

Stegrohre aus Hart-PVC -Dynadur-, Teil III
Herstellung, Prüfung und Einsatz
von Waldemar Wissinger und Egon Barth, Troisdorf
in: krv-Nachrichten 1/1982
Copyright verbleibt beim Herausgeber!

Stegrohre aus PVC hart · Teil III

Herstellung, Prüfung und Einsatz

Waldemar Wissinger, Egon Barth*)

Im Teil I und II wurden die Abschnitte Herstellung, Abmessungen, Eigenschaftswerte und zum Teil die Prüfungen der Dynadur-Kanalstegrohre® behandelt (siehe KRV-Nachrichten 3/80 und 2/81).

Prüfungen (Fortsetzung) und Einsatz

Der breite Ringsteifigkeitsbereich des Steg- und Spiralrohrprogramms läßt bei entsprechender Variation der Stützweiten die Abdeckung eines weiten Anwendungsbereiches im Lüftungs- und Abgassektor zu, zumal auch eine Innendruckbelastung möglich ist. Bei Zeitstand-Innendruckversuchen an Kanalstegrohren bis zu DN 1000 wurden die Rohrabchnitte entsprechend DIN 8061 bei +60 °C geprüft. Die Prüfspannung wurde auf die mittlere Wanddicke bezogen, die sich aus dem Rohrgewicht und der Rohdichte ergibt. Bei einem σ von 10 N/mm² wurden z. B. mit Laufzeiten von 3 168 Std. Werte erreicht, die weit über dem Sollwert von 1000 Std. liegen.



Abb. 17
Stahlbetonrohr DN 1250 mit einbetoniertem Spiralrohr beim Außendruckversuch. Sichtbar sind die Manometer zur Erfassung des Außendruckes und der Meßfühler zur Bestimmung des Rohrdurchmessers.

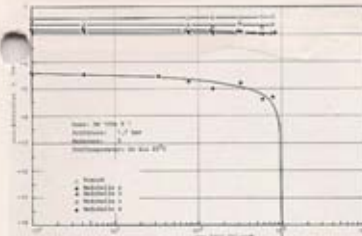


Abb. 18
Verlauf der Verformung eines Spiralrohr-Inliners in einem Stahlbetonvorpfeßrohr DN 1250 mit künstlich erzeugten, umlaufenden Hohlräumen, bei einem Außendruck von 1,7 bar.

Mit den veränderten Betriebsbedingungen im Abwassernetz, die sich in den letzten Jahren in veränderter Zusammensetzung der Abwässer und erhöhten Abwassertemperaturen äußern, treten seit einigen Jahren Korrosionsschäden auch in zementgebundenen Freispiegelleitungen auf. Beim natürlichen Abbau der im Wasser enthaltenen eisenhaltigen Stoffe entstehen Schwefelverbindungen. Diese schlagen sich auch an den Rohrwänden über dem Wasserspiegel nieder. Dort werden sie vorwiegend durch

Thio-Bakterien in Gegenwart von Sauerstoff zu Schwefelsäure oxidiert. An den Sammlerwänden entstehen im Kondensat dabei pH-Werte bis um 1 und die Schwefelsäure bewirkt dann die Zerstörung des Betons.



Abb. 19
Zeitstandverhalten einer PVC hart-Spiralrohr-Innenauskleidung bei äußerem Überdruck in einem Stahlbetonvorpfeßrohr DN 1250 mit künstlich erzeugten Hohlräumen zwischen Inliner und Stahlbeton. Prüftemperatur 20 bis 25 °C.

Damit ergibt sich für die Steg- und Spiralrohre ein weiteres Einsatzgebiet. Sie eignen sich wegen ihrer guten Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalienangriff hervorragend als korrosionsbeständige Inliner für Betonrohre. Auch zur Absicherung dieser Anwendungsbereiche wurde eine Reihe von Beulversuchen vorgenommen, da theoretisch beim Betonieren eines Stahlbetonrohres auf einem als verlorene Schalung eingesetzten PVC hart-Inlinerrohr die Bildung eines Ringspaltes zwischen Beton und Inliner (bei DN 1500 bis zu 1,875 mm) nicht auszuschließen ist. In einer ersten Versuchsserie wurde ein Stahlbeton Vorpfeßrohr DN 1250 mm mit einem Trovidur-Spiralrohr® DN 1250 K 1 betoniert. Dabei wurde um das Spiralrohr eine Ringleitung mit einem Außenanschluß und 4 mm Bohrungen im Abstand von 50 mm am inneren Radius zum Spiralrohr hin eingelegt und mit einbetoniert.



Abb. 20
Der Z-förmig ausgebildete Dichttring mit dem Stegdurchbruch



Abb. 21
Montage einer Steghrohrmuffe DN 500



Abb. 22
Einbau einer Überschiebemuffe



Abb. 23
Verlegung im Verbau, DN 500, in etwa 3,5 m Tiefe mit montierten Abzweigen

Zusätzlich wurde noch eine Einzeldüse einbetoniert und direkt an die Außenoberfläche des Spiralrohres angelegt. Über die Ringleitung und den Einzelanschluß wurde Wasser mit unterschiedlichem Druck an die Außenoberfläche des Spiralrohres herangeführt. Damit sollte die Ein-

*) Ing. (grad.) Waldemar Wissinger, Dynamit Nobel AG, Abteilung BKE-V, 5210 Troisdorf
Dipl.-Phys. Egon Barth, Dynamit Nobel AG, Abteilung BKE-P, 5210 Troisdorf



Abb. 24
Dynadur®-Kanalstegrohre DN 800 in geböschtem Graben mit eingebautem vorgefertigtem Betonschacht

wirkung von Wasser simuliert werden, welches über evtl. feine Risse und Poren im Stahlbetonrohr auf den Spiralrohrinliner einwirken kann. In der Rohrwand des Spiralrohres wurden sechs Anschlüsse eingesetzt, die während der Außen-Druckversuche mit Manometern bestückt wurden (Abb. 17). Zur Prüfung des Beulverhaltens einbetonierter PVC hart-Spiralrohre wurden über die Ringleitung und den Einzelanschluß Drücke bis zu 25 bar aufgebracht und während der Druckbelastung der Innendurchmesser des Spiralrohres gemessen. Bis zu Drücken von 20 bar und Bela-



Abb. 25
Doppelverlegung von Dynadur®-Kanalstegrohren DN 1000 in breitem Graben mit 5 m Sohllentiefe



Abb. 26
3,5 m tiefer Absturz und 90° Richtungsänderung einer Doppelleitung DN 1000. Revisionsschächte ebenfalls DN 1000 sind als Festpunkt ausgebildet.

stungszeiten bis zu 1600 Std. traten keine meßbaren Durchmesseränderungen ein. Erst bei 25 bar kam es zu geringen Verformungen, die nach 3 Std. Werte zwischen 0,4 und 1,5 mm

erreichten. Diese Untersuchung zeigte, daß Trovidur-Spiralrohre® aus PVC hart als Korrosionsschutz ohne Spaltbildung in Betonrohre einbetoniert werden können. Durch die dann gegebene Stützwirkung auf dem gesamten Außenumfang des Spiralrohres erreicht dieses eine sehr hohe Beulsteifigkeit gegen örtlich einwirkende Außen-drücke. Auch bei Drücken, die über dem 10fachen des kritischen Beuldruckes eines nicht abgestützten Rohres liegen, treten noch keine Einbeulungen auf.

Dieser Versuch wurde an zwei weiteren Stahlbeton-Vorpreßrohren DN 1250 mit Spiralrohr-Inlinern modifiziert. In diesen Rohren wurden durch Einlegen von Trennschichten jeweils 4 ringförmig um den ganzen Rohrumfang herumlaufende Hohlräume geschaffen. Mit dieser Maßnahme wurde erreicht, daß das in diesen Hohlräumen zugeführte Druckwasser am ganzen Umfang auf die Wand des Spiralrohres einwirken konnte. Im Kurzzeitversuch konnte unter diesen Versuchsbedingungen mit künstlich erzeugten umlaufenden Fehlstellen eine örtliche Einbeulung bei 2,4 bar erzielt werden. Dieser Wert entspricht größenordnungsmäßig dem errechneten kritischen Beuldruck $P_K = 1,86$ bar des eingesetzten Spiralrohres DN 1250, K 1, mit einer Rohringsteifigkeit $S_{Rohr} = 0,0038$ N/mm².

Langzeitversuche an den beiden Versuchsrohren führten bei 1,7 bar nach 985 Stunden und bei 1,5 bar nach 1187 Stunden zu örtlich begrenzten Einbeulungen über einem der künstlich erzeugten Kanäle. Interessant ist dabei, daß die Verformungskurve (Abb. 18) die gleiche Gestalt zeigt wie die bei den Vakuumversuchen ermittelten (siehe Abb. 15). Die aus den Bruchpunkten konstruierte Zeitstandkennlinie (Abb. 19) liefert für eine Belastungszeit von 10⁶ Stunden einen Beuldruck von 0,9 bar.

Diese Außendruckversuche haben gezeigt, daß Steghrohre aus PVC hart eine spaltfreie Verbindung mit Stahlbetonrohren ermöglichen. Damit können Stahlbetonrohre gegen Schwefelsäureangriff normaler Abwässer dauerhaft geschützt werden. Darüber hinaus wird auch der Transport aggressiver Abwässer bzw. sogar von Chemikalien möglich.



Abb. 27
Kanalstegrohre DN 1000 mit gegenüberliegender Einmündung von Rohren DN 500 in einen Revisionsschacht aus Polybeton

Die Beulsteifigkeit der Steghrohre bildet zusätzliche Sicherheit gegen das Eindringen drückenden Wassers von außen, selbst wenn durch äußere Einflüsse Risse im Stahlbetonrohr entstehen sollten. Nach den Versuchen kann man davon ausgehen, daß örtlich anstehende hohe Drücke durch Abbau der Kräfte in einem engbegrenzten Bereich nicht mehr den Belastungsfall bewirken, der im allgemeinen bei derartigen Stabilitätsrechnungen zugrunde gelegt wird. Bei normaleinbetonierten Trovidur-Spiralrohren® aus PVC hart tritt der Stabilitätsfall nicht im Bereich des rechnerisch ermittelten Beuldruckes ein.



Abb. 28
Dynadur®-Kanalstegrohre DN 700 und DN 1000 als Zu- und Ableitung in einer Kläranlage

Verformungen beginnen erst bei etwa 10fach höheren Drücken, da der der Berechnung zugrundeliegende Spalt nicht entsteht.

Verlegung und Verarbeitung

In den bisherigen Abschnitten wurde ausführlich über die Fertigungstechnik, die Rohrabmessungen und die Ringsteifigkeit und vor allem über die umfangreichen labor- und praxisnahen Prüfungen berichtet. In den folgenden Kapiteln soll ein Überblick über die Bauteile, Verlegung und ihre Verarbeitung sowie charakteristische Einsatzfälle gegeben werden.

Für den Kanalleitungsbau ist die Steckmuffenverbindung von besonderem Interesse, die wie üblich mit einer entsprechend ausgebildeten Muffe, dem Spitzende und dem Dichttring erfolgt. Wie Abb. 20 zeigt, muß jedoch der Dichttring Z-förmig ausgebildet sein und den schraubenförmigen Verstärkungssteg des Rohres an einer Stelle nahe dem Rohrende durchbrechen.

Die im Querschnitt etwa dreieckförmig ausgebildete Dichtung liegt auf der äußeren Wandung des Rohres gut auf, so daß sich das Überschieben der am Rohr angeformten Muffe ohne Verdrehung der Dichtung problemlos durchführen läßt (Abb. 21). Bei größeren Nennweiten empfiehlt sich für die Montage die Verwendung eines leichten Hubzuges.



Abb. 29
Die verlegten Inlinerrohre DN 800 werden zum Verguß in Ortbeton vorbereitet

Abzweige von 45° oder 90° in verschiedenen Nennweiten gehören zum Serienprogramm. Für Spezialfälle ist wegen der guten Verschweißbarkeit von Hart-PVC auch die Lieferung von Sonderformteilen möglich, die an den Schweißzonen mit GFK verstärkt werden.

In Abb. 22 ist der Einbau einer Überschiebmuße dargestellt, mit der nachträgliche Einbauten von Bauteilen vorgenommen werden können. Die Bearbeitung der Rohre (Ablängen, Ansträngen etc.) erfolgt zweckmäßigerweise mit einer Schleifhexe. Beim Ablängen arbeitet man mit einer Trennscheibe und einer Hilfsvorrichtung zur Erzielung eines rechtwinkligen Schnittes. Zum Ansträngen des Spitzendes und zur Ausarbeitung von Stegdurchbrüchen wird eine Schrubbscheibe verwendet. Bei der Verlegung ist die ausführliche Verlegeanleitung zu beachten.

Einsatzbeispiele

Inzwischen haben sich Dynadur®-Stegrohre und Trovidur®-Spiralrohre aus PVC hart in den unterschiedlichsten Anwendungsfällen bis zu 9 Jahren Einsatzzeit bewährt. Einige wenige charakteristische Einsatzbeispiele sollen die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten dieser Rohre aufzeigen.



Abb. 30
Stahlbetonvorpreßrohr mit Inliner aus Trovidur®-Stegrohr DN 1250

Erdverlegte Kanalleitungen

Dynadur®-Stegrohre sind in unterschiedlichen Dimensionen als Kanalleitungen bei verschiedensten Bodenverhältnissen verlegt. Der Einsatz erfolgt sowohl unter Graben- als auch unter Dammbedingungen. Bisher konnten an diesen Leitungen Schäden infolge Einbeulung oder Undichtigkeit nicht registriert werden.

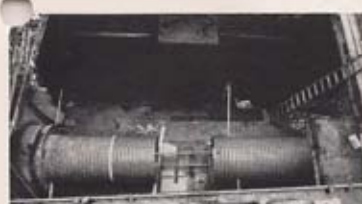


Abb. 31
Einbringung von Dynadur®-Kanalstegrohren DN 1400 in eine Leitung aus Stahlbetonvorpreßrohren. Am Bildrand ist die Verdämmung des Ringspaltes erkennbar

Eines der ältesten Einsatzbeispiele ist eine Kanalleitung in Porz. Dort sind Steghrohre der DN 500 in einer Tiefe von 3,5 m verlegt (Abb. 23). Wegen der wechselnden Leitungsführung in bindigem und nichtbindigem Boden ist auch eine Kanalleitung aus Steghrohren bis zur DN 800 bei Bielefeld interessant (Abb. 24). Diese Leitung wurde nach der Verlegung und nach unterschiedlichen Betriebszeiten mit dem in Abb. 9 (Teil II, KRV-Nachrichten 2/81) gezeigten Meßgerät auf ihre vertikale und horizontale Verformung durchgemessen und wird weiter kontrolliert.



Abb. 32
Prozeßabluftleitungen DN 1000 aus Trovidur®-Spiralrohren

Transport aggressiver Abwässer

Eine Doppelleitung der DN 1000 (Abb. 25) in Marokko zeichnet sich durch zwei Besonderheiten aus. Durch diese Leitung werden die Abwässer eines Chemischen Werkes transportiert. Hinzu kommt eine komplizierte Leitungsführung, die durch das zu überwindende Gelände erforderlich wurde und besondere Baukörper notwendig machte (Abb. 26).

Auch Abb. 27 zeigt die Abwasserleitung eines Chemiewerkes mit einem Kreuzungsschacht als interessantes Einsatzbeispiel.

Als Zu- und Ableitung in einem Klärbecken einer chemischen Fabrik werden Steghrohre DN 700 und 1000 eingesetzt (Abb. 28).

Inlinerrohre

Stegrohre und Spiralrohre aus PVC hart mit gegebenenfalls geringerer Profildicke und entsprechend geringerer Ringsteifigkeit sind gut als Inlinerrohre zum Korrosionsschutz von Stahlbetonrohren geeignet. Als einfachstes Beispiel kann die in Abb. 29 gezeigte Verlegung von Steghrohren in Ortbeton genannt werden. Natürlich können diese Rohre auch als verlorene innere Schalung für die Herstellung von Beton oder Stahlbetonvorpreßrohren eingesetzt werden. Durch die umlaufenden Stege wird eine ideale Verankerung des PVC hart-Rohres im Betonrohr erreicht. Mit Stahlbetonvorpreßrohren DN 1250 wurden in einer deutschen Großstadt 2 Abschnitte eines Sammlers ausgeführt, wie in Abb. 30 gezeigt.

Auch das nachträgliche Auskleiden von bereits verlegten Leitungen aus Stahlbetonvorpreßrohren ist mit gutem Erfolg erprobt worden (Abb. 31).

Die Verdämmung der in Längen von 4 m eingebrachten Steghrohre erfolgte in Abschnitten von 24 m Länge.

Lüftungsleitungen

Für den Einsatz von Trovidur®-Spiralrohren zur Ableitung aggressiver Gase sollen ebenfalls zwei Beispiele aus der Fülle der Einsatzfälle gezeigt werden. Abb. 32 zeigt an einem ganzen Leitungsbündel einer Prozeßabluftleitung die hohe Steifigkeit und Geradheit dieser Rohre, was einen großen Schellenabstand und damit eine wirtschaftliche Verlegung ermöglicht.



Abb. 33
12 m hohe Abluftkamine eines Galvanisierbetriebes aus Trovidur®-Spiralrohr DN 1250

Zum Abschluß soll in Abb. 33 eine der zahlreichen Verwendungen von Spiralrohren als Abgaskamin gezeigt werden. Auch dabei wird die Steifigkeit der Rohre genutzt, so daß die Stützkonstruktion in einfacher Form ausgeführt werden konnte.

Zusammenfassung

Aus diesen Beispielen ist zu erkennen, daß Steghrohre aus PVC hart für die vielfältigsten Einsatzfälle prädestiniert sind. Durch das Herstellungsverfahren können die Rohre für die unterschiedlichsten Anforderungen dimensioniert werden, so daß für jeden Belastungsfall eine optimale Bemessung und damit wirtschaftliche Herstellung möglich ist. Durch umfangreiche Untersuchungen sind praktisch alle Beanspruchungsfälle überprüft und durch Langzeitmessungen gesichert. In allen bisherigen Einsatzfällen wurden durch das gute Praxisverhalten die Prüfergebnisse bestätigt.

Gütenachrichten



Güteüberwachung von Industrierohren (GFK)

Nach Verabschiedung durch den Güteauschuß und erfolgter Zustimmung des RAL – Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. – hat die Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e. V. die Richtlinie R 9.9.1/8 „Industrierohre, Formstücke und Verbindungen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) auf Basis heißhärtender Epoxidharze (EP) und Vinylsterharze (V) mit dem Gütezeichen der Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e. V.“ zur Anwendung gebracht.

Die Güterichtlinie enthält die zur Güteüberwachung erforderlichen Anforderungen, Prüfun-

gen, Prüfhäufigkeit und Folgerungen für die im Wickel- oder Schleuderverfahren hergestellten GFK-Rohre. Die Abmessungen der Rohre und Muffen sind in den folgenden KRV-Arbeitsblättern festgelegt:

Arbeitsblatt A 9.8.1, Bl. 1 – Fassung März 1982 – „Maße für gewickelte GFK-Rohre aus EP- und V-Harzen“

Arbeitsblatt 9.9.1 – Fassung März 1982 – „Maße für geschleuderte GFK-Rohre aus EP- und V-Harzen“