

bbr

Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau

Korrosionsschutz – Stahlrohrleitungen und Gashochdruckleitungen

Klaus Erb



Sonderdruck aus *bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau*,
Ausgabe 10/2003

Korrosionsschutz Stahlrohrleitungen und Gashochdruckleitungen



Umhüllungsmaterialien ■ Erdverlegte Stahlrohrleitungen unterliegen einer Gefährdung durch Außenkorrosion. Bedenkt man, dass ein Korrosionsschaden zu erheblichen Umweltschäden führen kann, kommt der konsequenten Weiterentwicklung von Umhüllungsmaterialien ebenso eine entscheidende Bedeutung zu wie der Bewertung ihrer baustellengerechten Anwendbarkeit.

Bei Umhüllungssystemen ist grundsätzlich zwischen Werksumhüllungen und Baustellenumhüllungen (Nachumhüllungen) zu unterscheiden. Während bei Werksumhüllungen nahezu beliebiger technischer Aufwand betrieben werden kann, um die Umhüllung auf das Bauteil aufzubringen, sind bei der Verarbeitung im Feld die für eine ordnungsgemäße Applikation teils problematischen Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Komplexe und damit fehleranfällige Verarbeitungsschritte sollten bei Nachumhüllungen daher soweit wie möglich vermieden werden.

Werksumhüllungen aus Polyethylen

Als **Werksumhüllungen** haben sich heute Umhüllungen aus thermoplastischen Kunststoffen durchgesetzt. Die 3-Schichten-Polyethylenumhüllung nach DIN 30670 ist ein komplex aufgebautes System für eine lange Lebensdauer. Der Primer, eine Epoxidharzpulverbeschichtung, sichert auf der zuvor gestrahlten Stahlrohroberfläche einen hervorragenden Haftverbund. Der Kleber wird auf die noch nicht vollständige ausgehärtete Primerschicht aufgebracht. Dieses Bindeglied zwischen Primer und Polyethylenumhüllung sorgt für eine hohe Schälfestigkeit auch bei

erhöhten Temperaturen und erhöhter mechanischer Belastung.

Bei Polyethylen-Werksumhüllungen wird abhängig von der Dauerbetriebstemperatur zwischen der Normalausführung N (bis 50 °C) und der Sonderausführung S (bis 70 °C) unterschieden.

Nachumhüllungssysteme

Beim Einbau dieser Rohre werden baustellenseitige Nachumhüllungen der Schweißnähte und Rohrleitungsbauteile erforderlich, für die dem Verwender eine umfangreiche Palette kalt- und warmverarbeitbarer Korrosionsschutz-Bänder und -Systeme zur Verfügung stehen. Die Umhüllungen auf der Baustelle erfordern vom Umhüller sowohl Sachkunde über die Umhüllungsmaterialien als auch die Fähigkeit zur fachkundigen Anwendung dieser Materialien.

Tabelle 1

Belastungs- und Temperaturklasse	Petrolatumbänder	Bitumenbänder	Kunststoffbänder und -systeme	Wärmeschrumpfende Materialien
A – 30	X			
B – 30		X	X	
C – 30			X	X
C – 50			X	X

Neben der DIN-Norm kommt dem Regelwerk des DVGW für die **Zertifizierung von Nachumhüllern** in Deutschland eine besondere Bedeutung zu: Das DVGW-Arbeitsblatt GW 15 stellt einen Ausbildungs- und Prüfplan für die Nachumhüllung von Rohren, Armaturen und Formteilen dar. Nur wer diese Schulungen absolviert und diese Prüfungen bestanden hat, ist befähigt, die verantwortungsvolle Aufgabe der Nachumhüllung von Rohrleitungen zu erfüllen.

Klassische Nachumhüllungssysteme

Die Anforderungen an die Nachumhüllungen werden in den Normen DIN EN 12068 und DIN 30672 festgelegt. Hier wird eine Einteilung in **Belastungs- und Temperaturklassen** vorgenommen, woraus sich die in **Tabelle 1** gelistete Matrix ableitet.

Da die Themen Temperaturbeständigkeit oder mechanische Belastbarkeit immer mehr an Bedeutung gewonnen haben, sind erkennbar Duroplaste im Nachumhüllungsbereich auf dem Vormarsch.

Kalt verarbeitbare Korrosionsschutzsysteme

Petrolatumbänder

Petrolatumbänder bestehen aus einem Chemiefasergewebe, welches mit dauerplastischer Petrolatummasse und einer aufkaschierten Polyethylen-Folie beschichtet ist. Die mechanische Widerstandsfähigkeit und die thermische Belastbarkeit sind jedoch eingeschränkt, es wird nur die Belastungsklasse A-30 erreicht.

Gleichwohl besteht eine Daseinsberechtigung nach wie vor für bestimmte Anwendungszwecke, die sich aus der guten Plastizität dieser Bänder ergibt: Die Bänder können jeder Unebenheit des nachzumüllenden Bereichs angepasst werden.

Dies hat auch Niederschlag in der DIN 30675 Teil 5 gefunden, in der es heißt: „Nachumhüllungen der Belastungsklasse A sind im Geltungsbereich des DVGW-Arbeitsblattes G 462 Teil 2 (Druckbereich > 4 bar bis 16 bar) und des DVGW-Arbeitsblattes G 463 (Druckbereich >16 bar) nicht zugelassen; für **Rohrleitungsbauteile** mit unebenen Oberflächen sind Umhüllungen nach DIN 30672, Belastungsklasse A, bestehend aus mehreren Lagen Korrosionsschutzbändern nach Abschnitt 2.2.1, mit **zusätzlichen Rohrschutzmatten** zugelassen.“

Kunststoffbänder

Die Erfahrungen aus den letzten 30 Jahren zeigen, dass Kunststoffbänder – vor allem die Zweibandssysteme – letztlich eine hohlraumfreie Umhüllung sicherstellen. Erfahrungen aus der Praxis zeigen aber ebenfalls, dass auf bestimmten Untergründen (z. B. überhöhte Schweißraupen, nicht angefanter Übergang von der Werksumhüllung auf die Stahlfläche) eine **Unterfütterung mit einem zusätzlichen Kautschukband** erforderlich ist, um eine hohlraumfreie Umhüllung zu erreichen.

Kunststoffbänder bieten für den normalen Einsatz an Rohrleitungen ausreichende mechanische Festigkeit und weisen eine extrem geringe Durchlässigkeit für Sauerstoff und Wasser und gute elektrisch isolierende Eigenschaften auf. Diese Anforderungen erfüllen in besonderer Weise die Materialien, die zur Zeit zur Herstellung kalt verarbeitbarer Korrosionsschutzbänder auf Kunststoffbasis eingesetzt werden: Butylkautschukmassen, Polyethylenfolien und Haftschnitzkleber.

Bei einem **Zweibandssystem** wird als **Innenlage** ein Kautschukband zweilagig appliziert. Die Kautschukbänder sind üblicherweise 1 bis 1,5 mm dick, d. h., unmittelbar auf die zu umhüllende Fläche werden ca. 2 bis 3 mm Butylkautschuk aufgebracht. Durch die dicke Kautschukschicht werden die Uneben-

PE-Folie, die das vorher aufgebrachte Butyl-Kautschuk-Band vollständig überdecken muss, ist eine Überdeckung von mindestens 25 mm zu empfehlen.

Bei allen Rohrleitungen, die im Nachumhüllungsbereich stark überhöhte Rund-, Längs- oder Spiralschweißraupen aufweisen, sollten diese vorab mit einer Lage des Butyl-Kautschuk-Bandes überdeckt werden, um eine hohlraumfreie Nachumhüllung zu gewährleisten.

Bei Rohrleitungen mit Durchmessern > DN 900 lassen sich auch bei hoher Zugspannung der PE-Folien und Bänder nur geringe Radialkräfte erzielen. Um dennoch sicherzustellen, dass der Butylkautschuk in die hohlraumgefährdeten Bereiche fließt, ist eine besondere Maßnahme erforderlich: Im Übergang zur angrenzenden Werksumhül-



Bild 1 ■ Boden-Luft-Übergang mit kunststoffmodifizierten Bitumenbändern.

heiten auf der Rohroberfläche wie im Schweißnahtbereich und beim Übergang zur Werksumhüllung ausgepoltet sowie ausgeglichen und damit Hohlräume unter der Nachumhüllung vermieden. Als **Außenlage** werden bei Zweibandssystemen zweilagig Klebebänder, zweischichtige oder dreischichtige Verbundbänder, appliziert.

Beide Bänder werden mit 50%-iger Überlappung gewickelt. Beim Butyl-Kautschuk-Band wird die angrenzende Werksumhüllung mindestens 50 mm in die Nachumhüllung einbezogen; bei der

lung wird vor dem Überwickeln mit PE-Folien oder Bändern ein bis maximal 50 mm breites Dreischichten-Band mit hoher Zugspannung (Überdehnen des Bandes) zylindrisch gewickelt.

Warm verarbeitbare Korrosionsschutzsysteme

Bei den warm verarbeitbaren Korrosionsschutzsystemen wird das Nachumhüllungsmaterial unter äußerer Energiezufuhr (meist mit einem Flüssiggasbrenner) auf das zu umhüllende Bauteil aufgebracht.

Bitumenbänder

Der klassische und seit Jahrzehnten bewährte Vertreter dieser Kategorie ist das Bitumenband, das mit der Propanflamme so lange erhitzt wird, bis ca. 1/2 bis 1 mm der Bitumendickschicht fließfähig angeschmolzen ist. In diesem plastischen Zustand wird dann das Bitumenband auf die noch genügend erwärmte, mit Grundierung versehene

ethylen-Trägerfolie, die auf der inneren Seite mit einer dauerplastischen Kunststoffmasse auf der Basis von Butylkautschuk beschichtet ist. Die Trägerfolie – aus vernetztem und stabilisiertem PE – zeichnet sich insbesondere durch hohe Weiterreißfestigkeit sowie Unempfindlichkeit gegen Überhitzung bei der Applikation mit der offenen Flamme aus.



Bild 2 ■ Applikation von Schrumpfmanschetten auf eine in Betrieb befindliche Wasserleitung.

Rohroberfläche aufgeklebt und stellt somit einen kompletten Korrosionsschutz dar. Der einzige „Schwachpunkt“ des Bitumenbandes, die mechanische Festigkeit, kann durch den Einsatz von Rohrschutzmatten, PE-Bandaugen oder auch zusätzliche GFK-Hüllen weiter optimiert werden.

Außerhalb der Normanforderungen sind im Übrigen bewährte Bitumenbänder mit einer Temperaturbeständigkeit auch über 30 °C auf dem Markt. Für Sonderanwendungen, wie z. B. Umhüllung von Rohrleitungen im **Boden-Luft-Bereich**, können kunststoffmodifizierte Bitumenbänder eingesetzt werden (**Bild 1**).

Schrumpfmaterialien

Die Schrumpfmaterialien der neuesten Generation bestehen aus einer Poly-

Ein Vorteil der Beschichtung mit Butylkautschuk gegenüber herkömmlichen Schmelzklebern liegt in der hohen Viskosität der erhitzten Masse während des Aufbringens: Die Butylkautschuk-Masse schmilzt nicht, sondern erweicht nur genau so weit, dass sie unter dem Druck der Schrumpfspannung in Kehlen und Hohlräume des Metalls fließt – sie verhindert Hohlräume, statt sie zu schaffen.

Die Gefahr eines Verlaufs der Beschichtungsmasse unterhalb der Trägerfolie – und daraus resultierende Schichtdickendifferenzen – oder gar des Herauslaufens, besteht nicht mehr. Ein weiterer Vorteil der Schrumpfmanschette mit einer dauerplastischen Butylkautschuk-Beschichtung ist der, dass in Betrieb befindliche Leitungen nicht erwärmt und dadurch die Oberflächen getrocknet werden. Die Schrumpfmanschette muss dann direkt auf das gereinigte Rohr aufgebracht werden (**Bild 2**).

Verarbeitungshinweise

Vorbereitung der Stahloberfläche

Grundsätzlich ist bei der Nachumhüllung im Schweißnahtbereich eine gründliche Reinigung der Stahloberfläche von Rost, Schmutz, Rückständen der Entkopplungsmittel nach der Ultraschallprüfung sowie temporärem Enden- und Kantenschutz mit einer Handdrahtbürste erforderlich und ausreichend, da man davon ausgehen kann, dass die Rohre vor dem Aufbringen der Werksumhüllung vollständig gereinigt und von Walzhaut befreit wurden.

Um die Reinigung der Rohrenden von temporären Schutzanstrichen zu erleichtern, kann die zu reinigende Fläche mit einer Propanflamme vorgewärmt werden.

Beim Einsatz maschinell angetriebener Bürsten muss darauf geachtet werden, dass die Stahlfläche **nicht** poliert wird (auf einer polierten Stahlfläche wird keine genügende Haftung der Nachumhüllung erreicht).

Bei der Durchführung von Umhüllungsarbeiten an umhüllungsfreien Rohren und Rohrformteilen ist besonders darauf zu achten, dass keine Walzhaut vorhanden ist. Andernfalls muss die Stahlfläche nach Norm-Reinheitsgrad SA 2^{1/2} entsprechend DIN EN ISO 12944-4 gestrahlt werden.

Bei Stahlleitungen mit einer Dreischichten-PE-Werksumhüllung können die auf der Stahloberfläche befindlichen Beschichtungen – Epoxy-Harz und Hartkleber – in die Nachumhüllung einbezogen werden. Um eine gute Haftung der Nachumhüllung zu erreichen, muss der Hartkleber bzw. das Epoxy-Harz mit einer Handdrahtbürste oder Schmirgelleinen aufgeraut werden. Vorhandene ölige bzw. fettige Verschmutzungen müssen mit geeigneten Lösemitteln entfernt werden.

Vorbereitung der PE-Werksumhüllung

Entsprechend dem zum Einsatz kommenden Nachumhüllungs-System muss gewährleistet sein, dass sich im Übergangsbereich von Werksumhüllung und Schweißnaht **keine Hohlräume** bilden können. In der Regel sind die Kanten der PE-Werksumhüllung bereits angeschragt. Lose anhaftende oder abstehende Werksumhüllungsteile sind bis in den Bereich fest haftender Werksumhüllung zu entfernen. Bewährt haben sich hierfür z. B. Raspeln mit einem halbrunden Blatt.

Die Reinigung der angrenzenden Werksumhüllung ist eine wesentliche Voraussetzung für eine gute Haftung der Nachumhüllung. Die auf der Oberfläche der PE-Werksumhüllung fest haftende Oxidschicht muss durch Aufrauen zerstört werden. Das Aufrauen kann mit einer Handdrahtbürste bzw. mit Schmirgelleinen vorgenommen werden. Der aufzurauende Bereich beträgt mindestens 100 mm je angrenzender PE-Werksumhüllung.

Voranstrich

Die Grundierung ist essenzieller Bestandteil aller Bandsysteme. Sie stellt sicher, dass die Kleberbeschichtung der Bänder einen optimalen Haftgrund erhält. Der Voranstrich muss auf den gesamten vorbereiteten Nachumhüllungsbereich mit Pinsel oder Farbrolle aufgebracht werden. Der aufgebrauchte Voranstrich muss vor der Umhüllung trocken sein. Wird das Umhüllungsmaterial in den nassen Voranstrich gewickelt, so wird unter der Umhüllung ein Lösemittelpolster verbleiben. Dies kann insbesondere im Sommer dazu führen, dass Blasen in einer Umhüllung entstehen, wenn diese längere Zeit in der Sonne liegt.

Die Trockenzeit beträgt – auf vorgewärmtem Untergrund – ca. 3 bis 5 Minuten. Anstriche, die über längere Zeit, mehr als 24 Stunden, der Witterung ausgesetzt sind, müssen durch Überstreichen erneuert werden.

GFK-Umhüllungen

Wie bereits erwähnt, haben die Themen Temperaturbeständigkeit oder mechanische Belastbarkeit immer mehr an Bedeutung gewonnen, mit der Folge, dass Duroplaste im Nachumhüllungsbereich Anwendung finden.

Bei **Horizontal-Bohrungen** z. B. kommt es während des Einziehvorganges durch die auftretenden mechanischen Kräfte zu einer starken Beanspruchung der Umhüllung (Druck- und Scherkräfte), die zu deren Beschädigung führen können. Diese Schäden sind meistens aufgrund der Lage der Rohrleitung oft nicht zugänglich und können somit nach dem Einziehvorgang nicht mehr beseitigt werden. Das Risiko von Beschädigungen ist daher durch die Auswahl der Umhüllungssysteme weitestgehend zu minimieren. Für die Vervollständigung der Umhüllung an der Baustelle empfehlen sich zur Verstärkung des mechanischen Schutzes folgende Systeme:

Einfache einkomponentige Polyesterharz-Systeme

werden aus gelösten ungesättigten Polyesterern, denen bereits werkseitig Fotoinitiatoren beigemischt sind, gebildet. Diese Materialien härten unter Einfluss von ultraviolettem Licht aus. Somit ist es bei der Verarbeitung unumgänglich, das natürliche UV-Licht mit geeigneten Mitteln (z. B. lichtdichtem Zelt) fernzuhalten. Andererseits ermöglicht es diese Art der Aushärtung, auch den Reaktionsprozess zu steuern oder mit Hilfe von entsprechenden UV-Lampen zu beschleunigen. Dosierfehler oder unzureichende Durchmischung bei der Verarbeitung sind bei diesem Material von vornherein ausgeschlossen.

Eine Sonderstellung unter den GFK-Umhüllungen nimmt das „**Kebudur UP-System**“ ein. Es vereinigt den bewährten Korrosionsschutz eines Wickelsystems auf Basis von Butylkautschuk-Bändern mit der harten Beschichtung durch GFK.

Das Kebudur UP-Harz ist ein einkomponentiges lichterhärtendes Polyesterharz zur Herstellung von GFK-Umhüllungen durch Laminieren einzelner




Bild 3 ■ Kebudur UP-System im Übergangsbereich Boden/Luft.

Glasgewebe- und/oder Glasvlies-schichten als mechanischer Schutz von PE-umhüllten Stahlrohren und Schweißnahtumhüllungen.

Wie bei einer herkömmlichen Umhüllung wird zunächst die Korrosionsschutzkomponente, d. h. Voranstrich und Butylkautschuk-Band, auf die Stahlfläche und ca. 30 mm weit auf die angrenzende Werksumhüllung aufgebracht. Der Voranstrich muss dabei vollständig vom Butylkautschuk-Band überdeckt werden.

Anschließend wird der mechanische Schutz, also die GFK-Schicht, in ca. 2 bis 2,5 mm Dicke so aufgetragen, dass sie zu beiden Seiten der Stahlfläche mindestens 20 cm die Werksumhüllung überdeckt. Dieser spezielle Aufbau ermöglicht es, die beim Einziehen in die vorgefertigte Bohrung auftretenden Scherkräfte auf dem PE/PP der Werksumhüllung abzutragen, ohne dass das Gesamtpaket verschoben wird. Gleichzeitig ist aber die Schweißnaht-Umhüllung so flexibel, dass das System den Biegungen des Rohres bei der Verlegung ohne Probleme folgt, ohne dabei abzuplatzen.

Das Kebudur UP-System eignet sich auch für den Einsatz in Bereichen mit erhöhter Temperatur, in Bereichen wo mit Bewegungen zu rechnen ist, wie z. B. in Verdichterstationen, oder auch für den Korrosionsschutz im Übergangsbereich Boden/Luft (Bild 3). Das System ist ebenfalls geeignet für den Schutz von Rohren an freiliegenden Leitungen im Bereich von Brücken und Bachläufen.

Mit dem Kebudur UP-System gibt es eine hervorragende Kombination zwischen dem seit mehr als 30 Jahren bewährten Korrosionsschutzmittel Butylkautschuk und dem mechanisch festen und chemisch indifferenten Mantel aus GFK. Die mechanischen Beeinträchtigungen können jedoch Größenordnungen erreichen, bei denen auch der härteste Schutzmantel, wie in diesem Fall die GFK-Beschichtung, dem Angriff nicht standhält. 

Alle Abbildungen: Kebulin-Gesellschaft Kettler GmbH & Co. KG

Kontakt

Klaus Erb
Kebulin-Gesellschaft Kettler
GmbH & Co. KG
Ostring 9
45701 Herten-Westerholt
Tel.: 0209 9615-0
Fax: 0209 9615-190



E-Mail: info@kebu.de
Internet: www.kebu.de



KORROSIONSSCHUTZSYSTEME

FÜR DEN ROHRLEITUNGSBAU

UNSERE PRODUKTPALETTE UMFASST:

Kunststoff-Bänder:
Kebulen-Bänder
Kebutyl-Systeme

■
Petrolatum- und Bitumen-Produkte

■
Schrumpfmaterialien:
Kebulen-Schrumpfmanschetten C50
Kebulen-Flicken C50

■
Reaktionsharze:
Polyurethan
Ungesättigte Polyesterharze
Exoxidharz

■
Kebudur UP-System:
Butylkautschuk kombiniert mit GFK
(Glasfaserverstärkter Kunststoff)



Kebulin-Gesellschaft Kettler GmbH & Co. KG
Fabrik für Korrosionsschutz u. Abdichtung seit 1933
Ostring 9 · D - 45701 Herten-Westerholt
Tel. +49 (0)2 09 / 96 15 - 0 · Fax 96 15-190
www.kebu.de · E-Mail: info@kebu.de

Kebu Rohrschutz- und Abdichtungsgesellschaft mbH

Kamenzer Straße 6 · D - 01896 Pulsnitz
Tel. +49 (0)3 59 55 / 4 49 00 · Fax 4 59 53