

# AbfallwirtschaftsFakten 20

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

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

Hildesheim,

Februar 2010

## Deponiestilllegung unter Einbeziehung einer In-situ-Stabilisierung

Bräcker. W.

*Die Abfallwirtschaft unterliegt einer ständigen Weiterentwicklung. Um die Informationen über die Entwicklungen möglichst rasch an die mit Abfallentsorgung befassten Stellen zu bringen, geben das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim - Zentrale Unterstützungsstelle Abfall, Gentechnik und Gerätesicherheit (ZUS AGG) - und das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) je nach Thema in Zusammenarbeit mit weiteren Fachleuten<sup>1</sup>, ein entsprechendes Informationsblatt mit dem Titel "AbfallwirtschaftsFakten" heraus. Die vorliegende Fassung ist die zweite Revision der AbfallwirtschaftsFakten 4 vom Dezember 1997.*

## 1 Einleitung

Für die Oberflächenabdichtung von Deponien der Klasse II sind gemäß Anhang 1 Nr. 2 Deponieverordnung (DepV) [1] grundsätzlich zwei Abdichtungskomponenten erforderlich. Gemäß Fußnote 6 Tabelle 2 Anhang 1 DepV kann eine der beiden Abdichtungskomponenten durch eine Wasserhaushaltsschicht oder durch ein Dichtungskontrollsystem ersetzt werden. Bei Deponien, auf denen Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Klärschlämme oder andere Abfälle mit hohem organischen Anteil abgelagert wurden, wird dies aber an die Bedingung geknüpft, dass der Deponiebetreiber Maßnahmen nach § 25 Abs. 4 zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse und zur Verbesserung des Langzeitverhaltens nachweislich erfolgreich durchführt oder durchgeführt hat. Dieser Prozess wird in der Fachliteratur regelmäßig unter dem Begriff „In-situ-Stabilisierung“ zusammengefasst.

Heyer et al. halten es auch für vertretbar, unter bestimmten Voraussetzungen über die in Fußnote 6 Tabelle 2 Anhang 1 DepV eröffneten Möglichkeiten hinaus, Erleichterungen bei der Oberflächenabdichtung zu gewähren [10]. Hierfür bietet die aktuelle Rechtslage der DepV jedoch keinen Ermessensspielraum. Eine Öffnung in diese Richtung erscheint vor dem Hintergrund des Charakters von Zuordnungswerten und Emissionswerten auf absehbare Zeit auch unwahrscheinlich.

Neben dem möglichen Verzicht auf eine von zwei Abdichtungskomponenten können die in § 25 Abs. 4 genannten Maßnahmen auch maßgeblich zur Verkürzung der Nachsorgedauer und zum Aufwand in der Nachsorgephase beitragen.

Als Maßnahmen kommen grundsätzlich sowohl eine Infiltration von Wasser in den Deponiekörper als auch eine Belüftung des abgelagerten Abfalls in Frage. In jedem Fall müssen die in

§ 25 Abs. 4 DepV genannte Mindestanforderungen erfüllt sein.

Der Begriff der „In-situ-Stabilisierung“ ist somit daran gebunden, dass

- die Maßnahmen biologische Abbauprozesse maßgeblich beschleunigen und
- das Langzeitverhalten der Deponie signifikant verbessert wird sowie
- die Mindestanforderungen des § 25 Abs. 4 DepV erfüllt sind.

Die In-situ-Stabilisierung kann auch auf Deponien zum Einsatz kommen, die aufgrund der Einschränkung des Anwendungsbereichs des § 1 Abs. 3 Nr. 3 zwar nicht der DepV unterliegen, aber zumindest dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, das zur Wahrung einer gemeinwohloverträglichen Abfallbeseitigung auch die Einhaltung des Standes der Technik fordert. Die in der DepV genannten Mindestanforderungen stellen den Stand der Technik dar und können insoweit auch für diese Deponien materiell herangezogen werden.

Aus der Formulierung „nachweislich erfolgreich durchführt“ in Fußnote 6 zur Tabelle 2 in Anhang 1 DepV kann sich für die Behörde das Erfordernis einer Entscheidung aufgrund einer in die Zukunft gerichteten Beurteilung ergeben. Diese kann nur getroffen werden, wenn im Vorfeld zwischen Deponiebetreiber und der zuständigen Behörde zeitliche und fachliche Meilen-



Niedersachsen

<sup>1</sup> in diesem Fall Herr Bräcker und Herr Klos (CDM Consult, Bochum) sowie Herr Prof. Stegmann und Herr Dr. Heyer (IFAS, Hamburg)

steine festgelegt wurden. Die nachfolgenden Erläuterungen und die Abbildung in Anlage 1 sollen als Hilfe zur Festlegung der Meilensteine in den verschiedenen Phasen dienen. Bei sehr großen Deponien können sich die Phasen auch auf einzelne Deponieabschnitte beziehen.

Neben den formalen Gesichtspunkten werden nachfolgend auch einige fachliche Mindestanforderungen an eine In-situ-Stabilisierung genannt.

## **2 Phasen eines Deponieabschlusses unter Einbeziehung der In-situ-Stabilisierung**

### **2.1 Phase 1 (Entscheidung)**

Ob eine In-situ-Stabilisierung durchgeführt wird, welche Verfahren in Frage kommen können und welches Behandlungsziel erreicht werden soll, ist auf der Grundlage der Standortsituation der Deponie zu entscheiden. Hierfür bedarf es insbesondere

- einer eingehenden Bestandsaufnahme der Deponie (u. a. Auswertung der Deponiejahresberichte),
- der Durchführung von Labor- und Feldversuchen,
- einer Bewertung der Voraussetzungen gemäß § 25 Abs. 4, den technischen Möglichkeiten, des Erfordernisses und des Umfangs vorbereitender Maßnahmen und der Wirtschaftlichkeit sowie
- eines Vorschlags zum Verfahren.

Weitere Hinweise zu Erhebung und Voruntersuchung siehe Nr. 3.

Aufgrund der großen rechtlichen und wirtschaftlichen Tragweite der Entscheidungen in dieser Phase sollten diese Untersuchungen und eine darauf basierende Studie in jedem Fall von einem auf dem Gebiet der In-situ-Stabilisierung erfahrenen Institut durchgeführt werden.

Das Ende der Phase 1 kann als zeitlicher Meilenstein vereinbart werden. Bis dahin sollte entschieden sein,

- ob eine In-situ-Stabilisierung durchgeführt wird,
- welche Verfahren zum Einsatz kommen,
- welche vorbereitenden Maßnahmen zu treffen sind und
- welches Behandlungsziel erreicht werden soll.

Erst nach Abschluss der Phase 1 kann die zuständige Behörde über die Möglichkeit der Anwendung der Fußnote 6 Tabelle 2 Anhang 1 DepV und die weiteren Meilensteine entscheiden.

### **2.2 Phase 2 (Vorbereitung)**

Die erforderlichen vorbereitenden Maßnahmen werden in der Phase 2 durchgeführt. Hierzu können je nach Situation insbesondere zählen

- eine Instandsetzung der Sickerwasserfassung,
- eine Optimierung der Gasfassung,
- die Schaffung der technischen Einrichtungen zur Infiltration und / oder Belüftung,
- eine temporäre Oberflächenabdeckung,
  - Bewertung einer ggf. noch vorhandenen Abdeckung (Eignung nach § 25 Abs. 3 DepV und unter Berücksichtigung der geplanten Dauer der Stabilisierung),
  - Ergänzung der vorhandenen Abdeckung oder
  - neue temporäre Abdeckung und
- eine endgültige Abdichtung

Sobald alle vorbereitenden Maßnahmen abgeschlossen sind, ist die Phase 2 beendet. Sie kann als zeitlicher Meilenstein vereinbart werden.

Sofern weitere vorbereitende Maßnahmen im laufenden Stabilisierungsbetrieb geplant sind, kann deren zeitliches Ende in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt festgelegt werden, zu dem die Voraussetzungen für die Durchführung dieser Maßnahmen vorliegen.

### **2.3 Phase 3 (Stabilisierung)**

In der Phase 3 findet die eigentliche Stabilisierung statt. Sie umfasst im Allgemeinen die Inbetriebnahme, den Regelbetrieb und eine Nachkontrolle.

Das Ende einer Infiltration oder Belüftung kann anhand fachlicher Kriterien (Erreichen der Behandlungsziele) festgelegt werden (s. Nr. 5).

### **2.4 Phase 4 (Oberflächenabdichtung und endgültige Stilllegung)**

In der Phase 4 werden die üblichen Maßnahmen der Deponiestilllegung durchgeführt. Diese können neben der Errichtung der Oberflächenabdichtung auch weitere Maßnahmen wie den Rückbau baulicher Einrichtungen umfassen.

Sofern die endgültige Oberflächenabdichtung bereits als vorbereitende Maßnahme aufgebracht wurde, kann es am Ende der Stabilisierung erforderlich sein zu prüfen, ob die Abdichtung die Stabilisierung unbeschadet überstanden hat.

Das Ende der Phase 4 bildet die endgültige Stilllegung der Deponie gemäß § 10 Abs. 2 DepV. Sie kann als zeitlicher Meilenstein festgelegt werden.

## 2.5 Phase 5 (Nachsorge)

Die Phase 5 entspricht der Nachsorgephase, wie sie bei allen Deponien üblich ist.

Das Ende der Nachsorgephase wird fachlich durch die Kriterien von Anhang 5 Nr. 10 DepV vorgegeben. Rechtlich ist es mit der Entscheidung der zuständigen Behörde verbunden, den Abschluss der Nachsorgephase festzustellen.

## 3 Erhebung, Voruntersuchungen

Ob eine In-situ-Stabilisierung sinnvoll und möglich ist, lässt sich anhand der Flussdiagramme in den Anlagen 2 und 3 enthaltenen Fragen ermitteln. Für die Beantwortung dieser Fragen und die Festlegung des Behandlungsziels der In-situ-Stabilisierung stehen folgende Informationsquellen zur Verfügung:

- die Deponiehistorie einschließlich der Dokumentation des Deponieinventars,
- eine Bestandsaufnahme und Untersuchung des Ist-Zustandes einschließlich einer Prüfung der Funktionalität des vorhandenen Entgasungssystems,
- tiefengestaffelte Untersuchungen der Gasbrunnen (optische Untersuchung, Temperatur, Qualität),
- Daten zu Menge und Qualität des gefassten Deponiegases sowie deren zeitliche Entwicklung,
- eine Bestandsaufnahme und Untersuchung des vorhandenen Sickerwasserfassungssystems,
- die Menge und die Konzentrationen des Sickerwassers sowie deren zeitliche Entwicklung,
- Gasabsaug- und Belüftungsversuche sowie
- Untersuchungsergebnisse von Abfallfeststoffproben (Wassergehalt, Organikgehalt, biologische Aktivität).

Als Standardparameter der Gasqualität sind mindestens die Parameter  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , und  $\text{O}_2$  zu untersuchen. Weitere Parameter können deponie- und anlagenspezifisch sinnvoll sein.

Eine repräsentative Beprobung der Abfallzusammensetzung eines Deponiekörpers ist nicht möglich. Es sollten aber zumindest Untersuchungen von Abfallfeststoffproben nach Nr. 5 vorgenommen werden bei denjenigen Proben, die bei ohnehin erforderlichen Eingriffen in den Deponiekörper anfallen (z. B. Errichtung von Gasbrunnen).

Darüber hinaus können grundsätzlich weitere Abfallfeststoffprobenahmen und Untersuchungen vor Beginn einer In-situ-Stabilisierung erforderlich sein, um ausreichend aussagekräftige Ergebnisse zur Beschaffenheit und zum noch vorhandenen Emissionspotenzial der Deponie zu erzielen (s. auch [8], [9], [13] und [15]).

Als Größenordnung eines Organikgehaltes, der eine weitere Prüfung der In-situ-Stabilisierung sinnvoll erscheinen lässt, kann ein Glühverlust von  $> 5$  Masse-% angesehen werden. darüber hinaus ist das biologisch abbaubare Potenzial zu ermitteln.

Bei einem biologisch abbaubaren Potenzial des Abfalls, der eine Atmungsaktivität bestimmt als  $\text{AT}_4$ -Wert von  $> 2,5$   $\text{mg O}_2/\text{gTS}$  und eine Gasbildungsrate bestimmt im Gärtest als  $\text{GB}_{21}$  von  $> 10$   $\text{l/kgTS}$  aufweist, sollte eine In-situ-Stabilisierung geprüft werden. Im Technischen Leitfaden „Innovative Altlastensanierung“ [2] werden als Prüfkriterien ein  $\text{AT}_4$ -Wert von  $> 2,0$   $\text{mg O}_2/\text{gTS}$  und ein  $\text{GB}_{21}$ -Wert von  $> 3$   $\text{l/kgTS}$  genannt

Der Wassergehalt sollte im Abfall bei  $> 25$  % bezogen auf die Trockenmasse liegen, damit die biologischen Abbauprozesse nicht gehemmt ablaufen. Anderenfalls wäre eine Infiltration zur Anhebung des Wassergehaltes erforderlich. Bei Wassergehalten über 40 % der Feuchtmasse (Bereich der maximalen Wasserhaltekapazität) kann es andererseits zu Problemen bei der Belüftung kommen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Abfallfeststoffproben sollten nicht alleiniges Kriterium zur Beurteilung des Langzeitverhaltens sein, sondern ergänzend herangezogen werden. Insofern sind die Entscheidungen anhand der Flussdiagramme in den Anlagen 2 und 3 in einer fundierten fachlichen Gesamtschau zu treffen.

Die Erhebungen und Voruntersuchungen müssen mindestens diejenigen Parameter beinhalten, die als Behandlungsziel festgelegt werden.

Die Bestandsaufnahme und Untersuchung des vorhandenen Sickerwasserfassungssystems muss bei einer geplanten Infiltration hinreichend belegen, dass das anfallende Sickerwasser gefasst wird. Dies kann durch eine qualifizierte Basisabdichtung mit funktionstüchtigem Sickerwasser-Entwässerungssystem oder durch eine andere Möglichkeit der gesicherten Sickerwassererfassung nachgewiesen werden, z. B. einer vertikalen Umschließung der Deponie mittels Dichtwand in Verbindung mit einer Wasserhaltung, die einen nach innen gerichteten Gradienten erzeugt (s. auch **AbfallwirtschaftsFakten** 1.1 [3]).

## 4 Maßnahmen der In-situ-Stabilisierung

Bei Maßnahmen zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse und zur Verbesserung des Langzeitverhaltens im Sinne der Fußnote 6 zur Tabelle 2 des Anhangs 1 der DepV muss es sich um „aktive“ Maßnahmen handeln, die einen reaktiven Vorgang im Deponiekörper auslösen oder signifikant beschleunigen. Entscheidend ist der beschleunigte biologische Abbau der nativ organischen Kohlenstoffverbindungen und der Austrag der Abbauprodukte über den Gas- und Sickerwasserpfad. Der Fokus liegt auf dem Gaspfad, da über

ihn der Austrag um mehrere Größenordnungen höher ist als über den Sickerwasserpfad.

Maßnahmen zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse sind gemäß § 25 Abs. 4 DepV grundsätzlich

- eine gezielte Befeuchtung durch Infiltration,
- eine Belüftung des Abfallkörpers oder
- eine Kombination aus beiden Verfahren.

Um zu Beginn der Stabilisierung das Deponiegas noch größtmöglich zu nutzen und am Ende eine möglichst weitgehende Stabilisierung zu erreichen, wird in der Regel ein zeitlich abgestuftes Vorgehen zweckmäßig sein: eine Intensivierung und Beschleunigung der anaeroben Prozesse in der ersten Phase und der aeroben Prozesse in der zweiten Phase.

Eine Intensivierung / Beschleunigung während der anaeroben Phase kann es erfordern, die Gaserfassung zu steigern, z. B. durch

- Verbesserung der Funktionalität der bestehenden Gasbrunnen und des -ableitungssystems (Verbesserung der Unterdruckfestigkeit),
- Verdichtung des Gasbrunnennetzes und
- Intensivierung der Besaugung der tieferen Deponebereiche.

Die biologischen Abbauprozesse lassen sich letzten Endes nur durch eine Belüftung maßgeblich beschleunigen. Hierbei ist zu beachten, dass die Ablufferfassung und -behandlung in der DepV einen hohen Stellenwert besitzt.

In Deutschland liegen im Rahmen der In-Situ-Stabilisierung Erfahrungen mit der Niederdruckbelüftung und der Saugbelüftung vor.

## 5 Behandlungsziel

Einen Vorschlag für die Festlegung des Behandlungsziels sollte bereits die Studie zur In-situ-Stabilisierung (s. Phase 1) beinhalten. Bei einem zeitlich abgestuften Vorgehen (zunächst Infiltration für die Dauer der Gasnutzung und anschließende Belüftung) müssen Behandlungsziele für das jeweilige Verfahren festgelegt werden.

Parameter eines Behandlungsziels sollten sein:

- Restmethanemissionen
  - flächenbezogen [ $\text{m}^3\text{CH}_4/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ]
  - Summe des Gesamtstandortes [ $\text{m}^3\text{CH}_4/\text{h}$ ]
- Sickerwasserzusammensetzung
  - CSB
  - DOC
  - Ammonium
  - Gesamtstickstoff

Ergänzend können insbesondere bei Deponien ohne Sickerwasserfassung Ergebnisse von Feststoff- und

Eluatuntersuchungen von Abfallproben als Behandlungsziel definiert werden wie

- $\text{AT}_4$
- $\text{GB}_{21}$
- TOC
- CSB
- DOC
- Ammonium
- Gesamtstickstoff

Das Behandlungsziel ist am Ende der Phase 1 standortbezogen festzulegen.

Während der laufenden Stabilisierung kann aufgrund der Ergebnisse des laufenden Monitorings (s. Nr. 6) eine Anpassung des Behandlungsziels erforderlich werden. Es sollte daher bereits in Phase 1 abgestimmt werden, unter welchen Voraussetzungen und wie eine solche Anpassung vorgenommen wird. Eine Anpassung des Behandlungsziels bedarf der Zustimmung der zuständigen Behörde.

## 6 Monitoring

Die Anforderungen an das Monitoring während der Stabilisierung ergeben sich aus § 25 Abs. 4 Ziffer 3 DepV. Danach sind der Wasserhaushalt, der Gashaushalt, die Temperaturentwicklung und die Setzungen des Deponiekörpers zu kontrollieren. Daneben laufen die obligatorischen Messungen und Kontrollen nach Anhang 5 DepV. Die im Rahmen des Monitorings für die Stabilisierung gewonnenen Daten sind auszuwerten und mindestens jährlich dahingehend zu bewerten, ob das Ende der Stabilisierung erreicht ist. Die Daten, deren Auswertung und Bewertung müssen Bestandteil der Deponiejahresberichte sein.

## 7 Kriterien zur Beendigung und zum Nachweis einer erfolgreichen In-situ-Stabilisierung

Deponien, auf denen Deponiegas anfällt, sollten mindestens so lange in der anaeroben Phase gehalten werden, wie eine wirtschaftliche Deponiegasnutzung möglich ist. Dies entspricht zum Beispiel bei einer Nutzung über Blockheizkraftwerke einer fassbaren Deponiegasmenge von rd.  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  mit einem Methangehalt von 40 Vol.-%. Die nicht mehr gegebene wirtschaftliche Nutzung des Deponiegases stellt das Kriterium für die Beendigung einer anaeroben Phase der In-situ-Stabilisierung dar, wenn nachfolgend eine aerobe In-situ-Stabilisierung geplant ist. In Abhängigkeit der Verhältnisse in verschiedenen Deponieabschnitten können beide Betriebsweisen auch parallel zur Anwendung gelangen. Damit können Verstromungserlöse in jüngeren ertragreicheren Abschnitten zur Kostendeckung der

aeroben Stabilisierung in älteren ertragärmeren Abschnitten eingesetzt werden.

In der Praxis hat es sich bewährt, die Belüftung am Ende der Maßnahme über einige Wochen abzustellen, danach die Belüftung wieder anzufahren und dann die Zusammensetzung der Abluft, insbesondere den Volumenstrom und die Menge des Methans zu beobachten.

Die In-situ-Stabilisierung kann insgesamt beendet werden, wenn das standortbezogen festgelegte Behandlungsziel nachweislich erreicht ist. Grundlagen hierfür bilden

- die Entwicklung des Austrags des biologisch umsetzbaren Kohlenstoffs,
- die Entwicklung der Deponiegasmenge und -qualität,
- der Temperaturverlauf im Deponiekörper,
- der Setzungsverlauf der Deponieoberfläche und
- ggf. die Entwicklung der Sickerwassermenge und -qualität.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Abfallfeststoffproben können für die Beurteilung ergänzend herangezogen werden. Die Atmungsaktivität und die Gasbildung sollten die in Nr. 3 genannten Werte einhalten bzw. unterschreiten.

Weitere Hinweise zu Nachweismöglichkeiten des Erfolgs einer aeroben In-situ-Stabilisierung geben Bröcker in [7] und Heyer et al. in [10].

## 8 Literatur

- [1] Deponieverordnung  
Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV); Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 (BGBl I Nr. 22 vom 29. April 2009 S. 900)
- [2] ÖSTERREICHISCHER VEREIN FÜR  
ALTLASTENMANAGEMENT  
Innovative Altlastensanierung – technischer Leitfaden INTERLAND; März 2006; Internet: [www.altlastenmanagement.at](http://www.altlastenmanagement.at)
- [3] BRÄCKER, W.  
AbfallwirtschaftsFakten 1.1: „Empfehlungen zur Rückführung von Sickerwasser in Deponien, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 2000
- [4] BRÖCKER, C.  
Beschleunigung von biologischen Abbauprozessen und Erhöhung der Methanausbeute am Beispiel der Deponie Alsdorf-Warden, Internationale Bio- und Deponiegasfachtagung, Veranstalter DAS – IB GmbH, Weimar am 28.04.2009, S. 79 - 92, Hrsg. DAS-IB GmbH.

- [5] BRÖCKER, C.  
Praxiserfahrungen bei in situ Stabilisierungsmaßnahmen bei Anwendung des DEPO+ Verfahrens, 3. Praxistagung Deponie 2008 - Zwischenlager - Deponien - Nachsorge, Tagungsband, 2. und 3. Dezember 2008, S. 239 - 251, Hrsg. Matthias Kühle-Weidemeier im Culliver Verlag.
- [6] BRÖCKER, C.  
Increasing the energy efficiency and improvement of long-term behaviour of municipal waste landfills by the application of the DEPO+ process, Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften von 2009, Heft 64 ISEG 2009 10th International Symposium on Environmental Geotechnology and Sustainable Development, September 7th – 11th 2009 Bochum, Germany, S. 30 - 37, Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Geowissenschaften e.V. (DGG)
- [7] BRÖCKER, C.  
Maßnahmen zur Verbesserung des Langzeitverhaltens und deren Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit im Rahmen der Stilllegung und Nachsorge – Kriterien, Zielvorgaben und Umsetzung, Seminar „Deponien stilllegen“ Vortragsveranstaltung des VKS im VKU, Dr. Obladen und Partner am 19.05.2010 in Berlin, (in Vorbereitung)
- [8] EHRIG, H.-J. (Wissenschaftlicher Leiter)  
Verbundvorhaben Deponiekörper, Tagungsband zum 2. Statusseminar am 4. und 5. Februar 1997 in Wuppertal, Herausgeber Umweltbundesamt, Projektträger Abfallwirtschaft und Altlastensanierung (PTAWAS)
- [9] HEYER, K.-U.  
Emissionsreduzierung in der Deponienachsorge. Hamburger Berichte Band 21, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart, 2003.
- [10] HEYER, K.-U., HUPE, K. RITZKOWSKI, M., STEGMANN, R.  
Nachweismöglichkeiten zur erfolgreichen Verbesserung des Langzeitverhaltens von Deponien durch die aerobe in situ Stabilisierung; Müll und Abfall, Heft 1/2010.
- [11] KANITZ, J., FORSTING J  
Innovative Deponie-Entgasungskonzepte – energetische Nutzung und Aerobisierung, 15. Nürnberger Deponieseminar, LGA-Grundbauinstitut, Nürnberg, Hrsg. Dr. U. Henken-Mellies S. 131 – 146, Eigenverlag LGA.
- [12] KANITZ, J., PAULUWEIT N.  
Ergebnisse der laufenden Gasbrunnensanierung auf der Deponie Wernsdorf der Berliner Stadtreinigungsbetriebe, 3. Leipziger Deponiefachtagung

- [13] RITZKOWSKI, M., STEGMANN, R.  
Ergebnisse des Monitoringprogramms und der wissenschaftlichen Begleitung im BMBF-Verbundvorhaben „Beschleunigte aerobe in situ Stabilisierung der Altdeponie Kuhstedt zur Minderung des Kosten- und Nachsorgeaufwandes“, Abschlussbericht, 2008.
- [14] STEGMANN, R., HEYER, K.-U., HUPE, K., WILLAND, A.  
„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, 2006.
- [15] WIRTZ, A., KABBE, G., ROOS, H.-J., FORGE, F., DOHMANN, M.  
Emissionsverhalten umweltrelevanter Schadstoffe in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Abfalls und der Standzeit der Deponien, Abschlußbericht zum BMBF-Verbundvorhaben „Deponiekörper“, Teilvorhaben 3, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Projektträger PTAWAS (Umweltbundesamt Berlin), unveröffentlicht

Herausgeber:

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

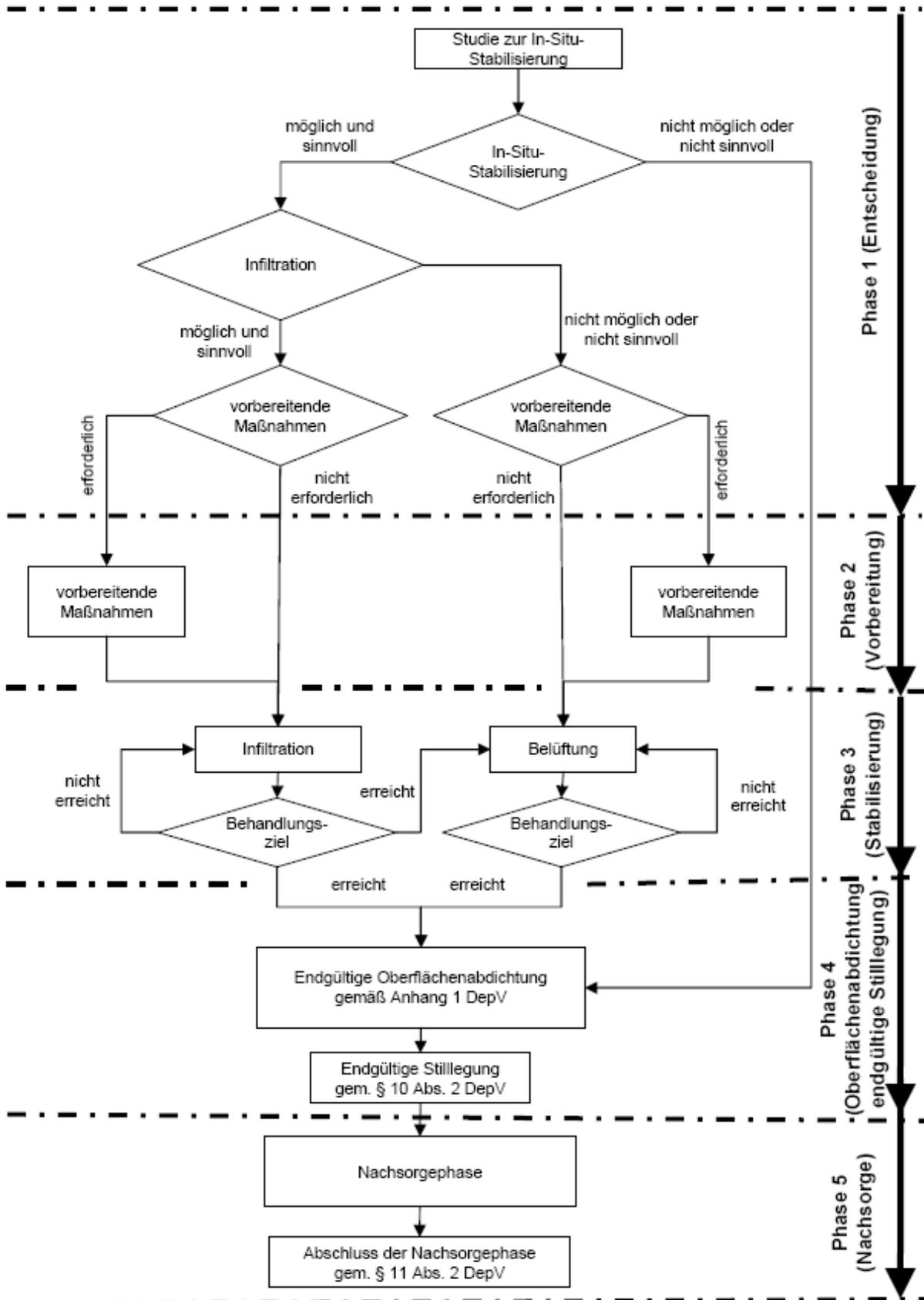
**Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG)**  
Stilleweg 2, 30655 Hannover

Bezug:  
**über Internet:**  
[www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de](http://www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de)

Die „**AbfallwirtschaftsFakten**“ erscheinen unregelmäßig.  
Diese Schrift darf nicht verkauft werden;  
Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers.

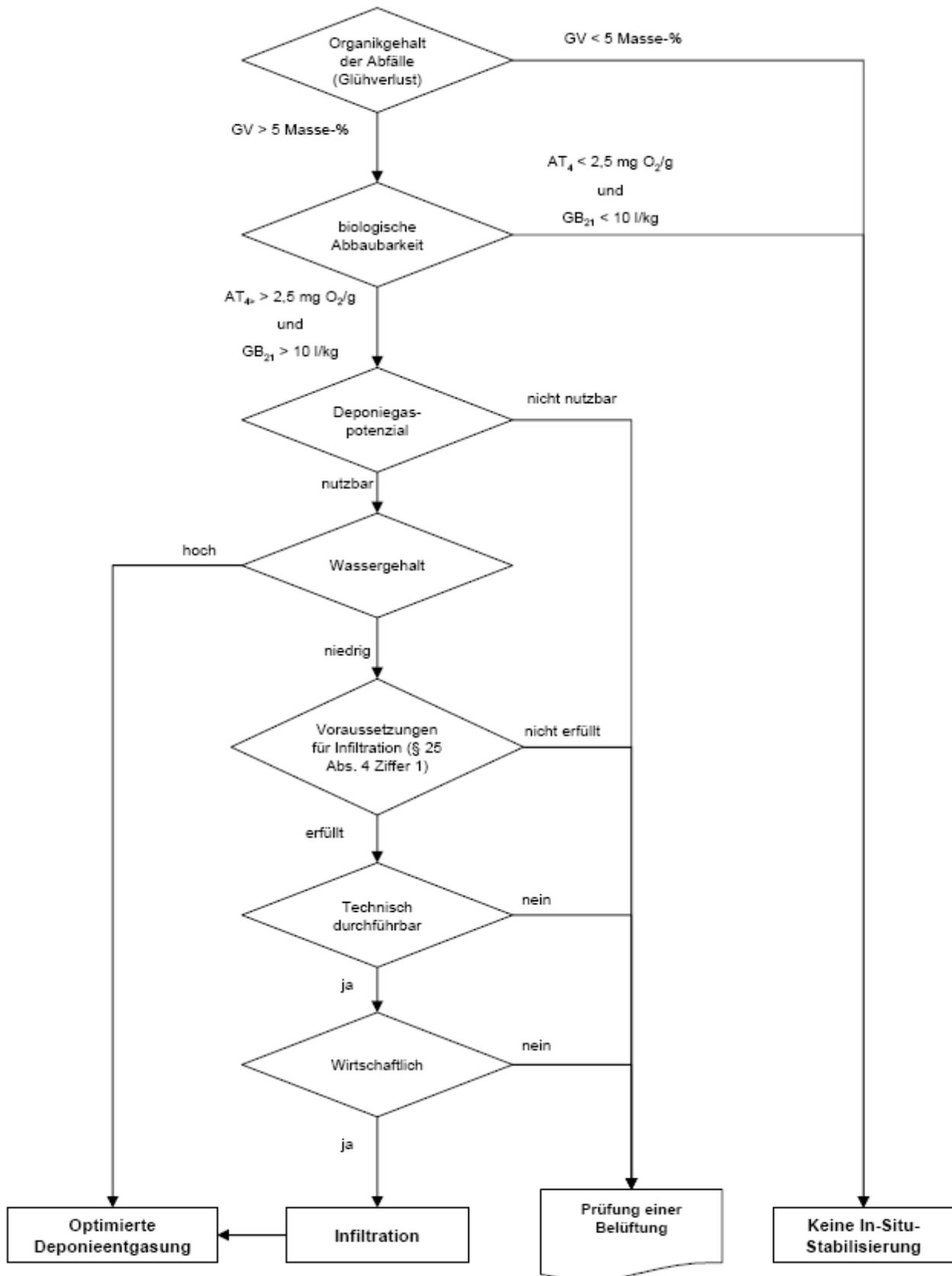
Anschrift des Verfassers  
Dipl.-Ing. Wolfgang Bräcker (ZUS AGG)  
Anschrift s. o.

Anlage 1: Phasen eines Deponieabschlusses unter Einbeziehung der In-situ-Stabilisierung



(Diese Abbildung ist ausschließlich im Zusammenhang mit dem erläuternden Text zu verwenden!)

Anlage 2: Flussdiagramm Infiltration



Anlage 3: Flussdiagramm Belüftung

