

Abwasserkanalsanierung mit Kurzrohr-Modulen aus PP-Wickelrohr

Von Werner Zimmer und René Carbon

Abwasserkanäle in Deutschland

Seit dem systematischen Ausbau der öffentlichen Kanalisation im Jahre 1842 wurden in Deutschland rund 500.000 km öffentlicher Abwasserkanal verlegt. Anfangs wurden die Kanäle noch gemauert, später wurden die Kanäle fast ausschließlich (über 90 %) aus den biegesteifen Rohrwerkstoffen Steinzeug und Beton/Stahlbeton hergestellt. Umfragen des DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) haben gezeigt, dass aufgrund ihres schlechten Zustandes knapp ein Fünftel aller Abwasserkanäle in Deutschland kurz- bis mittelfristig saniert oder erneuert werden müssen [1].

Als häufigste Schadensursachen wurden Rissbildung, Wurzeleinwuchs, Korrosion, schadhafte Anschlüsse, Lageabweichungen und defekte Muffenverbindungen festgestellt. Etwa die Hälfte der defekten Kanäle wird durch offene Bauweise erneuert. Dies ist vor allem bei Kanälen mit geringem Innendurch-

messer und vielen Hausanschlüssen oder Abzweigen der Fall oder wenn neben der Erneuerung des Abwasserkanals auch eine Neuverlegung von Telekommunikationskabeln, Gas- oder Trinkwasserleitungen in offener Bauweise durchgeführt werden.

Erst gegen Mitte des 20. Jahrhunderts fanden Kunststoffe Anwendung in der Abwasserkanalherstellung. Seit etwas mehr als fünfzig Jahren werden auch die biegeweichen, polyolefinen Werkstoffe Polyethylen und Polypropylen für den Bau von Abwasserkanälen eingesetzt. Sie haben den Vorteil, dass sie im Vergleich zu den konventionellen Werkstoffen sehr glatte Rohroberflächen haben und somit die hydraulischen Eigenschaften verbessert sind und praktisch keine Inkrustationen im Kanal vorkommen. Des Weiteren sind sie hervorragend chemisch beständig, was eine Korrosion durch zum Beispiel biogene Schwefelsäure verhindert. Das geringere Gewicht und die sehr gute Schlagzähigkeit sind weitere Gründe für den Einsatz der polyolefinen

Werkstoffe im unterirdischen Rohrleitungsbau.

Grabenlosen Rehabilitationsmaßnahmen

Grabenlose Rehabilitationsmaßnahmen von defekten Rohrleitungssystemen werden unter anderem in das Reliningverfahren mit Ringraum, das Reliningverfahren ohne Ringraum, die grabenlose Auswechslung mit dem Press-/Ziehverfahren und die grabenlose Erneuerung durch Berstlining unterschieden [2].

Das Relining mit Ringraum kann sowohl mit Lang- oder Kurzrohren durchgeführt werden [3]. Beim Langrohr-Relining werden einzelne Rohrstrangen zu der benötigten Haltungslänge zusammenschweißt und danach über Baugruben in das Altrohr eingezogen. Von Nachteil ist hierbei, dass relativ viel Platz zum Auslegen des fertig geschweißten Rohrstrangs benötigt wird. Dies ist besonders bei Sanierungen von Altrohren mit großem Innendurchmesser in innerstädtischen Be-

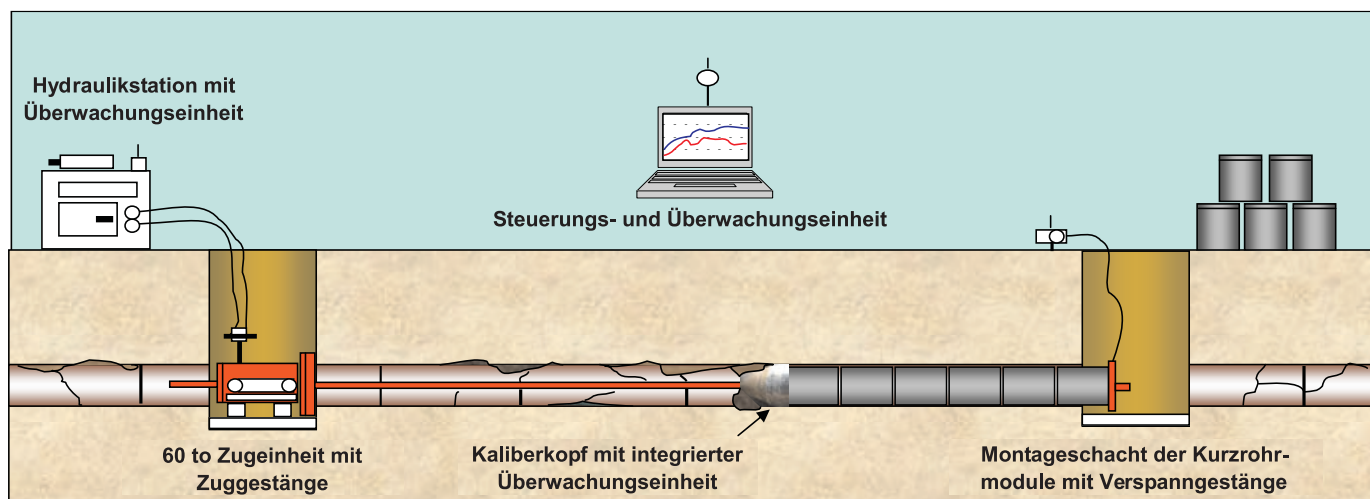


Bild 1: Verfahrensschema des karo-san pipe-Verfahrens

Bild 2: Einbringen des Zugkopfs in den Startschacht (links), Einbringen der Zugmaschine in den Zielschacht (Mitte) und Zugmaschine während des Einziehvorgangs (rechts)



reichen ein Problem. Der Vorteil dieser Art der Sanierung liegt in der Bauzeit. Durch die fertig vorgeschweißten Haltungsängen lassen sich in kürzester Zeit mehrere Hundert Meter Altrohr sanieren.

Vom klassischen Kurzrohr-Relining spricht man, wenn die einzelnen Rohrmodule eine Baulänge zwischen 0,3 m und 0,7 m aufweisen. Abhängig vom Außendurchmesser der Rohrmodule wird der Einbau entweder von Schacht zu Schacht, von Baugrube zu Schacht oder von Baugrube zu Baugrube ausgeführt. Der wesentliche Vorteil dieser Art der Sanierung besteht darin, dass die Kurzrohrmodule bis zu einem Außendurchmesser von 560 mm über bestehende Schächte eingebracht werden können. Baugruben werden erst für Kurzrohrmodule mit einem größeren Außendurchmesser benötigt. In vielen Fällen ist es ausreichend den Schachtkonus zu entfernen und die Module dann über den Schacht einzubringen. Dadurch sind die Kosten für die Erstellung von Baugruben und der Wiederherstellung von Straßendecken wesentlich geringer als beim Langrohr-Relining. Als Nachteil kann der höhere zeitliche Aufwand für die Sanierung gesehen werden, da das Einziehen der Kurzrohrmodule geringfügig langsamer vonstatten geht, als dies beim Langrohr-Relining der Fall ist.

Sowohl beim Langrohr-Relining als auch beim Kurzrohr-Relining muss beachtet werden, dass die Sanierung des Altrohrs immer mit einer mehr oder weniger großen Querschnittsverengung des Altrohrs einhergeht. Dies ist aber keinesfalls immer von Nachteil, da bei einem ständig sinkendem Wasserverbrauch pro Einwohner und einer teilweisen Verringerung der Einwohnerzahlen in Deutschland die Querschnittsverengung des Abwasserkanals sogar eine willkommene Nebenerscheinung darstellen kann. Auch die

im Vergleich zu Beton wesentlich geringere Oberflächenrauigkeit führt dazu, dass auf geringere Rohrdurchmesser zurückgegriffen werden kann.

Aufgrund der hohen Kosten, der Beeinträchtigung des Straßenverkehrs, den Unannehmlichkeiten für die Anwohner und nicht zuletzt wegen der starken Umweltbelastung durch die offene Bauweise gewinnen grabenlose, alternative Verlegetechniken immer mehr an Bedeutung. Neben den zeitlichen und finanziellen Einsparpotenzialen bieten grabenlose Verlegetechniken weitere Vorteile wie zum Beispiel die Nutzung der alten Rohrleitungs-trasse, keine nachträglichen Bodenkonsolidierungen, die Schonung der Umwelt durch geringere Erdarbeiten, Kosteneinsparungen beim Wiederherstellen von Verkehrs- und Grünflächen, weniger Baustellenverkehr sowie die dadurch größere Akzeptanz bei den Anwohnern.

Sanierung mit Kurzrohrmodulen aus PP-Wickelrohr

Herstellung der Kurzrohrmodule

Zur Herstellung der Kurzrohrmodule werden die 6 m langen Wickelrohre auf die gewünschte Länge gekürzt und danach mechanisch bearbeitet. Die Stirnflächen werden auf einer Drehbank planparallel abgedreht und anschließend die Muffe und das Spitzende angeformt. Die Bearbeitung auf der Drehbank garantiert eine gleichbleibend hohe Qualität der Module sowie eine hohe Passgenauigkeit. Auf das Spitzende werden im Anschluss Vertiefungen zur Aufnahme der Lippendichtungen eingefräst, die die Dichtheit des Rohrleitungssystems nach dem Zusammenbau gewährleisten.

Die Auszugsicherheit wird mit einem Profilstab, der in eine weitere Nut des Moduls eingeschoben wird, hergestellt. Diese Art der Verbindung erlaubt auch einen nachträglichen problemlosen Austausch eines Moduls. Module, bei denen die Verbindung untereinander mittels Rasterverbindung hergestellt wird, können nach dem Verbinden nur noch mit sehr hohem Aufwand voneinander getrennt werden. Bei Schweißverbindungen ist ein nachträgliches Auswechseln eines Rohrmoduls aufgrund der stoffschlüssigen Verbindung nicht mehr möglich.

Die maximal zulässige Zugkraft der Rohrmodule ist neben den Werkstoff spezifischen Kennwerten abhängig von der Geometrie des Profilstabes. Dies spielt für den Einbau allerdings nur eine untergeordnete Rolle, da die Rohrmodule beim Einziehen in das Altrohr eingespannt und somit unter einer Vorspannung gehalten werden. Streng genommen handelt es sich bei dem Einziehvorgang also nicht um ein Einziehen sondern um eine Kombination von Ziehen und Schieben der Rohrmodule. Durch diese Art des Rohreinzugs werden die Steckverbindungen praktisch nicht auf Zug belastet, so dass ein Abscheren der Auszugsicherheit ausgeschlossen werden kann.

karo-san pipe-Verfahren

Im Vergleich zu anderen auf dem Markt befindlichen Systemen besteht beim pipe-Verfahren die Ziehvorrichtung nicht aus Kettengliedern sondern aus, in der Mitte mit einer Bohrung versehenen, Gewindestangen. Diese Art der Ziehvorrichtung birgt zwei wesentliche Vorteile im Vergleich zu den Kettengliedern. Zum einen kann durch die Bohrung der Gewindestangen bei Bedarf eine Suspension zum Zugkopf geleitet werden, die eine Schmierung während des Einziehvorgangs ermöglicht und somit die Reibung zwischen Altrohr und Kurz-



Bild 3: PP-Kurzrohrmodul aus Wickelrohr DN 600 (660 x 30 mm)

rohrmodul verringert. Zum anderen werden die Gewindestangen miteinander verschraubt wodurch eine Durchbiegung, wie bei den Kettengliedern, vermieden wird. Dadurch wird der Weg die Vorspannung aufzubauen verringert, ein Herausziehen des Zugkopfes aus dem Kurzrohrmodul vermieden und die Vorspannung der Kurzrohrmodule minimiert. Der Zugkopf mit längerer Kalibrierung unterstützt diese Art der Verbindungstechnik zusätzlich.

Da beim Kurzrohr-Relining üblicherweise Halblängslängen bis zu 100 m saniert werden, benötigt man leistungsstarke Einziehvorrückungen. Mit dem von karo-san entwickelten Zuggerät kann eine maximale Zugkraft von 600 kN im Schacht aufgebracht werden,

ohne dass man beim Einbau der Anlage Konus und Schachtabdeckung ausbauen muss, um die Kurzrohrmodule einzuziehen. Somit sind auch bei schlechtem Altrohrzustand ausreichend Kraftreserven vorhanden, um einen reibungslosen Einziehvorgang zu gewährleisten.

Vorbereitende Maßnahmen zur Sanierung

Wie bei allen Sanierungsverfahren wird, wie im ATV-Merkblatt M 143-1 gefordert, zu Beginn eine optische Inspektion des Altkanals durchgeführt, aufgezeichnet und anschließend der Zustand des Altkanals bewertet [4]. Nach ATV-Arbeitsblatt A 127-2 unterscheidet man den Altrohrzustand in drei Klassen:

- Altrohrzustand 1 beschreibt einen Kanal, der noch selbst statisch tragfähig ist und nur geringe Schäden wie z.B. Undichtigkeiten in den Muffenverbindungen aufweist.
- Beim Altrohrzustand 2 ist das Altrohr nicht mehr alleine tragfähig, jedoch ist das Altrohr-Bodensystem alleine tragfähig. Das Altrohr weist bei diesem Zustand meist eine geringe Verformung und Längsrisse auf.
- Sind weder das Altrohr noch das Altrohr-Bodensystem alleine tragfähig spricht man vom Altrohrzustand 3. Hier sind deutliche Verformungen des Altrohrs und Risse zu erkennen, die eine Sanierung dringend notwendig machen, um ein Einstürzen des Altrohrs zu vermeiden [5].

Nach der Bewertung des Altrohrzustandes wird eine statische Berechnung des Inliners gemacht, damit eine dauerhaft gesicherte statische Tragfähigkeit des sanierten Rohrleitungssystems sichergestellt werden kann. Bei Sanierungsmaßnahmen muss dabei der Druck und die exotherme Reaktion des Dämmers beim Verdämmen des Ringraums

zwischen Altrohr und Neurohr berücksichtigt werden. Des Weiteren sind beim Altrohrzustand 3 zusätzlich auf das Altrohr wirkende Erd- und Verkehrslasten, der auf die Linneroberfläche wirkende Wasserdruck, innerer Überdruck, Temperaturänderungen und Eigenlasten bei der statischen Berechnung zu beachten. Durch die statische Berechnung und die hydraulischen Anforderungen sind der geringst mögliche Innendurchmesser und die Mindestwanddicke des Inliners vorgegeben.

Herstellung von Wickelrohren

Bei PE-Rohren, die nach DIN 8074 und DIN 8075 produziert werden, und PP-Rohren, die nach DIN 8077 und DIN 8078 produziert werden, gibt es genormte Rohraußendurchmesser mit festgelegten Wanddicken. Durch diese standardisierten Normrohrgrößen ist es nicht immer möglich ein passendes Rohr für die Sanierungsmaßnahme zu finden. Ist der Außendurchmesser zu groß kann der Inliner nicht in das Altrohr eingezogen werden – ist der Innendurchmesser zu klein, wird die hydraulisch notwendige Abflussleistung nicht mehr erreicht. In vorliegendem Beispiel waren ein Innendurchmesser von 600 mm und eine Wanddicke von 30 mm notwendig. Dies entspricht einem Außendurchmesser-Wanddicken-Verhältnis (SDR) von 20. Würde man auf ein Rohr der Normrohrreihen zurückgreifen, müsste ein Inliner mit einem Außendurchmesser von 710 mm und einer Wanddicke von 42,1 mm (SDR 17) eingesetzt werden. Dieser wäre aufgrund seiner Dimension nicht nur teuer, sondern würde auch nicht in das zu sanierende Altrohr DN 700 mittels Kurzrohr-Relining eingezogen werden können.

Es bestehen zwar Möglichkeiten Sonderdimensionen in Anlehnung an die zuvor genannten Normen zu produzieren, jedoch stellt sich dies sehr oft als unwirtschaftlich dar. Die Mengen des benötigten Inliners sind oft



Bild 4: Rohrmodul während des Einziehvorgangs im Startschacht



Bild 5: Zentriertes Zuggestänge während des Einziehvorgangs



Bild 6: Altkanal vor der Sanierung



Bild 7: Mit PP-Kurzrohr-Modulen sanierter Kanal

so gering, dass die Kosten für die benötigten Werkzeuge den Wert des zu produzierenden Inliners übersteigen. Hier haben Wickelrohre, die nach DIN 16891 produziert werden, deutliche Vorteile. Bei dieser Art der Rohrproduktion werden die Rohre nicht nach ihrem Außendurchmesser, sondern mit einem kalibrierten Innendurchmesser gefertigt.

Extrudierte Profile werden auf einen beheizten Stahlkern gewickelt bis das Rohr die gewünschte Wanddicke hat. Die Länge dieser Wickelrohre ist produktionsbedingt auf 6 m begrenzt. Wickelrohre können aber bis zu einem Innendurchmesser von 3.500 mm und theoretisch unendlich großen Wanddicken hergestellt werden. Die Produktion niedriger Stückzahlen einer Rohrdimension ist somit problemlos möglich, da jedes Rohr eine Einzelanfertigung ist.

Ein weiterer Vorteil von Wickelrohren ist die Formstabilität. Während extrudierte Rohre direkt nach der Kalibrierung mehrere Kühlstrecken durchlaufen, kühlen Wickelrohre langsam und nur durch die Umgebungsluft ab. Dadurch werden die Rohreigenspannungen, die bei extrudierten Rohren durch das rasche Abkühlen in den Rohren eingeschlossen werden, bei Wickelrohren wesentlich niedriger sein. Dies gewährleistet eine höhere Formstabilität der Wickelrohre und wirkt sich positiv bei der späteren mechanischen Bearbeitung zu den Kurzrohrmodulen aus. Ein weiterer Vorteil im Vergleich zu extrudierten Rohren sind die sehr großen Wanddicken mit gleichmäßiger Wanddickenverteilung. Das so genannte Sagging, dass bei extrudierten Rohren mit großen Wanddicken ein Problem darstellt, kommt bei Wickelrohren aufgrund der Produktionstechnik nicht vor. Durch das Aufwickeln der Profile auf den Stahlkern werden sehr gleichmäßige Wanddicken mit ei-

nem kalibrierten Innendurchmesser erreicht. So kann auch gewährleistet werden, dass die hydraulische Leistungsfähigkeit der Rohre auch dann noch gegeben ist, wenn aufgrund der notwendigen statischen Tragfähigkeit der Rohre eine sehr große Wanddicke benötigt wird. Allerdings benötigt man für die Herstellung einer 6 m Stange im Vergleich zur Extrusion mehr Zeit.

Sanierung der Altrrohrleitung

Bevor der Abwasserkanal saniert werden kann, muss eine Reinigung durchgeführt werden. Bei sehr schlechtem Altrrohrzustand 3 kann es auch vorkommen, dass man auf die Reinigung des Altrrohrs verzichten muss, da ein dadurch bevorstehender Einsturz des Kanals die Sanierung mittels Kurzrohr-Relining unmöglich machen würde.

Nach dem Reinigen des Altrrohrs wird die Einziehvorrückung in den Zielschacht eingebracht und das Zuggestänge, das aus einzelnen 0,5 m langen Stangen zusammengesetzt wird, durch den Altkanal in den Startschacht geschoben. Ist das Gestänge im Startschacht angekommen, wird der Zugkopf mit Kalibriereinheit am Zuggestänge befestigt. Durch den extra langen Zugkopf wird ein mögliches Abwinkeln des Zugkopfes während des Einziehvorgangs minimiert.

Hinter dem Zugkopf wird das erste Rohrmodul über das Zuggestänge gezogen und mit einer Platte, die hinter dem Kurzrohrmodul positioniert wird, mit dem Zugkopf verspannt. Vorne am Zugkopf befindet sich eine Kamera, die es ermöglicht während des Einziehvorgangs die genaue Position des Zugkopfes zu bestimmen. Durch die „Live-Bilder“ ist man während des Einziehvorgangs jederzeit in der Lage zu sehen, ob ein Ansteigen der Zugkraft

durch ein Hindernis im Altkanal hervorgerufen wird oder ob ein anderes Problem hierfür verantwortlich ist. Des Weiteren wird die Mantelreibung während des Einziehvorgangs ständig gemessen und dokumentiert.

Diese Maßnahmen erlauben es sowohl dem Rohrmodulhersteller als auch der ausführenden Firma eine lückenlose Dokumentation über den Einziehvorgang zu erstellen. Sollte sich bei der Druckprüfung eine Undichtigkeit feststellen lassen, kann mit den aufgezeichneten Daten eine sehr gute Ursachenfindung betrieben werden.

Nach Abschluss der Vorbereitungen, kann der eigentliche Einziehvorgang gestartet werden. Sobald das erste Rohrmodul in den zu sanierenden Kanal eingezogen wurde, wird der Einziehvorgang unterbrochen, die Verspannplatte vom bereits eingezogenen Rohrmodul entfernt und das nächste Rohrmodul in das Vorherige eingeschoben und mit der Auszugsicherung fixiert. Ein unbeabsichtigtes Lösen der beiden Rohrmodule wird somit verhindert. Anschließend wird die Verspannplatte hinter das zweite Rohrmodul gespannt und der Einziehvorgang erneut gestartet bis sich auch das zweite Modul in dem Altrrohr befindet. Nun wiederholen sich die Vorgänge bis auch das letzte Kurzrohrmodul im Altrrohr eingezogen ist.

Abschließend wird eine Druckprüfung des Abwasserkanals nach DIN EN 1610 durchgeführt, um die Dichtheit des gesamten Rohrleitungssystems nachzuweisen.

Durch das anschließende Verdämmen des Ringraums zwischen Alt- und Neurohr wird der Inliner im Altrrohr fixiert, Eindringen von Wasser und Boden verhindert, eine gleichmäßige Bettung des Inliners im Altrrohr geschaffen und somit für eine gleichmäßige

Lastverteilung von außen gesorgt [2]. Das Dämmmaterial besteht aus einem Leichtbeton, der vom Tiefpunkt zum Hochpunkt des Altkanals gepumpt wird. Nach dem Aushärten des Dämmers werden die Schachtgerinne wieder hergestellt und an den neuen Abwasserkanal angepasst.

Fazit

Das Sanieren maroder Abwasserkanäle mit dem Kurzrohr-Relining stellt eine sinnvolle alternative zur offenen Verlegung und zu grabenlosen Rehabilitationsmaßnahmen dar, wenn die örtlichen Platzverhältnisse beengt sind oder Baugruben eine starke Behinderung des öffentlichen Lebens darstellen, wie es in stark besiedelten Gebieten meist der Fall ist.

Das pipe-Verfahren von karo-san bietet zusätzliche Vorteile wie die situationsbedingte Möglichkeit der Schmierung während des Einziehvorgangs, die permanente Überwachung der Mantelreibung sowie die Überwachung des Einziehvorgangs mittels am Zugkopf befestigter Kamera.

Durch den Einsatz von Wickelrohren zur Herstellung der Kurzrohrmodule können auch Sonderdimensionen von 350 mm bis 3500 mm mit relativ geringem Aufwand und ohne zusätzliche Kosten hergestellt werden, die eine Sanierung mittels Kurzrohr-Relining erst möglich machen. Abschließend soll noch erwähnt werden, dass die Kostenersparnis, gegenüber einer Sanierungsmaßnahme mit offener Bauweise, beim Kurzrohr-Relining bis zu 60 % betragen kann.

Literatur

- [1] Berger, Ch.; Lohhaus, J.: Zustand der Kanalisation, Ergebnisse der DWA-Umfrage 2004
- [2] Roscher, H.; u.a.: Praxis Handbuch Rehabilitation von Wasserversorgungsnetzen
- [3] DVGW-Arbeitsblatt GW 320-1 „Erneuerung von Gas- und Wasserrohrleitungen durch Rohrein-
zug oder Rohreinschub mit Ringraum“
- [4] DWA-Merkblatt ATV-DVWK M 143-1 „Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Grundlagen“

- [5] DWA-Arbeitsblatt ATV-DVWK A 127-2 „Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen mit Lining- und Montageverfahren“

Autoren:

Werner Zimmer
karo-san GmbH, Illingen



Tel. +49 6825 801980
E-Mail: w.zimmer@karosan.com

René Carbon
FRANK GmbH, Mörfelden-Walldorf



Tel. +49 6105 4085-238
E-Mail: r.carbon@frank-gmbh.de