdruckstrahlbeständigkeit und -spülfestigkeit von Rohrleitungsteilen für Abwasserleitungen und -kanäle
DIN 4060	Rohrverbindungen von Abwasserkanälen und -leitungen mit Elastomerdichtungen - Anforderungen und Prüfungen an Rohrverbindungen, die Elastomerdichtungen enthalten
DIN CEN/TS 14632	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Wasserversorgung, Entwässerungssysteme und Abwasserleitungen mit und ohne Druck - Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) - Empfehlungen für die Beurteilung der Konformität
DIN EN 12620	Gesteinskörnungen für Beton
DIN EN 13121-1	Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter - Teil 1: Ausgangsmaterialien - Spezifikations- und Abnahmebedingungen
DIN EN 13121-2	Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter - Teil 2: Verbundwerkstoffe; Chemische Widerstandsfähigkeit
DIN EN 13121-3	Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter - Teil 3: Auslegung und Herstellung
DIN EN 15885	Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung, Reparatur und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen
DIN EN 295-3	Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle - Teil 3: Prüfverfahren
DIN EN 681-1	Elastomer-Dichtungen - Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-Dichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und Entwässerung - Teil 1: Vulkanisierter Gummi
DIN EN ISO 11295	Rohrleitungssysteme aus Kunststoff für die Sanierung von Rohrleitungen - Klassifizierung und Überblick über strategische, taktische und operative Aktivitäten
DIN EN ISO 2078	Textilglas - Garne - Bezeichnung
DIN EN ISO 23856	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Wasserversorgung, Entwässerungssysteme und Abwasserleitungen mit und ohne Druck - Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP)
DIN ISO 16611	„Kunststoff-Rohrleitungssysteme für drucklos betriebene Abwasserkanäle und -leitungen – Nicht-kreisrunde Rohre und Verbindungen aus glasfaserverstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) – Abmessungen, Anforderungen und Prüfungen (ISO 16611:2017)“
DWA-A 127-1	Statische Berechnung von Entwässerungsanlagen – Teil 1: Grundlagen
DWA-A 127-10	Statische Berechnung von Entwässerungsanlagen - Teil 10: Werkstoffkennwerte
DWA-A 143-2	Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren
DWA-M 143-12	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) für die Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 12: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Profilen - Einzelrohr-Lining (i.B.)
DWA-M 144-12	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch
RSV-M 3.1	Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren mit Ringraum
RSV-M 15	GFK-Handlaminat zur Herstellung und Sanierung abwassertechnischer Bauwerke (i.B.) – in Bearbeitung

11 Abkürzungsverzeichnis

a:	Abwinklung in °
CSM:	Chopped strand mat (Glasfasermatte)
DN:	Nenndurchmesser
DVS:	Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.
EPDM:	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk
E-CR:	E-Glass Corrosion Resistant
GFK:	glasfaserverstärkter Kunststoff
i. B.:	in Bearbeitung
ID:	Innendurchmesser
LV:	Leistungsverzeichnis
NBR:	Nitrilkautschuk, Acrylnitril-Butadien-Kautschuk
NC:	non-circular (nicht-kreisrund)
PN:	Nenndruck
RL:	Rohrlänge
SBR:	Styrol-Butadien-Kautschuk
SN:	Nennsteifigkeit
UP:	ungesättigtes Polyesterharz
VE:	Vinylesterharz
VOB:	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
WR:	Woven roving (Rovinggewebe)

12 Abbildungsverzeichnis

- Bild 1:** Wandaufbau von GFK-Liningrohren
- Bild 2:** Muffe/Spitzende mit Dichtung
- Bild 3:** Muffe/Spitzende als Klebeverbindung
- Bild 4:** Muffe/Spitzende als Klebeverbindung mit innenliegendem Laminat
- Bild 5:** Muffe/Spitzende als Klebeverbindung mit auftragender Kupplung
- Bild 6:** Spitzende/Spitzende mit außenbündiger Kupplung
- Bild 7:** Spitzende/Spitzende mit auftragender, zugfester Kupplung

13 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1:** Werkstoffe und Materialanforderungen bei nicht-kreisrunden GFK-Liningrohren
- Tabelle 2:** Werkstoffe und Materialanforderungen bei kreisrunden GFK-Liningrohren
- Tabelle 3:** Verbindungen bei GFK-Liningrohren
- Tabelle 4:** Mindestkennwerte der Laminatschichten nach DIN EN 13121-3

14 Autoren

Der RSV-Arbeitsgruppe 3.3 „Leitfaden GFK-Liningrohre“ gehören folgende Mitglieder an:

Obleute:

Dr. Leddig-Bahls, Susanne	IQS Engineering AG
Dr. Thiele, René	Amiblu Germany GmbH

Mitarbeiter/-innen:

Brunner, Sebastian	ISAS GmbH
Dümler, Stefan	Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH & Co. KG
Dzierzanowski, Kay	Aarsleff Rohrsanierung GmbH
Haacker, Andreas	Siebert + Knipschild GmbH
Heinze, Carina	SKZ-KFE gGmbH
Hoffmann, Thomas	Amiblu Germany GmbH
Huber, Andreas	VOGEL Ingenieure GmbH
Kessenich, Mathias	IMA GmbH
Kommer, Michael	GFK Pro GmbH
Prof. Dr. Ridzewski, Jens	IMA GmbH
Rolf, Michael	Rohrsanierung Jensen GmbH & Co. KG
Schneider, Jürgen	Pipelife - Wienerberger Infra GmbH
Schrader, Wolf	FRP Prolining GmbH
Sieweke, Wilfried	FRP Prolining GmbH
Sommer, Frank	TDC GmbH
Staratzke, Jürgen	Endoline Rohrsysteme GmbH
Wagner, Steffen	igr GmbH
Wiethoff, Falko	TDC GmbH

Weitere Informationen zu den Arbeitskreisen erhalten Sie unter www.rsv-ev.de.

Weitere Informationen:

Rohrleitungssanierungsverband e. V.
Ericusspitze 4
20457 Hamburg

Telefon: +49 40 21074167

office@rsv-ev.de
www.rsv-ev.de

RSV e.V. Mai 2025 | Eine Verwendung des Informationsblatts ist mit Quellenangabe gestattet.