

Die systematische Befeuchtung von Deponien als Mittel zur Verkürzung des Nachsorgezeitraums

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Schatz

1. Einführung

Die Betriebsphase einer Deponie endet gemäß § 12 (4) DepV mit der Feststellung des Abschlusses der Stilllegung der Deponie durch die zuständige Behörde. Die anschließende Nachsorgephase ist gemäß § 13 (4) DepV solange durchzuführen, bis die zuständige Behörde feststellt, dass keine Beeinträchtigungen des Gemeinwohls von der Deponie mehr zu erwarten sind, d.h. wenn die Deponie einen Zustand erreicht hat, in dem sie sich selbst überlassen werden kann. In § 36 Abs. 2 KrW-/AbfG und auch in der DepV hat der Gesetzgeber keine konkrete Nachsorgefrist festgelegt. So stellt beispielsweise das Bundesverwaltungsgericht in seiner Entscheidung vom 06.05.97 fest: „Die Anforderungen des Abfallrechtes an Deponien enden nicht mit der Betriebseinstellung. Vielmehr ist die Grundpflicht zur gemeinwohlverträglichen Abfallbeseitigung erst erfüllt, wenn eine ordnungsgemäße Entsorgung auf Dauer gesichert ist. Gerade von stillgelegten Deponie können Langzeitwirkungen ausgehen, etwa durch Sickerwasser und Deponiegase. Deshalb sind in der Regel Langzeitsicherungsmaßnahmen und –kontrollen des Deponieverhaltens erforderlich (vgl. Nr. 9.7.2 der TA Abfall und Nr. 10.7.2 der TA Siedlungsabfall...).“

Die Dauer des jeweiligen Nachsorgezeitraums ist damit grundsätzlich offen. Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz geht zur Zeit von Nachsorgezeiträumen von etwa 30 Jahren aus, letztlich wird das Ende des Nachsorgezeitraums jedoch durch die Feststellung einer nicht mehr zu erwartenden Beeinträchtigung des Gemeinwohls durch die jeweilige Deponie durch die zuständige Behörde festgelegt.

Die Behörde soll dabei gemäß § 13 (5) DepV in ihrer Prüfung die nachstehenden Kriterien zugrunde legen:

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.

Der zu erwartende Nachsorgezeitraum für eine Deponie ist damit in der Regel länger als der eigentliche Betriebszeitraum und führt dementsprechend trotz Wegfall der Aufwendungen für Abfallannahme und –einbau zu erheblichen Nachsorgekosten, die sich im wesentlichen aus den folgenden Kostenbestandteilen zusammensetzen:

- Wartungs- und Unterhaltungsaufwendungen für die technischen Deponieeinrichtungen
- Betriebsaufwendungen für Sickerwasserreinigung und Deponieentgasung

- Aufwendungen für Analysen, Messungen, Jahresberichte etc.

Ziel eines jeden Deponiebetreibers sollte es deshalb sowohl aus Kosten- als auch umweltpolitischen Überlegungen sein, den Nachsorgebetrieb so zu gestalten, dass die Vorgabe einer „gemeinwohlverträglichen Ablagerung auf Dauer“ möglichst frühzeitig erreicht wird und damit die Entlassung aus der Nachsorge erfolgen kann.

Wie dem oben stehenden Kriterienkatalog für die Entlassung aus der Deponienachsorge entnommen werden kann, hängen eine ganze Reihe von Kriterien mit den Stand der biologischen Umsetzungen im Deponiekörper zusammen. Diese Kriterien seien nachfolgend nochmals aufgeführt:

- Biologische Abbauprozesse, sonstige Umsetzungs- oder Reaktionsvorgänge sind weitgehend abgeklungen,
- eine Gasbildung ist soweit zum Erliegen gekommen, dass keine aktive Entgasung erforderlich ist und schädliche Einwirkungen auf die Umgebung durch Gasmigrationen ausgeschlossen werden können,
- Setzungen sind soweit abgeklungen, dass verformungsbedingte Beschädigungen des Oberflächenabdichtungssystems für die Zukunft ausgeschlossen werden können,
- gegebenenfalls anfallendes Sickerwasser kann entsprechend den wasserrechtlichen Vorschriften eingeleitet werden.

Bei den vorstehenden Kriterien handelt es sich um diejenigen Anforderungen an die Deponie, welche die Zeitdauer der Deponienachsorge bestimmen. Je schneller dementsprechend die biologischen und sonstigen Umsetzungen im Deponiekörper ablaufen, desto früher kann eine Entlassung aus der Nachsorge erfolgen.

2. Bioreaktor „Deponiekörper“

Die bis zur heutigen Zeit betriebenen Deponien weisen in der Regel einen erheblichen Anteil an biologisch abbaubaren Inhaltsstoffen auf. Diese Stoffe werden im Deponiekörper hauptsächlich unter anaeroben Verhältnisse im Rahmen chemisch-phy-

sikalischer und mikrobiologischer Prozesse um- und abgebaut. Sichtbares Ergebnis dieser Umsetzungen im Deponiekörper ist die Belastung des Sickerwassers mit Umsetzungsprodukten, das entstehende Deponiegas sowie die Setzungen des Deponiekörpers, die zu einem erheblichen Anteil durch den Stoffaustrag aus dem Deponiekörper über den Sickerwasser- und insbesondere Deponiegaspfad erfolgen.

Ein wesentlicher Einflussparameter für das Ablaufen der vorgenannten Umsetzungen ist das ausreichende Vorhandensein von Wasser. Das Wasser ist dabei in zweierlei Hinsicht erforderlich. Zum einen ist für biologische Umsetzungen ein bestimmter Mindest-Wassergehalt notwendig, ab dem die Umsetzungen erst möglich sind. Zum anderen stellt der Deponiekörper einen Festbettreaktor dar, bei dem der Nährstoffaustausch und Nährstofftransport –als Ersatz für die Durchmischung des „Reaktors“– teilweise von dem durch den Müllkörper hindurch tretenden Wasser übernommen wird.

Solange der Deponiekörper noch nicht nach oben abgedichtet ist, tritt Niederschlagswasser in den Deponiekörper ein, so dass –abhängig von den örtlichen Niederschlagsmengen– eine Wassergehaltserhöhung im Abfall und ein Wasserdurchtritt durch den Deponiekörper vorhanden ist.

Durch das Aufbringen von temporären bzw. endgültigen Oberflächenabdichtungssystemen nach dem Abschluss des Abfalleinbaus wird der Wasserhaushalt des Deponiekörpers erheblich verändert:

- Durch die Reduzierung des Wasserzutritts in den Deponiekörper wird häufig ein für die biologischen Umsetzungen im Abfall günstiger (hoher) Wassergehalt nicht erreicht, da durch frühzeitige Oberflächenabdichtung der Zeitraum für das Erreichen der maximalen Wasserspeicherkapazität des Abfalls nicht ausreicht.
- Die in der Regel nur noch geringe Durchströmung des Müllkörpers führt zu einer erheblichen Einschränkung des Nährstofftransports bzw. der Nährstoffaustauschvorgänge und damit zu einer Reduzierung der biologischen Aktivität.

Im Ergebnis führt die Veränderung des Wassergehalts durch das Aufbringen von weitgehend wasserundurchlässigen Oberflächenabdichtungen zu den nachstehenden Problemen bei der Deponienachsorge:

- Behinderung der biologischen Abbauvorgänge bis hin zur Trockenstabilisierung des Müllkörpers.
- Gefahr, dass biologische Umsetzungen in die Zukunft verlagert werden, wenn die Deponie bereits aus der Nachsorge entlassen wurde (Nachlassen der Dichtwirkung des Oberflächenabdichtungssystems).
- Verlängerung des kostenintensiven Nachsorgezeitraums über die prognostizierten Zeiträume hinaus.

Das anzustrebende Ziel, nämlich das Gefährdungspotential des Deponiekörpers durch die möglichst weitgehende Umsetzung der Deponieinhaltsstoffe während des Nachsorgezeitraums zu minimieren, wird durch die oben stehenden negativen Effekte gefährdet.

Besonders anschaulich lassen sich die oben stehenden negativen Einflüsse von reduziertem Oberflächenwasserzutritt in Deponien durch Oberflächenabdichtungen bei der Deponiegasproduktion feststellen, welche einen besonders guten Gradmesser für die biologischen Umsetzungen im Deponiekörper darstellt. Dort treten häufig die nachfolgenden Effekte durch das Aufbringen von Oberflächenabdichtungen auf:

- Nach dem Aufbringen von Abdichtungen kommt es häufig nach relativ kurzer Zeit zu einem erheblichen Einbruch der Gasproduktion in der Größenordnung von ca. 10 – 30 %. Da sich der Wassergehalt im Müllkörper in solch kurzen Zeiträumen nur unwesentlich ändert, verbleiben als Erklärungsmöglichkeit die stark verringerten Transport- und Austauschvorgänge aufgrund der geringeren Wasserströmung im Müllkörper. Der Effekt ist umso stärker zu gewichten, als durch die Oberflächenabdichtung eigentlich weniger diffuse Gasverluste und damit ein besserer Erfassungsgrad zu erwarten wären.

- Wird die Oberflächenabdichtung relativ schnell nach zügiger Verfüllung des Deponieabschnittes aufgebracht, kommt die Deponiegasproduktion aufgrund des zu geringen Wassergehalts des abgelagerten Abfalls vereinzelt gar nicht erst richtig in Gang. Die schnelle Verfüllung und Abdichtung verhindert die Ausnutzung des erheblichen Wasserspeicherpotentials der Abfälle.
- Abhängig von der Dichtwirkung der Oberflächendichtung muss mittel- bis langfristig mit einem überproportionalen Rückgang der Gasproduktion bis hin zur (partiellen) Trockenstabilisierung gerechnet werden.

Nachdem ein erheblicher Teil des Abbaus von organischer Substanz (Kohlenstoffabbau) im Deponiekörper im Rahmen des anaeroben Abbaus zu Deponiegas erfolgt, führen die vorstehend beschriebenen Effekte zu einer Behinderung der Mineralisierung der Abfälle und damit einer Verzögerung bei der Minimierung des Gefährdungspotentials der Abfälle.

3. Gezielte Infiltration von Deponiesickerwasser

3.1 Allgemeines

Zur Reduzierung der oben beschriebenen negativen Effekte auf die wichtigen biologischen Umsetzungen im Deponiekörper bietet es sich an, gezielt Deponiesickerwasser in den Deponiekörper zurückzuführen und auf diese Weise den Wassergehalt der Abfälle zu erhöhen und den Nährstofftransport im Deponiekörper zu verbessern. Als Nebeneffekt reduziert sich zudem die zu behandelnde Sickerwassermenge, was zu nicht unerheblichen Kosteneinsparungen führen kann.

3.2 Voraussetzungen für die Sickerwasserrückführung

Gemäß § 14 (8) DepV kann die zuständige Behörde für Deponien oder Deponieabschnitte, auf denen Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Klärschlämme und andere Abfälle mit hohen organischen Anteilen abgelagert worden sind, zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse und zur Verbesserung des Langzeitverhaltens der Deponie in der Betriebsphase eine gezielte Befeuchtung des Abfallkör-

pers durch Infiltration von Wasser oder deponieeigenem Sickerwasser zulassen. Die Zustimmung der Behörde kann jedoch nur erfolgen, wenn die nachstehenden Voraussetzungen vorhanden sind und mögliche nachteilige Auswirkungen auf den Deponiekörper und die Umwelt verhindert werden:

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.

Das wesentliche Kriterium „qualifizierte Basisabdichtung“ ist in Bayern dann erfüllt, wenn zumindest eine 2-lagige mineralische Basisabdichtung mit einer Dicke von 60 cm und einem k_f -Wert von 1×10^{-8} m/s vorhanden ist und die Herstellung qualitätsgesichert vorgenommen wurde. Damit ist eine Sickerwasserrückführung bei vielen Deponien zumindest in bestimmten Bauabschnitten möglich.

Die in den DepV vorgenommene Beschränkung auf die Betriebsphase, also bis zum Ende der Stilllegungsphase, erscheint wenig sinnvoll, da gemäß den oben stehenden Voraussetzungen erst nach dem Aufbringen einer Oberflächenabdichtung bzw. einer dichten temporären Abdichtung mit der Sickerwasserrückführung begonnen werden darf (was im Übrigen Sinn macht). Nach Auskunft des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz ist allerdings davon auszugehen, dass dieser Einschränkung entfällt und eine Sickerwasserrückführung über den gesamten Nachsorgezeitraum möglich ist.

3.3 Grundlegende Anforderungen an die Rückführung von Sickerwasser

Entscheidend für den Erfolg der Infiltration ist der zuverlässige flächige Eintrag des Sickerwassers in den Deponiekörper. Hieraus ergeben sich die nachfolgenden Anforderungen an die Infiltrationssysteme:

- einfache, wartungsfreundliche Konstruktion
- gleichmäßige Wasserverteilung
- Regel- und Kontrollierbarkeit der infiltrierten Sickerwassermengen
- Einsatz geeigneter Materialien
- Beachtung des Explosionsschutzes

3.4 Systeme zur Rückführung von Deponiesickerwasser

In der Praxis sind bisher insbesondere die nachfolgenden Infiltrations-Systeme eingesetzt worden:

- Vertikale Infiltrationslanzen
- Horizontale Infiltrationsrigolen mit geschlitzten oder gelochten Dränagerohren (teilw. Rohr-in-Rohr-Systeme)
- Flächige Infiltrationssysteme (z.B. System „Kress“ Deponie Aurach)

Überlegt werden auch Tropfersysteme (ein- und zweischalig), die aus der Bewässerungstechnik bekannt sind.

Nachfolgend werden die Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme beschrieben.

3.4.1 Vertikale Infiltrationslanzen

Vertikale Infiltrationslanzen bestehen aus im unteren Bereich gelochten oder geschlitzten Stahlrohren, die häufig bei bereits abgedichteten Deponien nachträglich eingebaut werden. Es ist darauf zu achten, dass der Infiltrationsbereich ausreichend

tief in den Abfall eingebaut wird, damit genügend Abstand zur gasgängigen Stüttschicht verbleibt. Es besteht sonst die Gefahr, dass das infiltrierte Sickerwasser sich aufstaut und über die gasgängige Stüttschicht abläuft (Kurzschluss möglich).

Vorteile von Infiltrationslanzen:

- Einfacher nachträglicher Einbau bei abgedichteten Deponien
- Gute Regel- und Kontrollierbarkeit
- Gezielter Sickerwassereintrag

Nachteile von Infiltrationslanzen:

- Viele Durchdringungsstellen durch die Oberflächenabdichtung (bei Rückbau Verschluss der Durchdringungsstellen erforderlich)
- Für flächigen Eintrag viele Lanzen erforderlich
- Je nach Ausführung Behinderung bei der Pflege/Nutzung der rekultivierten Deponieoberfläche
- Bei hohem Sickerwassereintrag Gefahr der Ausbildung von Wegsamkeiten
- Eher teuer

Insgesamt handelt es sich bei den vertikalen Infiltrationslanzen um ein bewährtes System, das insbesondere bei bestehenden Abdichtungssystemen geeignet ist.

3.4.2 Horizontale Infiltrationsrigolen

Horizontale Infiltrationsrigolen bestehen aus gelochten oder geschlitzten PEHD-Rohren (teilweise als Rohr-in-Rohr-Systeme), die mit versickerungsfähigem Material umhüllt sind. Sie werden in der Regel im Zuge der Herstellung der Oberflächenabdichtung eingebaut. Um einen Kurzschluss des infiltrierte Sickerwassers zu vermeiden, sollten die Rigolen nicht in die gasgängige Stüttschicht eingebaut werden, sondern in Gräben, die sich unterhalb der gasgängigen Stüttschicht befinden. Weiterhin empfiehlt sich eine Anordnung parallel zu den Höhenlinien ohne oder nur mit gerin-

gem Gefälle, um einen möglichst gleichmäßigen Sickerwasserzutritt in den Deponiekörper zu erhalten. Dies kann noch durch eine geeignete Ausbildung der Rigolensohle verbessert werden (besonders wichtig bei Rigolen mit Gefälle). Von Vorteil ist auch ein zweiseitiger Zugang zur Rigole für Wartungs- und Kontrollzwecke.

Vorteile von horizontalen Infiltrationsrigolen:

- Einfacher kostengünstiger Einbau
- Flächiger Sickerwassereintrag möglich
- Wenige Durchdringungsstellen durch die Oberflächenabdichtung erforderlich

Nachteile von horizontalen Infiltrationsrigolen:

- Schlechte Regel- und Kontrollierbarkeit
- Je nach Konstruktion Probleme bei sehr inhomogenem Abfall (stark schwankende Durchlässigkeit)
- Kurzschlussgefahr

Bei sorgfältiger Konstruktion und Ausführung handelt es sich bei den horizontalen Versickerungsrigolen um ein geeignetes System zur Sickerwasserrückführung.

3.4.3 Flächige Infiltrationssysteme

Flächige Infiltrationssysteme bestehen häufig aus mit kleinen Randdämmen abgegrenzten „Versickerungsfeldern“ ohne oder nur mit geringem Gefälle, die flächig mit versickerungsfähigem Material belegt und in regelmäßigen Abständen mit gelochten PEHD-Rohren versehen sind. Die Sickerwasserzuführung erfolgt über die PHHD-Rohre, wobei (in der Theorie) der gesamte abgegrenzte Bereich mit Sickerwasser geflutet wird. Die Infiltrationsbereiche werden bereits während der Müllschüttung angelegt und wieder mit Müll überschüttet.

Vorteile von flächigen Infiltrationssystemen:

- Flächiger Sickerwassereintrag prinzipiell möglich
- Wenige Durchdringungsstellen durch die Oberflächenabdichtung erforderlich

Nachteile von flächigen Infiltrationssystemen:

- Schlechtere Regel- und Kontrollierbarkeit
- Probleme bei inhomogenem Abfall (stark schwankende Durchlässigkeit)
- Kurzschlussgefahr
- Ggf. Standsicherheitsprobleme

Bei flächigen Infiltrationssystemen liegen bisher nur wenige Erfahrungen vor, grundsätzlich erscheint ihr Einsatz bei geeigneten Randbedingungen jedoch durchaus sinnvoll.

3.4.4 Tropfersysteme

Mit Hilfe von Tropfersystemen aus der Bewässerungstechnik könnte eine sehr gleichmäßige Sickerwasserverteilung erreicht werden, weil diese Systeme weitgehend unabhängig von Höhenunterschieden und Rohrlängen einen sehr gleichmäßigen Sickerwasseraustritt aufweisen. Über Betriebserfahrungen mit Deponiesickerwasser liegen uns allerdings keine Erfahrungen vor.

3.5 Rückführbare Sickerwassermengen

Die rückführbaren Mengen hängen stark von den örtlichen Verhältnissen wie Wassergehalt der eingebauten Abfälle, Höhe der Abfallablagerungen, Qualität der Oberflächenabdichtung und der Ziele der Sickerwasserrückführung ab, so dass generelle Aussagen nicht gemacht werden können.

Im Rahmen eigener Projekte wurden Rückführungsmengen zwischen ca. 200 - 800 l/m² (entsprechend ca. 200 – 800 mm Niederschlag pro m²) Deponieoberfläche verwendet.

Bei Deponien mit einem Kunststoffdichtungselement in der Oberflächenabdichtung kann voraussichtlich die gesamte Sickerwassermenge zurückgeführt und damit auf eine Sickerwasserbehandlungsanlage verzichtet werden.

3.6 Kosten

Die Investitionskostenpanne für Sickerwasserrückführungseinrichtungen liegt nach unserer Erfahrung zwischen etwa 10 €/m² für einfachere (bzw. rechtzeitig geplante) Systeme bis etwa 20 €/m² für aufwendigere (in der Regel flächige) Systeme, kann jedoch teilweise auch noch darüber liegen.

4. Zusammenfassung

Die Entlassung aus der Nachsorge hängt wesentlich von dem Fortschritt der biologischen Umsetzungen im Deponiekörper aus. Ein wesentlicher Einflussparameter für die biologischen Umsetzungen ist das ausreichende Vorhandensein von Wasser. Das Wasser ist dabei in zweierlei Hinsicht erforderlich. Zum einen ist für biologische Umsetzungen ein bestimmter Mindest-Wassergehalt notwendig, ab dem die Umsetzungen erst möglich sind. Zum anderen stellt der Deponiekörper einen Festbettreaktor dar, bei dem der Nährstoffaustausch und Nährstofftransport –als Ersatz für die Durchmischung des „Reaktors“- teilweise von dem durch den Müllkörper hindurch tretenden Wasser übernommen wird.

Zur Minimierung der Sickerwassermenge und von Gasemissionen werden heute frühzeitig temporäre oder endgültige Oberflächenabdichtungen aufgebracht mit der Folge, dass nicht mehr genügend Wasser in den Deponiekörper eindringt.

In solchen Fällen kann die gezielte Rückführung von Sickerwasser einen Beitrag zur Aufrechterhaltung der biologischen Umsetzungen und zur Reduzierung des biologischen Potentials einer Deponie leisten.