

Inhalt

	<i>Seite</i>
Einführung	3
1. Öffentliche Kanäle und Grundstücksentwässerung	3
2. Planung	4
3. Hydraulische Bemessung	5
4. Statische Bemessung	5
5. Kunststoff-Kanalrohrsysteme	7
6. Schachtbauteile	9
7. Bau von Abwasserkanälen und -leitungen	12
8. Betrieb	13
8.1 Wartung, Reinigung, Inspektion	13
8.2 Chemische Widerstandsfähigkeit	14
8.3 Abriebfestigkeit	14
9. Abwasserleitungen in Trinkwasserschutzgebieten	14
10. Planung und Bau von Kanälen im ländlichen Raum	16
11. Wirtschaftlichkeit	19
12. Vortriebsrohre	20
13. Sanierungsverfahren	22
14. Gütesicherung	25
Normen, Richtlinien, Arbeits- und Merkblätter	26

Text und Bebilderung

füßen weitgehend auf Beiträgen von:

Dipl.-Ing. C. Baumgärtel
Dipl.-Bauing./Dipl.-Wirt.Ing. M. Behrens
Dr. E.W. Braun
Dipl.-Phys. U. Kreitel
Dipl.-Ing. H.H. Meyer
Dipl.-Ing. R.E. Nowack
Dipl.-Ing. R. Othold
Dipl.-Ing. D. Scharwächter
Dipl.-Ing. H.B. Schulte
Dr.-Ing. P. Unger
Dipl.-Ing. U. Wallmann

Der Kunststoffrohrverband dankt für diese Unterstützung.

Impressum



Fachverband der
Kunststoffrohr-Industrie

Dyroffstraße 2 · 53113 Bonn
Telefon: (02 28) 9 14 77 - 0 · Telefax: (02 28) 21 13 09
Internet: <http://www.krv.de> · e-mail: kunststoffrohrverband@krv.de

3. Auflage, Juli 2002

Einführung

Immer wieder hört und liest man über den maroden Zustand von Abwasserkanälen in Deutschland. Der Umweltausschuß des Deutschen Bundestages z.B. hat am 16. Juni 1999 in einer Beschlußempfehlung festgestellt, daß ca. 22 % des öffentlichen Kanalnetzes in Deutschland schadhaft sind und daß von den festgestellten Schäden 20-25 % einer dringenden Schadensbehebung bedürfen. Der gesamtdeutsche Sanierungsbedarf des Abwassernetzes wird von der Bundesregierung nach Länderumfragen auf rd. 80 Mrd. Euro geschätzt.

Nach den Ergebnissen der ATV-DVWK-Umfrage 2001 sind ca. 17 % der öffentlichen Kanalisation kurz- bzw. mittelfristig sanierungsbedürftig. Hierfür müßten rund 45 Mrd. Euro veranschlagt werden. Weitere 14 % des Netzes weisen geringfügige Schäden aus und müssen langfristig saniert werden.

Eine Studie des Bundesverbandes der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V. geht bis zum Jahr 2015 für die öffentliche Kanalisation von einem Neubau- und Instandhaltungsbedarf zwischen jährlich 2.573 und 6.081 km aus bei einem geschätzten Investitionsvolumen zwischen 3,31 und 7,57 Mrd. DM jährlich. Viele Fachleute befürchten auch eine zumindest ähnliche Schadensrate auf dem Gebiet der privaten Abwasserleitungen. Professor Dietrich Stein von der Ruhr-Universität Bochum schätzt auf der Grundlage lokaler Untersuchungen notwendige Sanierungskosten auf 4.000 Euro pro Grundstück.

Die Sanierungsnotwendigkeit ergibt sich vor allem aus der Überlastung und damit dem Bruch der Rohre. Das kann auf Planungs- und Verlegefehler zurückgeführt werden, betrifft aber vor allem Rohre aus traditionellen Werkstoffen. Dennoch werden auch heute gerissene/gebrochene Rohre unbeschadet der gemachten Erfahrungen meistens durch solche gleicher Bauart ersetzt. Bei Kunststoffrohren hingegen trägt aufgrund ihrer Flexibilität das umgebende Erdreich die Lasten; Brüche treten nicht auf.

Angesichts dieser Zahlen, des Kostendrucks auf die öffentlichen Haushalte und der allgemein sehr hohen Abwassergebühren sind technisch ausgereifte und wirtschaftliche Problemlösungen in der Abwasserentsorgung wichtiger denn je, wie sie von modernen Kunststoffrohrsystemen geboten werden. Diese Publikation soll dies in geraffter Form durch ein breites Spektrum an Informationen deutlich machen. Schließlich setzen sich Kunststoffrohre trotz ihrer ausgezeichneten Produkteigenschaften im kommunalen Bereich – bei deutlicher Steigerung in den letzten Jahren – zu langsam durch. Während in Nordamerika ca. 85 % und in Nordeuropa 60 % bis 90 % der Neubauten in der öffentlichen Abwasserentsorgung in Kunststoffrohren ausgeführt werden, vergibt die öffentliche Hand in Deutschland – vielleicht aus Tradition?

– nur zwischen 10 % und 20 % ihrer Aufträge an die Kunststoffrohrbranche. Hingegen sind Kunststoffrohre auf dem Gebiet der Grundstücksentwässerung mit ca. 90 % Marktanteil dominant. Und wenn es zu notwendigen Reparaturen kommt, werden auch diese zu etwa 80 % mit Kunststoffrohrsystemen verwirklicht.

1. Öffentliche Kanäle und Grundstücksentwässerung

1.1 Öffentliche Kanäle

Kanalisationsanlagen stellen ein langlebiges Wirtschaftsgut dar mit Abschreibungszeiträumen bis zu 100 Jahren. Deshalb verlangen z.B. Kommunen als Auftraggeber von den Rohrleitungssystemen mit Recht gleichbleibend hohe Qualität über lange Zeiträume. Die Entscheidungsträger legen aus der gebotenen Sorgfaltspflicht Haupt-Kaufentscheidungskriterien zugrunde, unter anderem Markverfügbarkeit und – vor allem – Kosten/Nutzen-Verhältnisse.

Die Eignung von Kunststoffrohren für den Abwasserbereich läßt sich an einer Summe von Kriterien messen, von denen nachfolgend einige beispielhaft aufgeführt sind:

- ▷ Normung bzw. bauaufsichtliche Zulassung
- ▷ Langlebigkeit (> 100 Jahre)
- ▷ Komplettes Rohr- und Formstück-Programmangebot
- ▷ Dichtheit gegen inneren und äußeren Wasserdruck durch zuverlässige Verbindungstechnik
- ▷ Einfache und sichere Verlegetechnik
- ▷ Hervorragende Materialkennwerte für die statische Berechnung
- ▷ Optimiertes hydraulisches Verhalten (k -Wert < 0,1)
- ▷ Hohe chemische Widerstandsfähigkeit des Rohres, der Verbindung, des Dichtelementes (pH = 2 bis pH = 12)
- ▷ Abriebverhalten (> 100 Jahre)
- ▷ Umweltfreundlichkeit
- ▷ Recyclingfähigkeit.

Die besonderen Eigenschaften der Kunststoffe machen die Anwendungen besonders dort wirksam, wo abzuleitende Abwässer chemisch aggressive und korrosive oder die Umwelt gefährdende, gefährliche Stoffe enthalten. Weiterhin sind Kunststoffrohre besonders geeignet für Grundwasserbereiche und andere schwierige Bodenverhältnisse wie Bergsenkungsgebiete, Meeresküsten und Marschland.

In Bild 1 auf Seite 4 sind die Anwendungsvarianten schematisch dargestellt.

Man kann mit Kunststoffrohren und -formstücken komplette Entwässerungssysteme herstellen, bei denen die Rohrleitungen und die Anschlüsse an die erforderlichen Bauwerke wie Abzweigungsbauwerke, Straßenabläufe oder Kontrollschächte aus Kunststoffen die dauerhafte Dichtheit eines solchen Systems garantieren.

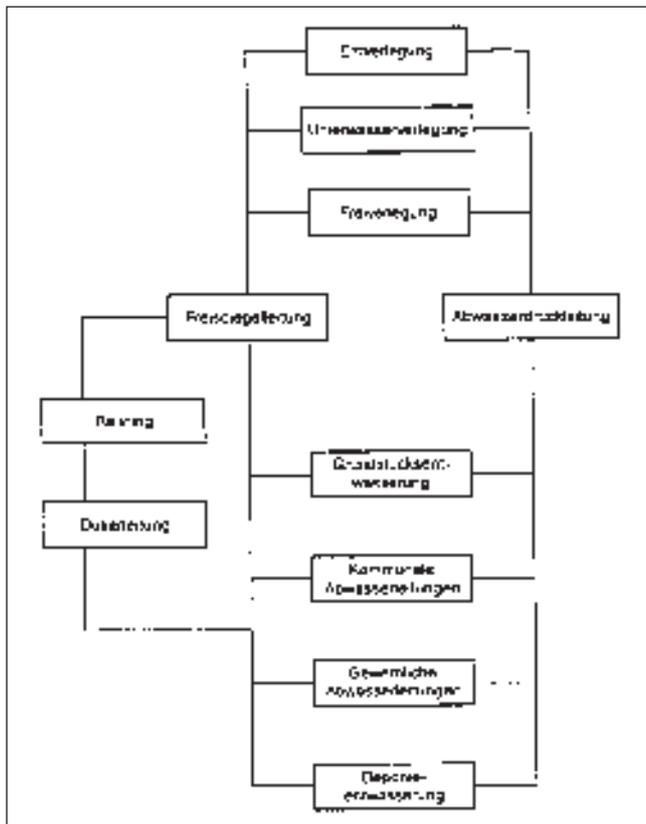


Bild 1: Anwendungsvarianten

1.2 Grundstücksentwässerung

Nach der DIN 4045¹⁾ und fallweise nach Ortssatzungen erstreckt sich der Anschlußkanal vom öffentlichen Abwasserkanal bis zur Grundstücksgrenze oder bis zum ersten Übergabeschacht auf dem Grundstück. Den dahinterliegenden Kanal zum Gebäude nennt man Grundleitung.

In Deutschland gibt es eine Vielzahl von technischen Regeln, in denen die Planungsgrundlagen und die Anforderungen an die Kanalisation dargelegt sind. Im allgemeinen gelten die Regeln der ATV. Für Produkte, für die es noch keine Normen gibt, erteilt das DIBt die bauaufsichtliche Zulassung.

In der Vergangenheit hat sich ein unterschiedlicher Standard in der Bauausführung entwickelt. Während im öffentlichen Bereich eine gezielte Bauüberwachung den ordnungsgemäßen Bau der Kanalisation sicherstellt, reicht auf privaten Grundstücken meistens eine Bescheinigung des ausführenden Bauunternehmens über den regelgerechten Bau aus.

Die bisher festgestellte Schadensrate in Verbindung mit der Gesamtlänge der Grundstücksentwässerungsleitungen von ca. 1,2 Mio. km erfordert es, daß diesem Bereich der Kanalisation sowohl unter baulichen als auch unter betrieblichen Aspekten ein höherer Stellenwert zukommen muß.

¹⁾ Normen, Richtlinien, Arbeits- und Merkblätter sind im Anhang erläutert.

In Deutschland haben sich im Grundstücksbereich Rohre und Formstücke aus Kunststoffen durchgesetzt. Die Kunststoffrohrleitungen sind in den Innenflächen einschließlich der Muffenverbindungen praktisch glatt und können daher eine vergleichsweise hohe hydraulische Leistungsfähigkeit vorzeigen.

Diese Kunststoff-Grundleitungen überzeugen nicht nur durch hohe Robustheit; vor allem das Zusammenspiel von Steifigkeit und Flexibilität ergibt ihre Zuverlässigkeit. Zum einen widerstehen sie der Belastung durch Erd- und Verkehrslast, zum anderen reagieren sie flexibel auf die Bodenveränderungen und Verschiebungen. Das bedeutet, daß mit diesen Systemen alle Voraussetzungen für eine dauerhaft sichere, die Umwelt schützende Abwasserentsorgung erfüllt sind.

Die Kunststoff-Grundleitungen sind auch unter dem Aspekt der Verarbeitung eine optimale Lösung, da keinerlei zusätzliche konstruktive Maßnahmen erforderlich sind. Durch das geringe Gewicht, die einfachen Verbindungen durch Steckmuffen mit eingelegten Dichtringen und die großen Baulängen werden keine weiteren Hilfsmittel benötigt. Rohrverkürzungen sind an jeder Stelle möglich. Abzweigungen oder zusätzliche Anschlüsse können nachträglich angebracht werden.

Außerdem ist durch den Einsatz von nicht besteigbaren Kunststoffschächten sichergestellt, daß die Grundleitungen inspiziert, gereinigt und jederzeit während des Bauens, nach Abschluß der Bauphase und während der gesamten Nutzungsdauer einer Dichtheitsprüfung unterzogen werden können.

2. Planung

Am Anfang einer jeden Baumaßnahme steht die Planung. Je durchdachter die Planungsarbeiten, desto besser das Ergebnis des Baus einer funktionsgerechten und wirtschaftlichen Anlage. Dies gilt im Grunde für alle Baumaßnahmen.

Die Grundlage für Planung und Bemessung im Bereich der Abwasserentsorgung geht auf den eigentlichen Zweck einer Kanalisation zurück, nämlich die umweltfreundliche, geruchsneutrale und technisch einwandfreie Ableitung von Abwässern aller Art aus Haushalt, Gewerbe und Industrie; daneben muß sie auch – gleichzeitig oder getrennt – die Regenwässer von Grundstücken und Straßen aufnehmen.

Die Kanalisation ist ursächlich eine raumordnende und hygienische Aufgabe und erst in zweiter Linie ein technisches Problem.

Neben dem Sammeln aller erreichbaren Informationen über ein zu planendes Projekt sind eine Reihe von grundsätzlichen Gesichtspunkten in den Bearbeitungsgang einzubeziehen, z.B.:

- ▷ Anwendung des wirtschaftlich und technologisch günstigsten Verfahrens des Abwassertransportes
- ▷ Werkstoffauswahl, insbesondere unter Berücksichtigung der Aggressivität der Abwässer, der vorliegenden Bodenverhältnisse und der daraus resultierenden Lebenserwartung sowie der Gewährleistung für notwendige Instandhaltungs-, Reinigungs- und Reparaturarbeiten der Abwasserkanäle und -leitungen
- ▷ Zuverlässig dauerhafte Dichtheit der Kanalisationssysteme während der gesamten zu erwartenden Betriebszeit.

Unabhängig von der Konzeption der Abwasseranlage als Misch- oder Trennsystem, als Freispiegel- oder als Druckleitung, gelten allgemeine Anforderungen an Kanalleitungen, die jeder Planung zugrunde gelegt werden sollten. In der Regel sind Systeme eines Herstellers zugelassen, auf Dichtheit ausgelegt und entsprechend geprüft. Die zugehörigen Dichtelemente sind zu verwenden. Bei der Kombination verschiedener Systeme ist auf die Austauschbarkeit bzw. auf geeignete Übergangsstücke zu achten. Das gilt auch für Übergänge auf Schächte und Bauwerke. Bei Beachtung dieser Punkte ist ein einwandfrei funktionierendes Abwassersystem gewährleistet.

Die Werkstoffauswahl für Abwasserkanäle und -leitungen stellt eine grundsätzliche Entscheidung des Planers dar. Bei einer Vielzahl von Planungen genießt die statische und hydraulische Bemessung Vorrang unter den Entscheidungskriterien.

Trends

Der Trend zum Trennsystem ist ungebrochen. Diese Systeme werden weiterentwickelt und mit anderen Systemelementen kombiniert. So finden sich bereits häufiger Systemkombinationen aus Schmutzwassernetzen, die im Straßenraum liegen können, und aus Mulden-Rigolen-Systemen für Regenwässer, die längs der Grundstücksgrenzen angeordnet sein können.

Die aufgezeigte Art der Niederschlagswasserversicherung ist nur ein Beispiel für die vielfach planerisch erschlossenen Lösungsmöglichkeiten.

Eine weitere Maßnahme zur Kostenersparnis – ohne Nachteile für die technische Funktion – ist die Verlängerung der Haltungen, der Einsatz von Bögen bzw. von nicht besteigbaren Reinigungs- und Inspektionsschächten anstelle der bisher üblichen besteigbaren Schachtbauwerke.

3. Hydraulische Bemessung

Die günstigen hydraulischen Eigenschaften von Rohrleitungen aus Kunststoffen ergeben sich aus den glatten Rohrrinnenflächen, minimalen Muffenspalten und Muffen-

stößen sowie den fließtechnisch optimierten Formstücken und Schachtböden. Die großen Baulängen der Rohre und die damit verbundene geringe Anzahl von Rohrstößen unterstützen die hydraulischen Vorteile.

Aus übergeordneten Gesichtspunkten sind in den pauschalen betrieblichen Rauheitswerten im ATV-Arbeitsblatt A 110 für alle Rohrmaterialien einschließlich der Kunststoffrohre die Verluste infolge Wandrauheiten einheitlich mit $k = 0,1$ mm festgelegt worden. Dabei hätten die natürlichen Wandrauheitswerte für Kunststoffrohre, die nach allen vorliegenden Erfahrungen geringer als bei herkömmlichen Rohrwerkstoffen sind und dauerhaft bleiben, eine günstigere Einstufung gerechtfertigt. Die hydraulischen Bemessungen mit den empfohlenen pauschalen Rauheitswerten enthalten daher für Leitungen aus Kunststoffrohren eine gewisse Sicherheitsreserve.

4. Statische Bemessung

Für alle üblichen Installationsfälle ist die Stabilität der Rohrleitung sichergestellt. Zum Nachweis gibt es für PVC-Kanalrohre Regelstatiken in der Norm. Für andere Werkstoffe sind sie in Vorbereitung. Für die allgemeine Berechnung und für besondere Einbausituationen gilt in Deutschland die statische Berechnung gemäß ATV-Arbeitsblatt A 127. Die Rohrersteller liefern auf Anforderung statische Nachweise. Erforderlich hierfür sind Angaben über die geplanten Einbaubedingungen, für die entsprechende Fragebögen zur Verfügung gestellt werden.

Die dritte überarbeitete Ausgabe des ATV-Arbeitsblattes A 127 ist im August 2000 erschienen. In diese neue Auflage sind eine Reihe von Richtigstellungen für das Verhalten von Kunststoffrohren und ihre Berechnung aufgenommen worden. So ist der Wert für die akzeptable Verformung (unter gewissem rechnerischen Aufwand) von 6 % auf 9 % (90 % Fractile) angehoben worden. 90 % Fractile bedeutet, daß 90 % der Rohrleitung diese Verformung einhalten müssen, aber an einzelnen Punkten durchaus höhere Werte erlaubt sind. Zum anderen ist für Kunststoffrohre die Verkehrslast nur noch als Kurzzeitlast berücksichtigt (gegenüber 50 Jahren früher), da bei flexiblen Werkstoffen der Boden diese Belastungen trägt.

Im einzelnen müssen gemäß A 127 folgende Nachweise geführt werden:

- ▷ Spannungsnachweis (Kurzzeit) für PVC-U, PP und PE-HD
- ▷ Dehnungsnachweis (Kurz- und Langzeit) für GFK
- ▷ Verformungsnachweis (Kurz- und Langzeit) für PVC-U, PP, PE-HD und GFK
- ▷ Stabilitätsnachweis (Kurz- und Langzeit) für PVC-U, PP, PE-HD und GFK.

4.1 Notwendigkeit einer statischen Berechnung

Kanalrohre und Formstücke der Nennsteifigkeit SN 4 aus PVC-U können unter folgenden, vom Deutschen Institut für Bautechnik Berlin festgelegten Bedingungen ohne statischen Nachweis verwendet werden (dies gilt auch für coextrudierte, kerngeschäumte Kanalrohre aus PVC-U):

- ▷ Mindestüberdeckung von 1,0 m unter Verkehrsflächen, für die keine höhere Verkehrslast als SLW 30 vorgesehen ist
- ▷ Mindestüberdeckung von 0,8 m unter verkehrsfreien Flächen oder solchen Flächen, die nur zeitweise leichtem Fahrzeugverkehr (LKW 12) ausgesetzt sind
- ▷ Höchstüberdeckung von 6,0 m bei Verlegung im Graben mit Mindestbreite nach VOB, bzw. 3,5 m (unter verkehrsfreien Flächen 4,0 m) bei Verlegung unter Dammschüttungen oder in sehr breiten Gräben
- ▷ Art des Verfüllbodens gemäß DIN 1055-2, Tabellen 1 und 2 mit Kennwerten $\text{cal } \gamma \leq 20 \text{ kN/m}^3$, $\text{cal } \varphi \geq 20^\circ$
- ▷ Lagerungsbedingung gemäß DIN EN 1610.

Für andere Werkstoffe (PE, PP und GFK) liegen Regelstatiken z.Z. noch nicht vor. Für sie und für PVC-Rohre, die nicht den genannten Bedingungen entsprechen, ist ein statischer Nachweis zu führen.

4.2 Vorteile des elastischen Rohres gegenüber dem starren Rohr

Werden Kanalrohre aus verschiedenen Materialien wie Beton, Steinzeug, Guß und Kunststoff miteinander ver-

glichen, redet man vornehmlich von materialabhängigen Faktoren wie Abrieb und chemische Widerstandsfähigkeit. Diese Diskussion wird den tatsächlichen Anforderungen der Rohrleitungen in der Praxis nicht gerecht; in den Schadensstatistiken führen andere Faktoren zu vorzeitigem Versagen (Bild 2).

Vorrangige Ursache für die Schäden ist nicht etwa ungenügende Materialqualität, sondern Überlastung.

Beton und Steinzeug sind starre Werkstoffe (biegesteif). Bei Erdverlegung ziehen Bauteile aus starren Werkstoffen auftretende Bodenlasten auf sich, da der Boden weniger stabil ist. Gleichzeitig reagieren sie auf dabei auftretende Überlastungen mit unmittelbarem Bruch des Bauteiles. Dehnung oder Biegung können praktisch nicht auftreten.

Kunststoffrohre dagegen sind flexibel (biegeweich).

Die Flexibilität der Kunststoffrohre führt bei der Erdverlegung zu einem Lastausgleich zwischen dem umgebenden Erdreich und dem Rohr. Das Rohr entzieht sich den auftretenden Lasten durch Verformung und zwingt damit das Bettungsmaterial, die Auflasten zu tragen (Bild 3).

Die Verformung ist damit keineswegs als Zeichen von zu hoher Belastung zu verstehen, sondern als eine gezielte und gewünschte Reaktion auf die auftretenden Kräfte und Setzungen im Boden. Die Lasten werden dabei auf das Erdreich übertragen. Das Erdreich erweist sich dabei stärker als alle beschriebenen Rohrsysteme.

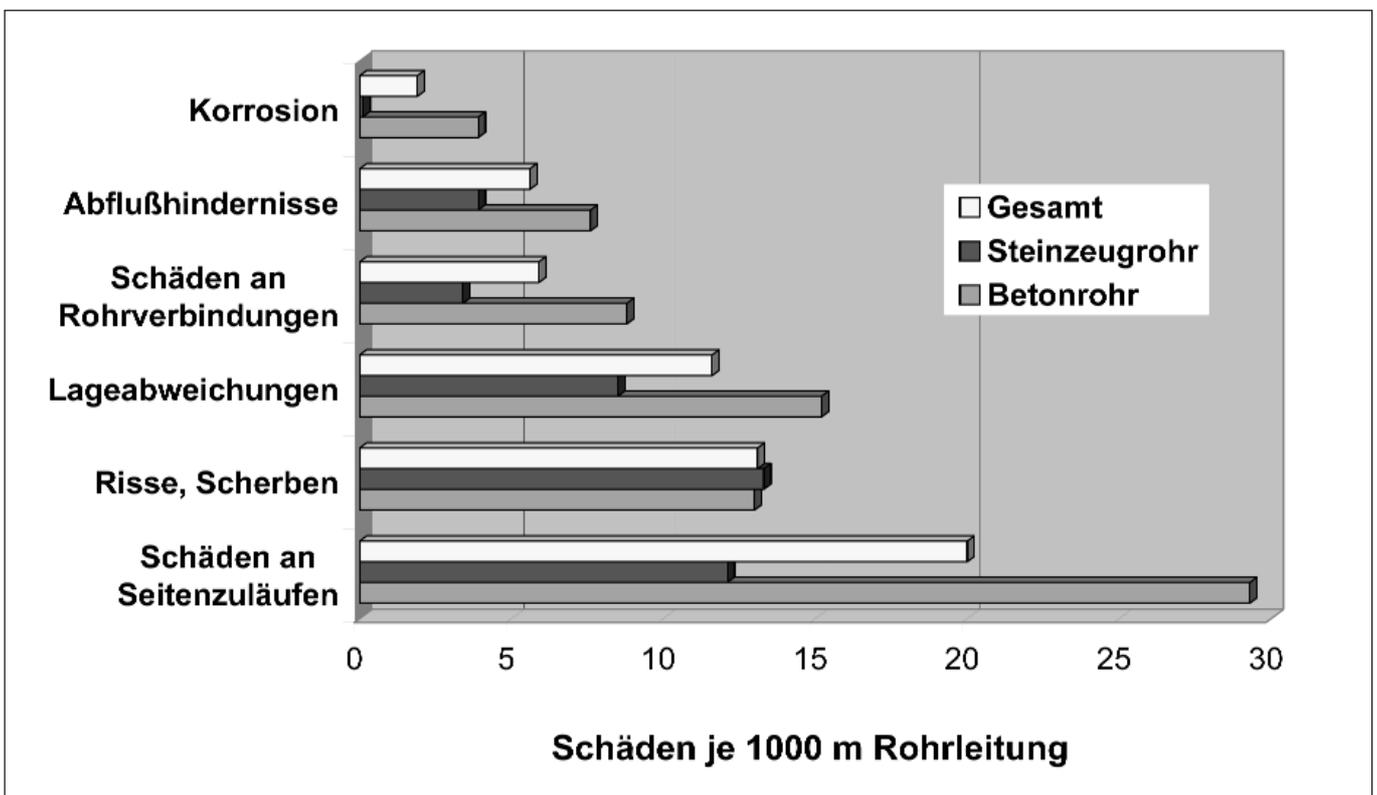


Bild 2: Auf Schadensgruppen bezogene Schadenshäufigkeit von Abwasserkanälen aus Beton- und Steinzeugrohren

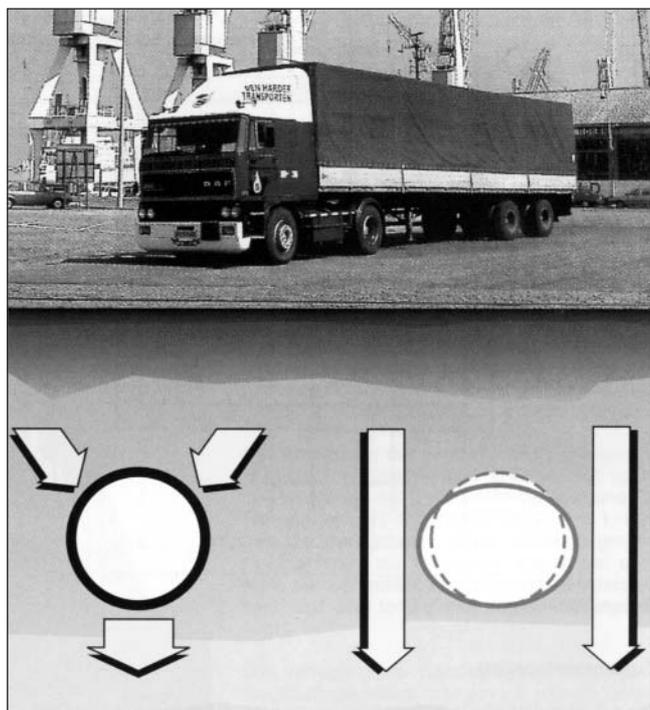


Bild 3: Lastausgleich im Rohr-Boden-Bereich bei starren und flexiblen Rohren

5. Kunststoff-Kanalrohrsysteme

Die ersten Kunststoffrohre wurden 1934/1935 in Bitterfeld hergestellt und dort sowie in Berlin, Hamburg und Salzgitter verlegt.

Für diese Rohre erschienen 1941 die ersten Normen, die die Qualitätsanforderungen und Regeln für die Dimensionierung festlegten.

In den frühen 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts erhielten die ersten PVC-U-Kanalrohrsysteme die bauaufsichtliche Zulassung.

Bereits im Oktober 1967 wurde die Anwendungsnorm DIN 19534 für Abwasserkanäle und -leitungen aus Polyvinylchlorid weichmacherfrei (PVC-U) als Normentwurf der Öffentlichkeit vorgestellt. 1973 bzw. 1974 konnten die verabschiedeten Anwendungsnormen in das Regelwerk eingliedert und der bis heute gültige Stand der Technik festgeschrieben werden. Die Anwendungsnorm DIN 19537 für Abwasserkanäle und -leitungen aus Polyethylen hoher Dichte (PE-HD) erschien im Juli 1979. Die Anwendungsnorm DIN 19565-1 für Abwasserkanäle und -leitungen aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) wurde im März 1989 in das nationale DIN-Regelwerk eingegliedert.

Die zur Herstellung von Abwasserkanälen und -leitungen heute gebräuchlichen Konstruktionswerkstoffe sind PVC-U, PE-HD, PP und UP-GF.

In der europäischen Normung werden Rohre und Formstücke mit Nennringsteifigkeiten SN 2, SN 4, SN 8 und SN 16 dokumentiert. Es empfiehlt sich, für die Erdverlegung von Kanalrohren eine Nennringsteifigkeit von mindestens SN 4 einzusetzen. Für Rohre, die dieser und höherer Nennringsteifigkeit entsprechen, brauchen bei der Verlegung keine Maßnahmen vorgesehen zu werden, die über die normalen Anforderungen hinausgehen. Dies gilt für Verlegetiefen bis zu 6 m, bei allen Bodenbelastungen und auch bei Schwerlastverkehr (SLW 60). Weitere technische Einzelheiten können Tafel 1 entnommen werden.

Konstruktionsprinzip	Werkstoff	Baulängen in [mm] * mit ● ohne Steckmuffe	Verbindungen	Farben
Vollwand	PVC-U	* 500, 1000, 2000, 5000	Steckmuffenverbindung mit werksseitig vormontiertem Lippendichtring	RAL 8023 orange-braun
	PE-HD	● 5000, 6000, 12000	Heizelementstumpfschweißverbindung, Heizwendelschweißverbindung, Steckmuffenverbindung, Flanschverbindung	schwarz
	PP mineralverstärkt	* 500, 1000, 2000, 5000	Steckmuffenverbindung mit werksseitig vormontiertem Lippendichtring	RAL 6017 maigrün
	UP-GF gewickelt	● 6000, 12000 (Regellängen)	Überschiebkupplung mit werksseitig vormontierten Dichtungen bzw. integrierter Dichtmanschette	sandfarben bis hellgrau, Überlamine hellgrün
	UP-GF geschleudert	● 6000 (Regellänge)	Überschiebkupplung mit werksseitig vormontierten Dichtungen bzw. integrierter Dichtmanschette	sandfarben bis hellgrau, Überlamine hellgrün
Mehrschicht	PVC-U coextrudiert, kerngeschäumt	* 500, 1000, 2000, 5000	Steckmuffenverbindung mit werksseitig vormontiertem Lippendichtring	RAL 8023 orange-braun bzw. 8005 lehm Braun
Profiliert	PVC-U (JUMBO)	* 500, 1000, 2000, 5000	Steckmuffenverbindung mit werksseitig vormontiertem Lippendichtring	Innenrohr RAL 8023 orange-braun Wellrohr RAL 9011 schwarz
	PVC-U (ULTRA-RIB)	* 2000, 3000, 5000	Steckmuffentechnik, System ULTRA-RIB	RAL 8023 orange-braun
	PP (ultra rib 2)	* 2000, 3000, 5000	Steckmuffentechnik, System ULTRA-RIB	Innen RAL 9002 grau-weiß Außen RAL 3016 rotbraun

Tafel 1: Technische Einzelheiten zu den Rohrsystemen

Es gibt drei verschiedene Konstruktionsprinzipien für die in der Abwassertechnik eingesetzten Kunststoffrohre:

5.1 Vollwand-Rohrsysteme

- ▷ aus PVC-U nach DIN V 19534 bzw. DIN EN 1401-1
- ▷ aus PE-HD nach DIN 19537 sowie Zweischichtrohre aus PE-HD: coextrudierte Rohre mit heller Innenschicht. Sie entsprechen im übrigen den Eigenschaften gemäß DIN 19537.
- ▷ aus PP mineralverstärkt mit bauaufsichtlicher Zulassung in Anlehnung an DIN EN 1852-1
- ▷ aus UP-GF nach DIN 19565 bzw. DIN 16868; Rohre mit mehrschichtigem Aufbau, gewickelt oder geschleudert. Formstücke werden aus Rohrsegmenten durch Laminierung hergestellt.

5.2 Mehrschichtsysteme

- ▷ aus PVC-U: dreischichtige, coextrudierte, kerngeschäumte Kanalrohre; innen und außen glatt mit ge-

schäumter Mittelschicht. Formstückprogramm nach DIN V 19534.

5.3 Systeme mit profilierter Wandung aus PVC-U, PE-HD und PP

- ▷ JUMBO-Rohr: gestecktes System mit glattem Innenrohr und lose aufgestecktem gewelltem Außenrohr – beide aus PVC-U. Das außenliegende Wellrohr übernimmt den wesentlichen Teil der Lastaufnahme, das Innenrohr den Transport des abzuleitenden Mediums. Formstückprogramm nach DIN V 19534
- ▷ ULTRA-RIB: Kanalrohrsystem aus PVC-U oder PP (ultra rib 2) mit glatter, heller Innenfläche und konzentrisch gerippter Außenoberfläche nach DIN 16961 mit Formstückprogramm.

Ein umfangreiches **Formstücksortiment** (Tafel 2) steht für die Systeme zur Verfügung. Die Formstücke erfüllen die für den Anwendungsbereich geforderten Qualitätsmerk-

	Formstück-Ausführungen	Formstückprogramm zu						
		Vollwandrohren nach DIN V 19534 bzw. DIN EN 1401	Coextrudierten, kerngeschäumten Rohren	Profilierten Rohren – Jumbo –	Profilierten Rohren – Ultra-Rib – nach DIN 16961 - PVC-U/PP -	Vollwandrohren nach DIN 19537 - PE-HD -	Vollwandrohren aus mineralverstärktem PP	GFK-Rohren (UP-GF) nach DIN 16869/19565 bzw. DIN 16868
1	Bogen 15°	x	x	x	x (+7,5°)	x	x	x
2	Bogen 30°	x	x	x	x	x	x	x
3	Bogen 45°	x	x	x	x	x	x	x
4	Bogen 67,5°	x	x	x	-	-	x	x (60°)
5	Bogen 87,5°	x	x	x	-	x	x	x (90°)
6	Abzweige 45°	x	x	x	x	x	x	x
7	Abzweige 87,5°	x	x	x	x	x	x	x (90°)
8	Sattelstücke	x	x	x	x	-	-	x
9	Überschiebmuffe	x	x	x	x	-	x	x
10	Doppelmuffe	x	x	x	x	x ⁴⁾	x	-
11	Übergangrohr / Reduktion	x	x	x	x	x	x	x
12	Aufklebmuffe ¹⁾	x	x	x	-	-	-	-
13	Endverschluß	x	x	x	x	-	x	x
14	Anschlußstück an Gußrohr-Spitzenende ¹⁾	x	x	x	x	x	x	x ⁵⁾
15	Anschlußstück an Stg-Spitzenende ¹⁾	x	x	x	x	x	x	x
16	Anschlußstück an Stg-Muffe ¹⁾	x	x	x	x	x	x	x
17	Anschlußstück an FZ-Spitzenende ¹⁾	x	x	x	x	x	-	x
18	Anschlußstücke an andere Rohrsysteme	x	x	x	x	x	-	x
19	Reinigungsrohr ¹⁾	x	x	x	x	x	x	x
20	Schachtfutter	x	x	x	x	x	-	x
21	Flansch-Muffenstück ²⁾	x	x	x	-	x	-	x
22	Einflanschstück ³⁾	x	x	x	-	-	-	x
23	Formstück-Werkstoff	PVC-U	PVC-U	PVC-U	PVC-U/PP	PE-HD	PP mineralverstärkt	GFK
24	Durchmesserbereich	DN 100-600	DN 100-600	DN 150-500	DN 150-500	DN 100-1200	DN 100-150	DN 100-2400
25	Normen für Formstücke	DIN V 19534 bzw. DIN EN 1401	DIN V 19534 bzw. DIN EN 1401	DIN V 19534 bzw. DIN EN 1401	DIN V 16961	DIN 19537		DIN 19565

1) Nennweite bis DN 200 2) Nennweite bis DN 400 3) Nennweite bis DN 500 4) Ausgeführt als Heizwendelschweißmuffe 5) DN 100-500 Außendurchmesser identisch mit GGG

Tafel 2: Formstückausführungen

male in gleicher Weise wie die Rohre selbst. Die Kombination von Kunststoffrohren, -formstücken und ihren Verbindungen ergibt funktionsgerechte Leitungssysteme.

6. Schachtbauteile

6.1 Einführung

Der Markt für Kunststoffschächte ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen. Sie kommen besonders dort zur Anwendung, wo praktische und wirtschaftliche Lösungen gefragt sind. Dies gilt insbesondere für nicht besteigbare Schachtsysteme. Ihr Einsatz wurde möglich, da aufgrund moderner Wartungs- und Reinigungssysteme eine Besteigbarkeit von Schächten in großem Umfang nicht mehr notwendig ist.

Neben besteigbaren Schächten aus Beton gibt es solche aus den Kunststoffen PVC-U, PE-HD, PP und GFK, die vor allem ihre Anwendung in der Industrie, im Deponiebau, in der Grundstücksentwässerung wie auch zunehmend im öffentlichen Kanalnetz finden.

Einsatz und Ausführung der Schächte für die Haus- und Grundstücksentwässerung sind u.a. in der DIN 1986-1 beschrieben. Das Deutsche Institut für Bautechnik vergibt entsprechende bauaufsichtliche Zulassungen. Darin ist die Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit durch eine statische Berechnung nachzuweisen.

Im öffentlichen Bereich ist die DIN 19549 durch die DIN EN 476 ersetzt worden. Diese ist seit August 1997 maßgebend. Darin wird unterschieden zwischen:

- ▷ Einsteigschächten mit Zugang für Personal (\geq DN/ID 1000)
- ▷ Einsteigschächten mit gelegentlichem Zugang zur Reinigung und Inspektion (\geq DN/ID 800 und $<$ DN/ID 1000)
- ▷ Kontrollschächten ($<$ DN/ID 800).

Kontrollschächte (Inspektionsöffnungen) mit einer Nennweite von weniger als DN/ID 800 erlauben nur das Einbringen von Reinigungsgerät, Inspektions- und Prüfausrüstung, aber nicht den Zugang für Personal.

6.2 Nicht besteigbare Schächte im Haus- und Grundstücksbereich

Dem Markt steht heute eine Vielzahl von kompakten Schächten aus verschiedenen Kunststoffmaterialien in unterschiedlichen Ausführungen und Aufbauten zur Verfügung.

Vorteile: geringes Gewicht – platzsparend – einfacher Transport – leichte Handhabung – hohe Dichtigkeit – korrosionsbeständig – langlebig – kostengünstig – recycelbar.

Als Übergabeschacht von der privaten Abwasserableitung zur öffentlichen Kanalisation sind die nicht besteigbaren Kunststoffschächte eine echte Alternative zu den herkömmlichen Konstruktionen. Mit unterschiedlich großen Steigrohren ist dieser Schacht für alle von Kommunen und Verbänden benutzten Geräte zur Kontrolle (Videoinspektion) und Wartung (Spül- und Absaugschläuche) zugänglich und somit für diesen Einsatzzweck uneingeschränkt geeignet.

Funktion und Aufbau

An Schächte werden Anforderungen gestellt wie Widerstand gegen Korrosion und Abrasion sowie günstiges hydraulisches Verhalten, so daß entsprechende Gerinne mit Gefälle ausgebildet sein müssen. Außerdem sind bestimmte Einbauvarianten vorgesehen, wie z.B. für Haus- und Grundstückseinfahrten, öffentliche Straßen und Plätze sowie Parkflächen, so daß dem jeweiligen Belastungsfall entsprechende Abdeckungen zuzuordnen sind.

Allen diesen Forderungen trägt ein systematischer Aufbau – ein „Baukastenprinzip“ – Rechnung. Es kann so der für jeden Bedarfsfall entsprechende Kunststoffschacht zusammengestellt werden.

Bild 4 zeigt den typischen Aufbau eines nicht besteigbaren Schachtes mit folgenden Hauptkomponenten:

- ▷ Teleskopabdeckung mit Rohrstück für eine exakte Anpassung an Gelände-/Pflaster-/Straßenhöhen. Diese Abdeckungen werden in allen einschlägigen Belastungsklassen angeboten.

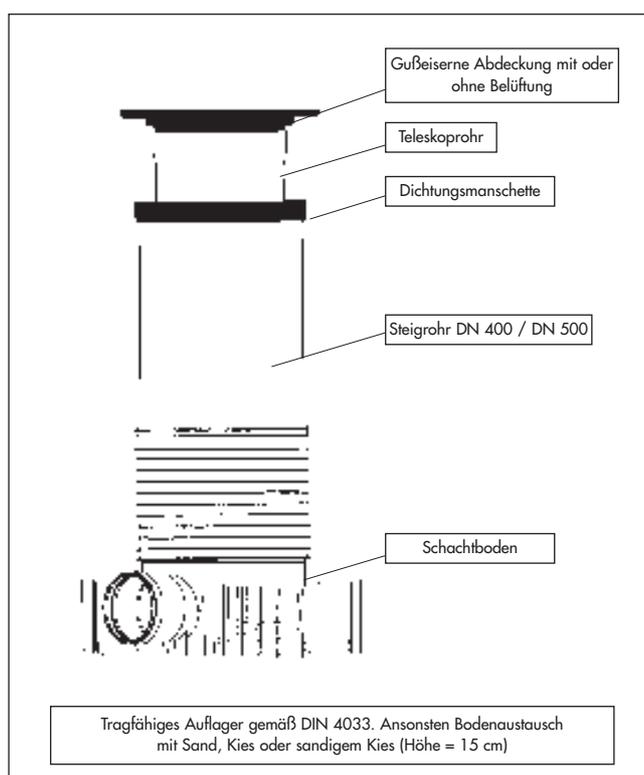


Bild 4: Beispiel eines Schachtaufbaus

- ▷ Dichtelemente, die die für Kunststoffrohre gewohnte Dichtigkeit auch hier garantieren
- ▷ Glatte, gewellte oder profilierte Steigrohre von 300 bis 600 mm Durchmesser für die gewünschte Einbautiefe
- ▷ Schachtbodengrunderkörper in bis zu 5 Anschlussvarianten (gerader Durchlauf, rechts-mitte-links Zulauf, mitte-rechts und mitte-links Zulauf) sind üblich in Nennweitenbereichen von DN 100 bis zu DN 500.

Anders als bei Betonschächten, werden bei den meisten Kunststoffschächten die Lasten nicht bis auf den Schachtboden weitergeleitet. Die von der Gußabdeckung aufgenommenen Kräfte werden direkt in den Wege- oder Straßenaufbau abgeleitet. Durch diese Teleskoptechnik werden so gut wie keine Lasten von der Abdeckung auf den Schachtboden und damit auf die angeschlossenen Rohrleitungen übertragen. Die dichte Verbindung Kunststoffkanalrohr/Kunststoffschacht bleibt damit frei von Verkehrslasten dauerhaft erhalten.

Die Teleskopabdeckung besteht aus einer fertig vormontierten Einheit (Rohr und Abdeckung) und ist in der Lage, Einbauhöhenunterschiede bis zu 50 cm auszugleichen. Eine gußeiserne Abdeckung wird nach der EN 124 in den Belastungsklassen A (1,5 t), B (12,5 t) und D (40 t), für Sonderfälle F 90 (90 t), mit und ohne Lüftung sowie Einlaufroste angeboten. Andere Abdeckungen ohne Teleskop werden mit einer begehbaren Kunststoff-, Stahlbeton- oder Gußabdeckung versehen.

Der Schachtboden (Varianten s. Bild 5) weist durch seine glatte Oberfläche und Formgebung optimale hydraulische Strömungseigenschaften auf, die Verstopfungen weitestgehend vermeiden. Außerdem besitzt der Schachtboden einen tiefen Aufnahmeschaft für das Steigrohr, so daß Bodensetzungen, z.B. durch Frosteinwirkung, auch in diesem Bereich ausgeglichen werden können. Jede gewünschte Einbautiefe bis max. 4 m kann ohne statischen

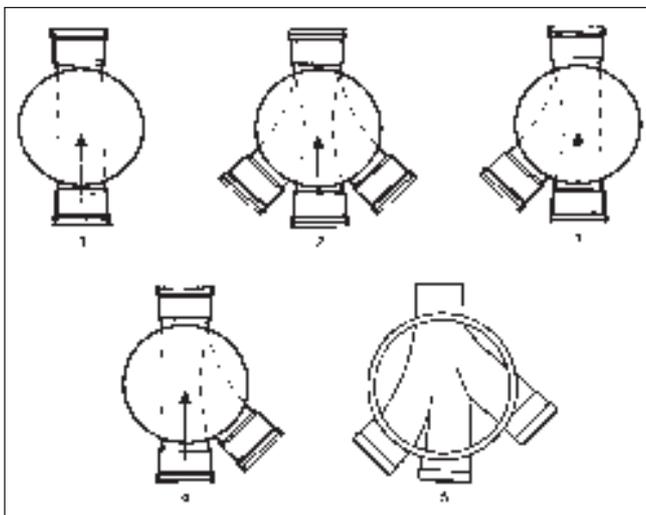


Bild 5: Schachtboden: Variantenvielfalt

Nachweis realisiert werden. Auch größere Einbautiefen sind nach Rücksprache mit den Herstellerwerken möglich.

Vorteile beim Einbau

Der Schachtboden mit dem Steigrohr ist leicht von einer Person zu transportieren und deshalb einfach und schnell an der gewünschten Stelle einzubauen. Es handelt sich hierbei um bewährte Materialien wie PVC-U und PP, die im Spritzgießverfahren oder um PE-HD/PEM, die im Rotationsgießverfahren hergestellt werden. Schächte aus GFK werden mit entsprechenden Herstellverfahren gefertigt. Für den Einbau ist kein besonderer, weiträumiger Aushub notwendig; d.h. der Schachtboden wird als Bestandteil der Rohrleitung im Rahmen der Rohrverlegung gleich mitverlegt. Das leichte Steigrohr wird in der etwa notwendigen Länge aufgesetzt und der Boden verfüllt. Abschließend wird die Teleskopabdeckung mit der schon vormontierten Gummimanschette aufgesetzt. Damit sind alle Bausteine des Schachtes ohne das bei anderen Werkstoffen übliche Verschrauben, Verputzen usw. montiert.

Jetzt können die letzten Schichten des Straßen- oder Wegeaufbaus jeweils über den Deckel aufgefüllt werden und anschließend die teleskopierbare Abdeckung herausgezogen und der Oberkante angepaßt werden. Dieser Vorgang wiederholt sich bis zur letzten Schicht, die mit dem Deckel auf gleicher Höhe verdichtet wird. Somit ist ein sauberer Abschluß gewährleistet.

6.3 Nicht besteigbare Schächte im öffentlichen Bereich

Obwohl in Deutschland noch wenig verbreitet, lösen Kunststoffschächte mit dem zuvor beschriebenen Baukastenprinzip ihre Aufgaben auch in öffentlichen Einsatzgebieten. Moderne Kontroll- und Reinigungstechniken machen die Besteigbarkeit vielerorts entbehrlich. Auch wenn die Vorschriften nicht Schritt halten mit den technischen Neuerungen, so zeigt ein Blick auf unsere europäischen Nachbarn, daß diese Entwicklung auch in Deutschland zu erwarten ist und bereits angewendet wird.

6.4 Besteigbare Schachtbauwerke

Für den Bau von besteigbaren Schachtbauwerken werden hauptsächlich die Materialien PE-HD und GFK verwendet. Diese Kunststoffschächte werden heute mit Durchmessern bis zu 3,5 m hergestellt.

PE-HD-Schächte werden aus Rohren dieses Werkstoffes individuell gefertigt. Zwischenzeitlich werden auch vorgefertigte PE-HD-Schächte als monolithisches Kompakt-System angeboten (Bild 6).

Das Gerinne und dessen Gefälle lassen sich bei diesem Schacht nach den Angaben des Bestellers beliebig gestalten. Es sind Nennweiten im Gerinne von DN 150 bis

DN 500 möglich. Durch den monolithischen Aufbau mit nur einer Dichtung zwischen Steigrohr und Teleskoprohr ist der Schacht unter anderem sehr gut geeignet für den Einsatz in Wassergewinnungsgebieten oder bei Problemen mit Fremdwasser. Bei dem in Bild 6 dargestellten Typ übernimmt ein sogenannter Lastverteilerahmen die Lastableitung.

Aufgrund der guten mechanischen Verarbeitbarkeit sowie der Verschweißbarkeit sind alle denkbaren Konstruktionen möglich. Das hat den Einsatz besonders in der Deponietechnik gefördert, wo heutzutage ausschließlich Schachtbauwerke aus Kunststoff zum Einsatz kommen. Beim Setzen dieser Schächte sind die DIN EN 1610 und das ATV-Arbeitsblatt A 139 zu beachten.

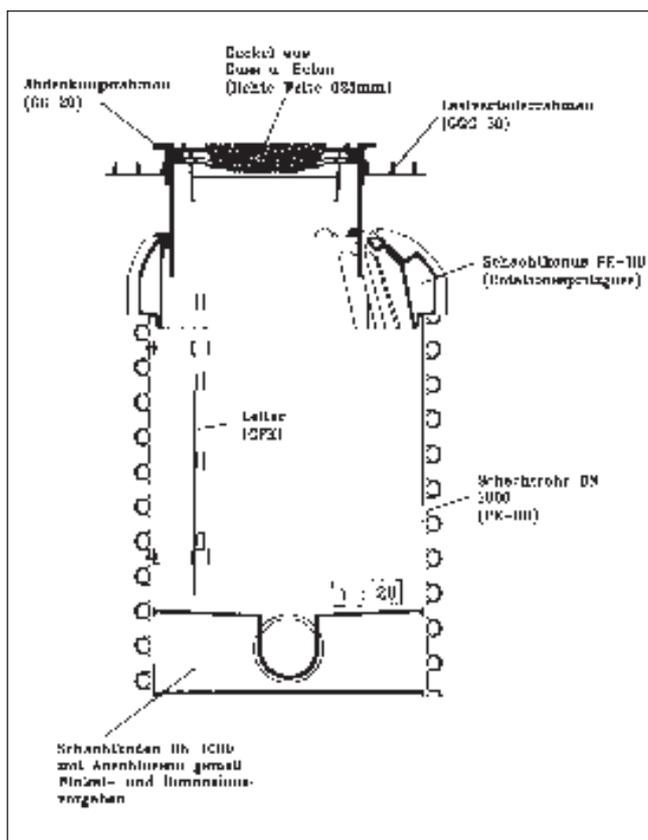


Bild 6: Prinzipskizze eines besteigbaren, monolithischen Kunststoffschachtes

Von der Industrie werden auch standardisierte Kunststoffschächte angeboten, allerdings mit einer eingeschränkten Anzahl von Gerinnetypen. Diese aus Polyolefinen (PE-HD/PP) hergestellten Schächte sind vom Prinzip her aufgebaut wie die nicht besteigbaren Inspektionsschächte aus Kunststoff. Das Baukastensystem kommt auch hier zur Anwendung. Der in Bild 7 dargestellte Typ verwendet zur Lastableitung einen Betonrahmen.

Der Einsatzbereich der genannten Schächte soll sowohl für die Abwasserableitung im Hausanschlußbereich als auch in verkehrsbelasteten Zonen liegen. Damit ist ein

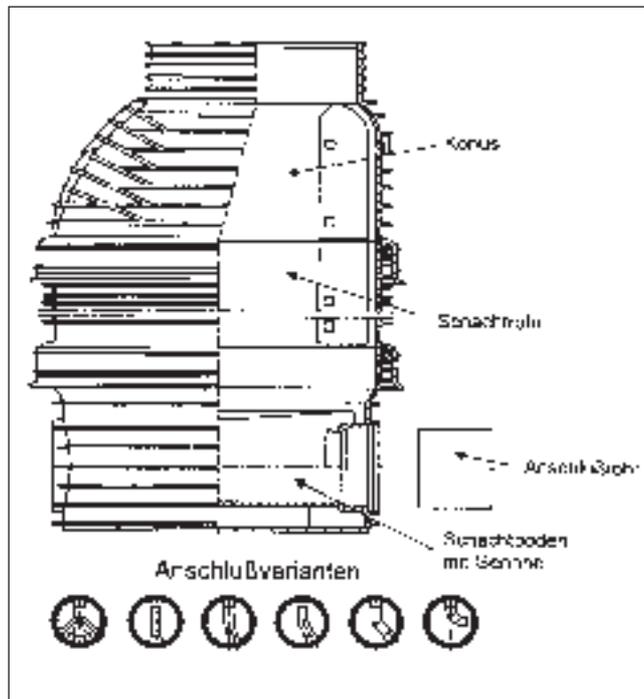


Bild 7: Prinzipskizze eines besteigbaren Schachtes aus PE-HD

weiterer Schritt in Richtung Komplettsysteme aus Kunststoff in der Abwassertechnik getan worden. Die optimale Kombination ergibt sich durch den Wechsel von besteigbaren mit den nicht besteigbaren Inspektionsschächten aus Kunststoff.

Schächte aus GFK (Bild 8, Seite 12) werden heute weitestgehend nach der DIN 19565-5 oder in Anlehnung an diese Norm gebaut. Sie zeichnen sich durch einen sehr hohen Vorfertigungsgrad aus, so daß die Einbauzeit auf der Baustelle – wie auch bei den Kompaktschächten – auf ein Minimum reduziert werden kann. Weiterhin werden diese Schächte weitestgehend fugenlos gefertigt, was den Einsatz in Wasserschutzgebieten ermöglicht, wo nach ATV-Arbeitsblatt A 142 besondere Anforderungen an die Dichtheit gestellt werden. Der komplette Schacht besteht aus Sohlplatte, Gerinne, Bermen, Anschlüssen, Steigleiter und – falls notwendig – einer Auftriebssicherung, die nach den Angaben und Wünschen des Auftraggebers gefertigt wird. Auch vorgefertigte Sohlgerinne aus GFK kommen in jüngster Zeit vermehrt zum Einsatz, weil dadurch ein aufwendiges Laminieren des Betongerinnes vor Ort entfällt.

Die Schachtabdeckungen bestehen in der Regel aus einer Stahlbetonabdeckplatte nach DIN 4034. In der Schachtabdeckung befindet sich eine zentrische oder exzentrische Einstiegsöffnung. Diese Schächte aus GFK werden in Durchmessern von DN 1000 bis 2400 hergestellt. Dabei können Anschlüsse von DN 100 bis 800 in die Schächte eingesetzt werden. Es ist problemlos möglich, auch andere Rohrwerkstoffe an den GFK-Schacht anzuschließen.

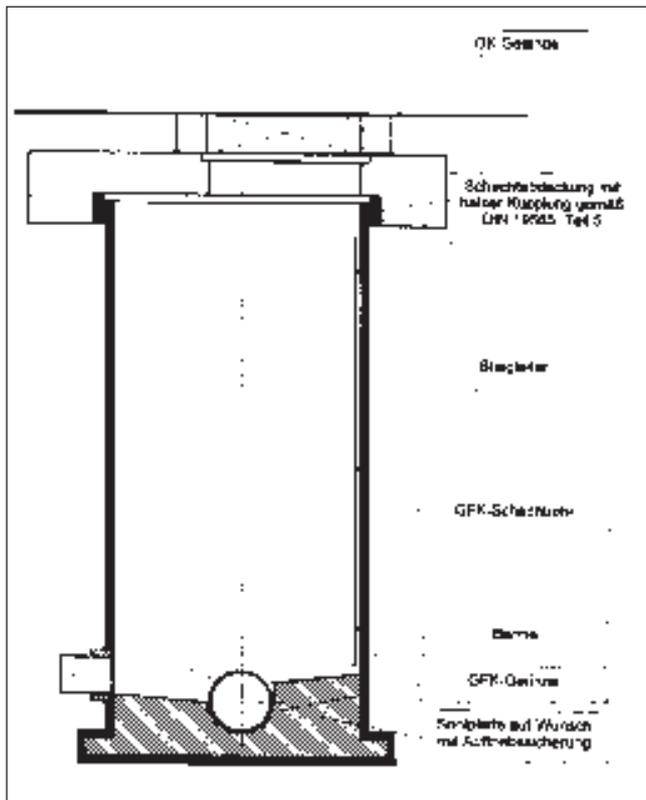


Bild 8: GFK-Schacht (Beispiel)

Tangentialschächte

Besteigbare Inspektionsschächte für Rohrleitungen mit großen Durchmessern werden am wirtschaftlichsten durch einen Tangentialschacht realisiert. Tangentialschächte finden nur Anwendung in Nennweiten > DN 1000. Dabei wird auf das Hauptrohr ein Einstiegsdom von DN 800 oder DN 1000 aufgesetzt und verschweißt bzw. laminiert. Die notwendigen Einstiegshilfen werden anschließend montiert. Die Schachtabdeckung des Tangentialschachtes erfolgt analog zu den stehenden Schächten.

7. Bau von Abwasserkanälen und -leitungen

Qualität, Betriebssicherheit und Langlebigkeit erdverlegter Rohrleitungen – besonders der Freispiegelleitungen – sind wesentlich abhängig von einer fachgerechten Verlegung. Dies gilt für alle Rohrwerkstoffe gleichermaßen, ob flexibel wie Kunststoffrohre oder biegesteif wie Beton und Steinzeug.

Wegen der Bedeutung fachgerechter Verlegung sind eine Reihe von Normen und Richtlinien erstellt worden. Der Kunststoffrohrverband hat zusätzlich leicht verständliche Einbauanleitungen für die verschiedenen Anwendungsgebiete herausgegeben. Diese Grundlagen sind im Anhang aufgeführt. Hierzu möchten wir auf die besondere Bedeutung der ATV A139 hinweisen.

Liegt für eine Baumaßnahme eine statische Berechnung (z.B. nach ATV A 127) vor, sind die darin festgelegten Einbaubedingungen für die Leitung zu beachten.

Nachfolgend daher nur einige grundlegende Hinweise zum Thema Bau.

7.1 Rohrbettung

(bisher in der nationalen Normung als „Auflager“ bezeichnet)

Entscheidend für Funktion und Langlebigkeit der Rohrleitungen ist in erster Linie die Rohrbettung. Fehler in diesem Bereich wie schlechtes Planum oder unterschiedliche Dichte des Bodens der Bettung führen zwangsläufig zu Lageversatz und Unterbögen in den Rohrleitungen; das Verfüllmaterial mit einem Gewicht von rd. 2 t/m² drückt die Leitungen in den Untergrund.

Kunststoffrohre erhöhen die Betriebssicherheit und erleichtern die Verlegung durch ihre großen Baulängen. Hier genügt es aber nicht, die Bettung an den Muffenverbindungsstellen, z.B. alle 5 Meter, auf richtige Ausführung zu überprüfen; es sollen diese Lagepunkte in kürzeren Abständen geprüft und entsprechende Bettungskorrekturen vorgenommen werden.

Wesentlich bei den statischen Berechnungen ist das Erzielen eines genügenden Aufwinkels für das Rohr, was durch ausreichende Zwickelverdichtung erreicht wird. In A 127 wird der Aufwinkel wie folgt definiert.

Aufwinkel	Überschüttung- und Einbettungsbedingungen
180°	A1 / B1 und A4 / B4
120°	A2 / B2 und A3 / B3

Kunststoffrohre reagieren bei ungenügendem Aufwinkel mit erhöhter Verformung, können sich aber wegen ihrer Flexibilität den Bedingungen anpassen. Bei biegesteifen Rohren führt ein ungenügender Aufwinkel zu direkter Erhöhung der spezifischen Lasten, die zum frühen Bruch des Rohres führen kann. Dieses ist der häufigste Schaden solcher Rohrleitungen, verursacht durch ungenügende Ausbildung des Aufwinkels bei der Verlegung.

7.2 Montage der Rohrleitungsteile

Kunststoffrohre im Abwasserbereich werden allgemein mit Steckmuffen verbunden. Die Montage ist wegen des geringen Rohrgewichtes und der niedrigen Einschubkräfte relativ einfach.

Es ist darauf zu achten, daß der Dichtring entsprechend der Herstellerangabe in die gesäuberte Gummiringdicke in der Muffe oder dem Spitzende eingelegt wird. Sand und Erdreich führen zu Undichtigkeiten. Gleitmittel ist zur

Erleichterung des Einschlebens auf die glatte Seite der Muffenverbindung aufzutragen. Zum Einlegen des Ringes in die Sicke darf kein Gleitmittel verwendet werden, um Lageveränderungen des Ringes bei der Montage zu vermeiden.

Wegen des geringen Gewichts der Rohre sind sie vor der Verfüllung des Rohrbereiches gegen seitliches Verschieben zu sichern. Das kann üblicherweise mit Sandkegeln erfolgen, aber auch andere Fixierungsmöglichkeiten werden angewandt.

7.3 Seitliche Verdichtung

Die seitliche Verdichtung der Rohrleitungen hat ebenfalls deutlichen Einfluß auf die Qualität der Leitungen. Bei Rohrleitungsverlegung im Straßenbereich ist sie immer notwendig, um die Stabilität des Straßenunterbaus zu gewährleisten.

Kunststoffrohre reagieren auf schlechte seitliche Verdichtung mit erhöhter Verformung. Die Messung der Verformung kann insofern als Kontrolle der Verlegequalität verwendet werden. Biegesteife Rohre müssen in diesem Falle höhere Belastungen aufnehmen, und die Bodensetzungen werden verzögert.

7.4 Schließen des Rohrgrabens

Nach lagenweiser Verdichtung des Bodens im Rohrreich ist die eigentliche Rohrverlegung abgeschlossen. Die Füllung des Grabens und entsprechende Verdichtungsarbeiten richten sich vor allem nach den Anforderungen des späteren Wege- und Straßenaufbaus.

Kunststoffrohre reagieren auf die Belastungen und die Setzungen des Bodenmaterials mit Verformungen. Dabei verlagern sie die Belastungen auf das umliegende Erdreich.

Etwa 70 % der zu erwartenden Verformung stellt sich bereits bis zur Schließung des Rohrgrabens ein. Bei fachgerechter Verlegung liegt die endgültige Verformung bei gut verdichtbaren Böden bei max. 1 %, bei bindigen Böden (im Straßenbereich nicht geeignet) bei etwa 3 %.

8. Betrieb

Die technische Beschaffenheit und der Pflegezustand der Entwässerungsanlage ist Voraussetzung für einen Betrieb, der den Anforderungen gerecht wird.

Die sogenannten Wartungsnormen der DIN 1986-3 und Teile 30 bis 33 regeln die Inbetriebnahme, Inspektion und Wartung von Grundstücksentwässerungsanlagen. Diese Normenteile sind jedoch nicht als Baubestimmungen eingeführt. Ihre Anwendung ist in den meisten Fällen mit Satzungs- und wasserrechtlichen Bestimmungen verbunden.

Generelle Regeln und Vorschriften für eine einwandfrei funktionierende Grundstücksentwässerung ergeben sich aus der DIN 1986 und den darin aufgeführten mitgelieferten Normen sowie aus Hinweisen für den Betrieb im ATV-Arbeitsblatt A 140.

8.1 Wartung, Reinigung, Inspektion

Wartung, Reinigung und Inspektion begleiten die im Betrieb befindliche Anlage über die gesamte technische Lebensdauer. Besondere Anforderungen werden dabei an die verwendeten Rohrmaterialien gestellt. Im Rahmen von Inspektionen der Netze, die heute optisch mittels Fernsehkameras erfolgen, wird der bauliche und betriebliche Ist-Zustand festgestellt und bewertet. Grundlage für diese Arbeit ist das ATV-Merkblatt M 143-2, das durch ein System von Bewertungskriterien eine reproduzierbare Zustandsbeschreibung erlaubt. Hauptkomponenten sind dabei der bauliche Zustand – z.B. gemessen an der Standicherheit, der möglichen Umweltbelastung oder der Funktionsfähigkeit – sowie die spezifischen Bedingungen vor Ort – z.B. wiedergegeben in der hydraulischen Auslastung, der Abwasserbeschaffenheit oder der Lage des Abwasserkanals bzw. der -leitung zum Grundwasserspiegel.

Mit dem Instrument der einzelnen Bewertungsmodelle kann ein Netz klassifiziert und nach einer Prioritätenfestlegung entsprechend im Betrieb gefahren, d.h. gewartet, gereinigt und nach Notwendigkeit saniert oder erneuert werden.

Die entsprechenden Vorschriften für Wartung und Reinigung sind z.Z. Ländersache. Bundesweite Regelungen sind nicht zu erwarten.

Ungeachtet dessen gibt es auf der Basis von Normen und Richtlinien Grundsätze, die z.B. wiederkehrende Inspektionen fordern bzw. vorschreiben und die sich daraus ergebenden Wartungs- und Reinigungsarbeiten initiieren. Ein Beispiel hierfür ist die „Selbstüberwachungsverordnung Kanal (Süw V Kan)“ des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen.

Sie ist seit dem 1. Januar 1996 Basis des Kanalnetzbetriebes und gilt für öffentliche und private Kanalisationsnetze auf Grundstücken mit mehr als 3 Hektar Fläche.

Grundsätzlich sind alle Elemente eines Kanalnetzes auf Zustand und Funktionsfähigkeit zu untersuchen. Unter anderem wird durch die Süw V Kan eine optische Erstinspektion der Kanalnetze per TV-Inspektion oder Begehung innerhalb von 10 Jahren vorgeschrieben, wobei jährlich 10% des Bestandes zu untersuchen sind.

An die Erstinspektion schließen sich Wiederholungsprüfungen im 15-Jahres-Turnus an. Analog zur Kanalinspektion sind auch die Schächte zu untersuchen.

Jeder Netzbetreiber muß darüber hinaus eine Anweisung für die Durchführung der Selbstüberwachung erarbeiten. Es ist ein vierteljährlicher gegenzuzeichnender Überwachungsbericht zu erstellen, der drei Jahre lang für die Überwachungsbehörden zugänglich sein muß.

Eine weitere Forderung an den Betrieb und die Unterhaltung von Kanalnetzen stellt die zum 1. Januar 1996 in Kraft getretene Landesbauordnung von Nordrhein-Westfalen (LBO-NRW) dar.

§ 45 LBO-NRW sieht nicht nur vor, daß nach ihrer Verlegung oder Änderung neue Grundstücksentwässerungsleitungen einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen sind, sondern fordert darüber hinaus Dichtheitsprüfungen auch für den vorhandenen Leitungsbestand.

Nach LBO-NRW ist eine Dichtheitsprüfung bei jeder Änderung der Leitung durchzuführen. Spätestens im Jahre 2016 muß der vorhandene Leitungsbestand auf Dichtheit geprüft sein.

Durch Ortssatzung kann die netzbetreibende Kommune verfügen, daß die Dichtheitsprüfungen nur von Sachkundigen durchgeführt werden dürfen, die von der jeweiligen Gemeinde zugelassen sind.

Bekannt ist, daß in der Vergangenheit die Grundstücksentwässerungsanlagen bei den Wartungs- und Kontrollarbeiten vernachlässigt wurden. Dabei schlägt hier noch positiv zu Buche, daß nahezu 90 % aller Grundstücksentwässerungsleitungen der letzten 30 Jahre aus Kunststoffrohren gebaut worden sind, deren hervorragendes hydraulisches Verhalten durch die glatte Rohinnenoberfläche Vorteile mit sich bringt, so daß Probleme der Reinigung mehr in kommunalen Netzen zu finden sind.

Die Reinigungsverfahren sind auf der Grundlage von Erfahrungen entwickelt worden; neben manuellen und mechanischen Vorgehensweisen basieren sie heute fast ausschließlich auf der Spüldüsenteknik (Hochdruckspülung). Bei den heute üblichen Sprühdrukken bis 120 bar sind Kunststoffrohrnetze problemlos zu reinigen.

Berücksichtigung sollte auch finden, daß die Kanalreinigung letztlich eine Aufgabe der Umweltvorsorge darstellt. Ablagerungen in Kanalnetzen führen naturgemäß zu hydraulischer Überbelastung bis hin zum Schmutzwasseraustritt in die Vorfluter – ein Sachverhalt, der unter Umständen strafbar sein kann.

Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen von mehr als 40 Jahren mit Kunststoffrohren in Entsorgungnetzen können mit diesen Systemen die angesprochenen Aufgaben der Wartung, Reinigung und Inspektion technisch und wirtschaftlich optimal gelöst werden.

8.2 Chemische Widerstandsfähigkeit

Gegen häusliche Abwässer sind die hier beschriebenen Werkstoffe und Rohrsysteme stabil. Für besondere Bela-

stungen im industriellen Bereich sollte eine entsprechende Werkstoffauswahl getroffen werden.

8.3 Abriebfestigkeit

Rohre aus Kunststoffen gehörten schon immer zu den Rohren mit den geringsten Abriebwerten und enger Streubreite der untersuchten Rohrprobenpalette.

Diese günstigen Aussagen konnten bei Tests des Instituts für Wasserbau – Ingenieurhydrologie und Hydraulik der Technischen Hochschule Darmstadt anhand der Prüfung nach dem Darmstädter Verfahren bestätigt werden (Bild 9).

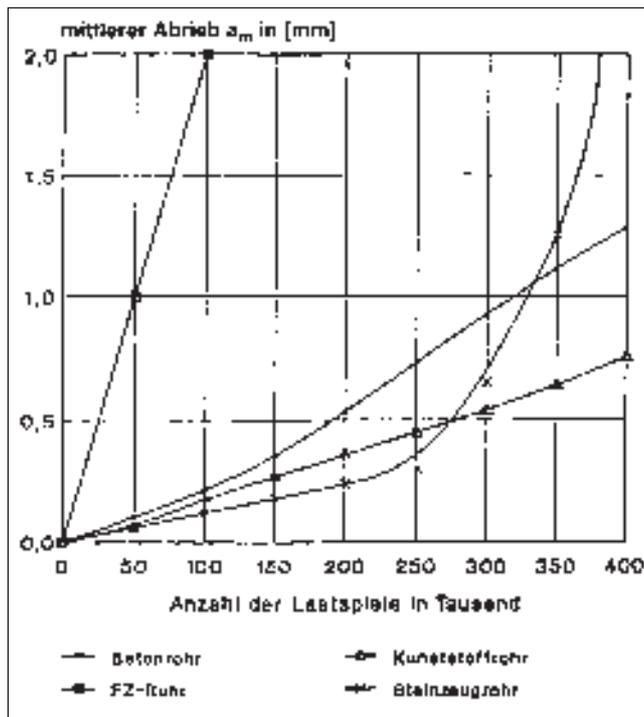


Bild 9: Abriebkurve Verfahren Darmstadt

Nachdem verschiedene Kanalleitungen jetzt über mehr als 25 Jahre beobachtet wurden – 72 Haltungen, ca. 3600 m Kanäle unterschiedlicher Nennweiten (DN 250 bis 500) – und dort keine Anhaltspunkte für eine verstärkte Abrieberscheinung festgestellt werden konnten, entsprechen die theoretischen Ansätze den Praxiserfahrungen.

9. Abwasserleitungen in Trinkwasserschutzgebieten

9.1 Schutzanforderungen

Das Wasserhaushaltsgesetz bestimmt in § 1 a, Absatz 2, daß grundsätzlich jedermann verpflichtet ist, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf die Gewässer verbunden sein können, die erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers zu vermeiden. Darüber hinaus eröffnet es in § 19 die Möglichkeit, Was-

serschutzgebiete festzulegen, in denen über den grundsätzlichen Schutz des Grundwassers hinaus zusätzliche Schutzmaßnahmen vorgesehen werden können.

Nutzungseinschränkungen und -verbote in ausgewiesenen Wasserschutzgebieten sind im DVGW-Regelwerk W 101 festgelegt. Danach sind außer in der weiteren Schutzzone III B Abwasseranlagen grundsätzlich verboten. Die Praxis zeigt allerdings, daß diese Forderung nicht immer aufrecht zu erhalten ist und daher in Ausnahmefällen Befreiungen möglich sind. Sie verlangen besondere Schutzvorkehrungen sowohl für den Bau als auch für den Betrieb von Abwasseranlagen.

Bei Planung, Herstellung und Betrieb von Abwasserkanälen und -leitungen sind ergänzend zur DIN EN 1610, dem ATV-Merkblatt M 101 und den ATV-Arbeitsblättern A 139 und A 140 die besonderen Anforderungen, die im ATV-Arbeitsblatt A 142 aufgestellt sind, zu beachten (s. Tafel 3). Hiernach ist für den Bereich der Schutzzone II bei der Wahl einwandiger Rohrleitungen Vorsorge zu treffen, daß bei entstehenden Undichtigkeiten unverzüglich Maßnahmen möglich sind, die eine Grundwasserge-

fährdung verhindern; bei einem Doppelrohrsystem ist Leckanzeige vorzusehen.

In der Schutzzone III (weitere Schutzzone) sind die Verlegung und der Betrieb von normalen Abwasserkanälen und -leitungen grundsätzlich zulässig.

9.2 Baustoffe

Gemäß ATV-Arbeitsblatt A 142 müssen Baustoffe und Bauteile mindestens den Anforderungen gemäß ATV-Arbeitsblatt A 139 genügen. Zusätzlich sind 10 %, mindestens jedoch vier Rohre einschließlich der Rohrverbindungen, im Herstellerwerk mit einem Prüfdruck von 0 bis 2,4 bar abgestuft zu prüfen. Die Auswahl der Prüfmuster und die Bedingungen der Druckprüfung sind von einer fremdüberwachenden Stelle festzulegen und zu kontrollieren.

9.3 Einwandige Rohrsysteme

Besonders vorteilhaft ist es, wenn Rohre und Schachtkonstruktionen materialidentisch ausgeführt werden. Werkstoffgerechte Verbindungstechniken sowie gleiche Mate-

Bei den Ausführungsarbeiten der Abwasserleitungen wird als wesentliche Forderung zum Schutze des Grundwassers in dem Anforderungskatalog herausgestellt, daß

- ▷ einwandige Abwasserleitungen unter Beachtung besonderer Anforderungen oder
- ▷ die Abwasserleitungen in einem dichten Schutzrohr (Doppelrohr) verlegt werden.

Darüber hinaus sind die allgemeinen Hinweise für Planung, Bauausführung und Dichtheitsprüfungen von Abwasserleitungen und Schächten zu beachten, die im Einzelfall den jeweiligen Verhältnissen anzupassen sind.

Für die Planung der Abwasserleitungen in einem dichten Schutzrohr gilt:

- ▷ Sorgfältige Abstimmung der zu verwendenden Rohrmaterialien (Schutzrohr, Mediumrohr); es sind möglichst gleiche Baulängen vorzusehen.
- ▷ Ausreichend große Schachtbauwerke mit der Möglichkeit zur Sichtkontrolle des Zwischenraumes. Das mediumführende Rohr ist geschlossen durch das Bauwerk zu führen mit wasserdicht verschließbaren Kontroll- und Reinigungsöffnungen.

Für einwandige Abwasserleitungen gilt:

- ▷ An die Rohre sind – auch beim Betrieb als Freispiegelleitung – Druckrohranforderungen zu stellen. Die Rohre und die Verbindungen müssen einem Prüfdruck von 2,4 bar entsprechend dem Nenndruck von 1,6 bar standhalten.
- ▷ In der Regel sollen zwei Jahre nach Betriebsaufnahme und danach alle 5 Jahre Druckprüfungen durch den Betreiber durchgeführt werden. Der Abwasserkanal ist geschlossen durch die Schächte zu führen. Für Kontroll- oder Reinigungszwecke sowie zur Durchführung der Dichtheitsprüfung sind geeignete verschließbare Öffnungen vorzusehen.

Dichtheitsprüfungen:

Abwasserkanäle und Schächte sind jeweils für sich getrennt auf Wasserdichtheit zu prüfen. In Abweichung von DIN EN 1610 ist in allen Fällen der Prüfdruck von 0,5 bar am höchsten Punkt der Haltung einzuhalten. Liegt der zu erwartende Abwasserdruck höher als 0,5 bar über dem Rohrscheitel, ist der Prüfdruck entsprechend zu erhöhen.

Tafel 3: Anforderungen an Abwasserleitungen in Wasserschutzgebieten (Zone II)

rialeigenschaften und -verhaltensweisen geben zusätzliche Sicherheit.

Bei der Wahl einwandiger Rohrsysteme ist darauf zu achten, daß ausreichende Rückhaltekapazitäten in der Ortskanalisation für die Dauer der Wiederholungsprüfung zur Verfügung stehen und die Prüfungen laut ATV-Arbeitsblatt A 142

- ▷ in der Schutzzone II alle 5 Jahre und
- ▷ in der Schutzzone III nach Bedarf durchgeführt werden.

Es empfiehlt sich, vor allem in diesen Wasserschutzgebieten Rohre, Formstücke, Schächte und Verbindungen aus einem System bzw. Werkstoff einzusetzen. Die gütegesicherten Rohre und Formstücke entsprechen den Anforderungen der jeweiligen Grund- bzw. Anwendungsnorm oder den Forderungen der bauaufsichtlichen Zulassung.

Durch die große Auswahl der Rohrlängen – von 5, 6, 12 bis 30 m-Stangen, Ringbunden bis da 160 und Längen von 100 – 300 m sowie Trommelware bis ca. 1.500 m – läßt sich die Zahl der Verbindungen reduzieren; sie erlaubt auch hohe Verlegegeschwindigkeiten und den Einsatz moderner Verlegeverfahren. Somit wird dem erhöhten Schutzbedürfnis auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten Rechnung getragen.

Temperaturbedingte Längenänderungen lassen sich mittels der bewährten Steckmuffenverbindungen bzw. Fixpunkten auch außerhalb des Schachtbereiches auffangen, so daß konstruktionsbedingte Festpunkte wie Schächte nicht zusätzlichen Belastungen ausgesetzt werden.

Zum Standsicherheitsnachweis (A 127) ist darauf hinzuweisen, daß ein erhöhter Sicherheitsbeiwert gegen Versagen der Tragfähigkeit zugrunde zu legen ist. In der statischen Berechnung ist daher der Sicherheitsbeiwert der Spalte A des ATV-Arbeitsblattes A 127 um 20 % zu erhöhen.

9.4 Doppelwandige Rohrsysteme

Vorteil von Doppelrohrsystemen ist die Kontrollierbarkeit von Undichtigkeiten bei gleichzeitigem Schutz der Umgebung. Die Außenrohrleitung wird dabei so ausgelegt, daß die maximale Sicherheit des Leitungssystems gewährleistet ist.

Lösungen in verschiedenen Werkstoffen wie PVC-U, PE-HD, PP und GFK sind möglich. Anforderungsgemäß wird das Mediumrohr im Schutzrohr konzentrisch angeordnet. Die Zentrierung kann über individuell konstruierte Gleitschuhe erfolgen. Durch die Formgebung der Gleitschuhe wird eine werkstoffgemäße Lastverteilung zwischen Außen- und Innenrohr erreicht. Zur Vermeidung von Wassersäcken im Mediumrohr wird die Anordnung der Gleitschuhe in Abhängigkeit zum kleinsten zulässigen Gefälle gewählt.

Neben den Doppelrohrsystemen stehen Einlauf- und Auslauf-Schachtbauwerke sowie Durchlauf-Schachtbauwerke für die geforderten Instandhaltungs-, Reinigungs- und Wartungs- sowie Überprüfungsarbeiten zur Verfügung. Druckdichte Durchlauf-Schachtbauwerke mit Revisionsöffnungen werden in der Regel als vorgefertigte Einheiten geliefert und sind so aufgebaut, daß durch eine dicht schließende Abdeckung des Außenrohres sowohl der Ringspalt als auch das ebenfalls zu öffnende Innenrohr (Medienrohr) inspiziert werden können.

Die Abmessungen der Reinigungsöffnungen werden in Anlehnung an DIN EN 476 so gewählt, daß alle notwendigen Arbeiten problemlos ausgeführt werden können.

Neben Leitungssystemen mit Steckverbindungen lassen sich auch verschweißte Doppelrohrsysteme auf Basis des Werkstoffes PE-HD realisieren. Entsprechende Heizwendelschweißmuffen zur separaten Verschweißung des Innen- bzw. des Außenrohres stehen zur Verfügung. Im Falle der Vorkonfektionierung ist darauf zu achten, daß beide Rohre dauerhaft fixiert sind.

Grundsätzlich ist zum Doppelrohrsystem noch anzumerken, daß in der Regel gleiche Nenndruckstufen für das mediumführende Innenrohr wie auch für das umhüllende Schutzrohr gewählt werden. Dies hat den Vorteil, daß die Leitung im Falle einer Leckage bis zur Behebung des Schadens ohne Bedenken weiter betrieben werden kann.

10. Planung und Bau von Kanälen im ländlichen Raum

Angesichts sehr hoher Abwasserentsorgungsgebühren wird von allen Seiten eine Reduzierung der Kosten für Abwasseranlagen gefordert. Immer mehr setzt sich das Bestreben durch, zielgerichtet nach besonders kostengünstigen technischen Lösungen zu suchen, ohne die grundlegenden Standards zu unterschreiten.

Dies trifft besonders für die ländlichen Gebiete zu, also für Bereiche, wo durch die weitläufige Bebauung und die geringe Einwohnerdichte meist relativ sehr hohe Kosten für den Bau und Betrieb von Abwasseranlagen entstehen.

Bei Anwendung der klassischen Freispiegel-Gefälleentwässerung bedeutet dies schon in gering hügeliger Landschaft tiefes Einschneiden der Sammelleitung in das Gelände. Jedem, der mit Planung und Ausführung von Entwässerungsnetzen vertraut ist, sind die mit wachsender Verlegetiefe überproportional stark steigenden Kosten bekannt. Von daher erhalten Alternativen, mit denen diese Kosten zu minimieren sind, zusehends Aktualität.

Im folgenden werden die Alternativen – verknüpft mit Werkstoffverhaltensweisen und konstruktiven Besonderheiten – erörtert, die für die Grundanforderungen der Entwässerungstechnik von großer Bedeutung sein dürf-

ten. Ferner werden in Ergänzung zum ATV-Arbeitsblatt A 200 Lösungsansätze aufgezeigt:

- ▷ Verkürzung der Leitungslänge durch bisher nicht übliche Trassenführung und Verringerung der Verlegetiefe sowie stärkere Kombination von Entwässerungssystemen innerhalb eines Entsorgungsraumes für Sammlung und Transport
- ▷ Unterschreitung von bisher geforderten Mindestrohrnennweiten
- ▷ Verlängerung der Schachtabstände bei Sammelleitungen und Einbindung von Kompakt-Schächten auf den Privatgrundstücken.

Jede der vorgeschlagenen Einsparungsmöglichkeiten hat sich bereits in der Praxis nicht nur als Einzelkomponente bewährt. Damit auch in ländlichen und dünn besiedelten Gebieten möglichst hohe Anschlußraten unter vertretbaren Kostengesichtspunkten sowie Wahrung der gesetzlichen Vorgaben erzielt werden, kommt es darauf an, sämtliche Einsparmöglichkeiten so zu addieren, daß sich die wirtschaftlichste Form der Entwässerung ergibt. Die wesentlichen Forderungen der Entwässerungstechnik wie

- ▷ Funktionstüchtigkeit
- ▷ Wasserdichtigkeit
- ▷ Kontrollierbarkeit
- ▷ Reinigungsfähigkeit

müssen dabei weiterhin eingehalten werden. Nachfolgend hierzu Erläuterungen und Lösungsansätze.

10.1 Funktionstüchtigkeit

Zunächst ist die Frage zu erörtern, durch welche Maßnahmen die unvermeidbaren Belastungen verringert bzw. Risiken ausgeschlossen werden können. Hierzu bieten sich an:

- ▷ Verlegung der Kanäle in unbefestigten Seitenstreifen der öffentlichen Wegeparzellen
- ▷ Minderung von Lastkonzentrationen durch Einsatz flexibler Komponenten
- ▷ Einsatz von Bauteilen mit lastmindernden Konstruktionselementen
- ▷ Minimierung der Beeinträchtigung des gewachsenen Bodens
- ▷ Verzicht auf Grundstückssammelleitungen unterhalb der Kellersohle.

Ein großer Teil der nachgewiesenen Schäden an den derzeit betriebenen Kanalisationssystemen kann schon bei der Planung, Ausschreibung und Ausführung vermieden werden.

Anzumerken ist, daß Kanalleitungen bei beidseitiger Bebauung üblicherweise in der Straßenmitte verlegt werden – insbesondere bei Mischentwässerungen. Bereits durch den reinen Schmutzwassertransport lassen sich nicht nur deutliche Kosteneinsparungen erzielen – auch

auf die ökologischen Vorteile der Versickerung vor Ort sei hingewiesen. Kritisch zu überdenken ist, ob nicht auch andere Entwässerungsvarianten (z.B. Druck- oder Vakuumsammelsysteme, die vornehmlich mit Kunststoff-Druckrohrsystemen ausgeführt werden) eingesetzt werden können oder ob auf den verkehrsfreien Flächen sowie Privatgrundstücken flachere Kanäle möglich sind, wodurch auch die kostenintensiven Aufwendungen zur Wiederherstellung von Straßenoberflächen weitestgehend entfallen könnten.

Lastkonzentrationen lassen sich vermeiden, wenn z.B. Erkenntnisse aus dem Tunnelbau in Aufschüttungsbereichen auf den Kanalbau übertragen werden – Verlagerung der Kraftflußlinien durch zusätzlichen Einbau elastischer Konstruktionselemente (Bild 10). Kunststoffkanalrohre zählen zu den flexiblen Kanalrohrkonstruktionen und reagieren auf die Belastungen mit entlastender Verformung. Die hohe Zahl der Schäden an den derzeit betriebenen Kanalisationssystemen ist ein deutlicher Hinweis dafür, daß sich langfristig auch Belastungsveränderungen – verursacht durch Bodenerosion, Grundwasserspiegelveränderungen, Unterspülung und Bodenverschiebungen – in der Rohrleitungszone einstellen können, die weder vorhersehbar noch mit den einschlägigen Berechnungsmethoden zu bestimmen sind. Kunststoffkanalrohre zeichnen sich durch ihre Verformbarkeit und ihre Elastizität aus – in der Natur und Technik der Normalfall.

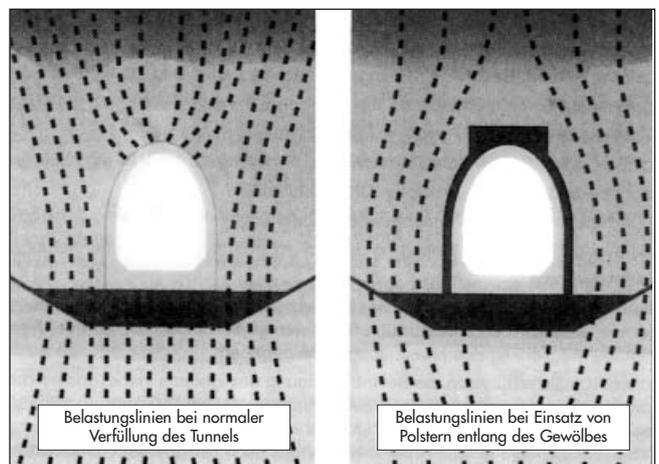


Bild 10: Lastenabweisende Lösungen im Tunnelbau

Das Prinzip der Lastminderung bei Kunststoffkanalrohren wird auch bei Kunststoffschachtkonstruktionen beibehalten, da diese grundsätzlich so konzipiert sind, daß Verkehrslasten bis SLW 60 nicht auf das Bauwerk wirken, sondern über die Schachtabdeckung und deren Rahmenkonstruktion direkt auf das umgebende Erdreich abgeleitet werden.

Flachere Kanäle reduzieren die Beeinträchtigung des Bodens insbesondere dann, wenn die Verlegung oberhalb des Grundwasserspiegels möglich ist. Hierdurch lassen

sich nicht nur ca. 9 % der durchschnittlichen Kosten der Kanalbaumaßnahmen einsparen, auch der Anteil des Aushubs kann nennenswert minimiert werden. Im günstigsten Fall können z.B. bei Einsatz von verschweißten PE-HD-Rohren auch neuartige Verlegetechniken, z.B. Grabenfräsen, eingesetzt werden.

Flachere Kanäle bedingen allerdings auch, daß auf Grundstückssammelleitungen unterhalb der Kellersohle verzichtet werden muß. Damit wird nicht nur die erwünschte bessere Zugänglichkeit des Grundstücksentwässerungssystem erreicht, sondern auch eine permanente einfache Überprüfung der Funktionstüchtigkeit gewährleistet.

Unter dem Gesichtspunkt von Verkehrsbelastungen wirkt sich zwar die Verlegung flacherer Kanäle in Verkehrsreichen „belastend“ aus, jedoch sei an die positiven Erfahrungen mit Kunststoffanschlußkanälen erinnert, die in der Regel wesentlich höher verlegt sind, also in noch „kritischeren“ Bereichen. Ein Übergang zugunsten von Druckrohren ist nicht zu empfehlen, da hiermit nachteilige Wirkungen der Lastkonzentration und damit zusätzliche Belastungen auf das Rohr verbunden sind.

10.2 Wasserdichtigkeit – Verbindungstechnik

In Freispiegelleitungen ist die Steckmuffe der Normalfall – auch bei PVC-U Kanalrohren. Die engen Fertigungstoleranzen der Rohre und der Muffen ergeben Muffenverbindungen, die auch unter extremen Belastungen dicht bleiben. So tritt Wurzeleinwuchs bei Abwasserrohren aus Kunststoffen auch dann nicht auf, wenn die Leitung durch Überlastungen (Setzungen, Verlegefehler usw.) geschädigt, d.h. über die Normalfestlegung hinaus verformt ist. Da die elastischen Eigenschaften auch in der Muffenverbindung erhalten bleiben, findet auch hier ein Lastausgleich statt.

PE-HD-Kanalrohre werden in der Regel verschweißbar. Somit liegt eine homogene Verbindung vor. Durch die Wahl der unterschiedlichen Rohrlängen ist zudem die Zahl der Verbindungen deutlich zu reduzieren, wodurch sich weitere Sicherheitsaspekte ergeben.

Im Hinblick auf chlorierte und aromatische Kohlenwasserstoffe sei angemerkt, daß auch die ATV-Arbeitsgruppe 1.1.4 „Korrosion Abwasseranlagen“ hierzu ausführt:

„Für den Bereich der öffentlichen Kanalisation sind nachteilige Auswirkungen von Chlorkohlenwasserstoff auf die Dichtelemente nicht zu befürchten. Abgesehen davon, daß Chlorkohlenwasserstoffe nur eine relativ geringe Wasserlöslichkeit besitzen, gehören sie zu den wassergefährdenden Stoffen, die nach den gesetzlichen Bestimmungen nur in für Dichtmittel völlig belanglosen Mengen abgeleitet werden dürfen.“

10.3 Kontrollierbarkeit

Kanalrohre werden üblicherweise in der kürzesten Verbindung zwischen zwei Schächten – also in der Geraden – verlegt, weil sie noch zum Spiegeln geeignet sein sollen. Dazu werden auch bei großen Gefällen hohe Anforderungen an die Verlegegenauigkeit gestellt, die nur unter Verwendung von Lasergeräten erzielt werden kann und einen begehbaren Graben erfordert. Die Schächte sind grundsätzlich > DN 1000 und mit Steigeisen ausgerüstet, damit man zu Inspektionsarbeiten mittels Spiegel hinabsteigen kann, obwohl auch Spiegel an Stangen vorhanden sind.

Bögen und Knicke in Kanalleitungen sind aus Gründen der Kontrollierbarkeit bisher nicht zugelassen worden, obwohl sich dadurch die Anzahl der Schächte deutlich reduzieren und eine kostengünstige, geländenahe Verlegung ermöglichen ließe.

Bei der Definition oder auch Fortschreibung solcher Anforderungen ist weitestgehend unberücksichtigt geblieben, daß die Fernsehkameras immer kleiner geworden sind und sich z.B. durch den Einsatz von DN 150-Peilrohren – aufgesetzt auf einen 45°-Abzweig – sowohl eine Kamera als auch ein größerer Spülschlauch einfahren lassen. Zudem können moderne Kameras heute bereits aus einem Sammler < DN 200 einen Anschlußkanal untersuchen.

Nach kritischem Studium vieler kommunaler Satzungen ist festzustellen, daß häufig unmittelbar an der Grundstücksgrenze – nach Möglichkeit auf dem Privatgrundstück – ein Hausanschlußschacht zu setzen ist, damit eine Kontrolle des einzuleitenden Abwassers möglich wird und der Hausanschluß gespült und kontrolliert werden kann. Dem gegenüber wird allerdings auch zugelassen, daß der Grundstückseigentümer seine private Kanalisation selbst verlegt, obwohl davon auszugehen ist, daß aus der häufig unfachmännischen Verlegung große Fremdwassereinleitungen resultieren können. Wäre es daher nicht sinnvoller, auf die hohen Kosten der großen Anschlußschächte zu verzichten und stattdessen an allen wichtigen Punkten Alternativkonstruktionen (kompakte Kunststoffschächte oder Peilrohre, die auf einen 45°-Abzweig gesetzt werden) vorzusehen, über die mit einem dünnen Spülschlauch die Rohre in beide Richtungen gespült werden können? Weiterhin ließe sich dann auch eine Fernsehkamera zur dringend erforderlichen Kontrolle der privaten Kanalisationen einführen. Im Zuge der Forderung, kostenbewußtes Bauen auch in DIN-Normen zu berücksichtigen, sind nunmehr in DIN 1986-1 Änderung A 1 – entsprechende Ergänzungen bezüglich des Einsatzes von Inspektionsöffnungen aufgenommen worden, um somit die Zugänglichkeit der Grundleitungen und damit die Kontrollierbarkeit und Funktionssicherheit positiv zu beeinflussen.

10.4 Reinigungsfähigkeit

Hervorzuheben ist, daß sich durch die Verringerung des Kanalrohrdurchmessers die hydraulischen Gegebenheiten aufgrund höherer Fließgeschwindigkeiten positiv verändern – ganz abgesehen davon, daß die zu transportierende Abwassermenge doch deutlich kleiner ist als in Kernbereichen. Außerdem unterbindet die Oberflächencharakteristik der Kunststoffrohre – geschlossen, porenfrei – Inkrustationen. Aber auch Ausgangsprodukte (biogene Schwefelsäurekorrosion) können die Oberflächen der Kunststoffmaterialien und werkstoffgleichen Schachtkonstruktionen nicht negativ beeinflussen.

In der Fortschreibung des ATV-Arbeitsblattes A 118 wird zwar davon ausgegangen, daß aus betrieblichen Gründen der Mindestdurchmesser DN 250 bei Schmutzwasserkanälen beizubehalten ist – in begründeten Fällen kann allerdings auch DN 150 Verwendung finden.

Durch die Verringerung des Sammlerrohrdurchmessers wird zudem das Ablagerungsverhalten bei den üblich geringen Schmutzwasserabflüssen deutlich verbessert.

Durch die Anordnung von kompakten Kunststoffschächten DN 300 und größer im Grundstücksbereich, aber auch als Zwischenschacht in Sammelkanälen (damit begehbare Schächte nur noch im Bereich der Einmündungen von Sammelkanälen), ist das gleichzeitige Ansetzen von Spül- und Saugschlauch gegeben, so daß Einschränkungen der Wartungsarbeiten gegenüber traditionell konzipierten Kanalsystemen nicht gegeben sind.

Bezüglich der in der Regel eingesetzten Spülwagen sei anzumerken, daß Schlauchlängen von bis zu 200 m vorhanden sind, die sich auch um jede Ecke und Biegung in den Kanal einziehen. Für Wartungen von Deponie- und Sickerrohrleitungen sind bereits Fahrzeuge mit Spüllängen von bis zu 800 m entwickelt worden.

Eine Vergrößerung der Schachtabstände eröffnet weitere Einsparungsmöglichkeiten. Die ursprüngliche Begrenzung auf ca. 50 m resultiert aus den Möglichkeiten der Reinigungstechnik der vergangenen Jahrzehnte. Es sei darauf hingewiesen, daß das mögliche Einsparungspotential bei Erhöhung der Schachtabstände von 50 auf 100 m ca. 4 bis 5 % der Gesamtkosten beträgt.

11. Wirtschaftlichkeit

Um die Wirtschaftlichkeit eines Rohrsystems richtig einzustufen, muß man seinen gesamten Lebenszyklus betrachten. Für Kunststoffrohrsysteme kommt man dabei zu den nachfolgenden Ergebnissen:

- ▷ Ihre Investitionskosten sind in vielen Fällen niedriger als die für Rohre aus anderen Werkstoffen. Das liegt u.a. an der kostengünstigen Produktion der Rohre und Formstücke. Ersparnisse auch infolge des geringen

Gewichts der Rohre: Reduzierung des Energieaufwands für Transporte, leichtes Handling auf der Baustelle, Minimierung des Einsatzes von schwerem Baustellengerät. Individuelle Leitungslängen und sehr umfangreiche Formstückprogramme tragen dazu bei, Investitionskosten herunterzufahren.

- ▷ Kunststoffrohrsysteme bieten erhebliche Vorteile bei der Verlegung. Die Arbeitszeitrichtwerttabellen des Zentralverbandes des Deutschen Baugewerbes und bewährte, sichere Verbindungstechniken machen dies deutlich. Eine Studie des DVGW zum Gasrohrmarkt begründet die Kostenvorteile von Kunststoffrohren u.a. mit der weniger aufwendigen Herstellung der Rohrverbindungen und sieht weitere Kostensenkung bei Nutzung von Bundware: für allgemeine Rohrlegung 20 %, durch weniger Verbindungen 65 %.
- ▷ Auch die Betriebs- und Unterhaltungskosten für Kunststoffrohrsysteme sind im Vergleich zu solchen aus anderen Werkstoffen sehr günstig. Die lange Lebensdauer der Rohre (für Kanalrohre z.B. wird sie von der LAWA mit 50-80/100 Jahren beziffert und damit auf eine Stufe mit Steinzeug und Beton gestellt) ist vorteilhaft für die Abschreibung und bedeutet geringe Jahreskosten aus Kapitaldienst. Die chemische Beständigkeit, bewährte Abriebfestigkeit und Dichtheit der Rohre wirken sich positiv auf Wartung und Reparatur von Leitungen aus. Die hohe hydraulische Leistung rechtfertigt eine geringere Dimensionierung bzw. Druckstufe der Rohre und längere Spülungsintervalle beim Betrieb.
- ▷ Kunststoffrohre können nach ihrer Nutzung aufbereitet und wiederverwertet werden. Dazu bieten KRV und GKR seit 1994 ein bundesweit angelegtes Sammel- und Wiederverwertungssystem an, kostenlos für Handel und Kunden.
- ▷ Alternative Verlegetechniken wie Einpflügen und Einfräsen sind prädestiniert für Kunststoffrohre, haben v.a. außerhalb innerstädtischer Bereiche und in ländlich strukturierten Regionen an Bedeutung gewonnen und helfen Kosten sparen. Grabenloses, geschlossenes Verlegen erfährt zunehmende Akzeptanz aufgrund der Zeit- und Kostenersparnis gegenüber der offenen Bauweise und den mit ihr verbundenen Folgekosten (z.B. durch Verkehrs- und Umweltbeeinträchtigungen).
- ▷ Die Gütesicherung durch die GKR und der damit verbundene Vorteil gesicherter Qualität haben auch wirtschaftliche Aspekte. Schließlich ist es die Innovationsfähigkeit der Kunststoffrohr-Industrie, ihre Anpassung an gestellte Forderungen und Anwendungsgebiete, die gerade auch konsequent wirtschaftliche Vorteile im Auge hat (z.B. Reduzierung des Materialeinsatzes ohne Eigenschaftsverluste der Rohre).

Zusammenfassend: Langlebige Kunststoffrohrsysteme bieten wirtschaftliche und kostendämpfende Lösungen, die damit zugleich sozialen und volkswirtschaftlichen Forderungen entsprechen.

12. Vortriebsrohre

12.1 Geschleuderte Vortriebsrohre aus GFK

Bis heute wurden weltweit mehr als 200 km GFK-Vortriebsrohre zur Herstellung von Abwasserkanälen und Druckleitungen bis PN 10, mit Außendurchmessern von 272 mm bis 2400 mm, mit Vortriebsmaschinen mit trockener oder hydraulischer Förderung vorgepreßt (Bild 11). In Abhängigkeit von den zu erwartenden Pressenkräften hatten die Vortriebsrohre Wanddicken zwischen 17 und 80 mm, und je nach Größe des Startschachtes betrug die Baulänge der Rohre 1 m bis 6 m.

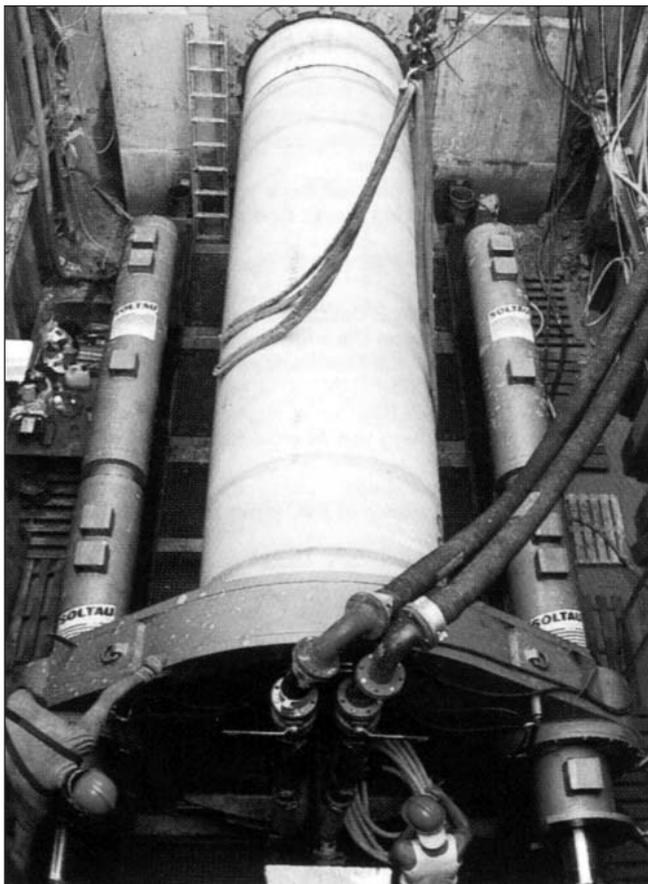


Bild 11: Vorpresse eines GFK-Vortriebsrohres DN 1600

Produktbeschreibung

GFK-Vortriebsrohre werden in Außendurchmessern von 272 bis 2740 mm hergestellt. Die Standardbaulängen sind 1, 2, 3 und 6 m (weitere Angaben s. Tafel 4). Die Verbindung der GFK-Vortriebsrohre erfolgt durch eine GFK- oder Edelstahl-Manschette, die am Rohrende in einem Versatz untergebracht ist, so daß eine außenbündige Oberfläche vorliegt. Die Abdichtung zwischen Manschette und Rohr wird durch einen Dichtungsring gewährleistet.

Geschleuderte GFK-Vortriebsrohre erfüllen die Anforderungen der ATV-Richtlinie A 125 und werden entsprechend ATV-Richtlinie A 161 für den Bau- und Betriebszustand statisch nachgewiesen. Die Wasserdichtheit der

Standard-GFK-Rohrverbindung ist bei einem äußeren oder inneren Wasserüberdruck von 0 bis 0,5 bar gewährleistet. Die Edelstahlkupplung ist für Nenndruckstufen PN 1 bis PN 4 ausgelegt. Für die Nenndruckstufen PN 6 und PN 10 steht eine Spezial-GFK-Kupplung zur Verfügung.

Nennweite DN	Außendurchmesser DA [mm]	Nennsteifigkeit SN [N/m ²]	Innendurchmesser DI [mm]	Wanddickes [mm]	Maximale Vorpressekraft F _{max} [kN]
200	272	640.000	224	24	300
250	324	640.000	268	28	450
300	376	640.000	314	32	620
350	401	640.000	333	34	740
450	550	640.000	456	47	1.450
550	650	640.000	542	54	2.050
650	752	320.000	650	51	2.250
700	820	320.000	712	54	2.470
800	924	160.000	824	50	2.530
900	1026	128.000	922	52	2.950
1000	1099	128.000	987	56	3.420
1100	1229	128.000	1.107	61	4.200
1400	1499	64.000	1.379	60	4.820
1500	1638	64.000	1.508	65	5.810
1600	1720	40.000	1.602	59	4.900
1700	1842	40.000	1.716	63	5.780
2000	2047	40.000	1.907	70	7.320
2100	2252	32.000	2.110	71	7.980
2200	2398	32.000	2.246	76	9.240
2400	2530	32.000	2.370	80	10.350
2600	2740	32.000	2.568	86	12.280

Tafel 4: Rohrmaße und zulässige Vorpressekräfte

Produktvorteile

GFK-Vortriebsrohre zeichnen sich – wie alle geschleuderten GFK-Rohre – durch ihre Korrosionsbeständigkeit, ihre Dichtheit, ihre Abriebfestigkeit und durch ein vollständiges Formteil- und Schachtprogramm aus.

Durch den kleineren Außendurchmesser der GFK-Rohre ergibt sich gegenüber einem Betonrohr in Abhängigkeit von der Nennweite eine Aushubersparnis von 14 – 53 %.

Aufgrund der Diffusionsdichtheit der Polyesterharze entsteht beim GFK-Vortriebsrohr nur eine äußerst geringe Wasseraufnahme an der Außenhaut und dadurch kein Festsaugen an feuchtem Bodenmaterial. Hierdurch entste-

hen beim Anfahren der Pressung auch nach längerem Stillstand vergleichsweise geringe Anfahrwiderstände.

Durch die Herstellung im Schleuderverfahren weisen GFK-Rohre sehr geringe Bautoleranzen im Außendurchmesser (0,05 %) auf. Durch diese Eigenschaft werden die Reibungskräfte günstig beeinflusst (geringe Verzahnung im Boden).

Aufgrund der Elastizität des Werkstoffes ist das GFK-Vortriebsrohr in der Lage, auf außermittigen Lastangriff durch Verformung zu reagieren und so bei Einhaltung der zulässigen Abwinkelungen eine volle Kontaktfläche an den Stirnseiten zu gewährleisten. Außerdem ist das Rohr in der Lage, die durch das Fertigungsverfahren vorgegebenen geringen Unebenheiten der Stirnflächen und Abweichungen von der Rechtwinkligkeit durch elastische Verformung auszugleichen. Zwischen GFK-Vortriebsrohren kann aus diesem Grund auch auf Lastverteilungsringe verzichtet werden.

Aufgrund ihrer Schlagunempfindlichkeit und ihres geringen Gewichts ist eine einfache, schnelle und sichere Montage der GFK-Vortriebsrohre sichergestellt.

12.2 Vortriebsrohre aus PVC-U

Vortriebsrohre aus PVC-U werden vor allem als Mantelrohre zum Schutz von Kabeln, Gas- und Wasserleitungen im Bereich von DN 40 bis 200 und als Abwasserleitungen von DN 100 bis 500 eingesetzt.

Anforderungen

Die seit Jahrzehnten bei den offenen Bauweisen bewährten Verbindungen, nach außen aufgeweitete Steck- und Klebmuffen, sind für die geschlossenen Bauweisen nicht geeignet (Bild 12).

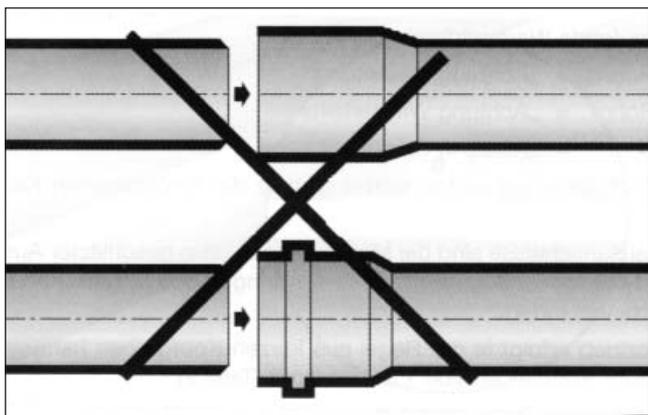


Bild 12: Kleb- und Steckmuffe

Durch die nach außen aufgeweiteten Muffen ist eine erheblich größere Bohrung bzw. Pressung erforderlich. Die dadurch entstehenden Hohlräume können zu späteren Bodensetzungen führen. Darüber hinaus führt jeder Millimeter Außendurchmesser, der zusätzlich gebohrt oder ge-

preßt werden muß, zu einer Erhöhung der Kosten und evtl. zu einem erforderlichen Einsatz größerer Geräte.

Beim Vorpresen oder Bohren baut sich durch die Rückstellkraft und die Rieselfähigkeit des Bodens vor jeder Muffe eine sogenannte „Bugwelle“ auf, die im Extremfall zum Scheitern des weiteren Vortriebs führen kann.

Die konisch aufgeweiteten Muffen können nur geringe Axialkräfte aufnehmen. Bei höheren Belastungen verkeilt sich das Rohr in die Muffe hinein und bricht schließlich.

Zur Aufnahme der Axialkräfte müssen die Rohrenden beim Vortriebsrohr stumpf aufeinander stoßen (Bild 13).

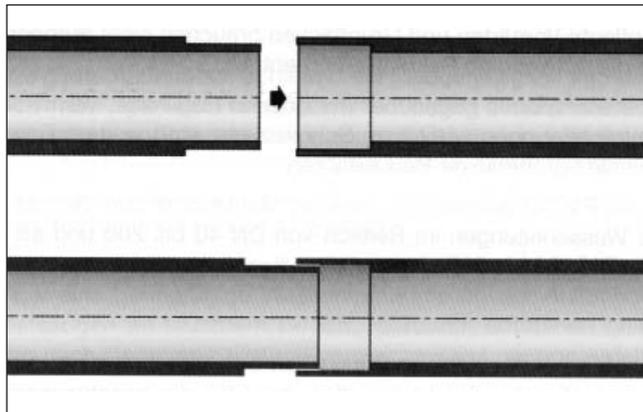


Bild 13: Vortriebsmuffe

Praxiserfahrungen haben gezeigt, daß PVC-U-Vortriebsrohre von der Wanddicke her wenigstens der Serie S 10 (SDR 21) nach DIN 8062 entsprechen müssen.

Vortriebsrohre als Abwasserrohre nach DIN V 19534

Beim Bau und bei der Sanierung von Abwasserkanälen können sich durch die großen Verlegetiefen erhebliche Kostenvorteile für die grabenlosen Bauverfahren ergeben.

Für die Herstellung von Abwasser-Hausanschlüssen, für Rohrrelining und Rohrcracking stehen Vortriebsrohre nach DIN V 19534 von DN 100 bis 500 zur Verfügung (Tafel 5).

Der Einbau erfolgt mittels Erdraketen, Preßbohrgeräten und Seilwinden.

Durch die großen Wanddicken ist das Rohr beim Vorpresen in Axialrichtung hoch belastbar, verfügt über eine enorme Scheiteldruckfestigkeit und zeigt ein gutes statisches Verhalten.

Zwei Lippendichtringe garantieren die Dichtigkeit der Rohrleitung auch bei leichten Abwinkelungen in der Trasse, wie sie besonders bei Sanierungsmaßnahmen immer wieder vorkommen.

Der Werkstoff PVC-U zeichnet sich durch Elastizität und eine hohe Abriebfestigkeit aus; daher sind diese Rohre

DN	Abmessungen [mm]	Gewichte [kg/m]	Zulässige Vortriebskräfte [kN]
100	110 x 6,2	3,0	35
	125 x 10,5	5,6	65
125	140 x 6,7	4,2	50
	148 x 10,5	6,4	77
150	160 x 6,9	4,7	59
	170 x 10,0	7,4	70
200	220 x 10,0	10,0	80
	220 x 12,8	12,3	150
250	280 x 12,5	15,6	200
300	330 x 14,5	21,2	310
350	370 x 12,5	20,8	249
400	450 x 19,5	38,9	690
500	540 x 20,0	48,2	850

Tafel 5: Übersicht der Abmessungen und zulässigen Vortriebskräfte

besonders gut für Rohrsanierungen im Grundleitungsbe-
reich (Relining und Cracking) geeignet.

Durch das relativ geringe Gewicht gegenüber anderen
Rohrwerkstoffen ergeben sich erhebliche Vorteile beim
Transport und beim Entladen auf der Baustelle, beim Her-
ablassen in das Kopfloch und beim Zusammenstecken
der Rohre.

Die Gefahr eines Absinkens der Rohrtrasse beim Vortrieb
wird durch das geringe Eigengewicht minimiert.

Die Kompatibilität mit anderen Kanalrohren ist durch
Übergangsmuffen gewährleistet. Vorgefertigte Abzweige
und Schachteinführungen ermöglichen eine problemlose
Einbindung der Vortriebsrohre in andere Rohrsysteme.

13. Sanierungsverfahren

13.1 Problemstellung

Rohrleitungssysteme, ob im Abwasser-, Trinkwasser, Gas-
oder Industrierohrbereich, haben eine begrenzte Funk-
tionsdauer.

Bei Rohrleitungsnetzen, die unter Innendruck stehen –
z.B. Abwasserdruckleitungen – sind undichte Stellen im
Rohrleitungsnetz in der Regel leicht zu finden. Da Leck-
verluste entweder ein Kostenfaktor und zusätzlich ein Ri-
sikofaktor sind, erfolgt die Behebung der Schäden meist
kurzfristig und lokal.

Auch bei großen Abwasserkanälen waren und sind
Mängel durch Begehung leicht festzustellen und meist
ohne großen Aufwand zu beseitigen.

Nicht so einfach war das Erkennen von Fehlern bei nicht
begehbaren Abwassersystemen. Bis in die 80er Jahre hat
man in der Regel nur die Funktion der Leitungen beurteilt,

d.h. solange das Abwasser abgefließen ist, sah man lan-
ge Zeit keine Veranlassung, die Rohre näher zu untersu-
chen. Erst durch strengere Gesetzgebung in den 80er
Jahren waren die Betreiber von Abwassernetzen ge-
zwungen, ihre Rohrleitungen auf mögliche Schäden zu
untersuchen und diese möglichst kurzfristig zu beseitigen,
um der angedrohten Strafverfolgung zu entgehen.

Erleichtert wurde die Schadensermittlung durch die Wei-
terentwicklung der Kanalspektionssysteme, mit denen es
dann möglich war, Rohrleitungen schon ab ca. 100 mm
Innendurchmesser zu überprüfen und festgestellte Mängel
durch Videoaufzeichnungen zu dokumentieren.

Das hat den entscheidenden Anstoß für die Entwicklung
einer Vielzahl neuer Verfahren zur preisgünstigen grab-
enlosen Sanierung schadhafter Kanalleitungen gege-
ben.

13.2 Stand der Technik

Die Vielfalt der heute angebotenen und in der Praxis ein-
gesetzten Sanierungsverfahren ist groß. Dadurch ist es
schwierig geworden, für einen bestimmten Sanierungsfall
das kostengünstigste und technisch beste Verfahren aus-
zuwählen.

Um den Anwendern die Auswahl des jeweils günstigsten
Sanierungsverfahrens zu erleichtern, hat die Abwasser-
technische Vereinigung e.V. (ATV) in Zusammenarbeit mit
Fachleuten von Universitäten, Kommunen und Industrie,
Merkblätter zur Klassifikation von Schäden und Möglich-
keiten zur Behebung der Schäden herausgegeben.

Im Jahre 1988 hat ISO TC 138, zuständig für die Stan-
dardisierung von Kunststoffrohrsystemen, die Arbeits-
gruppe WG 12 gegründet, die sich mit der Normung im
Markt befindlicher und bewährter Rohrsanierungsverfah-
ren, die auf Basis von Kunststoff-Liner Systemen arbeiten,
befassen sollte.

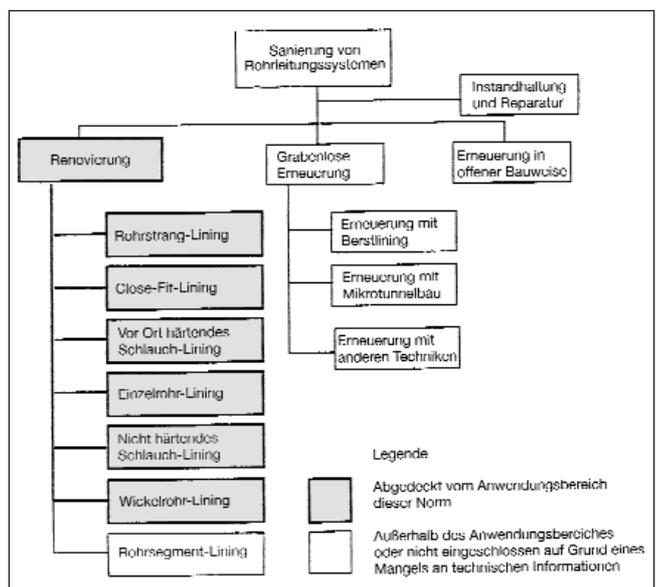
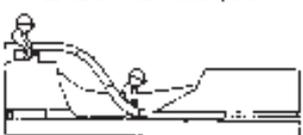
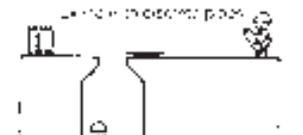
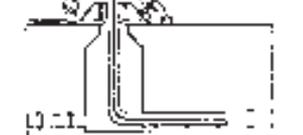


Bild 14: Renovierungs- und Technikfamilien

Die WG 12 hat 1992 einen ersten technischen Bericht über den Stand der Sanierungsmöglichkeiten von Rohrleitungssystemen unter Einsatz von Kunststoffen (Thermoplasten und Duroplasten), den technischen Report ISO/TR 11295 herausgegeben.

Durch die Einordnung der verfügbaren Verfahren mit vergleichbaren Systemen in Verfahrensfamilien wird das Angebot transparenter (Bild 14).

In Tafel 6 sind die in Familien zusammengefaßten Verfahren beschrieben und deren Einsatzmöglichkeiten für be-

	Verfahrens-Familie	Systembeschreibung	Allgemeine Anwendung
 Lining with continuous pipe	Rohrstrang-Lining	Einführung eines langen Rohrstranges entlang oder aus Einzelrohren zusammengefügt, in eine bestehende Hohlleitung.	Freispiegel und Druckleitungen
 Lining with individual pipes	Einzelrohr-Lining	Installation einzelner Rohre, welche kürzer sind als der zu renovierende Abschnitt und welche außerhalb oder innerhalb der Rohrleitung verbunden werden können, um eine durchgehende Auskleidung zu bilden.	Freispiegelleitungen, Druckleitungen mit Einschränkungen
 Lining with close-fit pipes	Close-Fit-Lining	Einführung eines Rohres mit vorübergehend reduziertem Durchmesser, welcher wieder auf den ursprünglichen Wert erholt wird, um eine Auskleidung mit enger Anpassung an das bestehende Rohr zu erhalten.	Freispiegel und Druckleitungen
 Lining with spiral of ductile pipe	Wickelrohr-Lining	Installation einer Auskleidung, hergestellt aus einem profilierten Band, das im Startschacht zu einem kontinuierlichen Rohr gewickelt wird.	nur für Freispiegelleitungen
 Lining with pipe segments	Rohrsegment-Lining	Installation einer Auskleidung, die aus zwei Teilen hergestellt wird, welche in Längsrichtung und über den Umfang verbunden sind.	nur für Freispiegelleitungen
 Lining with non-curing resin pipe	Nicht härtendes Schlauch-Lining	Einführung eines mit Harz getränkter Gewebeschlauches, der nach der Aushärtung des Harzes eine stabile Auskleidung ergibt.	Freispiegel und Druckleitungen (nicht alle Systeme)
 Lining with non-curing resin pipe	Nicht härtendes Schlauch-Lining	Einführung eines nicht präzisionsarmierten Schlauches, um eine Hohlraumauskleidung zu bilden, wenn Flüssigkeit unter Druck transportiert wird.	nur für Druckleitungen, wobei der Rohrkörper der bestehenden Leitung intakt sein muß
 Replacement by pipe bursting	Ersetzung mit Herstellung	Neue Legung anstelle einer bestehenden Rohrleitung durch Bersten der alten Leitung und Verdrängung der Bruchstücke in den umgebenden Boden, um einen Hohlraum zu schaffen, in welchem im Zuge des Burstvorganges der neue Rohrstrang angezogen wird.	Druck- und Freispiegelleitungen

Tafel 6: Sanierungsverfahrens-Familien mit Systembeschreibung und Anwendungsbereich

stimmte Anwendungsgebiete in verkürzter Form wiedergegeben.

13.3 Anwendung von Sanierungsverfahren

Nicht alle in Tafel 6 genannten Sanierungsverfahren haben sich in der Praxis gleich gut durchsetzen können. In den letzten Jahren wurden, abhängig vom Anwendungsgebiet, folgende Sanierungsverfahren im Abwasserrohrsektor bevorzugt eingesetzt:

Einzelrohr-Lining

Diese Art der Sanierung ist für Abwasserleitungen das preisgünstigste Sanierungsverfahren zur Behebung von Schäden der verschiedensten Art.

Es ist sehr einfach und stellt keine hohe Anforderungen an das Verlegepersonal.

Bestehende Hausanschlüsse können ohne Aufgraben wieder eingebunden werden. Es gibt für das Einzelrohr-Lining Kurzrohre aus PE, PP, PVC-U und GFK in Längen zwischen 0,5 und 1 m mit Steckverbindungen, die teilweise auch längskraftschlüssig angeboten werden.

Der Nachteil des Einzelrohr-Lining ist der relativ hohe Querschnittsverlust.

Vor Ort härtendes Schlauch-Lining

Dieses Verfahren wird am häufigsten auf dem Kanalsektor bei Rohrleitungen ab DN 300 eingesetzt. Bei kleineren Abmessungen ist es weniger wirtschaftlich.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der geringen Querschnittsverengung. Die hydraulische Leistung der alten Leitung wird durch die glatte Oberfläche der Liner wieder erreicht oder teilweise sogar überschritten.

Das Wiedereinbinden bestehender Hausanschlüsse ist ohne Aufgrabungsarbeiten von der Innenseite der Rohre her möglich. Auch die zusätzliche Sanierung defekter Hausanschlüsse von der Rohrinneenseite her ist mit dieser Verfahrenstechnik realisierbar.

Close-Fit-Lining

Es gibt mehrere Verfahrenstechniken, einen Liner aus PE oder PVC-U enganliegend (close-fit) im alten Rohrleitungssystem zu installieren. Für den Kanalrohrbereich haben sich in erster Linie die gefalteten Liner aus PE bewährt. Neuerdings gibt es auch gefaltete Liner aus einem modifizierten PVC-U, die jedoch noch keine allzu große Verbreitung gefunden haben. Deren Problem ist die höhere Steifigkeit des Materials, die das Einziehen des Liners über Schächte, vor allem bei niedrigen Temperaturen, erheblich erschwert.

Am wirtschaftlichsten sind die Close-Fit-Verfahren bei Abmessungen bis DN 400 und bei Rohrleitungsstrecken ohne oder mit wenigen Hausanschlüssen. Hausanschlüsse können ohne Aufgraben wiederhergestellt werden.

Wickelrohr-Lining

Das Wickelrohr-Lining eignet sich für das Renovieren von Kanalrohren größerer Nennweiten, etwa ab DN 400 bis DN 1200.

Für Wickelrohre kommt aus Stabilitätsgründen überwiegend PVC-U zum Einsatz.

Der im Normalfall vorhandene Ringspalt wird verdämmt. Durch die Verwendung unterschiedlich hoher Wickelprofile kann die Steifigkeit des gewickelten Rohres in gewissen Grenzen der vorhandenen Belastung angepaßt werden.

Die Abdichtung der gewickelten Bandprofile an den Stoßstellen erfolgt durch Kleben oder durch Gummidichtungen.

Erneuerung mit Berstlining

Die Berstlining-Verfahren sind zwar keine reinen Renovierungsverfahren, sondern mehr der grabenlosen Neuverlegung zuzuordnen, sollen aber hier nicht unerwähnt bleiben, da man bei deren Anwendung in der Lage ist, den Abflußquerschnitt gleich zu halten oder – abhängig von den örtlichen Bedingungen – um eine oder zwei Nennweiten zu vergrößern.

Es gibt dynamische und statische Berstverfahren, wobei dem dynamischen Berstverfahren der Vorzug zu geben ist, da damit die geringsten Beschädigungen der eingezogenen Rohre erreicht werden. Hausanschlüsse werden in offener Bauweise hergestellt.

Es kommen meist Kurzrohre aus PVC-U oder PE mit zugfesten Verbindungen zum Einsatz.

13.4 Gebrauchsdauer-/Kostenverhältnis renovierter Rohrleitungen

Eine abgesicherte Prognose der Lebenserwartung sanierter Rohrstrecken ist nur bei vom Altrohr unabhängigen, selbsttragenden Linersystemen (aktiven Linern) möglich.

Wenn ein Sanierungsverfahren auf die dauerhafte Tragfähigkeit des Altrohres angewiesen ist (interaktiver Liner), wird die sichere Vorhersage einer bestimmten Gebrauchsdauer schwierig, weil es derzeit noch nicht möglich ist, die Festigkeit und die Lebensdauer des jeweiligen Altrohres ausreichend sicher zu bestimmen.

Es werden deshalb von den Auftraggebern bei Abwasserrohren und Druckrohren bis 10 bar Betriebsdruck in der Regel vom Altrohr unabhängige Linersysteme (aktive

Liner) mit einer klar bestimmbar Lebenserwartung bevorzugt, auch wenn sie etwas teurer sind.

Bei der Renovierung von Hochdruckleitungen kommen wegen der Belastungsgrenzen für Kunststoffliner ausschließlich interaktive Liner zur Anwendung.

14. Gütesicherung

Die Sicherstellung der Qualität ist für den Abnehmer von großer Bedeutung. Hinzu kommt, daß Forderungen Dritter, z.B. vom Behörden, Vereinigungen usw. zu berücksichtigen sind und als vom Produkt erfüllt nachgewiesen werden müssen. Die genauen Vorstellungen über diese Qualitätsstandards werden in Normen, Richtlinien und Liefervorschriften festgelegt.

Zur Kennzeichnung der Qualität bedient sich die Industrie selbstgeschaffener Güte- bzw. Qualitätszeichen. Dies gilt auch für das RAL-Gütezeichen Kunststoffrohre (Bild 15). Seit 35 Jahren steht hinter diesem Gütezeichen eine strenge Qualitätssicherung durch die Gütegemeinschaft Kunststoffrohre (GKR). Durch konsequente Güteüberwachung schafft sie Vertrauen beim Anwender.



Bild 15: RAL-Gütezeichen Kunststoffrohre lt. Warenzeichenrolle des Deutschen Patentamtes

Der GKR gehören heute nahezu alle maßgeblichen Hersteller von Kunststoffrohren, -formstücken und -schächten in Deutschland sowie darüber hinaus einige Hersteller aus anderen europäischen Ländern und den USA an.

Sie alle unterziehen sich freiwillig einer Qualitätssicherung in Form werkseigener Produktionskontrolle und der Fremdüberwachung durch Prüfsingenieure der GKR und durch Prüfstellen.

14.1 Das Überwachungssystem (Bild 16)

Die werkseigene Produktionskontrolle erstreckt sich von der Eingangsprüfung des Rohstoffes und der Überwachung der gesamten Fertigung bis hin zur Endabnahme des Produktes.

Art, Umfang und Häufigkeit der Prüfungen sind in den Richtlinien der GKR festgelegt. Sie werden von Fachkräften ausgeführt, die innerhalb aller Produktionsprozesse und der Endabnahme mit der Qualitätssicherung betraut sind. Über die werkseigenen Kontrollen und deren Ergebnisse werden Aufzeichnungen geführt.

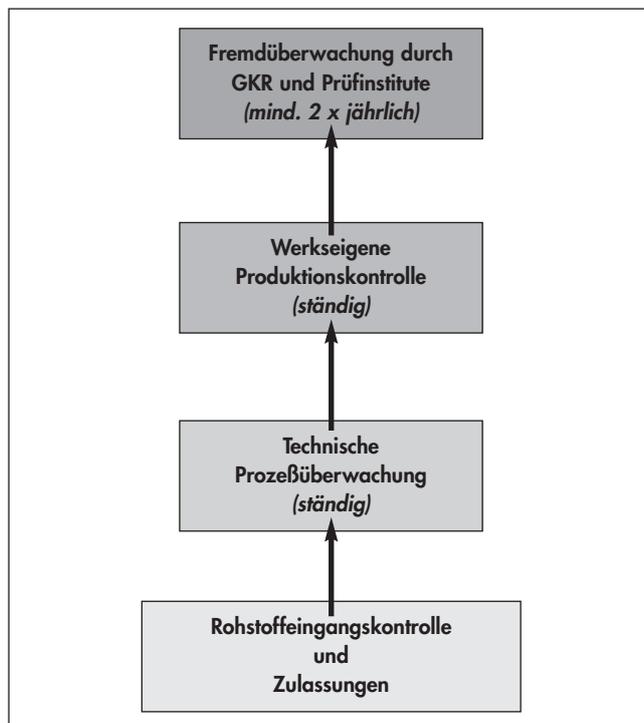


Bild 16: GKR-Überwachungssystem

Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Fremdüberwachung. Die Aufzeichnungen müssen bei den Überwachungsbesuchen der GKR-Prüfsingenieure und der Beauftragten der Prüfstellen vollständig zur Kontrolle vorgelegt werden.

Zur Fremdüberwachung gehört auch die Entnahme von Produkten, die den Prüfstellen zugeleitet und dort umfassend untersucht werden.

Die GKR hat sich bei der Auswahl der Prüfstellen bewußt für unabhängige, neutrale Materialprüfanstalten entschieden: Der Anwender erhält dadurch die Gewißheit, daß die Überwachung objektiv erfolgt.

Die GKR ist als Überwachungs- und Zertifizierungsstelle von der obersten Bauaufsicht für alle Länder der Bundesrepublik Deutschland anerkannt. Sie ist berechtigt, Übereinstimmungszertifikate für Bauprodukte auszustellen.

14.2 Verstöße haben Folgen

Die Prüfsingenieure der GKR berichten einem unabhängigen Güteausschuß fortlaufend über die Ergebnisse der Überwachung. Dieses Gremium bewertet die Prüfergebnisse und trifft bei Verstößen gegen die Regeln der Gütegemeinschaft Entscheidungen, die im Gütesicherungsverfahren der GKR festgelegt sind und von der Verwarnung, Anordnung von Wiederholungsprüfungen und Verhängung von Vertragsstrafen bis zum Entzug des Gütezeichens reichen.

Die Prüf- und Überwachungstätigkeit der GKR kann auch die Entnahme von Proben auf Baustellen und aus Lagern von Händlern einschließen. Dabei festgestellte Mängel haben die gleichen Konsequenzen für den Hersteller.

Normen, Richtlinien, Arbeits- und Merkblätter

Normen

DIN 1055-2	Lastannahmen für Bauten – Bodenkenngößen, Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel
DIN 1986	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke
-4	Verwendungsbereiche von Abwasserrohren und -formstücken verschiedener Werkstoffe
-100	Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056
DIN 4034-1	Schächte aus Beton und Stahlbetonfertigteilen – Schächte für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Maße, Technische Lieferbedingungen
DIN 4045	Abwassertechnik Grundbegriffe
DIN 16868	Rohre aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) – gewickelt, gefüllt – Maße
DIN 16961	Rohre und Formstücke aus thermoplastischen Kunststoffen mit profilierter Wandung und glatter Rohrinnenfläche
DIN V 19534-1	Rohre und Formstücke aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U), mit Steckmuffe für Abwasserkanäle und -leitungen – Maße
DIN 19537-1	Rohre und Formstücke aus Polyethylen hoher Dichte (HDPE) für Abwasserkanäle und -leitungen – Maße
DIN 19565-1	Rohre und Formstücke aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – geschleudert, gefüllt – Maße, Technische Lieferbedingungen
DIN 19566-1	Rohre und Formstücke aus thermoplastischen Kunststoffen mit profilierter Wandung und glatter Rohrinnenoberfläche für Abwasserkanäle und -leitungen – Maße
DIN EN 476	Allgemeine Anforderungen an Bauteile für Abwasserkanäle und -leitungen für Schwerkraftentwässerungssysteme
DIN EN 1401	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U)
DIN EN 1610	Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
DIN EN 1852	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen (PP)
DIN EN ISO 9969	Thermoplastische Rohre – Bestimmung der Ringsteifigkeit
EN 124	Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen – Baugrundsätze, Prüfungen, Kennzeichnung, Güteüberwachung
ISO 13966	Thermoplastische Rohre und Formstücke – Nennringsteifigkeiten (Thermoplastics pipes and fittings – Nominal ring stiffnesses)

Richtlinien

DVGW W 101	Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete 1. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser
DVS 2207-1	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen; Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PE-HD
DVS 2209-1	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Extrusionsschweißen – Verfahren, Merkmale

Arbeitsblätter

ATV-A 110	Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und -leitungen
ATV-A 118	Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen
ATV-A 125	Rohrvortrieb
ATV-A 127	Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen

ATV-A 139	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
ATV-A 140	Regeln für den Kanalbetrieb Teil 1: Kanalnetz
ATV-A 142	Abwasserkanäle und -leitungen in Wassergewinnungsgebieten
ATV-A 161	Statische Berechnung von Vortriebsrohren
ATV-A 200	Grundsätze für die Abwasserentsorgung in ländlich strukturierten Gebieten

Merblätter

ATV-M 101	Planung von Entwässerungsanlagen, Neubau-, Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen
ATV-M 143	Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen

Einbauanleitungen

KRV-A 715	Kanalrohrsysteme aus PVC-U für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen
KRV-A 735	PE-HD-Kanalrohre; erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen
KRV-A 785	Kanalrohrsysteme aus geschleuderten GFK-Rohren für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen