

Sanierung von Sickerwassererfassungssystemen

Schadensbilder - Sanierungsverfahren - Kosten

von Dipl. Ing. (FH) Jürgen Steinemann

1. Einleitung

Die auf Deponien vorhandenen Systeme zur Sickerwassersammlung und -ableitung sind während der Betriebs- und Nachsorgephase in einem Zustand zu halten, der gewährleistet, daß die anfallenden Sickerwässer möglichst ohne Einstau auf der Basisabdichtung abgeführt werden können. Zur Kontrolle der Funktionstüchtigkeit des Sickerwassersammelsystems ist es erforderlich, die Leitungen regelmäßig zu spülen und mit einer fahrbaren Kamera zu kontrollieren. Dies geschieht i.d.R. in einem Abstand von 3 Monaten bis zu einem Jahr.

In den letzten Jahren war zunehmend festzustellen, daß die Sickerwassersammelsysteme von Deponien schadhaft geworden sind. Die Gründe dafür können sowohl in einer Überlastung statisch nicht ausreichend dimensionierter Rohrleitungen und Schächte als auch in einer technisch unzureichend exakten Verlegung der Systeme liegen. Für den Fall, daß durch schadhafte Sickerwassersammelsysteme der freie Sickerwasserabfluß bzw. die Wartung und Kontrolle nicht mehr oder nur eingeschränkt gewährleistet ist, ist eine Sanierung des Sickerwassersammelsystems angezeigt.

2. Schäden am Entwässerungssystem

2.1 Schadensbilder

Das Sickerwassersammelsystem einer Deponie besteht aus folgenden Komponenten:

- Flächendrainage
- Sickerwasserdrainageleitungen
- Rohraufleger
- ggf. begehbare Schächte und Stollen

Schäden an der Flächendrainage:

- Inkrustationen: Ausfällungsreaktionen/Verlust der Drainwirkung
- Falsche Materialwahl: zu hohen Kalkanteil/Veränderungen der Kornstruktur (LfU-Forschungsvorhaben)

Schäden an Drainageleitungen:

- Falsche Materialwahl: zu geringer Querschnitt/eingeschränkte Wartungsmöglichkeit
nicht ausreichende Resistenz gegen Sickerwasser/Gas
- Senken: mangelhafte Rohrauflagerung, überhöhte Auflasten
- Muffenversätze: i.d.R. durch nicht sachgemäße Rohrverlegung
- Verformungen: nicht ausreichende Temperaturbeständigkeit (bei Kunststoff)
- Risse: unzureichende Einbettung/Punktbelastungen/zu hohe Auflasten (bei Steinzeug), Problem: Scherbenbildung
- Inkrustationen: zu geringes Längsgefälle, in Senken/i.d.R. Salzausfällungen (Calciumcarbonat)

Hier ist anzumerken, daß die verwendeten Systeme zum Einbauzeitpunkt i.d.R. als Stand der Technik anzusehen gewesen sind.

Schäden am Rohraufleger:

- Ausspülung: Erosion
- Aufweichung: mangelnde Druck- und Scherfestigkeit

Das Problem ist hier die Verbindung der Forderung nach geringer Wasserdurchlässigkeit und hoher Druck- und Scherfestigkeit, da sich diese beiden technischen Anforderungen gegenseitig widersprechen.

Siehe hierzu auch die Ergebnisse des Forschungsvorhabens des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (Schlußbericht zur Forschungsvorhaben E 12).

Schäden an Schächten:

- Falsche Materialwahl: Verwendung von Stahlbetonringen/mangelnde Querstabilität
- Verschiebungen: mangelhafte Schachtauflagerung
Bewegungen im Deponiekörper/mangelnde Querstabilität
- Falsche Lastannahmen: Bemessung mit zu geringen Sicherheitsreserven

Die o.g. Schäden führen i.d.R. zunächst dazu, daß die erforderlichen Inspektionen des Sickerwassersammelsystems nicht mehr oder nur eingeschränkt möglich sind. Hier kumulieren oftmals die Schäden in Schächten und Drainageleitungen, da die Schächte nicht mehr begangen werden können, damit die regelmäßige Spülung nicht mehr stattfindet und in der Folge insbesondere die Inkrustationen in den Leitungen erheblich zunehmen.

2.2 Sanierungsmöglichkeiten

Für die Sanierung von Sickerwassersammelsystemen gibt es die folgenden wesentlichen Sanierungsverfahren:

- Relining/Inlining-Verfahren
- Berstlining-Verfahren
- Horizontalbohr-/Horizontalaspülbohr-Verfahren
- Offene Baugrube ohne Verbau
- Offene Baugrube mit Verbau

Das **Relining/Inlining-Verfahren** hat für die Sanierung von Sickerwasserdrainageleitungen keine große Bedeutung, da es grundsätzlich nur bedingt für Drainrohre geeignet ist. Durch das Relining/Inlining wird generell der Rohrquerschnitt eingeengt und es besteht die Gefahr, daß die freie Wassereintrittsfläche erheblich reduziert wird.

Das **Berstlining-Verfahren** hat für die Sanierung von Sickerwasserdrainageleitungen eine große Bedeutung, da damit insbesondere schadhafte Steinzeugleitungen ohne größere Müllbewegungen durch Kunststoff(PEHD)-Leitungen ersetzt werden können. Die Vorteile des Berstlining-Verfahrens besteht insbesondere darin, daß nur geringe Müllmassen zu bewegen sind und die Sanierung in einer relativ kurzen Bauzeit zu bewerkstelligen ist. Die Nachteile bestehen darin, daß das Berstlining-Verfahren auf Sammler/Sauger-Systeme nur begrenzt anwendbar ist, außerdem ist eine Aufweitung des Rohrquerschnittes nur bedingt möglich. Der entscheidende Nachteil ist, daß die Lagerungsbedingungen und die Rohrumgebung (insbesondere die Rohrbettung) nicht kontrolliert und beeinflußt werden können.

Die **Horizontalbohr-/Horizontalaspülbohr-Verfahren** befinden sich für die Anwendung in Deponien immer noch in der Konzeptions- und Erprobungsphase. Praktische Erfahrungen damit liegen derzeit nur auf einer Deponie vor.

Bei der Sanierung **in offener Baugrube** wird zunächst der Müllkörper geöffnet und eine frei geböschte bzw. vollständig oder teilweise verbaute Baugrube angelegt. Nach dem Entfernen der vorhandenen Leitung kann das Rohraufleger nach dem Stand der Technik neu hergestellt werden. Die neue Rohrleitung kann unter definierten Bedingungen verlegt und mittels Drainagekies sorgfältig eingebettet werden. Die Nachteile der Sanierung in offener Baugrube bestehen darin, daß das Verfahren nur bis zu einer bestimmten Überschüttungshöhe als wirtschaftlich bezeichnet werden kann. Außerdem sind große Müllbewegungen erforderlich, die ein erhebliches Emissionspotential beinhalten.

3. Sanierungsverfahren/Kosten

Zu den Kosten ist auszuführen, daß es sich hierbei allenfalls um eine mittlere Kostengrößenordnung handelt, die im Einzelfall erheblich über- bzw. unterschritten werden kann. Die genannten Kosten beinhalten auch die Aufwendungen für Arbeitsschutz und Qualitätssicherung in üblicher Größenordnung.

3.1 Relining/Inlining-Verfahren

Dabei handelt es sich um ein Einziehverfahren, wobei das zu sanierende Rohr als Mantelrohr dient, in welches das neue Rohr über eine Startgrube/-schacht eingezo- gen wird. Das Ziehen erfolgt mittels Seil von der Zielgrube/-schacht aus.

Vorteile: geringe Aushubmassen
 geringe Bauzeit
 geringe Kosten

Nachteile: i.d.R. nicht für Drainageleitungen geeignet
 Querschnittsverringern
 Standfestigkeit der Rohre wird i.d.R. nicht verbessert

Aus den o.g. Gründen hat das Relining/Inlining-Verfahren im Deponiebereich nur eine untergeordnete Bedeutung und ist allenfalls für Vollrohre geeignet.

Kosten ca. 1.000 DM/lfm

3.2 Berstlining-Verfahren

Das Berstlining-Verfahren ist ein dynamisches Deponiesanierungsverfahren, wobei ein durch Zugseil geführter mit Preßluft angetriebener Verdrängungskörper durch die vorhandene Leitung geführt wird. Durch die Schläge beim Vortrieb wird die vorhandene Leitung zerstört. Zusammen mit dem Verdrängungskörper wird die neue Leitung in den entstehenden Hohlraum eingezo- gen.

Voraussetzung für die Anwendung ist i.d.R. die Herstellbarkeit einer Seilverbindung zwischen Start- und Zielgrube/-schacht. Versuchsweise wurden auch bereits geringe Rohrstrecken ohne Seilverbindung geborsten.

Das Verfahren ist sowohl bei biegesteifen als auch bei biegeweichen Rohrleitungen einsetzbar, wobei die erreichbaren Berststrecken ohne Zwischenschacht bei biege- steifen Leitungen i.d.R. größer sind als bei biegeweichen Leitungen.

Beim Berstlining besteht der wesentliche Aufwand in der Herstellung der Baugruben bzw. Schächte. Aus diesem Grund werden auch die Ausführungsarten je nach Art der Baugruben- bzw. Schachtherstellung unterschieden:

- Spritzbetonbaugrube
- Tandemschacht-Verfahren

Die Vor- und Nachteile des Verfahrens lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Vorteile:	geringe Aushubmassen geringfügige Vergrößerung des Außendurchmessers geringe Bauzeit relativ geringe Kosten
Nachteile:	Rohrauflagerung nicht beeinflussbar, ggf. Verschlechterung keine Prüfstatik Fließsohle nur begrenzt herstellbar Gefahr von Stockungen/Hindernissen
Kosten (10 m Tiefe):	Spritzbetonbaugrube 2.700 DM/lfm Tandemschächte 2.500 DM/lfm Berstlining 1.500 DM/lfm
	<i>Gesamt mit Spritzbetonbaugruben 4.200 DM/lfm</i> <i>Gesamt mit Tandemschächten 4.000 DM/lfm</i>

3.3 Horizontalbohr-/Horizontalspülbohr-Verfahren

Das Horizontalspülbohr-Verfahren wurde 1996/1997 erstmals zur Sanierung von Sickerwasserdrainageleitungen auf einer Deponie eingesetzt. Ziel dieses Verfahrens war es dabei, die Müllbewegungen gegenüber den oben beschriebenen Verfahren weiter zu verringern und ggf. auf Baugruben im Müll ganz verzichten zu können.

Die Verfahrensschritte sind wie folgt gekennzeichnet:

- Anfahren des außerhalb der Deponie liegenden Schachtes (Pilotbohrung)
- Durchschieben des Gestänges durch die vorhandene Leitung
- Auftauchphase Pilotbohrung
- Aufweitung der Pilotbohrung
- Einzug des neuen Rohres mittels rotierendem Fräswerkzeug und gleichzeitiger Zerstörung des alten Rohres
- Abkoppelung des neuen Rohres im Schacht und Verpressen der Böschungsdurchdringung

Wesentlich ist bei diesem Verfahren eine zuverlässige Ortung des Bohrkopfes insbesondere in der Auftauchphase des Bohrkopfes, um zuverlässig ein Abtauchen des Bohrkopfes zu verhindern. Bei der Erstanwendung wurden aufgrund von Problemen bei insgesamt 6 sanierten Strängen insgesamt 4 Bergebaugruben erforderlich. Dagegen sind die möglichen Bohrstrecken erheblich größer als beim Berstliningverfahren.

Die Vor- und Nachteile des Verfahrens lassen sich wie folgt zusammenfassen:

bis 6 m	1 : 1
bis 9 m	1 : 1,38
bis 12 m	1 : 1,63
bis 15 m	1 : 1,88
über 15 m	1 : 2

Die Bermenbreite muß ab einer Böschungshöhe von 5 m mindestens 2,0 m betragen.

Damit lassen sich für die offene Bauweise ohne Verbau folgende Kronenbreiten (freie Baufeldbreite 5 m) und spezifische Aushubmengen ermitteln:

Böschungshöhe	Kronenbreite	Aushub pro lfd Meter
bis 3 m	11 m	27 m ³
bis 6 m	19 m	75 m ³
bis 9 m	31 m	156 m ³
bis 12 m	45 m	277 m ³
bis 15 m	60 m	440 m ³

Diese Betrachtung zeigt, daß die spezifischen Aushubmengen pro lfd. Meter mit zunehmender Müllhöhe extrem ansteigen. Insofern ist in diesem Fall eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung anzustellen, ob der Einsatz eines teilweisen Verbaus rentabel ist.

Mit einem teilweisen Verbau auf den unteren 3 m ergeben sich folgende Kronenbreiten und spezifischen Aushubmengen:

Böschungshöhe inkl. Verbau	Kronenbreite	Aushub pro lfd Meter
bis 6 m	11 m	44 m ³
bis 9 m	19 m	92 m ³
bis 12 m	31 m	173 m ³
bis 15 m	45 m	293 m ³
bis 18 m	60 m	457 m ³

Auf der Grundlage der o.g. Daten ist es möglich, eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung anzustellen und das geeignetste Verfahren zu ermitteln.

Kosten (10 m Tiefe):	Baugrubenherstellung ohne Verbau	3.000 DM/lfdm
	Baugrubenherstellung mit Teilverbau	4.800 DM/lfdm
	Rohrleitung einbauen	2.000 DM/lfdm
	<i>Gesamt ohne Verbau</i>	<i>5.000 DM/lfdm</i>

Gesamt mit Teilverbau

6.800 DM/lfm

3.4.2 Offene Baugrube mit vollständigem Verbau

Die Bauweise in offener Baugrube mit vollständigem Verbau ist dadurch gekennzeichnet, daß die Verbaumaßnahmen schwebend gegründet werden müssen, da sonst eine Beschädigung der Basisabdichtung erfolgt.

Folgender Bauablauf hat sich in der Praxis als gangbarer Weg herausgestellt:

- Exakte Ortung des Verlaufs der Sickerwasserleitungen (ggf. mit verbauten Suchschlitzen)
- Auflockerungsbohrungen entlang der zu setzenden Spundwandtrasse
- Ausgreifern der Spundwandtrasse und Einstellen der Spundwände
- Auskoffern des Altmülls und abschnittsweises Aussteifen der Spundwände
- Sichern der Spundwände gegen Durchrutschen

Von besonderer sicherheitstechnischer Bedeutung ist die Sicherung der Spundwanddielen gegen Durchrutschen, wobei jede einzelne Diele zu sichern ist, um eine Beschädigung der Basisabdichtung sicher zu vermeiden.

Kosten (10 m Tiefe):	Baugruben Spundwandverbau	7.000 DM/lfm
	Rohrleitung einbauen	2.000 DM/lfm
	<i>Gesamt Spundwandverbau</i>	<i>9.000 DM/lfm</i>

4. Arbeitsschutz

Für jede Sanierungsbaustelle ist ein Arbeits- und Sicherheitsplan sowie ein Alarm- und Gefahrenabwehrplan zu erstellen. Die wesentlichen Aussagen, die in diesen Plänen zu treffen sind, können wie folgt zusammengefaßt werden:

- kontinuierliche Bewetterung der Baugruben mit einem Luftstrom von mind. 10 m³/m² Grubenquerschnitt
- Schwarz-Weiß-Anlage, Stiefelwaschanlage
- Persönliche Schutzausrüstung für die Beschäftigten
- Betriebsanweisung mit Gesundheitsschutzkonzept für die Beschäftigten
- Vorsorgeuntersuchungen für die Beschäftigten
- Koordinator für Arbeits- und Gesundheitsschutz
- Fahrzeuge für die Müllbewegung sind mit Filterkabinen bzw. außenluftunabhängiger Atemluftversorgung auszustatten

Besonders soll im weiteren auf die Überwachung der Atemluft in den Baugruben/Schächten eingegangen werden.

Zunächst ist der Personenschutz durch die Benutzung eines Mehrfachgaswarngerätes sicherzustellen. Dabei sind folgende Alarmwerte für die Atemluftzusammensetzung zu beachten:

- Sauerstoffgehalt > 19 Vol.-%
- Methangehalt < 1 Vol.-%
- Kohlendioxidgehalt < 5 Vol.-%

Bei Überschreitung der o.g. Alarmwerte sind durch den Koordinator entsprechende Maßnahmen wie z.B. technische Lüftung zu veranlassen.

Darüber hinaus ist nach jeder Arbeitspause eine Kontrolle der Atemluft mittels Photoionisationsdetektor (PID) vorzunehmen. Dabei gelten folgende Alarmschwellen:

- < 0,5 ppm Keine Maßnahmen erforderlich
- 0,5 - 5 ppm ggf. zusätzliche technische Lüftung
- 5 - 400 ppm Filtermaske mit Kombinationsfilter ABEK - P2
- > 400 ppm umgebungsluftunabhängige Atemgeräte, Chemikalienschutzanzug

In der Diskussion mit der Tiefbauberufsgenossenschaft und der Gewerbeaufsicht werden darüber hinaus weitergehende Messungen gefordert, die insbesondere die leichtflüchtigen aromatischen und halogenierten Kohlenwasserstoffe erfassen. Das insoweit vorgeschlagene GC-MS-Screening kann jedoch ausschließlich dazu dienen, die PID-Detektion zu eichen, da ansonsten die Kosten für die meßtechnische Baustellenüberwachung den Kostenrahmen für die Sanierung sprengen würden.

5. Immissionsschutz

Die wirksamste Immissionsschutzmaßnahme ist in jedem Falle das möglichst kleinräumige Arbeiten beim Öffnen des Deponiekörpers. Hier haben die Verfahren, die in geschlossener Bauweise arbeiten, deutliche Vorteile.

Da hierbei jedoch wirtschaftliche und technische Grenzen bestehen, sind zusätzliche Immissionsschutzmaßnahmen zu treffen. Folgende Maßnahmen wären hier zu nennen:

- Emissionskontrolle mittels Flammenionisationsdetektor (FID)
- Weiterbetrieb der Aktiventgasung
- Verbindung von Böschungssicherung und Emissionsminderung (Abdeckung mit Folie/Kompost/Abschäumen)

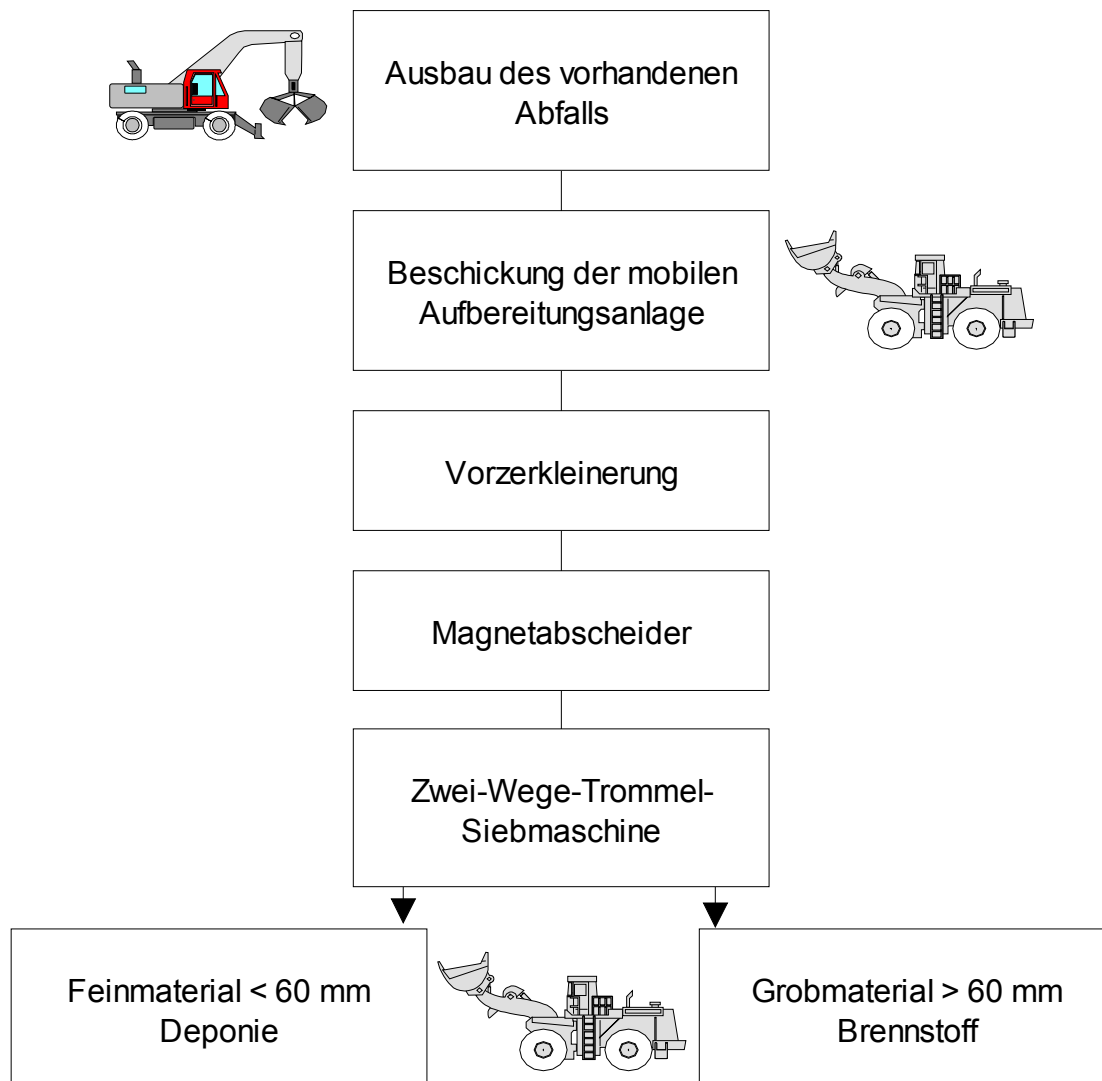
6. Exkurs: Abfallaufbereitung

Die Abfallaufbereitung bietet die Möglichkeit, den im Rahmen der Sanierung auszubauenden Altmüll mit dem Ziel der Volumenreduzierung und Schadstoffentfrachtung/Kontrolle zu behandeln.

Auf dieser Grundlage wurde für die Sanierung in offener Bauweise mit vergleichsweise großen Aushubmengen eine Aufbereitungskonzeption entwickelt und eingesetzt, die folgenden Anforderungen genügen sollte:

- Schonende Aufbereitung des Altmülls
- Klassierung in eine Brennstoff- und eine Deponiefraktion (Grob-/Feinfraktion)
- Möglichst gering (mit Feianteilen) verunreinigte Brennstofffraktion
- Kostengünstige und robuste Aufbereitungstechnik

Die oben genannten Anforderungen können am besten mit folgender Aufbereitungstechnik realisiert werden (Durchsatzleistung ca. 50 t/h):



Kosten: ca. 30 DM/m³

Hier sei außerdem verwiesen auf das Arbeitspapier der „Deutschen Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen e.V.“, AK „Leitungsinstandhaltung“, AG 7 „Instandhaltung von Deponieleitungen“. Das Arbeitspapier wird Mitte 1998 vorliegen.

Name des Autors:

Dipl. Ing. Jürgen Steinemann
Abfallwirtschaft & Umwelttechnik GmbH
Friedberger Str. 155, 86163 Augsburg
Tel. 0821/26199-0, Fax 0821/26199-30