

Mit dem Langrohr in den Schacht

Weiterentwicklung des Tight-In-Pipe-Verfahrens

Long-pipe into the shaft

Further development of the Tight-In-Pipe method

Von Elmar Koch und Meinolf Rameil

Das Tight-in-Pipe Verfahren ist ein seit mehreren Jahren etabliertes System zur Erneuerung von Abwasserkanälen. Hierbei werden Neu- rohre aus Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE) eng an die Altrohrwandung in den Altkanal eingebaut. Der Einbau erfolgt dabei von Grube zu Grube, Grube zu Schacht oder Schacht zu Schacht. Das Verfahren wurde bisher hauptsächlich mit Kurzrohrmodulen durchgeführt, da diese aus einem bereits bestehenden Schachtbauwerken von mind. 1000 mm Durchmesser eingesetzt werden konnten. Allerdings ist der Einbau relativ zeitaufwändig und mühsam. Weiterhin verfügt der Rohrstrang anschließend über zahlreiche Muffenverbindungen, die immer ein gewisses „Restrisiko“ darstellen können. Eine Alternative zu den Kurzrohrmodulen bietet der Einzug von Langrohren. Nachteilig war hier allerdings die notwendige, speziell bei größeren Kanaltiefen sehr lange Rohreinziehgrube. Besonders im innerstädtischen Bereich war der Einzug von Langrohren aus Platz- und Kostengründen bisher nicht möglich. Mit dem System „Burstform“ besteht nun die Möglichkeit auch Rohrstränge über einen Schacht in die Altleitung einzuziehen. Das System ist für die Altrohrabmessungen DN 200, 250 und 300 ausgelegt. Hierdurch ist der größte Teil der vorhandenen Kanalquerschnitte abgedeckt.

Einleitung

Mit Tight-In-Pipe wird die grabenlose Renovierung von Abwasserkanälen in gleicher Trasse (=Rohrstrang-Lining ohne Ringraum) bezeichnet. Dabei werden vorrangig industriell vorgefertigte, kreisrunde Kurzrohre oder Rohrstränge aus Kunststoff, eng am Altrohr anliegend (=Tight-In-Pipe), in die zu renovierende Haltung eingebaut. Je nach Schadensbild können dabei während des Rohreinbaus Deformationen und Versatzbildung ausgeglichen werden.

Bei diesem Verfahren wird das neue Rohr mit einem nur minimal kleineren Rohraußendurchmesser des neuen Rohres gegenüber dem Innendurchmesser des Altrohres in die zu renovierende Haltung eingezogen. Die

Differenz zwischen dem Außendurchmesser des neuen Rohres und dem kleinsten gemessenen Innendurchmesser des Altrohres darf maximal 10 mm betragen. Dieser Ringspalt muss nicht verfüllt werden.

Durch das Einbauverfahren werden günstige hydraulische Verhältnisse geschaffen. Das Verfahren mit Kurzrohren kommt bei der Arbeitsweise von Schacht zu Schacht ohne Tiefbauarbeiten aus und ist deshalb einfach und zeitsparend einsetzbar. Die Kurzrohre werden auf ein Schnellklinkengestänge aufgefädelt und mit Hilfe einer zentrisch vorauslaufenden Führungshülse und einer aus dem Berstverfahren bekannten Zuglafette in das Altrohr eingeschoben (nicht gezogen). Die Kurzrohre

werden hierzu hydraulisch zu einem Rohrstrang verspannt. Auf diese Weise können leichte bis mittlere Deformationen und Versätze ausgeglichen werden, so dass wieder kreisrunde Rohre im Untergrund liegen.

Das Tight-In-Pipe-Verfahren wird vor allem dort angewendet, wo eine leichte Durchmesserreduzierung in Kauf genommen werden kann. So kann z. B. in ein Altrohr DN 200 ein Neurohr Da 192 x 12,0 mm eingeschoben werden.

Der Einbau von Rohrsträngen ist vorteilhafter, doch sind hierfür Baugruben erforderlich, die bei zunehmender Tiefenlage des Altrohres umfangreiche Tiefbauarbeiten erforderlich machen. Seit Kurzem ist jedoch eine Techno-

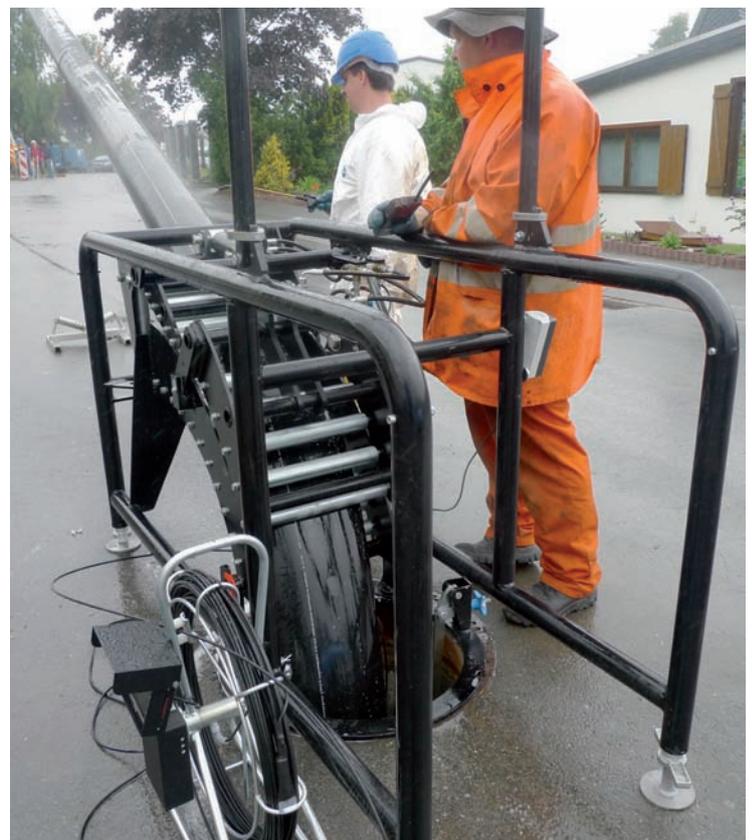


Bild 1: Mit dem Burstform ist nun auch ein Langrohreinzug über einen Schacht möglich

Fig. 1: Grundform now makes pulling of long pipes possible via a manhole shaft

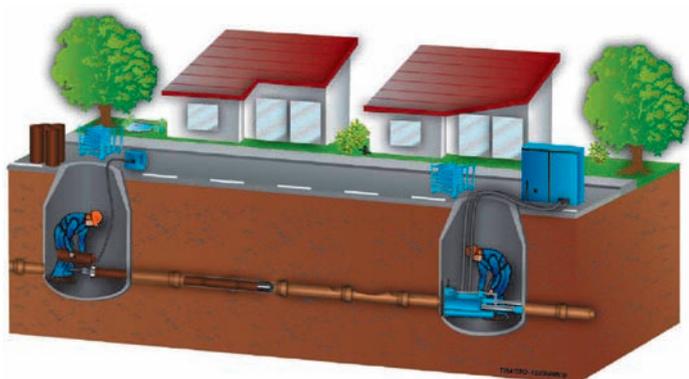


Bild 2: Verfahrensschema Tight-In-Pipe-Verfahren von Schachtbauwerk zu Schachtbauwerk bis DN 400 und 60 m Haltungslänge

Fig. 2: Diagram of the Tight-In-Pipe procedure, from manhole shaft to manhole shaft, for up to DN 400 and 60 m pipeline lengths

logie verfügbar, die die Rohrrenovierung mit dem Tight-In-Pipe Verfahren mit Rohrsträngen möglich macht, ohne dass aufwändige Baugruben erforderlich sind. Möglich macht dies die Entwicklung einer Verformungseinheit und die Verwendung hochwertiger PE-Rohrwerkstoffe.

Tight-In-Pipe-Verfahren

Abgrenzung zu anderen Verfahren

- Abgrenzung zum Rohrstrang- und Kurzrohr-Lining mit Ringraum sowie zum Close-Fit-Lining: Das Tight-In-Pipe Lining zur Renovierung von Abwasserkanälen und -leitungen kombiniert wesentliche Vorteile sowohl der konventionellen Liningverfahren als auch des Close-fit-Verfahrens. Insbesondere werden die wesentlichen Vorteile, die das Close-fit-Verfahren bietet, optimal ausgenutzt, ohne dass die Nachteile des Close-fit-Verfahrens zum Tragen kommen: Das Tight-In-Pipe-Verfahren ist weniger anfällig bei Versätzen, Deformationen, Lageabweichungen und Nennweitentoleranzen des zu sanieren-

den Abwasserkanals als das Close-fit-Verfahren. Entsprechend positiv sind die Auswirkungen auf Tragverhalten und Funktionstüchtigkeit der Tight-In-Pipe eingebauten Rohre. Durch den Einsatz werkseitig vorgefertigter Rohre entfallen die nicht hinreichend bekannten Langzeitauswirkungen der Rückverformung vorverformter Rohre. Außerdem kann die beim klassischen Rohrstrang- und Einzelrohr-Lining mit Ringraum erforderliche Ringraumverfüllung entfallen. Im Ergebnis werden die vorhandenen Deformationen der zu sanierenden Abwasserkanäle und -leitungen ohne Zerstörung derselben beseitigt.

- Abgrenzung zum Kaliberbersten: Im Wesentlichen unterscheidet sich das Tight-In-Pipe-Lining vom Kaliberbersten durch die bearbeitbaren Schadensbilder. Beim Kaliberbersten können extremere Schadensbilder bis hin zum Einsturz bearbeitet werden. Des Weiteren legen sich die im Kaliberbersten eingebauten Rohre nicht eng (=Tight) an die Altrohrwandung an. In der Regel verbleibt hier ein Ringraum, der unter Umständen verfüllt werden muss.

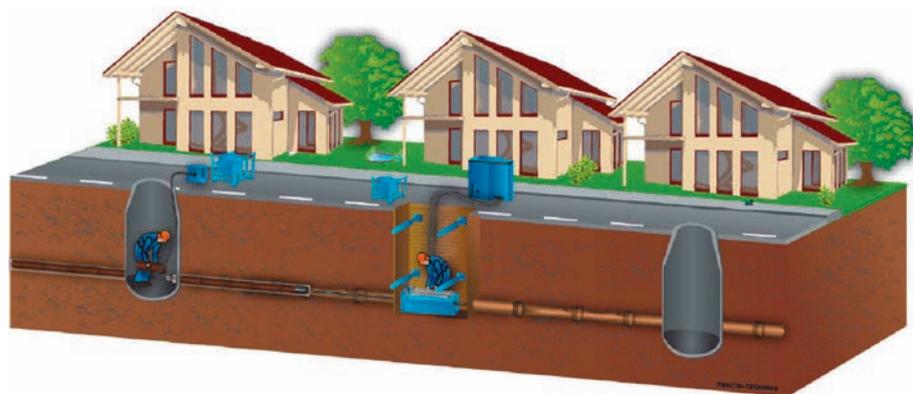


Bild 3: Verfahrensschema Tight-In-Pipe-Verfahren von Grube zu Schachtbauwerk bis DN 400 und 80 m Haltungslänge

Fig. 3: Diagram of the Tight-In-Pipe procedure, from pit to manhole shaft, for up to DN 400 and 80 m pipeline lengths

Einsatzfelder, Einschränkungen und Vorteile

Das Tight-In-Pipe-Verfahren ist bei folgenden Schadensarten einsetzbar:

- Riss- und Scherbenbildung bzw. fehlende Rohrstücke
- Korrosion
- Deformationen bis max. 30 % des Altrohrdurchmessers können ausgeglichen werden
- Versatzbildung bis max. 15 % des Altrohrquerschnitts können ausgeglichen werden (im Einzelfall sind Stärke und Anzahl der Versätze zu prüfen)
- Wurzeleinwuchs (ggf. entfernen)
- Undichtigkeiten

Einschränkungen für das Tight-In-Pipe-Verfahren:

- Zurzeit nur bei Kreisprofilen einsetzbar
- Voraussetzung ist ein weitgehend geradliniger Verlauf der Altrohrtrasse. Das Verfahren eignet sich nicht bei mehreren aufeinanderfolgenden Lageabweichungen innerhalb eines Renovierungsabschnittes
- Unterbögen können nicht ausgeglichen werden
- Grabenlose Anbindung der Hausanschlüsse ab Altrohr DN 250 möglich
- Rohrsohle muss frei von Hindernissen sein
- Sohlversätze in Schachtbauwerken müssen ausgeglichen werden
- Geometrische Voraussetzungen für den Einbau der Anlage in ein Schachtbauwerk sind nicht immer gegeben (Eintritts-, Austrittswinkel der Rohrleitung)
- Das Gerinne im Schacht ist vor dem Einbau der Verformungseinheit zu entfernen

Vorteile des Tight-In-Pipe-Verfahrens:

- Wiederherstellung des Kreisprofils: Leichte bis mittlere Deformationen und Versätze werden durch die Führungshülse ausgeglichen, die Kreisform des Rohres kann wieder hergestellt werden. Dadurch verbessern sich die hydraulischen Eigenschaften gegenüber dem Altrohr.
- Neurohr liegt ohne Ringraum eng (Tight-In-Pipe) im Altrohr an: Eine Ringraumverfüllung über die gesamte Rohrlänge ist nicht erforderlich. Es ist lediglich die Abdichtung der Haltungsenden (Schachtbauwerke) notwendig.
- Grabenlose Anbindung der Seitenzuläufe: Mit gängigen Verpresssystemen können Hausanschlüsse grabenlos und dicht angeschlossen werden.
- Statisch selbsttragendes Neurohr: Die Tragfähigkeit des Neurohrs ist unabhängig von der des Altrohres, d.h., die statische Berechnung erfolgt unabhängig von der Resttragfähigkeit des Altrohres.
- Lange Nutzungsdauer: Die Rohre werden werkseitig unter optimalen Bedingungen hergestellt. Die nach Herstellerangaben hochwertigen Rohrwerkstoffe erlauben

eine lange Nutzungsdauer von 80 bis 100 Jahren (DIN 8078, Anhang B). Mit dem Vollwandrohr wird das defekte Abwassersystem für die nächsten Generationen erneuert.

- **Glatte Rohrwandung:** Die Rohrwandung ist glatt und ohne Unebenheiten; Ablagerungen werden vermieden. Durch die verbesserten hydraulischen Eigenschaften (günstigere Betriebsrauigkeit) werden u. a. die Spülungshäufigkeit und daraus resultierend die Betriebskosten gesenkt.

Der Einsatz des Tight-In-Pipe-Verfahrens hängt nicht allein vom Schadensbild ab, sondern insbesondere auch von der Überlegung, ob der Einbau eines Neurohres mit all seinen Vorteilen langfristig nicht die wirtschaftlichere Alternative ist.

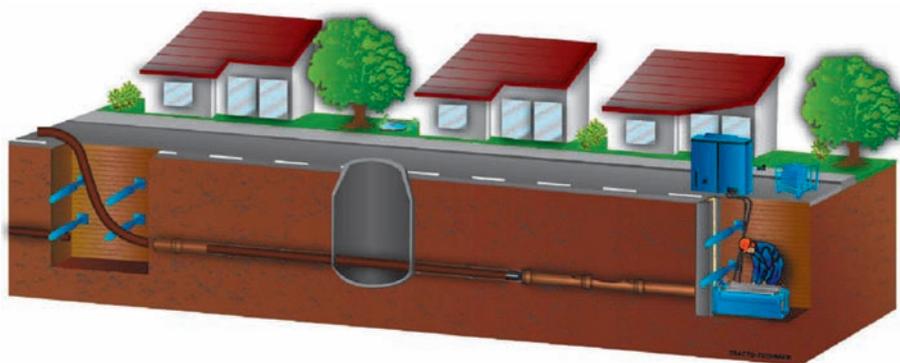


Bild 4: Verfahrensschema Tight-In-Pipe-Verfahren von Grube zu Grube mit Rohrstrang bis DN 600 und Halungslänge von über 100 m

Fig. 4: Diagram of the Tight-In-Pipe procedure, from pit to pit, with pipe strings up to DN 600 and lengths of above 100 m

Stand der Technik

Grundsätzlich ergeben sich die folgenden drei Möglichkeiten des Neurohreinsbaus. Die Vorgehensweise ist dabei von einigen Randbedingungen abhängig, z.B. Schachtgeometrie, Tiefenlage der Rohrleitung, Art und Ausmaß der Schäden, sowie Nennweite u. Werkstoff des Altrohres.

Von Schachtbauwerk zu Schachtbauwerk

Mit einer Schacht-Berstlafette können Kurzrohre von Schachtbauwerk zu Schachtbauwerk bis ca. DN 400 „Tight-In-Pipe“ eingebaut werden, in der Regel über Halungslängen an einem Stück bis max. 60 m. Zu beachten ist dabei, dass z.B. bei Altrohren aus Beton im Falle von stark korrodierten inneren Rohroberflächen erheblich mehr Kraft aufgewendet werden muss, als bei Altrohren aus Steinzeug (**Bild 2**).

Von Schachtbauwerk zu Grube

Beim Tight-In-Pipe-Verfahren kann standardmäßig auch aus einer relativ kleinen

Baugrube heraus, ähnlich dem statischen Berstverfahren, gearbeitet werden. Der Einbau der Kurzrohre erfolgt auch hier mit Schnellklinkengestängen. Diese Anwendung empfiehlt sich bei höheren Anforderungen an die Maschinenteknik, z. B. bei korrodierten Betonkanälen oder, wenn aufgrund eines nicht mehr sanierungsfähigen Hausanschlusses dieser in offener Bauweise (Kopfloch) erneuert werden muss. Die Baugrube kann dann gleichzeitig für den Einbau der Zuglafette oder auch als Einziehgrube für längere Rohre genutzt werden. Hier gelten maximale Einbaulängen bis ca. 80 m bei Neurohren bis DN 400 (**Bild 3**).

Von Grube zu Grube (Lang- oder Kurzrohreinzug)

Auch Langrohre können „Tight-In-Pipe“ in ein Altrohr eingebaut werden. Das Verfahren arbeitet hierbei ähnlich dem Prinzip des statischen Berstverfahrens mit Schnellklinkengestängen. Der Anwendungsbereich vergrößert sich hierbei bis zu einem Altrohr von etwa DN 500. Natürlich können bei kürzeren

Haltungen auch Kurzrohre aus einer vorhandenen Startgrube heraus eingebaut werden. Der Vorteil bei dem Einbau aus vorhandenen Gruben liegt in der Verwendung von längeren Rohren sowie einer Vergrößerung des Einsatzspektrums. Bei dieser Einbauvariante können Rohre bis DN 600 über Längen bis maximal 100 m eingebaut werden (**Bild 4**).

Die neue Verfahrenstechnik

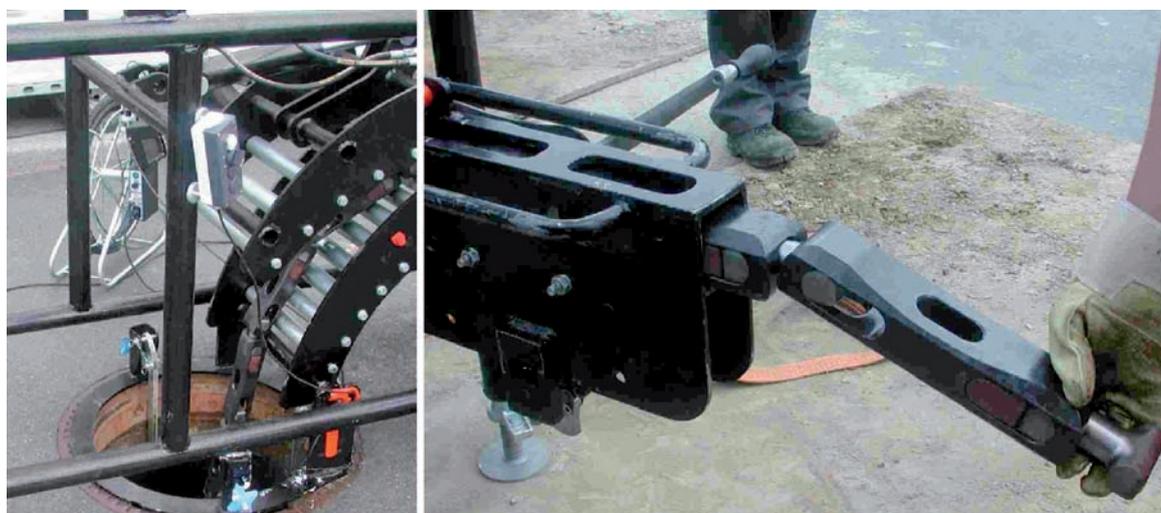
Die innovative Weiterentwicklung des Tight-In-Pipe-Verfahrens eliminiert die genannten Nachteile. Sie besteht in zwei neuartigen Technologien und einem hochwertigen Rohrwerkstoff:

Schnellklinkengestänge für enge Radian

Eine Weiterentwicklung der Quicklock-Schnellklinkengestänge (**Bild 5**) ermöglicht es, mit dem Gestänge auch enge Radian unter max. Zugkraft zu durchfahren. Somit kann das Neurohr oberirdisch an das Berstgestänge angeschlossen und anschließend durch die

Bild 5: Zuggestänge Quicklock II (links: Gestänge im Bogengang durch obere Verformungseinheit, rechts: abgewinkeltes Quicklock II Gestänge)

Fig. 5: Quicklock II linkage (left: transition through bend using top bending unit, right: Quicklock II angled linkage)



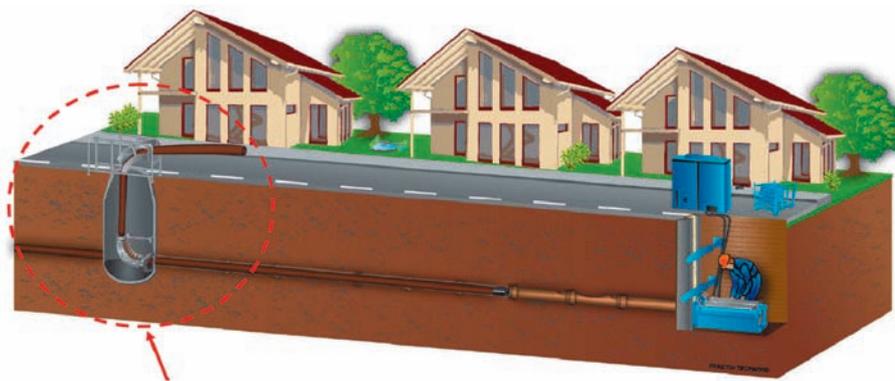


Bild 6: Rohreinzug durch die Burstform Verformungseinheit

Fig. 6: Pipe pulling using the Burstform bending unit

Verformungseinheit gezogen werden. Durch diese Abwinkelbarkeit der Gestänge ist der Personeneinsatz im Schacht während des eigentlichen Einziehvorgangs nicht mehr notwendig. Diese Gestänge werden nur im Startschacht benötigt und sind mit den Quick-lock I-Gestängen kombinierbar. Daher ist mit einer nur geringen Investition eine Erweiterung des Einsatzbereiches einer bestehenden Grundrost-Zuglafette möglich.

Burstform-Verformungssystem

Neu entwickelt wurde ein spezielles Verformungssystem (BURSTFORM), das aus einer oberen und einer unteren Verformungseinheit besteht (**Bild 6**). Dieses ermöglicht es, kreisrunde Polyethylenrohre PE 100 RC an der Geländeoberfläche so zu ovalisieren, dass das Rohr auf engstem Raum in einem Schachtbauwerk von 1000 mm Durchmesser in eine Altleitung eingezogen werden kann. Hierzu wird der Rohrstrang zweimal um ca. 90° abgewinkelt und zwar das erste mal in der oberirdischen Verformungseinheit, von der waagerechten in die senkrechte Positi-

on. Hierzu wird das Rohr zuvor von seinem kreisrunden Querschnitt in einen ovalen Querschnitt verformt. Der Verformungsprozess ermöglicht eine höhere Kurvengängigkeit und leichtere Handhabung. Die Materialstrukturen bleiben erhalten. Eine Überdehnung des Grundmaterials während des Durchfahrens der 90° Bogen wird somit ausgeschlossen. Anschließend durchläuft es die im Schacht verbaute zweite Einheit, von der es aus der senkrechten Position wieder zurück in die waagerechte Ausrichtung geführt wird. Zwischen der oberen und unteren Verformungseinheit besteht keine Verbindung. Hierdurch wird der Aufbau sehr vereinfacht, unterschiedliche Schachttiefen können ohne Umbauten mit diesem System abgedeckt werden. Beim Austritt aus dem Schacht in das Altrohr durchläuft das Rohr einen Rückverformungsvorgang zurück in den kreisrunden Zustand. Der Rohreinzug erfolgt dann wie beim bisher bekannten Tight-In-Pipe-Verfahren mit einer dem Rohr voreilenden Kalibrierhülse, die für die Rückverformung des Altrohres auf den alten Nenndurchmesser sorgt.

Rohre aus PE 100 RC

Rohre aus PE 100 RC (RC = „Resistance to Crack“) bzw. VRC Werkstoffen (VRC = „Very Resistant to Crack“) sind besonders hochwertig und daher gut für den grabenlosen Einbau geeignet. Es handelt sich um Werkstoffe des Typs PE 100, die einen sehr hohen Widerstand gegen langsamen Rissfortschritt aufweisen. Die Rohre werden vor dem Einziehen durch Heizelement-Stumpfschweißung verbunden und über dem Altrohrabschnitt ausgelegt. Bei Rohren dieser Qualität konnte durch Scheitel-druckversuche nachgewiesen werden, dass durch das Verformen des Rohres keinerlei Einfluss auf die Rohrstatik genommen wird. Die eingezogenen Rohre weisen teilweise eine geringere Ovalität auf, als das Ursprungsrohr.

Vorteile der neuen Verfahrensvariante

Mit dem Einsatz von Langrohren können Längen von bis zu 100 m in nur einer Stunde eingezogen werden. Durch den modularen Aufbau der Verformungseinheit wird die Rüstzeit auf ein Minimum beschränkt. Hierdurch ergibt sich schon bei nur kurzen Haltungen ein erheblicher Zeit- und Kostenvorteil gegenüber dem Einbau von Kurzrohrmodulen. Das Arbeiten im Schacht ist nur noch während des Einrüstens des Systems erforderlich, nicht aber mehr während des eigentlichen Rohreinzugs. Weiterhin bietet dieses Verfahren nicht nur eine Kosteneinsparung durch die sehr hohe Meterleistung, sondern bietet im Vergleich zu Kurzrohrmodulen auch einen erheblichen Preisvorteil durch die Verwendung eines Langrohres.

Der Burstform ist nicht nur auf den Einsatz des TIP-Verfahrens beschränkt. Anstelle des Kalibrierkopfes lässt sich auch eine Berstaufweitung vorschalten, so dass das Altrohr, wenn notwendig, geborsten werden und ein Neurohr gleicher oder größerer Nennweite



Bild 7: Obere auf dem Schacht aufgebaute Verformungseinheit

Fig. 7: Bending unit mounted on the manhole shaft



Bild 8: Untere in den Schacht abgesenkte Verformungseinheit

Fig. 8: Lower bending unit lowered into the shaft

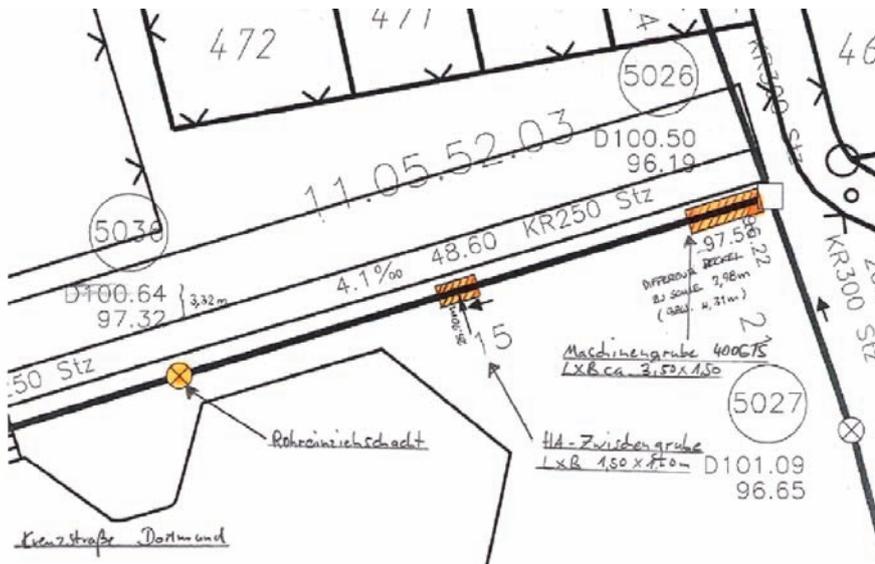


Bild 9: Überblick über die zu renovierende Kanalhaltung in Dortmund
Fig. 9: Overview of the drain section to be renovated

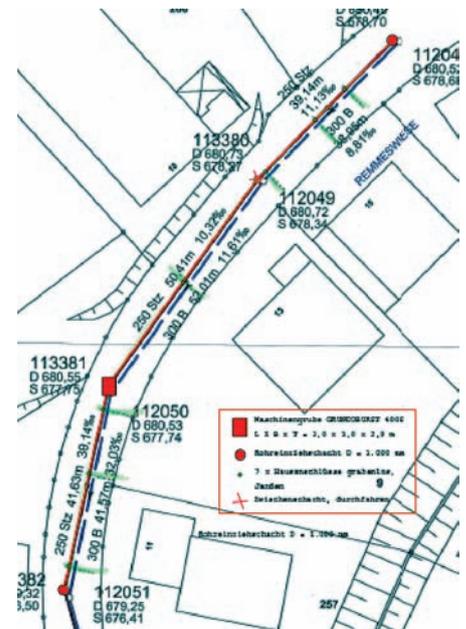


Bild 10: Lageplan der zwei zu sanierenden Hal-tungen in Winterberg
Fig. 10: Plot plan of the two sections to be refurbished

eingezogen werden kann. Somit kann auch beim Bersten auf das Ausheben von langen Rohreinziehgruben verzichtet werden. Dies ist speziell bei Arbeiten im innerstädtischen Bereich ein sehr großer Vorteil.

Einsatzbeispiele

Erneuerung eines Mischwasserkanals DN 250 in Dortmund

Bauunternehmen: Fa. Paul Speck, Dortmund
 Altrohr: DN 250, Steinzeug

Neurohr: D242x13, PE100RC+Fa. Egeplast
 Schadensbild: Rissbildung, Versatz, Wurzeleinwuchs
 Haltungslänge: Von Schacht zu Grube 48,60 m
 Tiefe: 3,30 m
 Zwischengruben: Hausanschlussgrube 2 x 1,5 x 3,5 m für einen Hausanschluss
 Maschinengrube: vor Zielschacht 3,5 x 1,5 x 3,5 m
 Dauer: ein Tag inklusive Vorarbeiten

Erneuerung eines Schmutzwasserkanals DN 250 in Winterberg

Bauunternehmen: Fa. Rettberg, Göttingen
 Altrohr: DN 250, Steinzeug
 Neurohr: D 242 x 13, PE 100 RC+, Fa. Egeplast
 Schadensbild: Scherbenbildung, einragende Stützen, Rissbildung, Versatz



Bild 11: Einzug des verschweißten Langrohrstrangs durch die obere Verformungseinheit
Fig. 11: Pulling-in of the welded long-pipe string through the upper bending unit



Bild 12: Der Langrohrstrang durchfährt einen Zwischenschacht
Fig. 12: The long-pipe string passing through an intermediate manhole shaft

- 1. Haltungslänge: Von Schacht zu Grube, Zwischenschacht durchfahren, 89,55 m
- 2. Haltungslänge: Von Schacht zu Grube 41,63 m
- Tiefe: 2 bis 4 m
- Maschinengrube: Schadhafte Schacht entfernt: 3,0 x 2,0 x 2,9 m
- Hausanschlussgrube: keine – sieben Hausanschlüsse wurden grabenlos angeschlossen
- Dauer: zwei Tage inklusive Vorarbeiten
- Besonderheit: Aufgrund der geringen Schachttiefe und des dadurch nicht vorhandenen Arbeitsraums, wurde der Schachtkonus für die Montage der unteren Verformungseinheit demontiert und anschließend die Grube mit Stahlplatten abgedeckt

Zusammenfassung

Vor der Entscheidung für ein Renovierungsverfahren ist im Einzelfall eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ratsam. Für die Rentabilität des Tight-In-Pipe-Verfahrens sprechen die Vorteile der grabenlosen Ausführung und die Tatsache, dass das sanierungsbedürftige Altrohr durch ein Neurohr mit definierten Ma-

terialeigenschaften und entsprechender Lebensdauer nachhaltig und dauerhaft ersetzt wird. Für den Vergleich des Tight-In-Pipe-Verfahrens mit anderen Verfahren sind u.a. folgende Faktoren maßgebend:

- Geringe Baukosten: günstige Investition für eine nachhaltige Rehabilitation. Im Vergleich zu anderen Sanierungsverfahren bietet das Tight-In-Pipe-Verfahren eine Renovierung mit einem Neurohr und einer entsprechend zu erwartenden hohen Nutzungsdauer nach Herstellerangaben von 80 und mehr Jahren und damit eine kostengünstige Lösung
- Geringer Personalaufwand
- Minimale Baustelleneinrichtung mit geringen Verkehrsbehinderungen; temporäre Inanspruchnahme von Verkehrsflächen durch Vorstreckung des Rohrstrangs
- Kaum Tiefbauarbeiten, deshalb besonders im innerstädtischen Bereich vorteilhaft. Tight-In-Pipe-Verfahren und die Anbindung von Hausanschlüssen können grabenlos durchgeführt werden; kaum Erdaushub, kein Straßenaufbruch und keine Straßenwiederherstellung
- Vergleichsweise kurze Vorbereitungs- und Rüstzeiten reduzieren die Bauzeit insgesamt. Bei guter Vorbereitung können ca. zwei Haltungen pro Tag erneuert werden. Haltungslängen bis 100 m ohne Zwischengruben sind möglich
- Projektabhängig kann auf eine Abwasserhaltung für den Renovierungsabschnitt verzichtet werden

- Verlegung von Abwasser-Neurohren als Langrohr: grabenlos – fugenlos
- Rohreinzug vom Startschacht Ø 1 m über Zwischenschacht zur Zielgrube
- Für Rohrmaterial / Rohr-Ø: PE-HD von DA 192 bis DA 292 mm (BURSTFORM)
- Rohreinzug Tight in Pipe (eng im Altrohr) bedeutet kaum Querschnittsverluste, daher bleibt die hydraulische Leistung weitgehend erhalten. Es ist allerdings auch ein Rohreinzug mit Berstlining möglich, so dass der Durchmesser des Neurohrs auch größer sein kann als der des Altrohrs

Autoren:

Dipl.-Ing. Meinolf Rameil

Tracto-Technik GmbH & Co. KG, Lenne-
stadt

Tel. +49(0)2723/808-187

E-Mail: meinolf.rameil@tracto-technik.de

Elmar Koch

Tracto-Technik GmbH & Co. KG, Lenne-
stadt

Tel. +49(0)2723/808-142

E-Mail: elmar.koch@tracto-technik.de



3R
INTERNATIONAL

**Besuchen Sie uns
auf der
Messe
Leipzig
2009 in Leipzig
Halle 3, Stand C 8/2**