

AbfallwirtschaftsFakten 4.4

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
Zentrale Unterstützungsstelle Abfall, Gentechnik
und Gerätesicherheit (ZUS AGG)

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

Hildesheim, Mai 2010

Deponietechnik für mechanisch-biologisch behandelte Abfälle

Bräcker. W.

Die Abfallwirtschaft unterliegt einer ständigen Weiterentwicklung. Um die Informationen über die Entwicklungen möglichst rasch an die mit Abfallentsorgung befassten Stellen zu bringen, geben das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim - Zentrale Unterstützungsstelle Abfall, Gentechnik und Gerätesicherheit (ZUS AGG) - und das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) je nach Thema in Zusammenarbeit mit weiteren Fachleuten¹, ein entsprechendes Informationsblatt mit dem Titel "AbfallwirtschaftsFakten" heraus. Die vorliegende Fassung ist die dritte Revision der AbfallwirtschaftsFakten 4 vom Dezember 1997.

1 Allgemeines

Das Ablagerungsverhalten mechanisch-biologisch behandelter Abfälle (mbb-Abfälle) unterscheidet sich zum Teil wesentlich von dem unbehandelter Siedlungsabfälle oder mineralischer Abfälle. Dies erfordert Anpassungen in der Festlegung charakteristischer abfallmechanischer Parameter und Änderungen im Ablagerungsbetrieb.

Mit Wirkung vom 01. März 2001 trat die Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) [1] in Kraft, die erstmals die Ablagerung von mbb-Abfällen regelte. Zu diesem Zeitpunkt beruhten die Kenntnisse zum Ablagerungsverhalten überwiegend auf Ergebnissen aus Laborversuchen. Es begründete sich die Sorge, dass bei Wasserzutritt in den Deponiekörper die innere Stabilität von Deponien mit mbb-Abfällen gefährdet werden könnte. Im Anhang 3 der AbfAbIV hatte der Ordnungsgeber dieser Sorge Rechnung getragen und den Zutritt von Niederschlagswasser in den Deponiekörper auch während der Ablagerungsphase durch technische Vorgaben begrenzt.

Nachdem erste Praxiserfahrungen mit dem Einbau von mbb-Abfällen vorlagen, zeigte es sich, dass Wasserzutritt in den Deponiekörper bei mbb-Abfällen nicht in jedem Fall zu einer Gefährdung der Standsicherheit führen muss. Daher wurde in der zum 01.02.2007 in Kraft getretenen Änderung der AbfAbIV [2] eine Abdeckung des Einbaubereichs mit wasserundurchlässigen Materialien nicht mehr zwingend verlangt, sondern es wurden nur noch soweit erforderlich weitere bautechnische Maßnahmen zur Minimierung des Eintrags von Niederschlagswasser gefordert.

Zum 16.07.2009 wurde die AbfAbIV aufgehoben und es trat die Neufassung der Deponieverordnung (DepV) [3] in Kraft. Diese beinhaltet keine konkreten speziellen Regelungen für den Einbau von mbb-Abfällen. Es sind aber die allgemeinen Anforderungen der DepV an den standsicheren Aufbau des Deponiekörpers gemäß Anhang 5 Nr. 4 Ziffer 7 sowie an die Sickerwasserminderung gemäß Anhang 5 Nr. 6 zu beachten, so dass weiterhin fachlich das Ablagerungsverhalten des mbb-Abfalls zu bewerten ist und erforderlichenfalls geeignete Maßnahmen ergriffen werden müssen. Gemäß Erlass des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz [7] sind entsprechende Nachweise im Einzelfall unter Beachtung der vorliegenden **AbfallwirtschaftsFakten** zu führen.

Die Ergebnisse von standortbezogenen Untersuchungen an niedersächsischen Deponien als Grundlage dieser Konzepte wurden mit den hier tätig gewordenen Gutachtern¹ in einem Fachgespräch am 21.10.2009 erörtert. Auf dieser Basis wurden die Nummern 3.4.1.2 und 3.5.3 dieser **AbfallwirtschaftsFakten** aktualisiert.



Niedersachsen

¹ Herr Dr. Entenmann (IGB, Hamburg), Herr Dr. Hupe (IFAS, Hamburg), Herr Dr. Münnich und Herr Bauer (LWI der TU Braunschweig), Herr Oltmanns (Prof. Rodatz + Partner, Braunschweig)

2 Besonderheiten mechanisch-biologisch behandelter Abfällen

Deponiekörper aus mbb-Abfällen zeichnen sich aus durch:

- geringen Gehalt an biologisch abbaubarer organischer Substanz
 - ⇒ geringe organische Deponiesickerwasserbelastung (aber Restbelastung schlecht biologisch abbaubar)
 - ⇒ geringe Inkrustationsgefahr der Entwässerungsleitungen und -schicht
 - ⇒ geringe Sackungen infolge eines biologischen Umsetzungsprozesses
 - ⇒ sehr geringer Deponiegasanfall
 - ⇒ sehr geringes Nahrungsangebot für Tiere
- Homogenität und hohe Einbau- und Ablagerungsdichte
 - ⇒ gleichmäßigere und geringere Sackungen und Setzungen
 - ⇒ hohe Belastung des Untergrundes und der Entwässerungsleitungen
- geringes Makroporenvolumen
 - ⇒ geringe Wasser- und Gasdurchlässigkeit
 - ⇒ Wassersättigung bei niedrigem Wassergehalt
 - ⇒ Niederschlagswasseraufstau im aktuell betriebenen Ablagerungsbereich
- großer Anteil kleiner Fraktionen
 - ⇒ geringerer Anteil von „Armierungsstoffen“ und damit keine Scheinfestigkeit zu Beginn der Abfallablagerung

Einige dieser qualitativen Aussagen lassen sich auf der Grundlage bisher vorliegender Untersuchungsergebnisse zumindest in Größenordnungen quantifizieren:

- Es können Einbaudichten von bis zu 18 kN/m^3 erreicht werden. Durch Setzungen während der weiteren Verfüllung kann sich die Ablagerungsdichte infolge der Abfallauflast noch weiter erhöhen und überschreitet den üblicherweise der Grundbau- und Rohrstatik zugrunde liegenden Wert von 15 kN/m^3 deutlich.
- Insgesamt dürften die Sackungen nach Verfüllende der Deponie bzw. eines Abschnitts bei geeigneter Einbautechnik kaum mehr als 2,5 % der Höhe des Abfallkörpers erreichen.
- Der größere Anteil kleinerer Fraktionen und das durch die hohe Einbaudichte bedingte geringe Porenvolumen führen in Abhängigkeit von der Ablagerungsdichte und des Anteils der Feinfraktion zu Durchlässigkeitsbeiwerten in der Größenordnung zwischen $k = 10^{-5}$ und 10^{-8} m/s . Durch Gasbildung im Deponiekörper kann sich die tatsächliche Durchlässigkeit bis auf Werte in der Größenordnung von 10^{-10} m/s verringern.

- Niederschläge mit geringer Intensität werden vollständig vom Deponiekörper aufgenommen. Wenn der Abfall bis zur Oberfläche wassergesättigt ist und die Regenspende größer ist als die Infiltrationsrate in den Deponiekörper kann es bei Starkniederschlägen von einer geneigten Abfalloberfläche zu einem Oberflächenwasserabfluss kommen. In Versuchen konnten beispielsweise bei einer Neigung der Abfalloberfläche von 1 : 2 rd. 2/3 der gesamten, ein Starkregeneignis simulierenden Berechnungsmenge als Oberflächenwasser gefasst werden. Rd. 1/3 der Berechnungsmenge infiltrierten in den Abfall.
- Das theoretische Deponiegasbildungspotential wird mit 0 bis $40 \text{ Nm}^3/\text{Mg}$ angegeben [17]. Aufgrund der hohen Halbwertszeit des Abbaus biologisch behandelter Abfälle und der geringen Durchlässigkeit des Deponiekörpers wird der tatsächliche Deponiegasanfall jedoch kaum mehr als 5 % des Anfalls aus der Ablagerung unbehandelter Abfälle betragen.
- Bei hoher Wassersättigung und ggf. entsprechendem Porenwasserüberdruck kann der Deponiekörper für Deponiegas nahezu undurchlässig werden [14]. Eine Wassersättigung lässt sich aber nicht unmittelbar aus dem Wassergehalt und der Lagerungsdichte des Abfalls korrelieren, da das Wasser nicht nur als Porenwasser, sondern auch als in der organischen Substanz gehaltenes Substratwasser gemessen wird.

Die genannten Werte wurden im Labor- und halbertechnischen Maßstab ermittelt und basieren auf Erfahrungen aus konkreten Einzelfällen. Sie stellen somit nur Größenordnungen dar. Unterschiede des Ablagerungsverhaltens ergeben sich auch aus dem jeweiligen Behandlungsverfahren, insbesondere, ob die Abfälle aus aeroben oder anaeroben Behandlungsverfahren stammen. Die während der Planung getroffenen Annahmen sind daher im laufenden Deponiebetrieb in jedem Fall zu verifizieren.

Die aus biologischen Umbauprozessen in der „sauren Deponiephase“ bekannten hohen Sickerwasserbelastungen werden bei der Ablagerung von mbb-Abfällen nicht auftreten. Die in der Literatur angegebenen Konzentrationswerte beziehen sich häufig nicht auf Deponiesickerwasser, sondern auf Sickerwasser aus der Behandlungsstufe oder Eluate aus unterschiedlichen Versuchen. Über die Höhe der tatsächlichen Deponie-Sickerwasserkonzentrationen und deren zeitliche Entwicklung liegen noch keine Ergebnisse vergleichender Untersuchungen vor. Bei einigen Deponien zeigte sich, dass zu Beginn der Ablagerung aufgrund der Speicherkapazität des Abfalls bei mehreren Deponien zunächst kein Sickerwasser anfiel. Bei der Auslegung einer Sickerwasserbehandlungsanlage ist daher einerseits zu berücksichtigen, dass anfangs nur sehr geringe Wassermengen den Deponiekörper durchsickern werden. Andererseits aber kann ein maßgeblicher Oberflächenwasserabfluss von der Abfalloberfläche nicht ausgeschlossen werden. Dies ist bei der hydraulischen Dimensionierung der Sickerwassersammlung, -speicherung und -behandlung zu berücksichtigen.

Durch die weitgehende Homogenität von mbb-Abfällen sind für Verformungs- und Stabilitätsuntersuchungen des Deponiekörpers die in der Bodenmechanik üblichen Berechnungsverfahren anwendbar. Welche Nachweise im Einzelnen zu führen sind, ergibt sich aus dem Deponiehandbuch [8] Kennziffer 0603 Nr. 7.6.4. Voraussetzung für die Berechnungen ist die für jeden Einzelfall erforderliche Erhebung der entsprechenden abfallmechanischen Kennwerte auf der Grundlage der ASA-Empfehlung [10].

3 Deponietechnische Konsequenzen

3.1 Standort, geologische Barriere und Abdichtungssysteme

Deponien für mbb-Abfälle werden als Deponien der Deponiekategorie II eingestuft. Die deponietechnischen Anforderungen an den Standort, die geologische Barriere, die Basisabdichtung und die Oberflächenabdichtung ergeben sich aus den §§ 3, 10 und 11 sowie den Konkretisierungen in Anhang 1 der DepV für diese Deponiekategorie.

3.2 Entgasung

Auch nach biologischer Abfallbehandlung kann Deponiegas entstehen. Das Deponiegaspotential ist jedoch so weit reduziert und die Durchlässigkeit des Deponiekörpers so gering ist, dass eine aktive Entgasung mit der herkömmlichen Technik der Gasbrunnen und horizontalen Gasdränagen im Abfallkörper kaum zweckmäßig sein wird. Außerdem läuft die Deponiegasbildung sowohl bei zu geringem Wassergehalt als auch bei hohen Gasdrücken infolge der geringen Durchlässigkeit des Abfalls gehemmt ab bzw. kommt ganz zum Erliegen. Es wird daher empfohlen, zunächst nur an Stellen, an denen konzentriert Deponiegas aus der Deponie austreten könnte und unter der Oberflächenabdichtung Gasfassungselemente zu installieren, über die das Gas im Bedarfsfall abgesaugt werden kann. Ob darüber hinaus weitere Fassungselemente erforderlich werden und ob das Deponiegas einer thermischen Behandlung bedarf oder über Biofilter abgeleitet werden kann, muss im Einzelfall mit der zuständigen Behörde unter Berücksichtigung der tatsächlichen Gasmenge und -zusammensetzung abgestimmt werden.

Eine Gasnutzung wird aufgrund der geringen zu erwartenden Gasmenge kaum wirtschaftlich sein.

3.3 Deponiebetrieb

Die besonderen Anforderungen an den Betrieb einer Deponie für mbb-Abfälle, insbesondere die ggf. vorzusehenden Abdeckungen und die damit verbundene Ableitung von Niederschlagswasser sowie die ggf. nur eingeschränkte Befahrbarkeit der Deponieoberfläche erfordern zwingend einen detaillierten Betriebsablaufplan. Dieser sollte in enger Abstimmung zwischen Planer und Deponiebetreiber erstellt und fortgeschrieben werden.

Mit Aufhebung der AbfAbIV wird nicht mehr zwingend gefordert, die Einbautechnik in einem Versuchsfeld zu ermitteln. Dennoch sollte aus betrieblicher Sicht und zur Erhebung abfallmechanischer Kennwerte und zur Optimierung des Geräteeinsatzes ein solches Versuchsfeld entsprechend den GDA-Empfehlungen E 3 – 13 [13] angelegt werden. Die abfallmechanischen Parameter sollten gemäß der ASA-Empfehlung [10] bestimmt werden.

Um die Freisetzung von Konsolidierungswasser bzw. die Erhöhung des Porenwasserdrucks zu vermeiden (s. Nr. 3.5), muss der Abfall mit möglichst geringem Wassergehalt eingebaut werden. Mit abnehmendem Wassergehalt steigt jedoch die Verstaubungsgefahr, so dass die Feuchtigkeit entsprechend sensibel eingestellt werden muss. Da die Proctorkurve i. d. R. gegenüber Böden einen sehr flachen Verlauf aufweist, hat die Variation des Einbauwassergehaltes auf die Verdichtungswirkung keinen so wesentlichen Einfluss.

Nach mechanisch-biologischer Abfallbehandlung bietet eine Deponie, auf der die Abfälle hoch verdichtet eingebaut werden, Tieren wie Vögeln und Ratten kaum Lebensraum oder Nahrung.

Wegen der nach Verfüllende nur noch geringen zu erwartenden Sackungen und Setzungen sind die Endverfüllhöhe und die genehmigte Endhöhe der Abfallablagereung nach Setzung und Sackung nahezu identisch. Setzungszulagen bei der Verfüllung sollten nicht mehr als 2,5 % der Deponiehöhe betragen.

3.4 Minimierung des Eintrags von Niederschlagswasser

Unterschiedliche Behandlungsverfahren (z. B. anaerob oder aerob, Trocken- oder Nassvergärung) führen zu grundlegend anderen mechanischen Eigenschaften der Abfälle in der Deponie. Die Entscheidung über das Erfordernis und die Eignung von Maßnahmen muss daher in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung der konkreten Standortbedingungen auf der Grundlage eines vom Deponiebetreiber vorzulegenden, von fachkundiger Stelle erstellten Gutachtens von der zuständigen Behörde getroffen werden. Die dem Gutachten zu Grunde liegenden abfallmechanischen Parameter sollten entsprechend der genannten ASA-Empfehlung [10] bestimmt werden.

3.4.1. Erfordernis weiterer bautechnischer Maßnahmen

3.4.1.1. Begrenzung der Sickerwassermenge

Die DepV fordert in Anhang 5 Nr. 6 ebenso wie der Anhang 51 der Abwasserverordnung [4], dass der Sickerwasseranfall durch geeignete Maßnahmen bei der Errichtung und dem Betrieb von Deponien so gering zu halten ist, wie dies nach dem Stand der Technik möglich ist.

Darüber hinaus war Grundlage der Entscheidung der Zulassung der Ablagerung von mbb-Abfällen im Rahmen der Verabschiedung der AbfAbIV ein Bericht des Umweltbundesamtes [9]. Hierin wird auf einen Gleichwertigkeitsnachweis Bezug genommen, in dem für die organische Sickerwasserfracht eine Gleichwertigkeit dann festgestellt wird, wenn bei der Ablagerung von mbb-Abfällen mit einem TOC im Eluat von 250 mg/l die Sickerwassermenge um den Faktor 2,5 geringer ist als bei der Ablagerung von Abfällen gemäß Anhang B der TA Siedlungsabfall (TASi) in der Deponieklasse II mit einem TOC im Eluat von max. 100 mg/l. Im Zuge der o. g. Änderung der AbfAbIV wurde die Parameterbezeichnung TOC (Eluat) ersetzt durch DOC und der Zuordnungswert für den DOC auf 300 mg/l erhöht. Dieser liegt somit um den Faktor 3 über dem Wert der TASi. Somit müsste die dem Gleichwertigkeitsnachweis zu Grunde liegende mittlere Sickerwassermenge von 20 % des Niederschlages entsprechend um den Faktor 3 reduziert werden. Zusammengefasst ergibt sich als Anforderung, dass die Sickerwasserbildung nach dem vorstehend wiedergegebenen Stand der Technik bei Ablagerungsbereichen für mbb-Abfälle die Größenordnung von 7 % des Jahresniederschlages nicht übersteigen darf.

Sofern diese Zielgröße nicht erreicht wird, müssen bezogen auf den Einzelfall angemessene Maßnahmen getroffen werden. Hierzu ist in jedem Einzelfall in einem Konzept darzustellen, welche Maßnahmen in welcher zeitlichen Abfolge zur Sickerwasserminimierung vorgenommen werden. Das Konzept bedarf unter Beteiligung der ZUS AGG der Zustimmung des zuständigen Staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes. Die Umsetzung der Konzepte wird von den Staatlichen Gewerbeaufsichtsämtern überwacht.

3.4.1.2. Standsicherheit

Der Deponiekörper muss in sich selber und in Bezug auf seine Umgebung in allen Verfüllzuständen standsicher sein (Anhang 5 Nr. 4 Ziffer 7 DepV).

Mbb-Abfälle besitzen keine langfaserigen Bestandteile, die wie Bewehrungselemente wirken. Es muss daher sichergestellt sein, dass die Standsicherheit durch Reibung im Deponiekörper oder durch Widerlager gewährleistet ist.

Porenwasserüberdruck kann maßgeblich zur Reduzierung der Reibung beitragen und somit zur Gefährdung der Standsicherheit führen. Grundsätzlich kann die Bildung von Porenwasserüberdruck in abgelagerten mbb-Abfällen nicht ausgeschlossen werden. Ob tatsächlich Porenwasserüberdruck auftritt, hängt im Wesentlichen von der Wassersättigung des Abfalls ab.

Um Aussagen zur Relevanz der Bildung von Porenwasserüberdruck zu erhalten, müssen die Materialparameter, die Deponiegeometrie, der Deponiebetrieb und die klimatischen Randbedingungen fachlich qualifiziert bewertet werden.

Berechnungen können mit konventionellen geotechnischen Methoden vorgenommen werden. Insbesondere die folgenden Materialparameter sollen dabei konservativ gewählt werden:

- Sättigungsgrad $SR = 1$
- Wichte wassergesättigt
- Festigkeit des wassergesättigten Materials
- Wasserdurchlässigkeit des gesättigten Materials
- Steifigkeit

In die Berechnung müssen ebenfalls die Deponiegeometrie und der Deponiebetrieb einfließen.

Grundlagen der Berechnungen bilden die standortbezogenen Untersuchungen. Zur Ermittlung der Standsicherheit der einzelnen Deponiekörper können die Messwerte entsprechender Parameter aus Verbundprojekten zugrunde gelegt werden, wenn von fachkundiger Stelle die Übertragbarkeit zu der jeweiligen Einzeldeponie bestätigt wird.

Die Höhe und die zeitliche Entwicklung von Porenwasserüberdruck können maßgeblich durch den Deponiebetrieb beeinflusst werden, insbesondere durch die Aufbaugeschwindigkeit und die Maßnahmen zum Wasserhaushalt der Deponie.

3.4.1.3. Betriebstechnische Gründe

Ist die Abfalloberfläche vernässt, ist sie mit den im Deponiebetrieb üblichen Geräten nur noch eingeschränkt bzw. nicht mehr befahrbar. Vernässungen der Deponieoberfläche, die den reibungslosen Ablagerungsbetrieb beeinträchtigen, müssen vermieden werden.

3.4.2. Geeignete bautechnische Maßnahmen

Nachstehend werden Maßnahmen genannt, die geeignet sein können, den Eintrag von Niederschlagswasser in den Deponiekörper oder die Bildung von Sickerwasser im Deponiekörper zu reduzieren sowie Maßnahmen zur Gewährleistung der Standsicherheit in Hinblick auf die Gefährdung durch Ausbildung von Porenwasserüberdruck (s. auch [16]).

3.4.2.1. Überdachung

Grundsätzlich ist ein Einbau von mbb-Abfällen unter Dach eine geeignete Maßnahme, das Entstehen von niederschlagsbedingtem Sickerwasser im Einbaubereich vollständig zu vermeiden. Aus wirtschaftlichen und betriebstechnischen Gesichtspunkten wurde bisher eine solche Maßnahme für die Ablagerung von mbb-Abfällen nicht realisiert.

3.4.2.2. Abdeckung

Durch Abdeckung des Einbaubereichs kann das Entstehen von niederschlagsbedingtem Sickerwasser außerhalb der Betriebszeiten unterbunden werden.

Für die Abdeckung sind wasserdichte Folien, dichte Planen oder Planen mit hydrophober Oberfläche geeignet. Die Materialien der Abdeckung müssen eine ausreichende Robustheit aufweisen, um das wiederholte Aufnehmen und neue Verlegen schadlos zu überstehen. Sie sind gegen Windeinflüsse zu sichern. Um Unterläufigkeit zu vermeiden, sind sie dachschindelartig überlappend zu verlegen. Da das Niederschlagswasser ohne Verzögerung auf der Abdeckung abfließt, muss am Rand eine ausreichend leistungsfähige Wasserablenkung vorgesehen werden.

Große Planen oder Folien sollten nicht zusammengelegt, sondern aufgerollt werden. Auf diese Weise kann parallel zum Ausrollen eine Windsicherung vorgenommen werden.

Das Aufnehmen und Verlegen der Abdeckung führt zu einem erhöhten betrieblichen Aufwand und zu zusätzlichen Kosten. Auch können beim Aufnehmen der Abdeckung erhöhte Geruchsemissionen auftreten. An der Unterseite der Abdeckung kann Kondenswasser die Abfalloberfläche aufweichen und somit schlechter befahrbar werden lassen.

Abdeckungen von Böschungsbereichen, in denen die Endverfüllhöhe bereits erreicht wurde, können zu einer deutlichen Reduzierung der Sickerwassermenge beitragen und so das Ziel der Begrenzung der Sickerwassermenge auf das unter Nr. 2.1 genannte Maß erreichen lassen.

3.4.2.3. Aufbaugeschwindigkeit

Aufbaugeschwindigkeit ist die Höhenzunahme der Abfallablagerung je Zeiteinheit. Ausgehend von einem gleich bleibenden Abfallanfall kann durch Vergrößerung der Ablagerungsfläche die Aufbaugeschwindigkeit reduziert bzw. durch Verringerung der Ablagerungsfläche erhöht werden.

Reduzierung der Aufbaugeschwindigkeit

Abfälle mit einem Wassergehalt im Bereich der Sättigungsgrenze können unter Auflast Poren- oder Substratwasser abgeben. Wenn der Deponiekörper eine nur geringe Durchlässigkeit aufweist, kann das Wasser u. U. nicht schnell genug abgeführt werden und es kann zu einem Porenwasserüberdruck kommen

Durch Reduzierung der Aufbaugeschwindigkeit kann sich ein Porenwasserüberdruck zwischenzeitlich abbauen bzw. reduzieren. Diese Maßnahme sollte stets durch Messung des Porenwasserdrucks begleitet werden (s. Nr. 3.5.3).

Da die Reduzierung der Aufbaugeschwindigkeit eine Vergrößerung der Ablagerungsfläche erfordert, muss mit einem erhöhten Sickerwasseranfall gerechnet werden, zumal ein wassergesättigter Deponiekörper keine Wasserspeicherkapazität besitzt. Zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung des Sickerwasseranfalls können erforderlich werden.

Erhöhung der Aufbaugeschwindigkeit

Relativ trocken eingebaute Abfälle besitzen eine freie Wasserspeicherkapazität. Eine gleichmäßige Aufsättigung erfolgt nur bei homogenem und gut verdichtetem Einbau. Somit kann ein Teil des eindringenden Niederschlagswassers im Deponiekörper gespeichert werden, der nicht zur Sickerwasserbildung führt. Durch Erhöhung der Aufbaugeschwindigkeit reduziert sich die eindringende Niederschlagsmenge je eingebauter Abfallmasse. Dies führt zu einem verringerten Sickerwasserabfluss. Um Porenwasserüberdruck zu vermeiden, ist diese Maßnahme nur geeignet, wenn der Deponiekörper auch bei dichter Lagerung keine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit, sondern eine durch Versuch nachzuweisende ausreichende Restdurchlässigkeit besitzt.

3.4.2.4. Witterungsangepasster Einbau

Ein witterungsangepasster Einbau ist insbesondere dann geeignet, wenn Abfälle mit einem sehr hohen Wassergehalt abgelagert werden.

Durch Abdeckung während niederschlagsreicher Zeit kann die eindringende Niederschlagsmenge verringert werden. Im Sommer kann auf eine Abdeckung verzichtet und die Verdunstung genutzt werden, um die im Deponiekörper enthaltene Wassermenge und somit die resultierende Sickerwassermenge oder die Gefahr eines Porenwasserüberdrucks zu reduzieren.

Wenn Abfälle nur an niederschlagsfreien Tagen eingebaut werden und die Einbaufläche ansonsten gemäß Nr. 3.2 abgedeckt bleibt, kann die niederschlagsbedingte Sickerwasserneubildung nahezu vermieden werden.

3.4.2.5. Reduzierung des Wassergehalts des mbb Abfalls

Die Einbaudichte von mbb-Abfall wird im Vergleich zu Böden vielfach nur in relativ geringem Maß vom Wassergehalt des Abfalls beeinflusst. Daher kann grundsätzlich durch einen geringeren Wassergehalt des Abfalls dessen Wasserspeicherkapazität erhöht werden und die Sickerwasserbildung reduziert werden, ohne dass dies einen nachteiligen Einfluss auf die zu erzielende höchstmögliche Einbaudichte haben muss. Grenzen dieser Maßnahme ergeben sich durch eine zunehmende Neigung der Abfälle zu Verstaubung und Verwehung.

3.4.2.6. Entwässerungselemente im Deponiekörper

Der Gefahr der Bildung von Porenwasserüberdruck in gering durchlässigen Deponiekörpern kann auch durch Verkürzung des Fließweges des Sickerwassers begegnet werden. Hierzu können grundsätzlich linienförmige sowie horizontale (s. z. B. [16]) oder senkrechte flächige Entwässerungselemente im Deponiekörper eingebaut werden. Für die Herstellung derartiger Dränkörper können auch geeignete Abfälle verwendet werden, wenn sie die Anforderungen der AbfAbIV bzw. Dep-VerwV einhalten. Die Dränkörper sind unmittelbar an die Sickerwasserfassung der Deponie anzuschließen.

Durch die Entwässerungselemente wird das Sickerwasser schneller abgeleitet und somit in geringerem Umfang im Deponiekörper gespeichert bzw. verdunstet.

Die Entwässerungseinrichtungen der Deponie können zusätzlich durch den Austrag von Feinteilen oder durch verstärkte Inkrustationen in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

3.4.2.7. Stützelemente am Deponierand

Wenn die innere Standsicherheit aufgrund eines nicht vermeidbaren Porenwasserüberdrucks nicht gewährleistet werden kann, können Stützkörper (z. B. Randwälle aus mineralischen Baustoffen bzw. Abfällen) eingebaut werden. Insbesondere wenn Abfälle für diese Zwecke eingesetzt werden sollen, ist sicherzustellen, dass diese Abfälle die bodenmechanischen Vorgaben der erdstatischen Berechnung mit Sicherheit einhalten. In das Monitoring der Deponie sollte bei solchen Lösungen stets Messungen der Horizontalverformung gemäß Nr. 3.6.2 aufgenommen werden.

3.5 Monitoring

3.5.1. Sickerwassermenge

Sofern nicht durch konsequentes Abdecken des Einbaubereichs und nicht beschickter Bereiche oder andere Randbedingungen eine niederschlagsbedingte Sickerwasserbildung weitgehend ausgeschlossen werden kann, ist die Sickerwassermenge für den mit mbb Abfällen betriebenen Deponieabschnitt zu erfassen und auf Einhaltung der Vorgabe einer Sickerwassermenge von maximal 7 % des Jahresniederschlags hin zu überprüfen. Zu diesem Zweck werden vielfach zusätzliche Messeinrichtungen installiert werden müssen.

Sofern von der Zielvorgabe abweichend ein anlagenspezifisches Konzept zur Sickerwasserminimierung zugelassen wurde, sind die Umsetzungen der im Konzept genannten Maßnahmen im Betriebstagebuch der Deponie zu dokumentieren.

3.5.2. Verformung des Deponiekörpers

Die Messung der Verformung der Oberfläche von Deponien ist obligatorisch. Sie bezieht sich aber bisher in der Regel auf verfüllte Deponiebereiche. Ziel war es, das Setzungsverhalten zu beobachten und hieraus Schlüsse z. B. auf den Zeitpunkt der Aufbringung einer Oberflächenabdichtung oder die Umsetzungsprozesse im Deponiekörper zu ziehen. In diesen Fällen reicht vielfach eine Messung der Vertikalverformung der Deponieoberfläche aus.

Um Aussagen zur Standsicherheit zu erhalten, insbesondere wenn die Gefahr eines Porenwasserüberdrucks nicht ausgeschlossen werden kann, sollten frühzeitig Messungen der Horizontalverformung vorgenommen werden. Dies kann durch Vermessung der Deponieböschungen erfolgen. Nach Abschluss der Einlagerung können ggf. auch Messungen im Deponiekörper (z. B. durch Inklinometer) vorgenommen werden.

Die sinnvolle räumliche Verteilung und erforderliche Anzahl der Messpunkte muss von fachkundiger Stelle unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse ermittelt werden. Dies muss Bestandteil des unter Nr. 1 genannten Gutachtens sein.

3.5.3. Porenwasserüberdruck

Bei nicht-konsolidierten, sehr gering durchlässigen Böden tritt infolge des Aufbringens einer Auflast Porenwasserüberdruck auf, d. h. ein Druck größer als der hydrostatische Druck. Es besteht die Besorgnis, dass auch bei gering durchlässigen mbb-Abfällen Poren-

wasserüberdruck auftreten kann. Die aufgebrachte Belastung der jeweils folgenden Einbauschichten bewirkt bei den unterlagernden mbb-Abfällen Setzungsreaktionen durch Zusammendrücken des Porenraums. Bei fehlender Entwässerungsmöglichkeit infolge sehr geringer Durchlässigkeit, ist auch bei mbb-Abfällen davon auszugehen, dass in Abhängigkeit von der Wassersättigung ein Porenwasserüberdruck auftreten kann, durch den die wirksamen, im Korngerüst übertragenen Spannungen reduziert werden und dadurch der Reibungsanteil an der Scherfestigkeit insgesamt herabgesetzt wird.

Sofern eine Gefährdung der Standsicherheit aufgrund einer möglichen Bildung von Porenwasserüberdruck nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann, kann beispielsweise die Messung des Porenwasserdruckes und damit der Einbau von Porenwasserdruckgebern erforderlich werden. Die sinnvolle räumliche Anordnung und erforderliche Anzahl der Porenwasserdruckgeber muss unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse von fachkundiger Stelle ermittelt werden. Dies muss Bestandteil des unter Nr. 1 genannten Gutachtens sein.

3.5.4. Auswertung der Ergebnisse des Monitorings

Die Ergebnisse des Monitorings sind mit den Annahmen der Planung und der Anlagenzulassung zu vergleichen und werden in ausgewerteter und bewerteter Form Bestandteil des Deponiejahresberichtes. Auf dieser Grundlage kann die zuständige Behörde entscheiden, ob weitere bautechnische Maßnahmen oder eine Änderung des Betriebsplanes erforderlich werden.

4 Literatur

- [1] Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung - AbfAbIV) in der Fassung vom 20.02.2001; BGBl I Nr. 10 S. 305
- [2] Abfallablagerungsverordnung - Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (AbfAbIV) vom 20. Februar 2001 (BGBl. I Nr. 10 vom 27.02.2001 S. 305), geändert am 13. Dezember 2006 durch Artikel 1 der Verordnung (BGBl. I Nr. 59, ausgegeben zu Bonn am 16. 12. 2006 S. 2860)
- [3] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV); Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 (BGBl I Nr. 22 vom 29. April 2009 S. 900)
- [4] Abwasserverordnung - Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (AbwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004 (BGBl. I Nr. 28 vom 22.06.2004 S. 1108; BGBl. I Nr. 55 vom 27.10.2004 S. 2625), zuletzt geändert am 19. Oktober 2007 durch Artikel 1 der Verordnung (BGBl. I Nr. 52 vom 25.10.2007 S. 2461)
- [5] Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall); Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen vom 14. Mai 1993; Bundesanzeiger Jahrgang 45 Nr. 99a
- [6] Runderlass des Niedersächsischen Umweltministeriums vom 27.11.1991 (504-62812/21B) Anforderungen an Deponiestandorte für Siedlungsabfälle („Standortlerlass“) (aufgehoben)
- [7] Erlass des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz „Umsetzung der Deponieverordnung (DepV – Durchführung des Abfallannahmeverfahrens in Sonderfällen“ (Az.: 36-62800/14 vom 05.05.2010)
- [8] NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE
Deponiehandbuch - Anforderungen an Siedlungsabfalldeponien in Niedersachsen; August 1994
- [9] Umweltbundesamt
Bericht des Umweltbundesamtes: „Ökologische Vertretbarkeit der mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restabfällen einschließlich deren Ablagerung“ vom Juli 1999
- [10] ASA
Arbeitsgemeinschaft Stoffstromspezifische Abfallbehandlung e. V.: „Empfehlung zur Bestimmung von abfallmechanischen Parametern zur Kennzeichnung von mechanisch-biologisch behandelten Abfällen“, Sonderveröffentlichung des Kapitels 3.8 des „ASA-Handbuchs MBA-Betrieb“
- [11] DGGT
Deutsche Gesellschaft für Geotechnik: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E 2-14 „Basis-Entwässerung von Siedlungsabfalldeponien“ in GDA-Empfehlungen 3. Auflage 1997, S. 140)
- [12] DGGT
Deutsche Gesellschaft für Geotechnik: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E 3-8 „Bestimmung des Scherverhaltens von kombinierten Abdichtungsschichten“ in Bautechnik, Ernst & Sohn, 74 (1997) Heft 9

- [13] DGGT
Deutsche Gesellschaft für Geotechnik: Empfehlungen des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke": GDA E 3-13 „Versuchsfelder zur Ermittlung der Einbaudichte von Siedlungsabfall“ in Bautechnik, Ernst & Sohn, 75 (1998) Heft 9
- [14] DACH, OBERMANN, JAGER, OSTROWSKI
Wasser- und Gastransport in Deponien mit mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen; WASSER und BODEN Heft 6/1997
- [15] ENTENMANN
Einbau von MBA-Material – Anforderungen, Monitoringmaßnahmen, Emissionen, Erfahrungen; Hamburger Berichte 31: Deponietechnik 2008; TU Hamburg-Harburg; Herausgeber Stegmann et al.
- [16] HEYER, OLTMANN, HUPE, JÄGER, STEGMANN
Deponierung von MBA-Material - Einbaubetrieb und Standsicherheit; Hamburger Berichte 31: Deponietechnik 2008; TU Hamburg-Harburg; Herausgeber Stegmann et al.
- [17] HÖRING, EHRIG:
Langfristige Emissionen aus Ablagerungen mechanisch-biologisch vorbehandelter Restabfälle; Münsteraner Abfalltage 1997
- [18] TURK, BRAMMER, COLLINS:
Einfluss von mechanisch-biologischer Vorbehandlung auf die Einbaudichte von Restabfall; ENTSORGUNGSPRAXIS Heft 12/1996
- [19] ZIEHMANN; MÜNNICH
Qualität und Quantität des Oberflächenabflusses bei der Deponierung von MBA-Abfällen; 62. Informationsgespräch des ANS e. V. 25./26.09.2001 in Kaiserslautern

Herausgeber:

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
- Zentrale Unterstützungsstelle Abfall, Gentechnik
und Gerätesicherheit (ZUS AGG)
Goslarsche Straße 3, 31134 Hildesheim

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)
Stilleweg 2, 30655 Hannover

Bezug:

über Internet:

www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de

Die „AbfallwirtschaftsFakten“ erscheinen unregelmäßig.

Diese Schrift darf nicht verkauft werden;

Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. Wolfgang Bräcker (ZUS AGG)

Anschrift s. o.