

WICKLEROHRLINING: EINE ALTERNATIVE ZU ANDEREN SANIERUNGSVERFAHREN?

Dipl.- Wirt.jur. Hans Jürgen König

ZUSAMMENFASSUNG

Bereits vor über zwanzig Jahren wurden in Deutschland Kanäle mittels Wickelrohrverfahren renoviert. Die Verfahren wurden wieder zum Leben erweckt und erleben in der Fachwelt eine Renaissance.

Neben den klassischen Techniken der Renovierung (z.B. Lining-Verfahren) gibt es jedoch für das Wickelrohr neben den Kreisprofilen (Expanda, RotaLoc) eine Neuheit, bei der nicht das gebettete Stegprofil die tragende Wirkung übernimmt, sondern der Verfüllmörtel. Das sog. SPR™ Verfahren wird seit langer Zeit bereits in vielen anderen Ländern häufig angewandt und eignet sich auch für den europäischen Markt mit seiner Vielzahl an Groß- und Sonderprofilen. Dort sind bisher eigentlich nur die altbewährten Lining oder Montageverfahren auf dem Markt.

Selbstverständlich hat auch die SPR™ Technik verfahrensbedingte Einsatzgrenzen, jedoch gibt es viele Fälle, wo sie eine echte Alternative darstellt.

DEFINITION

Die grabenlose Kanalsanierungs-Technologie des Wickelrohrlining wurde 1989 in Australien entwickelt, anschließend weltweit eingeführt und hat sich seitdem in mehreren technischen Varianten bewährt.

Wickelrohr-Liner basieren auf dem Prinzip der mechanischen in-situ Herstellung eines Liners aus einem Kunststoff-Profilstreifen. Der Liner wird durch eine Wickelmaschine hergestellt, die im Schacht stationiert ist und das anwachsende Wickelrohr einschiebt oder aber - je nach Verfahrensvariante - dem Wickelrohr durch das Rohr/Bauwerk voran läuft. Eine solche Herstellung eines „Rohres im Rohr“ wird maßgeblich möglich durch die Technologie des Profilstreifens, dessen Wicklungen mit einem Nut-Feder-Schloss kraft- und formschlüssig ineinander greifen. Nur bei einem Fall, dem auf PE-Profilstreifen basierenden SPR PE-Verfahren, wird das mechanische Schloss durch eine Schweißverbindung ersetzt.

Mittlerweile wurden die Techniken weltweit genormt [1] und die Prüfverfahren darin beschrieben. In Zusammenhang mit [2] lautet die Definition:

[...] legt [...] die Anforderungen und Prüfverfahren für Rohre fest, die durch spiralförmiges Wickeln und Verbinden eines vorgefertigten profilierten Kunststoff-Streifens oder eines profilierten Kunststoff-Streifens mit integriertem Verbindungsmechanismus vor Ort hergestellt und für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen verwendet werden.

Im Gegensatz dazu werden die Mörtel-Liner nach [3] als „Lining mit fest verankerter Kunststoffauskleidung“ (en: RAPL - rigidly anchored plastics inner layer) klassifiziert: [...] legt Anforderungen und Prüfverfahren für Rohre und Formstücke fest, die für die Renovierung von erdverlegten Abwasserkanälen und –leitungen durch Lining aus einem biegesteifen Ringraum aus tragender Zementmörtelverfüllung hinter einer Kunststoffauskleidung geformt werden.

Die mit dem Mörtel verankerte Kunststoffauskleidung trägt nicht zur statischen Tragfähigkeit des Liners bei!

DIE „KLASSIKER“

Wichtige Kriterien, nach denen sich die derzeitigen Wickelrohr-Technologien unterscheiden, sind einerseits die Frage, ob der Liner „close-fit“ gewickelt wird oder ein - später zu verdämmender - Ringraum entsteht, andererseits die Positionierung der Wickelmaschine im Prozessablauf.

Schon der Klassiker des Wickelrohr-Lining, das vormalige „Expanda-Verfahren“ (heute als SPR EX bekannt) wickelt bis heute das Wickelrohr ohne Ringraum in das Altrohr ein. Dabei verwendet das System eine fest im Schacht eingebaute Wickelmaschine. Bei SPR EX hat der Profilstreifen zwei Schlösser; eines davon nach seiner „Entriegelung“ flexibel. SPR EX wird mit Untermaß in die defekte Haltung eingewickelt, sodann entriegelt und schließlich durch Nachschieben von Profilstreifen-Material in ganzer Länge des Kanals formschlüssig expandiert. Sollte das Profil nicht expandiert werden, muss der entsprechende Ringraum verdämmt werden.

Ebenfalls ohne Ringraum arbeitet das SPR RO Verfahren (vormals: RotaLoc) bei dem sich die Wickelmaschine im Rohr fortbewegt und den Profilstreifen dabei close-fit an die Altrohrwandung wickelt.

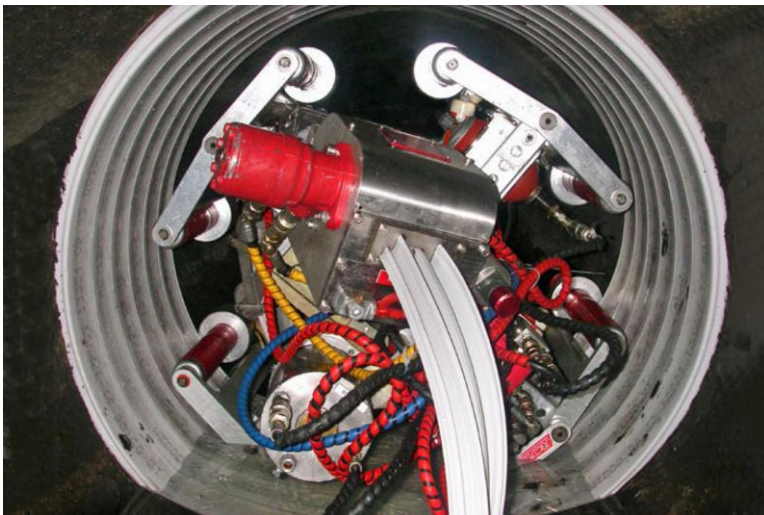


Bild 1: SPR RO Wickelmaschine

Im Gegensatz dazu wird beim SPR PE Verfahren (ehemals RibLine) wird ein stahlverstärkter PE Streifen von einem bestehenden Schacht aus über eine stationäre Wickelmaschine in das Alrohr gewickelt. Der Querschnitt ist hier kleiner gewählt und die PE-Streifen haben kein Schloss, sondern werden während des Wickelns zusammengeschweißt. Der „Schweißdraht“ hat dabei eine hellgraue Farbe, so dass bereits optisch eine Dichtheitskontrolle im sonst schwarzen Profil stattfinden kann. Der verbleibende Ringraum wird anschließend noch verdämmt.

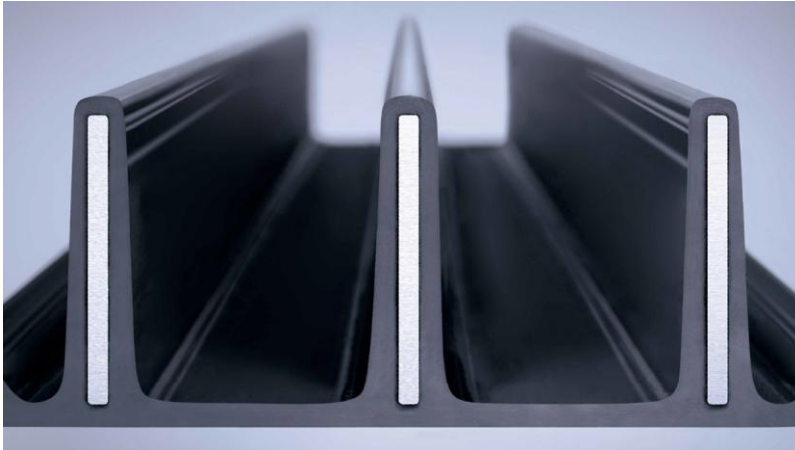


Bild 2: SPR PE Profil mit Stahleinlage

Alle drei DIBt-zugelassenen Verfahren sind nach Durchmesserbereichen gestaffelt, so dass eine große Bandbreite an Nennweiten abgedeckt werden kann.

Tabelle 1: Übersicht über die Verfahren der SPR™ Wickelrohr-Familie

	SPR™	SPR PE	SPR EX	SPR RO
Nennweite	800-5500 mm	900-3000 mm	200-750 mm	800-1500 mm
Material	PVC-U	HDPE	PVC-U	PVC-U
Profiltyp	Kreis, Ei und beliebig andere	Kreis	Kreis	Kreis
Ringraum	Ringraum	Ringraum	close-fit	close-fit
Wickelmaschine	voraus laufend	fest stationiert	fest stationiert	voraus laufend

DER „MÖRTEL-LINER“ (SPR™)

Grundsätzlich war bis in die jüngere Zeit allen Wickelrohrverfahren gemeinsam, dass ihr Einsatz auf Kreisprofile beschränkt war. Das SPR™-Verfahren – ein PVC-U Profil mit mechanischem Schloss und mechanischer Verstärkung des Profils durch Stahlstege - stellt insofern einen großen „Sprung nach vorn“ dar, als nun auch beliebige Sonderprofile wie z.B. Ei, Maul, Kasten in begehbaren Nennweiten mit Wickelrohrtechnologie saniert werden können.

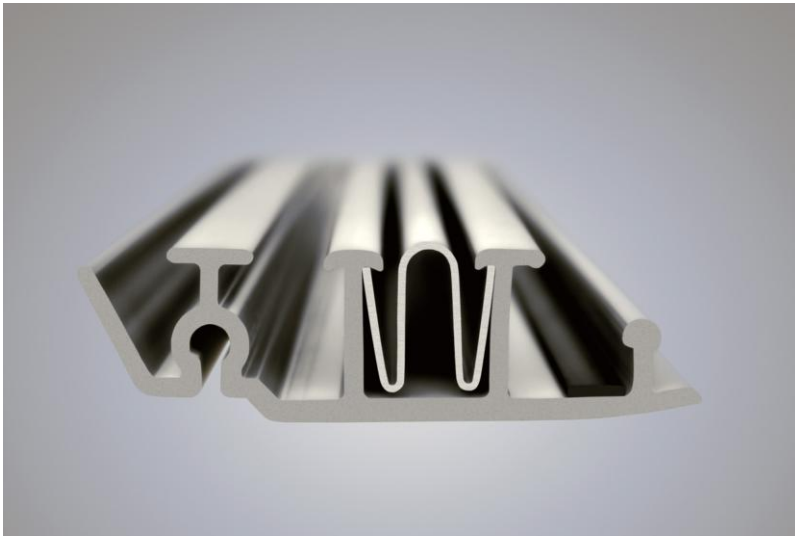


Bild 3: SPR™ Profil mit Stahlsteinlage

Signifikante Merkmale dieses Verfahrenstyps sind:

- Wickeln eines Profils durch einen im Rohr voran wandernden Wickelrahmen
- Nahezu unbegrenzte Einbaulängen
- Hervorragende Abflusseigenschaften des Liners
- Einsatz auch bei erschwerter Zugänglichkeit möglich
- Einsatz auch bei Trockenwetterabfluss möglich
- Schaffung eines Ringraumes mit exakt definierten Abmessungen
- Dauerhaft chemisch resistente Innenauskleidung
- Aushärten eines zementgebundenen Liners mit definierter Statik

Vor allem der letzte genannte Aspekt unterscheidet SPR™ von allem bislang Vorhandenen. Bei diesem Sanierungssystem spielt die Verfüllung des Ringraumes eine - buchstäblich - tragende Rolle. Bei der Bemessung des Liners im vorhandenen Bau-

werk wird ein Ringraum nach Standsicherheits-Vorgaben [4] des Auftraggebers gezielt eingeplant. Dieser Ringraum wird während des Bauprozesses abschnittsweise mit einem hoch fließfähigen, eigens für SPR™ entwickelten Spezialmörtel verfüllt. Letztlich übernimmt die nach Aushärtung entstehende, wegen ihrer Beton-adäquaten Festigkeit hoch belastbare Mörtelschale die gesamte statische Lastaufnahme des Sanierungsgewerks.

Mit voller Berechtigung kann man von einer Sonderstellung des SPR™-Verfahrens sprechen: Während die anderen Wickelrohrsysteme in Konkurrenzbeziehung zu anderen Relining-Technologien (z.B. Schlauchlining) stehen, ist SPR™ eine Alternative zu den klassischen Verfahren der Großprofil-Sanierung – von der manuellen Beton- und Mauerwerksanierung bis zu GFK-Montageverfahren und zum Kurzrohr-Relining auf GFK-Basis. Hinzu kommt, dass SPR™ für jedes denkbare Sonderprofil in allen vorkommenden Dimensionen einsetzbar ist – es muss nur jeweils ein Wickelrahmen für das entsprechende Bauwerk maßgefertigt werden. Auf diesem Rahmen wickelt die Maschine dann den Liner aus PVC-U gewissermaßen als „verlorene Schalung“ in das Bauwerk ein.



Bild 4: SPR™ Wickelmaschine

Nach dem Wickelvorgang wird das Profil mit Abstandhaltern exakt ausgerichtet und - mit einem speziell für das Projekt entwickeltem „Gerüst-System“ - eine Aussteifung der Schalung gem. Statik durchgeführt. Diese ist erforderlich, um den später beim Verfüllen auftretenden hydrostatischen Druck des Frischmörtels aufzunehmen. Die Einzelteile der Aussteifung können - wie nahezu alle anderen Teile auch - durch die vorhandenen Schachttöffnungen in die Haltungen transportiert werden.

Vorhandene Zuläufe in den Kanal werden beim Wickeln des Profils provisorisch an das PVC-U Profil angeschlossen und abgedichtet, damit später kein Frischmörtel in das Profil gelangen kann. Ebenso wird - um ein „Aufschwimmen“ zu vermeiden - eine Auftriebsicherung im Scheitel installiert und abgedichtet.

Als Abschluss der vorbereitenden Maßnahmen werden nun noch die Stirnseiten der zu verfüllenden Haltung(en) abgemauert und die Befüll- und Entlüftungsstützen (je Lage) eingebaut.

Der Verfüllvorgang erfolgt nach statischer Berechnung (Bauzustand) sowie den Angaben des Mörtel-Herstellers. Im Gegensatz zum Verdämmern von GFK-Rohren wird hier nicht gewartet, bis die einzelnen Lagen aushärten, sondern es muss „Frisch in Frisch“ verfüllt werden, um einen homogenen, tragenden Ring zu erhalten. Dieser Vorgang wird protokolliert und es werden hierzu Materialproben in Form von Prismen entnommen (Eigen- u. Fremdüberwachung), die nach 28 Tagen auf ihren Festigkeitskennwerte überprüft werden.

Es erfolgt weiterhin eine ständige Kontrolle, ob während des Verfüllens „Bewegungen“ im Rohr stattfinden und ob die Zuläufe weiterhin dicht mit dem PVC-U Profil verbunden sind.

Der speziell entwickelte Hochleistungsmörtel besitzt eine gute Quelfähigkeit und einen minimalen Schrumpf. Nach [4] muss in der statischen Berechnung für den Betriebszustand für den Mörtel-Liner ein umlaufender Spalt von 1,0 mm berücksichtigt werden (Zustand I und II).

Tabelle 2: Charakteristische Materialkennwerte des Verfüllmörtels

Verfüllmörtel	
Dichte ρ	2,0 kg/m ³
E Modul	30.000 MPa
σ_{Zug}	8,0 MPa
σ_{Druck}	60,0 MPa
Querkontraktion μ	0,16

Ist der Mörtel ausgehärtet und hat eine gewisse Frühfestigkeit erreicht, kann mit dem Ausbau der Aussteifungselemente begonnen werden.

Die weiteren, abschließenden Arbeiten erstrecken sich nun noch auf das endgültige Anbinden der Zuläufe an die PVC-U Schalung sowie die Schachteinbindungen.

Die Hausanschlussleitungen werden mittels PVC-Kleber und Glasfasermatten an die Innenschale anlaminiert. Der Teilschlauch, der in den Zulauf hineinragt (max. 50 cm), wird hierbei über einen Packer installiert (ähnlich einem Part-Liner) und ausgehärtet. Der Übergang zur Krempe (> 10 cm) wird im Handlaminat-Verfahren mit PVC-Kleber hergestellt.

Nachdem die Sohlversätze („Höhensprung“) am Anfangs- und Endschacht angefast und die Gerinne somit angeglichen wurden, werden auch hier die Rohrenden mittels Glasfasermatten und PVC-Kleber an den Schacht anlaminiert. Der Überlappungsbe- reich sollte hierbei > 40 cm betragen.

Idealerweise kann die Anbindung im Zuge einer kombinierten Schacht- und Rohr-
sationierung erfolgen, bei der die Schachtwände beispielsweise mit GFK-Plattenelementen
ausgekleidet werden.

PLANUNG

Mit der gleichen Sorgfalt, wie beispielsweise Relining-Maßnahmen für Großprofile ge-
plant werden, muss man auch beim SPR™ Verfahren vorgehen.

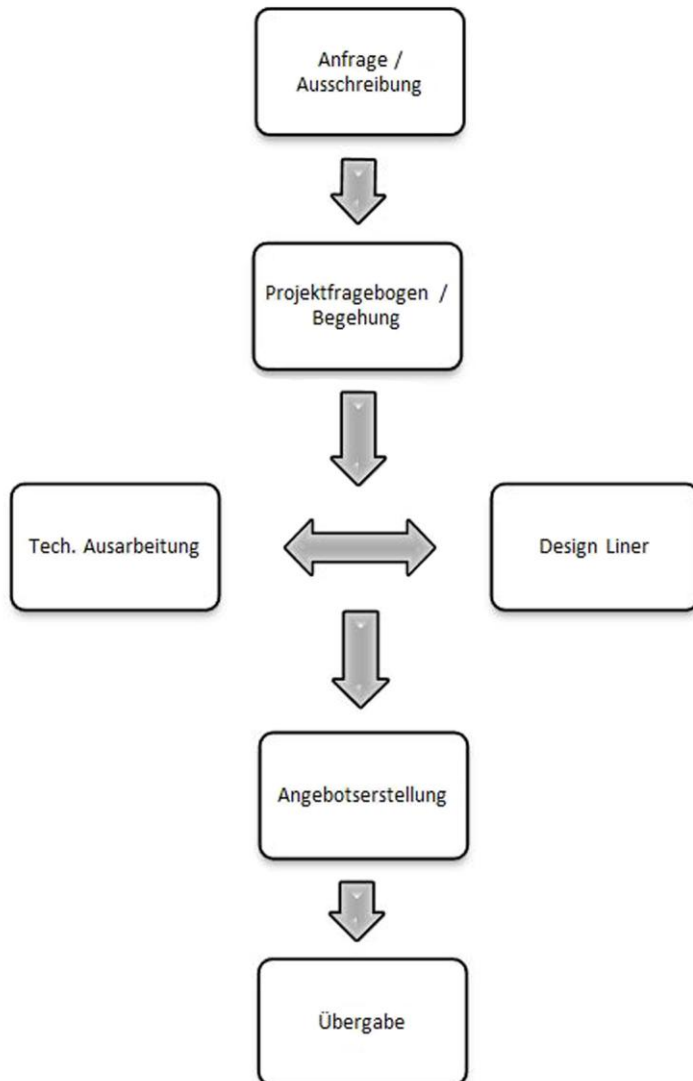


Bild 5: Ablauf einer SPR™ Planung

Schon bei der Anfrage / Ausschreibung kann entschieden werden, ob das Verfahren generell machbar ist.

Im zweiten Schritt werden nun die nötigen Detailinformationen mittels einer „Checkliste“ zusammengetragen. Folgende Punkte werden dabei abgefragt:

- Allg. Projektinformationen - Angaben zum Bauherrn, Planungsbüro, etc.
- Projektumfang: Haltungen, Dimension(en), Längen, Tiefen, etc.
- Informationen zum Altrohr, wie z. B. Schadensbild, Wanddicke, Bewehrung, Pläne, Bögen, Lageabweichungen, Anschlüsse, etc.
- Statische Informationen: Altrohrzustand (!), Grundwasser, umgebender Boden, Lasten, etc.
- Hydraulische Daten, um sicherzustellen, dass der min. Abflussquerschnitt sichergestellt ist
- Betriebliche Informationen, wie z. B. Wasserstände, Zugänge, Lagerflächen, etc.

Weiterhin wird in diesem Zusammenhang eine Begehung der Leitung durchgeführt, um sich vor Ort ein Bild der Situation zu machen. Idealerweise wird diese gleich kalibriert, um den minimalen Querschnitt des Profils zu ermitteln.

Das geschieht üblicherweise heutzutage mit einem 3D-Laser-Scan, bei dem ein Laserstrahl die Altrohrwandung „von innen abtastet“ und die ermittelten Punkte abspeichert. Über eine Software wird dann später im Büro eine räumliche Punktwolke des Kanals erzeugt.

Es erfolgt nun die technische Ausarbeitung für die Sanierung und das Design des Mörtel-Liners (Wanddicke). Dazu kommt i. d. R. eine weitere Software zum Einsatz, da Groß- und Sonderprofile meist von der einfachen Kreis- bzw. Regel-Ei-Form abweichen und die „einfachen“ Stabwerkprogramme, die auf dem Markt erhältlich sind, hier an ihre Grenzen kommen.

Über sog. Finite Elemente Programme (FE) kann der minimal mögliche Altrohrquerschnitt in allen statisch relevanten Zuständen modelliert werden. Nach dem aktuellen Standard [4] werden Imperfektionen berücksichtigt und die entsprechenden Lasten aufgebracht. Es werden Spannungen und Verformungen errechnet und mit den zulässigen Festigkeiten verglichen.

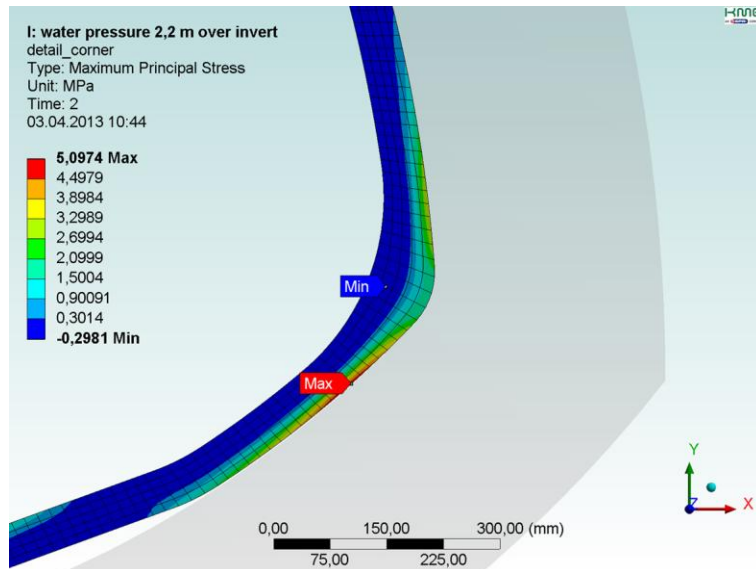


Bild 6: Erste Hauptspannung [MPa] – Eckbereich eines Maulprofils, Zustand II

Dabei kommt das Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte nach Eurocode 1 (Einwirkungen) zum Tragen. Die Wanddicke (falls im Bauvertrag die DIBt-Zulassung [5] vereinbart ist) wird auf 120 mm begrenzt – abweichend davon sind aber auch höhere Wanddicken möglich; dabei wird ein Spezialmörtel mit einer geringeren Hydratationswärme eingesetzt.

Sind nun alle Daten, Maße, Werte, etc. gesammelt und ausgearbeitet, lässt sich für eine potentielle Sanierungsmaßnahme ein entsprechendes Angebot kalkulieren und erstellen.

Das Angebot wird dann letztendlich dem Kunden übergeben und erläutert – bis zu diesem Schritt sind 3-4 Wochen vergangen(!).

FAZIT

Häufig ist nicht bekannt, dass es neben den klassischen Lining-Methoden noch die Möglichkeit der Sanierung mittels Mörtel-Liner gibt.

Wie bereits in der Zusammenfassung zu Beginn des Artikels beschrieben, haben sich die SPR-Verfahren seine eigenen Einsatzgrenzen, jedoch gibt es viele Überschneidungen mit klassischen Methoden, für die es dann eine echte Alternative darstellt.

Das System ist bauaufsichtlich zugelassen (DiBt), beinhaltet eine Eigen- u. Fremdüberwachung und ist seit über 20 Jahren bereits (z. B. in Japan, Australien oder Amerika) im Einsatz. Nicht immer ist das Verfahren das billigste unter allen Anbietern, jedoch ist auch das billigste Angebot nicht immer das günstigste...

Vielleicht lohnt es sich, zukünftig mehr über diese Alternative nachzudenken.

LITERATUR

- [1] DIN EN ISO 11296-7; Titel: Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) - Teil 7: Wickelrohr-Lining; Mai 2013
- [2] DIN EN ISO 11296-1; Titel: Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) - Teil 1: Allgemeines; Juli 2011
- [3] DIN prEN 16506; Titel: Systeme für die Renovierung von Abwasserkanälen und -leitungen - Lining mit fest verankerter Kunststoffauskleidung; Dezember 2012
- [4] DWA-A 143-2; Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 2: Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren; (Entwurf) November 2012
- [5] Deutsches Institut für Bautechnik, Anstalt des öffentlichen Rechts; Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-42.3-451, Berlin, Gültig bis 31.12.2015.