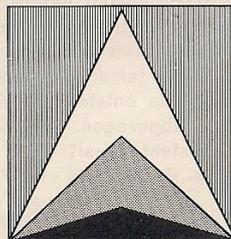


Kanalstegrohre aus PVC-hart

Von Ing. grad. R. Grünzbach



GESCHÄFTSBEREICH BAUWESEN
DYNAMIT NOBEL AG
VERKAUF DYNAROHR
521 TROISDÖRF · POSTFACH 1209

Beim Bau von Kanalisationsanlagen wird der Verarbeitung, Ausführung und Wahl des Materials nicht immer die notwendige Sorgfalt und Bedeutung beigemessen, da etwaige Mängel nach Beendigung der Arbeiten nicht mehr ohne weiteres sichtbar sind. Gerade aber auf diesem Sektor des Tiefbaus bedarf es besonderer Sorgfalt und hochwertiger Werkstoffe, wenn es darauf ankommt, z. B. eine in einer viel befahrenen Straße liegende Leitung ohne Risiko zu verlegen. Bei undichten Leitungen können durch Verseuchen des Grundwassers große Schäden eintreten und umfangreiche Reparaturarbeiten anfallen. Kanalstegrohre aus Hart-PVC (Bild 1) haben sich beim Bau von Kanalisationsleitungen großer Dimensionen bewährt, weil dieses System eine Reihe von fertigungstechnischen Vorteilen bietet und der Werkstoff PVC hart durch seine Chemikalienbeständigkeit gegenüber aggressiven Abwässern hervorragend geeignet ist. Hier wird über Herstellung, Lieferform, Einsatzbereich und Eigenschaften eines Kanalrohrsystems der Dynamit Nobel AG, Troisdorf, berichtet.



Bild 1 · Ein Industriebetrieb bei Niederkassel, bei dem stark korrodierende Abwässer anfallen, wählte für diese Abwasserleitung Stegrohre aus PVC hart. Die Leitung hat einen Durchmesser von 500 mm

Werkstoff und Herstellung der Stegrohre

Polyvinylchlorid (PVC) hat sich bereits seit Jahrzehnten als Werkstoff zur Herstellung von Rohren bewährt. Es wurde zu Beginn der 30er Jahre entwickelt und bereits 1936 erstmalig in Deutschland für PVC hart-Rohre als Transportmittel von Brauch- und Abwässern sowie Säuren verwendet. Die Produktion in größerem Umfang hat allerdings erst Mitte der 50er Jahre eingesetzt. Im Jahre 1968 betrug der Absatz von PVC-Rohren in der Bundesrepublik Deutschland bereits 87 530 t, obgleich die Dichte von PVC nur 1,4 g/cm³ beträgt; PVC-Rohre sind viel leichter als Rohre aus klassischen Werkstoffen. Das Diagramm (Bild 2) zeigt die Entwicklung der Produktion von PVC-Rohren in der Bundesrepublik.

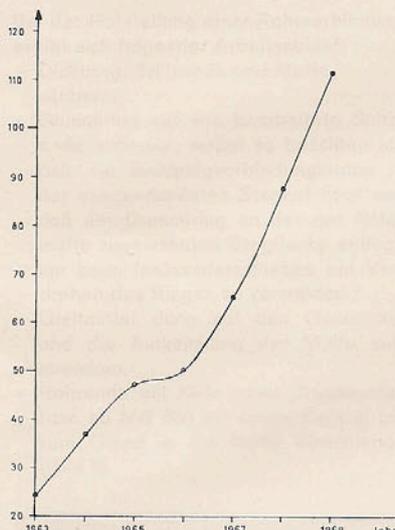


Bild 2 · Produktion von Rohren aus PVC hart und PVC Mischpolymerisat in der BRD in 1000 t

Die bisher angebotenen PVC hart-Rohre werden extrudiert. Dieses Verfahren ist jedoch nur bis zu Durchmessern von etwa 600 mm technisch und wirtschaftlich vertretbar durchzuführen. Dynamit Nobel hat ein indirektes Extrusionsverfahren für größere Nennweiten entwickelt, nach dem ein endloses Profilband hergestellt und in noch heißem Zustand spiralförmig auf einen Dorn gewickelt wird. Die Bänder werden dabei miteinander verschweißt (Bild 3), und das entstandene Stegrohr wird seitlich abgezogen. Ein ähnliches Verfahren besteht bereits für andere Werkstoffe, z. B. für Stahl und Polyäthylen.



Bild 3 · Stegrohrprofil

Lieferprogramm

Dynamit Nobel bietet ein komplettes System von Kanalrohren an. Das Sortiment umfaßt alle notwendigen Rohre und Formteile und erfüllt folgende Grundbedingungen für eine günstige Verarbeitung:

- Austauschbarkeit aller Teile
- große Bauteile, um Montageaufwand zu verringern
- einfache Handhabung
- wenig handwerkliche Arbeiten auf der Baustelle.

Das Programm umfaßt Rohre, Abzweige, Schachtschlußstücke, Schachtfutter, Überschiebmuffen und Sattelstücke in den Nennweiten 500 und 630. Die Nennweite 800 befindet sich zur Zeit in der Erprobung, und mit der Markteinführung der Nennweite 1000 wird kurzfristig gerechnet. Die Rohre, deren Standardlänge 5 m beträgt, sind serienmäßig mit einer Muffe und einem zur Aufnahme des Dichtelements bearbeiteten Spitzende versehen. Beim Stegrohr wird der Dichtung anders als bei der von glatten Rohren bekannten Muffenverbindung nicht in der Sicke der Muffe eingebracht, sondern die spiralförmig umlaufenden Stege des Spitzendes werden an einer Stelle durchbrochen und als Kammer für eine Z-förmige Dichtung genutzt.

Einsatzbereich

Das Rohrprofil wurde nach Richtlinien dimensioniert, die das Institut für Bautechnik Berlin für glatte PVC hart-Kanalrohre herausgegeben hat. Nach diesen Richtlinien können PVC hart-Rohre nach DIN 19.534 ohne Nachrechnung in folgendem Bereich verwendet werden:

Mindestüberdeckung von 1,5 m unter Verkehrsflächen bzw. 0,8 m unter verkehrsfreien Flächen oder solchen, die nur zeitweise leichtem Fahrzeugverkehr ausgesetzt sind. Die Höchstüberdeckung beträgt bei Verlegung im Graben mit Mindestbreite nach VOB 6 m, unter Dammschüttung oder in sehr breiten Gräben 4 m. Die Art des Verfüllbodens soll im ungünstigsten Fall DIN 1055, Blatt 2, entsprechen, also eine mittlere Dichte von 2,1 mp/m³ und einen Erdreibungswinkel von 22,5° besitzen.

Durch die statisch flexible Konstruktion der PVC hart-Rohre sind Auflager und Einbettung von ausschlaggebender Bedeutung. Die diesbezüglichen Bestimmungen der DIN 4033 sind deshalb genau einzuhalten.

Eigenschaften des Kanalstegrohres

Neben wirtschaftlichen Erwägungen bestimmen in erster Linie für das vorgese-

hene Einsatzgebiet die Gebrauchseigenschaften die Verwendung eines Baumaterials. Als wichtigste wären für den Kanalsektor zu nennen:

- Belastbarkeit der Stegrohre unter Erd- bzw. Verkehrslast,
- funktionelles Verhalten, bestehend aus Durchflußverhalten und Dichtigkeit von Rohr und Verbindung.
- Beständigkeit gegen Abrieb, chemische und biologische Einflüsse sowie Temperaturbeständigkeit.
- Verlegung und Verarbeitung.

Belastbarkeit

Die Belastbarkeit von PVC-Kanalrohren ist durch die Dimensionierung bestimmt. Es liegen heute allgemein anerkannte Berechnungsverfahren für diese Rohre vor. Ergänzend wurde für das Trocal-Stegrohr vom Erdbaulaboratorium Prof. Dr. Ing. Schmidtbauer, Essen, ein statisch und bodenmechanisch begründeter Berechnungsgang entwickelt, der es gestattet, die zulässige Rohrbelastung auch bei unterschiedlichen Bettungsverhältnissen zu ermitteln. Außerdem wurden praktische Untersuchungen über die Belastbarkeit von Kanalstegrohren durch den Hersteller bzw. bei Prüfungsinstituten vorgenommen. Zwischenergebnisse dieser Untersuchungen, die noch nicht ganz abgeschlossen sind, stimmen mit dem Berechnungsverfahren überein.

Durchflußverhalten und Dichtigkeit

Das Durchflußverhalten einer Rohrleitung wird von vielen Einzelfaktoren bestimmt. Hier sollen nur die materialbedingten Einflüsse behandelt werden:

- Rohrrauigkeitsfaktor: dieser wird bei vergleichbaren PVC hart-Druckrohren mit 0,007 angesetzt.
- Anzahl der Verbindungen: hierbei wirkt sich die große Baulänge von PVC-Stegrohren günstig aus.

Toleranzen des Innendurchmessers und zentrische Fixierung des Spitzendes in der Muffe: auch diese Voraussetzungen sind beim Stegrohr erfüllt. Die zulässigen Abweichungen vom Sollmaß des Innendurchmessers liegen z. B. unter 1 mm. Hierdurch entsteht ein glatter Übergang in den Verbindungen, so daß weder die Strömung beeinflusst wird noch sich Spinnstoffe festsetzen können.

In einigen Tabellen wird die Betriebsrauigkeit für PVC-Kanalrohre, in die diese Punkte enthalten sind, angegeben mit 0,40 mm bei normalen und 0,25 mm bei geraden Kanälen. Diese Werte dürften aber nicht ganz der Praxis entsprechen, da sie die positiven Eigenschaften der Rohre nicht ausreichend berücksichtigen.

Entsprechend DIN 4033 werden Freispiegelleitungen mit einem Innendruck bis zu 5 m Wassersäule geprüft. Bei dieser Beanspruchung ist das PVC-Stegrohr absolut dicht. Auch bei der wesentlich härteren Anforderung an die Muffenverbindung nach DIN 19.534, bei der z. B. bei NW 500 eine Scherlast von 500 kg aufgebracht wird, ist absolute Dichtigkeit gegen 0,5 atü Wasserdruck gegeben. Um diese Dichtigkeit zu erreichen, wurden bei der Dimensionierung des Gummidichtingrings die Summe der Fertigungstoleranzen von Rohr, Muffe und Gummiring sowie der unter Scherlast auftretende Spalt berücksichtigt (Bilder 4 und 5).

Abriebverhalten

Über das Abriebverhalten von Rohren bestehen bisher weder Prüfvorschriften nach Normen, so daß mancherlei Unsicherheit in dieser Frage vorherrscht. Das Institut für Hydromechanik und Wasserbau der Techn. Hochschule Darmstadt, seinerzeit unter Leitung von Prof. Kirchner, hat ein Verfahren für Abriebuntersuchungen entwickelt, nach dem durch wechselweises Neigen des Versuchsrohres eine Hin- und Herbewegung des eingebrachten Mischgutes herbeigeführt wird. Der Inhalt muß dabei gleichmäßig

und vollständig von einem Rohrende zum anderen gelangen. Das Prüfgut besteht aus einer vorgegebenen Menge Wasser und Abriebsmaterial (Reinkies/Reinsandgemisch der Körnung 0/30 mm).

Nach diesem Verfahren wurde an der Techn. Hochschule Darmstadt der Abrieb bestimmt an

- einem Asbestzement-Kanalrohr NW 500 mit Prüf.-Nr.
- einem Betonrohr NW 500 nach DIN 4032
- einem Steinzeugrohr NW 500 nach DIN 1230 und
- einem PVC hart-Stegrohr NW 500

Bild 6 zeigt die Abriekurven nach dieser Prüfung. Dabei bilden die Meßwerte des mittleren Abriebs die Ordinate und die zugehörigen Lastspiele die Abszisse des Diagramms. Die Steigung der Abriekurve gibt die Abriegeschwindigkeit wieder und zeigt auch Schichten höherer und geringerer Abriebfestigkeit an.

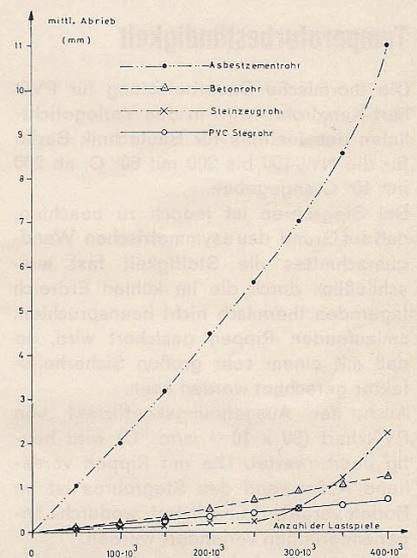


Bild 6 · Abriekurven für verschiedene Kanalrohre

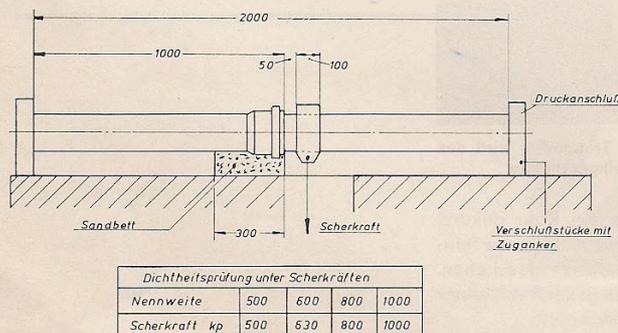


Bild 4 · Dichtungsprüfung unter Scherkräften

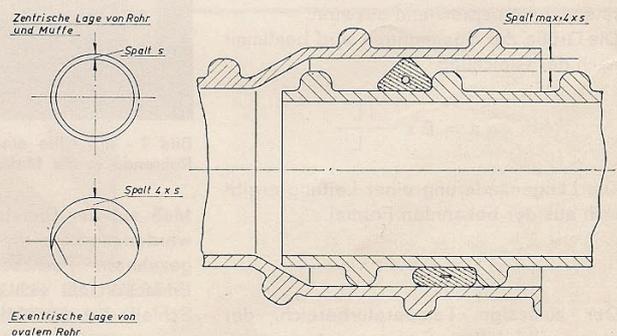


Bild 5 · Einfluß der Fertigungstoleranzen auf die Dichtwirkung

Chemische und biologische Beständigkeit

Die chemische Beständigkeit von PVC hart ist allgemein bekannt. Aus diesem Grunde findet dieser Kunststofftyp gerade im chemischen Apparate- und Leitungsbau eines seiner wichtigsten Anwendungsgebiete. Einzelheiten über die chemische Beständigkeit von Rohren und Tafeln aus PVC hart können der DIN 16.929 entnommen werden.

Hervorzuheben ist noch, daß PVC hart-Rohre keiner Schutzschicht bedürfen, die durch Abrieb, Transport, Verlegung usw. gefährdet ist, da sie aus einem homogenen Material hergestellt werden und daher zuverlässig und unzerstörbar sind.

Bei Untersuchungen der biologischen Beständigkeit wird immer wieder die Frage gestellt, ob PVC hart-Rohre von Ratten angefressen werden. Derartige Schäden konnten aber nach bis 1936 zurückliegenden Erfahrungen nicht nachgewiesen werden.

Temperaturbeständigkeit

Die thermische Dauerbelastung für PVC hart-Kanalrohre wird in den Verlegerichtlinien des Instituts für Bautechnik Berlin für die NW 100 bis 200 mit 60° C, ab 200 mit 40° C angegeben.

Bei Stegrohren ist jedoch zu beachten, daß auf Grund des asymmetrischen Wandquerschnittes die Steifigkeit fast ausschließlich durch die im kühlen Erdreich lagernden thermisch nicht beanspruchten, umlaufenden Rippen gesichert wird, so daß mit einem sehr großen Sicherheitsfaktor gerechnet werden kann.

Auch der Ausdehnungskoeffizient von PVC hart ($80 \times 10^{-6} \text{ m/m } ^\circ\text{C}$) wird häufig überbewertet. Die mit Rippen versehene Außenwand des Stegrohres ist im Boden verankert und fixiert, wodurch Längenänderungen verhindert werden.

Die durch die behinderten Bewegungen auftretenden Spannungen werden dann vom Material aufgenommen. Die Größe dieser Spannungen ist unbedeutend, da sich hierbei der relativ niedrige Elastizitätsmodul entsprechend auswirkt.

Die Größe der Spannungen wird bestimmt nach der Gleichung

$$\sigma_a = E \times \frac{\Delta L}{L}$$

Die Längenänderung einer Leitung ergibt sich aus der bekannten Formel

$$\Delta L = L \times \Delta t \times \alpha$$

Der zulässige Temperaturbereich, der einer Rohrleitung zugemutet werden kann, ohne daß die durch die behinder-

ten Längenänderungen hervorgerufenen Spannungen $\sigma_{zul.}$ überschreiten, ergibt sich aus der Formel

$$\Delta t = \frac{\sigma_{zul.}}{E \times \alpha}$$

Für das hier behandelte PVC-Stegrohr ergibt sich daraus eine mögliche Temperaturdifferenz von $\pm 40^\circ \text{C}$.

Verlegung und Verarbeitung

Die Verlegung und Verarbeitung von Kanalstegrohren der Dynamit Nobel ist infolge des kompletten Programmes und des geringen Gewichtes der Rohre sehr einfach.

NW (mm)	500	600	800	1000
Gewicht (kg/m)	20,0	37,0	62,6	104,0

Bei der Herstellung einer Rohrverbindung ergibt sich folgender Arbeitsablauf:

- Dichtring, Spitzende und Muffe säubern.
- Gummiring auf das bearbeitete Spitzende auflegen, wobei zu beachten ist, daß die Dichtringverbindungsrippe in der ausgearbeiteten Stegnut liegt und daß der Gummiring an der der Rohrmuffe zugewandten Stegflanke anliegt, um beim Ineinanderschieben ein Verdrehen des Ringes zu vermeiden.
- Gleitmittel dünn auf den Gummiring und die Aufkelchung der Muffe aufstreichen.
- Rohrende mit Hilfe eines Tragegurtes bzw. ab NW 600 mit einem Seilzug bis zum Grund in die Muffe einschieben (Bild 7).

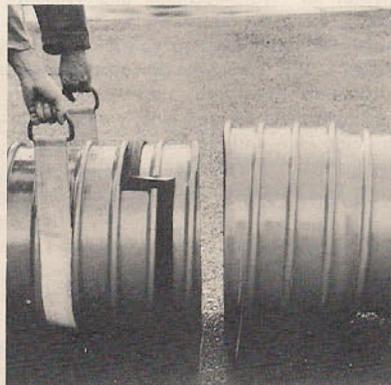


Bild 7 · Mit Hilfe eines Tragegurtes wird das Rohrende in die Muffe eingeschoben

Muß auf der Baustelle ein Rohr gekürzt werden, so kann dies mit Hilfe eines feingezahnten Fuchsschwanzes geschehen. Einfacher läßt sich dies jedoch mit einer Schleifhexe durchführen.

Nach dem Ablängen muß das Spitzende auf ca. $\frac{1}{3}$ seines Rohrumfanges angeschrägt und die Nut zur Aufnahme der Dichtringverbindungsrippe aus dem Steg herausgearbeitet werden. Dies kann mit einer Fräserfeile oder Kabinettraspel bzw. wiederum mit einer Schleifhexe geschehen.

Richtlinien und Normvorschriften

Wichtig bei der Verlegung von Kunststoffrohren im Erdreich ist die Beachtung der gültigen Richtlinien. Hier sind zu nennen:

DIN 18300: VOB Verdingungsordnung für Bauleitungen, Teil C: Allgemeine techn. Vorschriften Erdarbeiten.

DIN 4033: Entwässerungskanäle und Leitungen aus vorgefertigten Rohren.

ZTVE-StB 65: Richtlinie für Erdarbeiten im Straßenbau, herausgegeben vom Bundesminister für Verkehr.

Merkblatt: Über das Zufüllen von Leitungsgräben, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V., Arbeitsgruppe Untergrund.

Baupolizei: Die örtlichen baupolizeilichen Vorschriften sind zu beachten.

