

E 4-4 Sanierungsverfahren für Rohrleitungen in Deponien

Stand: Bautechnik 1999

1 Allgemeines

Auf die Sickerrohre zur Entwässerung der Deponiebasis und Rohre zur Sickerwasserableitung wirken neben hohen Auflasten und dadurch bedingten Verformungen des Untergrundes (Setzungen) auch hohe Temperaturen und aggressive Sickerwässer ein. Durch die Wahl falscher Rohrmaterialien und Wandstärken sowie unsachgemäße Verlegung oder ungleichmäßige Belastungszustände aus dem Abfallkörper weisen viele Sickerrohrleitungen vor allem in älteren Deponien Schäden auf. Desweiteren wurden Schäden in Leitungen außerhalb oder Verdolungen unterhalb von Deponien gefunden.

Schäden an Sickerrohrleitungen in Deponien bergen die Gefahr eines Sickerwasseraufstaus und hierdurch eines erhöhten Schadstoffaustrages. Desweiteren kann durch einen Aufstau an der Deponiebasis die Standsicherheit des Deponiebauwerkes beeinträchtigt werden. Schäden an Sammelleitungen außerhalb von Deponien können zur Freisetzung von Deponiesickerwässern führen.

Zur Sicherstellung der Entwässerung der Deponiebasis und des Deponiekörpers bzw. zur Vermeidung erhöhter Emissionen müssen solche Leitungen ersetzt oder saniert werden. Direkt Sanierungsverfahren betreffende Regeln und Richtlinien bestehen derzeit nicht, doch können solche aus anderen Bereichen herangezogen werden.

2 Beurteilung von Schäden an Sickerrohren und Transportleitungen

2.1 Schadensbilder

Folgende Schäden können sich an Leitungen in Deponien ergeben:

- Senken
- Muffenspalte, Muffenversatz,
- Unzulässige Verformungen (biegeweiche Rohre)
- Risse (biegesteife Rohre)
- Verdrehungen der Rohre
- Inkrustationen (Beeinträchtigung der hydraulischen Funktion)
- Rohrbruch

Im Folgenden werden Hinweise darauf gegeben, ab wann ein Sanierungsbedarf besteht.

2.2 Beschreibung und Beurteilung von Schäden an Sickerrohrleitungen

Senken

Senken stellen sich durch örtliche Verformung des Rohraufagers ein. Ursache hierfür können örtlich nicht tragfähiger Baugrund oder örtlich erhöhte Lasten (z. B. Überfahrten) sein. Der Rohrquerschnitt bleibt in der Regel - abhängig vom Biegeradius - weitgehend erhalten. Senken führen auch zu Längsverformungen des Rohres, die in den konvex gekrümmten Bereichen Zugspannungen an der Oberseite, in den konkav gekrümmten Bereichen Zugspannungen an der Unterseite zur Folge haben.

Bei biegesteifen Rohren (Steinzeug) kann es zu Verkantungen im Muffenbereich und somit zu vereinzelt Rissen an den Muffen sowie mittel- bis langfristig sogar zu Scherbenbildungen kommen.

Im Bereich von Senken ergibt sich ein Aufstau von Sickerwasser auf der Basisabdichtung. Da eine Behebung des Schadens in der Regel nur durch großräumiges Freilegen möglich ist, werden geringe Senken (Aufstauhöhen maximal 10-20 cm) in entsprechend überschütteten Deponien in der Regel hingenommen. Diese Bereiche müssen verstärkt überwacht werden.

Muffenspalte, Muffenversatz

Muffenspalte ergeben sich durch unsachgemäße Rohrverlegung, zu große Abwinkelungen und insbesondere bei PE-HD-Rohren durch Nichtbeachtung des Temperaturdehnungsverhaltens (große Ausdehnung bei Erwärmung). Muffenspalte in Sickerrohrleitungen sind ohne Belang solange sie Spülarbeiten und die TV-Befahrung der Rohre nicht beeinträchtigen sowie kein Ausspülen von Bettungsmaterial auch im Hinblick auf die Standsicherheit zu befürchten ist. Dies gilt auch für Muffenversätze.

Unzulässige Verformungen des Rohrquerschnittes

Unzulässige Verformungen des Rohrquerschnittes ohne Rissbildung treten nur bei biegeweichen Rohren (Kunststoffrohren) auf.

Für biegeweiche Rohre ist im Allgemeinen eine zulässige vertikale Durchmesseränderung δ_v im Langzeitnachweis von 6 % zulässig (Berechnung siehe ATV M 127 [1]). Bei Ansatz der Theorie 2. Ordnung für den Standsicherheitsnachweis werden unter bestimmten Voraussetzungen bis zu 9% vertikale Verformung zugelassen.

Überschreiten die Verformungen 6 bzw. 9%, ist die entsprechende Rohrleitung bzw. betroffene Stelle bei den Kamerabefahrungen auf eine Verstärkung des Schadensbildes über die Zeit hin zu beobachten. Bei Verformungen über 15% ist die Beobachtung zu intensivieren, insbesondere, wenn die Verformungen weiter zunehmen, sofern eine Kamerabefahrung möglich ist. Bei Verformungen ab etwa 25% sind wegen des drohenden Kollabierens der Leitung geeignete Sanierungsmaßnahmen einzuleiten.

Risse

Risse treten vorwiegend bei biegesteifen Rohren (wie z.B. Steinzeug) auf. Sie werden

nach ATV M 143 [2] unterschieden in:

- Längsrisse
- Querrisse
- Risse von einem Punkte ausgehend

Risse müssen nicht zwangsweise zum völligen Versagen einer Rohrleitung führen. Sie sind jedoch bei den Kamerabefahrungen sorgfältig zu beobachten.

Risse, die sich verzweigen (längs und quer), führen zu einer Scherbenbildung und zu Rohrbruch (als Rohrbruch wird das Fehlen mehr oder weniger großer Stücke der Rohrwandung bezeichnet) sowie im Extremfall zum Einsturz der Leitung.

Bei beginnender Scherbenbildung besteht die Gefahr, dass durch Spülarbeiten im Rohr erste Scherben aus der Rohrwandung herausgelöst werden (durch den Hochdruckstrahl oder einen schlagenden Spülkopf). Bei Scherbenbildung müssen Sanierungsmaßnahmen eingeleitet werden.

Verdrehungen

Bei Sickerrohrleitungen mit Fließbettschleife kommt es vor, dass Verdrehungen vorhanden sind. Diese sind in der Regel auf unsachgemäße Verlegung zurückzuführen. Wenn die Lochung oder Schlitzung der Sickerrohre nach unten zeigt, besteht die Gefahr, dass Bettungsmaterial durch die Hochdruckspülungen ausgewaschen wird, wenn keine Sicherungsmaßnahmen gegen die Erosion (z. B. Geotextil) getroffen wurden.

2.3 Schäden an Sammelleitungen

Im Allgemeinen treten in Sammelleitungen außerhalb von Deponien die gleichen Schäden wie in den Sickerrohrleitungen auf, jedoch wirken sich Rissbildungen, Muffenspalte und Muffenversätze auf die Dichtheit aus und sind sofort nach dem Auftreten zu sanieren. Sammelleitungen (Kanäle) sollten in Anlehnung an die Eigenkontrolle kommunaler Kanalisationen mindestens einmal jährlich mit der Kanalkamera befahren und gespült werden.

3 Sanierungsverfahren

Die folgende Tabelle zeigt die Sanierungsverfahren in der Übersicht.

Tabelle 4-4.1: Übersicht über die Sanierungsverfahren, deren Einsatzgebiete und Einsatzgrenzen

	Verfahren	Rohrtyp	Einsatzgebiet
3.1	Offener Graben mit oder ohne Verbau	alle gängigen Rohrdurchmesser, sämtliche Schadensbilder	Die Tiefenlage der zu sanierenden Rohre darf nicht zu groß sein, da sich sonst sehr große Böschungen (bei Gräben ohne Verbau) ergeben. Technische und wirtschaftliche Grenzen bei zu großer Tiefenlage.
3.2	Rohrrelining	fast alle Rohrdurchmesser, nicht bei Sickerrohren	durchgängige Leitung mit nur geringen Verformungen und Abwinkelungen sowie keinen Hindernissen oder Formteilen. Die Reduzierung der hydraulischen Leistung ist zu beachten
3.2	Wickelrohrrelining	fast alle Rohrdurchmesser, nicht bei Sickerrohren	wie oben, Standsicherheit der zu sanierenden Leitung ist zu beachten. Das zu sanierende Rohr muss von beiden Seiten zugänglich sein
3.2	Schlauchrelining	fast alle Rohrdurchmesser, nicht bei Sickerrohren	wie oben; Standsicherheit des zu sanierenden Rohres ist zu beachten
3.2	Partielle Sanierung	DN 100 bis DN 700, bei Sickerrohren nur zur Sicherung eines kleineren Teilstückes	wie oben
3.3	Berstlining	DN 50 bis DN 300, vorwiegend Steinzeug, Kunststoffleitungen nur bedingt	Rohre müssen durchgängig und in der Regel von beiden Seiten zugänglich sein
3.4	Fräs-Vortriebs-Relining		noch in der Entwicklung
3.4	Fräs-Rückzugs-Relining		noch in der Entwicklung

3.1 Sanierung im offenen Graben

Durch Sanierung oder Ersatz defekter Sickerrohrstränge im offenen Graben lassen sich auch die Bedingungen um den defekten Rohrstrang (Auflager, Kiesrigole) erfassen und bei Bedarf verbessern. Dies ist ein großer Vorteil der Arbeiten im offenen Graben gegenüber den so genannten grabenlosen Sanierungsverfahren. Der Aushub großer Abfallmassen erfordert große Aufwendungen hinsichtlich des Arbeits- und Immissionsschutzes.

Zu beachten ist, dass sich beim Aushub der Abfall stark auflockert (z.B. ca. 130 % seines ursprünglichen Volumens oder auch mehr). Der Wiedereinbau mit geringer Verdichtung kann zu Setzungsdifferenzen führen. Bei abgeschlossenen (verfüllten) Deponien ist der überschüssige Abfall zu entsorgen.

Hinsichtlich der Herstellung von Baugruben im Abfall wird auf E 4-3 verwiesen.

3.2 Relining-Verfahren

Die Relining-Verfahren gehören zu den Einziehverfahren. Der zu sanierende Rohrstrang dient hierbei als Mantelrohr, in welches das neue Rohr oder der Schlauch von einem Startschacht oder einer Startgrube aus mit einem Seil eingezogen werden. Neben Kurzrohr-, Langrohr- und Rohrstrangrelining sind das Wickelrohrrelining und das Schlauchrohrrelining bekannt. Werden nur kurze Teile eines Rohrstranges saniert spricht man von partieller Sanierung mittels Relining.

Folgendes ist für das Relining zu beachten:

- in der Regel nicht bei Sickerrohrleitungen zu empfehlen,
- Durchgängigkeit der zu sanierenden Leitung,
- nur bei kleinen Verformungen oder Versätzen in der Leitung möglich (je nach Innendurchmesser der zu sanierenden Leitung und Außendurchmesser des Reliningrohres),
- keine bzw. nur geringfügige Abwinkelungen im zu sanierenden Rohr,
- Begrenzung des Verfahrens durch die Haltungslänge

Vor der Sanierung sind folgende Arbeiten und Untersuchungen durchzuführen:

- Reinigung des zu sanierenden Rohrstranges,
- Kamerabefahrung,
- Kalibermessung (falls die Kamerabefahrung Hinweise auf Verformungen ergibt oder das Reliningrohr einen nur geringfügig kleineren Durchmesser aufweist),
- hydraulische Bemessung des Reliningrohres,
- Prüfung, ob der Innendurchmesser des Reliningrohres noch ausreicht für Kamerabefahrung, Spülung und späteres Fräsen.

Wickelrohr-Relining, Schlauchrelining und partielles Relining bewirken keine Standsicherheitserhöhung.

Hinsichtlich des Rohrrelinings sei auf das ATV-Merkblatt M 143 verwiesen [2].

3.3 Berstlining-Verfahren

Es gibt statische und dynamische Berstlining-Verfahren. Bei den dynamischen Verfahren werden solche mit oder ohne Zugseil unterschieden. Bei dem in Deponien bisher ausschließlich eingesetzten dynamisch arbeitenden Berstverfahren wird ein durch Pressluft angetriebener Verdrängungskörper (Bersthammer, Berstrakete), der dynamische Schlagimpulse aussendet, durch die Leitung gezogen. Bei diesem Verfahren ist es möglich, Leitungen einzuziehen, die einen etwas größeren Durchmesser aufweisen als die zu ersetzende.

Vorbedingungen für dieses Verfahren sind:

- durchgängige Leitung,
- verdrängbares Material im Umfeld der Leitung,
- Zugang zur Leitung von beiden Seiten,
- keine Formteile,
- keine Abwinkelungen.

Das Berstlinig-Verfahren eignet sich insbesondere zum Ersetzen von Steinzeugrohren. Maximal in einem Zuge zu sanierende Leitungslängen sind projektspezifisch festzulegen.

3.4 Weitere Entwicklungen

Die im Folgenden beschriebenen Verfahren wurden bisher nur in geringer Anzahl durchgeführt. Sie können daher noch nicht als Stand der Technik bezeichnet werden.

Fräs-Vortriebs-Relining

Die Methode des Fräs-Vortriebs-Relinings (Pipe-eating) stellt eine spezielle Art des Rohrvortriebes dar, bei der ein zu sanierendes Rohr direkt überbohrt wird.

Bei diesem Verfahren zerfräst eine Frässcheibe am Bohrkopf der Vortriebsmaschine das zu ersetzende Rohr. Die Bruchstücke werden von einem Kreiselbrecher zerkleinert und ausgetragen. Gleichzeitig wird das neue Rohr oder zunächst ein Schutzrohr (Vortriebsrohr) nachgeschoben. In das Vortriebsrohr wird die Transportleitung eingezogen.

Fräs-Rückzugs-Relining

Beim Fräs-Rückzugs-Relining (bzw. Pipe-Erasing-Verfahren) werden Sickerrohre durch Überfräsen ersetzt. Hierbei wird von einem Startpunkt außerhalb der Deponie mittels einer verlaufsgesteuerten Horizontalbohrung ein Spülbohrkopf zu einem ersten Zielpunkt (z. B. einem Sickerwasser-Kontrollschacht) geführt. Eine Baugrube ist dazu nicht erforderlich. Das Ziel muß dabei mit großer Genauigkeit angesteuert werden. Von diesem Punkt aus wird die Pilotbohrung durch die bestehende Sickerleitung fortgeführt. Sobald der Bohrkopf das Ende der Sickerleitung erreicht, hat er in einem gewissen Radius nach oben zur Deponieoberfläche geführt.

Der Punkt, an dem der Spülkopf an die Deponieoberfläche durchdringt wird nun als Startschacht für die Aufweitbohrung ausgebaut, die im Rückzug durch das hergestellte Bohrloch erfolgt. Das im Bohrloch befindliche Bohrgestänge wird dabei als Führungs- und Zuelement verwendet. Im Rückzug wird dann die Sickerleitung überfräst. Gleichzeitig wird ein neues Rohr eingezogen.

Das Verfahren hat seine Grenzen durch die maximal herstellbaren Bohrradien. Zudem ist es schwierig, eine Spülbohrung in Hausmüll durchzuführen. Als weitere Einschränkungen der Anwendbarkeit des Verfahrens sei genannt, dass die Basisabdichtung (falls vorhanden) im Tiefpunkt durchstoßen wird, ohne dass eine sichere Abdichtung des Durchstoßpunktes möglich ist und dass das neu eingezogene Rohr in seinem Durchmesser auf den Durchmesser des zu sanierenden Rohres beschränkt ist.

Literatur zu E 4-4:

- [1] ATV-M 127, TEIL 1: Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungsleitungen für Sickerwasser aus Deponien, März 1996, Hrsg.: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. Hennef.

- [2] ATV-M 143, TEILE 1-3: Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Entwässerungskanälen und -leitungen, Teil 1 Dezember 1989, Teil 2 Juni 1991, Teil 3 April 1993, Hrsg.: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., Hennef.