

Bewertung von Maßnahmen zur schnelleren Entlassung aus der Nachsorge¹

Wolfgang Bräcker

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim,
Zentrale Unterstützungsstelle Abfallwirtschaft und Gentechnik (ZUS AWG)

1 Einleitung

Auf zahlreichen Deponien wurde oder wird in Kürze aufgrund der geänderten Rechtslage oder aus wirtschaftlichen Gründen die Abfallablagerung eingestellt. Für die Betreiber stellt sich jetzt die Frage nach dem Abschluss der Deponie und damit verbunden nach dessen Finanzierung. Diese wird wesentlich von den Kosten der Oberflächenabdichtung der Deponie, welche je nach Wahl des technischen Systems innerhalb bestimmter Grenzen kalkulierbar sind, und der erforderlichen Nachsorge beeinflusst. Die Deponie unterliegt während der Nachsorgephase nach wie vor dem Abfallrecht. Danach sind während dieser Phase Kontrollen des Deponieverhaltens und Langzeitsicherungsmaßnahmen durchzuführen.

Für die Dauer der Nachsorge gibt es keinen verbindlich vorgegebenen Zeitrahmen. Lediglich im Zusammenhang mit der Festsetzung von Sicherheitsleitung wird – abgesehen von der Deponieklasse 0 – ein Nachsorgezeitraum von **mindestens** 30 Jahren genannt. Aus wissenschaftlichen Untersuchungen (z.B. KRÜMPELBECK [7]) werden unter der geltenden Rechtslage Nachsorgezeiträume von einigen hundert Jahren prognostiziert. Für einige Deponien ist in Frage zu stellen, ob sie aufgrund der Standortbedingungen überhaupt jemals aus der Nachsorge entlassen werden können. Somit sind die damit verbundenen Kosten nur schwer zu kalkulieren. Aus diesem Grund werden Überlegungen angestellt, welche Maßnahmen ergriffen werden können, um die Deponie in einem überschaubaren Zeitraum in einen Zustand zu überführen, in dem sie aus der Nachsorge entlassen werden kann.

¹ Referat anlässlich des Vertiefersseminars „Zeitgemäße Deponietechnik 2007“ des Forschungs- und Entwicklungsinstituts für Industrie- und Siedlungswasserwirtschaft sowie Abfallwirtschaft e.V. in Stuttgart (FEI)

2 Voraussetzungen für die Entlassung aus der Nachsorge

Bei der Prüfung, ob eine Deponie aus der Nachsorge entlassen werden kann, soll gemäß Deponieverordnung (DepV) [1] § 13 Absatz 5 die zuständige Behörde Folgendes prüfen:

1. Biologische Abbauprozesse, sonstige Umsetzungs- oder Reaktionsvorgänge sind weitgehend abgeklungen,
2. eine Gasbildung ist soweit zum Erliegen gekommen, dass keine aktive Entgasung erforderlich ist und schädliche Einwirkungen auf die Umgebung durch Gasmigrationen ausgeschlossen werden können,
3. Setzungen sind soweit abgeklungen, dass verformungsbedingte Beschädigungen des Oberflächenabdichtungssystems für die Zukunft ausgeschlossen werden können,
4. die Oberflächenabdichtung und die Rekultivierungsschicht sind in einem funktionstüchtigen und stabilen Zustand, der durch die derzeitige und geplante Nutzung nicht beeinträchtigt werden kann; es ist sicherzustellen, dass dies auch bei Nutzungsänderungen gewährleistet ist,
5. Oberflächenwasser wird von der Deponie sicher abgeleitet,
6. die Deponie ist insgesamt dauerhaft standsicher,
7. die Unterhaltung baulicher und technischer Einrichtungen ist nicht mehr erforderlich; ein Rückbau ist gegebenenfalls erfolgt,
8. gegebenenfalls anfallendes Sickerwasser kann entsprechend den wasserrechtlichen Vorschriften eingeleitet werden und
9. die Deponie verursacht keine Grundwasserbelastungen, die eine weitere Beobachtung oder Sanierungsmaßnahmen erforderlich machen.

Gemäß Arbeitsentwurf einer integrierten Deponieverordnung des Bundesumweltministeriums [4] sollen auf der Grundlage der Ergebnisse eines UFO-Plan-Vorhabens [6] einige qualitative durch quantitative Angaben konkretisiert werden.

Die Nummern 1 bis 3, 8 und 9 werden wesentlich durch die Beschaffenheit der abgelagerten Abfälle bestimmt und führen dazu, dass die Dauer der Nachsorge insbesondere für Deponien, auf denen unbehandelte Siedlungsabfälle abgelagert wurden, nur sehr schwer zu prognostizieren ist. Diese Deponien stehen daher auch im Vordergrund der nachfolgenden Ausführungen.

3 Maßnahmen zur schnelleren Entlassung aus der Nachsorge

Wenn die Dauer der Nachsorge reduziert werden soll, kann dies im Wesentlichen nur durch eine Behandlung des Abfalls geschehen. Um optimale Voraussetzungen hierfür zu schaffen, müssten diese Maßnahmen vor der Ablagerung ergriffen werden. Einige Deponiebetreiber hatten die Entlassung ihrer Deponie bereits während der Ablagerungsphase im Blick und haben zum Teil mit einfachen Behandlungsverfahren, z. B. der Kaminzugrotte, auch vor dem rechtlich gesetzten Ultimatum 31.05.2005 frühzeitig mit einer Behandlung des Abfalls begonnen. Deponiebetreiber, die solche Möglichkeiten nicht nutzten, stehen heute vor dem Problem, diese Behandlung des Abfalls im Deponiekörper nachholen zu wollen. Hiermit ist einerseits ein erheblicher Aufwand verbunden und andererseits kaum ein adäquater Behandlungserfolg zu erwarten, da eine Deponie kein Reaktor ist, in dem Prozesse optimal steuerbar sind.

Maßgeblich für lange Nachsorgezeiträume ist in Ablagerungen von unbehandelten Siedlungsabfällen (Hausmüll) u. a. der hohe Gehalt an biologisch abbaubarer organischer Substanz. Diese führt zu einer hohen organischen Belastung des Sickerwassers, zu Deponiegasbildung und Sackungen des Deponiekörpers. Ziel muss es daher sein, den Deponiekörper in einen Zustand zu überführen, in dem kein weiterer Abbau dieser organischen Substanz stattfindet. Dies kann grundsätzlich auf zwei Wegen erfolgen: Die Milieubedingungen im Deponiekörper werden so verändert, dass

- der Abbau zum Erliegen kommt oder
- der Abbau beschleunigt abläuft.

3.1 Unterbindung der Abbauprozesse

Organische Substanz wird in einem Deponiekörper unter anaeroben Bedingungen abgebaut. Voraussetzung für diese Art des Abbaus ist das Vorhandensein einer ausreichenden Feuchtigkeit des Abfalls (s. Abb. 1).

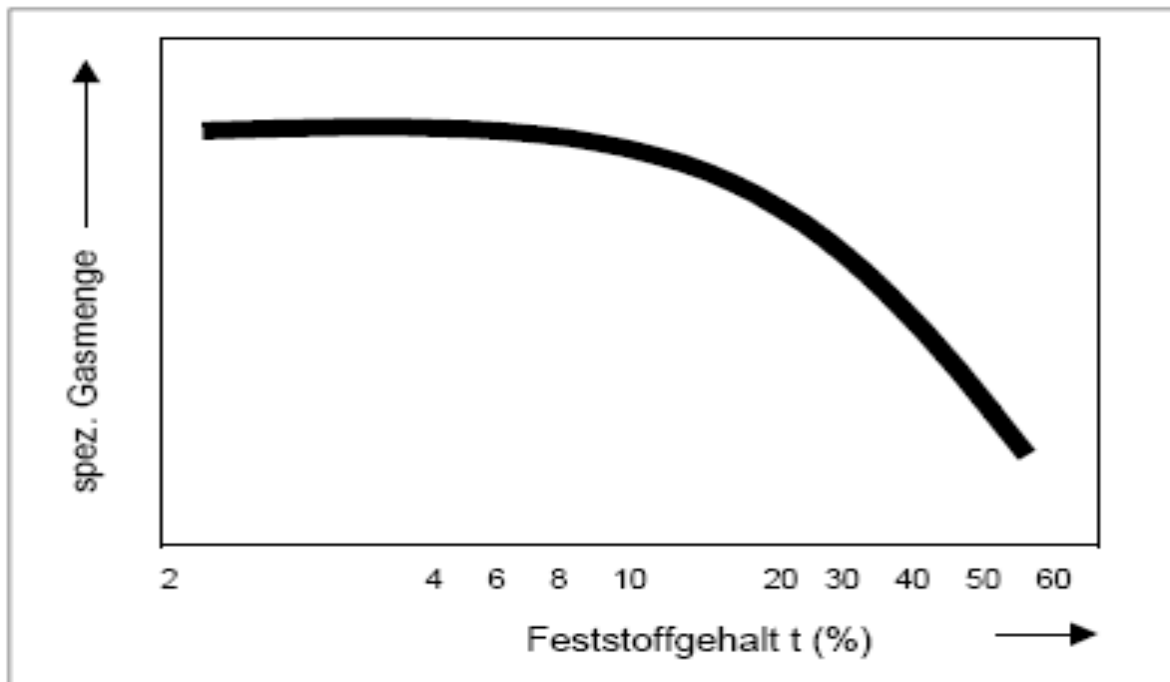


Abb. 1 Einfluss des Feststoffgehaltes auf die spezifische Gasproduktion (Quelle [8])

Durch eine wirksame Oberflächenabdichtung kann der Zutritt von Niederschlagswasser in den Deponiekörper nahezu verhindert werden. Die anaeroben Prozesse laufen dann nur soweit ab, wie ausreichend Feuchtigkeit im Abfall gespeichert ist. Sobald nicht mehr genügend Wasser verfügbar ist, laufen die Abbauprozesse nur noch gehemmt ab bzw. kommen ganz zum Erliegen. Wie lange diese Prozesse dauern, lässt sich nur schwer vorhersagen. Grundsätzlich können die Anforderungen des § 13 (5) an die Entlassung aus der Nachsorge auf diese Weise erreicht werden. Die biologischen Abbauprozesse sind zwar „abgeklungen“, aber nicht „abgeschlossen“. Sie sind nur unterbrochen. Sobald Wasser wieder in den Deponiekörper gelangt, können die Prozesse wieder beginnen. Wenn dies nach der Entlassung der Deponie aus der Nachsorge stattfindet, sind weder eine Gasbehandlungs- noch eine Sickerwasserbehandlungsanlage zur Emissionsminderung verfügbar. In sofern dürften Deponien, in der die biologischen Abbauprozesse, sonstige Umsetzungs- oder Reaktionsvorgänge nicht zu Ende geführt wurden, nicht aus der Nachsorge entlassen werden. Die Unterbindung der Abbauprozesse ist daher keine geeignete Maßnahme, um eine schnelle Entlassung einer Deponie aus der Nachsorge zu erreichen.

3.2 Aufrechterhaltung und Beschleunigung der Abbauprozesse

3.2.1. Anaerobe Abbauprozesse

Um die biologischen Abbauprozesse unter anaeroben Bedingungen aufrecht zu erhalten und ggf. zu beschleunigen, muss für eine ausreichende Feuchtigkeit des Abfalls gesorgt werden. Zunächst ist es nahe liegend, keine Oberflächenabdichtung aufzubringen, sondern über den Niederschlag die Wasserzufuhr sicherzustellen. Hierdurch gelangt aber mehr Wasser in den Deponiekörper als für die biologischen Abbauprozesse benötigt wird. Dies führt zu einer Sickerwasserneubildung, die den Vorgaben des Anhangs 51 der Abwasserverordnung (AbwV) [2], Sickerwasserbildung nach dem Stand der Technik zu minimieren, widerspricht.

Eine andere Möglichkeit ist die Infiltration von Wasser, insbesondere auch deponieeigenes Sickerwasser, in den Deponiekörper unter einer Oberflächenabdichtung. Diese Variante wurde auch entgegen den Vorgaben der TA Siedlungsabfall (TASi) in Niedersachsen bereits 1995 befürwortet (siehe *AbfallwirtschaftsFakten* 1 [5]) und wird gemäß § 14 Absatz 8 DepV seit 2002 unter bestimmten Voraussetzungen ausdrücklich zugelassen. Zu den Voraussetzungen gehören insbesondere:

1. qualifizierte Basisabdichtung,
2. funktionierendes Sickerwasserfassungssystem,
3. funktionierendes aktives Entgasungssystem,
4. Oberflächenabdichtung oder temporäre dichte Abdeckung,
5. relevante Mengen noch abbaubarer organischer Substanz im Deponiekörper,
6. Einrichtungen zur geregelten und kontrollierten Infiltration und zur Kontrolle des Gas- und Wasserhaushalts der Deponie und der Begrenzung der Infiltrationsmengen auf das notwendige Maß,
7. Nachweis der ausreichenden Standsicherheit des Deponiekörpers, auch unter Berücksichtigung der zusätzlichen Wasserzugaben.

Bei der Infiltration unter einer dichten Oberflächenabdeckung wird das Sickerwasser als Prozesswasser im System gehalten. Unter optimalen Bedingungen müsste kein Sickerwasser aus der Deponie ausgeschleust und bis zur Einleitqualität aufwändig behandelt werden.

Die Infiltration kann über Infiltrationseinrichtungen im Bereich der Deponieoberfläche drucklos, z. B. über Rigolen, Dränagen oder Schächte versickernd oder mit Druck über Brunnen bzw. Lanzen vorgenommen werden.

Drucklos infiltrierte Wasser sickert durch einen heterogenen Deponiekörper nicht gleichmäßig, sondern folgt bevorzugten Sickerbahnen. Auf stauenden Schichten können sich wassergesättigte Linsen bilden, andere Bereiche bleiben trotz Bewässerung trocken. Diese ungleichmäßige Wasserverteilung würde sich auch einstellen, wenn eine Oberflächenabdichtung zu einem späteren Zeitpunkt wieder undicht würde. Da die Abbauprozesse entlang der Sickerbahnen aber bereits zum Zeitpunkt der Infiltration weitgehend abgeschlossen wurden, wird danach auch eine schadhafte Oberflächenabdichtung keine neuen Prozesse in Gang setzen.

Über tiefengestaffelte Brunnen lässt sich mit Druck infiltrierte Wasser auch in Bereiche einbringen, die sich mit der drucklosen Infiltration von oben nicht erreichen lassen. Dennoch kann auch in diesem Fall keine vollständige Umsetzung eines heterogen aufgebauten Deponiekörpers erwartet werden.

Infiltrationseinrichtungen müssen bei Verwendung von Sickerwasser robust gegen Verstopfung bzw. regenerierbar gestaltet werden. Um einen ganzjährigen Betrieb zu ermöglichen, müssen Leitungen frostfrei verlegt werden.

Durch die Infiltration kann die Deponiegasbildung erhöht, zumindest aber über längere Zeit auf höherem Niveau gehalten werden. Hierdurch können Gasverwertungsanlagen effektiver genutzt werden. Entsprechend werden Sackungen durch biologische Abbauprozesse schneller eintreten, so dass die endgültige Oberflächenabdichtung frühzeitiger aufgebracht werden kann.

Die Sickerwasserbelastung dürfte sich zeitlich nicht wesentlich anders entwickeln als sie z. B. von KRÜMPELBECK für oberflächlich nicht gedichtete Deponien aufgezeigt wurde. Maßgebend für die Beurteilung der Entlassung einer Deponie aus der Nachsorge dürften danach im Wesentlichen die Parameter CSB, Chlorid, AOX und Stickstoffverbindungen im Sickerwasser sein. Diese Parameter lassen sich nicht bzw. nicht we-

sentlich durch biologische Abbauprozesse beeinflussen. Hierzu müssten mit großen Wassermengen die mobilisierbaren Verbindungen aus der Deponie ausgespült werden. Ohne dieses Ausspülen lassen sich unter der geltenden Rechtslage Nachsorgezeiträume nicht wesentlich verkürzen und können bedingt durch o. g. Parameter deutlich über 100 Jahre liegen.

Im Rahmen der integrierten Deponieverordnung hat das Bundesumweltministerium in seinem Arbeitsentwurf vorgeschlagen, neben einer Konzentrationsbetrachtung auch die Frachten in die Entscheidung über die Entlassung aus der Nachsorge einzubeziehen. Sollte sich dies realisieren lassen, könnten im Zusammenhang mit einer wirksamen Oberflächenabdichtung auch mittels Infiltration Zustände im Deponiekörper erreicht werden, die eine Entlassung von Deponien in überschaubaren Zeiträumen ermöglichen.

Insgesamt ist die Bewässerung des Deponiekörpers unter den in § 13 Absatz 8 DepV genannten Voraussetzungen eine geeignete Möglichkeit, die Gasbildung und die mit dieser Umsetzung verbundenen Sackungen beschleunigt zu Ende zu führen. Eine frühzeitige Entlassung der Deponie aus der Nachsorge wird aber aufgrund der aktuellen Rechtslage in Bezug auf die Konzentrationen einiger Sickerwasserinhaltsstoffe nicht möglich sein. Hierfür bedarf es einer entsprechenden Änderung des bestehenden Rechts.

Nach Abschluss der Infiltration ist die Deponie noch in der anaeroben Phase. Durch eindringenden Sauerstoff kann sie über lange Zeiträume in einen aeroben Zustand gelangen. Diese Milieuänderungen können noch weitere Veränderungen im Abfall hervorrufen.

3.2.2. Aerobe Abbauprozesse

Aerobe Abbauprozesse können schneller als anaerobe und bei höheren Temperaturen als diese ablaufen. Es wird hierbei grundsätzlich Wasser freigesetzt. Dieses wird aber durch die höheren Temperaturen und den erforderlichen Luftwechsel aus dem Deponiekörper ausgetrieben werden. Um zu verhindern, dass der Abfall trockenstabilisiert

wird, muss Luft, die zur Belüftung dem Deponiekörper zugeführt wird, ggf. mit Wasser angereichert werden.

Für die Belüftung von Deponiekörpern stehen verschiedene technische Verfahren zur Verfügung (z. B. AEROflott, SMELL-WELL, 3A-Verfahren, BIOPUSER). Je nach Verfahren wird Luft oder auch Sauerstoff über ein System von Einrichtungen zur kombinierten Be- und Entlüftung (AEROflott und SMELL-WELL), oder zur Belüftung mittel Überdruck (BIOPUSTER) oder Unterdruck (3A-Verfahren) kontinuierlich, intermittierend oder stoßweise in den Deponiekörper eingetragen. Ziel dieser Verfahren ist es, den Deponiekörper zunächst vom anaeroben Milieu in einen aeroben Zustand zu überführen und anschließend den organischen Anteil des Abfalls aerob umzusetzen.

Die Vorteile dieser Verfahren liegen in einer gegenüber dem anaeroben Verfahren beschleunigten Abbaugeschwindigkeit, dem weitgehenden Verzicht auf einen zusätzlichen Wassereintrag in die Deponie und einer Reduzierung der Sickerwasserbelastung. Diese Verfahren eignen sich daher auch für Deponien, die über keine Basisabdichtung mit Sickerwassererfassung oder ein bestehendes funktionierendes, konventionelles Gaserfassungssystem verfügen. Da der wesentliche Massenstrom von Deponieinhaltsstoffen über den Luftpfad ausgetragen wird, sollte die Luft behandelt werden, bevor sie in die Atmosphäre entlassen wird.

Durch die Aerobisierung wird der Deponiekörper in einen biologisch weitgehend stabilen Zustand überführt. Eine vollständige biologische Umsetzung des Abfalls erscheint aufgrund der Heterogenität des Deponiekörpers dennoch nur theoretisch möglich. Es muss davon ausgegangen werden, dass zwar besser als bei der Infiltration, aber nicht alle Teile der Deponie vollständig erreicht werden. Auch ist noch nicht wissenschaftlich belegt, ob nach Einstellung der Aerobisierung die Deponie wieder in einen anaeroben Zustand mit höheren Sickerwasserbelastungen zurückfällt.

Eine Nutzung der im Abfall enthaltenen Energie, die beim anaeroben Verfahren über das Deponiegas gewonnen wird, scheidet bei der Aerobisierung aus. Es erscheint daher durchaus sinnvoll, die Klimarelevanz einer Aerobisierung zu bilanzieren.

3.3 Nachträgliche Verdichtung

Stark unterschiedlicher Abfallhöhen auf kurzer Distanz können erhebliche Setzungsunterschiede des Deponiekörpers hervorrufen und somit die Oberflächenabdichtung schädigen.

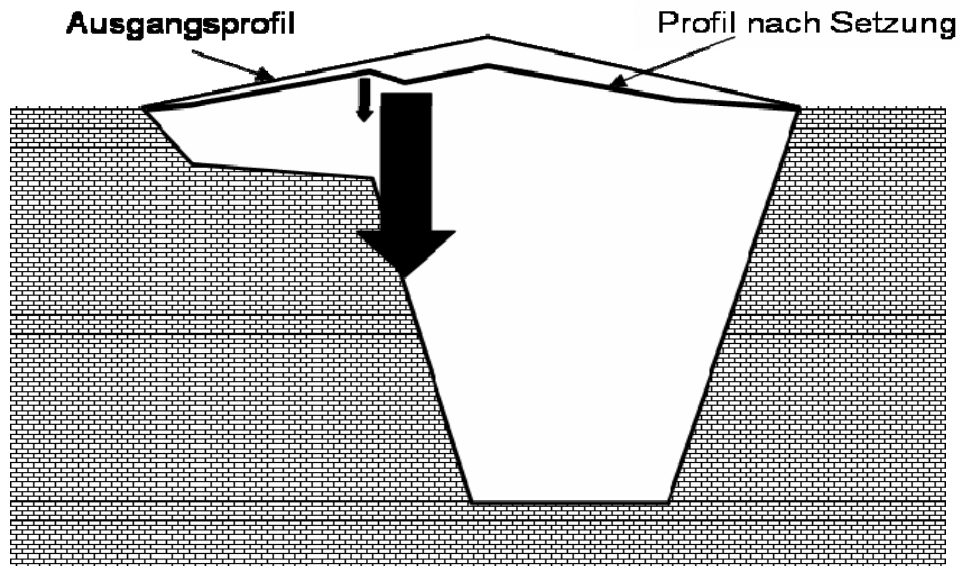


Abb. 2 Setzungsunterschiede aufgrund eines stark gegliederten Deponieauflagers

In solchen Fällen kann durch dynamische Intensivverdichtung in bestimmten Grenzen eine Vergleichmäßigung der Setzungen erreicht und somit das Oberflächenabdichtungssystem vor setzungsbedingten Schäden geschützt werden. Da dieses Verfahren keinen Einfluss auf die biologischen Umsetzungsprozesse und die damit verbundenen Sackungen hat, sollten diese Prozesse zuvor weitgehend abgeschlossen sein.

3.4 Umlagerung

Deponien ohne Basisabdichtung werden auf sehr lange Zeit Schadstoffe in das Grundwasser immittieren, die zumindest eine weitere Beobachtung erforderlich macht und somit einer Entlassung der Deponie aus der Nachsorge vielfach entgegensteht.

Die nachhaltigste Lösung dieses Problems ist die Umlagerung des Abfalls auf einen nach dem Stand der Technik an der Basis gedichteten Deponieabschnitt. Ein solches

Verfahren wurde in Niedersachsen bei verschiedenen Projekten mit Umlagerungsmengen von bis zu 1 Mio. m³ realisiert. Bei der Umlagerung lassen sich bestimmte Abfälle entnehmen, um sie einer höherwertigen Entsorgung zuzuführen oder auch nachträglich zu behandeln, um z. B. ihr biologisch abbaubares Potenzial zu reduzieren. In jedem Fall führt die Umlagerung zu einer besseren Homogenisierung des Deponiekörpers.

4 Gesamtbewertung der Maßnahmen

In Deponien, die noch über ein erhebliches Deponiegaspotenzial verfügen und auch die weiteren Anforderungen des § 14 Absatz 8 DepV erfüllen, kann durch Infiltration von Wasser, vorzugsweise deponieeigenem Sickerwasser, die Gasbildung erhöht bzw. auf hohem Niveau gehalten werden. Die im Deponiegas enthaltene Energie kann genutzt werden. Gleichzeitig werden bei Einsatz höherer Wassermengen mit dem Wasser aber auch andere Deponieinhaltsstoffe (z. B. Salze) ausgetragen.

Sobald das Gaspotenzial nur noch gering ist, oder bei Deponien, die die weiteren Anforderungen des § 14 Absatz 8 DepV nicht erfüllen, bietet die Aerobisierung eine Möglichkeit die Dauer der Nachsorgephase zu reduzieren. Bei vielen Deponien wird sich daher eine Kombination aus Infiltration, solange noch nutzbare Deponiegasmengen gewonnen werden können, und anschließender Aerobisierung anbieten.

Ob alleine durch diese Verfahren die Einleitungsgrenzwerte des Anhangs 51 der AbwV eingehalten werden können, erscheint vor dem Hintergrund, dass auch weitere, durch biologische Prozesse nicht beeinflussbare Parameter existieren, dennoch nicht sicher. Auch ist noch nicht wissenschaftlich belegt, ob nach Einstellung der Aerobisierung die Deponie wieder in einen anaeroben Zustand mit höheren Sickerwasserbelastungen zurückfällt. Nicht nur durch technische Maßnahmen, sondern nur in Verbindung mit der vom BMU vorgeschlagenen Frachtbetrachtung des noch anfallenden Sickerwassers lassen sich überschaubare Nachsorgezeiträume realisieren.

Ob künftig die Einleitung auch nur geringer Mengen von Sickerwasser in das Grundwasser zulässig sein wird, scheint zumindest fraglich, so dass für Deponien ohne Ba-

sisabdichtung in Frage steht, ob diese Anlage überhaupt jemals aus der Nachsorge entlassen werden können.

Der Einsatz einer dynamischen Intensivverdichtung bleibt auf wenige besondere Einzelfälle beschränkt, bei der zum Schutz der Oberflächenabdichtung unterschiedliche Setzungen auf kurzer Distanz ausgeglichen werden müssen.

Die Umlagerung von Abfällen bietet die Möglichkeit, den Deponiekörper zu entfrachten, zu stabilisieren und zu homogenisieren. Aufgrund des großen Aufwandes wird dieses Verfahren jedoch auf Fälle beschränkt bleiben, bei denen aufgrund einer fehlenden Basisabdichtung und ggf. der hydrogeologischen Standortvoraussetzungen eine Entlassung der Deponie aus der Nachsorge nicht in Aussicht gestellt werden kann.

5 Literatur

[1] Bund

Deponieverordnung - Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV) vom 24. Juli 2002 (BGBl. I Nr. 52 Seite 2807), zuletzt geändert am 13. Dezember 2006 durch Artikel 2 der Verordnung zur Änderung der Verordnung (BGBl. I Nr. 59 vom 16.12.2006, S. 2860)

[2] Bund

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), zuletzt geändert am 14. Oktober 2004 durch Berichtigung der Bekanntmachung zur Neufassung der Abwasserverordnung (BGBl. I Nr. 55 vom 27.10.2004 S. 2625)

[3] Bund

TA-Siedlungsabfall - Dritte allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz; Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen vom 14. Mai 1993; Bundesanzeiger Nr. 99a

- [4] Bundesumweltministerium
Arbeitsentwurf einer integrierten Deponieverordnung vom Februar 2007

- [5] BRÄCKER
AbfallwirtschaftsFakten 1: „Empfehlungen zur Rückführung von Sickerwasser in Deponien, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 1995

- [6] STEGMANN ET AL.
„Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge“
Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit- Abfallwirtschaft (UFOPLAN) 204 34

- [7] KRÜMPELBECK
Untersuchungen zum langfristigen Verhalten von Siedlungsabfalldeponien; Bergische Universität Wuppertal, Heft 3, 2000

- [8] BÖHNKE (HRSG.)
„Anaerobtechnik, Handbuch der anaeroben Behandlung von Abwasser und Schlamm“ Springer-Verlag GmbH & Co, 2. Auflage, 2004, ISBN: 3-540-06850-3