

Sanierung von Sickerwasserdrainageleitungen in Deponien

2 Fallbeispiele für statisches und dynamisches Berstlining

Dirk Hütteroth

Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH, Immenhausen

Restoration of drainage pipes at landfill sites

2 case studies of static and dynamic pipe-bursting

Abstract

The restoration of drainage pipes at landfill sites is being demonstrated by 2 projects. The damage symptoms of the pipe-materials "PEHD" and "vitrified clay" appeared as deformation of the profile, so that a collapse of the pipes could be expected. Based on extensive surveys, which were required to prepare an adequate restoration, the tendering, the award of contract, the construction work and the supervision are being described.

Zusammenfassung

Die Sanierung von Sickerwasserdrainageleitungen in Deponien wird am Beispiel von 2 Bauvorhaben vorgestellt. Die Schadensbilder an den Rohrleitungsmaterialien PE-HD und Steinzeug zeigten sich als Querschnittsverformungen, die ein Zusammenbrechen der Leitungen erwarten ließen. Ausgehend von den umfangreichen durchgeführten Voruntersuchungen, die erforderlich waren, um eine sinnvolle Sanierung durchführen zu können, werden Ausschreibung, Vergabe, Bauausführung und Überwachung beschrieben.

Keywords

Landfill Site, Drainage Pipe, Restoration, Pipe-bursting

1 Einleitung

Für viele Deponiebetreiber stellte sich nach Beendigung der Ablagerungsphase im Jahr 2005 die Frage nach den erforderlichen Maßnahmen zur Stilllegung und der Minimierung der Nachsorgekosten. Dabei ist die Frage des wie und wann der Oberflächenabdichtung meist beherrschend. Im Hinblick auf die zu erwartenden Nachsorgekosten ist auch die Sickerwasserfassung- und -entsorgung nicht unbedeutend. Das Sickerwasserfassungssystem muss dauerhaft bis zum Ende der Nachsorgephase funktionieren, nur dann ist der Nachweis der Inertisierung zu führen.

Das Sickerwasserfassungssystem ist zur Erfassung und Ableitung erforderlich, die Kenntnis der Funktionalität dieses Systems ist jährlich der Aufsichtsbehörde nachzuweisen. Die als Eigenkontrolle durchzuführenden Kamerabefahrungen geben die nötigen Informationen über den Zustand der Rohrleitungen, über Schäden, Verformungen und bei konsequenter Betrachtung deren Entwicklung, lassen sich Versagungszeiträume abschätzen.

Die SIG HESSEN INGENIEURE, Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH, wurde von verschiedenen Deponiebetreibern beauftragt, eine Bestandsbewertung und Sanierungsempfehlung für Deponierohrleitungen mit beginnender oder fortgeschrittener Schädigung zu erarbeiten. Diese Bearbeitung wurde durch eine Nachbewertung der Kamerabefahrungen mit einer anschließenden Auswertung der Verformungsgrößen der Rohrleitung an ausgewählten Stationen und in Abhängigkeit der Verfüllungshöhen der Deponie durchgeführt.

2 Sanierungsfall 1: PE-HD Leitung DA 355 PN10 in einer Hausmülldeponie

2.1 Schadensbild

Aus den Untersuchungen der Rohrleitung gemäß Deponieeigenkontrollverordnung gingen Verformungen dieser Rohrleitung in einem begrenzten Teilbereich bereits ab Mitte der 90er Jahre hervor. Diese Verformungen, die im Bereich einer Rohrleitungslänge von ca. 12 m festgestellt wurden, blieben mit ca. 10 % Querschnittsreduzierung bis etwa 1999 relativ konstant. Erst mit Ende der Einlagerung nahmen die Verformungen bis auf einen Verformungswert von ca. 34% des Ausgangrohrdurchmessers im Juni 2006 zu.

Durch eine Vermessung der Rohrleitungsgeometrie, entnommen aus den Kameraaufzeichnungen, dabei Höhe und Breite der verbleibenden Öffnung, gemessen an Rohrleitungsübergängen, konnte in Kenntnis der ehemaligen Rohrleitungsdimension mit $d_i = 290$ mm Innendurchmesser eine Berechnung der Verformung erfolgen. Diese wurde dann jeweils auf die ehemalige Rohrleitungsdimension bezogen und entsprechend der Kamerabefahrung in zeitlichen Abhängigkeiten dargestellt. Im Weiteren wurde die Verformung der Rohrleitung über die Länge für ausgewählte Zeitschnitte berechnet.

Neben der Querschnittsverformung wurden zusätzlich eine Rissbildung in den Schlitzungen sowie eine zunehmende Rissbildung im Scheitel der Rohrleitung festgestellt.

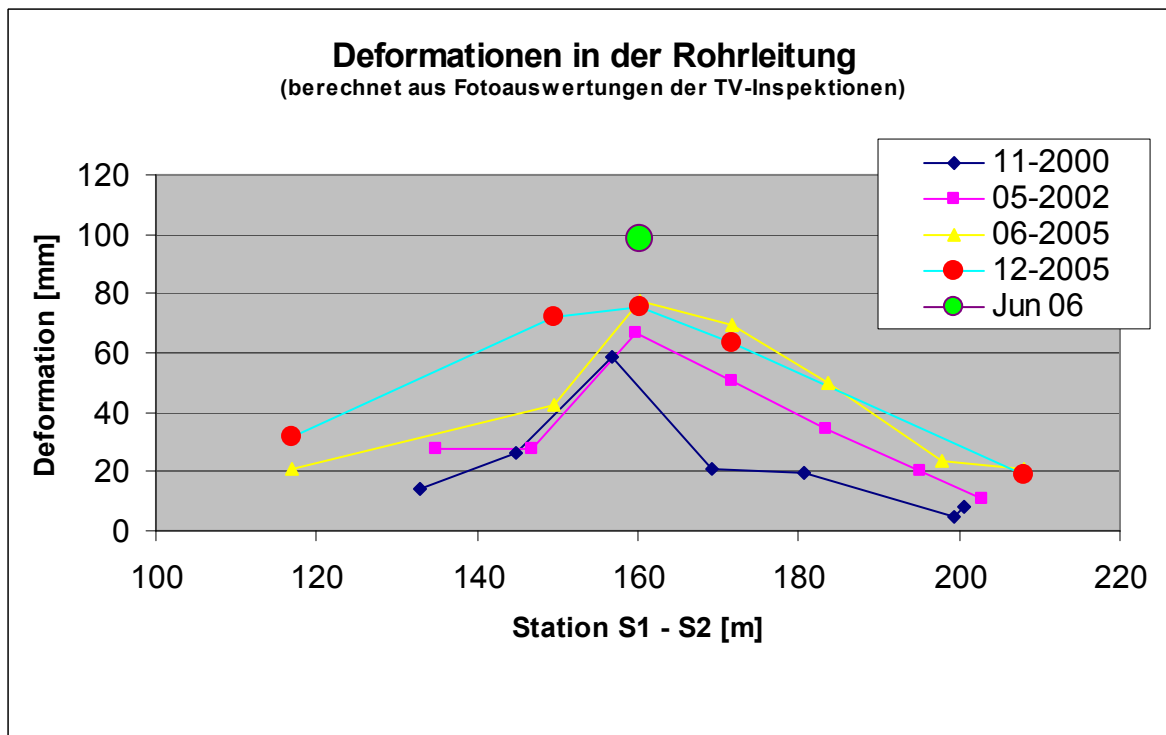


Abbildung 1: Entwicklung der Deformationen in der Rohrleitung



Abbildung 2: Deformation der Rohrleitung 1999 bis 2005

Da die Rohre qualifiziert und überwacht eingebaut wurden, müssen als Ursache für die Deformationen der Rohre zusätzlich zu den hohen Auflasten weitere auslösende Faktoren angenommen werden. Die zusätzlich zu den Verformungen aufgetretenen Risse im Scheitel weisen dabei auf eine Versprödung des Rohrmaterials hin. Zu den Rissen im Bereich der Schlitzungen liegen Ergebnisse von statischen Berechnungen vor, die zeigen, dass in den nicht ausgerundeten Schlitzecken erhebliche Kerbspannungen auftreten, die ein Mehrfaches der nach üblichen Berechnungsmethoden ermittelten Rohrumfangsspannungen betragen können. Durch Materialauswahl und Ausführung der Perforation als Lochung wurde diesen Erkenntnissen später Rechnung getragen. Da eine

Versprödung durch die Temperatur in der Rohrwand beschleunigt wird, wurden die Temperaturprofile des Sickerwassers in die Untersuchungen aufgenommen. Für die Rohrleitungsdimensionierung der Sanierungsrohre wird dabei angenommen, dass in der Altdeponie die Temperaturen geringer werden, das heißt dauerhaft unter 40°C verbleiben.



Abbildung 3: Rissbildung in Drainagerohrschlitzungen

2.2 Sanierungsvorschlag

Aufgrund der vorgesehenen Stilllegung der Deponie in Verbindung mit einer noch erforderlichen Profilierung der Oberfläche und dem Aufbau einer Wasserhaushaltsschicht als Oberflächenabdichtung werden in diesem derzeit mit ca. 28 – 30 m Abfall überdeckten Bereich der Rohrleitung nochmals ca. 8 bis 10 m Bodenüberdeckung aufzubringen sein.

Dem Betreiber wurde ein Sanierungsvorschlag unterbreitet, der den Austausch der Rohrleitung PE-HD DA 355 PN 10 auf der Gesamtlänge von 70 m, somit zwischen zwei Sammleranschlüssen und den Dimensionswechseln dieser Rohrleitung auf DA 355 PN 6 bzw. DA 400 PN 12,5, vorsieht. Damit wird dann der gesamte Bereich dieses Materials gegen ein Rohr der Dimension PE100 DA315 SDR 7,4 ausgewechselt. Die Auswechslung wurde als statisches Berstlining vorgeschlagen, die Sanierungsrohrdimension wurde mit der hier maximal möglichen gewählt.

Eine statische Vorbemessung der Sanierungsrohre wurde von der LGA Bautechnik GmbH durchgeführt. Diese Bemessung berücksichtigt die zukünftigen Lastzustände nach Abschluss der Deponie und gibt die gewählte Rohrdimension mit dem Rohrmaterial PE100 sowie einem FNCT-Wert > 1600 h vor.

Die Planung sah vor, die Erstellung der Sanierungsschächte im Stahlrohrverbau auszuführen. Dies hatte vor allem die Gründe in der Erfordernis der Durchörterung des Asbestmonolagers der Deponie am Startschacht und damit der Minimierung des Aushubs

und der zu ergreifenden Arbeitsschutzmaßnahmen während des Aushubs und des Schachtverbaus. Weiterhin waren die Erkenntnisse über den Sickerwasseranfall aus einer anderen Baumaßnahme ein weiterer Grund für die Vorgabe dieser Verbauart. Die Vergabe der Bauleistung erfolgte nach beschränkter Ausschreibung.

2.3 Bauausführung

Während dem Niederbringen der Schächte war festzustellen, dass in dieser Deponie keine Wasserlinsen oder wasserführenden Schichten durchörtert wurden, die zu Sickerwassereinstau in den Schächten führten. Die Sorge des Betreibers und auch der Genehmigungsbehörden, hier eine erhebliche Sickerwassermenge mit erhöhten Konzentrationen zwischenspeichern oder fremd entsorgen zu müssen, war unbegründet. Die Reinigung der Sickerwässer stellte jedoch erhöhte Anforderungen an den Betrieb der Sickerwasserreinigungsanlage. Ein Ansteigen der CSB-Gehalte bis über 8.000 mg/l war während und nach der Sanierung festzustellen.



Abbildung 4: Schachtbau



Abbildung 5: Schacht mit Stahlrohrverbau

Die Baumaßnahme wurde mit Ausnahme der Rohrschweißungen, die nur bei einer Temperatur von mindestens 5°C durchgeführt werden können, durch die Bauzeit im Winter nicht beeinträchtigt. Nach dem Niederbringen der Schächte und der Herrichtung der Schachtsohlen wurde das Ziehgerät zum statischen Bersten in den unten liegenden Schacht eingebaut. Hierbei handelte es sich um eine Zugmaschine der Tractotechnik, GRUNDOBURST 1250 G, mit einer Nenn-Zugkraft bis zu 120 t.

Der Vorbereitung der Rohrleitung, dem Verschweißen der einzelnen Rohrleitungsstränge der Dimension DA 315 SDR 7,4 - PE100, folgte das Einbringen des Zug- und

Schneidkopfes. Die Rohrleitung wurde anschließend innerhalb von 9 Stunden eingezogen, bereits am Folgetag war die Rohrleitung im Zielschacht freigelegt und die Zugmaschine ausgebaut.



Abbildung 6: Kiesüberdeckung des freigelegten Altrohrs



Abbildung 7: Eingezogenes Sanierungsrohr

Die Freigabe der Berstrohre erfolgte nach dem Vorliegen der Unterlagen zum Qualitätsmanagement des Rohrherstellers, wobei insbesondere der Einsatz eines möglichst riss-unempfindlichen PE-Materials gefordert wurde. Die Schweißungen des Rohrstranges wurden überwacht und protokolliert. Schweißwulste wurden entfernt. Die Berstmaßnahme wurde protokolliert und nach der Fertigstellung des Rohreinzieges erfolgte eine visuelle Untersuchung der vorderen Rohrbereiche auf Schädigungen durch den Einziehvorgang.

Die neuen Rohraufleger wurden in den Baugruben vor deren Verfüllung abgenommen. Bei ihrer Herstellung wurde versucht Steifigkeitssprünge weitestgehend gering zu halten.

Nach Durchführung der Rohrleitungserneuerung wurden die Schächte rückgebaut und mit Abfallaushub verfüllt, dabei wurde jeweils ein Schacht zum Gasbrunnen ausgebaut und zum Betrieb an der Deponiegasfassung vorbereitet.

Die Sanierungsmaßnahme wurde in einer Bauzeit von 70 Werktagen ausgeführt. Die Ausführung konnte, wie geplant, mit Start- und Zielschacht, ohne Bergeschacht erfolgen. Die spezifischen Kosten dieser Sanierungsmaßnahme betragen 7000 €/m.

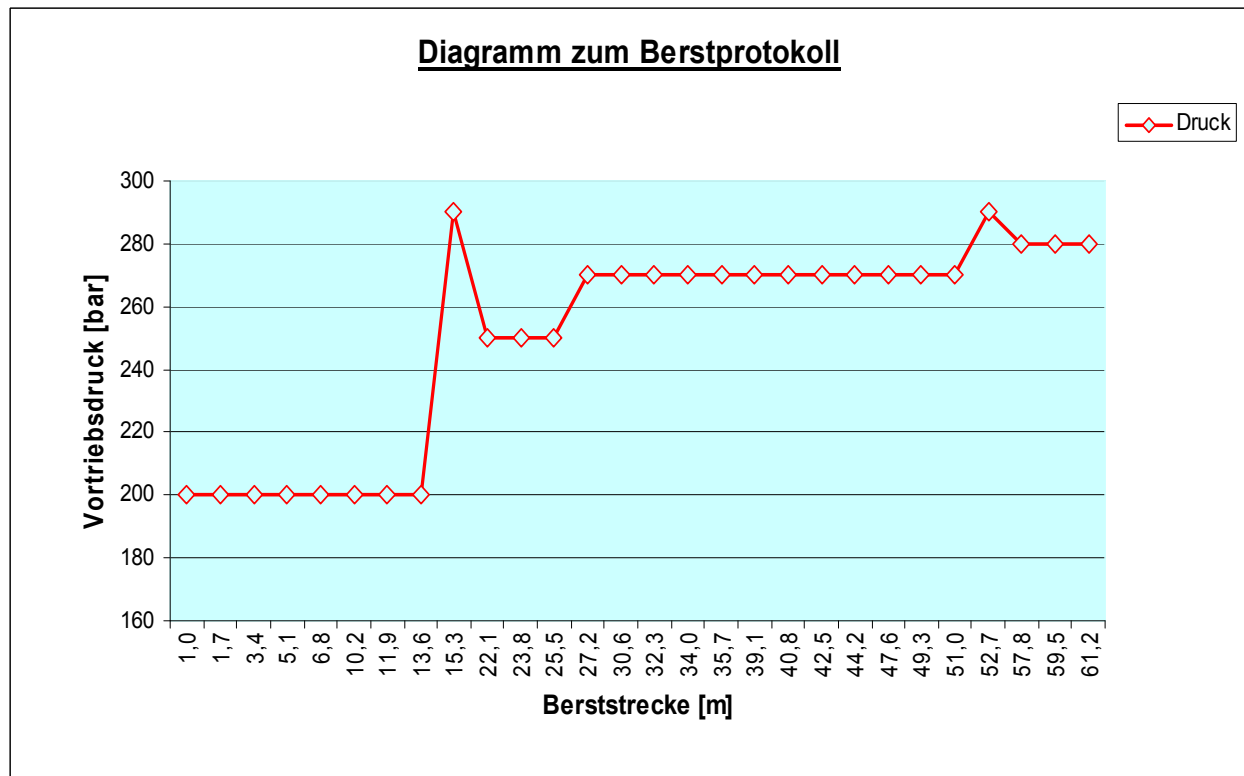


Abbildung 8: Berstprotokoll

3 Sanierungsfall 2: Steinzeugrohr DN 200

3.1 Schadensbild

Die untersuchte Deponie wurde seit 1982 abschnittsweise mit einer mineralischen Basisabdichtung und einem Sickerwassererfassungsnetz aus Steinzeug DN 200 ausgebaut und mit einer Lastenausgleichsplatte zusätzlich gesichert. Die Sickerwasserdrainagen haben Einzellängen von 150 – 380 m und wurden in der als Becken ausgebildeten Deponie in den Böschungsbereichen mit einem Gefälle bis zu 34 % verlegt. Die Leitungen werden gemäß der Deponie-Eigenkontrollverordnung jährlich durch Kamerabefahrung kontrolliert. Die seit Jahren festgestellten Schäden der Rohrleitung in Form von Rissen, Verformungen und Scherbenbildungen wurden beobachtet und bei Bedarf mit sog. Stuttgarter Hülsten (Edelstahlhülsten) und / oder Partlinern saniert.

Im Zuge weiterer Kontrollen musste festgestellt werden, dass trotz der Stabilisierung mit Hülsten in Teilbereichen weiterführende Querschnittsverformungen eingetreten waren, die eine durchgängige Kamerakontrolle und Rohrspülung verhinderten.

Die Rohrverformungen wurden im Zentrum der als Dachprofil ausgebildeten mineralisch gedichteten Grundfläche der Deponie lokalisiert. Damit wäre bei kompletter Zerstörung der Drainage ein Sickerwassereinstau auf der Basisabdichtung zu befürchten gewesen.

Die Bestandsbewertung, die ebenfalls auf einer Auswertung der Schadensentwicklung basierte, zeigte auf, dass die Schäden im Wesentlichen folgende Ursachen haben:

- Herstellungszeitraum/ Art des Rigolenausbaus (ab 1986 Kiesüberdeckung 2DA);
- Abfallüberdeckungshöhe > 25 m ;
- Verlegung im Böschungsbereich (Verlegung schräg zur Böschungfalllinie);
- Abschnittsweise Verlängerung der Leitungen mit Richtungs- und Gefällewechseln.



Abbildung 9: Querschnittsverengung im Stz-Rohr DN 200

3.2 Sanierungsvorschlag

Grundlage für die Planung der Sanierungsarbeiten waren Bestandspläne aus den Jahren 1983 bis 1987 und die Aufmaße der beauftragten Baufirmen. Ein Vergleich der Daten ergab bereits im Vorfeld Lageabweichungen der unterschiedlichen Bestandsaufnahmen im Leitungsverlauf von 1 bis 6 m.

Eine nachträgliche vermessungstechnische Aufnahme der Sickerwasserleitungen war mit derzeit bekannten Vermessungstechniken nicht durchführbar. Insofern wurde die Planung der Sanierungsmaßnahmen mit einer gewissen Unsicherheit bezüglich der Lage der Leitungen durchgeführt.

Die Leitung als Zentraldrainage mit einer Gesamtlänge von 384,70 m und einer Abfallüberlagerung von bis zu 31,50 m war auf einer Länge von ca. 7 m nicht mehr mit einer Kamera befahrbar und wies in den Anschlussbereichen erhebliche Schäden in Form von Längs- und Querrissen sowie Scherbenbildungen auf. Auf Grund dieser Tatsache

wurde ein Leitungsabschnitt von 160 m als zwingend sanierungserforderlich ausgewiesen.

Die Sanierung der Sickerwasserdrainage wurde als dynamisches Berstlining vorgeschlagen. Die Sanierungsschächte wurden auf Grund der Lageungenauigkeiten der Rohre im Tandemschachtverfahren mit Stahlrohrverbau nach öffentlichem Teilnahmewettbewerb beschränkt ausgeschrieben.

Für den anschließenden, im Böschungsbereich verlaufenden Streckenabschnitt mit einer Länge von 110 m, der nur zu Revisionszwecken erforderlich ist, wurde eine Sanierung mit einem Inliner vorgeschlagen. Durch Einbringen eines GFK Schlauchliners wird die Leitung in diesem Bereich zum Vollrohr ausgebaut, der Nennquerschnitt reduziert sich bei dieser Bauweise nur um ca. 10 mm. Ein statischer Nachweis für die konkreten Lastbedingungen wurde geführt.

Sowohl für die Rohrleitungserneuerung mittels Berstlining wie auch für den Einzug des Schlauchliners war ein vorheriges Entfernen der Edelstahlhülsen geplant.

3.3 Bauausführung

Nach Auswertung der eingegangenen Angebote erfolgte die Beauftragung eines Nebenangebotes. Mit dem Nebenangebot wurde angeboten, das Berstlining ohne die vorgegebene vorlaufende Entfernung der Stahlrohrhülsen durchzuführen und im ersten Sanierungsabschnitt auf einen geplanten Tandemschacht zu verzichten. Ein Bersten der Drainage mit einem Edelstahlhülsenausbau war durch die Firma vorher noch nie erprobt worden.

Die Baumaßnahme wurde im Mai 2005 mit dem Niederbringen des Startschachtes begonnen. Bereits mit Herstellung des ersten Schachtes wurde bei einer Schachttiefe von ca. 12 m ein hoher Sickerwasserzufluss in die Schachtgrube festgestellt. Eine Fortführung der Arbeiten war jeweils bis zu einem Wasserstand von 3 m über der Schachtsohle gegeben, danach war kein weiterer Aushub mehr möglich und das zulaufende Wasser musste abgeschöpft oder abgepumpt werden. Dazu mussten ausreichende Speicherkapazitäten in Form von Containern und Saugfahrzeugen bereitgestellt werden, um Stillstandszeiten zu vermeiden. Nicht alle Schachtbauarbeiten waren durch starken Sickerwasserzufluss erschwert, aber die angeschnittenen Wasserlinsen haben bis zum heutigen Tag zu einem höheren Sickerwasseraufkommen geführt. Dies führte dazu, dass die Sickerwasserbehandlungsanlage sowohl die Schmutzfracht als auch die Zuflussmengen nicht mehr verarbeiten konnte. Das Sickerwasser musste schnellst möglich zur Mitbehandlung anderen Abwasserbehandlungen angedient werden.

Nach Einbringen des Stahlverbau wurde der Sickerwasserzufluss in den ausgebauten Zonen weitestgehend eingedämmt. Unter den gegebenen Umständen der Durchörter-

rung von Sickerwasserlinsen war der Stahlrohrverbau für die Sanierungsmaßnahme hier von großem Vorteil.

Aufgrund der nicht eindeutig bestimmbar Schachtansatzpunkte bestand immer die Möglichkeit die Rohrleitung zu verfehlen. Deshalb musste mit Erreichen der ausgewiesenen Höhe der Basisabdichtung der Aushub hinsichtlich eventueller Veränderungen und Kiesanteile intensiv beobachtet werden, um keine Schädigungen an der Basisabdichtung zu verursachen. Bei den meisten Ansatzpunkten wurde die Leitung im Bereich der Schachtgrundfläche bzw. am Rande des Schachtes angetroffen. In diesen Fällen war eine Richtungskorrektur durch den zweiten Tandemschacht möglich. In einem Fall wurde die Leitung jedoch gar nicht getroffen, sondern eine mit 45° abzweigende Leitung, so war jedoch eine Bestimmung des zweiten Schachtansatzpunktes möglich.

Das dynamische Berstlining erfolgt im Unterschied zum statischen Berstlining mit einem pneumatisch betriebenen Berstkopf, der durch die dynamische Rammenergie angetrieben wird. Mit einem Zugseil durch das Alrohr wird nur noch eine Kontrolle der Bewegung und eine geringe Richtungskorrektur erreicht. Durch den Berstkopf wird der vorhandene Rohrkanal von DN 200 auf ca. 315 mm vergrößert und im selben Arbeitsgang das Neurohr mit DA 280 SDR eingezogen.

Das Bersten der Sanierungsabschnitte erfolgte unter der Prämisse der Herstellung von Start- und Zielschacht an vorgegebenen Zwangspunkten, wie z.B. Leitungsabzweig, Beginn und Ende der Sanierungsstrecken mit optimalen Berstlängen. Für den Fall des vorzeitigen Steckenbleibens der Rakete war zum Bergen der Rakete an diesem Punkt ein weiterer Bergeschacht vorgesehen. Die neu einzuziehende Leitung wurde als PE100 Leitung voll gelocht mit einem DA 280 SDR 7,4 dimensioniert.

Der Bauablauf ist in der nachfolgenden Tabelle als Auswertung der Berstprotokolle kurz dargestellt.

Nach fast 2-jähriger Bauzeit wurde die Sanierung von Teilabschnitten der Leitungen auf einer Gesamtlänge von 390 m im Dezember 2006 erfolgreich beendet.

Von den insgesamt geplanten 7 Tandemschächten und 4 Bergeschächten wurden im Sanierungsabschnitt C 3 Tandemschächte, 1 Bergeschacht und 0,5 Suchschächte; im Sanierungsabschnitt D 3 Tandemschächte, 2 Bergeschächte und 0,5 Suchschächte erforderlich.

Die spezifischen Kosten betragen 4.565 € pro Meter inkl. des durchgeführten Inlinerbaus. Nur für das Berstlining können spezifische Kosten von ca. 5.944 € ermittelt werden.

Berststrecke [m]	Vortrieb [m/h]	Berst-zeit [h]	Zugkraft [kN]	Kommentierung
Leitung C - Sanierungsabschnitt Berstlining insgesamt 160 m				
S4 – BS1 78 m + 2*7 m geplant 100m	4,2	18,25	60 - 90	Leitung im Radius verlegt, vorh. Ausbau mit ca. 40 Edelstahl- hülsen und z.T. Partlinern; ein Bergeschacht wurde erforderlich
BS1 – S2 12 m	21	0,35	50	Bergeschacht
S2 – S1 52 m	11,6	4,5	50	20 Edelstahlhülsen wurden entfernt
Leitung D – Sanierungsabschnitt Berstlining insgesamt 120 m				
SD1– SD2 70 m	12,9	5,2		Sohlbereich, geplanter Zielschacht wurde erreicht
SD3-DD1 23 m	4,3	6,0		Rakete ist wegen kleinräumiger Lage- und Höhenänderung aus dem Leitungsverlauf gewandert; Abbruch des Berstvorganges, Bergung der Rakete mittels zusätzlichem Berge- schacht
DD1-DD4 10,5 m	4,0	2,25	30 - 50	Starke Richtungsänderungen in Höhe und Lage, Berstvorgang wird ge- stoppt bevor Abweichung der Rakete aus Leitungsverlauf
DD4-SD2 10,0 m	22	0,5	30	

Tabelle 1: Berstabschnitte

Nach Durchführung der Rohrleitungserneuerung wurden die Schächte rückverfüllt, dabei wurden 3 Schächte als Sickerwasserschlucker und 5 Schächte als Gasbrunnen ausgebaut. 2 Gasbrunnen wurden für eine Tiefenabsaugung vorgesehen.

4 Qualitätssicherung

Die Baumaßnahmen wurde qualitätssichernd durch die LGA Bautechnik GmbH Nürnberg, Herrn Dipl.-Ing. Stegner, überwacht. Ebenfalls wurden die Rohrleitungsdimensio-

nierung, die Rohrstatik und die Herstellung der Rohrleitungsanschlüsse durch Herrn Stegner begleitet.

4.1 Statische Berechnungen der Berstrohre

Beim Berstlining entspricht der Außendurchmesser des Neurohres im Allgemeinen nicht demjenigen des Altrohres, so dass eine eindeutige Einbettungssituation in ein passgenaues Auflager und eine exakt definierte seitliche Bettung verfahrensbedingt nicht vorausgesetzt werden können. Auch hat das Einziehen Auswirkungen auf die Lage und Einbettung des Neurohres und führt damit zu zusätzlichen Einwirkungen auf die Rohre. Zwischen Neurohr und Bettung verbleiben Altrohrreste. Eine übliche rohrstatische Berechnung nach den anerkannten Regelwerken für offen verlegte Rohre (z.B. ATV A/M127, /1/ und /2/) setzt aber definierte Einbauverhältnisse voraus und kann deshalb bei den im Berstliningverfahren verlegten Leitungen nicht sinnvoll angewendet werden. Um eine zutreffende Beurteilung der Standsicherheit der Berstliningrohre und damit eine Aussage zum Erfolg einer solchen Baumaßnahme treffen zu können, sind Parameterberechnungen verschiedener denkbarer Einbettungssituationen mittels Finite-Element-Methode (FEM) erforderlich. Nach der Fertigstellung sind die getroffenen Annahmen auf der Grundlage der Erkenntnisse bei der Bauüberwachung zu verifizieren. Neben der entstandenen Einbettungssituation sind insbesondere auch Riefen aus dem Einziehvorgang zu bewerten. Hieraus ergibt sich dann die endgültige statische Berechnung der Rohre.

Im vorliegenden Fall wurden im Vorfeld rechnerische Untersuchungen durchgeführt, die Aussagen zu den Schadensursachen erlauben. Auf der Grundlage dieser Berechnungen basierten dann die Nachweise der neuen Rohre.

5 Fazit

Die Sanierung von Deponiesickerwasserrohren ist nicht nur für die biegesteifen Rohrleitungen mit dem dynamischen Berstlining möglich. Auch biegeeweiche PE-Rohrleitungen lassen sich über eine angepasste Bersttechnik mit statischem Bersten sanieren. Die erreichbaren Haltungslängen sind dabei sicherlich insbesondere von der gewählten Sanierungsrohrdimension und der erreichbaren Zugkraft der Maschinenteknik abhängig. Entscheidend für die Kostensicherheit ist weiterhin die Kenntnis der Rohrauflager und -ummantelung, der Rohrlage und der Sickerwassermengen in der Deponie.

Entscheidend für den Erfolg einer Baumaßnahme, die sowohl auf der Kenntnis des ursprünglichen Rohreinbaus basiert als auch durch die Möglichkeit unerwartet auftretender Ereignisse gekennzeichnet ist, ist neben den technischen Voraussetzungen die Zusammenarbeit der Beteiligten. Bei den vorgestellten Baumaßnahmen hat die Zusam-

menarbeit von Bauherrn, Planer, Ausführenden und Überwachung zu einem reibungslosen Bauablauf und dem erfolgreichen Abschluss der Baumaßnahme geführt.

6 Literatur

- | | | |
|-----------------------------------|------|---|
| ATV-DVWK | 2000 | ATV-DVWK-Regelwerk-Abwasser-Abfall, Arbeitsblatt A 127, Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen, 3. Auflage Aug. 2000 |
| ATV | 1996 | ATV Merkblatt M 127 Teil 1, Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungsleitungen für Sickerwasser aus Deponien, März 1996 |
| Deutsches Institut für Bautechnik | 1995 | Vorläufige Bemessungsgrundsätze für Bauteile in Deponien - Rohrleitungen aus PE-HD für Basisentwässerungssysteme - Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin 11/95 |
| GSTT | 2007 | Instandhaltung von Entwässerungsleitungen in Deponien, GSTT Informationen Nr. 9, August 2007, German Society for Trenchless Technology e.V., Hamburg |
| LGA | 2000 | Landesgewerbeanstalt Bayern / Wölfel Beratende Ingenieure: Forschungsvorhaben „Bemessung von Rohren beim Berstliningverfahren in Deponien“, Untersuchung im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 29.08.2000 |
| LGA Bayern | 2006 | Landesgewerbeanstalt Bayern, Forschungsvorhaben „Bemessung von Rohren beim Berstliningverfahren in Deponien unter Berücksichtigung des statischen Berstens und des Kurzrohrberstlining“, Untersuchung im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 03.07.2006 |
| Stegner, Armin
Hütteroth, Dirk | 2006 | Sanierung einer PE-Sickerwasserleitung durch statisches Sanierung einer PE-Sickerwasserdrainageleitung durch statisches Berstlining am Beispiel der Deponie „Am Breitenberg“ des Werra-Meißner-Kreises, TIS, 2006 |

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Dirk Hütteroth
SIG HESSEN INGENIEURE
Prof. Steffen, Hütteroth & Schröder GmbH
Ziegeleiweg 2
34376 Immenhausen
Telefon +49 5673 99850
dirk-huetteroth@sig-hessen.de
www.sig-hessen.de