

Drainagewartung von Deponieleitungen nach TA Siedlungsabfall unter extremen Bedingungen

1 Einleitung

Spätestens seit Inkrafttreten der TA Siedlungsabfall ist die Instandhaltung von Deponieleitungen ein sensibles und viel diskutiertes Thema.

Zu den wesentlichen technischen Merkmalen einer vorschriftgemäß geführten Abfalldeponie gehört die Ausstattung mit einem ausreichend dimensionierten und funktionsfähigen Entwässerungssystem an der Deponiebasis. Aus gutem Grunde, denn schlecht entwässerte Deponien stellen in mehrfacher Hinsicht ein Sicherheitsrisiko dar. Der Einstau von Sickerwasser kann den Deponiekörper destabilisieren und zu Rutschungen führen; schließlich droht seitlicher Austritt von Sickerwasser aus der Deponie und damit verbunden ein erhebliches Umweltrisiko.

In den 70er und 80er Jahren wurden aus einigen tausend teilweise wilden Müllkippen der Bundesrepublik Deutschland rund 450 geordnete Abfalldeponien. Zu den wesentlichen Merkmalen einer geordneten Deponie gehören unter anderem eine Basisabdichtung und ein flächiges Entwässerungssystem, das die Aufgabe hat, das Sickerwasser zu erfassen und abzuleiten. Durch Niederschlagsversickerung und durch Freisetzung von Wasser durch den Abbau organischen Abfalls bilden sich in einer typischen Hausmülldeponie mit Biomüll-Einlagerungen täglich rund 5 m³ Sickerwasser pro ha Deponiefläche. Wird dieses Sickerwasser nicht kontinuierlich abgeleitet, staut es sich im Deponiekörper oft viele Meter hoch ein und ruft dann früher oder später ernsthafte Probleme hervor. Abgesehen von dem für die Umwelt hoch gefährlichen Austritt von Sickerwasser sind statische Risiken sehr ernstzunehmen. Durchnässte Deponien sind in ihrem Setzungs- und Bewegungsverhalten nicht kalkulierbar. Vor allem bei Hangdeponien kann das zu Entwicklungen führen, wie man sie 1996 im spanischen La Coruña erleben musste. Hier brachen schlagartig 100.000 Tonnen Müll weg, rissen einen Autofahrer mit ins Meer und verfehlten ein nahe gelegenes Dorf nur knapp.

Die Ursachen für den Funktionsausfall der Drainage sind vielfältig. Schon sehr bald nach Verlegung der ersten Drainrohre aus PVC und Steinzeug zeigte sich, dass ihre Hydraulik durch Verformung, Bruch und insbesondere durch verhärtete Ablagerungen und Inkrustationen stark beeinträchtigt wurde.

Ursächlich für die teilweise extrem schnell fortschreitenden Inkrustationsprozesse, insbesondere durch Karbonate und Sulfide, sind Stoffwechselprozesse anaerober Bakterien im Rohr und seinem Umfeld. Diese Erkenntnis führte zu konstruktiven Konsequenzen:

Nachdem man die Bedeutung einer systematischen Reinigung erkannt hatte, versuchte man die Drainagesysteme spülgerecht zu gestalten.



Bild 1: Inkrustationen

Da jedoch bis in die frühen 80er Jahre die Reinigungsdistanzen auf etwa 100 m beschränkt waren, wurden in die Drainagesysteme Zwischenschächte gebaut, die, zwangsweise mitten im Müll stehend, in der Phase des Einbaus des Abfalls mit hochgezogen wurden. So schuf man einen neuen äußerst kritischen Schwachpunkt im Drainagesystem:

Die Schachtbauwerke waren dem Stress durch den statisch unstabilen Müllkörper nicht gewachsen. Je nach Bauart und Material wurden sie verschoben, gekippt, zerbrochen oder deformiert. Ein Abriss der angeschlossenen Leitungen war ebenfalls nicht selten.

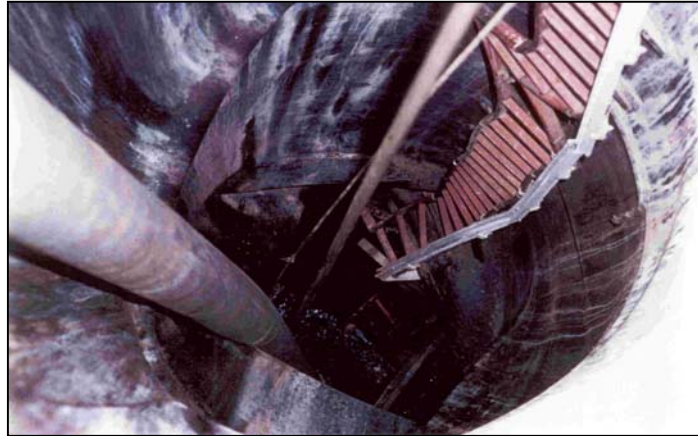


Bild 2: Verformter Schacht

Druck und Bewegung zerstörten übrigens auch die Leitungen selbst, besonders jene aus Steinzeug, die ja damals überwiegend Verwendung fanden. Diese hielten oftmals nicht einmal dem dynamischen Druck der Kompaktoren stand. Aus diesem Grunde wurde das Rohrmaterial gewechselt. Heute wird überwiegend PE-HD verwendet. Um auf die sensiblen Zwischenschächte zu verzichten, zog man in späteren Bauphasen die Drainrohre bis an den Rand der Deponien heraus. Dort mündeten sie in leicht zugängliche Wartungsschächte, die, da sie außerhalb des Müllberges positioniert wurden, nicht mehr die gewaltigen statischen und dynamischen Belastungen aushalten müssen. Ein positiver Effekt der peripheren Schächte im Sinne der Arbeitssicherheit sind die deutlich reduzierten Schachttiefen.

Der Preis für diesen Fortschritt war ein extremes Ansteigen der Rohrlängen, die nun in einem Stück gereinigt und inspiziert werden müssen.

Ihren bisherigen Höhepunkt fand diese Entwicklung in der Zentraldeponie Wiesbaden. Dort mündeten die Sauger von 350 m Länge in einen Zentralstollen am Fuß der Deponie in Sammler von 700 m Länge! Die Wartung derartiger Systeme setzt die Dienstleistungsunternehmen unter erheblichen Innovationsdruck. Es bedurfte großer Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sowie Investitionen, um die Hochdruckreinigung und TV-Inspektion dieser extremen Distanzen beherrschbar zu machen.



Bild 3: Beispiel eines Deponieentwässerungssystems

2 GSTT-Arbeitsgruppe 7: „Instandhaltung von Deponieleitungen“ Zusammensetzung, Vorgaben, Ziele

Aus gegebenem aktuellen Anlass wurde die Arbeitsgruppe 7 "Instandhaltung von Deponieleitungen" im Jahre 1997 ins Leben gerufen.

Die konstituierende Sitzung der Arbeitsgruppe fand im März 1997 in Nürnberg statt. Weitere Arbeitsgruppensitzungen folgten. Die Redaktionssitzung fand im Juli 1998 statt.

Durch die vielseitige Zusammensetzung der Arbeitsgruppe wurde die Problematik der Wartung und der Sanierung von Drainageleitungen aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet. Die mittlerweile 12 aktiven Mitglieder kommen aus dem Deponiebetrieb, aus planenden und bauleitenden Ingenieurbüros, namhaften Wartungs- und Sanierungsunternehmen, ökologischen Landesämtern, Spezialmaschinen-Herstellern sowie von einem anerkannten Baustatikprüfamt. Ebenso sind namhafte Drainagerohr-Hersteller vertreten.

Ziel des Seminars war die Erstellung eines GSTT-Arbeitspapiers, gewissermaßen ein Leitfaden durch alle Bereiche der Deponiewartung und Leitungssanierung von Drainagerohren.

Dieses im April 1999 herausgegebene Arbeitspapier wurde Deponieplanern, Deponiebetreibern, Ingenieurbüros und anderen Interessierten zugänglich gemacht und verbreitete somit den Status quo der Drainagewartung und –sanierung bundesweit.

Im Sommer 2005 nahm die Arbeitsgruppe mit teils veränderter Besetzung die Arbeit erneut auf, um den zwischenzeitlich erfolgten technischen Fortschritt zu evaluieren und dokumentieren.

Neben technisch hoch interessanten Innovationen im Bereich der Wartung, Vermessung und Sanierung ergab sich ein hochaktueller Aspekt, der seit etwa zwei Jahren in der Fachwelt kontrovers diskutiert wird: Verformungs-, Riss- und Scherbenbildungen in biegeweichen Rohrmaterialien auf der Deponiebasis fordern die Deponiesanierungstechnik in bisher unbekanntem Maß heraus. Lösungsmöglichkeiten zu diesem Problem zu erarbeiten und zu publizieren ist ein wichtiges Ziel der AG und könnte, wie auch das bereits existierende Arbeitsblatt, richtungsweisend für die Sanierung von biegeweichen Rohrmaterialien werden.

Auf Deponien bisher kaum eingesetzte Sanierungsverfahren wie das Schlauchlining mit nachträglicher Herstellung von Drainlöchern kommen immer häufiger zum Einsatz; auch in der Drainagesanierung bisher völlig unbekannte Systeme wie etwa das australische RibLoc-Verfahren, welches weltweit flächendeckend in der Kommune und Industrie zum Einsatz kommt, kann eine risikofreie Alternative zu herkömmlichen Verfahren sein.

Ziel der Arbeitsgruppe ist die Herausgabe einer aktuellen GSTT-Info im Sommer 2006, die Betreibern, Fachämtern und Ingenieurbüros bei dieser komplexen Thematik eine Hilfe sein wird.

3 Wartung von Deponieentwässerungssystemen

3.1 Hochdruckreinigung auf Deponien: Stand der Technik

Die hydrodynamische Hochdruckreinigung ist derzeit das anerkannte Reinigungsverfahren für die Deponiedrainagesysteme. Aufgrund der oben erwähnten extremen Reinigungsdistanzen wurden speziell für den Einsatz auf Mülldeponien konzipierte kombinierte Hochdruck-Spül- und Saugfahrzeuge mit Spülschlauchlängen von bis zu 800 m konstruiert.



Bild 4: Spül-und Saug-Kombi mit 800m-Haspel

Der Druckverlust des hochgespannten Wassers bei der Passage durch den Spülschlauch wird durch Verwendung von speziellen PEHD-Materialien sowie durch den Einsatz des sogenannten Strömungsbeschleunigers deutlich verbessert. Durch die Verwendung von speziellen Keramikdüsen-Einsätzen wird der Wirkungsgrad an der Düse von 64 % auf über 90 % erhöht.

Moderne kombinierte Spül-Saugfahrzeuge sind mit der sogenannten Wasserrückgewinnungstechnik ausgerüstet. Diese Technik bringt im Deponiebetrieb den erheblichen Vorteil, dass die Frischwassermenge und somit die Menge des in der Sickerwasseraufbereitungsanlage kostenaufwendig zu klärenden Spülwassers drastisch reduziert werden kann.

Neuentwickelte, ölgelagerte Rotationsdüsen entfernen rohrschonend hartnäckige Ablagerungen.

Mit der beschriebenen Technik lassen sich in vielen Fällen Inkrustationen auch ohne rohrgefährdende Fräsverfahren entfernen.



Bild 5: Rotationsdüse mit deponietypischen Ablagerungen

Zur Entfernung mit hydrodynamischen Reinigungsverfahren nicht mehr zu beseitigenden Inkrustationen sowie von Schweißwülsten spiegelstumpfgeschweißter PE-HD-Rohre lassen sich mit gutem Erfolg hydrodynamisch betriebene Fräsverfahren einsetzen.

Es handelt sich um wasserdruckbetriebene schnell laufende Präzisionsfräsen, die mit leichtem Untermaß eingebaut und fortgetrieben durch eigenen Rückstoß, die Inkrustationen gewissermaßen zermahlen. Im Anschluss an den Fräsgang wird das zerkleinerte Inkrustationsmaterial im klassischen Spül-Saug-Verfahren aus der Drainage entfernt.

3.2 TV-Inspektion von Draingystemen: Stand der Technik

Zeitgleich mit der Hochdruckreinigung hat gemäß TA Siedlungsabfall eine regelmäßige Inspektion der Entwässerungsdrainagen stattzufinden. Die speziell für den Einsatz auf Mülldeponien konzipierten Untersuchungssysteme müssen aus oben genannten Gründen erhebliche Distanzen überwinden können. In der Praxis bewährte Anlagen erreichen Untersuchungslängen von bis zu 600 m ohne Zwischenschacht.

Zwingend notwendig ist der Einsatz ex-geschützter Inspektionsanlagen, um die Zündung der stets vorhandenen explosiblen Deponiegase weitestgehend auszuschließen. Aufgrund der bisherigen Baugröße ex-geschützter Systeme konnten in den 80er und frühen 90er Jahren Rohre bis minimal DN 200 inspiziert werden.

Moderne Systeme verfügen mittlerweile über einen Hüllkreis von lediglich 90 mm. Somit wird auch die TV-Inspektion der "klassischen" 150er Steinzeugleitungen in Ex-Schutz möglich. Abhängig von Rohrmaterial und Bauzustand kommen wahlweise Räder- oder Raupenantrieb in Betracht. Im Gegensatz zu den klassischen Ex-Schutz-Anlagen verfügen die modernen Systeme über Schwenkkopf-kameras, mit welchen man die Schäden radial abschwenken und in Seitenläufe direkt einsehen kann.

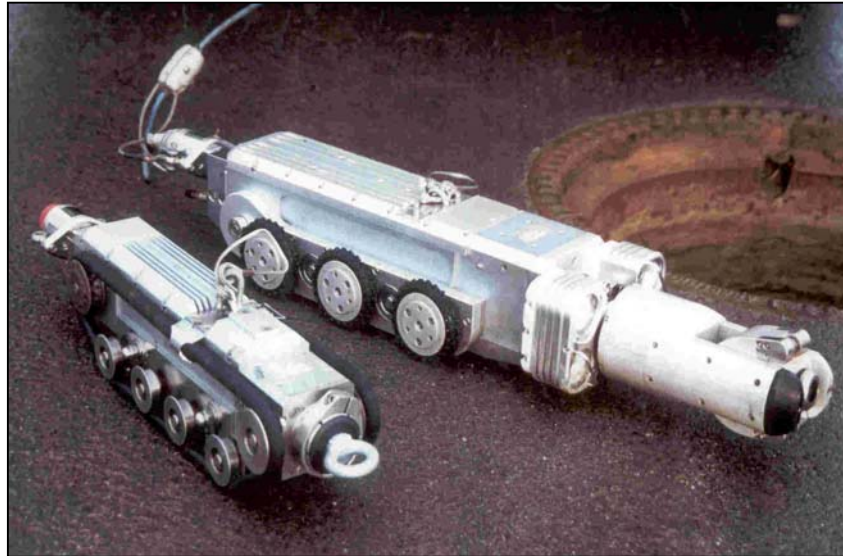


Bild 6: Exgeschützte TV-Kameras

Die Dokumentation der TV-Untersuchung kann auf mannigfaltige Weise abgerufen werden. Über den klassischen Untersuchungsbericht und die Videoaufzeichnungen hinaus besteht die Möglichkeit, auf dem Untersuchungsfahrzeug farbige Sofort-Prints in hoher Auflösung herzustellen. Die Schadensfotos können ebenso digital auf CD-ROM abgespeichert werden.

3.3 Höhen- und Temperaturvermessung

Neuerdings verfügen moderne Inspektionssysteme über die Möglichkeit, Höhenverlaufsgrafiken nach dem Inklinationsmeßverfahren herzustellen. Darüber hinaus können die Drainagen sehr genau temperaturvermessen werden.

Ein alternatives System ist die hydrostatische Höhenvermessung, die auf dem Prinzip der Schlauchwaage basiert.

Mit diesen Inspektionsanlagen nach dem Stand der Technik lassen sich nunmehr sämtliche Forderungen der TA Siedlungsabfall hinsichtlich der regelmäßigen Drainnetzaufnahme erfüllen.

4 Sanierung von defekten Deponieentwässerungsleitungen: Stand der Technik

Schadhafte Entwässerungsleitungen können genau wie die oben beschriebenen Inkrustationen zum Ausfall der Drainagen und somit zum berüchtigten Sickerwassereinstau führen. Aus diesem Grunde sind diverse Verfahren entwickelt und eingesetzt worden, um unterdimensionierte und schadhafte Entwässerungssysteme zu sanieren bzw. zu erneuern. Die wichtigsten grabenlosen Verfahren sollen kurz vorgestellt werden.

4.1 Reliningverfahren

Das auch heute noch am häufigsten eingesetzte Verfahren zur Sanierung defekter Sickerwasserleitungen ist das seit den 60er Jahren bekannte Rohrstrangrelining.

Für dieses Verfahren bedarf es auf der Deponie einer Einziehgrube und einer Ziehgrube. In der Ziehgrube wird eine Seilwinde positioniert, in der Einziehgrube wird die zu einem Rohrstrang zusammengeschweißte Rohrleitung aus PE-HD mit dem Seil der Winde verbunden. Die neu einzuziehende PE-HD-Leitung weist einen geringeren Außendurchmesser als der Innendurchmesser der defekten Leitung auf und kann somit mittels der Winde eingezogen werden.

Nach dem Einziehvorgang wird die neue Leitung mit neuen oder bestehenden Schachtbauwerken verbunden, der Ringraum zwischen Alt- und Neurohr bleibt bei sanierten Drainageleitungen frei, bei sanierten Sickerwassertransportleitungen wird er in der Regel mit Dämmen verfüllt. Die maximale Sanierungslänge beträgt bei der Anwendung des Reliningverfahrens ca. 200 - 250 m.

4.2 Berstliningverfahren

Das Berstliningverfahren baut auf die bekannten Bodenverdrängungsverfahren auf. Der Grundgedanke ist hierbei, einen dynamisch oder statischen arbeitenden Verdrängungskörper durch die defekte Rohrleitung zu ziehen, die Rohrwandung zu zerstören und in die umgebende Leitungszone zu verdrängen. Unmittelbar hinter dem Verdrängungskörper wird eine neue Leitung gleicher oder geringerer Nennweite eingezogen. Zur Durchführung der Sanierung müssen auf der Deponie eine Einziehgrube und eine Ziehgrube hergestellt werden oder aber man bedient sich dem unten beschriebenen Tandem-Schacht-Verfahren.



Bild 7: Oberirdisch verschweißter HDPE-Reliningstrang

Nach Herstellung der erforderlichen Baugruben wird zwischen ihnen eine Seilverbindung in der zu sanierenden Leitung hergestellt. Dieses Seil wird in der Einziehgrube mit dem Berstkörper verbunden, in der Ziehgrube erfolgt die Kopplung mit einer leistungsstarken Seilwinde. An dem Berstkörper, der nun mit der Winde durch die zu sanierende Leitung gezogen wird, wird die zu einem Rohrstrang zusammengeschweißte neue PEHD-Leitung mittels Spezialverbindungen angeflanscht. Die maximale Überfahrungs- und somit Sanierungslänge beträgt bei diesem Verfahren 100 - 200 m. Weisen die zu sanierenden Drainageleitungen größere Haltungslängen auf, muss das Verfahren entsprechend oft wiederholt werden.

4.3 Das Tandem-Schacht-Verfahren

Die Herstellung von Gruben beispielsweise für das Relining- und Berstliningverfahren ist im Deponiebereich aufgrund der oftmals gewaltigen Müllberge äußerst kostenaufwendig und durch die Gasbildung umweltgefährdend. Zur Vermeidung dieser Gruben wurde u.a. das Tandem-Schacht-Verfahren entwickelt.

Zunächst werden zwei Bohrungen mit einem Enddurchmesser von 2.500 mm im Trockenbohrverfahren als verrohrte Greiferbohrungen in einem Abstand von 3 m auf die Deponie-sole abgeteuft. Zwischen den Einzelschächten eines Tandems wird eine Tunnelverbindung mittels Minibaggern hergestellt. Der so geschaffene Hohlkörper dient als Raum für die nun im Anschluss durch-zuführenden Sanierungsarbeiten, in aller Regel Relining- und Berstliningverfahren: Die neuen, oberirdisch zusammengeschweißten PE-HD-Rohrstränge können nun mit oder ohne Berstkörper durch die Tandemschächte in die zu sanierende Drainageleitungen eingeführt werden. Der erforderliche Biegeradius wird durch den Abstand der Tandemschächte und deren Durchmesser exakt eingehalten.



Bild 8: Einziehen des HDPE-Reliningrohrs.

4.4 Schlauchlining

Mittlerweile gibt es gute Erfahrungen mit Schlauchliningverfahren zur Sanierung von Depo-niedrainageleitungen. Der mit einem Kunstharz getränkte Schlauch kann über vorhandene Schächte in das zu sanierende Rohr eingebracht werden und wird mit einem Druckmedium aufgeweitet. In situ wird er anschließend zu einem statisch tragfähigen Rohr ausgehärtet. Faltenfreie Auskleidungen bis zu 250 m in einem Stück sind mit dem Verfahren möglich.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist die geringe Querschnittsverringering, die die hydraulischen Kapazitäten des Altrohrs nahezu erhält.

Verwendete Harzsysteme können gegebenenfalls auf die speziellen Sickerwässer abgestimmt werden.

4.5 RibLoc-Verfahren

Eine risikoarme und kostengünstige Alternative zu den herkömmlichen Sanierungsverfahren stellt das RibLoc-Expanda-Wickelrohr-Verfahren dar.

Die Installation erfolgt, wie beim Schlauchlining, über vorhandene Schächte. Das RibLoc-Profil wird von einer Spule über die Expanda-Wickelmaschine mit einem kleineren Aussendurchmesser als das Altrohr in die Leitung gewickelt und anschließend expandiert, bis es bündig am Altrohr anliegt. Ein spezielles mechanisches, durch Zwei-Komponenten-Kleber unterstütztes Schlosssystem fixiert das Wickelrohr schließlich in seiner Endposition. Ein Herausstellungsmerkmal dieses Verfahrens gegenüber allen anderen ist die risikoarme Installation unter den gegebenen extremen Bedingungen wie bis zu 30 m tiefen Schächten und der hohen Überdeckung.

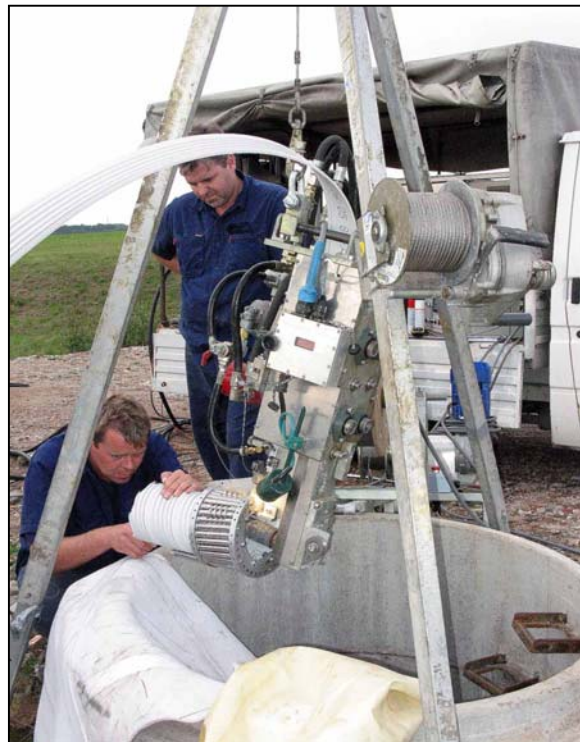


Bild 9: Einbringen des RibLoc-Expanda-Wickelkorbes.

Falls eine Installation fehlschlägt, werden bei allen unter 4. 1 bis 4.4 beschriebenen Verfahren umfangreiche Ausgrabungs- oder Fräsarbeiten erforderlich, um die „havarierte“ Auskleidung zu bergen.

Ein RibLoc-Profil hingegen lässt sich vor der endgültigen Fixierung jederzeit wieder aus dem Altrohr herausziehen.

5 Ausblick

Die technische Entwicklung sowie die praktischen Erfahrungen und Projektausführungen in den letzten Jahren haben gezeigt, dass mittlerweile für fast alle Wartungs- oder Sanierungsprobleme bei Deponieentwässerungssystemen unter Berücksichtigung der deponietypischen besonderen Bedingungen wie lange Haltungen, tiefe Schächte, aggressive Abwässer und Explosionsgefahr eine technische Lösung möglich ist.

6 Weiterführende Literatur

- [1] ATV-Arbeitsblatt A 127: Richtlinien für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und –leitungen
- [2] ATV-Arbeitsblatt A 149: Zustandsklassifizierung und Zustandsbewertung von Abwasserkanälen und –leitungen
- [3] ATV-Merkblatt M 127, Teil 1: Deponieleitungen – Ergänzung zur Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und –leitungen
- [4] ATV-Merkblatt M 143 Teil 1: Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Entwässerungskanälen und –leitungen Teil 1: Grundlagen (Dezember 1989)
- [5] ATV-Merkblatt M 143 Teil 2: Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Entwässerungskanälen und –leitungen Teil 2: Optische Inspektion (Juni 1999)
- [6] BUND: Zweite allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall) Teil 1: Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch-physikalische Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen (Bekanntmachung des BMU vom 12. 3. 1991 – WA II 5-30121-1/18-
- [7] BUND: Dritte allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall); technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen vom 14. 5. 1993, Bundesanzeiger Jahrgang 45, Nr. 99a
- [8] GSTT Information Nr. 9: Instandhaltung von Deponieentwässerungsleitungen (April 1999)
- [9] DIN 19667 „Dränung von Deponien“, Mai 1991
- [10] DIN 4266, Teil 1: Sickerrohre für Deponien aus PVC und PE-HD und PP
- [11] DIN 19537; Rohre aus PE hoher Dichte für Abwasserkanäle und –leitungen
- [12] Niedersächsisches Landesamt für Ökologie; Deponiehandbuch – Anforderungen an Siedlungsabfalldeponien in Niedersachsen, August 1994
- [13] GUV 17.4: Sicherheitsregeln für Deponien; Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand

- [14] GUV 17.4: Sicherheitsregeln für Deponien, Juli 1992, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand
- [15] Burkhardt u.a.: Deponieentwässerungssysteme; expert-Verlag 1995
- [16] Burkhardt, Theurer: Sanierung des Drainagesystems der Hausmülldeponie Sinsheim, Rhein-Neckar-Kreis. In: Müll und Abfall 1/90
- [17] Brandt: Deponie-Instandhaltung. In: WasserAbwasserPraxis 6/98
- [18] Brandt: Deponie „Eiterköpfe“ grundgereinigt, Beseitigung von Inkrustationen in 50 m Tiefe. In: bi Umweltbau 5/2002
- [19] Hoch, Zanzinger: Sanierung eines schadhafte Rohrleitungssystems mit dem Berstlining-Verfahren. In: Geotechnische Probleme beim Bau von Abfalldeponien, 1994, 10. Nürnberger Deponieseminar, Hrsg. LGA Nürnberg
- [20] Schwanfelder: Möglichkeiten der Rohrleitungssanierung in Deponien: In: Geotechnische Fragen beim Bau neuer und bei der Sicherung alter Deponien, 1997, 13. Nürnberger Deponieseminar, Hrsg. LGA Nürnberg
- [21] Stein u.a.: Leitungstunnelbau; Ernst & Sohn Verlag Berlin 1988
- [22] VOB/A und VOL/B, Beck-Texte, München
- [23] Richtlinien für Arbeiten in kontaminierten Bereichen, ZH 1/183, Ausgabe 4/1997, TBG
- [24] Musterausschreibungstexte für Leistungen zur Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen – Altlastensanierung, TBG

