

WASSER



ABFALL

■ POSITIONSPAPIERE

des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV)

ÖWAV-Positionspapier

Konzeptionelle Überlegungen zur Entlassung aus der Deponienachsorge

erstellt vom
ÖWAV-Unterausschuss „Deponienachsorge“

Wien, Dezember 2008

An der Erstellung des Positionspapiers haben mitgewirkt:

Als Leiter:

DI Johann FELLNER, Technische Universität Wien

DI Dr. Roman PRANTL, blp GeoServices GmbH DI Dr. Roman Prantl, Wien

Ausschussmitglieder:

Mag. Harald BERGER, Amt der NÖ Landesregierung, St. Pölten

OBR DI Helmut BREZINSCHKEK, MA 29 – Brückenbau und Grundbau, Wien

DI Andreas BUDISCHOWSKY, NUA-Abfallwirtschaft GmbH, Traiskirchen

MR DI Mathilde DANZER, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und
Wasserwirtschaft, Wien

Mag. Dr. Gernot DÖBERL, Umweltbundesamt GmbH, Wien

Dr. Christina DONAT, Universität für Bodenkultur, IFA-Tulln

DI Bernhard FISCHER, Amt der NÖ Landesregierung, St. Pölten

BauOKoär Dr. Annemarie GRAUS-GÖLDNER, Amt der NÖ Landesregierung, Baden

DI Siegfried HAGER, ASPG – Altlastensanierungsprojekte GmbH, Wien

DI Dr. Marion HUBER-HUMER, Universität für Bodenkultur, Wien

DI Peter KERSCH, Technisches Büro für KT und WW DI Peter Kersch, Grünbach am
Schneeberg

DI Christian LETZ, DI Trugina & Partner ZT-GmbH, Laxenburg

DI Kurt MAHRINGER, Amt der OÖ Landesregierung, Linz

DI Josef MITTERWALLNER, Amt der Stmk. Landesregierung, Graz

MR Dr. Franz OBERLEITNER, Wien

DI Dr. Barbara PIPPICH, MA 22 – Umweltschutz, Wien

Dr. Thomas REICHENAUER, Austrian Research Centers GmbH – ARC, Seibersdorf

DI Dr. Karl REISELHUBER, MA 48 – Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark, Wien

DI Christian ROLLAND, MA 22 – Umweltschutz, Wien

DI Walter SCHARF, Ingenieurgemeinschaft Innovative Umwelttechnik GmbH (IUT), Seebenstein

Ing. Alfred SCHEDL, Amt der NÖ Landesregierung, Baden

Dr. Maria TESAR, Umweltbundesamt GmbH, Wien

DI Johann WURMETZBERGER, DI Groissmaier & Partner Ziviltechniker-GmbH, St. Pölten

Für den ÖWAV:

DI Mathias Ottersböck, Referent für den Fachbereich Abfallwirtschaft im ÖWAV, Wien

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort.....	3
2. Basismessprogramm	5
3. Stilllegungsbescheid und Stilllegungsprogramm	8
3.1 Behördenverfahren	8
3.2 Projektsinhalte.....	9
3.3 Bescheidinhalte.....	11
4. Konzeptionelle Überlegungen zur Entlassung aus der Deponienachsorge	15
5. Vorschläge für quantitative Kriterien zur Beendigung der Deponienachsorge	17
5.1 Gasemissionen	17
5.2 Sickerwasseremissionen.....	17
5.3 Verformungsverhalten	20
5.4 Abfallfeststoffbeschaffenheit	20
5.5 Kriterien für die Einzelfallbeurteilung.....	22
6. Forschungsbedarf in Hinblick auf die Deponienachsorge und ihre Beendigung	23
Literatur	24

1. Vorwort

Deponien als Senken für jene Stoffe, die aus ökologischen oder ökonomischen Gründen nicht rezirkulierbar sind, stellen ein zentrales Element einer nachhaltigen Abfallwirtschaft dar. Auch zukünftige Generationen werden trotz effizienter werdender Recyclingtechnologien auf den Gebrauch von Deponien nicht verzichten können. Diese sollten jedoch so konzipiert sein, dass allenfalls auftretende Emissionen ein umweltverträgliches Maß nicht überschreiten. Sämtliche Deponien, die bisher angelegt wurden, bedürfen einer Bewirtschaftung und Kontrolle, die sich zeitlich über das Ende der Einbringung von Abfällen erstreckt, obgleich das seit 1.1.2004 in Kraft befindliche Deponierungsverbot unbehandelter Abfälle zur einer deutlichen Reduktion des Umfangs an erforderlichen Nachsorgemaßnahmen führen wird.

Vereinfacht lassen sich die „Bewirtschaftungsphasen“ einer Deponie folgendermaßen untergliedern:

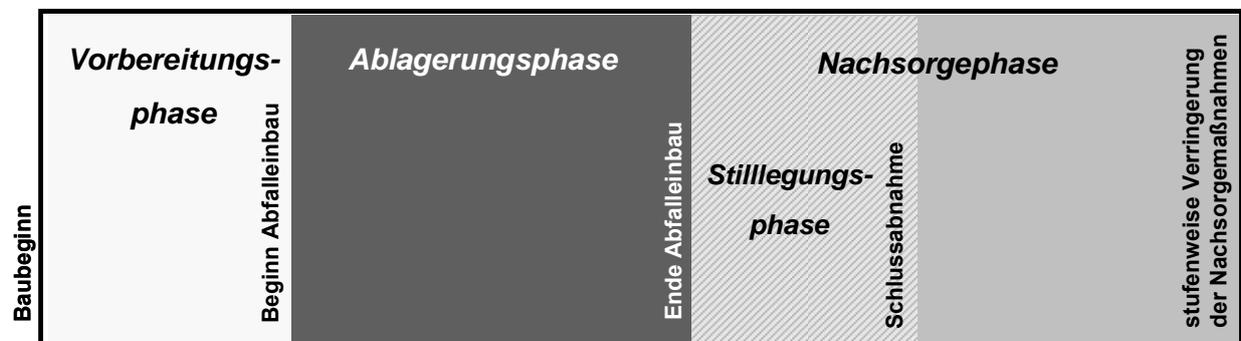


Abbildung 1: Bewirtschaftungsphasen einer Deponie

Dem Ende der Ablagerungsphase folgt die Nachsorgephase. Diese beinhaltet die Stilllegungsphase in der beispielsweise die Oberflächenabdeckung hergestellt wird. Gemäß der Deponieverordnung 2008, § 3 Z 40 ist die Nachsorgephase folgendermaßen definiert:

Nachsorgephase ist der Zeitraum vom Ende der Ablagerungsphase eines Kompartimentes bis zum behördlich festgestellten Ende der Nachsorgephase für dieses Kompartiment; die Dauer der Nachsorgephase richtet sich nach dem Zeitraum, in dem für das Kompartiment noch Nachsorgemaßnahmen erforderlich sind.

Der Deponieinhaber hat während dieses Zeitraums ein Mess- und Überwachungsprogramm (Deponieverordnung 2008, § 37) durchzuführen, im Rahmen dessen folgende Daten zu erheben sind:

1. *Daten über den Wasserhaushalt*
2. *Daten zur Emissions- und Immissionskontrolle*
3. *Daten zur Kontrolle des Deponiekörpers, der deponietechnischen Einrichtungen und der Beweissicherungssysteme einschließlich der Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen*

Weiters hat der Deponieinhaber sicherzustellen (Deponieverordnung 2008, §39), dass erforderliche deponietechnische Einrichtungen und die Beweissicherungssysteme in regelmäßigen Abständen so gewartet, instand gehalten und erforderlichenfalls instand gesetzt werden, dass ihre funktionelle Qualität während der gesamten Nachsorgephase erhalten bleibt.

Die Nachsorgephase endet mit der Feststellung der Behörde, dass für die Deponie keine Nachsorgemaßnahmen mehr erforderlich sind. Allerdings gibt es bis dato keine (quantitativen) Kriterien für die Beurteilung, ob von einer Deponie noch Umweltgefährdungen zu erwarten sind. Das AWG 2002 enthält kein eigenes Verfahren für diese Feststellung, jedoch kann diese im Rahmen eines Verfahrens gemäß § 62, Abs. 6 AWG 2002 getroffen werden.

Vor diesem Hintergrund wurde im Juni 2004 der ÖWAV Unterausschuss „Entlassungskriterien aus der Deponienachsorge“ konstituiert, dessen ursprüngliches Ziel es war folgende Themenschwerpunkte zu beleuchten und entsprechende Empfehlungen auszuarbeiten:

- quantitative Kriterien zur Beendigung der Deponienachsorge, sowie
- rechtliche Aspekte der Deponienachsorge bzw. ihrer Beendigung und damit verbundene wirtschaftliche Fragestellungen

Aufgrund der Komplexität der o.g. Themen sowie dem unzureichenden Wissensstand über das langfristige Verhalten von Deponien und der damit einhergehenden Umweltgefährdungen wurden im Laufe der Tätigkeit des Unterausschusses die Arbeitsziele auf folgende Fragestellungen reduziert:

- Basismessprogramm während der Stilllegungs- und Nachsorgephase als Datengrundlage für die zukünftige Beurteilung der Umweltgefährdung einer Deponie
- Inhalt von Stilllegungsbescheiden bzw. -programmen für Deponien
- Konzeptionelle Überlegungen über die Entlassung aus der Nachsorge
- Vorschläge für quantitative Kriterien zur Beendigung der Deponienachsorge, sowie
- Erhebung und Zusammenfassung des Forschungsbedarfs in Hinblick auf die Beendigung der Deponienachsorge

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Deponien für nicht gefährliche Abfälle. Für Bodenaushub- und Inertabfalldeponien sind die angestellten Überlegungen nur eingeschränkt anwendbar.

2. Basismessprogramm

Zur Beurteilung des Deponieverhaltens und damit der von Deponien ausgehenden Umweltgefährdungen sind folgende Informationen erforderlich:

- zeitlicher Verlauf der Emissionen (Sickerwasser- und Gasmengen, sowie deren Zusammensetzung) und gegebenenfalls Immissionen (Grundwasserqualität),
- Feststoffeigenschaften des deponierten Abfalls zur Bestimmung des zukünftig mobilisierbaren Stoffpotentials, und
- Setzungen und Verformungen des Deponiekörpers

Da sich die Durchführung von Feststoffanalysen abgelagerter Abfälle aus verschiedensten Gründen schwierig gestalten kann (zB repräsentative Probenahme, Durchörterung der Oberflächenabdeckung) sind dazu bisher nur wenig Daten vorhanden. Hingegen sind die Erfassung und Kontrolle der Emissionen (Sickerwasser- und Gaspfad) sowie des Setzungsverhaltens bereits jetzt zwingend vorgeschrieben. Es ist daher nahe liegend diese Daten so zu erfassen, dass eine gezielte Auswertung hinsichtlich des zeitlichen Emissionsverhaltens der Deponie ermöglicht wird. Im Rahmen der Unterausschusstätigkeit ausgewertete Messdaten (Sickerwasseremissionsdaten) von bestehenden Deponien zeigten allerdings, dass die derzeitige „Mess- und Aufzeichnungspraxis“ eine solche Auswertung oft nur sehr eingeschränkt zulässt, da eine standardisierte Vorgehensweise bisher fehlt.

Um bestmögliche Rückschlüsse aus den erhobenen Sickerwasserdaten auf den Zustand der Deponie machen zu können, sind, sofern die baulichen Gegebenheiten es zulassen, folgende Punkte zu beachten:

- Zur Analyse entnommenes Sickerwasser darf ausschließlich aus dem(n) zu charakterisierenden Deponiekompartiment(en) stammen und beinhaltet keine Oberflächenwässer oder sonstige Prozesswässer.
- Die erfasste Sickerwassermenge beinhaltet ebenfalls ausschließlich Sickerwasser aus dem(n) zu charakterisierenden Deponiekompartiment(en).
- Der Probenahmepunkt ist so zu wählen, dass die Aufenthaltszeit des beprobten Sickerwassers in atmosphärischer Umgebung kleiner 1 Stunde ist.

Basierend auf den Vorgaben der Deponieverordnung 2008 und den oben genannten Punkten lässt sich folgendes Mess- und Aufzeichnungsprogramm ableiten:

Tabelle 1: Basismessprogramm – Nachsorgephase

Maßnahmen	Messwert sowie Ort der Messung bzw. Probenahme	Häufigkeit
<p>Sickerwasservolumen / Niederschlag</p>	<p>Neben dem quantitativen Anfall (Sickerwasser- bzw. Niederschlagsmenge in m³ bzw. mm) sind qualitative Angaben über die zeitliche Verteilung des Anfalls erforderlich</p> <ul style="list-style-type: none"> a) gleichmäßig übers Jahr verteilt b) ausgeprägte saisonale Schwankungen c) stark schwankender Sickerwasseranfall innerhalb von Tagen bzw. Wochen <p>wesentlich: es dürfen nur Sickerwässer der Deponie erfasst werden</p>	<p>vierteljährlich ¹⁾</p>
<p>Sickerwasserzusammensetzung ²⁾</p> <p>Parameterumfang gemäß den entsprechenden Abwasseremissionsverordnungen, wobei folgende Parameter in jedem Fall untersucht werden sollten:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Massenabfalldeponie: TOC/CSB, pH-Wert, Leitfähigkeit, Cl, BSB₅, N-Gesamt, NH₄, AOX – Reststoffdeponie: TOC/CSB, pH-Wert, Leitfähigkeit, Cl, SO₄, Schwermetalle (Zn, Pb, Cd, Hg, Cr, Cu) – Baurestmassen- und Inertabfalldeponie: TOC/CSB, pH-Wert, Leitfähigkeit, Cl, SO₄ 	<p>Konzentrationen der Sickerwasserinhaltsstoffe (in zB mg/l) sowie qualitative Angabe über den Sickerwasseranfall zum Zeitpunkt der Probenahme</p> <ul style="list-style-type: none"> a) geringer SIWA-Anfall b) durchschnittlicher SIWA-Anfall c) starker SIWA-Anfall <p>wesentlich: Es dürfen nur Sickerwässer der Deponie erfasst werden, wobei eine Aufenthaltszeit des beprobten Sickerwassers in atmosphärischer Umgebung von einer Stunde nicht überschritten werden sollte</p>	<p>halbjährlich ¹⁾</p>
<p>Grundwasser (GW) – Beweissicherung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Spiegellage – Zusammensetzung ²⁾ 	<p>Mindestumfang: pH-Wert, Leitfähigkeit, Cl, NH₄, SO₄</p>	<p>vierteljährlich ³⁾ jährlich</p>
<p>Deponiegasproduktion und atmosphärischer Druck ⁴⁾</p>	<p>Aktiv erfasste Deponiegasmenge inkl. Zusammensetzung (CH₄, CO₂ und O₂)</p> <p>Die diffus emittierte Gasfracht ist über FID-Begehungen und Haubenmessung zu ermitteln ³⁾</p>	<p>halbjährlich ¹⁾</p> <p>siehe Anhang 3 der Deponieverordnung 2008</p>
<p>Lage-, Höhen- und Formveränderungen des Deponiekörpers ⁵⁾</p>	<p>Es sind festgelegte Punkte auf der Deponieoberfläche bei jeder Setzungsmessung mit aufzunehmen.</p>	<p>jährlich ¹⁾</p>

¹⁾ Ergibt die Auswertung der Daten, dass längere bzw. kürzere Zeitabstände angemessen bzw. erforderlich sind, so können die Messintervalle angepasst werden, wobei das Sickerwasservolumen zumindest einmal jährlich zu erheben ist. Die Leitfähigkeit des Sickerwassers ist ebenso mindestens einmal jährlich zu messen.

²⁾ Die zu untersuchenden Parameter sind in Abhängigkeit der Deponie(unter)klasse und der abgelagerten Abfälle von der Behörde festzulegen, sollten jedoch zumindest die hier angegebenen Parameter enthalten.

³⁾ Ergibt die Auswertung der Daten, dass längere bzw. kürzere Zeitabstände angemessen bzw. erforderlich sind, so können die Messintervalle angepasst werden, wobei der Grundwasserspiegel zumindest halbjährlich zu messen ist.

⁴⁾ Bei Deponien die zur Gaserfassung verpflichtet sind

⁵⁾ Details zur Art der Überprüfung sind im Einzelfall festzulegen.

Tabelle 2: Beispiel für die Dokumentation der erfassten und hochgerechneten Daten

Deponiekompartment	Einheit	Zeitpunkt				
		05/2005	10/2005	07/2006	01/2008	5/2010
Kompartment-A01						
Sickerwasser						
Sickerwassermenge	[m³/a]	2.000		1.800		
Verteilung des Sickerwasseranfalls		ausgeprägte saisonale Schwankungen				
Sickerwasserzusammensetzung						
Sickerwasseranfall zum Probenahmezeitpunkt		mittel	hoch	gering		
pH-Wert	[-]	7,2	7,1	7,2		
Leitfähigkeit	[mS/cm]	9,45	6,26	10,21		
Chlorid	[mg/l]	1.510	1.120	1.620		
CSB	[mg/l]	800	550	850		
NH ₄ -N	[mg/l]	480	320	520		
Grundwasser						
Spiegellage	[müA]	307,5	306,2	306,8		
Grundwasserzusammensetzung						
pH-Wert	[-]	7,4	7,3	7,4		
Leitfähigkeit	[mS/cm]	0,41	0,39	0,43		
Chlorid	[mg/l]	5,9	6,3	5,7		
NH ₄ -N	[mg/l]	<0,01	<0,01	<0,01		
Deponiegas						
Erfasste Deponiegasmenge	[10³ Nm³/a]	2.000		1.700		
Mittlere CH ₄ -Konzentration	[Vol-%]	20%		19%		
Mittlere CO ₂ -Konzentration	[Vol-%]	18%		18%		
Diffus emittierte Methanmenge	[10³ Nm³/a]	300 - 400		250 - 350		
	[kg / (m².a)]	3 - 4		2,5 - 3,5		
Setzungsverhalten						
Messpunkt A-1	[müA]	340,21		340,21		
Messpunkt A-2	[müA]	341,02		341,01		
Messpunkt A-3	[müA]	340,84		340,82		
Messpunkt A-4	[müA]	340,62		340,60		
Messpunkt A-5	[müA]	341,12		341,09		

3. Stilllegungsbescheid und Stilllegungsprogramm

3.1 Behördenverfahren

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die Rechtslage gem. AWG 2002 i.d.F. vom Juli 2007.

Die Stilllegung von Kompartimenten unterliegt grundsätzlich der Anzeigepflicht für ortsfeste Behandlungsanlagen gem. § 37 (4) Z 7 AWG 2002, der Verfahrensablauf folgt den Bestimmungen des § 51 (2) AWG 2002.

Nach Beendigung der Ablagerungsphase des letzten Kompartimentsabschnittes hat der Deponieinhaber die Stilllegung des Kompartimentes einer Deponie anzuzeigen.

Inhaltlich bezieht sich die Anzeige im Wesentlichen auf

- den Umstand, dass ab dem angezeigten Datum die Ablagerungsphase für das Kompartiment beendet ist
- die bautechnischen Maßnahmen zur Stilllegung (temporäre oder endgültige Oberflächenabdeckung)
- die regelmäßig wiederkehrenden Tätigkeiten und Maßnahmen gem. Überwachungsplan

Die Stilllegungsmaßnahmen können mit Einlangen der Anzeige bei der Behörde vorgenommen werden, die Erlassung eines Kenntnissnahmebescheides ist nur auf ausdrücklichen Antrag des Deponieinhabers vorgesehen. Wenn die Maßnahmen in der Anzeige nicht auseichend sind, kann die Behörde die erforderlichen Aufträge erteilen.

Anmerkung:

Ein bestimmter oder spätester Zeitpunkt zur Anzeige der Stilllegungsmaßnahmen ist aus dem Gesetz nicht explizit ablesbar. Die Zeitpunkte zur Anzeige/zur Durchführung von Teilstilllegungen liegen weitgehend im Ermessen des Deponieinhabers bzw. unterliegt ihre Wahl u. a. auch einem wirtschaftlichen Kalkül (Bildung und Auflösung von Rückstellungen). Wesentlich in diesem Zusammenhang ist vor allem die Vermeidung der Beeinträchtigung öffentlicher Interessen.

Handelt es sich um die Anzeige zur Stilllegung des letzten Kompartimentes = Stilllegung der Deponie, so empfiehlt sich eine zügige Abwicklung der Anzeige und der Baumaßnahmen zur Gestaltung einer möglichst kurzen Stilllegungsphase, was wiederum die frühest mögliche Reduzierung der Sicherstellungen für die Stilllegungsmaßnahmen ermöglicht, eine positive behördliche Überprüfung der Stilllegungsmaßnahmen vorausgesetzt.

Diese Umstände, nämlich keine bescheidmäßige Abwicklung der Anzeige und die Möglichkeit zu sofortiger Umsetzung der Stilllegungsmaßnahmen, lässt einen automatischen Rechtsanspruch des Deponieinhabers auf die angezeigten Projektsinhalte nicht ableiten.

Ist das Stilllegungsprojekt mangelhaft, d.h. reichen die angezeigten Maßnahmen zur Wahrung der öffentlichen Interessen gem. § 43 AWG 2002 nicht aus, werden von der Behörde Verbesserungen im Wege eines Auftragsbescheides vorgeschrieben. Das birgt insbesondere bei fortgeschrittenem Ausführungsstadium der Baumaßnahmen das Risiko kostspieliger Sanierungen. Es empfiehlt sich daher, die Projektsinhalte im Vorfeld mit der Behörde und den zuständigen Amtssachverständigen (ASV) abzuklären, insbesondere wenn Abweichungen vom bisherigen einschlägigen Konsens der ursprünglichen Deponiegenehmigung (auf Basis § 39 (2) Z5 AWG 2002) auftreten (was infolge der

Weiterentwicklung der Rechtsvorschriften und der technischen Standards anzunehmen ist), oder zusätzliche, über die reine Stilllegung hinaus gehende Zielsetzungen (zB eine Folgenutzung der Deponieoberfläche) verfolgt werden. Dies kann eine Genehmigungspflicht nach § 37(1) o. (3) AWG 2002 erforderlich machen.

In diesem Zusammenhang ist auch zu beachten, dass eine beabsichtigte Integration von gewerblich genutzten Abfallzwischenlagern auf der Deponieoberflächenabdeckung die gleichzeitige Zuständigkeit der Gewerbebehörde für die technischen Ausstattung der nicht mit der Deponieoberflächenabdeckung in funktionellem Zusammenhang stehenden Bauteile sowie für den Betrieb dieser Anlage auslöst (§ 37 (2) Z5 AWG 2002). Diese Umstände bedürfen im Regelfall einer gesonderten gewerberechtlichen Genehmigung und sind dann nicht vom Anzeigeverfahren gem. AWG 2002 umfasst.

Gemäß § 63 (2) AWG 2002 werden die vollendeten (Teil-) Stilllegungsmaßnahmen von der Behörde in sinngemäßer Anwendung des § 63 (1) AWG 2002 überprüft und wird über das Ergebnis der Überprüfung bescheidmässig abgesprochen. Dazu sind vom Deponieinhaber geeignete Projektunterlagen (Bestandspläne, technischen Beschreibungen, Nachweise, Gutachten etc.) vorzulegen. Im Rahmen dieses Verfahrens können geringfügige Abweichungen nachträglich genehmigt werden.

Anmerkung: *Aus Gründen der Rechtssicherheit und Übersichtlichkeit für Behörde, Deponieaufsicht und Deponieinhaber empfiehlt es sich, am Ende der Stilllegungsphase der Deponie = Ende der Stilllegungsphase des letzten Kompartimentes, die ordnungsgemäße Stilllegung der gesamten Deponie in einem konsolidierten „Stilllegungsbescheid“ zu dokumentieren (Zusammenschau aller Stilllegungsmaßnahmen).*

Der Überwachungsplan sollte für die in der Nachsorgephase regelmäßig wiederkehrenden Tätigkeiten und Maßnahmen in übersichtlicher tabellarischer Form dargestellt werden, erforderlichenfalls ergänzt durch ausformulierte Auflagen.

3.2 Projektsinhalte

Die Inhalte eines Stilllegungsprojektes für die (Teil)Stilllegung von Kompartimenten/Deponien setzen sich aus

- Darstellungen der vorgesehenen Baumaßnahmen zur Oberflächenabdeckung (Oberflächenabdichtung und Rekultivierung) in Form von Lageplänen, Schnitten und Ausführungsdetails
- technischen Beschreibungen der vorgesehenen Auflassungs- und Stilllegungsmaßnahmen
- Nachweisen und Berechnungen

zusammen.

Der Stand der Technik für die Ausführung von temporären und endgültigen Stilllegungsmaßnahmen ist in der Deponieverordnung 2008 definiert und somit Grundlage der Projektsinhalte. Darüber hinaus sind bei der inhaltlichen Projektgestaltung vor allem die Bestimmungen der §§ 39 und 43 AWG 2002 zu beachten.

Inbesondere folgende wesentliche Projektsinhalte sind darzustellen / zu beschreiben:

- Erstellung eines aktuellen Bestandsplanes (genehmigte Deponie, Grundstücke, Mess- und Überwachungseinrichtungen)
- Art und Aufbau der Oberflächenabdichtung und Rekultivierung nach Maßgabe der vorgesehenen Art der Oberflächenabdeckung (temporär oder endgültig)
- Abweichungen der vorgesehenen Ausführung von bereits bewilligten Projektsinhalten (§ 39 (2) Z 5 AWG 2002, vorläufiger Stilllegungsplan im Rahmen der Deponiegenehmigung)
- Abweichungen vom Stand der Technik

Anmerkung: Abweichungen vom Stand der Technik sind für IPPC-Anlagen (Massenabfall-, Reststoff-, Baurestmassen- und Untertagedeponien) nur im Rahmen des in der Deponieverordnung 2008 vorgegebenen Spielraums möglich.

- Nachweis der Einhaltung des quantitativen Konsenses (Volumen/Masse, Lage und Form) der stillzulegenden Kompartimente.
- Verweis auf bescheidmäßig festgestellte Teilüberprüfungsergebnisse der deponietechnischen Ausstattung vorangegangener Behördenverfahren.
- Anbindung der Oberflächendichtung und Rekultivierung an allenfalls bereits bestehende Elemente aus vorangegangenen Teilstilllegungsphasen
- Nachweis ausreichender Sickerwasserspeicherkapazitäten insbesondere bei Ausführung temporärer Oberflächenabdeckungen
- Nachweis der Funktionsfähigkeit der deponietechnischen Einrichtungen zur Sickerwassererfassung, -ableitung und -speicherung der stillzulegenden Kompartimente auf Grundlage aktueller Informationen der Betriebsdokumentation (zB Kanaldichtheitsprüfungen, Kanal-Kamerabefahrung der Sickerwasserdrainagen, Inspektionen der Sickerwasserbecken, Analyseergebnisse der Grundwasserbeweissicherung). Im Fall der Stilllegung von Kompartimenten, in denen Abfällen mit hohen biologisch abbaubaren Anteilen abgelagert wurden, ist sinngemäß Gleiches für die Deponiegaserfassungs-, -ableitungs- und -behandlungssysteme nachzuweisen.
- Art und Aufbau allfälliger Sickerwasserrückführungssysteme unterhalb der Dichtung sowie allfälliger noch zu errichtender Gaserfassungs-, -ableitungs- und -behandlungssysteme für Kompartimente, in denen Abfälle mit hohen biologisch abbaubaren Anteilen abgelagert wurden.
- Darstellung der Qualitätssicherung bei der Herstellung der Oberflächendichtungselemente (Anhang 3 Deponieverordnung 2008)
- Angabe von Qualitätskriterien und Darstellung der Qualitätssicherung beim Einsatz von verwertbaren Abfällen (zB Material aus dem Recycling mineralischer Baurestmassen, Komposte aus der Behandlung von Bioabfall, Klärschlamm oder sonstiger zur Kompostierung zugelassener Abfälle)

Anmerkung: Auf die konsequente Dokumentation der Planung und Ausführung der Stilllegungsmaßnahmen unter dem Blickwinkel möglicher Altlastenbeitragspflichten sollte unbedingt großes Augenmerk gelegt werden. Die Zustimmung der Genehmigungsbehörde zur Ausführung von Baumaßnahmen mit verwertbaren Abfällen unter dem Gesichtspunkt der Wahrung öffentlicher Interessen bedeutet nicht automatisch auch die Ausnahme der Baumaßnahmen von der Altlastenbeitragspflicht (siehe dazu auch § 3 (1a) AISAG, sowie Anlage 1 AISAG).

Gemäß den Bestimmungen der AISAG Novelle 2008 besteht im Rahmen der Ausführung von temporären oder endgültigen Oberflächenabdeckungen nur bei Einhaltung der Bestimmungen der Deponieverordnung 2008 Beitragsfreiheit für diese Baumaßnahmen.

- Darstellung des geplanten Sickerwassermanagements (Entsorgungspfade und Entsorgungsmengen) auf Grundlage der aus dem bisherigen Anlagenbetrieb vorliegenden Daten zum Sickerwasseranfall und zur Sickerwasserqualität
- Darstellung der ausreichend vorhandenen Oberflächenwasserableitungs- und -rückhaltesysteme, auf Basis der ursprünglichen Deponiegenehmigung für den Betriebszeitpunkt der (Teil)Stilllegung. Erforderliche Anpassungen an den Stand der Technik oder an geänderte örtliche Randbedingungen sind auszuweisen.
- Darstellung sonstiger zur Wahrung der öffentlichen Interessen erforderlicher Bau- und Betriebsmaßnahmen.
- Angaben zur Folgenutzung des stillgelegten Deponiekörpers bzw. von Teilbereichen desselben.

Anmerkung: Eine andere, über die reine Rekultivierung/Besämunng hinausgehende Ausführung der Oberflächenabdeckung zu einer spezifischen Nutzung der stillgelegten Deponie kann eine gesonderte Genehmigungspflicht auslösen.

- Angaben zur Kontrolle der Emissionen und der Immissionen und Kontrolle des Deponiekörpers in der Nachsorgephase (gem. Tabelle 3, „Maßnahmen während der Nachsorgephase“ (siehe auch Tabelle 2, Anhang 3, Deponieverordnung 2008))

3.3 Bescheidinhalte

Die Angaben beziehen sich auf inhaltliche Aspekte eines (Teil)Stilllegungsbescheides. Allgemeine Formvorschriften zu Aufbau und Gliederung von Bescheiden bleiben davon unberührt.

Ein (Teil)Stilllegungsbescheid sollte zumindest folgende Inhalte aufweisen:

- Bezeichnung der betroffenen Deponie oder, bei Teilstilllegungen, des/der betroffenen Abschnitte/s durch Angabe ihrer/deren spezifischen Bezeichnung und „Global Location Number“ der Anlage (Anlagen-GLN).
- Bezeichnung der Grundstücksflächen, auf die sich die Bescheidinhalte beziehen durch die Angabe von aktueller/aktuellen Grundstücksnummer/n, Einlagezahl/en und Katastralgemeinde/n.
- Bezeichnung des bescheidgegenständlichen Verfahrens und der angewendeten Rechtsgrundlagen.

- Feststellung der ordnungsgemäßen Ausführung der bisher angezeigten oder behördlich vorgeschriebenen (Teil)Stilllegungsmaßnahmen (§ 63 (2) AWG 2002).
- Vorschreibung der Maßnahmen zur Kontrolle der Emissionen und der Immissionen der Deponie und der Kontrolle des Deponiekörpers in der Nachsorgephase. Es sind dabei
 - die Art und,
 - die Häufigkeit der Maßnahmen und Tätigkeiten
 - die Form der Durchführung gegliedert nach Eigen- oder Fremdüberwachung ergänzt durch Angaben zur erforderlichen Ansprüchen an die Qualifikation der Durchführenden (zB befugte Fachperson/Fachanstalt) sowie
 - die Art der Dokumentation

als „Überwachungsplan“ vorzuschreiben. Aus Gründen der Übersichtlichkeit empfiehlt sich die tabellarische Darstellung dieser Vorschreibungen (gem. Tabelle 3 „Maßnahmen während der Nachsorgephase“ (siehe auch Tabelle 2, Anhang 3, Deponieverordnung 2008)).

- Festlegung des Messprogramms zur Beweissicherung für Sickerwasser, Grundwasser Oberflächenwasser und Deponiegas durch Angabe der zu analysierenden Parameter. In diesem Zusammenhang wird auf die Empfehlungen in Kapitel 2 „Basismessprogramm“ (Tabelle 1) verwiesen.
- Festlegung des Tätigkeitsumfanges der Deponieaufsicht sowie des Überprüfungsintervalls unter Berücksichtigung der Bestimmungen des § 42 Deponieverordnung 2008. In der Nachsorgephase werden für Bodenaushub- und Inertabfalldeponien Überprüfungsintervalle von 12 Monaten, für alle anderen Deponie(unter)klassen Überprüfungsintervalle von zumindest 6 Monaten vorgeschlagen.

Handelt es sich um die Stilllegung der gesamten Deponie, so ist auch die Angabe der Mindestdauer der Tätigkeit der Deponieaufsicht zweckmäßig.

Für Bodenaushubdeponien kann von der Bestellung einer Deponieaufsicht in der Nachsorgephase abgesehen werden, wenn sich der Nachweis der ordnungsgemäß durchgeführten Nachsorge auf eine jährliche Fotodokumentation beschränkt bzw. durch diese erfüllt werden kann.

- Festlegung von Mindestzeiträumen und/oder Kriterien für die Dauer einzelner Nachsorgemaßnahmen bei der Stilllegung der gesamten Deponie.
- Formulierung der grundsätzlichen Zielvorgabe für die Umsetzung der Nachsorgemaßnahmen. Vorschlag dazu:

„Die gesamte Anlage ist im genehmigten Zustand zu erhalten. Alle im Rahmen der Überwachung erkannten Schäden sind umgehend zu beheben. Die Deponieaufsicht ist sowohl von den erkannten Schäden als auch von den vorgenommenen Instandsetzungsmaßnahmen in geeigneter Form (zB Fotos) in Kenntnis zu setzen.“

- Formulierung der Vorgangsweise zur zusammenfassenden Dokumentation der durchgeführten Nachsorgemaßnahmen. Vorschlag dazu:

„Die Nachweise, Ergebnisse von Kontrollen, Fotos, Vermessungspläne, Prüfberichte, Protokolle, Statistiken etc. der Eigen- u. Fremdüberwachung sind in einer für jedes

Kalenderjahr gesondert zu erstellenden „Betriebsdokumentation“ zu sammeln. Die Betriebsdokumentation ist dem Deponieaufsichtsorgan zur Erstellung des Jahresberichtes zeitgerecht zur Verfügung zu stellen und der Behörde als Beilage zum Aufsichtsbericht für das jeweilige Kalenderjahr vorzulegen.“

Geringfügige Abweichungen können nachträglich genehmigt werden

- Festlegung der Höhe der zu leistenden Sicherstellung unter Berücksichtigung der Bestimmungen des § 44 Deponieverordnung 2008 sowie des Anhangs 8. Angabe des der Deponie(unter)klasse entsprechenden Sicherstellungszeitraumes. Festlegung von Bedingungen bei Vorlage kürzerer, nicht dem vollen Sicherstellungszeitraum entsprechender zulässiger Sicherstellungsmittel (zB befristeter Bankgarantiebrief). Angabe eines geeigneten Baukostenindex zur Wertsicherung der Sicherstellung, vorzugsweise des Baukostenindex für den Straßenbau.

Tabelle 3: Überwachungs- und Dokumentationsplan in der Nachsorgephase

Nr.	Betreff	Häufigkeit ¹⁾	Überwachung		Dokumentation
			Eigenüberwachung (EÜ)	Fremdüberwachung (FÜ)	
Probenahmen/Analysen					
1	Sickerwasser - Volumen	2 x a	EÜ durch qual. Personal		Tabelle
2	Sickerwasser (SIWA) - Zusammensetzung	2 x a	FÜ durch Fachanstalt		Messbericht
3	Oberflächenwasser (OW) - Volumen	2 x a	EÜ durch qual. Personal		Tabelle
4	Oberflächenwasser - Zusammensetzung	2 x a	FÜ durch Fachanstalt		Messbericht
5	Grundwasser (GW) - Zusammensetzung	1 x a	FÜ durch Fachanstalt		Messbericht
6	Grundwasserspiegel	4 x a	EÜ durch qual. Personal		Tabelle
7	Deponiegaszusammensetzung CH ₄ , CO ₂ , O ₂	4 x a	EÜ durch qual. Personal		Tabelle
8	Atmosphärischer Druck	4 x a	EÜ durch qual. Personal		Tabelle
Betrieb/Überprüfungen/Wartung/Instandhaltung					
9	Kontrolle der Außenanlagen, Verkehrswege, Umzäunung, sonst. Infrastruktur	1 x a	EÜ durch qual. Personal		Protokoll
10	Funktion maschinelle Ausstattung Wasser/Abwasser	1 x M	EÜ durch qual. Personal		Protokoll
11	Funktion maschinelle Ausstattung Gasbehandlungsanlage (Verdichterstation und Fackel)	1 x M	EÜ durch qual. Personal		Protokoll
12	Funktion Ex-Schutzwarmsysteme Gasbehandlungsanlage	4 x a	FÜ durch Fachanstalt		Messbericht
13	Elektro- und Blitzschutzattest Gasbehandlungsanlage	1 x a	FÜ durch Fachunternehmen		Attest
14	Funktion Gaserfassungssysteme (Gasbrunnen, Regelstellen, Kondensatabscheider etc.)	2 x a	EÜ durch qual. Personal		Protokoll
15	Deponiegasaustritt Oberfläche endgültige Oberflächenabdeckung (FID)	1 x a	FÜ durch Fachanstalt		Messbericht
16	Deponiegasaustritt Oberfläche temporäre Oberflächenabdeckung (FID u. Haubenmessung)	4 x a	FÜ durch Fachanstalt		Messbericht
17	Zustand Oberflächenwassererfassungs- u. Ableitungssysteme	1 x a	EÜ durch qual. Personal		Protokoll
18	SIWA-Entsorgung (Menge und Entsorgungspfad)	nach Bedarf	FÜ durch Fachanstalt		SIWA Bilanz
19	SIWA-Austritt an der Oberfläche	1 x a	EÜ durch qual. Personal		Protokoll
20	SIWA-Leitungen (Sammler) Dichtheit	1 x a	FÜ durch Fachanstalt		Prüfprotokoll
21	SIWA-Leitungen (Sauger) Spülung und Kanal-TV	1 x a	FÜ durch Fachanstalt		DVD/Protokoll
22	SIWA-Leitungen (Sauger) Vermessung	1 x 2a	FÜ durch Fachanstalt		Messbericht
23	SIWA-Becken Dichtheit	1 x a	EÜ durch qual. Personal		Protokoll
24	SIWA-Becken Dichtheit	1 x 5a	FÜ durch Fachunternehmen		Gutachten
25	Kontrolle der Deponieoberfläche / Rekultivierung, Mahd, holzigen Bewuchs entfernen	1 x a	EÜ durch qual. Personal		Protokoll
26	Spülung GW-Sonden	1 x 5a	FÜ durch Fachanstalt		Bestätigung
Statistiken (Jahresgang)					
27	SIWA Jahresbilanz	1 x a	EÜ durch qual. Personal		Tabelle/Graphik
28	GW-Analyseergebnisse gem. Parameterumfang	1 x a	EÜ durch qual. Personal		Tabelle/Graphik
29	SIWA-Analyseergebnisse gem. Parameterumfang	1 x a	EÜ durch qual. Personal		Tabelle/Graphik
30	OW-Analyseergebnisse gem. Parameterumfang	1 x a	EÜ durch qual. Personal		Tabelle/Graphik
Dokumentation					
31	Formänderungen des Deponiekörpers	1 x a	FÜ durch Fachunternehmen		Plan
32	Kontrolle durch Deponieaufsicht	2 x a	FÜ durch ZT		Protokoll
33	Bericht Deponieaufsicht	1 x a	FÜ durch ZT		Bericht

¹⁾ Die angegebenen Häufigkeiten können entsprechend der erhaltenen Ergebnisse angepasst werden (siehe Anhang 3 – Deponieverordnung 2008)

4 Konzeptionelle Überlegungen zur Entlassung aus der Deponienachsorge

Ziel der Deponienachsorge ist die dauerhafte Vermeidung bzw. Minimierung von Beeinträchtigungen der öffentlichen Interessen. Dabei dürfen die finanziellen Belastungen nicht außer Verhältnis zu dem erzielbaren Nutzen stehen.

Je nach Umfang und Intensität der erforderlichen Maßnahmen kann aus Sicht der Autoren die Nachsorge in zwei Phasen (aktive und passive Nachsorge) unterteilt werden. Im Anschluss an die Feststellung der zuständigen Behörde, dass für das Deponiekompartment keine Nachsorgemaßnahmen mehr erforderlich sind, d.h. die Nachsorgephase als beendet gilt, ist ein Monitoring der Immissionen am Standort zu empfehlen (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Phasen der Deponienachsorge inklusive Monitoringphase

	Nachsorgephase		Monitoringphase
	„aktive Nachsorge“	„passive Nachsorge“	
Maßnahmen (in Abhängigkeit von der jeweiligen Deponie(unter)klasse)	Sickerwasserentsorgung (zB über eigene Abwasserreinigungsanlage) aktive Gaserfassung und –entsorgung (eventuell in Kombination mit Methanoxidationsschicht) aktive Stabilisierungsmaßnahmen (Bewässerung, Belüftung) Monitoring der Emissionen und Immissionen	Indirekteinleitung des Sickerwassers passive Gasentsorgung (zB Methanoxidationsschicht) Monitoring der Emissionen und Immissionen	Direkteinleitung oder Versickerung des Sickerwassers vor Ort keine Gasentsorgung erforderlich Monitoring der Immissionen Überwachung der Nutzung bzw. Nutzungsänderungen
Verantwortlich für Durchführung	Deponieinhaber		„öffentliche Hand“

In der Phase der „**aktiven Nachsorge**“ sind eine Sickerwasserentsorgung über die eigene Abwasserreinigungsanlage (oder Indirekteinleitung, wenn möglich) sowie eine aktive Gaserfassung und -entsorgung (sofern erforderlich) zu gewährleisten. Bei Deponiekompartimenten, in denen Abfälle mit hohen biologisch abbaubaren Anteilen abgelagert wurden, sollten zur Intensivierung der biologischen Abbauprozesse aktive Stabilisierungsmaßnahmen wie Bewässerung und/oder Belüftung gesetzt werden. Sowohl die Emissionen als auch die Immissionen sind in dieser Phase zu überwachen.

In der „**passiven Nachsorgephase**“ ist eine Entsorgung des Sickerwassers über Indirekteinleitung denkbar. Allenfalls auftretende Gasemissionen in dieser Phase sollten über mikrobielle Methanoxidation minimiert werden. Ein Monitoring sowohl der Emissionen als auch der Immissionen ist notwendig.

In der **Monitoringphase** erfolgt die Sickerwasserentsorgung durch Direkteinleitung oder Versickerung, die Restgasproduktion ist so gering, dass keine Behandlung mehr erforderlich ist. Die Immissionen sind weiterhin in einem abgeschwächten Umfang zu überwachen.

Die Dauer der „aktiven und passiven Nachsorge“ richtet sich nach dem Zeitraum, in dem für das Kompartiment noch Nachsorgemaßnahmen erforderlich sind. Die Berechnungsvorgaben für die Sicherstellung (Deponieverordnung 2008, Anhang 8) lassen auf einen Mindestzeitraum der Nachsorgephase von 30 Jahren schließen (Ausnahme: Bodenaushub- und Inertabfalldeponien).

Die Gesamtdauer für erforderliche Überwachungsmaßnahmen an Deponien (Summe aus Nachsorgephase und Monitoringphase) ist jedoch insbesondere bei Deponien, in denen Abfälle mit hohen biologisch abbaubaren Anteilen abgelagert wurden, kaum abschätzbar, da gewisse Kontrollen und Beobachtungen noch über sehr lange Zeiträume erforderlich sein können. Eine Nutzungsanpassung (bzw. Überprüfung allfälliger Nutzungsänderungen) an die Restemissionen und andere Einflussfaktoren während der Nachsorgephase ist zwingend erforderlich.

Die Beendigung der „passiven Nachsorge“ und damit der Nachsorgephase im Allgemeinen ist durch Kriterien und Zielwerte festzulegen. Die qualitativen Kriterien sollten vom Gesetzgeber vorgegeben werden. In Anlehnung an den § 13 (5) der deutschen Deponieverordnung könnten folgende Kriterien zur Beendigung der Nachsorge (aktiv und passiv) herangezogen werden:

1. Biologische Prozesse, sonstige Umsetzungs- oder Reaktionsvorgänge sind weitgehend abgeklungen.
2. Die Gasbildung ist soweit zum Erliegen gekommen, dass weder eine aktive Entgasung noch eine passive Entsorgung mehr erforderlich sind 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 funktionsfähigen und stabilen Zustand, der durch die derzeitige und geplante Nutzung nicht beeinträchtigt werden kann.
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.
8. Gegebenenfalls anfallendes Sickerwasser kann entsprechend den wasserrechtlichen Vorschriften in den Vorfluter eingeleitet oder ins Grundwasser versickert werden.
9. Feststoffanalysen des abgelagerten Abfalls zeigen ein geringes Stofffreisetzungspotential

Die Festlegung konkreter Zielwerte (quantitative Kriterien, die aus Sicht der Autoren sowohl Schadstoffkonzentrationen als auch Schadstofffrachten inkludieren sollten) muss schutzgutbezogen und daher einzelfallspezifisch unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten erfolgen.

5. Vorschläge für quantitative Kriterien zur Beendigung der Deponienachsorge

Die im Folgenden von den Autoren angegebenen quantitativen Kriterien zur Beendigung der Deponienachsorge sind als Diskussionsvorschlag zu verstehen und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit (sowohl hinsichtlich des Parameterumfangs als auch bezüglich der betroffenen Schutzgüter; ebenso blieben Standortgegebenheiten inklusive natürlicher Rückhalte- und Abbauprozesse in den angestellten Überlegungen unberücksichtigt).

5.1 Gasemissionen

Die Ableitung eines möglichen Grenzwertes für die „zulässige“ Menge an Methanemissionen aus Deponien zur Beendigung der Nachsorgephase erfolgt anhand der Emissionen natürlicher Analoga. Intakte Torfablagerungen produzieren zwischen 0,1 und 0,2 kg Methan pro m² und Jahr (Aerts & Ludwig, 1997), dies entspricht rund 0,016 bis 0,033 Normliter [NI] CH₄/m².h. Als mögliches quantitatives Kriterium zur Beendigung der Deponienachsorge ist aus Sicht der Autoren daher eine mittlere Methangasemissionsrate von **≤0,05 NI CH₄/m².h bzw. ≤0,3 kg CH₄/m².a** denkbar. Im Vergleich dazu liegen die Emissionen einer frisch geschütteten Hausmülldeponie bei etwa 20 bis 100 kg CH₄/m².a. In der Deponieverordnung 2008 liegen die Anforderungen an die temporäre Oberflächenabdeckung bei 5 kg CH₄/m².a. D.h. der vorgeschlagene „Grenzwert“ liegt im Bereich von 0,3 bis 1 % der anfänglich emittierten Gasmenge bzw. bei 6% des Grenzwertes für temporäre Abdeckungen in der Stilllegungsphase. Bei Erfüllung des o.g. Kriteriums (≤0,3 kg CH₄/m².a) über 10 Jahre wäre gasseitig die Entlassung aus der Nachsorge möglich.

5.2 Sickerwasseremissionen

Derzeit sind in den gesetzlichen Vorgaben für eine Indirekteinleitung bzw. Direkteinleitung der Sickerwässer (Abwasseremissionsverordnung (AEV) Deponiesickerwasser), die in direktem Zusammenhang mit dem Umfang bzw. der Beendigung der Deponienachsorge stehen, lediglich die Sickerwasserkonzentrationen limitiert. Aus Sicht der Autoren sollten diese Regelungen durch frachtbezogene Schadstoffbegrenzungen ergänzt werden. In Abhängigkeit der emittierten Schadstofffracht, des in Folge betroffenen Schutzgutes und dem wirtschaftlich zumutbaren Aufwand, wird eine fallspezifische Adaptierung einzelner Sickerwasserkonzentrationsgrenzwerte (gemäß § 33b Abs. 10 des Wasserrechtsgesetzes) vorgeschlagen.

Primär wird eine Adaptierung der Grenzwerte für folgende Parameter als sinnvoll erachtet:

Tabelle 5: Quantitative Kriterien für die Direkt- und Indirekteinleitung

Parameter	Mögliche Zielwerte für				Direkteinleiter-grenzwert	Indirekteinleiter-grenzwert
	Direkteinleitung		Indirekteinleitung			
	Konz.	Fracht	Konz.	Fracht	AEV Deponiesickerwasser	
	mg/l	kg/ha.a ^{a)}	mg/l	kg/ha.a ^{a)}	mg/l	
CSB	≤50	≤30	≤300	≤170	50	(300)
TOC	≤20	≤11 ^{b)}	≤120	≤70 ^{b)}	20	(120)
NH₄-N	≤10 - 50	≤6 - 30	≤200	≤110	10	200
Cl	≤100	≤60	≤200	≤110	Durch Toxizität begrenzt	

a) Die Emissionsfracht bezieht sich auf eine Deponiegrundfläche von einem Hektar (10.000 m²)

b) $TOC = CSB/2,15$ während der stabilen Methanphase gemäß Ehrig (1989), gewählter Umrechnungsformel $TOC = CSB/2$

Die in Tabelle 5 vorgeschlagenen frachtbezogenen Grenzwerte wurden folgendermaßen abgeleitet (dargestellt am Beispiel von Ammonium):

Es wurde eine Modelldeponie mit einem mittleren Jahresniederschlag am Standort von 1.100 mm und einer Ablagerungsmächtigkeit von 15 m gewählt (siehe Abbildung 2). Die maximal zulässige Sickerwassermenge pro Jahr (gemäß DVO 2008 mit 5% des Jahresniederschlages begrenzt) beträgt für diese Deponie 55 l/m². Unter der Annahme, dass für die Direkteinleitung ein maximaler Ammonium-Stickstoff Konzentrationswert von 50 mg/l bzw. für die Indirekteinleitung ein Maximalwert von 200 mg/l herangezogen werden kann, ergibt sich eine maximal zulässige Stickstoffemissionsfracht von 30 kg/ha.m³.a¹ bzw. 110 kg/ha.a.

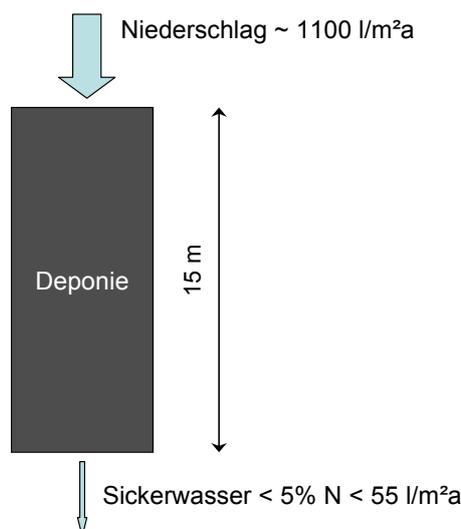


Abbildung 2: gewählte Modelldeponie

¹ Liegt im Bereich der mittleren N-Deposition (etwa 20 kg N/ha.a) aus der Atmosphäre (Schöller et al., 2006)

Aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit der errechneten Sickerwasserfrachten sind in Tabelle 6 die einwohnerspezifischen Emissionsfrachten (inkl. mittlerer Konzentrationen) des kommunalen Abwassers zusammengefasst.

Tabelle 6: Konzentrationen und Emissionsfrachten (bezogen auf einen Einwohner) im kommunalen Abwasser (Fürhacker et al., 1999)

Parameter	Kommunales Abwasser	
	Konz.	Fracht ²
	mg/l	kg/EW.a
CSB³	800	45
TOC³	300	16
NH₄-N	75	4
Cl	100	5,5

Ein Vergleich von Tabelle 5 und Tabelle 6 zeigt, dass gemäß den vorgeschlagenen Frachtbegrenzungen die Sickerwasseremissionsfracht einer Deponie mit einem Verfüllvolumen von 10⁶ m³ (ergibt bei einer mittleren Ablagerungsmächtigkeit von 15 m eine Deponiefläche von 6,7 ha) 75 Einwohnerwerte [EW] an kommunalen Abwasser (im Fall der Direkteinleitung) bzw. 180 EW (im Fall der Indirekteinleitung) nicht übersteigen darf (siehe Tabelle 7). Im Fall der Indirekteinleitung ist NH₄-N der „kritische“ Parameter, d.h. für diesen Sickerwasserinhaltsstoff wird gemessen an Einwohnerwerten die höchste Fracht emittiert (im gegebenen Beispiel 180 EW); während im Fall der Direkteinleitung Chlorid die „höchste“ Emissionsfracht verursacht (im gegebenen Beispiel 75 EW).

Tabelle 7: zulässige Emissionsfrachten im Sickerwasser einer Modelldeponie (Verfüllvolumen: 10⁶ m³, mittl. Ablagerungsmächtigkeit 15 m, Deponiefläche 6,7 ha)

Parameter	Zulässige Sickerwasseremissionsfrachten (gemäß Tabelle 5)			
	Direkteinleitung		Indirekteinleitung	
	kg/a	EW ⁴	kg/a	EW ⁴
CSB³	200	5	1.150	25
TOC³	75	5	470	25
NH₄-N	200	50	750	180
Cl	400	75	750	150

Für eine Deponie mit einem Verfüllvolumen von 100.000 m³ ergibt sich analog eine Emissionsbegrenzung von 7,5 bzw. 18 EW.

Die vorgeschlagenen Grenzwerte sind als möglicher Richtwert zu verstehen und im Einzelfall an die standortspezifischen Gegebenheiten (zB Grundwassernutzungen, Kläranlagenkapazität und -reinigungsleistung) anzupassen.

² Zugrunde liegender Abwasseranfall: 150 l pro Einwohner und Tag

³ Ein Vergleich der organischen Belastung von Deponiesickerwässern mit häuslichem Abwasser anhand der Summenparameter CSB und TOC ist nur sehr eingeschränkt zulässig, da die organischen Verbindungen in beiden Abwässern sehr unterschiedlich sind.

⁴ Jährliche Sickerwasseremissionsfracht ausgedrückt in Einwohnerwerten

5.3 Verformungsverhalten

Kriterien für das Verformungsverhalten von Deponien sind in Hinblick auf die Beendigung der Deponienachsorge aufgrund der Gewährleistung der langfristigen Standsicherheit des Deponiekörpers erforderlich. Die Festlegung allgemein gültiger quantitativer Kriterien ist allerdings aufgrund unterschiedlichster deponie- und standortspezifischen Gegebenheiten nicht zweckmäßig. Aus diesem Grund beschränken sich die folgenden Überlegungen auf die grundsätzliche Vorgangsweise zur Beobachtung des Verformungsverhaltens.

Das Mess- und Überwachungssystem zur Erfassung des Verformungsverhaltens ist in Abhängigkeit der Lage (Geologie) und Art, der Größe und Form des Deponiekörpers (Geotechnik) und abgelagerten Abfällen festzulegen und hat auf das unterschiedliche Verformungsverhalten der Teilsysteme des Deponiekörpers Rücksicht zu nehmen. Vielfach ist eine Kombination von unterschiedlichen Messsystemen zweckmäßig (zB Setzungsmessungen, Inklinometermessungen, Luftbilder, GPS, Kombinationssysteme).

Gemäß der Deponieverordnung 2008 ist das Setzungsverhalten des Deponiekörpers in der Nachsorgephase jährlich zu kontrollieren. Für Reststoff- und Massenabfalldeponien ist jedenfalls **alle 5 Jahre** eine Überprüfung in Form von Messungen vorzunehmen. Anhand tabellarischer und graphischer Ausarbeitungen sind das Verformungsverhalten zu beurteilen und dessen zukünftiger Verlauf abzuschätzen.

5.4 Abfallfeststoffbeschaffenheit

Zur abschließenden Beurteilung noch vorhandener Emissionspotentiale von Deponien, auf denen Abfällen mit hohen biologisch abbaubaren Anteilen abgelagert wurden, gilt es, Informationen über den abgelagerten Abfall einzuholen. Dazu sind der Deponie vor der geplanten Entlassung aus der Nachsorge repräsentative Feststoffproben zu entnehmen und das Eluationsverhalten sowie die biologische Reaktivität des abgelagerten Abfalls zu bestimmen. Aus Sicht der Autoren ist zur Beprobung einer Deponie eine Probenanzahl von 1 Probe / 5.000 m³ abgelagerten Materials erforderlich, wobei diese Angabe als grober Richtwert zu verstehen ist und sich an die jeweiligen Deponiebedingungen (zB Deponievolumen, Deponiemächtigkeit, Art und Herkunft der deponierten Abfälle) zu orientieren hat. Die Anordnung der Probenahmestellen hat, sofern keine besonderen Informationen über die Ablagerungshistorie vorliegen, rasterförmig zu erfolgen. Wesentlich für die Probenahme ist ebenfalls, dass Abfallmaterial aus unterschiedlichen Tiefen der Deponie entnommen wird.

Mögliche Zielwerte für die Beendigung der Nachsorgephase wurden in Anlehnung an die Altlastenbewertung (ÖNORM S 2088-1 „Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser – Tabelle 2, Prüfwert b) sowie den Annahmekriterien für Massenabfalldeponien (Deponieverordnung 2008 – Anhang 1: Zielwerte zur Beendigung der Nachsorge < 1 bis 50% der Grenzwerte für die Eluatgehalte gemäß Annahme an Massenabfalldeponien) abgeleitet. Parallel dazu wurden in Tabelle 8 quantitative Zielkriterien von Stegmann et al. (2006) integriert.

Tabelle 8: Mögliche Zielkriterien für Abfallfeststoffproben (Eluatgehalte) aus Deponien zur Beendigung der Deponienachsorge

Parameter	Einheit	Mögliche Zielbereiche zur Beendigung der Nachsorgephase ¹⁾	Zum Vergleich ÖNORM S2088 - 1 Tabelle 2, Prüfwert b ²⁾
pH-Wert	-	6,0 - 9,0	6 - 11
Leitfähigkeit	µS/cm	≤1.500 – 2.500	2.500
TOC	mg/kg	≤1000 - 1500	100
Phenole	mg/kg	≤1 -10	
Arsen	mg/kg	≤0,5	0,5
Blei	mg/kg	≤0,5 – 5	0,5
Cadmium	mg/kg	≤0,05 - 0,5	0,05
Chrom-gesamt	mg/kg	≤1 – 10	5
Kupfer	mg/kg	≤5	5
Nickel	mg/kg	≤1 – 5	1
Quecksilber	mg/kg	≤0,01 - 0,05	0,01
Zink	mg/kg	≤30	30
Chlorid	mg/kg	≤2000	2000
Fluorid	mg/kg	≤50- 250	50
Ammoniumstickstoff	mg/kg	≤50 - 500	20
Cyanid, gesamt	mg/kg	≤0,5 – 2	0,5
AOX	mg/kg	≤0,3 – 3	0,3
Atmungsaktivität nach 4 Tagen AT ₄	mg O ₂ /g TS	≤1 – 3 ³⁾	
Gasspendensumme im Inkubationsversuch nach 21 Tagen GS ₂₁ oder Gasbildung im Gärtest GB ₂₁	NI/kg TS	≤1 – 5 ³⁾	

¹⁾ modifiziert nach Stegmann et al. (2006)

²⁾ gemäß ÖNORM S2088-1, Prüfwert b für übrige Standorte, an denen aufgrund der hydrologischen, geologischen und hydrogeologischen Standortverhältnisse die Möglichkeit eines Eintrages von Schadstoffen in das Grundwasser deutlich reduziert wird.

³⁾ zum Vergleich: Deponieverordnung 2008, Anhang 1 (AT₄ = 7, GS₂₁ = 20)

5.5 Kriterien für die Einzelfallbeurteilung

Zusätzlich zu den unter Punkt 5.1 bis 5.4 angeführten Parameter sind zur Beurteilung, ob und wann eine Deponie aus der Nachsorge entlassen werden kann, einzelfallspezifische Faktoren zu berücksichtigen. Diese umfassen standortspezifische, deponietechnische und abfallspezifische Aspekte. Die folgende Auflistung versucht – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – einen Überblick über mögliche Beurteilungskriterien zu geben:

Standortspezifische Faktoren:

- Geologische Standortbedingungen (zB Untergrunderbau, Geologische Barriere, natürliche Rückhalte- und Abbauprozesse)
- Hydrogeologische Rahmenbedingungen (zB Grundwassersituation, Wasserwirtschaftliche Bedeutung, Grundwassernutzung)
- Immissionsbetrachtung (Auswirkungen der Restemissionen auf betroffene Schutzgüter)
- Risiko von Naturgefahren am Standort (zB Hochwassergefährdung, Rutschungen)
- Nachnutzungsrelevante Aspekte
- Klimatische Situation (zB Niederschlag, Verdunstung)

(Deponie)technische Faktoren:

- Qualität und langfristige Funktionsfähigkeit der deponietechnischen Ausstattung
- Art des Versagens der Funktionsfähigkeit und damit verbundene negative Umweltauswirkungen
- Bestehende Möglichkeiten zur extensiven Emissionsbehandlung (zB Sickerwasserreinigung in kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen)

Abfallspezifische Faktoren:

- Information über Art, Zusammensetzung und Herkunft der abgelagerten Abfälle
- (Vor)behandlung der Abfälle (zB mechanisch-biologische Vorbehandlung (MBA) vor Deponierung oder In-Situ Belüftung/ Bewässerung)

Bei vielen der oben genannten Aspekte spielt nicht nur die Quantität der Information eine große Rolle, sondern auch ihre Qualität. Das heißt wie zuverlässig sind die Angaben zur Geologie oder Hydrogeologie, aber auch zur deponietechnischen Ausstattung und zur Art und Zusammensetzung der abgelagerten Abfälle.

6. Forschungsbedarf in Hinblick auf die Deponienachsorge und ihre Beendigung

Aus Sicht der Autoren besteht Forschungsbedarf hinsichtlich zweier Punkte:

- mittel- bis langfristiges Emissionsverhalten von Deponien, und
- Effekte von Deponieemissionen auf die Schutzgüter Luft, Wasser und Boden

Konkret ergeben sich daraus folgende Fragestellungen:

1. Welches Maß an Deponieemissionen ist als umweltverträglich bzw. zulässig anzusehen und inwiefern können natürliche Rückhalte- und Abbauprozesse die Schadstoffausbreitung begrenzen?
2. Welche standortbezogenen Kriterien sind für die Entlassung aus der Deponienachsorge erforderlich?
3. Welche Parameter bzw. Untersuchungsmethoden (inkl. Probenahme) sind am besten geeignet um das aktuelle und das zukünftige Emissionspotential zu beschreiben?
4. Welche Methoden sind zur Abschätzung des von Deponien ausgehenden Umweltrisikos (unter Einbeziehung der lokalen Gegebenheiten und von Extremereignissen - zB Hochwasser) geeignet?
5. Auf welches Niveau lässt sich das Emissionspotential von Deponien durch in-situ Behandlungsverfahren (zB Belüftung, Bewässerung) unter ökonomisch vertretbarem Aufwand dauerhaft reduzieren?

Literatur

- Aerts, R. & Ludwig, F. (1997): Water-table changes and nutritional status affect trace gas emissions from laboratory columns of peatland soils. *Soil Biol. Biochem.*, 29, 11/12, 1691-1698.
- Ehrig, H.-J. (1989): Water and Element Balances of Landfills. In: Baccini, P. (Hrsg.): *The Landfill – Reactor and Final Storage. Lecture Notes in Earth Sciences*, 20, Springer, Berlin etc.
- Fürhacker, M. A., Vogel, W.R., Nagy, M., Haberbauer, M., Ruppert, A. (1999): NAMEA–Wasser (National Accounting Matrix including Environmental Accounts – Umwelt-ökonomische Gesamtrechnung), Umweltbundesamt, Monographie, Band 112, Wien.
- Schöllner, G., Oberleitner, C., Fehring, R., Döberl, G. & Brunner, P.H. (2006): Rohstofflager – anthropogene Lager – letzte Senken im Bundesland Steiermark (Projekt RALLES STMK). Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, Technische Universität Wien.
- Stegmann, R., Heyer, K.-U., Hupe, K., Willand, A. (2006): Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Abfallwirtschaft, Förderkennzeichen (UFOPLAN) 204 34 327, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Deutschland.