

Renovierungsverfahren: TIP-Verfahren und Kaliber-Bersten

Dipl.-Ing. (TH) W. Bezela – PIPEFOCUS BEZELA GMBH - Krefeld

1. Begriffe und Definitionen

Gemäß den Definitionen in Normen und Merkblättern unterscheidet man bei der Sanierung grundsätzlich die Bereiche Reparatur, Renovierung und Erneuerung.

Eine Reparatur findet statt, wenn ein Schaden örtlich begrenzt ist. Zu den Reparaturverfahren gehören Roboterverfahren, partielle Sanierungsverfahren und Injektionsverfahren, aber auch örtlich begrenzte Erneuerung in offener Bauweise.

Als Renovierung bezeichnet man alle Maßnahmen, die die Substanz der Leitung durch technische Veränderungen erhalten. Dazu gehören insbesondere die Liningverfahren und Montageverfahren.

Eine Erneuerung findet statt, wenn die Substanz der Leitung zerstört ist und ersetzt wird, oder aber die Leitung aufgegeben und andernorts völlig neu verlegt wird. Hierbei unterscheidet man zwischen der Erneuerung in offener und in geschlossener Bauweise.

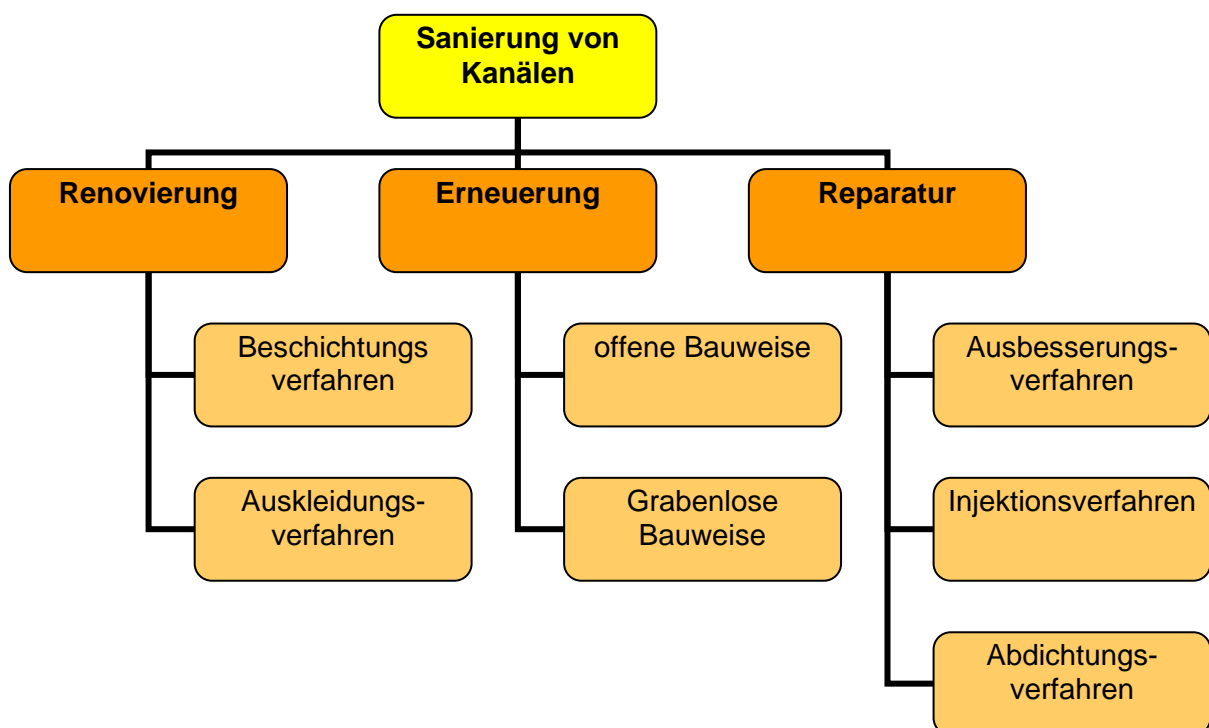


Bild 1: Einteilung der Verfahrengruppen

Die Renovierungs-Verfahren werden gemäß aktueller Normen und Merkblätter unterteilt in 3 Untergruppen, die wiederum in eine Reihe von Spezialverfahren aufgegliedert werden.

Die Untergruppen sind folgende:

1. Liningverfahren mit Ringraum
2. Liningverfahren ohne Ringraum
3. Montageverfahren

Eine Darstellung der Vielzahl der verfügbaren Verfahren gibt das nachfolgende Bild.

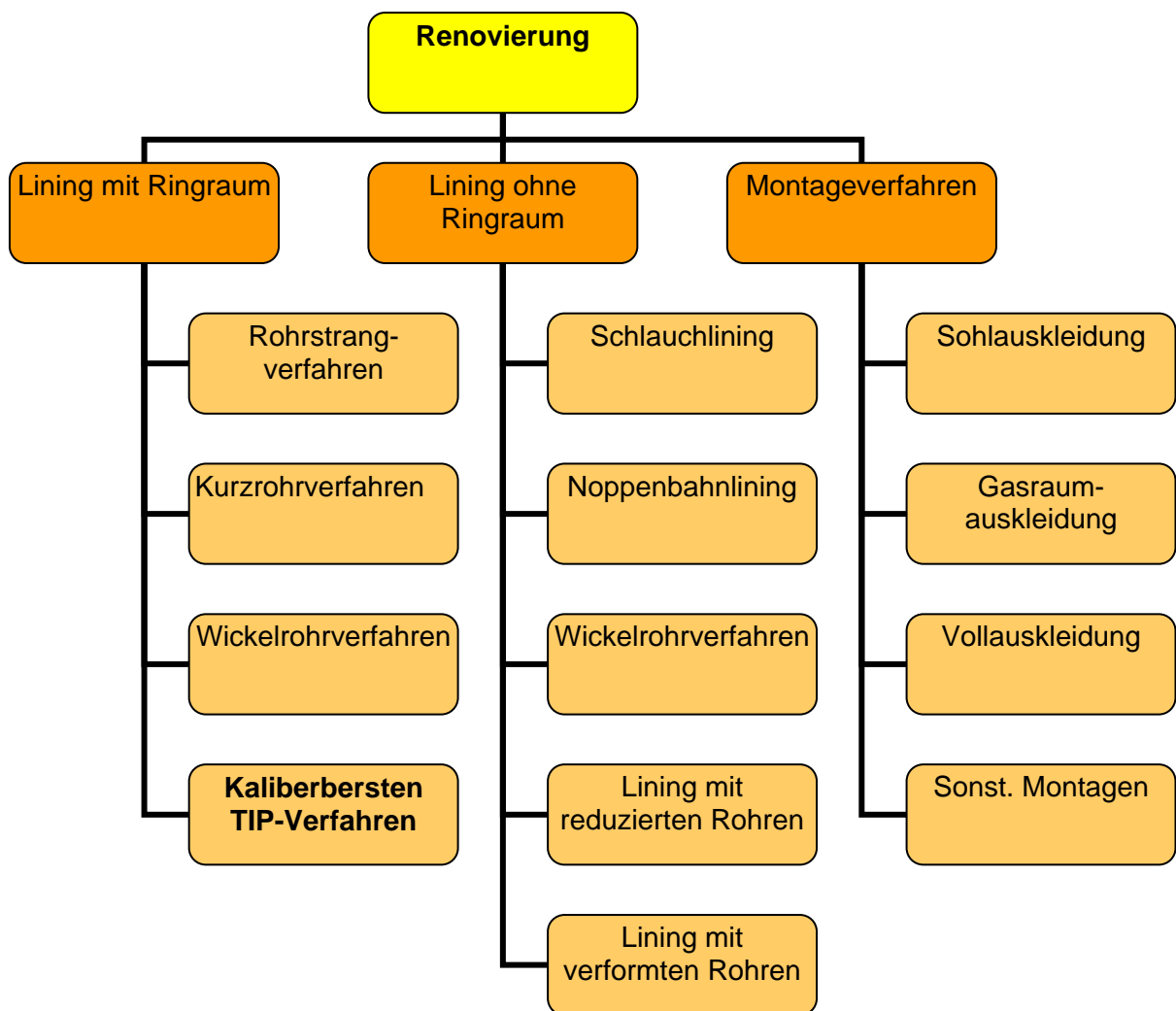


Bild 2: Verfahrensgruppe „Renovierung“

Die Erneuerungs-Verfahren werden unterteilt in 3 Untergruppen, die wiederum in eine Reihe von Spezialverfahren aufgegliedert werden.

Die Untergruppen sind folgende:

1. Geschlossene Bauweise
2. Halbgeschlossene Bauweise
3. Offene Bauweise

Eine Darstellung gibt das nachfolgende Bild.

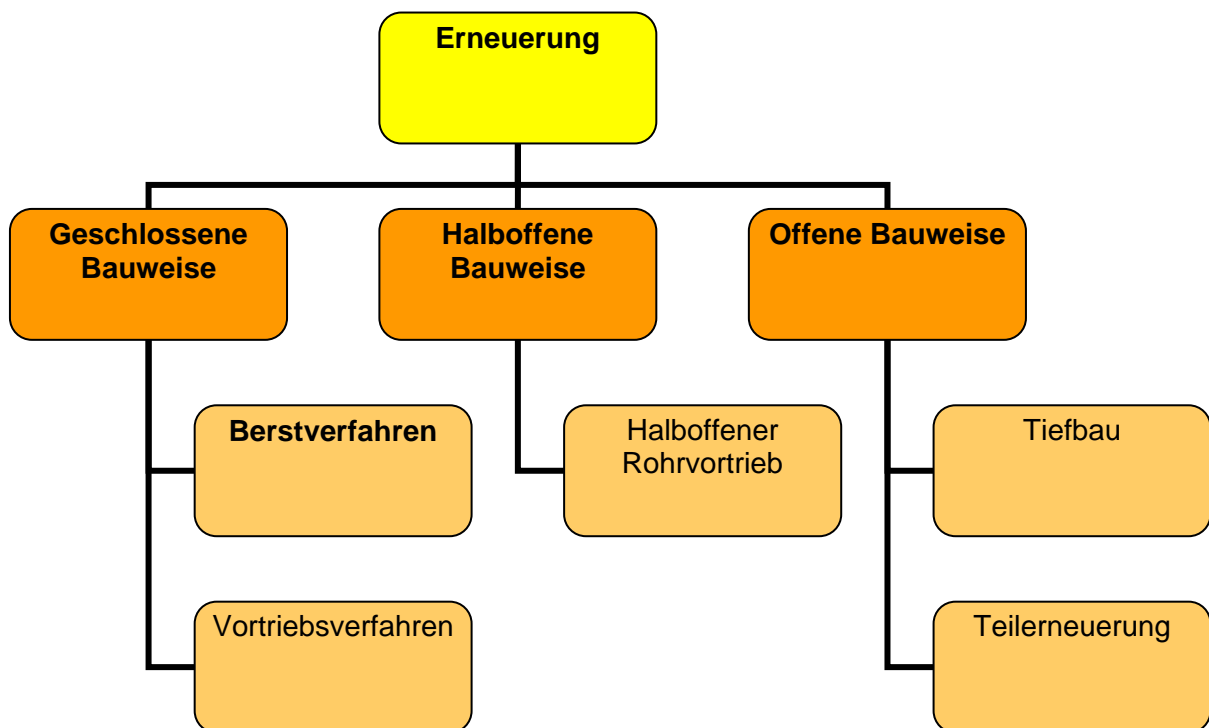


Bild 3: Verfahrensgruppe „Erneuerung“

Die Diskussion darüber, zu welcher Verfahrenshauptgruppe (Erneuerung oder Renovierung) das Kaliber-Berstverfahren und das TIP-Verfahren gehören, ist unter den Fachleuten im Gange.

Gemäß DWA M 143, Teil 1 unterscheidet man die Gruppen wie folgt:

Renovierung:

Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit von Abwasserleitungen und -kanälen unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz.

Erneuerung:

Herstellung neuer Abwasserleitungen und –kanäle in der bisherigen oder einer anderen Linienführung, wobei die neuen Anlagen die Funktion der ursprünglichen Abwasserleitungen und –kanäle einbeziehen.

Der statische Nachweis für TIP- und Kaliber-Berstverfahren wird nach ATV-DVGW M 127, Teil 2 geführt, unter Annahme der mitragenden Wirkung des Altrohres. Nach oben genannter Definition gehören Kaliberbersten und TIP-Verfahren demnach in die Gruppe der Renovierungsverfahren.

In der Arbeitsgruppe des Rohrleitungssanierungsverbands e.V., Lingen, die sich mit dem TIP-Verfahren beschäftigt, wird die Einteilung genauso gesehen, und die beiden Verfahren sind in die Renovierungsverfahren eingruppiert.

2. Unterschiede

Berstverfahren/Kaliberbersten:

An dieser Stelle sei auf die Unterschiede zwischen Berstverfahren und Kaliberbersten kurz eingegangen.

Die Erneuerung mit dem Berstverfahren erreicht in der Regel die Wiederherstellung, je nach Sanierungsfall auch die Vergrößerung des alten Querschnitts. Dabei wird in der Regel das alte Rohrmaterial zerstört.

Das Kaliber-Berstverfahren stellt in der Regel den alten Querschnitt nicht wieder her. Es wird eine Querschnittsverringering unter teilweiser Einbeziehung der alten Substanz angestrebt.

TIP/Kaliber-Berstverfahren

Die wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Verfahren sind im Folgenden kurz dargestellt.

- Ringraum/Ringspalt: beim TIP-Verfahren wird ein im Außendurchmesser geringfügig kleineres Rohr (z. B: DA 292 mm in DN 300) eingebaut; der verbleibende Ringspalt von ca. 8 mm wird nicht verdämmt. Beim Kaliber-Berstverfahren wird ein Ringraum von 20 mm bis 50 mm oder größer erzeugt, der verfüllt werden sollte.
- Deformationen: beim TIP-Verfahren sind geringere Deformationen über kleine Längen möglich; beim Kaliber-Berstverfahren sind größere Deformationen über größere Längen sanierbar.
- Nennweitenverringering: beim TIP-Verfahren sind gering (ca. ½ Nennweite); beim Kaliberbersten sind aufgrund der verfügbaren Rohre Nennweitenverringeringungen von 1 Dimension oder mehr möglich.

3. Risiken/Grenzen der Verfahren

Aus den oben beschriebenen Unterschieden lassen sich die Risiken und Grenzen der Verfahren ableiten.

- Ringraum/Ringspalt: je geringer der freie Ringspalt zwischen dem Durchmesser des Altrohres ist, umso höher wird das Risiko beim Rohreinbau. Durch ein enges Anliegen des Neurohres am Altrohr steigen die Reibungskräfte, die im Rohreinzug oder –einschub überwunden werden müssen. Übersteigen die Reibungskräfte die max. zulässigen Kräfte für das Neurohr oder die Einbautechnik, dann kommt es zu einem Festfahren der Rohre. Möglich ist auch ein Versagen der Rohre an den Verbindungsstellen (bei Rohrmodulen), was zu dem gleichen Ergebnis führt.
- Deformationen: je größer die Deformationen auf einem Altrohr sind, umso höher werden die Kräfte, die beim Einbau der Rohre benötigt werden. Die beim TIP-Verfahren und Kaliber-Berstverfahren eingesetzten Kalibrierköpfe funktionieren statisch, d. h. die Deformation wird „weggedrückt“ über die Zug- oder Schubkräfte, die beim Einbau der Rohre aufgebracht werden. Ein kleinerer Querschnitt des Neurohres bedeutet dabei eine Verringerung der notwendigen Kräfte zur Durchfahrung von Deformationen.
- Einbaulängen: je größer die Einbaulängen (Haltungen) werden, umso mehr steigen die benötigten Kräfte zum Einzug oder Einschub an. Abweichungen in den Herstellungstoleranzen der Altrohre, Lageabweichungen und geringfügige Hindernisse können zu einem Ansteigen der Reibungskräfte führen, und den Rohreinbau zum Stillstand bringen.

Die Grenzen liegen gemäß den oben beschriebenen Risiken auf der Hand.

Beim TIP-Verfahren sollte das zu sanierende Rohr folgende Kriterien erfüllen:

- geringe Maßtoleranzen
- geringe Deformationen über geringe Längen
- keine Lageabweichungen bzw. diese müssen entfernt werden
- keine Bögen
- keine Hindernisse
- Einbaulängen bis zu 60 m.

Beim Kaliber-Berstverfahren sollte das zu sanierende Rohr folgende Kriterien erfüllen:

- Deformationen über Längen, auf die das Neurohr abgestimmt ist
- Lageabweichungen sind möglich (soweit technisch hinnehmbar)
- Bögen, die das Neurohr durchfahren kann (ca. 5 – 10 Grad Abwinklung)
- keine Hindernisse
- Einbaulängen über 100 m (nach stat. Nachweis; beim Rohrstrang auch länger).

4. Fallbeispiel

Die Stadt Unna betreibt über die stadteigenen Servicegesellschaft SportServiceUnna unter anderem die Bäder in der Stadt Unna.

Im Zuge einer Kanal-TV-Untersuchung im November 2007 der Hauptentwässerung des Freizeitbades wurde festgestellt, dass die Kanäle zum Teil erhebliche Schäden aufweisen. Die PIPEFOCUS BEZELA GMBH – Ingenieure für Kanalsanierung – wurde durch den Betreiber des Freizeitbades, den SportServiceUnna, damit beauftragt, eine Schadensbeurteilung zu erarbeiten.

Im Anschluss daran sollte eine Ausschreibung erstellt werden, und die Sanierung sollte kurzfristig begonnen und fertig gestellt werden.

Der Zeitrahmen für die komplette Projektabwicklung war eng gefasst: es blieben vom Zeitpunkt der aktuellen Schadensbegutachtung bis zur Fertigstellung der Kanalsanierung in fix und fertiger Leistung nur ca. 2 Monate Zeit. In dieser Zeitspanne war zudem die ordnungsgemäße Ausschreibung vorzunehmen, und die Vergabe und Auftragserteilung (mit gewissen Zeitverlusten) enthalten, so dass für die reine Bauzeit ca. 4 Wochen zur Verfügung standen.

Eine offene Erneuerung kam aufgrund dieses engen Zeitfensters, aber auch aufgrund der örtlichen Rahmenbedingungen (Tiefenlage des Kanals; Nähe zu den Schwimmbecken; möglichst geringer Flurschaden, um die Außenanlagen kurzfristig nutzen zu können) nicht in Frage.

4.1 Beschreibung der Kanäle und Schäden

Die untersuchten Kanalhaltungen liegen auf dem Gelände des Freizeitbades im Außenbereich zwischen Eingangsbauwerk, Außenbecken und Liegewiese, und können nicht mittels LKW angefahren werden. Ein Materialtransport ist nur kleinteilig und mit einem Minibagger mit Gummiketten möglich.



Bild 4: Lage der Schächte (Beispiel)

Die Auswertung für die Hauptkanäle ergab unter anderem folgendes Schadensbildes:

Schacht SA bis S3 – 3 Haltungen DN 300

Hierbei handelt es sich um Steinzeugrohre der Dimension DN 300. Es sind 3 Kanalabschnitte mit einer Länge von 83 m untersucht worden.

Die Kanäle in diesem Bereich waren in einem sehr schlechten Zustand, und wurden nach dem Zustandsbewertungssystem der ATV M 149 in die Klasse 0 eingeordnet; dies bedeutete, dass ein sofortiger Handlungsbedarf gegeben war. Die angesprochenen Schäden (Risse, Scherbenbildungen über größere Abschnitte mit Deformationen) waren als Streckenschaden vorhanden und waren mittels einer Rohrerneuerung der kompletten Haltung in geschlossener oder offener Bauweise zu sanieren.

Aufgrund der örtlichen Situation der eingeschränkten Zugänglichkeit mit schwerem Baugerät und aufgrund des eng gesteckten zeitlichen Rahmens der Sanierung der Kanäle (Fertigstellung bis Anfang März 2008) sowie der Kostenabwägung entschieden wir uns in Abstimmung mit dem Auftraggeber für den Einsatz eines Erneuerungsverfahrens in geschlossener Bauweise. Eine Sanierung mittels Kurzrohrlining wäre technisch machbar gewesen, wurde aber wegen der starken Rohrdeformationen und der deshalb notwendigen Querschnittsverringering verworfen.



Bild 5: Lage der Schächte auf der Liegewiese

4.2 Sanierung in geschlossener Bauweise: Verfahrensauswahl

Zur Auswahl standen das Berstverfahren (in diesem Fall wäre ein statisches Berstverfahren zum Einsatz gekommen), das Kaliber-Berstverfahren und das TIP-Verfahren.

In jedem Fall sollte das Verfahren über die vorhandenen Schächte auszuführen sein. Baugruben für den Rohreinzug wurden wegen der bereits beschriebenen Tiefenlage (Kosten), Flurschäden beim Einsatz von schwerem Baugerät und wegen der Zeitschiene verworfen.

Bei den Überlegungen zu einem Berstverfahren hatte man die technischen Rahmenbedingungen und das damit verbundene Ausführungsrisiko abzuschätzen.

Das Berstverfahren hätte den Vorteil gehabt, dass man mindestens den alten Rohrquerschnitt wieder hätte herstellen können.

Das Risiko hätte darin bestanden, eventuell mit dem Berstgerät festzustecken, und am Ende doch eine Baugrube zu benötigen. Die vorhandenen Deformationen des Altrohres waren deutlich über 20 %; das hätte bedeutet, dass der Berstkopf für einen kleinsten Querschnitt von 240 mm hätte ausgelegt sein müssen; gleichzeitig müsste eine Aufweitung bis auf 325 – 350 mm möglich sein, was einer Aufweitung von über 40 % entspricht. Hierin sah der Planer technische Grenzen und ein Risiko, was es abzuwägen galt.

Da der Betreiber des Freizeitbades eine Querschnittseinengung auf DN 250 akzeptieren konnte, wurde das Berstverfahren verworfen, und in Richtung Kaliberbersten oder TIP-Verfahren weitergedacht.

Beim Kaliberbersten und TIP-Verfahren wird der maximal mögliche Rohrquerschnitt, der in den Außenabmessungen des neuen Rohres den Innenabmessung des Altrohres entspricht, mit Hilfe eines Kalibrierkopfes eingebaut.

Hierbei werden vorhandene Rohrdeformationen aufgeweitet und das Sanierungsrohr eng anliegend in das Altrrohr eingebaut.

Aufgrund der aktuell verfügbaren Gerätetechnik kann der Einbau der Rohre (in der Regel sind es Rohrmodule mit einer Länge von ca. 0,60 m mit Steckverbindung) über die Standardschächte mit Durchmesser 1000 mm (ohne Entfernung des Konus) erfolgen. Es sind jeweils in den Schächten (Start- und Zielschacht) das Gerinne und die Berme komplett auszubauen.

Aus Kostengründen und aus Gründen der Ausführungssicherheit wurde ein Verfahren gewählt, dass die Vorteile vom TIP-Verfahren mit denen des Kaliberberstens verbindet. Hierbei wurde ein gegenüber dem TIP-Standard-Rohrdurchmesser geringfügig kleineres Rohr vorgesehen (DA 280), um an den Stellen mit starker Rohrdeformation die Aufweitung in Grenzen zu halten.

Als Sanierungsrohr wurde ein Polypropylen-(PP-)Rohr gewählt. PP-Rohre haben gegenüber einem PEHD-Rohr (für Freispiegelleitungen im Regelfall PE 80) einen höheren E-Modul. Das hat den Vorteil, Rohre mit geringerer Wanddicke einsetzen zu können. Außerdem ist die Formstabilität von PP-Rohren sehr gut, so dass auch längere Lagerung oder höhere Beanspruchung beim Transport oder bei der Zwischenlagerung schadlos für die Rohrverbindungen sind.

Der Querschnitt des gewählten Neurohres beträgt im Innendurchmesser $DI = 244$ mm. Die Wanddicke der Rohre beträgt 18 mm.

Der statische Nachweis der Rohre wurde für Altrohrzustand III geführt, und erbrachte eine Sicherheit von 16,33; dies liegt deutlich über der geforderten Sicherheit von 2,0.

4.3 Bauausführung

Der Auftrag wurde in einer beschränkten Ausschreibung an eine Tiefbaufirma vergeben, die über entsprechende Referenzen von Projekten des TIP-Verfahrens verfügte.

Die verwendete Anlagentechnik war eine Grundoburst-Maschine von der Firma Tracto-Technik, die um die Gerätschaften für das TIP-Verfahren erweitert wurden.



Bild 6: Aufgefädelte PP-Rohre mit Rohrverspanngerät

Vor der Bauausführung bzw. der Rohrbestellung wurden die Kanäle mittels Laservermessung überprüft. Dabei wurde der exakte Mindestquerschnitt ermittelt, und die Vorgabe der Planung für die gewählten Sanierungsrohre bestätigt.

Die Baustelle wurde am 06.02.2008 eingerichtet. In dieser ersten Woche wurden die Gerätschaften und Materialien angeliefert. Dabei wurde festgestellt, dass aufgrund von starken Regenfällen im Januar 2008 die Liegewiese sehr stark durchfeuchtet war, und eine Befahrung mit normalem Baugerät nicht möglich war.

Selbst der eingesetzte Minibagger mit Gummiketten konnte den Geräte- und Materialtransport nicht ohne Flurschäden vornehmen. Im Anschluss wurden die Schächte vorbereitet, die Gerinne ausgebrochen und die Berme entfernt.

In der zweiten Woche wurden die Rohre eingebaut; in der dritten Woche wurden die Nacharbeiten in den Schächten (Rohreinbindung, Gerinne, Berme) vorgenommen.



Bild 7: Grundoburst-Maschine im Schacht installiert

Die geringfügig aufgetretenen Flurschäden wurden anschließend beseitigt, so dass die Gesamtmaßnahme termingerecht am 29.02.2008 beendet war, das Baufeld geräumt und die Liegewiese dem Betreiber des Freizeitbades in aufbereitetem Zustand übergeben werden konnte.



Bild 8: Oberflächenwiederherstellung

4.4 Zusammenfassung

Durch die Kombination von TIP- und Kaliber-Berstverfahren bei der Sanierung der stark geschädigten Kanäle des Freizeitbades Unna konnte in jeder Hinsicht den Vorgaben des Betreibers des Freizeitbades Rechnung getragen werden:

- das Risiko während der Ausführung konnte minimiert werden.
- der Querschnitt des Neurohres konnte maximal erhalten werden.
- die Funktions- und Betriebssicherheit der Kanäle konnte für die zu erwartende Lebensdauer der Polypropylen-Rohre von 50 bis 80 Jahre sichergestellt werden.
- die Sanierungskosten konnten durch den Wegfall von tiefen Baugruben reduziert werden.

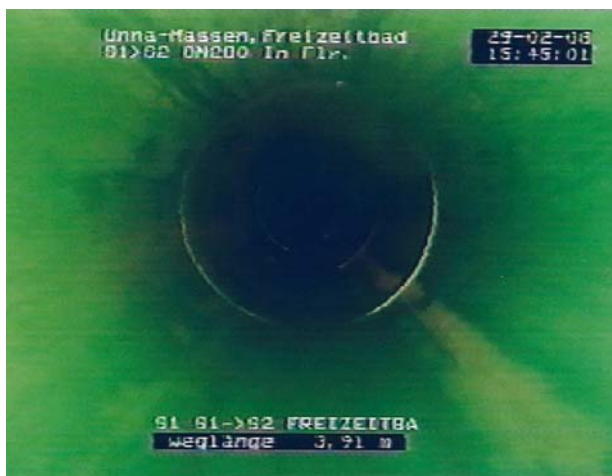


Bild 9: Sanierter Kanal mit PP-Rohr

5. Literatur

- [1] RSV-Merkblatt 2: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Rohren aus thermoplastischen Kunststoffen durch Reliningverfahren ohne Ringraum, 2000; Rohrleitungssanierungsverband e.V., Lingen/Ems.
- [2] RSV-Merkblatt 3: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren mit Ringraum, 2008; Rohrleitungssanierungsverband e.V., Lingen/Ems.
- [3] RSV-Merkblatt 10: Kunststoffrohre für grabenlose Bauweise, 2008; Rohrleitungssanierungsverband e.V., Lingen/Ems.
- [4] Unveröffentlicht: Gutachten über den Zustand der Entwässerungskanäle auf dem Gelände des Freizeitbad Unna-Massen, Dez. 2007; PIPEFOCUS BEZELA GMBH, Krefeld.
- [5] D. Stein: Instandhaltung von Kanalisationen, Ernst & Sohn Verlag, Berlin.
- [6] John und Lenz: Fehler in der Kanalsanierung, iro-Schriftenreihe; Vulkan-Verlag Essen.