



Dokumentation der Fachtagung 16. Oktober 2001

Deponien im Wandel der aktuellen Gesetzgebung

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 - 0
Fax: (0821) 90 71 - 55 56

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU).

Inhaltsverzeichnis

Deponien im Wandel der Gesetzgebung	2
Bernd Kussinger, StMLU	
Auswirkungen rechtlicher Neuregelungen auf bayerische Deponien und die Entsorgungssicherheit	13
Christian Daehn, LfU	
Neue rechtliche Vorgaben für den Deponiebetrieb – Teil 1	20
Karl Drexler, Rainer Schultheiß, LfU	
Neue rechtliche Vorgaben für den Deponiebetrieb – Teil 2	33
Dr. Wolfgang Güntner, LfU	
Deponienachbarschaften	29
Reiner Schultheiß, LfU	
Bewirtschaftung einer Deponie in der Nachsorgephase	34
Dieter Kress, Landratsamt Ansbach	
Deponieforschung in Bayern – aktuelle Vorhaben	47
Walter Kindsmüller, LfU	
Auswirkungen bayerischer Forschung zum Wasserhaushalt auf Kosteneinsparung beim Deponieabschluss	49
Werner Bauer, Stefan Meisinger, ia GmbH	
Kriterien für die Beendigung der Nachsorge von Deponien nach TA - Siedlungsabfall	58
Dr. Ing. Klemens Finsterwalder, Finsterwalder Umwelttechnik GmbH & Co.KG	
Überwachung von Kontrolldränagen in Basisabdichtungen von Deponien	78
Petra Pöttsch, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft	
Referenten	81

Deponien im Wandel der Gesetzgebung

Bernd Kussinger, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen



Gliederung des Vortrags

1. **Deponiespezifische Regelungen**
2. **Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen**
Inhalt
3. **Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV)**
 - 3.1 Wesentliche Regelungen
 - 3.1.1 Fristenregelung
 - 3.1.2 Regelung zu Bauschuttdeponien
 - 3.2 Umsetzung der AbfAbIV
4. **Entwurf Deponieverordnung (DepV)**
 - 4.1 Sachstand
 - 4.2 Klassifizierung
 - 4.3 Wesentlicher Inhalt
 - 4.4 Neuerungen

08.10.2001
Abteilung Abfallwirtschaft, 85b



Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen



Deponiespezifische Regelungen

Überblick

1. **Technische Anleitung Abfall**
12. März 1991
2. **Technische Anleitung Siedlungsabfall**
14. Mai 1993
3. **Merkblatt Bauschuttdeponien**
01. Dezember 1994
4. **Richtlinie des Rates über Abfalldeponien**
16. Juli 1999
5. **Abfallablagerungsverordnung**
01. März 2001
6. **Entwurf Deponieverordnung**
04. September 2001

05.10.2001
Abteilung Abfallwirtschaft, 85b



Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

- Technische Anleitungen Abfall und Siedlungsabfall sind Verwaltungsvorschriften des Bundes, die jetzt im Rahmen der Umsetzung der EU-Deponierichtlinie in weiten Teilen in die Abfallablagerungsverordnung und in die kommende Deponieverordnung übernommen werden. Die VwV'en haben zusätzlich zu den beiden VO'en weiterhin Bestand
- Das Merkblatt „Errichtung, Betrieb und Überwachung von Deponien für gering belastete mineralische Abfälle – Bauschuttdeponien –“ wurde von LfU und LfW erstellt und mit UMS vom 01.12.94 in Bayern eingeführt. Das Merkblatt kongretisiert die TA Siedlungsabfall für die Errichtung und den Betrieb von Bauschuttdeponien und bezieht sich auf das Vollzugsschreiben des LfU zur TASi vom 22.04.94. Das Merkblatt hat nach wie vor Gültigkeit.
- Wesentliche Neuerungen durch die aktuelle Gesetzgebung (Abfallablagerungsverordnung und Entwurf Deponieverordnung)
- Vortrag beschränkt sich aus aktuellem Anlass auf diese zwei Verordnungen, wobei DepV noch in der Anhörung ist



Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen

Wesentlicher Inhalt

08.10.2001
Abteilung Abfallwirtschaft, 85b

Artikel 1: Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (AbfAbIV)
(Ablagerungsverordnung, in der die wesentlichen Teile der TA Siedlungsabfall verrechtlicht und die bisher strengen Ablagerungskriterien für mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle geöffnet werden)

Artikel 2: Dreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen - 30. BImSchV)
(Anforderungen an die Errichtung, den Betrieb und die Beschaffenheit von mechanisch-biologische Restmüllbehandlungsanlagen)

Artikel 3: Verordnung zur Änderung der Abwasserverordnung
(Anforderungen für Abwasser aus mechanisch-biologischen Restabfallbehandlungsanlagen)



Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

- * Inkrafttreten der Artikelverordnung am 01.03.2001.
- * Bund hat die Artikelverordnung vor die Umsetzung der EU-Deponierichtlinie gezogen mit dem Ziel, die „kalten Verfahren“ auf eine Rechtsgrundlage zu stellen (enthaltene AbfAbIV wurde in Brüssel teilnotifiziert)
- * Bund arbeitete parallel an der Umsetzung der im Juli 1999 verabschiedeten EU-Deponierichtlinie in nationales Recht, der Deponieverordnung (DepV). DepV liegt im Entwurf seit kurzem vor und ist derzeit in der Anhörung.
- Bayern hatte sich dafür eingesetzt, dass EU-Deponierichtlinie
 - * in einer Verordnung (wesentl. Regelungen der EU-Richtlinie in der DepV) und
 - * den bestehenden Verwaltungsvorschriften (technische Details in TAA und TASi) umgesetzt wird.
- Vorteil:
 - * Mängel der AbfAbIV wären noch zu beseitigen gewesen
 - * klare Regelungsstrukturen (Wesentliches in VO, Stand der Technik in VwV's)
 - * Grundvoraussetzung für einheitlichen Vollzug
- Bund hatte dies letztlich abgelehnt mit der Befürchtung, dass Regelungen der AbfAbIV - insbesondere jene zur Legalisierung der „kalten Verfahren“ - erneut diskutiert werden; 2 VO mit 2 VwV sollen jedoch „mittelfristig“ wieder zusammengefasst werden



Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV)

25.09.2001

Abteilung Abfallwirtschaft, 85b

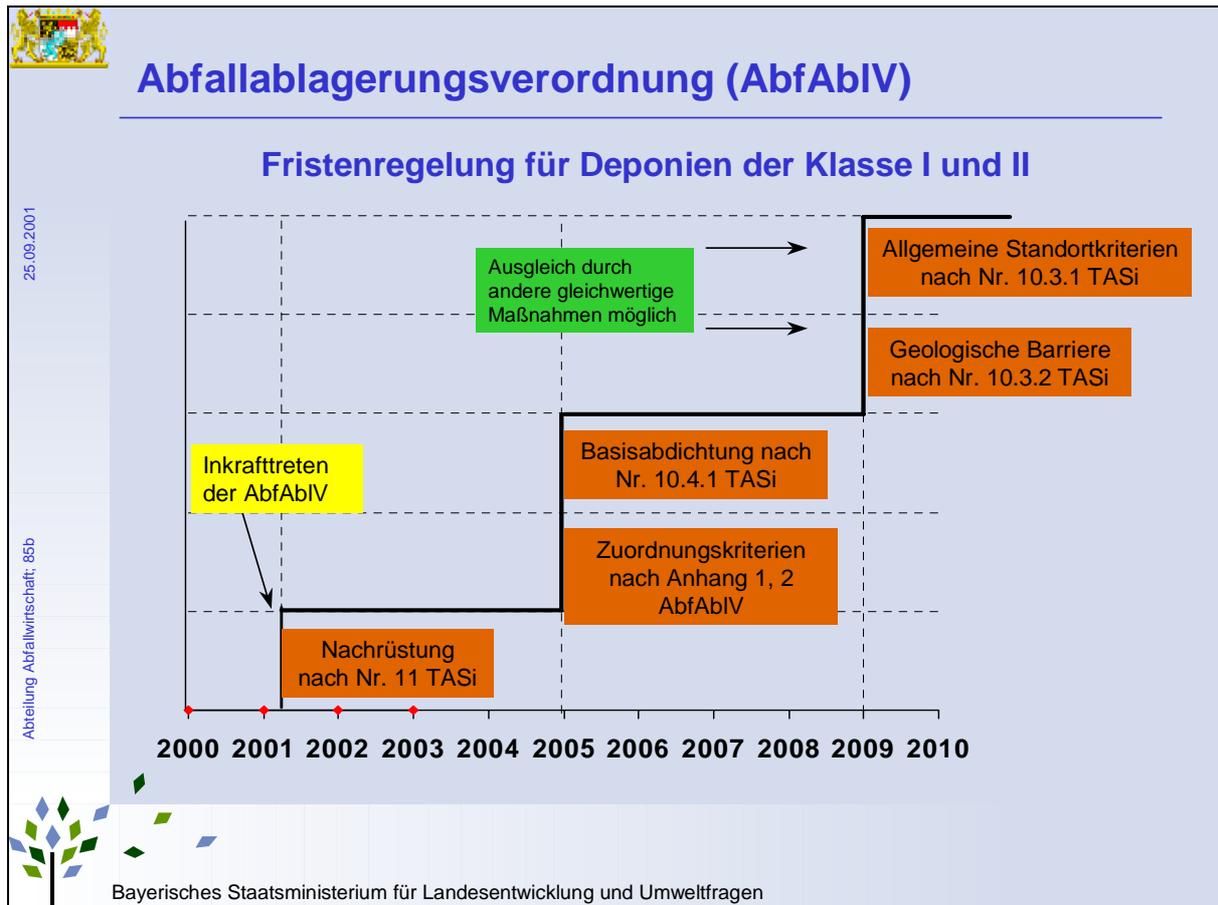
Wesentliche Regelungen

- Fristenregelung für den Weiterbetrieb von Deponien der Klasse I und II nach TA Siedlungsabfall
- Regelung für den Weiterbetrieb von Bauschuttdeponien
- Erweiterung der Zuordnungskriterien der TASI durch alternative Parameter für die Beurteilung von MBA-Material
- Anforderungen an die Ablagerung von MBA-Material



Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

- Fristenregelung eigens auf einer Folie
- Regelung für den Weiterbetrieb von Bauschuttdeponien eigene Folie; erste Konkretisierung im Entwurf der DepV (künftige Deponieklasse 1a), jedoch keine Zuordnungskriterien
- Bisherige Zuordnungswerte der TASI identisch mit denen der AbfAbIV in Anhang 1
- Alternative Zuordnungswerte in Anhang 2 zur Beurteilung von MBA-Material
 - TOC im Feststoff \leq Masse-18% oder alternativ maximal zulässiger oberer Heizwert $H_o \leq 6000\text{kJ/kg}$
 - Atmungsaktivität $AT_4 \leq 5 \text{ mg O}_2/\text{gTS}$ oder alternativ Gasbildungsrate im Gärtest $GB_{21} \leq 20\text{l/kgTS}$
 - TOC im Eluat $\leq 250 \text{ mg/l}$
- Anforderung an den Einbau von MBA-Material im Anhang 3
 - Ablagerung auf einer Deponie der Klasse II bzw. nachgerüsteter Altdeponie
 - Reduzierung der Einbaufläche auf Minimum
 - Arbeitstägige Profilierung mit Gefälle
 - Hochverdichteter Einbau durch Dünnschichtverfahren



- **Fristenregelung:**

- * Inkräfttreten:

- * materiellen Anforderungen nach Nr. 11 TASI für Weiterbetrieb erforderlich (z.B. Gasfassung und –verwertung, Sickerwasserfassung und –entsorgung)
 - * ohne Probleme, da Deponien in Bayern nach Nr. 11 TASI bereits nachgerüstet waren

- * ab 2005:

- * Regelabdichtung nach TASI an der Basis für Weiterbetrieb erforderlich
 - * Einhaltung der Zuordnungskriterien nach AbfAbIV (Inputkriterien) erforderlich

- * ab 2009:

- * Einhaltung der allgemeinen Standortkriterien (z.B. keine Gruben, außerhalb von Überschwemmungsgebieten, Anforderungen an Hydrogeologie)
 - * Einhaltung der Anforderungen an die geologische Barriere erforderlich
 - * Ausnahmen durch andere gleichwertige Maßnahmen möglich

- **Haltung Bayerns**

- * Befristungen lassen vom BMU jeglichen Vertrauensschutz in bezug auf die TASI vermissen (Kalkulationsgrundlage für den Weiterbetrieb und insbesondere für die Nachsorgephase). Ablehnung der ArtikelVO im Bundesrat.
 - * Großzügige Ausschöpfung der vorhandenen Spielräume bei der Beurteilung der Deponiestandorte und der Basisabdichtungen (Gleichwertigkeitsnachweise)

- **Auswirkungen auf den künftigen Deponiebetrieb in Bayern**

- * Einschränkung des Betriebs von mehreren Deponien in 2005 und 2009; ggf. sogar Schließungen;
 - * Deponievolumen für Klasse II – Abfälle verringert sich in 2005 bzw. 2009 erheblich



Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV)

Regelungen zum Betrieb von Bauschuttdeponien

- Bisher war Betrieb der etwa 750 Bauschuttdeponien durch Ausnahmeregelung der TASI ohne Befristung möglich
- Der Entwurf der AbfAbIV sah eine Befristung für den Weiterbetrieb sowie künftig eine Basisabdichtung vor
- Bayern hat folgenden Antrag im Bundesrat eingebracht:

“Gering belastete, mineralische Abfälle dürfen auch auf Deponien oder Deponieabschnitten (Bauschutt- und Bodenaushubdeponien) abgelagert werden, die die in Absatz 1 genannten Anforderungen an die Deponieklasse I nicht vollständig erfüllen

- Der Antrag wurde im Bundesrat angenommen, d. h. Bauschuttdeponien können bis auf Weiteres ohne Basisabdichtung und unbefristet mit entsprechenden Inputkriterien weiterbetrieben werden; konkrete Regelungen hierzu enthält der Entwurf der Deponieverordnung.

25.09.2001

Abteilung Abfallwirtschaft, 85b



Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

- Antragstellung Bayerns in den Ausschüssen und im Bundesrat zur
 - Gewährleistung der Entsorgungssicherheit im Bauschuttbereich in Bayern
 - Umsetzung der damals in Textbausteinen vorliegenden Deponieverordnung, die eine neue Deponieklasse 0 vorsah.
- Antrag wurde im Bundesrat mit knapper Mehrheit befürwortet. Eine erste Konkretisierung dieser unbestimmten Regelung findet sich im Entwurf der Deponieverordnung wieder.



Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV)

Umsetzung der AbfAbIV

02.10.2001
Abteilung Abfallwirtschaft, 85b

- **Wesentliches Ziel:**
 - Gewährleistung der Entsorgungssicherheit
- **Vorgehen:**
 - Erstellung eines Statusberichts im Deponiebereich
 - Beurteilung der vorhandenen Basisabdichtungen und der Standortkriterien für einen möglichen Weiterbetrieb
 - Abschätzung der künftigen Ablagerungsmengen
 - Möglichkeiten des Ausbaus von Deponien im Umgriff der bereits genehmigten Flächen
 - Gegenüberstellung der künftigen Abfallmengen mit dem vorhandenen bzw. noch auszubauenden Deponievolumen



Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

- Fristenregelung der AbfAbIV hat Auswirkungen auf das vorhandene Deponievolumen von derzeit betriebenen Deponien der Klasse I und insbesondere der Klasse II
- Auswirkungen sind z. B. die Beschränkung des Inputs (Zurückstufung von Deponien der Klasse II auf Klasse I), kostenträchtige Nachrüstmaßnahmen, ggf. sogar Ausbau von Deponieabschnitten bis hin zur Schließung
- Zielsetzung demnach, solche Deponien bzw. Deponieabschnitte, die nicht voll umfänglich die Anforderungen der AbfAbIV erfüllen, vorrangig bis zur jeweiligen Frist verfüllen und Deponievolumen, das entspr. der AbfAbIV ausgebaut ist, bis zu den Fristen möglichst zu schonen
- Statusbericht des LfU dient als fundierte Entscheidungsgrundlage für das weitere Vorgehen
- In einem weiteren Schritt muss geprüft werden, ob durch die Deponieverordnung hier zusätzliche Änderungen eintreten könnten
- Einbindung der Regierungen zur Gewährleistung der Entsorgungssicherheit z. B. durch verstärkte kommunale Zusammenarbeit, konkrete Verhandlungen; Darstellung der Entsorgungsstrukturen für den jeweiligen Regierungsbezirk, Deponieverbünde



Entwurf einer Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV)

Sachstand

05.10.2001

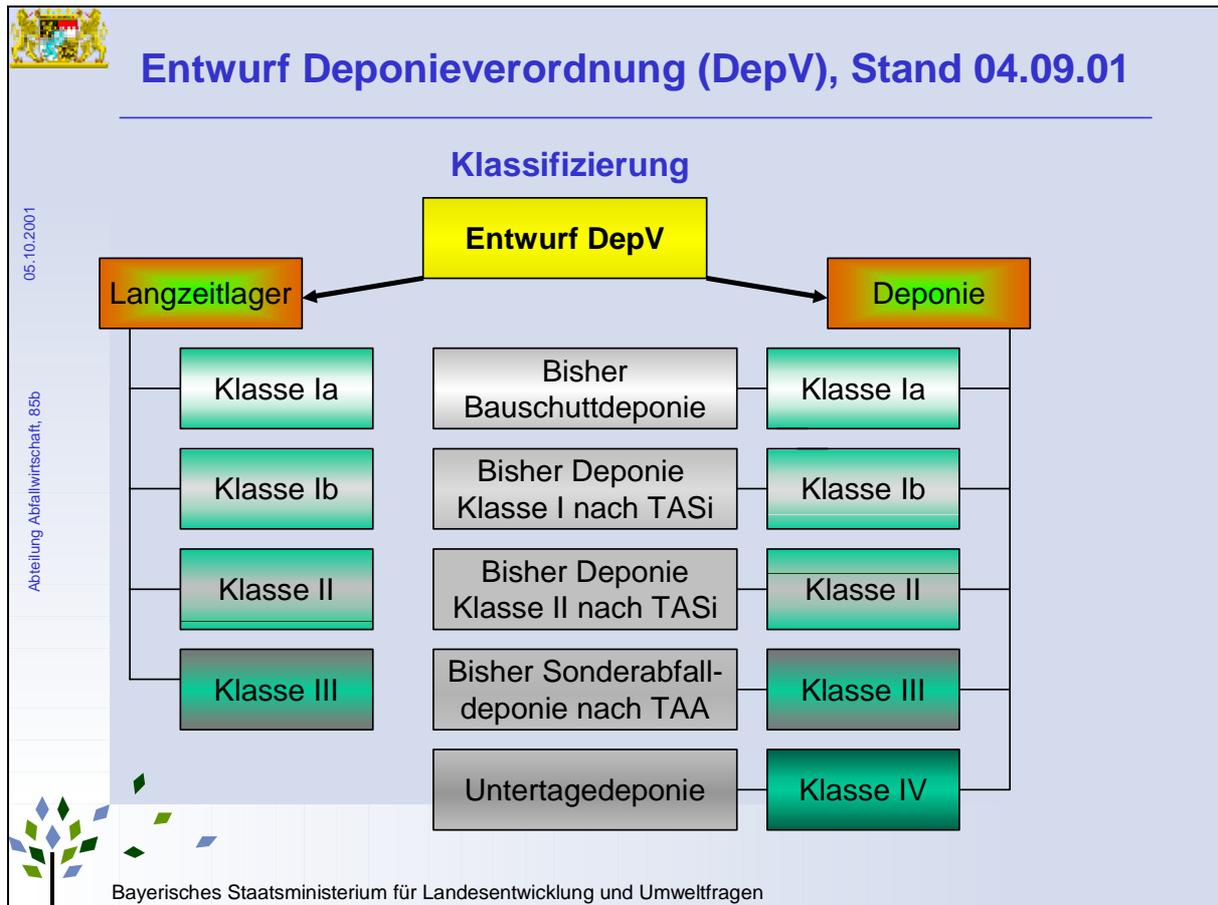
Abteilung Abfallwirtschaft, 85b

- Übermittlung des Entwurfs einer Deponieverordnung vom 14. September 2001 im Rahmen der Anhörung der beteiligten Kreise
- Weitergabe mit UMS vom 24.09.2001 an die Regierungen, das Landesamt für Umweltschutz, die kommunalen Spitzenverbände, die Sonderabfalldeponiebetreiber und den VCI mit der Bitte um Stellungnahme bzw. Einbringen der Belange über Verbandsanhörung
- Entwurf DepV ist allgemein zugänglich unter e-mail Adresse des BMU
- Mündliche Anhörung am 06.11.2001 im BMU
- Zeitlicher Druck durch Bund (Ressortabstimmung noch nicht abgeschlossen, Zusammenlegen der Anhörung der Obersten Abfallbehörden mit den Verbänden), da Umsetzung der EU-Richtlinie spätestens am 15. Juli 2001 erfolgen hätte müssen
- Zeitplanung Bund sieht Beteiligung Bundesrat Anfang 2002 und Inkrafttreten in der ersten Jahreshälfte 2002 vor



Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

- Deponieverordnung lag ursprünglich in Form von Textbausteinen vor. Bund wollte ursprünglich die AbfAbIV mit in die Deponieverordnung aufnehmen. Strategie wurde geändert, da der Bund befürchtete, dass die Regelungen der AbfAbIV im Bundesratsverfahren erneut in die Diskussion geraten könnten.
- Entwurf der DepV betrifft die Sonderabfalldeponiebetreiber, die entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften, Gemeinden (als Bauschuttdeponiebetreiber), Industrie und Handwerk. Entsprechend wurde der Entwurf vom Umweltministerium gestreut, um die Belange in den jeweiligen Anhörungsverfahren einbringen zu können.
- Adresse zum downloaden des Entwurfs einschließlich Begründung: www.bmu.de; Der Entwurf befindet sich auf Bundesebene noch in der Ressortabstimmung.
- Mündliche Anhörung findet in Bonn vom 05. Bis 07. November 2001 statt.
- Zeitlicher Druck, da die EU-Richtlinie bereits zum 15. Juli 2001 in nationales Recht umzusetzen war. Bund hat durch Teilnotifizierung der AbfAbIV mögliches Vertragsverletzungsverfahren abgewendet. Zeitlicher Druck nicht mehr gerechtfertigt, da EU-Frist schon verstrichen
- Bund beabsichtigt Inkrafttreten der Deponieverordnung in der ersten Jahreshälfte in 2002



- Übernahme der in der EU-Deponierichtlinie geforderten Klassifizierung in Deponien und Langzeitlager.
- Weitere Unterscheidung in Deponien und Langzeitlager für
 - Inertabfall, die wiederum in zwei Unterklassen unterteilt wurden (Ia und Ib),
 - Siedlungsabfälle und Abfälle, die wie Siedlungsabfälle entsorgt werden (Klasse II) und
 - für besonders überwachungsbedürftige Abfälle (Klasse 3)
- Entsprechend den Ausführungen der EU-Deponierichtlinie wird eine weitere Klasse, die Untertagedeponie mit entsprechenden besonderen Anforderungen festgelegt.
- Für die festgelegten Deponieklassen werden durch Bezugnahme auf die entsprechenden Anforderungen der TA Abfall, der TA Siedlungsabfall und der AbfAbIV entsprechende Standards festgelegt
- Langzeitlager sind solche Lager, in denen Abfälle zur Verwertung oder Beseitigung länger als 1 Jahr gelagert werden. Alle standortbezogenen und betrieblich/technischen Anforderungen, die für Deponien gelten, kommen bei Langzeitlager entsprechend zur Anwendung. Es ist aufgrund der hohen Anforderungen davon auszugehen, dass solche Lager in der Praxis nicht oder nur sehr eingeschränkt geben wird (Abschreckungswirkung!).



Entwurf Deponieverordnung (DepV), Stand 04.09.01

Wesentlicher Inhalt

- * **Vollständige Umsetzung der EU-Deponierichtlinie nach Teilnotifizierung der AbfAbIV durch DepV**
- * **“Ergänzung” der AbfAbIV durch**
 - * Anforderungen an SAD und UTD bzgl. Errichtung, Betrieb, Stilllegung und Nachsorge
 - * allgemeine Anforderungen für alle Deponietypen
 - * Sicherheitsleistungen
 - * Rückstellungen
 - * Nachsorge und Stilllegung
- * **Anforderungen an Langzeitlager**
- * **Verfahrensrechtliche Anforderungen für alle Deponietypen**

25.09.2001
Abteilung Abfallwirtschaft, 85b



Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

- EU-Deponierichtlinie nach dem Artikelgesetz und der Abfallablagerungsverordnung mit der Deponieverordnung vollständig umgesetzt
- Die Deponieverordnung lässt dabei die Regelung der Abfallablagerungsverordnung unberührt; sie regelt somit die betrieblich-technischen Anforderungen nur für Deponien für gefährliche Abfälle, Untertagedeponien und alle Klassen von Langzeitlagern
- Die Deponieverordnung regelt im Wesentlichen die verfahrensrechtlichen Anforderungen für alle Deponieklassen
- Inhalt
 - Allgemeine Bestimmungen (Anwendungsbereich, Klassifizierung à eigene Folie)
 - Errichtung und Betrieb von Deponien (Bezug auf AbfAbIV, TASi und TAA)
 - Regelung zu betriebenen Deponien (Anzeigepflicht 15. Juli 2002, unklare Regelung über den Weiterbetrieb von Sonderabfalldeponien)
 - Stilllegung und Nachsorge (Klassen III und IV)
 - Langzeitlager
 - Sonstige Vorschriften (Sicherheitsleistungen, Verwertung auf Deponien)
 - Schlussvorschriften (Ordnungswidrigkeitentatbestände)



Entwurf Deponieverordnung (DepV), Stand 04.09.01

Neuerungen

08.10.2001

Abteilung Abfallwirtschaft, 85b

- Umfangreiche Anforderungen bezügl. Personal, Organisation, Errichtung und Betrieb bei Deponien der Klasse Ia
- Erstmals Langzeitlager im Geltungsbereich der DepV
- Einführung von „Auslöseschwellen“
- Verschärftes Abfallannahmeverfahren bei besonders überwachungsbedürftigen Abfällen
- Berichtspflicht bis spätestens 15. Juli 2002 über den Zustand der jeweiligen Deponie hinsichtlich der Anforderungen der AbfAbIV (Fristenregelung) und geplante Maßnahmen
- Sicherheitsleistungen, Bildung von Rücklagen
- „alternativer“ Regelaufbau geologischen Barriere + Basisabdichtungssystem
- Regelung der Verwertung von Abfällen auf Deponien



Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

- Anforderungen an Deponien DK Ia:
 - Geologische Barriere ($k < 1 \cdot 10^{-7}$ m/s), Mindeststärke 1m, keine Basisabdichtung
Gleichwertigkeit durch zusätzliche Maßnahmen möglich
 - Umzäunung
 - Organisation, Personal nach TASI 6.1 und 6.3 (analog zu DK Ib, II)
 - Fortbildung des Personals, detailliert für Leitungspersonal
 - Information und Dokumentation nach TASI 6.4.1-6.4.3 (analog zu DK Ib, II)
 - Schriftl. Abfallannahmestätigung erforderlich, Sammelbestätigung möglich
 - Festlegung von „Auslöseschwellen“ durch zust. Behörden, Erstellung eines Notfallplans bei Überschreitung (analog zu allen DK'n)
 - Berichterstattung ggü. der zuständigen Behörde bezüglich Weiterbetrieb, Nachrüstung, Stilllegung bis zum 15. Juli 2002
 - Informationspflicht ggü. der zuständigen Behörde bei nicht bestimmungsgemäßigem Betrieb (auch bei Stilllegung und in der Nachsorge)
 - Entlassung aus der Nachsorge ist erforderlich
 - Sicherheitsleistungen für 30 Jahre Nachsorge (Ausnahmen für öffentl.-rechtl. Träger möglich)
- Klassifizierung und Anforderungen an Langzeitlager ähnlich wie bei Deponien
- „Auslöseschwellen“ sind für alle Deponieklassen von den zuständigen Behörden festzulegen; „Einzelfallbezogen“; Grundlage sind Prüfwerte des Wirkungspfades Boden-Grundwasser der BBodSchV; Erstellung von Notfallplänen (zu treffende Maßnahmen bei Überschreitungen) erforderlich
- Berichterstattung ggü. der zuständigen Behörde bezüglich Weiterbetrieb, Nachrüstung, Stilllegung bis zum 15. Juli 2002 für alle Deponiebetreiber
- Nachweis von Sicherheitsleistungen incl. 30 Jahre Nachsorge für alle Deponieklassen bis 31.12.2002, wenn Anlage länger wie bis 31.05.2005 betrieben wird (Ausnahmen für öffentl.-rechtl. Träger möglich)
- Regelaufbau an der Basis mit Querverweis auf TASI und TAA, gleichzeitig Anforderungen in Anhang 1 der DepV; Interpretation als Alternativvorschläge
- Verwertung auf Deponien möglich bis zu den genehmigten Inputwerten bei definierten, notwendigen Maßnahmen anstelle eines Primärrohstoffs

Auswirkungen rechtlicher Neuregelungen auf bayerische Deponien und die Entsorgungssicherheit

Christian Daehn, LfU, Außenstelle Nordbayern

1. Vorbemerkung

Die Deponiebetreiber mussten sich in den letzten Jahren mehrfach auf rechtliche Neuregelungen einstellen, wobei in diesem Zusammenhang insbesondere auf die TA Abfall vom 12. März 1991 und die TA Siedlungsabfall vom 14. Mai 1993 zu verweisen ist. Mit diesen Verwaltungsvorschriften wurden im Deponiebereich insbesondere Regelungen für die Neuerrichtung von Deponien sowie den Betrieb und Abschluss von neuen und bereits vorhandenen Deponien getroffen.

Die bereits in Kraft getretene „**Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Ablagerungsverordnung, AbfAbIV)**“ und die jetzt im Entwurf vorliegende „**Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung- DepV)**“ mit denen auch die diesbezügliche **Deponie-Richtlinie der EU** umgesetzt wird, greifen nunmehr aber massiv in den Deponiestand ein, weil nach gewissen Übergangsfristen auch an vorhandene Deponien und Deponieabschnitte die aktuellen Anforderungen hinsichtlich Basisabdichtung bzw. geologischer Barriere gestellt werden.

Nachfolgend soll aus Sicht des LfU über den derzeitigen Stand bei der Beurteilung vorhandener Deponien im Hinblick auf einen Weiterbetrieb über 2005 bzw. 2009 hinaus berichtet werden und auch versucht werden, die Auswirkungen auf die Entsorgungssicherheit abzuschätzen. Außerdem möchten wir Anregungen geben, wie insbesondere durch kommunale Zusammenarbeit das vorhandene Deponievolumen möglichst optimal genutzt werden sollte, um damit negativen Auswirkungen der o.g. Verordnungen auf die bayerische Deponielandschaft und die Entsorgungssicherheit zumindest etwas abzumindern.

2. Beurteilung vorhandener Deponien im Hinblick auf einen Weiterbetrieb

2.1 Anforderungen aus der Ablagerungsverordnung (AbfAbIV)

Die Ablagerungsverordnung hat bezüglich der Anforderungen an die Abdichtungssysteme und die Zuordnungskriterien (mit Ausnahme der Öffnung für MBA-Material) keine neuen Anforderungen definiert, sondern auf die Regelungen der TA Siedlungsabfall (ggfs. mit Rückgriff auf Anhänge der TA Abfall) Bezug genommen.

Es handelt sich nicht mehr um eine Verwaltungsvorschrift, die noch mit Bescheiden oder Anordnungen umgesetzt werden muss, sondern um eine Rechtsverordnung, die für die Betroffenen direkt verbindlich ist. Gegen die damit verbundene verbindliche Einführung der schon in der TAsi festgelegten Zuordnungswerte, insbesondere hinsichtlich des Organikgehalts, ist aus bayerischer Sicht nichts Grundsätzliches einzuwenden. Die Aufweichung durch die Öffnung für MBA-Material ist dagegen eher kritisch zu sehen und abzulehnen.

Problematisch ist dagegen, dass nach dem 31.05.2005 bzw. 15.07.2009 - nach Auslaufen der im § 6 der Ablagerungsverordnung geregelten Übergangsfristen - auch an vorhandene Deponien und Deponieabschnitte die nach der TAsi nur für Neuerrichtungen verbindlichen Anforderungen hinsichtlich Basisabdichtung und Standortkriterien einschließlich geologischer Barriere gestellt werden. Die Regelungen sind so formuliert, dass die Übergangsregelungen nicht einfach in Anspruch genommen werden können, sondern ein befristeter Weiterbetrieb auf Antrag zugelassen werden kann. Nur wenn die Regelsysteme für die jeweilige Deponieklasse vorhanden sind, ist diese Vorgehensweise nicht notwendig.

Für einen Weiterbetrieb einer Deponie für die Deponieklasse II bis zum 31.05.2005 bzw für die Deponieklasse I bis zum 15.07.2009 ist dies aber eher formeller Akt. Danach sind aber die im Nr. 10 der TA Siedlungsabfall formulierten Anforderungen an die Basisabdichtungen Voraussetzungen für einen Weiterbetrieb. Auch die anderen allgemeinen Standortvoraussetzungen sind ab 2009 zu berücksichtigen, wobei die Ziele teilweise auch durch andere gleichwertige Sicherungsmaßnahmen erreicht werden können. Dies bedeutet das für die jeweiligen Deponieklassen:

Deponieklasse I:

Bei Ausschöpfung der Übergangsregelungen sind nach dem **15.07.2009** folgende Anforderungen für einen Weiterbetrieb zu erfüllen:

- Allgemeine Standortkriterien gemäß Nr. 10.3 TASI, Nr 10.3.2 (Geologische Barriere nur mit Einschränkungen: Unterhalb der Basisabdichtung muss ein Deponieplanum vorhanden sein, dass die Anforderungen für die Herstellung dieser Abdichtung erfüllt (Vorgabe nimmt Bezug auf die ZTVE). Es werden aber ausdrücklich keine Anforderungen im Hinblick auf eine Wirkung als geologische Barriere (Nr. 10.3.2 der TASI) gestellt.
- Mineralische Dichtungsschicht mindestens 0,5 m stark, eingebaut in mindestens 2 Lagen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k < 5 \times 10^{-10}$ m/s (Laborwert),
- Entwässerungsschicht mit einer Stärke von mindestens 0,3 m bei einem Durchlässigkeitsbeiwert $k > 1 \times 10^{-3}$, zusätzlich sollen spülbare Sickerrohre (Sammler) angeordnet werden.
- Gleichwertige Systeme sind zugelassen.

Auf der Grundlage dieser Anforderungen sollte die überwiegende Zahl der Deponien, die über einer mineralische Abdichtung verfügen, für Abfälle der Deponieklasse I weiterbetrieben werden können. Zwar waren in den meisten Fällen bei der Errichtung im Bescheid geringere Anforderungen hinsichtlich des Durchlässigkeitsbeiwertes gestellt worden, die Unterlagen aus der Qualitätssicherung zeigen jedoch zumeist deutlich bessere Werte. Auch Ergebnisse von Aufgrabungen und Untersuchungen von vorhandenen mineralischen Basisabdichtungen nach mehreren Jahren lassen es durchaus als verantwortbar erscheinen, die üblicherweise vorhandenen mineralischen Abdichtungen in den meisten Fällen als gleichwertig zum Klasse-I-Regelsystem einzustufen. Dementsprechend wären - bei Einhaltung der sonstigen Standortvoraussetzungen - die meisten bayerischen Deponie zumindest für die Deponieklasse I auch über 2009 hinaus weiterzubetreiben. Die Erfüllung dieser allgemeinen Standortvoraussetzungen wird bei einer Reihe von Deponien detailliert zu prüfen sein. Darüber hinaus erscheint es durchaus sinnvoll zu prüfen, ob nicht in Einzelfällen auch eine sehr gute und mächtige geologische Barriere als gleichwertig zum Regelsystem der Klasse I eingestuft werden könnte, um so auch sinnvollen Abschluss von Deponien zu ermöglichen, die nicht über eine „künstlich“ eingebaute mineralische Dichtung verfügen.

Für die Deponieklasse I stellt sich die Situation aufgrund der Regelungen der Ablagerungsverordnung in der Gesamtbetrachtung für Bayern als nicht sonderlich dramatisch dar. In Einzelfällen dürfte es allerdings erhebliche Härten geben, die einen sinnvollen und wirtschaftlichen Abschluss einiger Deponien fast unmöglich machen und auch für die Deponieklasse I zu regionalen Engpässen führen können.

Ob diese Einschätzung aufgrund der kommenden Deponieverordnung wieder revidiert werden muss, bleibt abzuwarten. Auf den derzeit vorliegenden ersten Entwurf wird nachfolgend noch kurz eingegangen.

Deponieklasse II:

Bei Ausschöpfung der Übergangsregelungen sind ab dem **01.06.2005** folgende Anforderungen für einen Weiterbetrieb zu erfüllen:

- Regelabdichtung gemäß Nr. 10.4.1.3.2 der TASI : Mineralische Dichtungsschicht mindestens 0,75 m stark, eingebaut in mindestens 3 Lagen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k < 5 \times 10^{-10}$ m/s (Laborwert) und Kunststoffdichtungsbahn $d > 2,5\text{mm}$ oder ein gleichwertiges System.
- Entwässerungsschicht mit einer Stärke von mindestens 0,3 m bei einem Durchlässigkeitsbeiwert $k > 1 \times 10^{-3}$, zusätzlich sollen spülbare Sickerrohr (Sammler) angeordnet werden.

Nach dem **15.07.2009** zusätzlich:

- Allgemeine Standortvoraussetzungen gem. Nr. 10.3 wobei für 10.3.1 (allgemeine Standortvoraussetzungen) und 10.3.2 (geologische Barriere) auch mit anderen technischen Sicherungsmaßnahmen erreicht werden können.

Auch bei großzügiger Auslegung des Begriffs „gleichwertig“ werden diese Anforderungen dazu führen, dass die überwiegende Zahl der derzeit in Betrieb befindlichen Deponieabschnitte nur bis 2005 oder maximal 2009 weiterhin für die Ablagerung von Deponieklasse -II-Abfällen genutzt werden kann, weil die an der Basis vorhandenen Abdichtungssysteme nicht ausreichen, um das Regelsystem und ggfs. die fehlende geologische Barriere zu ersetzen.

Es erscheint zwar nicht ausgeschlossen, auch Systeme ohne Kunststoffdichtungsbahn als für einen Weiterbetrieb ausreichend einzustufen. Dies wird aber nur in Einzelfällen möglich sein, wenn die mineralischen Dichtungselemente in ihrer Qualität deutlich über dem Standard des mineralischen Teils der Regelabdichtung der TASI-Klasse-II liegen, oder weitere Elemente wie eine Kontrolldrainage, hinzukommen.

Bei ausgebauten aber nicht noch nicht verfüllten Bauabschnitten erscheint es durchaus sinnvoll, die Möglichkeiten einer Nachrüstung zu prüfen.

2.2 Vorläufige Einstufung der Deponien im Hinblick auf einen Weiterbetrieb über 2005 bzw. 2009 hinaus

Derzeit steht an ca. 50 Deponiestandorten ein ausgebautes Volumen von über 10 Mio. m³ zur Verfügung, das auch für die Deponieklasse II genutzt werden kann. Auch wenn sich bis 2005 die Zahl der Deponiestandorte mit ausgebauten Deponieabschnitten durch zwischenzeitliche Verfüllung geringfügig verringern wird, kann man davon ausgehen, dass im Mai 2005 - recht gleichmäßig über Bayern verteilt - an fast 50 Standorten noch mehr als 8 Mio. m³ ausgebautes Deponievolumen zur Verfügung stehen dürfte.

Nach einer ersten Beurteilung auf der Grundlage der Ablagerungsverordnung ist davon auszugehen, dass ab 2005 nur noch an einem guten Dutzend Deponiestandorten weniger als 2 Mio. m³ ausgebautes Volumen für die Ablagerung von Klasse-II-Abfällen zur Verfügung stehen wird. Durch die zusätzlichen Anforderungen ab 2009 dürfte sich die Anzahl dann noch einmal - wenn auch nicht so dramatisch wie 2005 - verringern. Die ungleichmäßige räumliche Verteilung der verbleibenden Deponien mit ausgebauten, Klasse-II-tauglichen Bauabschnitten führt dazu, dass es bereits ab 2005 in einem Regierungsbezirk kein ausgebautes Volumen für die Deponieklasse II mehr geben wird.

Schon diese erste Abschätzung zeigt, dass die Ablagerungsverordnung einen massiven Einschnitt in die Deponielandschaft darstellt, der durch die ungleichmäßige Verteilung der verbleibenden Deponien im Freistaat noch problematischer wird.

Von den nicht mehr Klasse-II-tauglichen Deponien könnte die überwiegende Zahl als Klasse-I-Deponie weitergeführt werden. Unter den wenigen Deponien, wo das nicht der Fall sein dürfte oder zumindest noch nicht als gesichert angesehen werden kann, sind allerdings leider gerade Deponien mit großem Restvolumen und Bedeutung für die regionale Entsorgungssicherheit.

2.3 Mögliche Auswirkungen der Deponieverordnung (DepV, z. Zt. noch Entwurf)

Aufgrund der derzeit vorliegenden Entwürfe der Deponieverordnung ist nicht zu erwarten, dass die Regelungen der Ablagerungsverordnung, die zu dem oben angesprochenen, massiven Eingriff in den Deponiebestand führen, wieder revidiert werden. Es ist vielmehr mit weiteren Verschärfungen zu rechnen. Dies gilt insbesondere für schwächer belastete Abfälle, wo davon auszugehen ist, dass bei den bisherigen Bauschuttdeponien (künftig wohl Deponieklasse 0, zwischenzeitlich auch als Deponieklasse Ia bezeichnet) die Anforderungen an Standort, Dichtungen und den Betrieb erhöht und trotzdem die Inputkriterien für die zugelassenen Abfälle verschärft werden. Auch bei der bisherigen Deponieklasse I könnten sich zumindest bei Neuerrichtungen verschärfte Anforderungen an das Basisabdichtungssystem ergeben.

Außerdem enthalten die derzeitigen Entwürfe Formulierungen wonach „besonders überwachungsbedürftige Abfälle“ im Regelfall nur noch auf Sonderabfalldeponien (DK III) abgelagert werden dürften. Die etwaigen Auswirkungen einer solchen Regelung lassen sich derzeit nur schwer beurteilen, weil die künftige Abgrenzung zwischen überwachungsbedürftigen und besonders überwachungsbedürftigen Abfällen noch nicht abschließend geregelt.

3. Abschätzung der Entsorgungssicherheit

3.1 Problempunkt: Prognose Ablagerungsmengen/Volumenverbrauch

Zur Abschätzung der in Zukunft (insb. ab 2005) noch zur Ablagerung anfallenden Abfälle ist vorab Folgendes festzustellen:

In Gebietskörperschaften, in denen die TA Siedlungsabfall durch einen sehr weitgehenden Anschluss an thermische Behandlungsanlagen bereits umgesetzt wurde, haben sich die Abfallablagerungen bereits auf einem geringen Niveau eingependelt, so dass dort auch mit vollständiger Anwendung der AblagerungsVO ab 2005 nicht mehr mit einem signifikanten Rückgang der Ablagerungsmengen gerechnet werden kann. In Nordbayern gilt dies insbesondere für die Regierungsbezirke Oberpfalz und Oberfranken und mit gewissen Einschränkungen auch für Unterfranken, während in Mittelfranken derzeit noch erheblichem Umfang unbehandelte Abfälle abgelagert werden (die diesbezüglichen Ausnahmegenehmigungen sind derzeit i.d.R. bis Ende 2003 befristet).

Als Grundlage für eine Abschätzung künftigen Ablagerungsmengen wurden die Jahresberichte der derzeit noch in Betrieb befindlichen Deponien ausgewertet. Für die Abschätzung der nach 2005 noch zur Ablagerung anfallenden Abfälle wurde davon ausgegangen, dass die dort unter Hausmüll, Sperrmüll, Hausmüll ähnlich sowie Klärschlamm aufgeführten Abfälle, die Zuordnungskriterien der AblagerungsVO/TASi ganz überwiegend nicht einhalten. Dementsprechend wäre eine Ablagerung nach dem 31.05.2005 nicht mehr zulässig und diese Abfälle wurden deshalb bei der Abschätzung der abzulagernden Abfälle ab dem 01.06.2005 Abfälle nicht mehr berücksichtigt. Dagegen wurden die „Reststoffe aus der HM-Verbrennung“ auch künftig als vollständig ablagerbar eingestuft. Die Reststoffe aus Kompostierung bzw. Sortierung und „sonstigen Abfälle“ dürften zu einem erheblichen Teil als ablagerungsverordnungskonform einzustufen sein und wurden anteilig als auch nach dem 31.05.2005 zur Ablagerung anfallend eingestuft. Bei vielen Deponien dürften kontaminierte Böden und Bauschutt aus Sanierungs- und Abbruchmaßnahmen einen erheblichen Anteil der „sonstigen Abfälle“ ausmachen (siehe unten).

Mit zunehmendem Rückgang des Hausmüllanteils wird sich die Einbaudichte erhöhen, so dass die Faustformel $1 \text{ t} = 1 \text{ m}^3$ in Zukunft nicht mehr angewendet werden kann.. Bei einer Reststoffdeponie erscheint ein Ansatz von $1,5 \text{ t} / \text{m}^3$ angemessen, der somit für den Abfalleinbau ab 2005 bei der Abschätzung künftiger Ablagerungsmengen und des Volumenverbrauchs zugrundegelegt wird.

Wie oben dargestellt stellt sich die Situation für die Deponieklasse I weniger problematisch wie für die Deponieklasse II dar. Nachdem bisher fast alle Deponien bzw. Deponieabschnitte für die Deponieklasse II zugelassen, waren bestand wenig Anlass zu Differenzierungen, so dass Aussagen, für welchen Anteil der abgelagerten Abfälle tatsächlich eine Klasse-II-Deponie benötigt wird, derzeit noch kaum möglich sind.

Eine stichprobenartige Auswertung von 32 Entsorgungsnachweisen für Böden mit schädlichen Verunreinigungen ergab, dass in 22 Fällen auch eine Ablagerung auf einer Klasse-I-Deponie möglich gewesen wäre. Eine Auswertung von 30 Anlieferungen an der Deponie Wiedenzhausen hat für Bauschutt und Böden ergeben, dass ca. 45 % der Deponieklasse II und ca. 55 % der Deponieklasse I zugeordnet werden können. Da dies nur für zwei Abfallarten zutrifft, kann dieses Ergebnis nicht grundsätzlich für eine Aufgliederung verwendet werden. Es dürfte jedoch für diese beiden Abfallarten nicht untypisch sein, wenn sie aus Altlastensanierungen stammen.

Zur Abschätzung der Entsorgungssicherheit wird - bis genauere Angaben vorliegen - von einem Anteil von 25 % Klasse-I-Abfällen ausgegangen, die bei einer Herabstufung der Deponie von Klasse I auf Klasse II dort weiterhin abgelagert werden können und für die somit keine „neue“ Klasse-II-Deponie gesucht werden muss. Andererseits wird davon ausgegangen, dass ein Deponiebetreiber, der über eine Klasse-II-Deponie verfügt, die in seinem anfallenden Bereich Klasse-I-Abfälle zumindest vorerst (bis 2005) noch auf der eigenen Deponie abgelagert. Im Hinblick auf eine optimale Nutzung des vorhandenen Deponievolumens, sollte man baldmöglichst versuchen, belastbare Ergebnisse für Verteilung der Abfälle auf die Deponieklassen zu bekommen und die Abfälle dann auch nur noch auf den „passenden“ Deponien abzulagern.

Ein weiterer Punkt der die Abschätzung der ab 2005 zur Ablagerung anfallenden Abfälle erschwert, ist die Tatsache, dass gewisse Abfälle, wie **Böden mit schädlichen Verunreinigungen** in anderen Bundesländern „verwertet“ werden. Aufgrund der Regelungen der Ablagerungsverordnung dürften diese Entsorgungswege aber nach 2005 bzw. 2009 nur noch eingeschränkt zur Verfügung stehen, so dass diese Abfälle wieder verstärkt auf bayerischen Deponien abgelagert werden müssten, wobei allerdings – wie oben erläutert - in vielen auch eine Klasse-I-Deponie ausreichend sein dürfte. Auch die Verschärfung der Grenzwerte für „gering belastete mineralische Abfälle, die noch außerhalb gedichteter Deponien abgelagert können, kann zur Erhöhung des Bedarfs zumindest für Deponie-Klasse-I-Volumen führen.

Ähnlich problematisch ist die Abschätzung in welchem Umfang künftig **Rückstände aus Müllverbrennungsanlagen** auf bayerischen Deponien zur Ablagerung kommen werden. Für eine Ablagerung auf Deponien sind zumindest bisher nur die Schlacken aus Müllverbrennungsanlagen geeignet. Sie ehen derzeit nur zu einem geringen Teil zur Ablagerung auf Deponien. Der restliche Anteil wird bei Deponiebaumaßnahmen und anderen Maßnahmen - zum großen Teil außerhalb Bayern - eingesetzt. Aus den Abfallbilanzen ergeben sich folgende Mengen:

Tab. 1: Schlackeanfall in Bayern und Entsorgungswege

Anfallende MVA-Schlacken	Gesamtmenge	Verwertet	Abgelagert
1998	538.151 t	402.300 t	143.969 t
1999	620.000 t	482.000 t	126.893 t

Für die Beurteilung Deponiesituation und der möglicherweise zur Verfüllung anstehenden Abfälle wäre es wichtig zu wissen, welche Schlackenmengen künftig deponiert werden und ob diese Schlacken die Zuordnungswerte der Deponieklasse I einhalten. Sofern dies der Fall ist, könnten über 2005 bzw. 2009 hinaus auf Deponien der Klasse I MVA-Schlacken abgelagert werden, wo wohl zumindest mittelfristig ausreichend Volumen zur Verfügung stünde.

Bis auf weiteres wird davon ausgegangen, dass die größere Teilmenge weiterhin verwertet wird oder – sofern auch bisher schon eine Deponierung erfolgt (Landshut, Schwandorf, Ingolstadt) Deponien der Klasse I in der Regel ausreichen werden und nur geringe „Fehlchargen“ auf Klasse-II-Deponien abgelagert müssen.

3.2 Abschätzung der Entsorgungssicherheit

Wie oben unter 3.1. erläutert können die meisten ausgebauten Deponieabschnitte zeitlich unbegrenzt als Klasse I Deponien weiterbetrieben werden, während das für die Deponieklasse II nur für geringeren Teil gelten wird. Für die mittel- und längerfristige Entsorgungssicherheit dürfte die Deponiekapazität ab 2005 bzw. 2009 für Klasse-II-Abfälle sowie der diesbezügliche Abfallanfall das maßgebliche Kriterium darstellen. Um einen ersten Anhaltspunkt dafür zu haben, welche Restlaufzeit mit dem derzeit ausgebauten Deponievolumen für diese Abfälle noch gegeben ist, wurde versucht die Restlaufzeit nach dem 01.06.2005 für die Deponieklasse II unter folgenden Annahmen abzuschätzen:

- Schlackentsorgung läuft wie bisher
- Keine signifikanten Erhöhungen der Ablagerungsmengen durch Wegfall von Entsorgungs-/Verwertungsmöglichkeiten insb. in den neuen Ländern, Rückgang der Ablagerungsmengen (ab 2005) in den Gebietskörperschaften, die bisher noch unbehandelt abgelagert haben.
- 25 % der bisherigen Ablagerungsmengen könne zukünftig als Klasse-I-Abfälle deponiert werden,
- Einbaudichte $1,5 \text{ t} / \text{m}^3$.
- Optimierte Deponienutzung durch Kooperation ab 2005 (Klasse-I-Abfälle nicht mehr auf Klasse-II- Deponien, bis 2009 vorrangige Nutzung von Deponien mit begrenzter Lebensdauer).
- Mit vertretbarem Aufwand mögliche Nachbesserungen (z.B. Einbau einer KDB in noch nicht verfüllten Deponieabschnitten).

Aufgrund der im Abschnitt 2 angesprochenen vorläufigen Einstufung des vorhandenen Deponievolumens wird davon ausgegangen, dass am 01.06.2005 noch ca. **1,83 Mio. m³** Restvolumen für die Deponieklasse II zur Verfügung steht. Wenn man - trotz aller Unwägbarkeiten – für diese **Deponieklasse II** einen Anfall von jährlich ca. 260.000 t ablagerungsfähigen Abfällen ausgeht, ergäbe sich ein jährlicher Volumenverbrauch von **173.000 m³**. Hieraus ergäbe sich rein echnerisch eine **Restlaufzeit von 10,6 Jahren**.

Dies würde also bedeuten, dass die Entsorgungssicherheit in Bayern für die Deponieklasse II auch ohne aufwendige Neubauten bis 2015 sichergestellt werden könnte und lässt die Auswirkungen der Ablagerungsverordnung auf den ersten Blick gar nicht mehr so dramatisch erscheinen. Dabei muss aber bedacht werden, dass die Annahmen, die dieser Abschätzung zugrunde liegen mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Außerdem wird ab 2005 eine optimierte Deponiebewirtschaftung in kommunaler Zusammenarbeit unterstellt und regionale Engpässe fallen bei dieser Gesamtbetrachtung nicht ins Auge.

Nach erster überschlägiger Einschätzung auf der Basis der Ablagerungsverordnung dürfte die Situation für die Deponieklasse I derzeit noch etwas günstiger sein. Engpässe im Bereich der Deponieklasse I könnten sich längerfristig insbesondere ergeben, wenn durch Herabsetzung der Grenzwerte größere Mengen Material, die bisher auf (ungedichteten) Bauschuttdeponien abgelagert werden konnten, künftig auf abgedichteten Deponien abgelagert werden müssten und die Schlackeverwertung außerhalb von Deponien nicht mehr im bisherigen Umfang weiterlaufen würde.

4. Vorschläge für weiteres Vorgehen

Um die negativen Auswirkungen der Ablagerungsverordnung möglichst gering zu halten, sollten aus Sicht des LfU folgende Wege beschritten werden:

Differenzierung der Abfälle:

Wird für einen Abfall die DK II benötigt oder reicht DK I aus? (Die Deponiebetreiber sollten entsprechende Auswertungen durchführen, da auch beim LfU nur wenig Erkenntnisse vorliegen.)

Optimale Nutzung vorhandener Kapazitäten:

- Nutzung von „Klasse-II-Deponievolumen“ nur für Klasse-II-Abfälle, Ablagerung von Klasse-I Abfällen auf den zwangsweise entsprechend „herabgestuften“ Deponien.
- Bevorzugte Verfüllung von Deponien mit „begrenzter Lebensdauer“ und dafür Schonung langfristig weiter zu betreibender Deponien.

Mit einer solchen optimierten Bewirtschaftung sollte möglichst kurzfristig begonnen werden.

Kommunale Zusammenarbeit:

Verbundlösungen (Zweckverbände oder vertragliche Vereinbarungen), weil nur so Entsorgungssicherheit ohne kurzfristige Neuerrichtung und zu wirtschaftlich erträglichen Konditionen möglich erscheint und dies Voraussetzung für eine optimierte Bewirtschaftung ist.

Sicherung langfristig nutzbarer Kapazitäten:

Im Hinblick auf die nur schwer abschätzbaren Entwicklungen sollte längerfristig (über 2009 hinaus) nutzbares Volumen (auch für die Deponieklasse I) nicht aufgegeben werden.

5. Ausblick / Schlussbemerkung

Spätestens mit Inkrafttreten der Deponieverordnung werden weitere Regelungen den Weiterbetrieb der vorhandenen Deponien beeinflussen. Auch für die Neuerrichtung Abschluss von Deponien und Deponieabschnitten sind Regelungen zu erwarten, die den Aufwand künftig weiter erhöhen dürften. Auch wenn man Neuerrichtungen von Deponien bzw. Deponieabschnitten aufgrund der neuen Anforderungen mittel- und langfristig nicht mehr ausschließen kann, sollte doch versucht werden, durch optimierte Nutzung und Zusammenarbeit möglichst lange mit dem verfügbaren Volumen auszukommen. Das LfU möchte die Deponiebetreiber bei den Bemühungen dieses Ziel zu erreichen, so gut wie möglich unterstützen.

Neue rechtliche Vorgaben für den Deponiebetrieb – Teil 1

Karl Drexler, Rainer Schultheiß, LfU

Durch verschiedene Regelungen auf der Ebene der EU-Gesetzgebung treten bei der Umsetzung in nationales Recht neue rechtlichen Vorgaben auf. In den letzten Jahren sind auch Deponien davon betroffen.

EU-Deponierichtlinie

Begonnen hat es im wesentlichen mit der Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien (Abl.EG Nr. L182 S.1). Hier wurden grundsätzliche Vorgaben für Deponien festgelegt bzw. in den noch zu erstellenden Anhängen werden sie bis Mitte 2002 noch ergänzt.

In diesen Anhängen sind noch zu regeln:

- die Abfallannahme
- die Abfalluntersuchung mit Probenahme und Analysenmethoden
- die Zuordnungskriterien für Deponien.

Von Seiten des Bundes wurden die bisherigen Regelungen der TA Siedlungsabfall und TA Abfall eingebracht.

Das weitere Vorgehen ist hier abzuwarten.

Abfallablagerungsverordnung - AbfAbIV

Seit dem 01.03.2001 ist die AbfAbIV in Kraft. In der AbfAbIV werden die Zuordnungskriterien für Deponien der Klasse I und II der TA Siedlungsabfall verbindlich festgelegt. In Abweichung von der TA Siedlungsabfall besteht nunmehr neben der thermischen Behandlung die Möglichkeit, die Organik der Siedlungsabfälle mit mechanisch-biologischer Behandlung zu reduzieren.

Die AbfAbIV legt darüber hinaus Anforderungen an die technischen Einrichtungen von Deponien fest, die bereits vor Inkrafttreten der TA Siedlungsabfall betrieben worden sind. Auf Grund dieser Anforderungen und der IST-Situation für Hausmüll-/Reststoffdeponien in Bayern werden sich erhebliche Auswirkungen auf die Deponielandschaft in Bayern nach Ablauf der in der AbfAbIV enthaltenen Übergangsfristen (31.05.2005 und 15.07.2009) ergeben.

Neben der Entsorgung von Abfällen auf Deponien der Klasse I und II enthält der § 3 Abs. 2 die Ausnahmemöglichkeit, „gering belastete mineralische Abfälle“ auch auf Deponien zu entsorgen, die nicht vollständig die Anforderungen der Deponieklasse I einhalten. Diese Ausnahmemöglichkeit ist mit keiner Befristung versehen.

Änderung des KrW-/AbfG durch das Artikelgesetz vom 27.07.2001

Mit Inkrafttreten des Gesetzes zur Umsetzung der UVP-Richtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz ist das KrW-/AbfG umfassend geändert bzw. ergänzt worden. Eine Übersicht über einige wichtige Änderungen des KrW-/AbfG liegt als Anlage 1 bei.

Neben Änderungen zur Planfeststellung und Plangenehmigung von Deponien sind in das KrW-/AbfG vor allem Ermächtigungen zum Erlass von Rechtsverordnungen, Festlegungen zur Stilllegung und Nachsorge der Deponien, zur Zugänglichkeit von Informationen und zur Kosten-/Gebührenkalkulation aufgenommen worden.

Änderung des UVPG

Mit gleichem Gesetz wurde der Umfang der UVP-pflichtigen Vorhaben ausgeweitet. Es ist eine Vorprüfung zur Feststellung der UVP-Pflichtigkeit eingeführt worden. Diese Vorprüfungen gliedern sich in „allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls“ (in der Anlage 1 Liste UVP-pflichtige Vorhaben mit „A“ gekennzeichnet) und „standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls“ (mit „S“ gekennzeichnet). Die abfallwirtschaftlichen Anlagen, die UVP-pflichtig sind bzw. bei denen eine Vorprüfung durchzuführen ist, sind unter Nrn. 8 und 12 der Anlage 1 zum UVPG zusammengefasst. Für die Errichtung und den Betrieb von Deponien zur Ablagerung von Inertabfällen ist nach Nr. 12.3 zumindest eine „allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls“ erforderlich.

Anlage 2 zum UVPG enthält die Kriterien für die Vorprüfung des Einzelfalls.

Entwurf der Deponieverordnung

Auf Grund der EU-Richtlinie vom 26.04.1999 über Abfalldeponien ist die Bundesrepublik Deutschland gefordert, Anforderungen an die Deponierung von Abfällen mittels Verordnung zu regeln. An sich hätte eine entsprechende Verordnung bereits Mitte des Jahres 2001 erlassen werden sollen. Seit Ende September 2001 liegt nunmehr ein Entwurf des BMU über eine DeponieV (Stand: 04.09.2001) vor. Das BMU hat ausgeführt, dass es bei Erlass der DeponieV aus Gründen der Planungssicherheit zu keiner Änderung der AbfAbIV kommen solle.

In der DeponieV sollen neben den bereits in der AbfAbIV für Deponien der Klasse I und II getroffenen Festlegungen die Anforderungen für Deponien, die der TA Abfall unterliegen, und Deponien, auf denen gering belastete Abfälle entsorgt werden, geregelt werden.

Eine Übersicht über die für Deponien der Klasse Ia (Deponien für gering belastete Abfälle, in etwa mit den bisherigen Bauschuttdeponien vergleichbar) ins Auge gefassten Anforderungen sind in Anlage 2 zusammengefasst. Hervor zu heben sind vor allem die Regelungen für bereits in Betrieb befindliche Deponien, die ausdrücklich in dem Geltungsbereich der DeponieV mit eingeschlossen werden.

In die DeponieV sollen ferner Regelungen für Langzeitläger (Lagerzeit von über einem Jahr) aufgenommen werden. (Hinweis: Mit dem Gesetz zur Sicherstellung der Nachsorgepflichten bei Abfalllagern vom 13.07.2001 sind auch nunmehr auch Läger, die weniger als 12 Monate betrieben werden sollen, genehmigungspflichtig nach BImSchG).

Die DeponieV befindet sich derzeit im Anhörungsverfahren. Es ist deshalb damit zu rechnen, dass die in der Übersicht genannten Anforderungen noch nicht endgültig sind. Die eine oder andere Änderung wird sicherlich noch aufgenommen werden.

Wegen der von der EU vorgegebenen Fristsetzung zur Verabschiedung einer Verordnung ist allerdings mit einer baldigen Verabschiedung der DeponieV zu rechnen.

Sonstige Änderungen

Darüber hinaus werden sich Änderungen u.a. in folgenden gesetzlichen Vorgaben bzw. Regelwerken ergeben, die für Ablagerung von Abfällen von Bedeutung sind:

LAGA-Merkblatt „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“

Derzeit erfolgt eine Fortschreibung des o.g. LAGA-Merkblatts. Bei der Abstimmung der Fortschreibung hat das Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen darauf hingewiesen, dass die grundsätzliche Position Bayerns in dem Eckpunktepapier vom 21.06.2001 über die Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen festgelegt worden ist.

NachweisV

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis

Regelung zur Abgrenzung gefährlicher/nicht gefährlicher Abfälle

Ausführungen von Herrn Dr. Güntner in einem eigenen Vortrag

Vollzugshilfe zu § 12 BbodSchV

Mit o.g. Vollzugshilfe sollen u.a. Hinweise für den Einsatz von mineralischen Materialien in Re-kultivierungsschichten von Deponien gegeben werden. Derzeit sind als Grenze die Zuordnungskriterien Z 1.1 des o.g. LAGA-Merkblatts im Gespräch.

TA Luft

Für die auf Deponien befindlichen Deponiegasverwertungsanlagen und Deponiegasfackeln werden Änderungen diskutiert.

Bei Fackeln: Nachverbrennungstemperatur
Umfang der Messungen

Ein Punkt der hier diskutiert wurde, war im wesentlichen die Temperatur im Nachverbrennungsbereich und die Frage der Überwachung des Ausbrandes.

Ob 800 °C oder 1.000 °C notwendig sind. Sicher ist, dass es sich um Fackeln nach dem Stand der Technik handeln muss, also ein isolierter Brennraum, so dass Abkühlungen im Randbereich gering sind.

Weiter erscheint es auch notwendig, dass mindestens jährlich eine Bestimmung des CO-Gehaltes im Abgas erfolgt, um die Verbrennungsbedingungen einstellen zu können.

Bei Motoren: Hier sind Erleichterungen zu erwarten.
Derzeit wird der Entwurf am UBA überarbeitet.

Eper

In Kraft ist auch eine Regelung, dass künftig auch Deponien über die von ihnen ausgehenden Emissionen (Frachten) in Luft und Wasser für bestimmte Stoffe und bei Überschreiten eines Schwellenwertes einen Bericht abgeben müssen - ähnlich der Emissionserklärung bei BImSchG-Anlagen:

- Entscheidung der Kommission vom 17.07.2000 über den Aufbau eines Europäischen Schadstoffregisters (EPER) gemäß Artikel 15 der Richtlinie 96/61/EG des Rates über die integrierte Vermeidung und Minderung der Umweltverschmutzung (IPPC)

Die Ermächtigung zur Umsetzung in deutsches Recht ist mit dem Artikelgesetz erfolgt.

Für den Bereich Sickerwasser lassen sich diese Werte mit den vorhandenen Daten – Sickerwasseranfall und Gehalte an Inhaltsstoffen – leicht errechnen. Nach ersten Abschätzungen sind nur wenige Deponien in Bayern betroffen.

Da für den Pfad Deponiegas auch diffuse Emissionen zu berücksichtigen sind, ist für Deponiegas eine Formel zu entwickeln, die das Deponiegasaufkommen in Abhängigkeit von den jeweiligen Randbedingungen abschätzen lässt. Hierzu soll das Umweltbundesamt eine Formel zur Berechnung bzw. Abschätzung der Deponiegasmenge entwickeln. Das Ergebnis steht noch aus. Für die Frachtberechnungen können vorhandene Deponiegasanalysen herangezogen werden.

Hinweis:

Abschließend ist noch auf die Internetadresse des BMU (<http://www.bmu.de>) hinzuweisen. Unter dem Pfad „Downloads“ – „Abfallwirtschaft“ – „Entwürfe, Gesetze, Verordnungen“ können die sich ändernden gesetzlichen Vorschriften eingesehen werden.

Übersicht über einige wichtige Änderungen des KrW-/AbfG nach Inkrafttreten des Artikelgesetzes vom 27.07.2001

Stichwort	Neu/geändert/ gestrichen	Bemerkungen	Fundstelle im KrW-/AbfG
Begriffsbestimmungen	neu	Definition des Begriffs „Deponie“	§ 3 Abs. 10
	neu	Definition des Begriffs „Inertabfälle“	§ 3 Abs. 11
	neu	Definition des Begriffs „Stand der Technik“	§ 3 Abs. 12 u. Anhang III
	gestrichen	ehemalige Definition des Begriffs „Stand der Technik“	§ 12 Abs. 3
Pflichten d. Betreiber gen. bed. Anlagen	gestrichen	Festlegung von stoffbezogenen Anforderungen im KrW-/AbfG zur Verwertung und Beseitigung von Abfällen	§ 9 Sätze 2 u. 3
Planfeststellung und -genehmigung	gestrichen	Verlängerung des Betriebszeitraums von Pilotdeponien um ein Jahr nur mit Plangenehmigung	§ 31 Abs. 3 Nr. 3
	neu	anstelle Plangenehmigungsverfahren ist Planfeststellungsverfahren für Deponien für nicht besonders überwachungsbedürftige Abfälle durchzuführen, wenn Ablagerungsmenge von 10 t/d oder Gesamtkapazität von 25.000 t überschritten wird; Ausnahme: Deponien für Inertabfälle	§ 31 Abs. 3 Satz 3
	neu	Anzeigepflicht des Betreibers bei Änderungen der Anlage (analog dem § 15 des BImSchG); gilt auch für bereits betriebene Anlagen	§ 31 Abs. 4
	neu	Energie sparsam und effizient verwenden, ist Voraussetzung für Erteilung der Genehmigung	§ 32 Abs. 1 Nr. 1 Buchst. c
	neu	Fach- und Sachkunde des Personals	§ 32 Abs. 1 Nr. 3
	geändert	regelmäßige Überprüfung des Bescheids oder aus besonderem Anlass, ob dieser auf dem neuesten Stand gemäß § 32 Abs. 1 Nrn. 1 – 3 und 5 ist	§ 32 Abs. 4 Satz 2
	geändert	Wegfall der Erteilung des vorzeitigen Betriebsbeginns von 6 Monaten; dafür können lediglich „Maßnahmen, die zur Prüfung der Betriebstüchtigkeit der Deponie erforderlich sind, vorzeitig zugelassen werden.	§ 33 Abs. 1 Satz 1

Nachsorge und Stilllegung	neu	Zuverlässigkeit der verantwortlichen Personen während der Nachsorge		§ 32 Abs. 1 Nr. 2
	geändert	soweit noch nicht erfolgt, Verpflichtung des Deponiebetreibers zur Rekultivierung der Deponie, zu Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen während der Nachsorge und Melden der Überwachungsergebnisse an die Überwachungsbehörde		§ 36 Abs. 2 Satz 1
	neu	Feststellung der zuständigen Behörde, dass die Stilllegungsphase oder Nachsorgephase einer Deponie beendet ist.		§ 36 Abs. 3 u. 5
Emissionserklärung und Information	neu	Emissionserklärung der Deponiebetreiber; Ausnahme: bei Deponien mit Emissionen in geringem Umfang		§ 36 a Abs. 1
	neu	Abgabe der ersten Emissionserklärung erst nach Inkrafttreten einer entsprechenden Rechtsverordnung		§ 36 a Abs. 4
	neu	Ergebnisse der Anlagenüberwachung sind unter Berücksichtigung des Umweltinformationsgesetzes für die Öffentlichkeit zugänglich		§ 36 b
Kosten-/Gebührenkalkulation	neu	Umlegung sämtlicher Kosten für Errichtung, Betrieb, Überwachung, Stilllegung, Nachsorge (Zeitraum für Kalkulation: 30 Jahre) und Sicherheitsleistung auf Ablagerungsentgelte (Hinweis: gilt auch für gen. bed. Anlagen, soweit diese von der EU-Richtlinie vom 26.04.99 erfasst sind)		§ 36 d
Erleichterungen für auditierte Unternehmen	neu	Erleichterung möglich bei Eintrag des Unternehmens in Verzeichnis gemäß Art 6 der VO Nr. 761/2001 der Europ. Parlaments und des Rates vom 19.03.2001		§ 55 a
	neu	Beschreibung der Erleichterungsmöglichkeiten		§ 55 a
Ermächtigung der Bundesregierung zum Erlass von Rechtsverordnungen	neu	Definition von Inertabfällen		§ 3 Abs. 11
	neu	Überprüfungen bestehender Genehmigungsbescheide	DeponieV	§ 32 Abs. 4 Satz 4
	neu	Details zu Planfeststellungs-/Genehmigungsverfahren, Anzeigeverfahren bei Anlagenänderungen, Verfahren bei Anlagenstilllegung und Abschluss der Nachsorge	DeponieV	§ 34 Abs. 1 Satz 2
	neu	Details zur Emissionserklärung		§ 36 a Abs. 2
	neu	Anforderungen an Errichtung, Betrieb und Überwachung von Deponien und Sicherheitsleistungen	DeponieV	§ 36 c Abs. 1 - 4
	neu	Erleichterungen für auditierte Unternehmen		§ 55 a

Übersicht über einige wichtige Inhalte des Entwurfs der DeponieV (Stand: 04.09.2001) für Deponien der Klasse Ia

Hinweise:

Die DeponieV wird voraussichtlich Anforderungen für Deponien der Klassen Ia (Inertstoffdeponie; entspricht in etwa den bisherigen Erdaushub- oder Bauschuttdeponien), Ib (bisherige Deponie der Klasse I der TA Siedlungsabfall), II, III (TA Abfall-Deponie) und IV (Untertagedeponie) enthalten. In der nachfolgenden Übersicht werden lediglich die Anforderungen für Deponien der Klasse Ia genannt, die im derzeitigen Entwurf der DeponieV enthalten sind.

Bei der Benutzung der Übersicht ist zu bemerken, dass nicht alle Anforderungen enthalten sind. Ebenso ist bei Detailfragen der Text des Verordnungsentwurfs heranzuziehen.

Stichwort	Bemerkungen	Fundstelle im Entwurf der DeponieV
Anwendungsbereich	gilt für kommunale als auch private Betreiber einer Deponie der Klasse Ia Hinweis: gilt im Wesentlichen auch für Langzeitlager der Klasse Ia (siehe Nr. 8.14 des Anhangs der 4. BImSchV)	§ 1 Abs. 2
Definition	Oberirdische Deponie für mineralische Inertabfälle, die niedrigere Anteile an Schadstoffen enthalten als die, die die Zuordnungskriterien für Deponien der Klasse 1 der Anlage 1 der AbfAbIV einhalten	§ 2
Zuordnungskriterien	keine Angaben hierzu im Entwurf der DeponieV, jedoch hat die Bundesregierung die Ermächtigung zum Erlass einer entsprechenden Rechtsverordnung	
	Abfälle können verfestigt/stabilisiert werden, wenn die Wirkung der Behandlung langfristig erhalten bleibt und dies der Abfallerzeuger dem Entsorger nachweist	§ 8 Abs. 3
	eine Vermischung von Abfällen zur Einhaltung der Zuordnungskriterien ist nicht zulässig (Ausnahme: Parameter Festigkeit)	§ 8 Abs. 6
Geologische Barriere/Abdichtung	geol. Barriere: $k \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s, $d > 1$ m (technische Ersatzmaßnahmen möglich)	§ 3 Abs. 2, Anhang 1
	mineralische Dichtung: nicht erforderlich	
	Kunststoffdichtungsbahn: nicht erforderlich	
	Entwässerungsschicht: $k \geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s, $d > 0,3$ m (Reduzierungen im Einzelfall möglich)	
	Oberflächenabdichtung/Rekultivierung: keine Angaben	

Betriebseinrichtungen	Eingangsbereich, Lagerbereich, und Arbeitsbereich einrichten (Hinweis auf Nr. 7 der TA Siedlungsabfall) gilt nur für Deponien der Klasse I b und II	§ 3 Abs. 4
	Umzäunung um das Gelände	§ 3 Abs. 6
	bei öffentlich-rechtlicher Trägerschaft der Deponie Annahmehbereich für Kleinanlieferer schaffen	§ 3 Abs. 7
Organisation/Personal	ausreichend fach- und sachkundiges Personal	§ 4 Abs. 1
	Sicherstellen der erforderlichen Überwachung und Kontrolle der abfallwirtschaftlichen Tätigkeiten	
	für Leitungspersonal regelmäßiger Besuch von anerkannten Fortbildungslehrgängen in zeitlichen Abständen von max. 2 Jahren	§ 4 Abs. 2
	Sicherstellen der Fortbildung für sonstiges Personal	
	Definition der o.g. Anforderungen nach Nrn. 6.1 und 6.3 der TA Siedlungsabfall	
Information/Dokumentation	Betriebsordnung, Betriebshandbuch und Betriebstagebuch nach Nrn. 6.4.1 – 6.4.3 der TA Siedlungsabfall	§ 5
Inbetriebnahme der Deponie oder von Deponieabschnitten oder bei wesentlichen Änderungen	vorherige Abnahme durch die zuständige Behörde erforderlich; Erstellen eines Abnahmeprotokolls	§ 6
Verfahren zur Annahme von Abfällen	der Deponiebetreiber hat für jede Abfallanlieferung eine schriftliche Eingangsbestätigung auszustellen, z.B. durch Vermerk auf dem Begleitschein, dem Übernahmeschein oder Wiegeschein (§ 16, 19 oder 25 der NachweisV); ggf. auch wöchentliche Sammelbescheinigungen mit Ausweisen der Einzelanlieferungen bei regelmäßigen Anlieferungen	§ 10 Abs. 4
	Meldung an zuständige Behörde bei Anlieferung nicht zulässiger Abfälle	§ 10 Abs. 7
sonstige Anforderungen	Festlegen von Auslöseschwellen bis spätestens 16.07.2003 unter Berücksichtigung der Prüfwerte des Wirkungspfades Boden – Gewässer der BBodSchV	§ 11 Abs. 2 u. § 26 Abs. 3
	Unterrichtung der Behörden bei nachteiligen Auswirkungen auf die Umwelt	§ 11 Abs. 3
	Erstellen von Notfallplänen im Falle des Überschreitens der Auslöseschwellen oder von Störungen; Frist: umgehend nach Festlegung der Auslöseschwellen	§ 11 Abs. 3 u. § 26 Abs. 3
	Anordnungsbefugnis der zuständigen Behörde zur Ermittlung von Emissionen durch eine bekanntgegebene Stelle, wenn schädliche Umweltauswirkungen zu befürchten sind	§ 11 Abs. 4

vor Inkrafttreten der DeponieV betriebene Deponien	Schriftliche Erklärung des Deponiebetreibers bis spätestens 15.07.2002, dass alle Anforderungen der DeponieV eingehalten sind; ansonsten sind die erforderlichen Nachrüstmaßnahmen oder die Stilllegung der Deponie zu beantragen	§ 12 Abs. 1
Stilllegung von Deponien	Rekultivierungsschicht entsprechend den Anforderungen des § 12 der BBodSchV	§ 14 Abs. 2
	Durchführen von Messungen und Eigenkontrollen während der Stilllegungsphase	§ 14 Abs. 2
	Informationspflicht des Betreibers bei Auswirkungen auf die Umwelt	§ 14 Abs. 3
	Schlussabnahme durch die Behörde sowie Vorlage von Unterlagen nach Nr. 10.7.1 Satz 2 der TA Siedlungsabfall erforderlich	§ 14 Abs. 4
	Ausnahmen vom § 14 für Deponien, die sich bereits in der Nachsorgephase befinden (Rekultivierung durchgeführt und Nachsorgemaßnahmen festgelegt)	§ 14 Abs. 5
Nachsorge	Informationspflicht des Deponiebetreibers bei Feststellen von nachteiligen Umweltauswirkungen	§ 15 Abs. 2
	Entlassung aus der Nachsorge möglich, wenn Prüfkriterien eingehalten sind	§ 15 Abs. 3 u. 4
Langzeitlager		§§ 16 bis 18
Sicherheitsleistung	Nachweis der finanziellen Leistungsfähigkeit und der Erbringung einer finanziellen Sicherheit durch den Deponiebetreiber bei Antragstellung	§ 19 Abs. 1 u. 2
	für die Berechnung der finanziellen Sicherheit sind sämtliche Deponiephasen einschl. eines Nachsorgezeitraums von mindestens 30 Jahren zu berücksichtigen	§ 19 Abs. 3
	regelmäßige Überprüfung und ggf. Anpassung der Höhe der Sicherheitsleistung durch die Behörde	§ 19 Abs. 5
	keine Sicherheitsleistung bei öffentlich-rechtlichen Körperschaften als Deponiebetreiber erforderlich	§ 19 Abs. 6
	wenn der Betrieb einer bestehenden Deponie über den 31.05.2005 hinausgehen soll, Nachweis der Sicherheitsleistung bis spätestens 31.12.2002	§ 26 Abs. 4
Anzeigen/Anträge	für die Errichtung, den Betrieb und bei wesentlichen (d.h. genehmigungspflichtigen) Änderungen: schriftliche Anträge einschl. Unterlagen gemäß der § 6 Abs. 3 u. 4 UVPG sowie Anhang A der TA Abfall vom Deponieträger vorzulegen	§ 20 Abs. 1
	für unwesentliche Änderungen: schriftliche Anzeige einschl. der erforderlichen Unterlagen wie oben genannt einen Monat vor Durchführung bei der Behörde einreichen	§ 20 Abs. 2
	für Stilllegung: schriftliche Anzeige mindestens 1 Jahr vor der beabsichtigten Stilllegung bei der Behörde	§ 20 Abs. 3

Zulassungen	Mindestinhalt einer behördlichen Zulassung (Planfeststellungsbeschluss, Plangenehmigung oder Anordnung nach § 36 Abs. 2 Satz 1 KrW-/AbfG)	§ 22
	regelmäßige Überprüfung der Zulassungen alle 4 Jahre	§ 23
Verwertung auf Deponien	Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> - Einsatz für bestimmte definierte Maßnahmen - Ersatz von Primärrohstoffen - Einhaltung der §§ 3 bis 11 der DepV und Berücksichtigung von § 12 DepV - keine Beeinträchtigung der Schutzgüter Wasser, Boden, Luft und Gesundheit des Menschen 	§ 24
Ordnungswidrigkeiten		§ 27

Neue rechtliche Vorgaben für den Deponiebetrieb – Teil 2

Dr. Wolfgang Güntner, LfU, Außenstelle Nordbayern

1. Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses

Seit der Schaffung der europäischen Abfallverzeichnisse EWC (European Waste Catalogue, 1993) und HWC (Hazardous Waste Catalogue, 1994) ist durch die Mitgliedsstaaten eine Fülle von Vorschlägen zu deren Änderung und Ergänzung notifiziert worden. Im „Technischen Ausschuss zur Anpassung der EG-Abfallgesetzgebung an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt“ (TAC) wurden ca. 500 der notifizierten Abfälle behandelt. Der EWC und HWC wurden dabei in einem gemeinsamen Verzeichnis zusammengeführt (Entscheidung der Europäischen Kommission vom 16.01.2001 mit Änderungen vom 22.01. und 23.07.2001). Durch die Fortschreibung des EWC / HWC erhöhte sich die Summe der Abfallschlüssel von 645 auf 839 und die der gefährlichen Abfallschlüssel von 235 auf 405. Die Aufnahme sogenannter Spiegeleinträge, bei denen einer Abfallart eine Abfallart mit gefährlichen Stoffen gegenübergestellt wird, ist das wesentliche Element der vorgenommenen Einträge im neuen Abfallverzeichnis. Die Unterscheidung wird anhand von zum Teil noch zu konkretisierenden Gefahrenmerkmalen vollzogen.

Die geänderten EWC und HWC sind zum 01.01.2002 in deutsches Recht umzusetzen. Infolge dieser Umsetzung ergeben sich notwendige Änderungen für die bisher geltenden Verordnungen – zur Bestimmung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, – zur Bestimmung von überwachungsbedürftigen Abfällen zur Verwertung und – zur Einführung des Europäischen Abfallkatalogs. Eine entsprechende Verordnung liegt im Entwurf vor. Erfasst werden sowohl Abfälle zur Beseitigung als auch Abfälle zur Verwertung. Die besonders überwachungsbedürftigen Abfälle sind die mit Stern (*) gekennzeichneten „gefährlichen Abfälle“.

Übergangsfristen bei der Anwendung der neuen Abfallschlüssel sind aus europarechtlichen Gründen nicht möglich. Im Sinne eines möglichst reibungslosen Übergangs ist es sinnvoll, frühzeitig mit der Umstellung von Genehmigungen und Entsorgungsnachweisen zu beginnen. Eine Vollzugshilfe des Umweltbundesamtes ist im WEKA-Verlag erschienen. Der Entwurf der Umsetzungsverordnung ist auf den Internet-Abfallseiten des Bundesumweltministeriums einsehbar (www.bmu.de/).

2. Novellierung der abfallrechtlichen Nachweisbestimmungen

Die bestehenden Regelungen der Nachweisverordnung haben sich im mittlerweile fast vierjährigen Vollzug im Wesentlichen bewährt. Die anstehende Novellierung zielt darauf ab, aufgetretene Einzelfragen zu lösen und eine Präzisierung bisher unklarer Formulierungen zu erreichen.

Für den Betrieb von Deponien und die hier entsorgten Abfälle sind folgende Punkte bedeutsam:

- Streichung des Anzeigeverfahrens im privilegierten Verfahren für besonders überwachungsbedürftige Abfälle.
- Erleichterungen der Nachweisführung im vereinfachten Verfahren, insbesondere durch Zulassung in der Praxis gängiger Liefer- oder Wiegescheine anstelle von Übernahmescheinen nach der Nachweisverordnung.
- Befreiung der Kommunen und Abfallerzeuger von vereinfachten Nachweispflichten für überlassungspflichtige Abfälle, soweit die Entsorgung von überwachungsbedürftigen Abfällen durch öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger oder deren beauftragte Dritte vorgenommen wird.
- Einführung einer „Experimentierklausel“ für Nachweisverfahren in elektronischer Form.
- Ergänzung der Ordnungswidrigkeitentatbestände, insbesondere Bußgeldbewehrung auch von Weitergabe- und Übersendungspflichten.

Deponienachbarschaften

Reiner Schultheiß, LfU, Außenstelle Nordbayern

Anlass und Zielsetzung der Deponienachbarschaften

Wünsche des Deponiepersonals nach Fort- und Weiterbildung sowie Erfahrungen des LfU bei der Deponieüberwachung haben dazu geführt, dass im Jahr 1995 – zunächst versuchsweise auf die drei fränkischen Regierungsbezirke und den Regierungsbezirk Oberpfalz beschränkt – Deponienachbarschaften gegründet wurden. Im Jahr 1997 wurde die Bildung von Deponienachbarschaften auf den gesamten Freistaat Bayern ausgeweitet.

Die Zielgruppe, die mit den Deponienachbarschaften angesprochen werden soll, ist vor allem das auf Deponien tätige Personal.

Mit der Durchführung von Deponienachbarschaftstreffen sind folgende Zielsetzungen beabsichtigt:

- Fort- und Weiterbildung des Deponiepersonals in Gruppen von 12 bis 15 Personen durch praxisorientierte Vorträge, Übungen und Besichtigungen von Anlagen,
- Diskussion und Erfahrungsaustausch des Deponiepersonals,
- Anregung zur Nachbarschaftshilfe.

Die Deponienachbarschaften sollen eine Ergänzung des vom VBS in Bayern durchgeführten Deponielehrgangs sein.

Seit der Einführung der Deponienachbarschaften im gesamten Freistaat Bayern erfolgt die Trägerschaft vom VBS und VKS. Das LfU ist unterstützend tätig.

Gestaltung und Durchführung der Deponienachbarschaften

Das Gebiet des Freistaats Bayern ist in 6 Regionen (Deponienachbarschaften) aufgeteilt worden (siehe Abbildung). Zu einer Deponienachbarschaft wurden nach Möglichkeit 8 – 10 Deponiebetreiber bzw. auf Deponien tätige Unternehmen zusammengefasst.

Die Deponienachbarschaften werden eigenständig von den nachfolgend genannten Lehrern geleitet. Sie legen Treffen fest, wählen das Schwerpunktsthema aus, organisieren den Tagesablauf und moderieren die Veranstaltung.

- Region 1:	Christoph Hofmann, Fa. Hofmann Städtereinigung, Kirchenstraße 22, 91186 Büchenbach, Tel.Nr.:09171/847-0
- Region 2:	Fritz Kluike, Stadt Nürnberg – Abfallwirtschafts- und Stadtreinigungsbetrieb, Großreuther Straße 117, 90425 Nürnberg, Tel.Nr.: 0911/481988
- Region 3:	Peter Förster, LRA Tirschenreuth, Mitterteicherstraße 49, 95643 Tirschenreuth, Tel.Nr.: 09631/7001-13
- Region 4:	Bernhard Sack, Landeshauptstadt München, Amt für Abfallwirtschaft, Heisenberg-Alle 62, 80939 München, Tel.Nr.: 089/324769-12
- Region 5:	Helmut Ludwig, LRA Landsberg a. L., Von-Kühlmann-Str. 15 86899 Landsberg a. L., Tel.Nr.: 08191/129-312
- Region 6:	Hans Kaufmann, AWV Isar-Inn, Karl-Rolle-Str. 43, 84307 Eggenfelden, Tel.Nr.: 08721/9612-18

Als Beispiel für den Tagesablauf eines Deponienachbarschaftstreffens liegt das Programm eines der letzten Treffen in den nord-bayerischen Regionen in Anlage bei. Der Ablauf hat sich im Hinblick auf die Zielsetzung der Deponienachbarschaften am geeignetsten erwiesen, kann jedoch bei Bedarf geändert werden.

Bislang haben in den einzelnen Deponienachbarschaften bis zu 7 Treffen stattgefunden. Das Thema für das nächste Treffen wurde jeweils von den Teilnehmern festgelegt, so dass sichergestellt ist, dass interessante Themen behandelt werden. Sofern neue Themenwünsche entstehen, könne diese den Lehrern mitgeteilt werden.

Nach Möglichkeit sind die Treffen auf verschiedenen Deponien durchgeführt worden, damit die Teilnehmer andere Anlagen kennen lernen und Anregungen für die eigene Tätigkeit erhalten.

Ausblick

Bei einem Resümee der beteiligten Lehrer, der Träger der Deponie-nachbarschaften und des LfU im Mai 2001 bestand Einvernehmen, dass die Deponienachbarschaften eine sinnvolle Einrichtung zur Fortbildung und Motivation des Deponiepersonals sind. Nachfragen bei den Teilnehmern der Deponienachbarschaften haben positive Bewertungen der Treffen ergeben.

Die Deponienachbarschaften sind für Teilnehmer sehr kostengünstig. Mit Ausnahme von Reise- und Tagegeldkosten ihrer Beschäftigten fallen in der Regel für die Deponiebetreiber keine weiteren Kosten an.

Zielgruppe soll nach wie vor insbesondere das auf Deponien tätige Personal sein.

In der Regel sollen Deponienachbarschaftstreffen einmal pro Jahr durchgeführt werden.

Durch die zurückgegangenen Ablagerungsmengen auf Deponien und die sich ändernde Gesetzgebung (Abfallablagerungsverordnung und Deponieverordnung) wird eine Konzentration der Deponien stattfinden. Es ist daher zu prüfen, ob und wie die derzeitige Organisation und Struktur angepasst wird, z.B. die Einteilung der bestehenden Regionen nicht nur nach örtlichen sondern auch nach technischen Gesichtspunkten der Deponien.

Zum Abschluss sei noch auf die derzeit in Erarbeitung befindliche Deponieverordnung hingewiesen. Nach dem vorliegenden Entwurf (Stand:04.09.2001) ist gemäß § 4 dafür zu sorgen, dass das auf Deponien tätige Personal durch „geeignete Fortbildung über den für die Tätigkeit erforderlichen aktuellen Wissensstand verfügt. ... Der Deponiebetreiber hat den Fortbildungsbedarf zu ermitteln und sicherzustellen“. Die Deponienachbarschaften werden daher auch künftig von Bedeutung sein, um den Anforderungen der Deponieverordnung gerecht zu werden.

Programmverlauf
für die 6. Deponienachbarschaft am 20.07.1999
Deponie Karlstadt

Tagungsort: Treffpunkt:	Karlstadt Kreisbauhof (s. Anfahrtsskizze)	
9.30 Uhr	Begrüßung	Hr. Hofmann
9.45 Uhr	Vorstellung der Teilnehmer mit Beschreibung der ausgeübten Funktion	Teilnehmer
10.45 Uhr	Schwerpunktthema: Sickerwasser,-reinigung -minderung, Unterhalt der Leitungen	Hr. Hofmann Hr. Daehn (LfU)
12.30 Uhr	Mittagessen	
13.30 Uhr	Begehung der Deponie, vorrangig unter dem Aspekt des Themas	Hr. Hofmann örtlicher Deponiewart
15.30 Uhr	Erfahrungsaustausch	Hr. Hofmann Teilnehmer
16.30 Uhr	Sonstige Anregungen	
17.00 Uhr	Zusammenfassung, Verabschiedung	Hr. Hofmann



Abb.: Deponienachbarschaften in Bayern

Bewirtschaftung einer Deponie in der Nachsorgephase

Dieter Kress, Landratsamt Ansbach

In der Vergangenheit ist man davon ausgegangen, dass sich der Begriff Bewirtschaftung einer Deponie sich vornehmlich auf die Aktive Zeit einer Deponie beschränkt, also auf einen Zeitraum in der durch die Einlagerung von Müllanlieferungen "monetärer" Umsatz vonstatten geht. Investitions- und Betriebskosten werden zusammengerechnet und daraus ergibt sich eine Ablagerungsgebühr, über die man kostendeckend den Betrieb bestreitet.

Nach der Schließung der Deponietore, so ist häufig die allgemeine Auffassung in der Öffentlichkeit, geht man davon aus, dass das Problemfeld Deponie entweder als abgeschlossen getrachtet wird und sich selbst überlassen werden kann oder man hat schon erkannt, dass die **Output-Problemzonen "Sickerwasser und Deponiegas"** weiterhin bestehen aber nur für Unkosten und somit für negative Bilanzen sorgen. Dies tritt dann besonders drastisch auf wenn der Unkostenanteil nicht mehr durch die Ablagerungsgebühren überdeckt wird, wenn beim Jahresabschluss nur rote Zahlen zu Buche stehen.

Betrachtet man die Jahresabschlussbilanz so ist erkennbar, dass der Kostenanteil "Entsorgung Deponiesickerwasser" besonders groß ist. Somit ist für einen Deponiebetreiber diesbezüglich unmittelbarer Handlungsbedarf gegeben. Es müssen auf der Deponie unmittelbar Abdeckungsmaßnahmen durchgeführt werden, so dass Oberflächenwasser nicht mehr in den Müllberg eindringen kann und der Anfall von Deponiesickerwasser auf ein Minimum reduziert wird. Parallel hierzu möchte der Deponiebetreiber natürlich auch seine mit hohen finanziellen Aufwendungen installierten Deponiegasnutzungsanlagen weiterhin mit einem positiven Jahresabschluss führen.

Hier muss der Begriff "**Bewirtschaftung einer Deponie für den Zeitabschnitt der Nachsorgephase**" mit den zu diesem Zeitpunkt geltenden Randparametern neu definiert und gesamtheitlich betrachtet werden.

Nachfolgend wird aus dem Bewirtschaftungsmodell die

Abhängigkeit Sickerwasser-Deponiegas

Beispiel gebend dargestellt und erläutert. Auf der Deponie im Dienstfeld wird diese Nachsorgeproblemzone in ihrer Abhängigkeit zu einander wie folgt unter dem Begriff

Flächige, technisch regelbare Infiltration von deponiespezifischen Wässern zur Erhaltung und Regelung des biochemischen Abbauprozesses und somit der Deponiegasaktivität

umgesetzt.

Flächige, technisch regelbare Infiltration von deponiespezifischen Wässern zur Erhaltung und Regelung des biochemischen Abbauprozesses und somit der Deponiegasaktivität

1. Rechtliche Ausgangslage und Biochemische Vorgänge und Abbauprozesse im Deponiekörper

Entsprechend den Forderungen der TA-Siedlungsabfall ist möglichst unmittelbar nach Fertigstellung einer Müllschüttung eine entsprechende Oberflächenabdeckung bzw. -abdichtung temporär oder endgültig aufzubringen. Hierdurch wird erreicht, dass Niederschlagswasser abgehalten wird. Denn dringt Niederschlagswasser in den Müllberg ein, wird es bei der Durchsickerung zu kontaminiertem Deponiesickerwasser das anschließend kostspielig entsorgt werden muss.

Als Folgeerscheinung dieser Sickerwasserminimierung ist feststellbar, dass der Müllberg infolge Feuchtigkeitsentzug trocken fällt. Deponiebetriebliche Erfahrungen haben bewiesen, dass ein kontinuierlicher bio-chemischer Abbauprozess innerhalb des Bioreaktors Müllberg nicht von statten geht, wenn nicht entsprechende Milieubedingungen für die aeroben und anaeroben Mikroorganismen gewährleistet werden können. Eine der wichtigsten Milieubedingung für v.g. Abbauprozess ist ein möglichst kontinuierlicher Wassergehalt des Müllberges. Dieser ist nicht mehr gegeben wenn durch entsprechende Abdeckungsmaßnahmen das Eindringen von Niederschlagswasser verhindert wird.

Ein nach außen hin sehr schnell erkennbarer Messwert der biochemischen Aktivität eines Müllberges - und somit seines Umsetzungspotentiales von organischen Kohlenstoffverbindungen - ist der Methangehalt des abgesaugten Deponiegases. Fällt dieser Methangehalt ab, so ist nicht etwa der Schluss gegeben, dass der vorhandene organisch Kohlenstoff abgebaut ist und somit der für Deponiebetreiber erstrebenswerte inerte Endzustand der Deponie erreicht ist.

Vielmehr ist feststellbar, dass der Wassergehalt des Müllberges in eine Größenordnung < 20 - 25 % gefallen ist (vgl. hierzu die wissenschaftlichen Untersuchungen der TU-München auf der Deponie im Dienstfeld) und das mit dem Mülleinbau eingelagerte Wasser (bis zu ca. 60 % bei Frischmüll) als Prozesswasser aufgebraucht wurde. Die mit dem Müll eingelagerten Organikanteile werden durch das Austrocknen des Müllberges mumifiziert und sind, da die Milieubedingungen für den biochemischen Abbauprozess nicht mehr gegeben sind auch nicht mehr umgesetzt. Derartige Deponien bzw. Deponiebereiche stellen somit unberechenbare Zeitbomben dar. Gelangt durch Setzungsunterschiede an der Abdeckungsoberfläche oder neuer Wasserwegsamkeiten innerhalb des Müllberges wieder Feuchtigkeit in diese Regionen, so ist der biochemische Abbauprozess in sehr kurzer Zeit wieder reaktiviert. Möglicherweise zu einer Zeit in der keine funktionsfähige Aktiventgasung und Sickerwasserfassung mehr auf der Deponie betrieben wird.

Angesichts dieser Problematik sollte es im Bestreben des Deponiebetreibers sein, den biochemischen Abbauprozess durch einen technisch geregelte Befeuchtung so zu aktivieren, dass er optimalen Milieubedingungen im wesentlichen abläuft , so lange entsprechende Anlagen eine Gewährleistung für eine umweltfreundliche und -sichere Entsorgung von Sickerwasser und Deponiegases bieten und betriebsbereit installiert sind. Wobei zum geregelten Abbau der Organik sicherlich ein Zeitraum von ca. 50 Jahren und mehr benötigt wird.

2. Bauliche Maßnahmen zur Regulierung des Wasserhaushalts

2.1 Allgemeine Verfahrensbeschreibung

Wie vorstehender Abschnitt verdeutlicht ist eine möglichst gleichmäßige geregelte Durchfeuchtung des Müllberges ein anstrebbares Ziel, jedoch ohne eine technische Ausrüstung nicht realisierbar.

In der Vergangenheit wurden auf verschiedenen Deponie Infiltrationsversuche durchgeführt, hierbei wurde mit eingebohrten Metalllanzen bzw. Gräben oder Brunnen punktuell bzw. linear Sickerwasser in die Deponie zurückgeführt. Hierbei wurde festgestellt, dass infolge der Inhomogenität der Müllschüttung sich Wasserwegsamkeiten aufbauen durch die ein direkter Kurzschluss zur Deponiebasis entsteht, worüber infiltriertes Wasser mit relativ geringem Befeuch-

tungseffekt wieder versickert. Darüber hinaus haben die v.g. Techniken, bezogen auf ihre geringe Grundfläche gegenüber der grundsätzlich relativ großen Deponieoberfläche nur ein geringes Wirkungsspektrum.

Um ein möglichst flächiges Eindringen von Sickerwasser in die Deponieoberfläche und somit eine relativ gleichmäßige Durchfeuchtung der darunterliegenden Müllschüttungen zu gewährleisten, ist es erforderlich die Infiltration über eine flächige Ausbringungsmöglichkeit vorzunehmen.

Als Infiltrationsmedium sind grundsätzlich sämtliche deponiespezifischen Wässer geeignet, die den biochemischen Abbauprozess nicht behindern bzw. zerstören. Vornehmlich kommt natürlich das auf der Deponie austretende Sickerwasser zur Anwendung. Es eignet sich besonders gut zur Infiltration, da es schon mit Mikroorganismen durchsetzt ist und somit ähnlich wie die Frischschlammimpfung in der Kläranlagentechnik zu sehen ist. Darüber hinaus ist der Sauerstoffanteil des Deponiesickerwassers geringer, was sich positiv auf den anaeroben biochemischen Abbauprozess auswirkt.

Grundsätzlich ist das Infiltrationssystem wie folgt aufgebaut:

Aus zentralen bzw. dezentralen Speicherbecken werden die deponiespezifischen Wässer über ein Regelorgan und eine Pumpe mit einem vorgegebenen Druck und entsprechender Menge in abgegrenzte Versickerungsfelder mit unterteilten Beeten gefördert, so dass sich dort infolge des Drucks in Kornhohlräumen der Drainageschicht schnell ein gleichmäßiger freier Wasserspiegel aufstaut. Somit wird in den Versickerungsbeeten ein ca. 30 cm hoher freier Wasserspiegel aufgestaut. Nun hat das eingepumpte Wasser Zeit sich durch flächige, druckfreie Versickerung in den Müllkörper auszubreiten und zu infiltrieren.

2.2 Detaillierte Systembeschreibung

2.2.1 Wasserspeicher

Wird Deponiesickerwasser zur Infiltration verwendet, so befinden sich die Becken grundsätzlich am tiefsten geographischen Punkt des Deponieareals. Hier wird Sickerwasser aufgefangen und zwischengespeichert. Die Becken dienen zur Vergleichmäßigung der Sickerwässer, Speicherung von starken Zuläufen in der niederschlagsreichen Zeit des Jahres und Vorhaltung von Sickerwasser für die Trockenperioden.

2.2.2 Pumpwerk mit Druckleitung

Das Pumpwerk sollte sich im Bereich der Sickerwasserspeicherbecken befinden, da sonst Gravitationsprobleme beim anlaufen der Pumpe sich ergeben können. Die Pumpen sind so zu dimensionieren, dass sie den geografischen Höhenunterschied zwischen Pumpwerk und Versickerungsfeldern überdrücken und darüber hinaus noch einen Überdruck zur Dosierung der einzelnen Versickerungsbeete aufweist. Zur leistungsbezogenen Ansteuerung der Pumpen wird eine drehzahlgeregelte Steuerung die über eine SPS (Systemprogrammierte Steuerung) frei vorprogrammierbar ist eingesetzt. Über die Druckleitung werden die zu infiltrierenden Wässer zum Verteilergebäude gefördert.

2.2.3 Verteilergebäude

Im Verteilergebäude befindet sich ein Sammelbalken über den die einzelnen Versickerungsbeete regel- und messbar angeschlossen sind. Zulaufseitig ist ein IDM eingebaut über dem Druck, geförderte Wassermenge und der Durchlauf (l/s) gemessen wird. Diese Datenerfassung dient einer SPS zur Ansteuerung der Förderpumpe. Über die SPS wird für jedes Versickerungsbeet, die im Betrieb festgestellte Infiltrationsmenge (m³) mit Mengendurchsatz (l/s) mit dem notwendigen Druck frei vorgewählt und zur Ausführung nach Quittierung freigegeben. Nach entsprechender Schieberstellung am Verteilerbalken fördert die Pumpe die genau vorgegebene Flüssigkeitsmenge mit entsprechendem Durchlauf und Druck in das vorgegebene Beet.

Mit dem Einbau von Elektrostellklappen kann dieser teilautomatisierte Verfahrensschritt auch vollautomatisieren. So, dass eine PC gestützte SPS die vorgegebenen Infiltrationsschritte selbstständig ausführt. Die einzelnen Bewässerungsvorgänge werden anschließend abgespeichert und zur statistischen Auswertung vorgehalten und dokumentiert.

Durch Anschluss des Verteilerbalkens an das aktive Deponiegasfassungssystem ist es möglich die einzelnen Beete mit einem Unterdruck zu beaufschlagen. Bei den einzelnen Bewässerungsanschlüssen des Sammelbalkens sind Anemometereinführungen vorgesehen, über die Messgeräte eingeführt werden können mit den das aus der Oberfläche der Beete migrierende Deponiegas analysiert und mengenmäßig gemessen werden kann. Diese Ergebnisse sind wieder ein Parameter für die biochemische Aktivitäten in dem einzelnen Versickerungsbeet.

Sämtliche wasserberührten Einbauten wurden aus PEHD-Material gefertigt. Alle Druckrohrabgänge zu den einzelnen Beeten können mittels Kamera befahren und mit Hochdruckschlauch gespült werden.

2.2.4 Versickerungsfeld mit einzelnen Versickerungsbeeten

Die Bewässerung der Müllablagerungen erfolgt über Versickerungsfelder im Oberbegriff mit einzelnen unterteilten Versickerungsbeeten. Abhängig von der vorhandenen Deponieoberflächenmorphologie werden die einzelnen Beete terrassenförmig angelegt. Die Abtrennung untereinander erfolgt mit Lehmtrennschürzen und -wällen, so dass infiltriert Wassermengen nicht in einem freien Wasserspiegel sich über mehrere Beete hinweg unkontrollierbar verteilen können. Somit ist auch gegeben, dass eine gezielte Bewässerung einzelner Deponiebereiche auf Menge, Durchsatz und Druck jeweils abgestimmt vorgenommen werden kann.

Die Wasserverteilung im Beet selbst erfolgt im Kornhohlraum der einkörnigen Kiesdrainage. Die gleichmäßige Beschickung der Beetfläche erfolgt durch ein gelochtes Drainagerohr aus PEHD mit DN 100 mm. Dicke der Kiesdrainage ca. 40 cm, Körnung 32/56 mm. Ob Karbonatfreies Gesteinsmaterial verwendet werden muss, ist abhängig von der zu infiltrierenden Flüssigkeit und ist durch eine vorgeschaltete Analysen festzulegen.

Die Beetgröße sollte nicht länger als 60 m und die Breite im Bereich von ca. 10 m liegen. Die Anbindung der Versorgungsleitung vom Verteilergebäude zum Drainagerohr erfolgt über einen nochmals regelbaren Dosierschacht. Aus diesem Dosierschacht kann eine Kamerabefahrung des Drainagerohres durchgeführt werden und somit der bauliche Zustand überprüft werden. Zusätzlich von diesem Schacht aus kann mittels Spülschlauch das Drainagerohr und die Druckleitung gereinigt werden.

Oberflächlich wird die Kies- bzw. Schotterdrainage mittels eines Geotextils ($g > 400 \text{ g/m}^2$) gegen Sufissionseinflüsse (Eintrag von Erdfeinteilen) abgedeckt. Zur Oberflächenprofilierung wird Erdmaterial entsprechend der örtlichen Gegebenheiten profilgerecht eingebaut, so dass eine Oberflächenwasserableitung gewährleistet ist. Auf diese Erdprofilierung wird z.B. ein temporäres Abdichtungssystem aufgebracht mit folgenden möglichen Aufbau -. Geotextil (Schutzvlies) mit PEHD-Folienabdeckung und Kiesschüttung als Sturmsicherung. Hierdurch wird verhindert, dass zusätzlich Niederschlagswasser in das Infiltrationssystem mit eindringt und somit kontaminiertes Sickerwasser entsteht.

3.0 Zusammenfassung und Darstellung der Vorteile

Zusammengefasst stellen sich die Vorteile der geregelten Infiltration von deponiespezifischen Wässern wie folgt dar:

- Durch eine Oberflächenabdichtung des Gesamtsystems wird verhindert, dass Niederschlagswasser in den Deponiekörper eindringt und zu kontaminiertem Sickerwasser wird, das kostenintensiv entsorgt werden muss.
- Die Infiltration verhindert das sukzessive Absinken der Deponieaktivität bis hin zur Trockenstabilisierung.

- Die Deponiegasproduktion verschlechtert sich ohne eine geregelte Befeuchtung. In der Konsequenz können vorhandene Gasnutzungsanlagen nicht oder nur ineffizient betrieben werden. Anderweitig kann durch eine gezielte Infiltration eine brach liegende Deponie aktiviert werden bzw. eine schwache Gasproduktion soweit gesteigert werden, dass eine wirtschaftliche Gasnutzung betrieben werden kann.
- Die Deponie bleibt infolge der nicht abgebauten organischen Bestandteile ein potentieller Reaktor, der z.B. bei versagen der technischen Oberflächenabdichtung spontan wieder aktiv werden kann und das evtl. zu einem Zeitpunkt wenn keine Gas- und Sickerwasserfassungssysteme mehr funktionieren. Somit wird die Problemzone Altlasten auf zukünftige Generationen abgegeben.
- Das Sickerwasser durch den Verbleib im Müllberg als Prozesswasser sich minimiert und nicht zusätzlich kostenintensiv entsorgt werden muss.
- Durch den dualen Aufbau der Verteilerstation nicht nur Infiltrationswasser in die Beete gefördert werden kann, sondern durch Anschluss an das Aktive Entgasungssystem eine Minimierung bzw. eine Verhinderung der Oberflächengasemission erzielt wird. Bei entsprechender Gasqualität kann dieser Gasanteil der Verwertung zugeführt werden.
- Durch eine entsprechende SPS-Ausbaustufe kann die Infiltration automatisiert werden, so dass nur ein geringer personeller Aufwand hierfür notwendig wird.
- Eine direkte Emissions- und Immissionsminderung erkennbar ist und somit die Umweltbeeinträchtigung von Mülldeponien gesenkt wird.
- Die Versickerungsbeete sind infolge der Druckbefüllung der Kornhohlräume gegenüber teils unterschiedlichen Setzungen des Müllberges unempfindlich.

Diese Unterlagen sind urheberrechtlich geschützt (§§ 2.11 UrhG), das Recht zur Verwertung einschließlich der Anmeldung von Schutzrechten hat ausschließlich der Urheber. Die unerlaubte Verwertung (insbesondere Vervielfältigung) ist strafbar und wird verfolgt (§§ 106 ff UrhG); zivilrechtliche Ansprüche bleiben vorbehalten.

Betriebsdaten der Deponie Im Dienstfeld

Deponieeckdaten:

Betriebszeit:	von 1979 bis 1998
Grundfläche:	9,5 ha Ablagerungsfläche (4 Bauabschnitte)
Einlagerungsvolumen:	ca. 1,1 Mio. m³

Sickerwasseraufkommen:

Jahr	Menge
1998	25.100 m ³
1999	31.800 m ³
2000	22.300 m ³

Kosten für die Sickerwasserreinigung

zwischen 70 – 100 DM/m³

Deponiegasfassung und -verwertung:

Verwertetes Deponiegas Nm³

Jahr	Menge
1998	3.400.000 Nm ³
	3.200.000 Nm ³
	3.500.000 Nm ³

aus 118 Gasbrunnen bei 1,1 Mio. m³ Mülleinlagerung

Erzeugte Elektrische Energie

Jahr	Menge
1998	5.400.000 kWh
1999	5.800.000 kWh
2000	5.500.000 kWh

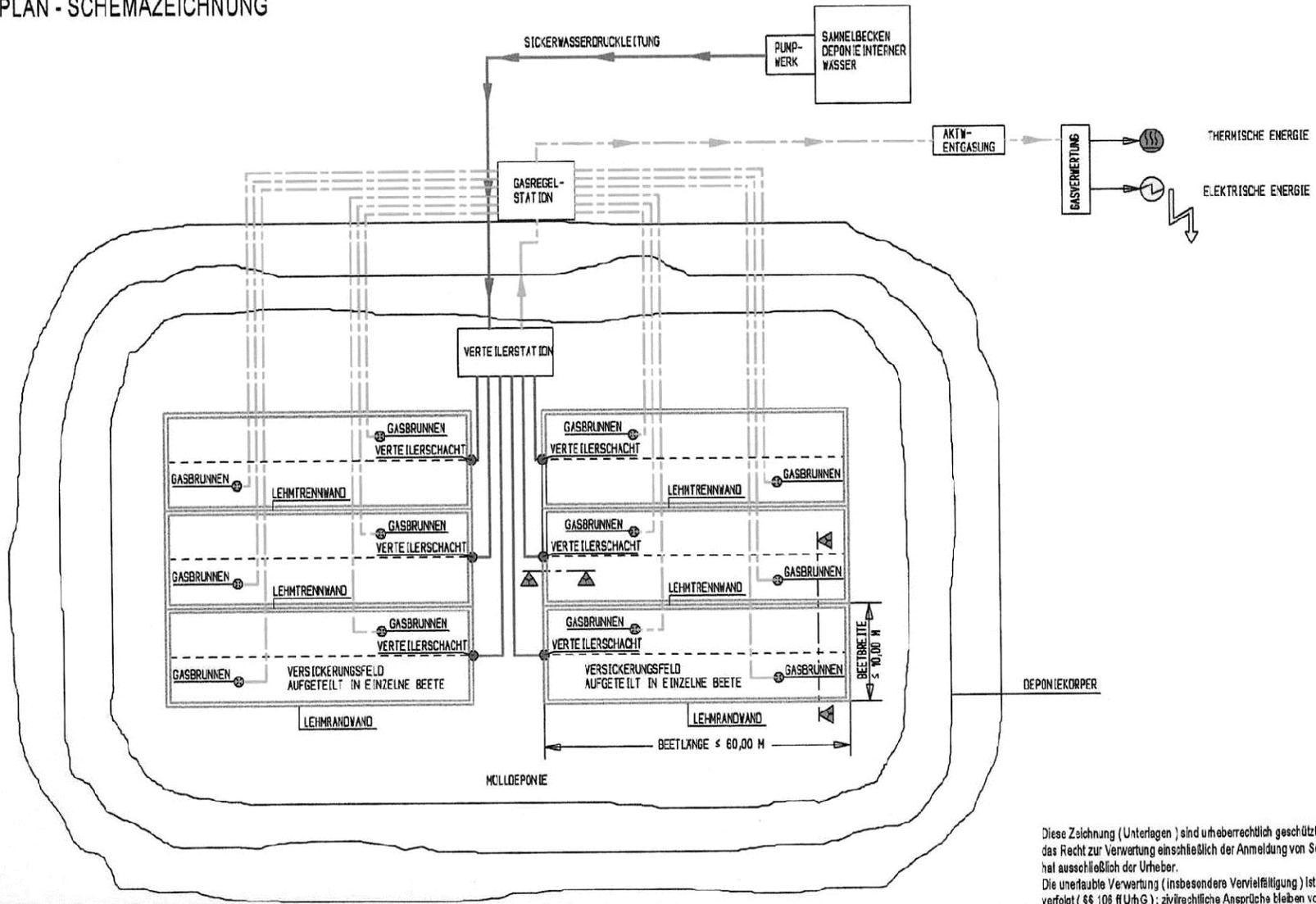
bei Betriebstundenauslastung der Module von ca. 97 %

Deponiegasqualität im Jahresmittel (Anteil CH₄)

Jahr	Anteil
1998	53,2
1999	53,8
2000	51,9

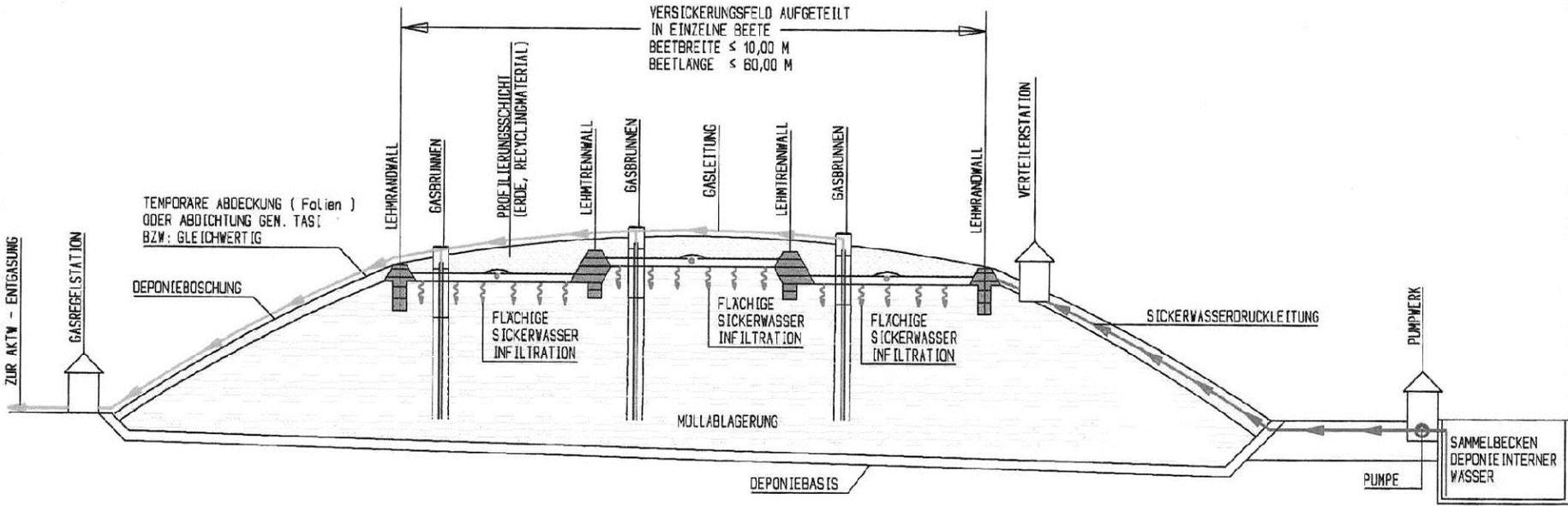
INFILTRATION DEPONIESPEZIFISCHER WÄSSER

LAGEPLAN - SCHEMAZEICHNUNG



INFILTRATION DEPONIESPEZIFISCHER WÄSSER

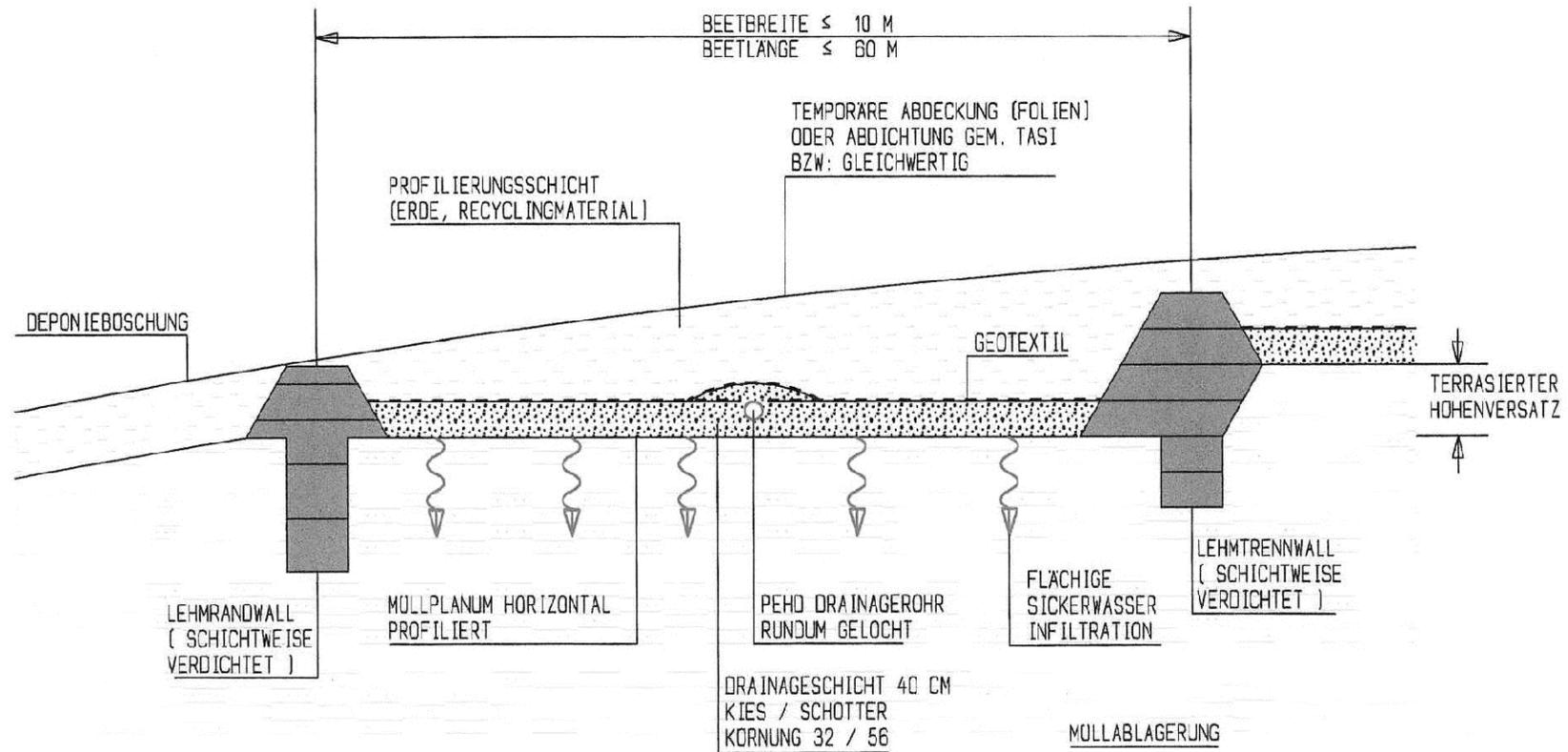
SCHNITTPLAN - SCHEMAZEICHNUNG



Diese Zeichnung (Unterlagen) wird urheberrechtlich geschützt (§§ 2, 11 UrhG), das Recht zur Verwertung einschließlich der Anmeldung von Schutzrechten hat ausschließlich der Urheber.
Die unerlaubte Verwertung (insbesondere Vervielfältigung) ist strafbar und wird verfolgt (§§ 106 ff. UrhG); zivilrechtliche Ansprüche bleiben vorbehalten.

INFILTRATION DEPONIESPEZIFISCHER WÄSSER

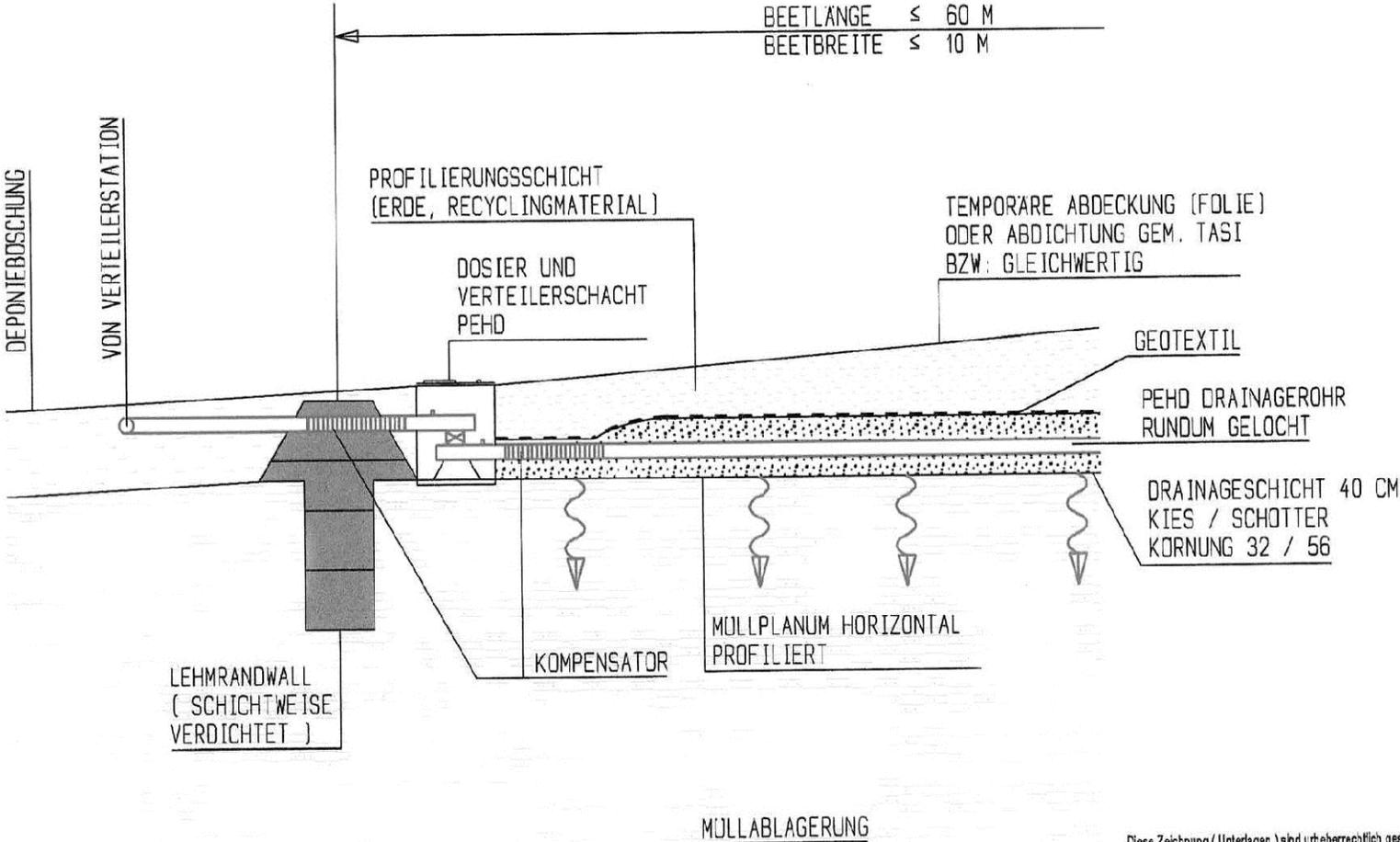
QUERSCHNITT - SCHEMAZEICHNUNG



Diese Zeichnung (Unterlagen) sind urheberrechtlich geschützt (§§ 2, 11 UrhG), das Recht zur Verwertung einschließlich der Anmeldung von Schutzrechten hat ausschließlich der Urheber.
Die unerlaubte Verwertung (insbesondere Vervielfältigung) ist strafbar und wird verfolgt (§§ 106 ff UrhG); zivilrechtliche Ansprüche bleiben vorbehalten.

INFILTRATION DEPONIESPEZIFISCHER WÄSSER

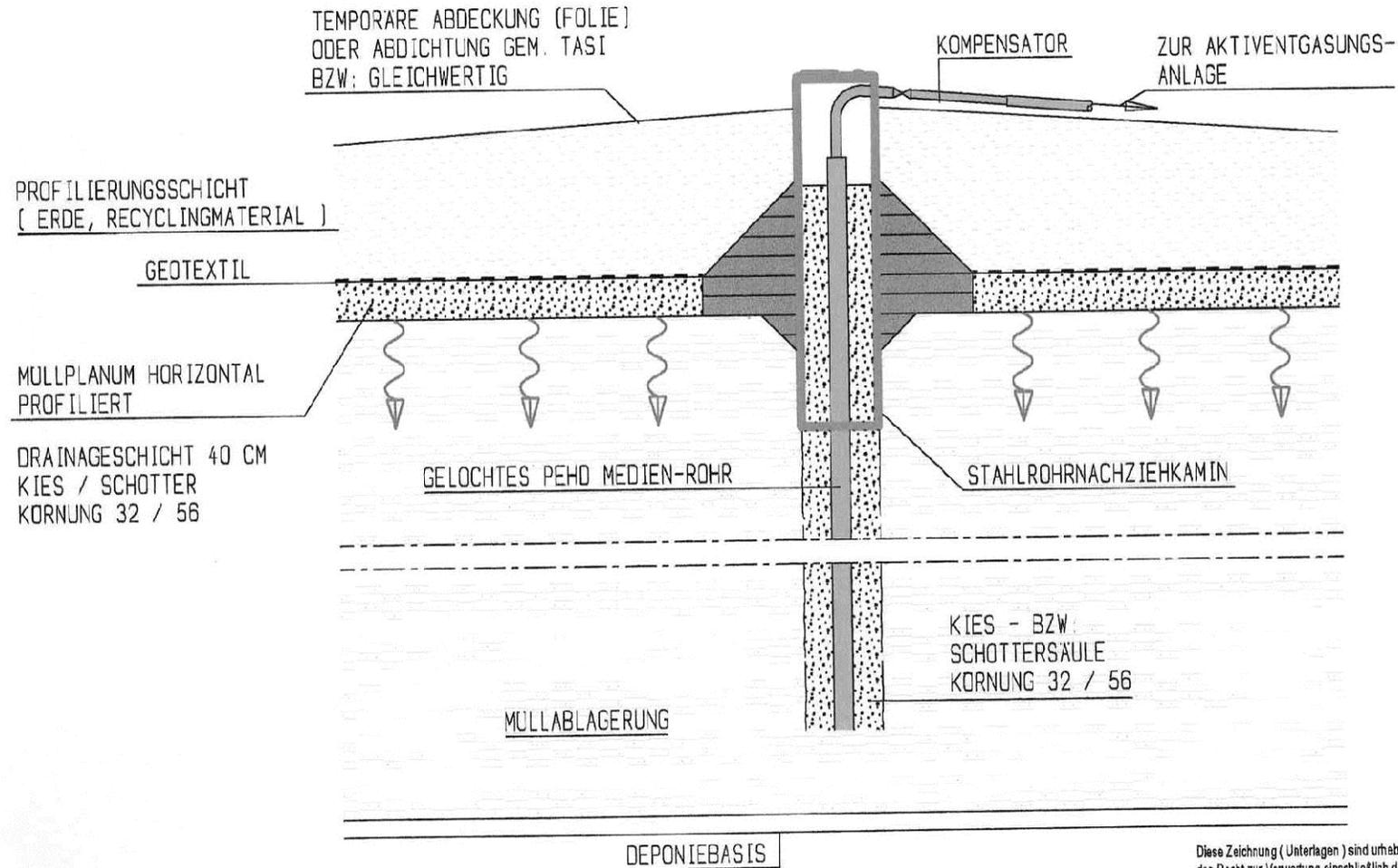
LÄNGSSCHNITT - SCHEMAZEICHNUNG



Diese Zeichnung (Unterlagen) sind urheberrechtlich geschützt (§§ 2, 11 UrhG), das Recht zur Verwertung einschließlich der Anmeldung von Schutzrechten hat ausschließlich der Urheber.
Die unerlaubte Verwertung (insbesondere Vervielfältigung) ist strafbar und wird verfolgt (§§ 106 ff UrhG); zivilrechtliche Ansprüche bleiben vorbehalten.

INFILTRATION DEPONIESPEZIFISCHER WÄSSER

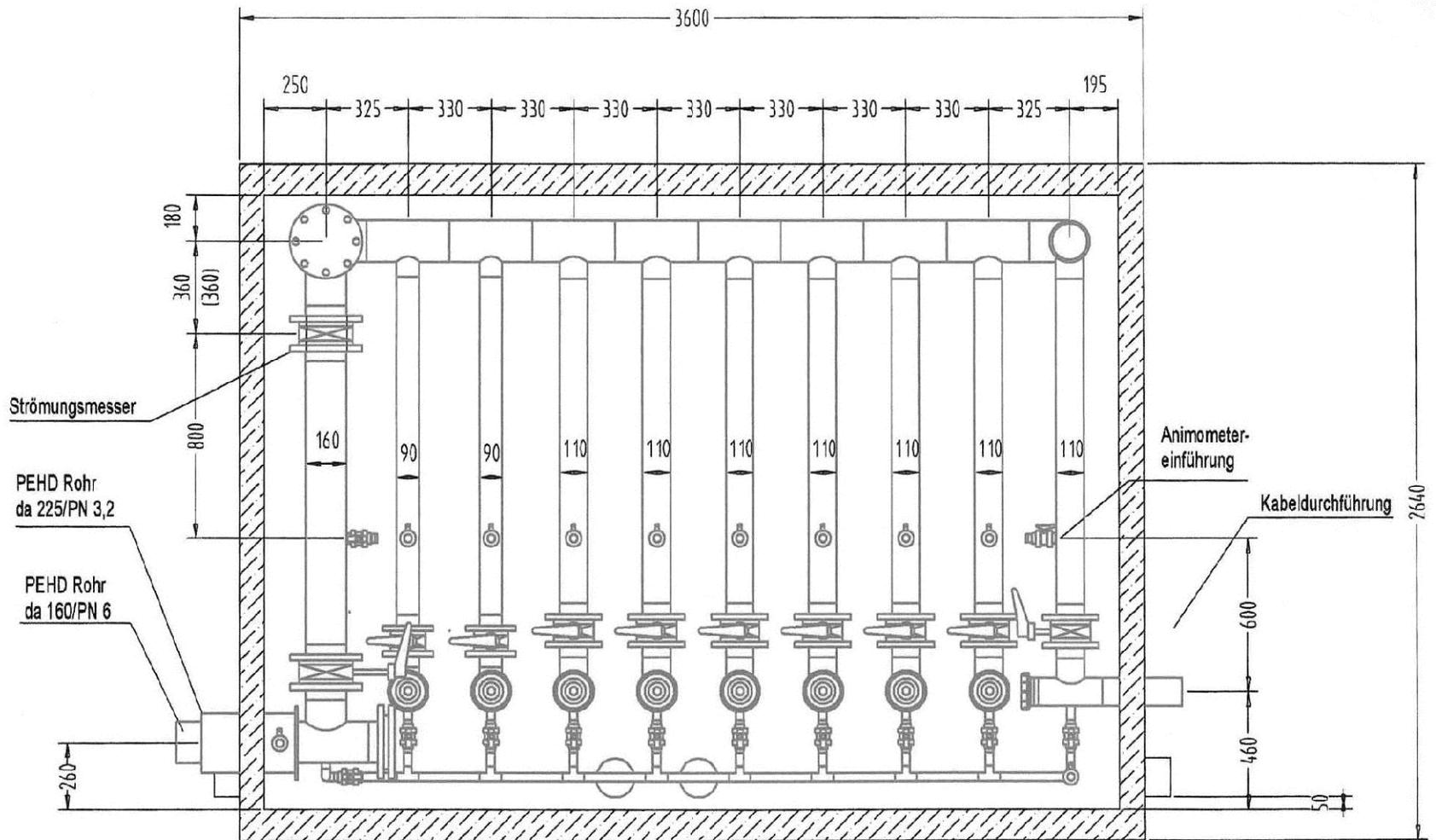
GASBRUNNENDURCHDRINGUNG - SCHEMAZEICHNUNG



Diese Zeichnung (Unterlagen) sind urheberrechtlich geschützt (§§ 2, 11 UrhG)
das Recht zur Verwertung einschließlich der Anmeldung von Schutzrechten
hat ausschließlich der Urheber.
Die unerlaubte Verwertung (insbesondere Vervielfältigung) ist strafbar und wird
verfolgt (§§ 106 ff UrhG) ; zivilrechtliche Ansprüche bleiben vorbehalten.

INFILTRATION DEPONIESPEZIFISCHER WÄSSER

SCHNITT A - A SICKERWASSERVERTEILERSTATION



Diese Zeichnung (Unterlagen) sind urheberrechtlich geschützt (§§ 2, 11 UrhG), das Recht zur Verwertung einschließlich der Anmeldung von Schutzrechten hat ausschließlich der Urheber. Die unerlaubte Verwertung (insbesondere Vervielfältigung) ist strafbar und wird verfolgt (§§ 106 ff UrhG); zivilrechtliche Ansprüche bleiben vorbehalten.

Deponieforschung in Bayern – aktuelle Vorhaben

Walter Kindsmüller, LfU

1. Vorbemerkungen

Wie können im Deponiebereich unter Beibehaltung der erreichten hohen Umweltstandards Kosten eingespart werden? In Zeiten knapper privater und öffentlicher Haushaltskassen ist diese Frage bei der Auswahl durchzuführender Forschungsprojekte von wesentlichem Interesse. So wurden in den letzten Jahren im Deponiebereich Forschungsprojekte begonnen und zum Teil auch beendet, die für künftige Baumaßnahmen, insbesondere Oberflächenabdichtungen, Rekultivierungen und den Betrieb von Deponie Kosteneinsparungen erwarten lassen. Nachfolgend wird über zwei derartige Projekte berichtet.

2. Kalziumgehalt in der gasgängigen Ausgleichsschicht

Die TA Siedlungsabfall fordert in Nr. 10.4.1.4, dass bei Deponie, in denen mit relevanter Deponiegasentwicklung zu rechnen ist, zusätzlich über der Ausgleichsschicht (unter der Oberflächenabdichtung) eine 0,3 m starke Gasdränschicht anzuordnen ist. Der Kalziumkarbonatanteil dieser Schicht darf nicht größer als 10 Masse-% sein.

Da in Bayern, abgesehen von den östlichen Randbereichen, dieses Material nicht ansteht, ist die Erfüllung dieser Forderung mit hohem Transport- und Kostenaufwand verbunden. Im Forschungsvorhaben F164 hat das Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München die Notwendigkeit dieser Forderung geprüft. Dazu wurden Labor- und Feldversuche durchgeführt.

In den Laborversuchen wurden insbesondere die materialtechnischen und pneumatischen Grundlagen untersucht. Es stellte sich heraus, dass für eine gute Gasgängigkeit möglichst große Hohlräume nötig sind. Materialien der Korngruppen 0,1-2 mm oder 0,1-56 mm (Wandkies) waren bei dem üblicherweise feuchten Deponiegas (Kondensatanteil) wesentlich schlechter gasgängig als Material der Korngruppe 16-32 mm.

In den Feldversuchen wurden die Temperatur und Strömungsverhältnisse auf einer Hausmülldeponie im Jahresgang untersucht. Darauf aufbauen wurden auf dieser Deponie 10 Großsäulen mit Testmaterialien zunächst 1 Jahr lang mit Deponiegas durchströmt, um den Einfluss des Kondensates auf die Zersetzung des Materiales und das Nachlassen der Gasgängigkeit feststellen zu können. Gemessen wurden der Kalzium- und Magnesiumaustrag des in den Großsäulen anfallenden Kondensates und der Gewichtsverlust des eingebrachten, mehr oder weniger kalkhaltigen Testmateriales. Hochgerechnet auf 100 Jahre wurde für kalkarmes Material (Kalziumgehalt < 10 Masse-%) ein Kalziumaustrag von 0,65 bis 0,89 g/kg festgestellt. Bei kalkreichem natürlichem Material (Kalziumgehalt > 10 Masse-%) lag der Kalziumaustrag zwischen 1,18 und 2,46 mg/kg. Der Gutachter kommt zu dem Schluss, dass aufgrund dieser Zahlen, die nach weiteren Messungen bestätigt wurden, die Begrenzung des Kalziumkarbonatgehaltes entfallen sollte.

3. Oberflächenscreening mittels Thermographie

Die TA Siedlungsabfall fordert in Anhang C, abgedichtete Deponien halbjährlich mit FID-Geräten zu überwachen. In Grunde haben sich die Flammen-Ionisations-Detektoren (FID-Geräte) in diesem Bereich bewährt. Nachteilig ist jedoch, dass nur punktuelle Messungen möglich sind und Randbedingungen wie Wind, Luftdruck, Bodenfeuchte und Messhöhe, das Messergebnis erheblich beeinflussen können.

Als alternatives Verfahren wurde in Bayern in 2 Projekten das FTIR-Verfahren (Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie) hinsichtlich seiner Eignung für die Emissionsüberwachung von Deponien getestet. Es zeigte sich eine hohe Messempfindlichkeit für Methan (Deponiegas) und

die Eignung für Linienmessungen über mehrere hundert Meter. Nachteilig waren die Beeinflussung durch Randbedingungen wie Wind und die aufwendige Messausstattung.

Im Forschungsprojekt E58 wurde die Einsatzmöglichkeit der Thermographie für die Emissionsüberwachung von Deponien getestet. Die Untersuchungen wurden vom Physikalischen Institut der Universität Würzburg durchgeführt. Wärmebildkameras sind im Bereich des Militärs und der Energieforschung (Heizungsverluste) seit Jahren im Einsatz. Gemessen wird die von der Geländeoberfläche emittierte Wärmestrahlung. Von Einfluss auf das Messergebnis sind insbesondere:

- Oberflächenbeschaffenheit (Material),
- Klima (Niederschlag, Temperatur, Wind, Feuchte)
- Orientierung zur Sonne,
- Tages- und Jahreszeiten (solare Einstrahlung),
- Bewuchs und der
- Beobachtungswinkel.

Nach Grundsatzuntersuchungen zu dieser Thematik wurden an 13 ausgesuchten Deponien in Bayern vergleichende Untersuchungen zu FID-Begehungen durchgeführt. Im Vergleich zu dem FID-Verfahren zeigte sich Folgendes:

- es sind flächendeckende Untersuchungen an gut einsehbaren Deponien möglich,
- es fallen keine relevanten Emissionsstellen durch das Begehungsraster,
- Methankonzentrationen von < 100 ppm waren im Vergleich zur FID-Begehung nicht mehr detektierbar,
- Für eine Messung an einer Beispieldeponie setzt der Gutachter ein Kostenverhältnis FID/Thermographie von 1.100/1.500 DM + MWSt. an,
- direkte Sonneneinstrahlung und teilweise Schneebedeckung sind bei den Messungen zu meiden,
- am Besten ist morgens vor Sonnenaufgang, abends nach Sonnenuntergang oder bei starker Bewölkung zu messen,
- Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Luftfeuchte haben vergleichsweise geringen Einfluss auf das Messergebnis.

Auswirkungen bayerischer Forschung zum Wasserhaushalt auf Kosteneinsparung beim Deponieabschluss

Dr. Werner Bauer, Stefan Meisinger, ia Ingenieurbüro für innovative Abfallwirtschaft mbH



**E9: Optimierung biologischer Umsetzungsvorgänge
in abgedichteten Deponien
durch Reinfiltration von Sickerwasser**

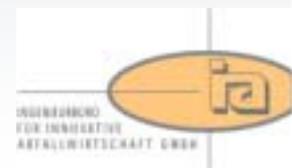
**E 59: Erprobung und Bemessung von
Infiltrationsanlagen für Deponien 9/99 –9/2001**

**finanziert durch:
Bayerisches Staatsministerium für
Landesentwicklung und Umweltfragen**



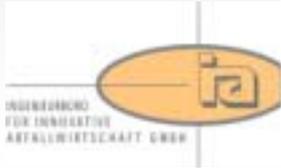
**Verbundvorhaben:
Organisationsentwicklung zur Deponiesituation
in der Region nordöstliches - Oberfranken**

**finanziert durch:
Bayerisches Staatsministerium für
Landesentwicklung und Umweltfragen
Auftraggeber: Regierung von Oberfranken**

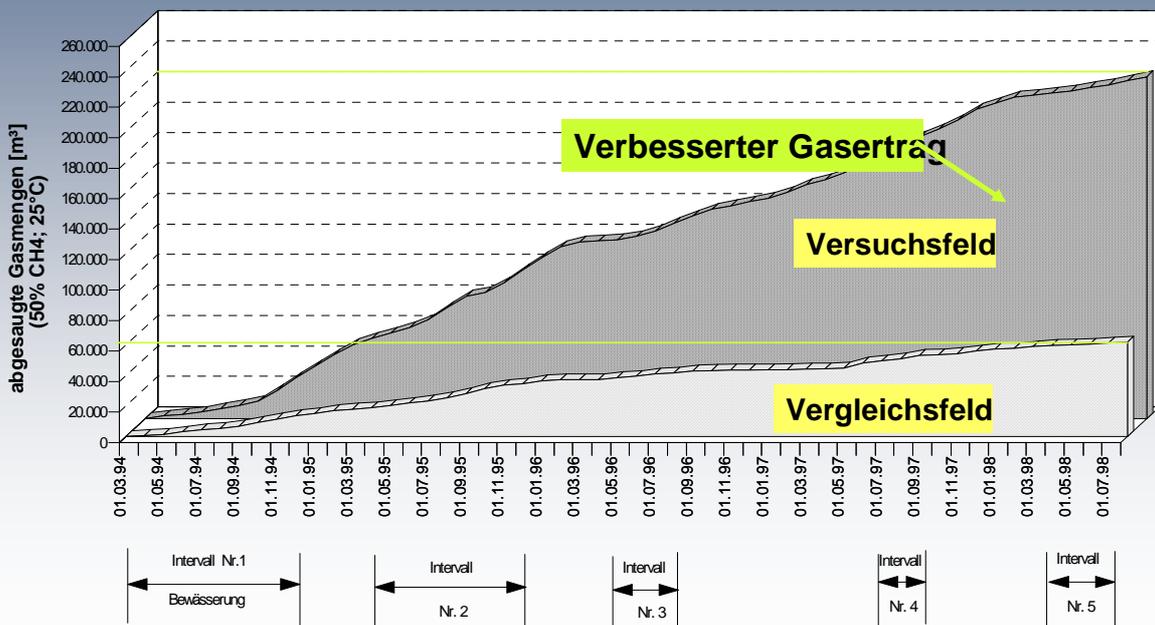


Kosteneinsparung Forschungsthema Wasserhaushalt

- Verbesserte Gaserträge
- Verwendung Sickerwasser

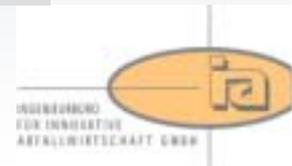


Infiltration in Hausmüldeponien



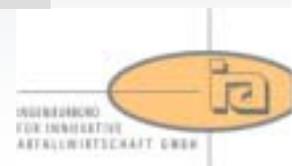
Monetärer Ansatz Optimierung Gasertrag

- Faktor 3 – 4 über den gesamten Zeitraum einer Infiltration
- (siehe Vortrag Hr. Kress)



Monetärer Ansatz Optimierung Wasserhaushalt

- 500 l/m² Versickerung,
- 50.000 m² / Deponie und
- 20 Deponien in Bayern ergibt:
- 500.000 m³ Sickerwasser werden nutzbar gemacht
- Einsparungen bei 10 DM/ m³: etwa 5 Mio. DM / a



Technischer Ansatz



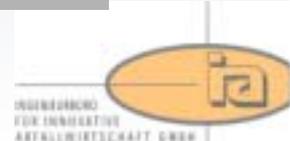
Infiltrationseinrichtungen für Sickerwasser

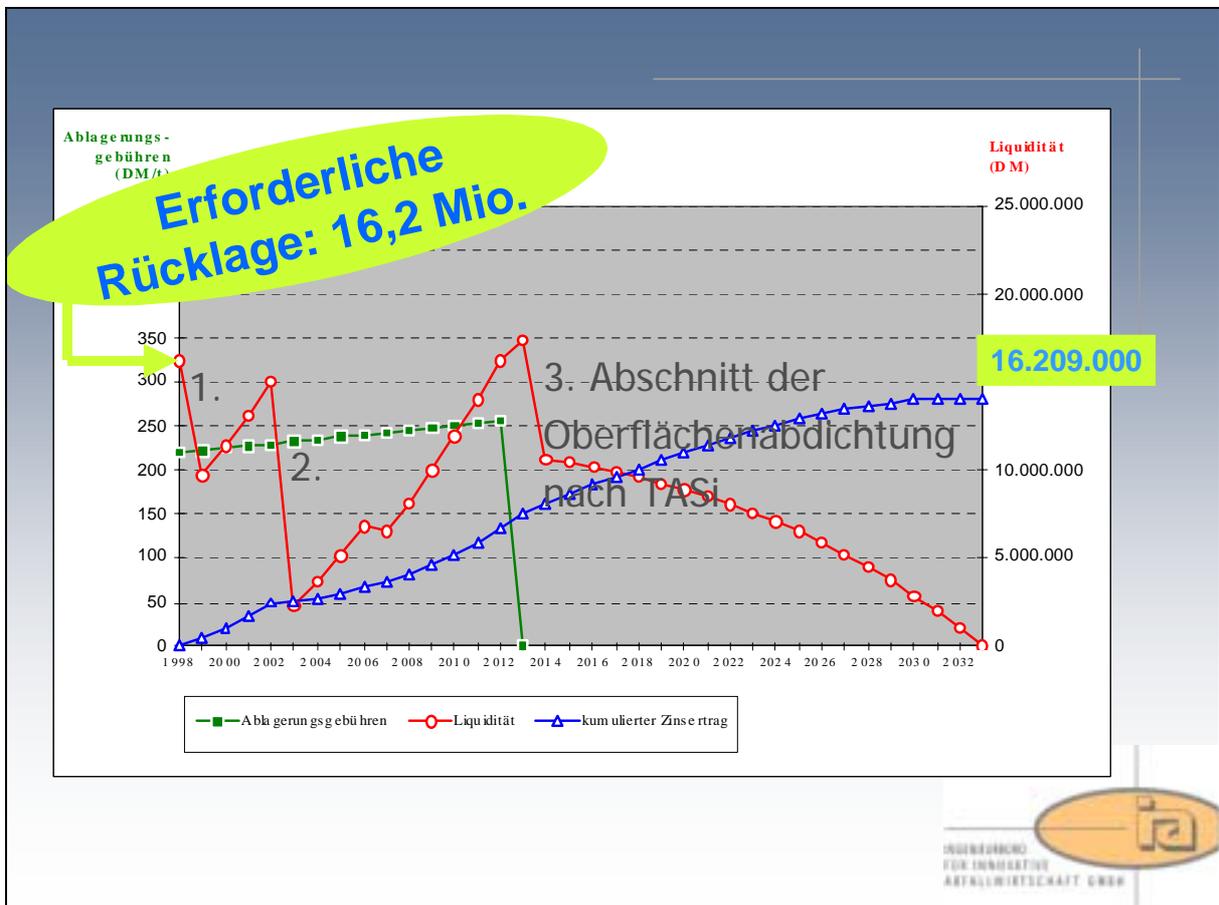
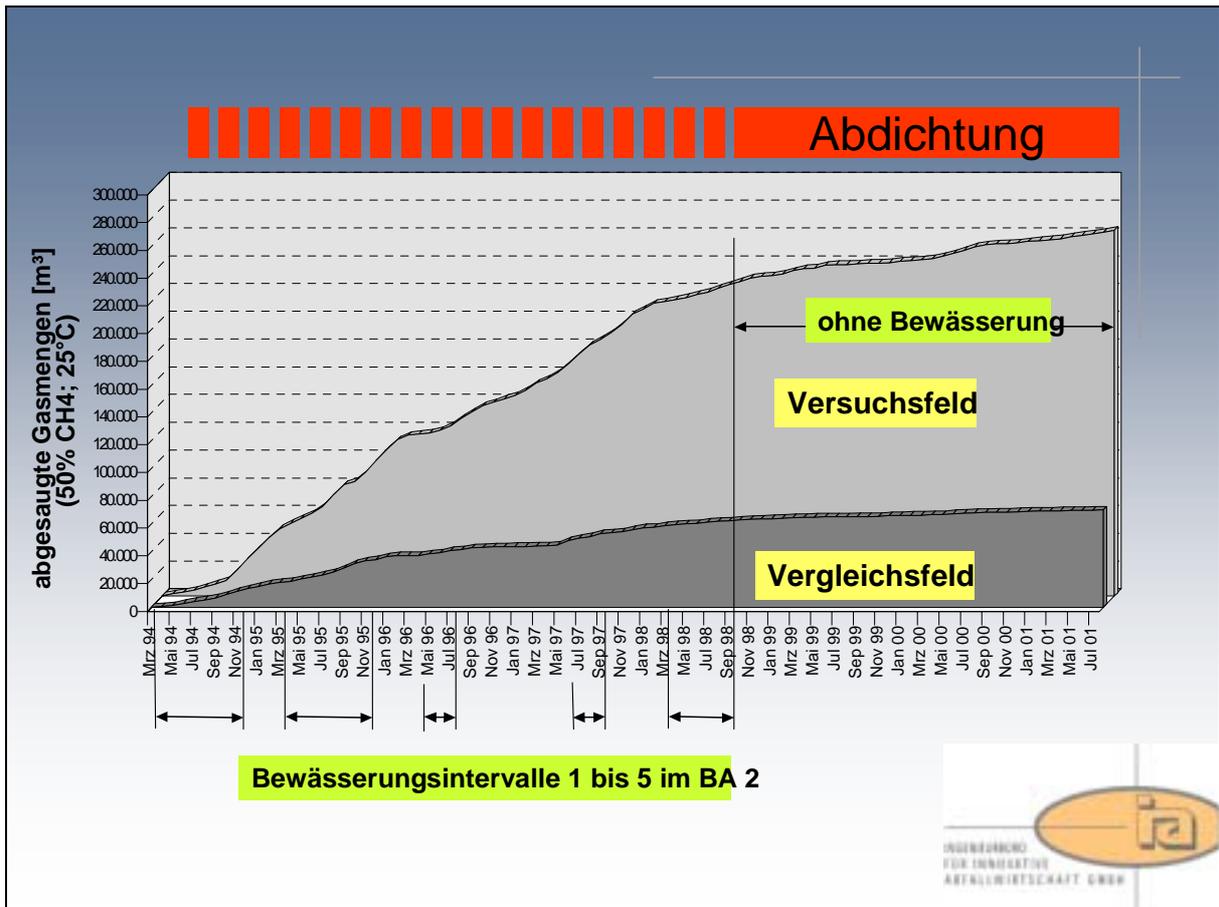


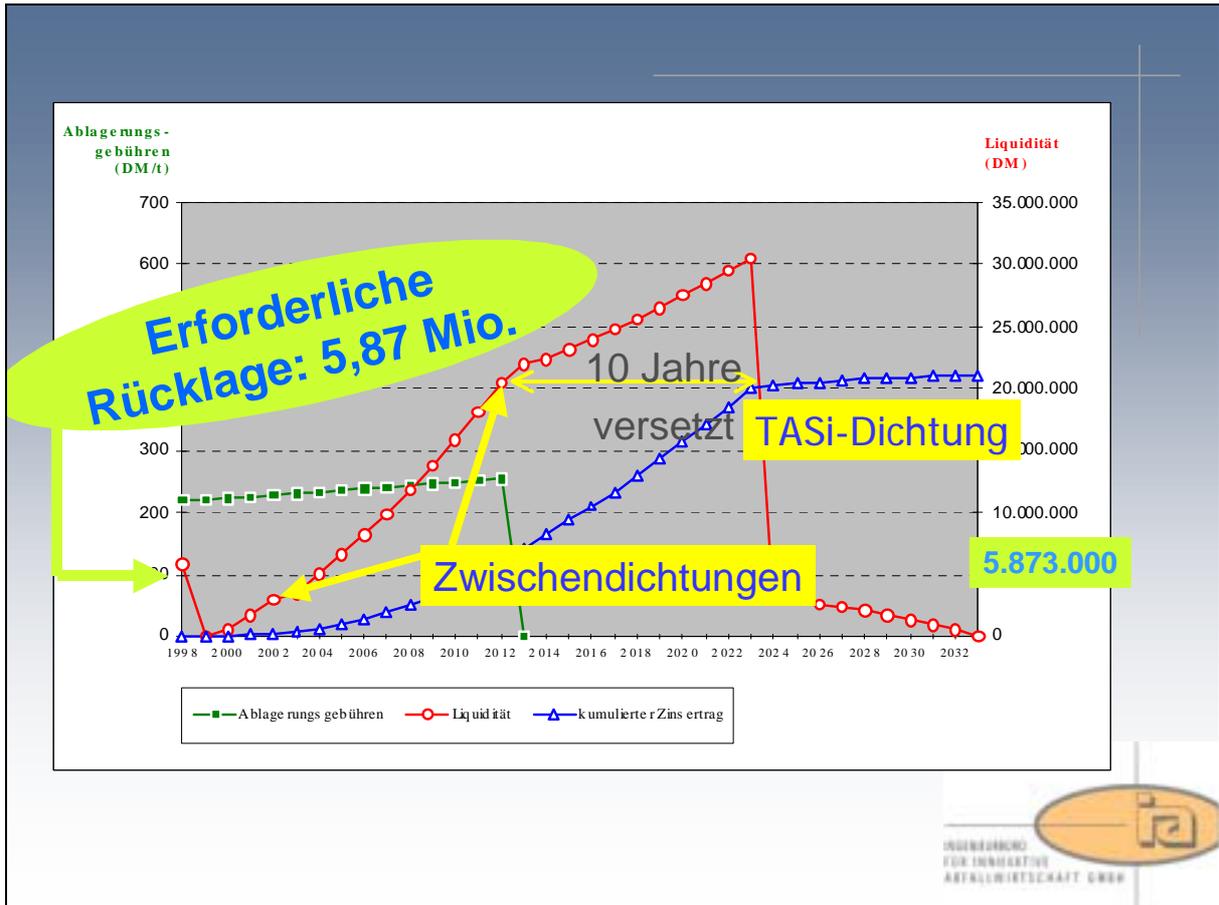
Kosteneinsparung Deponiebewirtschaftung

Deponiebewirtschaftung bedeutet:

- Langfristige Optimierung des Wasserhaushaltes
- Auswirkung auf Art der Oberflächenabdichtung

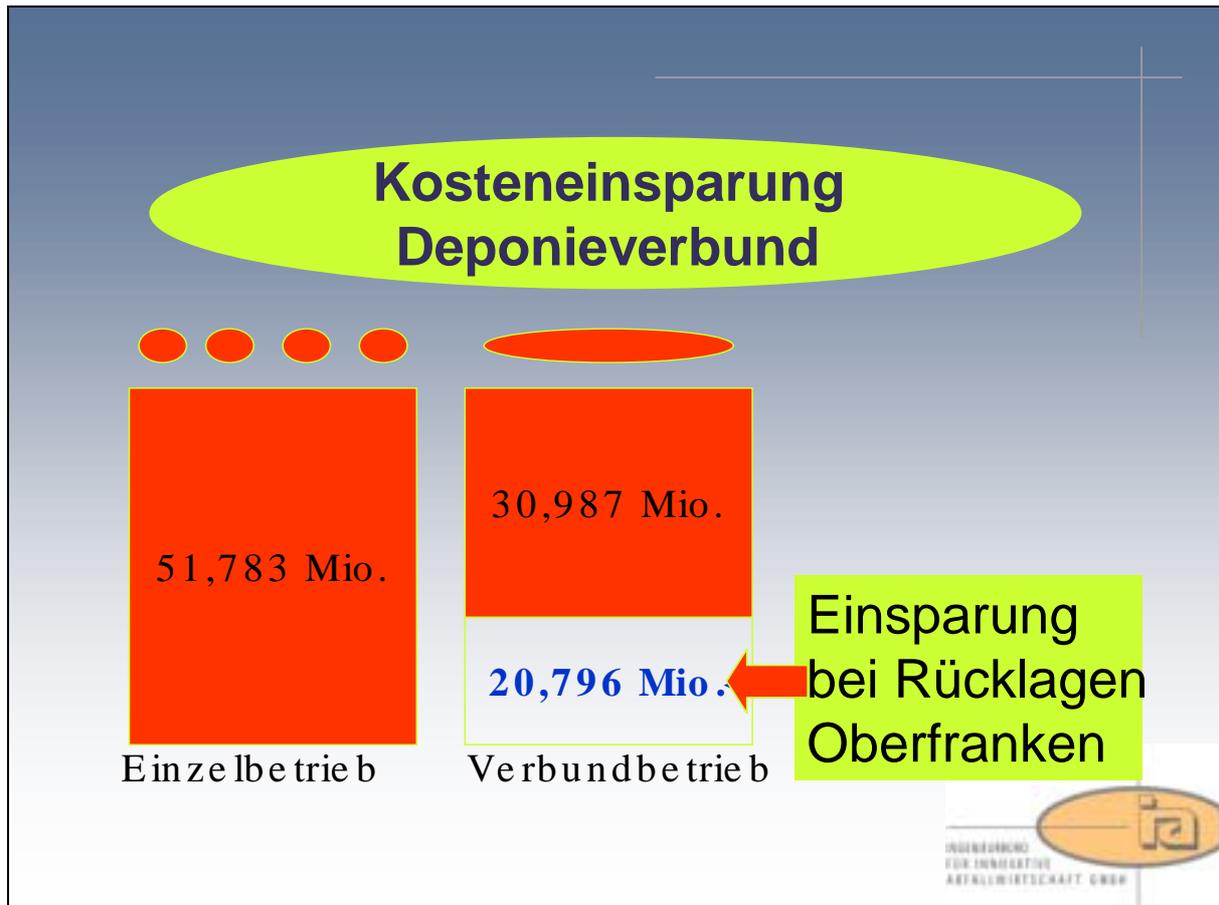






Monetärer Ansatz: Auswirkung der Erkenntnisse zum Wasserhaus-halt auf die Oberflächenabdichtung

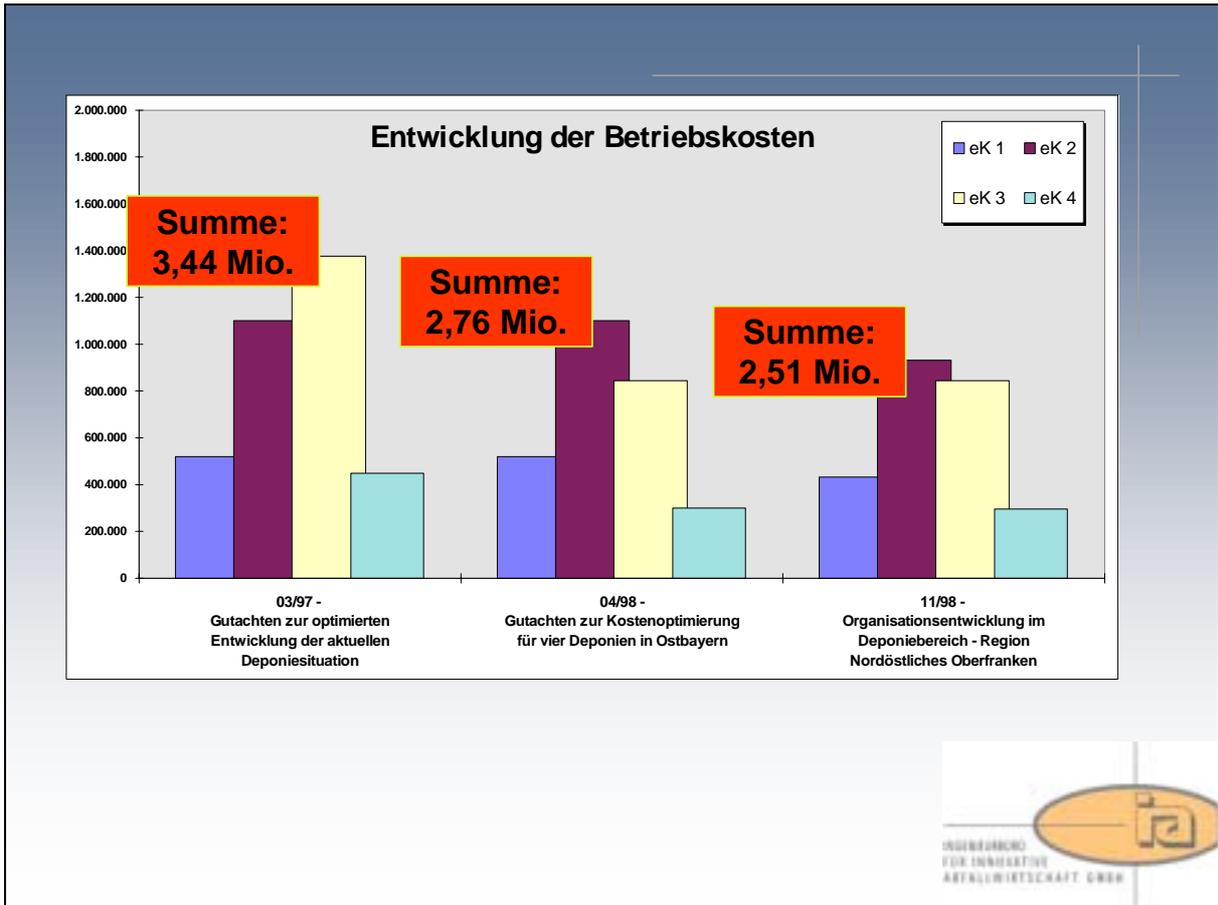
Allein bei einer typischen Deponie ergeben sich Reduzierungen der Rücklage von 16,2 Mio. auf 5,87 Mio. DM



Kosteneinsparung Deponieverbund

**Schon während der
Bearbeitung konnten die
Kosten um ca. 30%
verringert werden:**

The logo of the 'INSTITUT FÜR INNOVATIVE ABFALLWIRTSCHAFT GMBH' is located in the bottom right corner of the slide.



Kriterien für die Beendigung der Nachsorge von Deponien nach TA - Siedlungsabfall

Berechnungen mit dem System DESi®

Dr. Ing. Klemens Finsterwalder, Finsterwalder Umwelttechnik GmbH & Co.KG

1 Aufgabenstellung

Die Richtlinien TA Siedlungsabfall [1] und TA Abfall [2] schreiben Sicherungssysteme vor, geben aber keine einzuhaltenden Grenzwerte der Emissionen oder Frachten im Grundwasserleiter vor. Die als kritisch eingestuft Deponieinhaltsstoffe werden über Zuordnungswerte beschrieben. Alternativen zu den vorgegebenen Sicherungssystemen sind erlaubt, wenn „Gleichwertigkeit“ nachgewiesen wird.

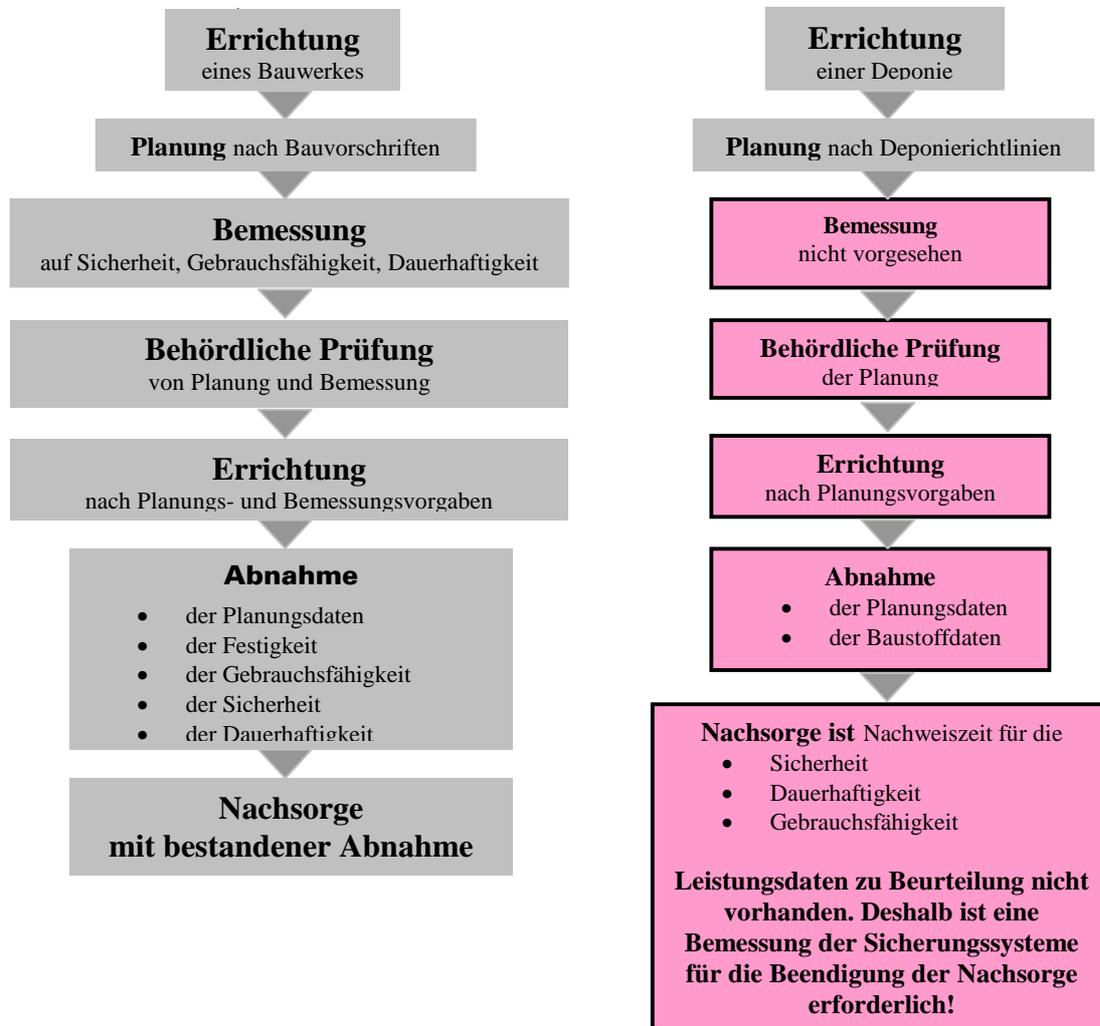


Bild 1.1: Zusammenhang zwischen der Beendigung der Nachsorge und der Bemessung der Systeme

Alle Deponiebetreiber sind nach der Schließung der Deponien zur Nachsorge verpflichtet. Die Nachsorge beginnt nach der Schlussabnahme. Sie dauert so lange, bis die zuständige Behörde den Deponiebetreiber aus der Nachsorgephase entlässt. Nach welchen Kriterien die Entlassung aus der Nachsorge erfolgt, ist offen, da die Rückhaltewirkung der Standardsicherungssysteme in der Richtlinie nicht beschrieben ist. Das bedeutet, dass auch der Deponiebetreiber, der exakt nach der Richtlinie gehandelt hat, keinen Anspruch auf die Entlassung aus der Nachsorge hat.

Die Aufgabe besteht also darin, Kriterien für die Beurteilung der Sicherungssysteme und zur Beendigung der Nachsorge zu entwickeln. Bei genauerer Betrachtung sind diese identisch mit den Bemessungszielen beim Entwurf eines Sicherungssystems, wie aus Bild 1.1 hervorgeht. Die Informationen aus der Bemessung der Systeme sind zu deren Beurteilung in der Nachsorge erforderlich. Die Bemessung muss deshalb nachgeholt werden, um eine qualifizierte Beendigung der Nachsorge zu ermöglichen. Bemessungskriterien sind Grenzemissionen und Grenzfrachten von schädlichen Stoffen, deren Quelle der Deponiekörper ist, oder auch geotechnische Anforderungen aus Aufstauereignissen in der Deponie, oder die Stabilität des Deponiekörpers [19], [20].

2 Vorgehensweise

Die Sicherung von Deponien, Altlasten und Ablagerungen ist eine ingenieurtechnische Aufgabe, mit dem Ziel, Maßnahmen anzugeben, die eine dem Gefährdungspotential der Inhaltstoffe angemessene Rückhaltung bewirken. Die Gesetze, die dem Stofftransport zugrunde liegen, sind seit langem bekannt. Es sind dies das Fick'sche Gesetz [3], das Strömungsgesetz von Darcy [4], das Sorptionsgesetz von Langmuier [5] sowie das Stofftransportgesetz von Lapidus und Amundson [6], das diese bei der Entwicklung der Chromatographie formulierten. Für den ein-dimensionalen Stofftransport im Boden ergibt sich:

$$D \frac{d^2 c}{dx^2} + K \frac{l}{n} \frac{dc}{dx} - S \frac{dc}{dt} = A$$

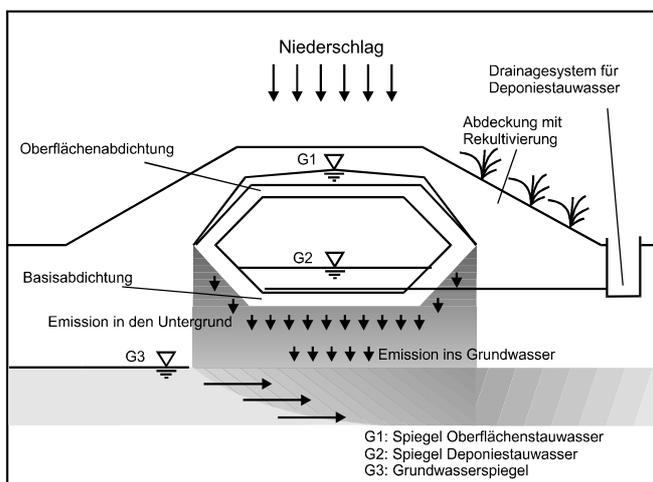
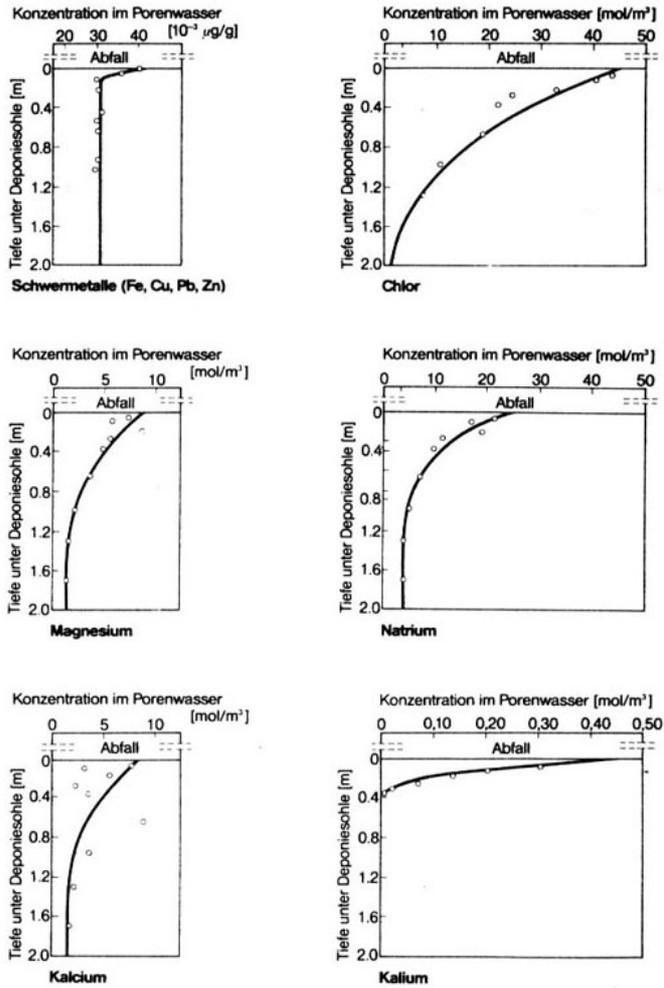


Bild 2.1: Schnitt durch eine Deponie

Das Programm DESi[®] [7], [8] (**D**eponie **E**mission **S**imulation) wertet diese Differentialgleichung für mehrschichtige Systeme aus. Es werden der Stofftransport und die Grundwasserfrachten aus einer Deponie oder Ablagerung (Bild 2.1) und die Konzentrationsänderungen im Untergrund zeitabhängig ermittelt. Der Nachweishorizont ist der Übergang der ungesättigten zur gesättigten Zone. DESi[®] ist, rechnet man die Vorgängerversionen dazu, seit 10 Jahren im Einsatz. Es enthält die Grundlagen des Stofftransportes, die für alle Anwendungen gelten. Werden die standortspezifischen Daten als Eingaben hinzugefügt, erhält man die Ergebnisse als Funktion der Zeit.



An der Anwendung der Stofftransportgleichung auf Deponien, Ablagerungen und schadstoffbelastete Böden wird seit mehr als 12 Jahren intensiv gearbeitet, die Ergebnisse sind veröffentlicht, die Methodik der Berechnung ist gesichert und anerkannt [9], [10], [11], [12], [13], [14]. Die im Programm verwendeten Gesetze und Lösungsalgorithmen sind, ebenso wie die Versuchseinrichtungen zur Ermittlung der stofftransportspezifischen Bodenkennwerte, validiert [15]. Die Ergebnisse der Prognose haben eine hohe Genauigkeit, die von der Güte der zur Verfügung stehenden Daten abhängt. Eine Nachrechnung von Konzentrationsverläufen einer Deponie in Kanada nach 15 Jahren Einwirkungszeit [10], [16] zeigt Bild 2.2.

Bild 2.2: Schadstoffverteilung unter der Deponie „Confederation Road“, Vergleich Messung °, Rechnung

3 Grenz-Emissionen und -Frachten für die Deponieklasse I und II

Mit DESi[®] wird das Emissions- und Frachtverhalten abhängig von den gewählten Abdichtungskomponenten, dem Untergrund, der Deponiegröße und den klimatischen Randbedingungen auf Basis der Stofftransportgesetze für das Belastungspotential der Deponieinhaltsstoffe ermittelt. Die Einflüsse der Alterung werden als Veränderung der Eigenschaften mit berücksichtigt. Das Emissionsverhalten einer nach TASI konzipierten Deponie lässt sich mit dieser Methode für die im Sickerwasser enthaltenen Stoffe bestimmen (Bild 3.1). Im Auftrag des Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und des Landesamtes für Umweltschutz wurden die Grenzemissionen und Grenzfrachten für die Deponieklassen I und II [21], [22] ermittelt, wobei die Sorptions- und Desorptionsvorgänge in der Deponie [18] bei der Bestimmung der Sickerwasserzusammensetzung aus den Zuordnungswerten berücksichtigt wurden.

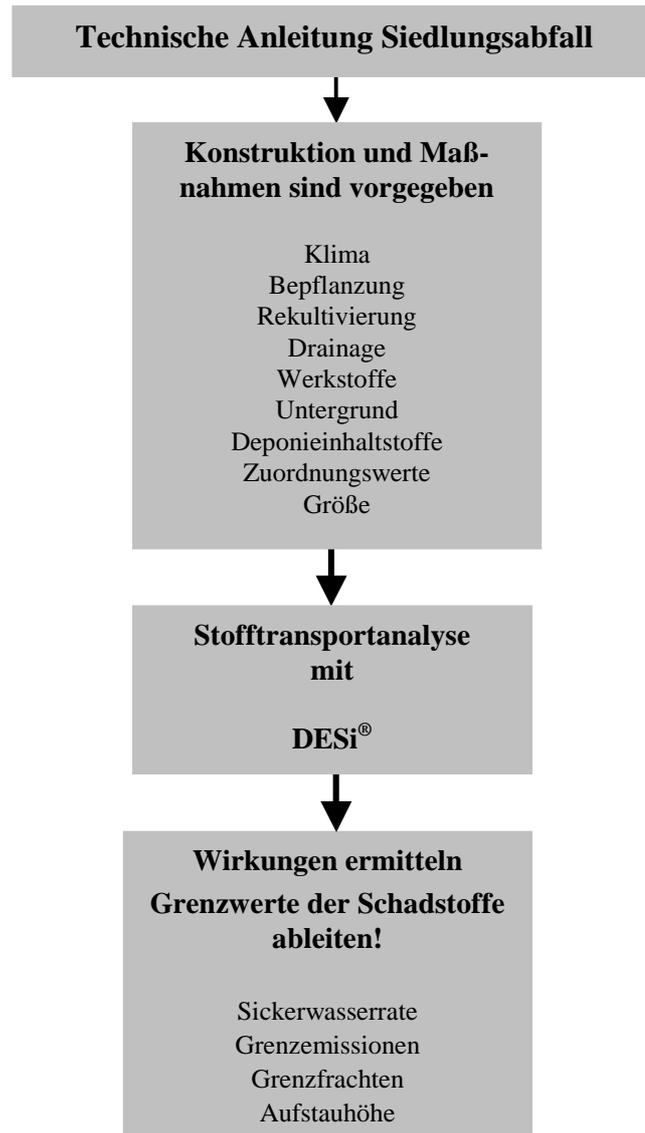


Bild 3.1: Ableiten der Grenzwerte

Damit ergeben sich als Grenzemissionen E_{Gr} in der ungesättigten Zone am Übergang zum Grundwasser und als Grenzfrachten F_{Gr} am Rand der Deponie, die in den Tabellen 3.1 bis 3.4 zusammengestellten und gerundeten Werte.

Tab. 3.1: Grenzwerte der Emissionen E_{Gr} für einen Standort der(Deponie)-Klasse I

Deponieklasse I			
Stoff	E_{Gr}	Stoff	E_{Gr}
Kationen	g/ha/a	Anionen	g/ha/a
Blei	82	Arsenat	1.200
Cadmium	62	Chromat	164
Kupfer	679	Fluorid	2.405
Nickel	741	Cyanide	371
Quecksilber	16		
Zink	1.640		
Ammonium-N	5.243		
Phenole	105		

Tab. 3.2: Grenzfrachten F_{Gr} für einen Standort der (Deponie)-Klasse I

Deponieklasse I			
Stoff	F_{Gr}	Stoff	F_{Gr}
Kationen	g/m/a	Anionen	g/m/a
Blei	2,5	Arsenat	36,0
Cadmium	1,9	Chromat	4,9
Kupfer	20,4	Fluorid	72,0
Nickel	22,2	Cyanide	11,1
Quecksilber	0,5		
Zink	49,1		
Ammonium-N	156,7		
Phenole	3,1		

Tab. 3.3: Grenzwerte für Emissionen E_{Gr} für einen Standort der(Deponie)-Klasse II

Deponieklasse II			
Stoff	E_{Gr}	Stoff	E_{Gr}
Kationen	g/ha/a	Anionen	g/ha/a
Blei	82	Arsenat	3.000
Cadmium	125	Chromat	164
Kupfer	3.391	Fluorid	7.855
Nickel	3.706	Cyanide	1.853
Quecksilber	66		
Zink	1.640		
Ammonium-N	258.280		
Phenole	26.066		

Tab. 3.4: Grenzwerte der Frachten F_{Gr} für einen Standort der(Deponie)-Klasse II

Deponieklasse II			
Stoff	F_{Gr}	Stoff	F_{Gr}
Kationen	g/m/a	Anionen	g/m/a
Blei	2,5	Arsenat	90,0
Cadmium	3,7	Chromat	4,9
Kupfer	101,7	Fluorid	235,6
Nickel	111,2	Cyanide	55,6
Quecksilber	2,0		
Zink	49,1		
Ammonium-N	7.733,0		
Phenole	781,5		

Die in den Tabellen 3.1 bis 3.4 zusammengestellten Grenzwerte der Emissionen und Frachten sind ganz allgemein Standortparameter, die nicht überschritten werden dürfen. Dabei ist es unerheblich, ob der Deponieinhalt einer Deponie der Klasse I oder II entspricht. Es kommt nur darauf an, dass das Sicherungssystem so leistungsfähig ist, dass die für den Standort geforderten Grenzwerte sicher unterschritten werden.

Neben den Emissionen und den im Grundwasser mitgeführten Frachten ist auch der sich im Deponiekörper bildende Aufstau zu beachten. Solange dieser Aufstau kein geotechnisches Problem verursacht, kann er toleriert werden. Bei größeren Stauhöhen kann es aber zum seitlichen Austritt von Sickerwasser kommen, oder die Standsicherheit der Böschungen ist gefährdet. Um dies zu vermeiden, muss abhängig von der betrachteten Deponie eine „zulässige Aufstauhöhe“ h_{max} nach geotechnischen Gesichtspunkten festgelegt werden, die nicht überschritten werden darf.

4 Berechnung der Emissionen und Frachten

4.1 Vorgehensweise

Das Vorgehen bei der Bemessung der Sicherungssysteme zeigt Bild 4.1. Ausgehend von den ökologischen Vorgaben aus dem Standort werden die technischen Möglichkeiten untersucht, bis alle ökonomischen und ökologischen Kriterien in Gestalt der Grenzwerte erfüllt sind.

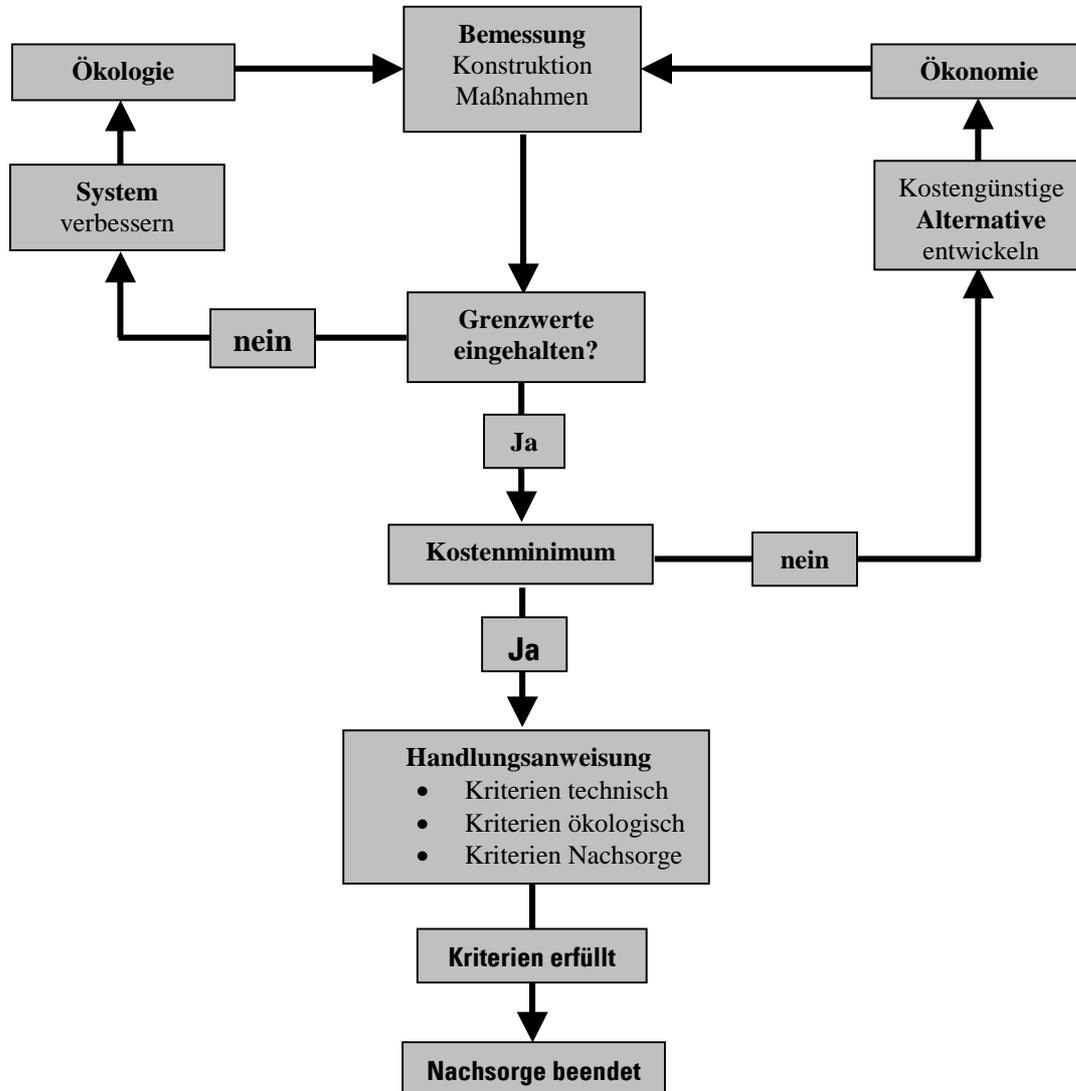


Bild 4.1: Vorgehen bei der Bemessung von Sicherungssystemen von Deponien und Altstandorten

Dann werden die Kriterien zur Umsetzung und zur Beendigung der Nachsorge aus den Bemessungsergebnissen abgeleitet und festgelegt. Es bestehen somit für den Deponiebetreiber und für die zuständige Behörde klare Vorgaben. Da sich die Bemessung an den aus der Richtlinie abgeleiteten Grenzwerten orientiert, ist gleichzeitig die Gleichwertigkeit zur TA Siedlungsabfall nachgewiesen. Deshalb kann aus der Vielzahl der möglichen Systeme das herausgesucht werden, das den größten Nutzen verspricht.

Am Beispiel von drei sehr unterschiedlichen bayerischen Deponien der Deponieklasse II [23], [24], [25], deren Sicherungssystem durch Berechnung der Emissionen dimensioniert und die Gleichwertigkeit zur TA Siedlungsabfall nachgewiesen wurde, wird das Vorgehen in der Praxis erprobt. Es wird die Gleichwertigkeit einer Deponie ohne Basisabdichtung (Deponie A [23]), einer Deponie mit einer Abdichtung nach Deponieklasse I (Deponie B [24]) und einer Deponie mit einer alternativen Oberflächenabdichtung als Wasserhaushaltschicht (Deponie C [25]) nachgewiesen und die Nachsorgekriterien entwickelt. Am Beispiel der Deponie B wird das Vorgehen erläutert.

4.2 Zusammenstellung der Daten der Deponie B

4.2.1 Festlegung der Abfalldaten zur Kennzeichnung der Quelle

Die Deponie wurde 1980 als Hausmülldeponie in Betrieb genommen und bis 1996 in 3 Bauabschnitten (Tabelle 4.1) verfüllt und abgedichtet. Die Deponie verfügt über eine Sickerwasserdrainage mit Zwischenspeicher. Das gesammelte Sickerwasser aus dem Deponiekörper Bauabschnitt 1 bis 3 wird in einer Kläranlage entsorgt. Die anfallenden Mengen sind in Tabelle 4.2 angegeben.

Tab. 4.1: Aufbau der Bauabschnitte 1 bis 3

Allgemeine Angaben	Dimension	BA1	BA2	BA3	Summe
Fläche	m ²	24000	12500	23050	59550
Menge	m ³				692228
mittlerer Abstand Sole GWL	m	1	5	5	
Mittlere Abfallhöhe	m	14	10	10	
Länge in GWL- Fließrichtung	m	150	115	150	300
Zeitraum ohne Abdeckung	Jahre	7	6	6	
Zeitraum mit Abdeckung	Jahre	13	11	5	

Tab. 4.2: Sickerwassermengen aus der Basisdrainage Bauabschnitt 1 bis 3

Messung	Menge	
Jahr	m ³ /a	m ³ /m ² /a
1997	12202-3782 * 0,70 = 9555	0,160
1998	9080	0,152
1999	10217	0,172
Mittelwert		0,161

Das Sickerwasser wird hinsichtlich seiner Inhaltstoffe überwacht. Die gemessenen Konzentrationen des Sickerwassers sind in Tabelle 4.3 zusammengestellt. Als Variationsbreite um den Mittelwert wurde die absolute Differenz der Messwerte eingesetzt. Die Menge an löslichen Bestandteilen in der Deponie ist nicht bekannt. Der Abfall wurde gemäß TASI vor seinem Einbau kontrolliert. Deshalb wird das Mengengerüst der löslichen Bestandteile gemäß TASI und mit einer Variationsbreite von $\pm 20\%$ eingeschätzt.

Ammonium entsteht bei der Einlagerung von organischen Substanzen, wie zum Beispiel Klärschlamm. Die Untersuchung der Sickerwasserkonzentrationen zeigt, dass im Zeitraum 1986 bis 1993 die maximalen Sickerwasserbelastungen auftraten. Danach trat ein stetiger Abfall von etwa 800mg/l auf etwa 70mg/l im Jahr 2000 ein. Daraus wurde durch Rückrechnung mit DESI[®] ein Anfangspotential an Ammonium im Deponiekörper errechnet, das etwa 0,02% des Inhalts entspricht. Die in die Berechnung berücksichtigte Streuung der Ausgangskonzentrationen beträgt 600mg/l bis 1000mg/l, die Streuung des Anfangspotentials 0,01% bis 0,03%.

Tab. 4.3: Sickerbestandteile der Deponie B

	Konzentration		
	1998	1999	mittel
	mg/l	mg/l	mg/l
Calcium	209	114,5	161,75
Magnesium	80,5	53,00	66,75
Natrium	500	300	400,00
Kalium	65,65	190,00	127,82
Mangan	0,23	0,27	0,25
Eisen	1,85	2,445	2,15
Ammonium	190,00	60,23	125,12
Chlorid	550,00	315,00	432,5
Sulfat	69,50	155,5	112,5
Nitrat	166,00	135,50	151,5
Nitrit	1,03	5,06	3,05
Phosphat	8,840	0,505	4,67
Arsenat	0,0033	0,0060	0,0047
Blei	0,0034	0,0042	0,0038
Cadmium	0	0	0
Chrom	0,028	0,060	0,044
Kupfer	0,0034	0,008	0,0057
Nickel	0,070	0,05	0,06
Zink	0,15	0,27	0,21
Cyanid	0	0,0095	0,0048
Phenole	0,008	0,034	0,021
Summe			1588,414

4.2.2 Ermittlung der Daten des Untergrundes

Die Deponie wurde in einer ehemaligen Kiesgrube angelegt, in der glazifluviale Schotter abgebaut wurden. Die Sole des Bauabschnitts 1 liegt im Mittel etwa 1 m, die Solen von Deponieabschnitt 2 und 3 etwa 5 m über dem Grundwasser. Die Eigenschaften der ungesättigten Zone unter der Deponiesole sind in der Tabelle 4.4 enthalten.

Tab. 4.4: Daten des Untergrundes

Bezeichnung		Schicht- dicke	Porenraum			Sättigungsgrad			Durchlässigkeit Feld		
			n			%			m/s		
			min	mittel	max	min	mittel	max	min	mittel	max
Kies	79	5	17	20	23	60	65	70	3×10^{-3}	$3,8 \times 10^{-3}$	$4,4 \times 10^{-3}$
Sand	13										
Schluff	8										

4.2.3 Ermittlung der Eigenschaften der Deponieabdichtungssysteme der Basis

Die Deponie hat eine mineralische Basisabdichtung, deren Eigenschaften als Laborwerte in der Tabelle 4.5 zusammen gefasst sind. Die daneben angegebenen Feldwerte k_f wurden aus der Sickerwasserbilanzierung zurückgerechnet.

Tab. 4.5: Beschreibung der mineralischen Basisabdichtung

Material	Schicht- dicke	Porenraum n			Sättigungsgrad			Durchlässigkeit				
		%			%			Labor	Feld			
	m	min	mittel	max	min	mittel	max	m/s	m/s			
									min	mittel	max	
BA1	Ton	0,60	24	27	30	92	95	98	1×10^{-8}	$2,5 \times 10^{-9}$	3×10^{-9}	$3,5 \times 10^{-9}$
BA2		0,60										
BA3		0,75										

Die Bilanzierung des Wasserhaushalts in der Deponie baut auf den gemessenen Sickerwasserraten aus der Drainage der Deponiesole und den Schadstoffmessungen im Umfeld der Deponie auf. Die Schadstoffmessungen zeigen, dass noch keine der Deponie sicher zuzuordnenden Stoffe im Grundwasser gefunden wurden. Aus diesen beiden Informationen und den gemessenen Niederschlägen lässt sich die wahrscheinliche Durchlässigkeit mit DESI[®] bestimmen, wie sie in Tabelle 4.5 eingetragen ist. Für die Basisabdichtung erhält man etwa um den Faktor 3 verkleinerte, für die Oberflächenabdichtung infolge der Rissbildung durch Schrumpfen etwa um den Faktor 4 erhöhte Werte (Tabelle 4.6) gegenüber den Sollwerten.

4.2.4 Ermittlung der Eigenschaften der Deponieabdichtungssysteme der Oberfläche

Die Oberflächenabdichtung entspricht einer Deponieabdichtung nach TASI Klasse I. Sie wurde unmittelbar nach dem Schließen der Deponie aufgebracht. Sie besteht aus Ton entsprechend den Vorgaben der TASI. Der Einbauwassergehalt betrug ca. 21%. der Durchlässigkeitswert (Laborwert) ist aus Tabelle 4.6 zu entnehmen. Das Material der mineralischen Dichtung ist wegen des hohen Wassergehaltes bei Austrocknung stark rissanfällig. Die Risse bestimmen langfristig die Durchlässigkeit [1], [17], [21]. Aus den gemessenen Sickerwassermengen lässt sich die Durchlässigkeit k_f der Oberflächenabdichtung ermitteln, die mit $k_f = 4 \times 10^{-8}$ m/s viermal so hoch liegt wie geplant. Der Schwankungsbereich wird auf Basis von Erfahrungswerten [1], [17], [21] abgeschätzt. Die beschreibenden Daten der Oberflächenabdichtung enthält Tabelle 4.6.

Tab. 4.6: Beschreibung der mineralischen Oberflächenabdichtung

Material	Schicht- dicke	Porenraum n			Sättigungsgrad			Durchlässigkeit				
		%			%			Labor	Feld			
	m	min	mittel	max	min	mittel	max	m/s	m/s			
									min	mittel	max	
BA1	Ton	0,50	24	27	30	92	95	98	1×10^{-8}	$3,5 \times 10^{-8}$	4×10^{-8}	$4,5 \times 10^{-8}$
BA2									1×10^{-8}			
BA3									1×10^{-9}			

4.2.5 Klimatische Bedingungen

Am Deponiestandort beträgt die mittlere Niederschlagsmenge 1000 mm/a. Die Deponie erhebt sich nur wenig über das allgemeine Niveau.

Die klimatischen Auswirkungen auf das Abdichtungssystem werden durch den Standort und durch die auf das System aufgebrauchte Rekultivierungsschicht und deren Bepflanzung beeinflusst. Nach der TASI Abschnitt 10.4.1.4 d muss die Rekultivierungsschicht aus mindestens 1 m kulturfähigem Boden bestehen, die mit einem geeigneten Bewuchs zu bepflanzen ist, der die Dichtung vor Wurzel- und Frosteinwirkungen schützt und Wind- und Wassererosion begrenzt. Er soll außerdem so ausgewählt sein, dass die Infiltration von Niederschlagswasser in das Entwässerungssystem minimiert wird.

Diese Vorgaben der Vorschrift wurden durch eine hohe Verdichtung mit dem Ziel eines hohen Durchsickerungswiderstandes umgesetzt. Die Bepflanzung mit Gras hat dabei die Aufgabe, die Oberfläche erosionsfest zu machen.

Die Rekultivierungsschicht der Deponie ist aus einer einen Meter dicken Schicht aus Rotlage aufgebaut und mit 0,30 m Humus abgedeckt. Sie wurde beim Einbau maschinell verdichtet. Der Bewuchs der Rekultivierungsschicht erfolgte durch Sukzession. Sie hat bei den vorhandenen Niederschlägen am Standort, ihrer Dicke und ihrem Bewuchs eine relativ hohe Sickerwasserrate und deshalb keinen Einfluss auf die Sickerwasserrate in die Deponie.

Wegen der hohen Verdichtung und dem daraus folgenden kleinen Porengehalt und dem mageren Bewuchs weist die Rekultivierungsschicht nur eine relativ kleine nutzbare Feldkapazität auf. Die Sickerwasserrate ist deshalb, gemessen am Niederschlag, hoch. Da neben dem Niederschlag auch der Bewuchs und die nutzbare Feldkapazität die Sickerwasserrate beeinflussen, hat jeder Betriebszustand der Deponie auch eine zugehörige Sickerwasserrate, die von der Art der Abdeckung abhängig ist. Folgende Zustände werden berücksichtigt:

- die Zeit der Befüllung, in der die Verdunstungsraten klein sind und kein Bewuchs vorhanden ist,
- die Zeit der endgültigen Abdeckung mit einem Bewuchs aus Gras.

In Tabelle 4.7 ist die Sickerwasserrate für die genannten Zustände, als Grundlage der Berechnungen für den Bewuchs aus Gras, für die verschiedenen Zustände entwickelt.

Die nutzbare Feldkapazität nF_K beschreibt die Wassermenge die 1 m² Boden pflanzenverfügbar speichern kann. Dieser Wasserspeicher wird in den Wintermonaten aufgefüllt und in den Sommermonaten über die Pflanzen verdunstet. Nach DIN 4220 erreicht man etwa folgende durchschnittliche Kennwerte als Grundlage für die Berechnung der Sickerwasserrate h_{SR} :

- nutzbare Feldkapazität des Sicherungssystems $nFK = 12\%$
- Durchwurzelungstiefe W_e Gras: Phase IIIa und IIIb [19] $W_e = 8 \text{ dm}$,
- potentielle Evapotranspiration: $h_{Etp} = 450 \text{ mm/a}$,

Der Abfluss A an der Oberfläche kann bei einer entwickelten Bepflanzung und einem Jahresniederschlag von 1000 mm mit 30 mm/a angesetzt werden.

In Tabelle 4.7 sind die entsprechenden Daten für die Zustände Befüllen, und Rekultivierungsschicht enthalten. Die Sickerwasserraten h_{SR} für die Abdeckungen errechnen sich nach DIN 19687. Die Schwankungsbreite wurde auf $\pm 15\%$ festgelegt.

Tab. 4.7: Sickerwasserraten in Abhängigkeit von den Zuständen

Zustand	Niederschlag			potentielle Evapotrans- piration	Feldkapazität		Sickerwasserrate		
	gesamt h	Winter h _{NW}	Sommer h _{NS}		h _{ETp}	nFK			
	mm/a	mm/a	mm/a	mm/a	l/m ³	l/m ²	h _{SR} mm/a		
Befüllen	1000	450	550	0	0	0	609	700	805
Sicherung Phase IIIa	1000	450	550	450	180	144	344	395	454
Sicherung Phase IIIb	1000	450	550	450	180	144	344	395	454

4.2.6 Drainagesystem der Basis und der Oberfläche

In das Sicherungssystem der Oberfläche ist ein Drainagesystem integriert, das nach den Vorgaben der TA Siedlungsabfall aufgebaut ist.

Die Drainagesysteme auf den Abdichtungen haben die Aufgabe, das durch die Rekultivierungsschicht sickernde Niederschlagswasser abzuleiten. Damit dies zuverlässig geschieht, sind in der TAsi die Durchlässigkeit der Drainageschichten, das Gefälle und die Ausbildung vorgegeben.

Die Drainagesysteme unterliegen jedoch einer Alterung, welche die Wirksamkeit der Systeme einschränkt. Für den Bereich der Oberflächenabdichtung sind dies im wesentlichen die folgenden Einflüsse:

- Muldenbildung infolge ungleicher Setzungen des Deponiekörpers und des Untergrundes
- Behinderung des Abflusses durch Wurzeln

Das in den Mulden und von Wurzeln festgehaltene Wasser bewirkt tendenziell einen vergrößerten hydraulischen Gradienten und damit eine Erhöhung der Wasserdurchtrittsmengen durch die Abdichtung. Diese Einflüsse werden durch eine mittlere, ständig wirkende Stauhöhe, auf der Abdichtung berücksichtigt, deren Größe sich für die betrachteten Zustände nach [19] wie folgt ergibt:

- Zustand Befüllen $h = 0,0 \text{ m}$
- Zustand Zwischenabdichtung $h = 0,0 \text{ m}$
- Zustand Nachsorge $h = 0,03 \text{ m}$
- Zustand danach $h = 0,15 \text{ m}$

Für den Bereich der Basisabdichtung sind dies im wesentlichen die folgenden Einflüsse:

- Zusetzen des Filterkieses durch Ausfällungen aus dem Deponat
- Muldenbildung infolge ungleicher Setzungen des Untergrundes

Das Zusetzen des Filters bewirkt eine Beeinträchtigung des Zuflusses zu den Drainagerohren, und, zwischen den Rohren, einen Aufstau auf der Abdichtung. Die Muldenbildung ist im Vergleich zur Oberflächenabdichtung geringer. Beide Einflüsse nehmen im Laufe der Zeit zu. Welcher Aufstau sich letztendlich einstellt, hängt von den Durchlässigkeitseigenschaften der Abdichtungssysteme ab. Es kann durch die Basisabdichtung nur das Wasser durchtreten oder abfließen, das vorher durch die Oberfläche in den Deponiekörper gelangt ist. Als Vorgabe werden deshalb für die Basis nur mögliche Maximalwerte nach [19] für die untersuchten Zustände angegeben. Ob sich diese Werte auch einstellen, zeigt die Berechnung.

- Zustand Befüllen $h_{\max} = 0,03 \text{ m}$
- Zustand Zwischenabdichtung $h_{\max} = 0,30 \text{ m}$
- Zustand Nachsorge $h_{\max} = 0,30 \text{ m}$
- Zustand danach $h_{\max} = 1,00 \text{ m}$

Nach dem Aufbringen der Oberflächenabdichtung soll kein belastetes Wasser aus der Drainage der Basis austreten [20]. Die Drainage wird deshalb geschlossen. Für den Sickerwasseraufstau von h_{\max} ist nachzuweisen, dass kein seitlicher Durchtritt von Sickerwasser erfolgen kann.

4.2.7 Zeitdauer der Betriebszustände der Deponie

Aus der Geschichte der Deponie ist zu entnehmen, dass die Befüllzeit ohne Abdeckung ca. 6 Jahre betrug. Es folgen nach dem Aufbringen der Abdichtung 10 Jahre (Phase IIIa [19]), die durch Abpumpen des Sickerwassers gekennzeichnet sind. Dann wird die Drainage geschlossen, die Nachsorge beginnt, gefolgt von der (Phase IIIb) und der Zeit danach von insgesamt 134 Jahren. Es wird also ein Zeitraum von 150 Jahren untersucht.

4.2.8 Hydrogeologie

Es ist ein Grundwasserstockwerk vorhanden, das eine Mächtigkeit von etwa 12,5 m aufweist. Das Gefälle im Bereich der Deponie beträgt etwa 1 m auf 300 m. Die horizontale Durchlässigkeit beträgt im Mittel $k_f = 3,5 \times 10^{-3}$ m/s. Die in den Grundwasserleiter eingetragenen Stoffe werden sich wegen der hohen Ergiebigkeit stark verdünnen. Schätzt man die mitwirkende Höhe des Grundwasserstroms auf 2 m, errechnet sich die Ergiebigkeit Q des Grundwasserleiters, bezogen auf einen Meter Deponiebreite wie folgt:

$$Q = 1/300 \times 3,5 \times 10^{-3} \times 3600 \times 24 \times 365 \times 2 = 735 \text{ m}^3/\text{m/a}$$

Aus den aus der Prognose errechneten Jahresfrachten der einzelnen Schadstoffbestandteile des Sickerwassers können die im Grundwasser resultierenden Konzentrationen am Rand der Quelle berechnet werden.

4.3 Berechnung der Emissionen und Frachten

Die Berechnungen der Emissionen und Frachten werden mit dem Programm DESI[®] Variation [7] durchgeführt, das auch die Streuung der Eingabeparameter berücksichtigen kann. Die Ergebnisse werden mit den Grenzemissionen und Grenzfrachten verglichen. Weiterhin erkennt man Einstauereignisse, deren Höhe und zeitliche Dauer aus der Prognose ersichtlich sind.

In dem folgenden Kapitel werden die Ergebnisgraphen für die Stoffe Ammonium und Chrom dargestellt. Es werden die Grenzzustände, Zustand jetzt und Zustand danach, behandelt. Der Grenzzustand „jetzt“ ist beendet, wenn die Drainage 10 Jahre nach dem Aufbringen der mineralischen Abdichtung verschlossen wird. Diese Zustände werden in der Prognose simuliert.

Die Emissionen aus der Deponie in den Grundwasserleiter werden am Übergang der ungesättigten Zone zum Grundwasserleiter bestimmt. Die Frachten an Schadstoffen im Grundwasserleiter werden am Rand der Deponie in Grundwasserfließrichtung ermittelt. Der Emissions- bzw. Frachtverlauf auf der Grundlage der Mittelwerte wird durch die schwarze Linie dargestellt. Der schraffierte Bereich zeigt die Streuungen der Werte auf der Basis der im Kapitel 3 erarbeiteten Datenbereiche. Die Umhüllende der Streubereiche beschreibt also die Werte, die sich aus der ungünstigsten Kombination der Prognoseeingangsdaten ergeben.

Den Verlauf der Emission von Ammonium am Übergang zum Grundwasserleiter, dem Nachweisort, zeigt Bild 4.2. Die Prognose der Emissionen zeigt, dass zur Zeit nur ein kleiner Schadstoffeintrag vorhanden ist. Dies entspricht auch den Schadstoffmessungen im GWL. Dieser Zustand wird sich aber in einigen Jahren ändern, wenn die Sorptionskapazität der Tondichtung und des Untergrundes aufgebraucht ist und die Drainage außer Betrieb genommen wurde. Die Emission von Ammonium kann dann einen Wert bis zu $17,8 \text{ g/m}^2/\text{a}$ erreichen. Unter mittleren Verhältnissen ist ein Wert von $12,6 \text{ g/m}^2/\text{a}$ zu erwarten.

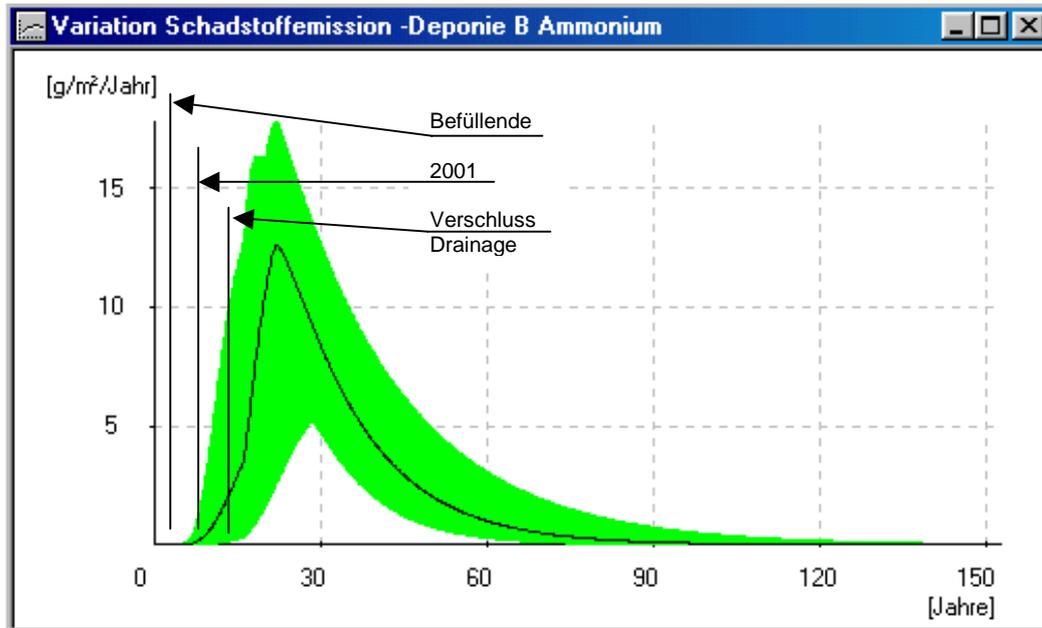


Bild 4.2: Emissionsverlauf für Ammonium

Der Grenzwert der Emission nach TASI Standort II beträgt 25,8 g/m²/a. Er kann also eingehalten werden, auch wenn die Drainage außer Betrieb genommen wird.

Den Verlauf der Schadstofffracht zeigt Bild 4.3. Der maximale Wert beträgt 4.816g/m/a. Der Grenzwert der Frachten nach TASI für die Deponieklasse II für Ammonium von 7.743g/m/a kann eingehalten werden. Die maximale Ammoniumkonzentration kann im Grenzfall

$$C_{NH_4} = F_{NH_4}/Q = 4.816/735 = 6,55\text{mg/l}$$

erreichen

Bild 4.3 macht weiterhin deutlich, dass zur Zeit so gut wie keine Schadstoffe im Grundwasser erwartet werden können. Die emittierten Mengen sind gering und der Verdünnungseffekt ist bei den hohen Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers groß. Die erwarteten Konzentrationen liegen für Ammonium etwa bei 0,05 mg/l, wenn man die Reihenfolge der Befüllung der Bauabschnitte beachtet. Der Wert entspricht in etwa den gemessenen Werten.

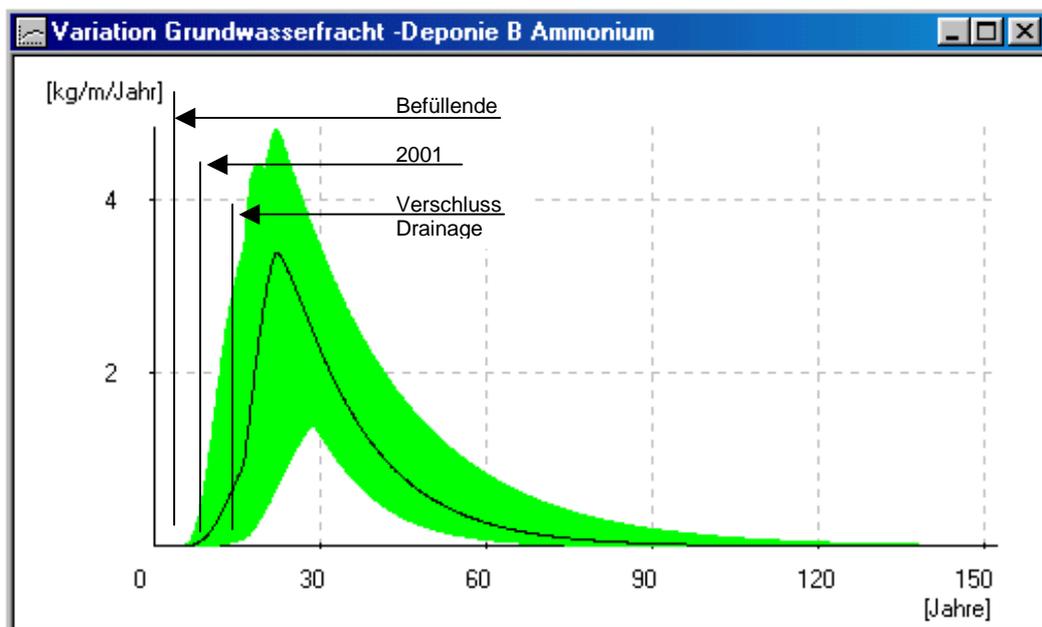


Bild 4.3: Verlauf der Grundwasserfrachten Ammonium am Deponierand

Die Graphen 4.4 und 4.5 zeigen zeitabhängig die Ergiebigkeit der Basisdrainage und die Entwicklung der Aufstauhöhe in der Deponie. Nach dem Ende der Verfüllung der Deponie und dem Aufbringen der Oberflächenabdichtung geht der spezifische Abfluss stark zurück. Mit dem Verschluss der Drainage, der nach der verlängerten Nachsorgezeit erfolgt, kann das Sickerwasser nur noch über Konvektion durch die Basis die Deponie verlassen. Das bewirkt einen Aufstau im Deponiekörper, der maximal bis zu einer Höhe von 2,49 m, bezogen auf die Mittelwerte auf 1,16 m, anwachsen kann. Der Aufstau von 0,30 m für die Zeit zwischen Befüllende und dem Verschluss der Drainage ist der vorgegebene Wert nach [19]. Die mögliche maximale Aufstauhöhe von 1,0 m in Phase IIIb wird mit 2,49 m deutlich überschritten. Da die Deponiesole ca. 6m unter Geländeoberfläche liegt, treten keine geotechnischen Probleme auf.

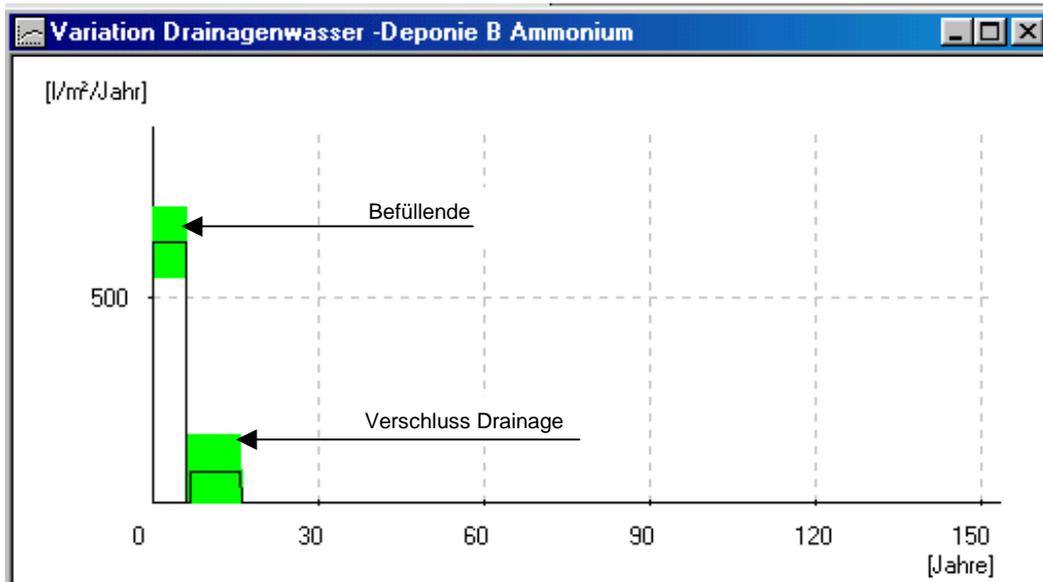


Bild 4.4: Anfall von Sickerwasser aus der Basisdrainage

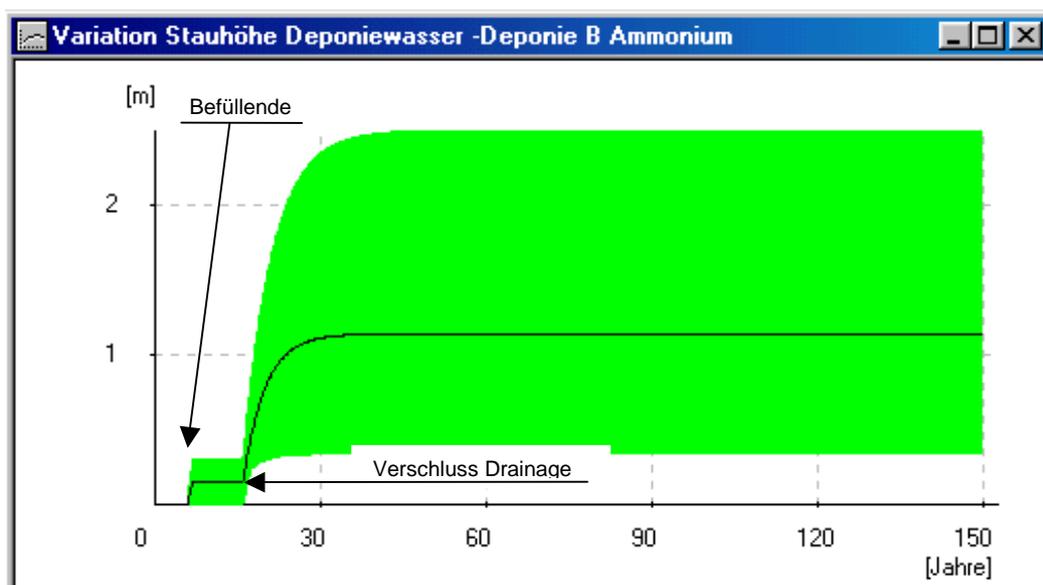


Bild 4.5: Aufstauereignisse in der Deponie

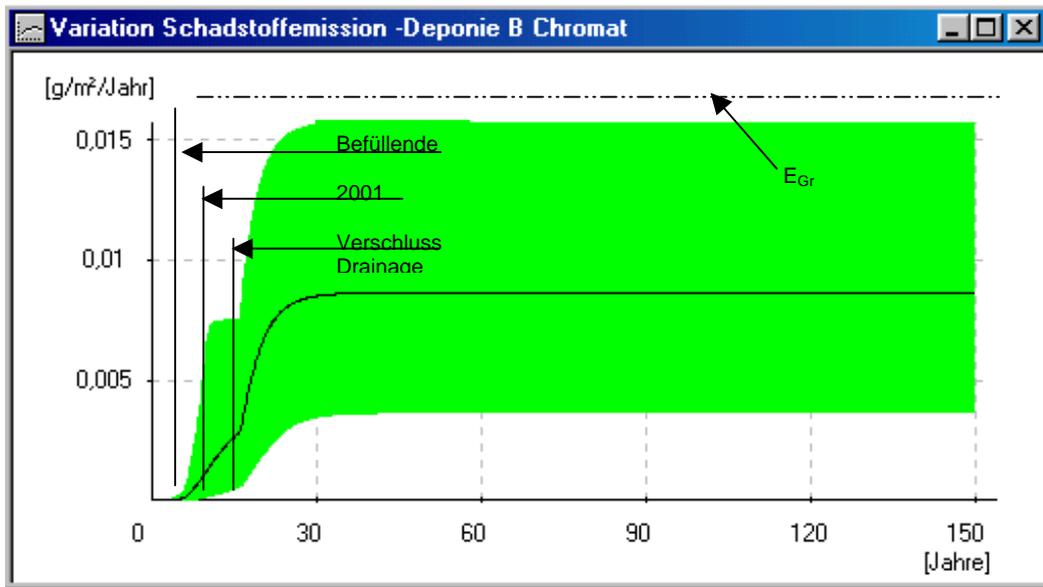


Bild 4.6: Emissionsprognose Chromat am Übergang zum Grundwasser

Die Bilder 4.2 bis 4.3 zeigen das Emissionsverhalten von Ammonium, einem Kation. Die Bilder 4.6 bis 4.7 zeigen das Verhalten von Chromat, unter gleichen Randbedingungen, einem Anion, das weniger gut sorbierbar ist. Aus den Bildern kann man erkennen, dass die maximal erwarteten Emissionen und Frachten kleiner sein werden als die Grenzwerte nach TAsi von $E_{Gr} = 0,0164\text{g/m}^2/\text{a}$ und $F_{Gr} = 4,9\text{g/m/a}$.

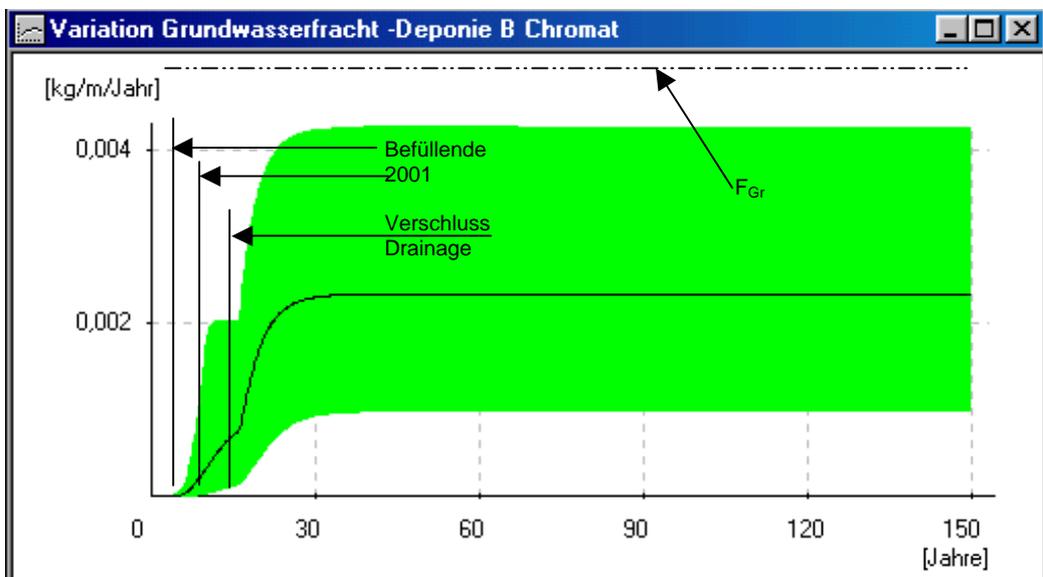


Bild 4.7: Schadstofffracht Chromat am Rand der Deponie im Grundwasserleiter

Bild 4.7 zeigt im Jahr 2001 eine Fracht von $0,3\text{g/m/a}$, die, berücksichtigt man die zeitversetzte Befüllung der Bauabschnitte, einer Konzentration im Grundwasserleiter von etwa $0,4\ \mu\text{g/l}$ entspricht. Die maximale Fracht, die in etwa 20 Jahren erwartet wird, beträgt $4,25\text{g/m/a}$. Sie ist kleiner als der Grenzwert von $4,9\text{g/m/a}$. Die resultierende Konzentration im Grundwasser erreicht ca. $5,8\mu\text{g/l}$. Für die in der TAsi angesprochenen Sickerwasserbestandteile sind die entsprechenden Emissionswerte in Tabelle 4.8 angegeben.

Tab. 4.8: Emissionen E in das Grundwasser

Stoff	Emission E aus der Basis ohne Betrieb der Drainage	
	Mittelwert	Maximalwert
	mg/m ² /a	mg/m ² /a
Ammonium	12575	17840
Arsenat	0,95	1,57
Blei	0,75	1,100
Chrom ges.	8,66	15,73
Kupfer	1,12	1,57
Nickel	11,80	18,38
Zink	41,30	70,79
Cyanid	0,095	0,249
Phenol	4,13	8,92

Die Frachten an Schadstoffen im Grundwasserleiter am Rand der Deponie sind in Tabelle 4.9 zusammengestellt.

Aus dem Verlauf der Emissionen kann man ableiten, dass die Sorptionskapazität des Untergrundes und der Dichtschicht nicht ausreicht, das in der Deponie befindliche Schadstoffpotential einzulagern. Die Sorption führt aber zu einer zeitlichen Verschiebung des Beginns der Emission und des Emissionsmaximums.

Tab. 4.9: Frachten F am Rand der Deponie B im Grundwasser

Stoff	Fracht F im GWL am Rand der Basis ohne Betrieb der Drainage	
	Mittelwert	Maximalwert
	g/m/a	g/m/a
Ammonium	3390	4810
Arsenat	0,250	0,425
Blei	0,202	0,298
Chrom	2,15	4,25
Kupfer	0,303	0,425
Nickel	3,19	4,96
Zink	11,51	19,11
Cyanid	0,255	0,673
Phenol	1,12	2,42

5 Einstufung der durch die Deponie verursachten Standortbelastung nach TA-Siedlungsabfall

Die in Abschnitt 4 ermittelten Emissionen und Frachten spiegeln die Bandbreite der möglichen Streuung der Werte unter Berücksichtigung der lokalen Störungen im Untergrund wieder. Wenn man die in der Technik allgemein anerkannten Regeln über die Sicherheit zu Grunde legt, können nicht die Mittelwerte sondern nur die oberen Grenzwerte für die abschließende Beurteilung der Nachsorgemaßnahmen und deren Beendigung angewandt werden. In Tabelle 5.1 sind die errechneten Maximalwerte der Emissionen den Grenzwerten der Klasse II gegenübergestellt. Die Gegenüberstellung zeigt, dass bei verschlossener Drainage die nach TASI ermittelten Grenzwerte für einen Standort der Klasse II eingehalten werden können.

- **Die Deponie B erfüllt die Emissions- und Frachtgrenzbedingungen der Standortklasse II nach TASI.**

Tab. 5.1: Emissionen und Frachten im Vergleich zu den Grenzwerten. Drainage geschlossen

Stoff	Emission E			Fracht F		
	aus der Basis		Grenzwert TASI	am Deponierand		Grenzwert TASI
	Mittelwert	Maximalwert	Klasse II	Mittelwert	Maximalwert	Klasse II
	mg/m ² /a	mg/m ² /a	mg/m ² /a	g/m/a	g/m/a	g/m/a
Ammonium	12.575	17.840	25.828	3.390	4.810	7.733
Arsenat	0,95	1,57	300	0,250	0,425	90
Blei	0,75	1,100	8,2	0,202	0,298	2,5
Chromat	8,66	15,73	16,4	2,15	4,25	4,9
Kupfer	1,12	1,57	339,1	0,303	0,425	101,7
Nickel	11,80	18,38	370,6	3,19	4,96	111,2
Zink	41,30	70,79	164,0	11,51	19,11	49,1
Cyanid	0,095	0,249	185,3	0,255	0,673	55,6
Phenol	4,13	8,92	2606,6	1,12	2,42	781,5

Im Grenzfall entwickelt sich ein Aufstau im Deponiekörper von 2,49 m (Bild 4.5), der jedoch kein geotechnisches Problem darstellt, da die Deponiesole mindestens 6 m unter der Geländeoberfläche liegt.

Die Prognose zeigt, dass die Grenzfrachten und die Grenzemissionen eingehalten werden und der, infolge des Verschlusses der Drainage auftretende Aufstau im Deponiekörper, keine geotechnischen Probleme verursacht.

- **Damit erfüllt das Sicherungssystem der Deponie die Kriterien zur Entlassung aus der Nachsorge gemäß TA - Siedlungsabfall.**

6 Nachweise vor Beendigung der Nachsorge

Die Kontrollen bzw. die Messungen zur Beendigung der Nachsorge der Deponie B beziehen sich auf folgende Bereiche:

- **I: Kontrolle und Dokumentation des Sickerwasserbestandteils Ammonium im Sickerwasser des Deponiekörpers**
- **II: Kontrolle des Sickerwasserpegels in der Deponie**

Stimmen die Messungen mit den Prognosedaten überein, kann die Deponie aus der Nachsorge entlassen werden.

Zu I: Aus der Konzentration und der Menge des Sickerwassers können die aus der Deponie ausgetragenen Stoffe bilanziert werden. Kritischer Stoff ist das Ammonium, dessen Abbauverhalten in der Prognose mit berücksichtigt wurde. Die Änderung der Konzentration dieses Stoffes pro Zeiteinheit ist deshalb ein Wert für die Bestätigung der Eingangswerte der Prognose. Die Vorgabe für die Prognoseberechnung ist eingehalten,

- **wenn in einem Zeitraum von neun Jahren nach der Schließung der Drainage, oder früher, die Ammoniumkonzentration im Sickerwasser signifikant unter 60 mg/l fällt.**

Zu II: Die Messung der Aufstauhöhe in der Deponie dient zur Kontrolle der aus den Sickerwasserraten abgeleiteten hydraulischen Eigenschaften der Basis und der Oberfläche. Das Nachsorgekriterium Stauhöhe ist eingehalten,

- **wenn sie in einem Bereich von 0,5m bis 2,5m liegt.**

Die Beobachtungsdauer im Rahmen der Nachsorge wird, legt man die Prognose Bild 4.5 über den Einstauverlauf zugrunde, etwa 15 Jahre betragen.

7 Zusammenfassung

Die Sicherungssysteme der Deponie B, einer Deponie der Klasse II, besteht aus einer Abdichtung gemäß TASI Deponieklasse I. Das in der Basisdrainage anfallende Sickerwasser wird in einer Kläranlage entsorgt. Die Sickerwassermenge beträgt, bezogen auf die Oberfläche der Deponie, etwa 160 l/m²/a.

Es war die Frage zu beantworten, ob die ausgeführte Abdichtung die Kriterien eines Standortes der Klasse II erfüllt und welche Kontrollen durch die zuständige Behörde gefordert werden müssen, um die Nachsorge zu beenden. Dazu wurde das Emissionsverhalten der Deponie über einen Zeitraum von 150 Jahren untersucht, wobei die Veränderungen der Sicherungssysteme durch Alterung mit berücksichtigt wurden.

Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden:

- Die Prognose zeigt, dass die Emissionen der Deponie und die Frachten im Grundwasser die nach TASI abgeleiteten Werte eines Standortes der Klasse II auch bei Schließung der Drainage der Basis unterschreiten. Damit sind prinzipiell die Voraussetzungen für die Entlassung der Deponie aus der Nachsorge nach TA Siedlungsabfall erfüllt.
- Die Nachweise über die Eigenschaften der verwendeten Materialien wurden im Zuge der Errichtung des Sicherungssystems erbracht.
- Die Funktionskontrolle der mineralischen Abdichtung kann nur indirekt über die Bilanzierung der Sickerwassermengen erbracht werden. Die während des Baus durchgeführten Laborversuche ermöglichen nur die Beurteilung des Materials, nicht aber die Systemeigenschaften. In der Prognose wurden deshalb für dieses Bauteil Daten verwendet, die die Verringerung des Fließwiderstandes durch Alterung berücksichtigen. Die angesetzten Werte wurden in der Prognose auf Konsistenz überprüft.
- Die Funktionskontrolle der Rekultivierungsschicht ist nicht erforderlich, weil wegen der klimatischen Randbedingungen des Standortes und ihrer Ausbildung sie keinen Beitrag zur Sickerwasserrückhaltung liefert
- Die Sickerwasserstauhöhe in der Deponie und der Sickerwasserinhaltsstoff Ammonium müssen im Rahmen der Nachsorge in Größe und Verlauf überwacht werden. Werden die Prognosebereiche bestätigt, kann die Deponie aus der Nachsorge entlassen werden.
- Die Nachsorgedauer wird etwa 10 bis 15 Jahre betragen. Dieser Zeitraum ist zur Bestätigung der Eingabedaten (Ammoniumkonzentration) und der Ergebniskontrolle (Stauhöhen) erforderlich.

8 Literatur

- [1] TA Siedlungsabfall (1993):
Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz: Technische Anleitung zur Vermeidung, Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen. Carl Heymanns Verlag Köln
- [2] TA Abfall (1991):
Zweite allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz: Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch-physikalische Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen Carl Heymanns Verlag Köln
- [3] Fick (1855):
In Poggendorff' s Annalen der Physik 94, 59
- [4] Darcy, H. (1856):
Les fontaines public de la ville de Dijon Dalmont, Paris
- [5] Langmuir (1918):
The adsorption of gases on plain surfaces of glass, mica and platinum, Journal of American Chemical Society, V. 40, p. 1361 – 1403
- [6] Lapidus and Amundson (1952):
Mathematics of adsorption in beds VI. The effects of longitudinal diffusion in exchange and chromatographic columns. Journal of Physical Chemistry, 56, S.984-988
- [7] Finsterwalder K., Natterer B.(1998):
DESI® Software zur Simulation von Emissionen aus Deponien und Ablagerungen, Beratung Vertrieb: Finsterwalder Umwelttechnik GmbH & Co KG, 82335 Bernau / Hittenkirchen.
- [8] Finsterwalder K. (2000):
Berechnung von (Schad-) Stoffemissionen aus Deponien und Ablagerungen über geschichtliche Zeiträume mit der Software DESI®. Erheben und Bearbeiten der Daten für Anwendungen nach TAA/TASi oder alternativen Systemen und nach dem BBodSchG/V. Finsterwalder Umwelttechnik GmbH & Co KG, 82335 Bernau / Hittenkirchen.
- [9] Hansbo, S. (1960):
Consolidation of Clay, with special Reference of vertical sand drains. Swedish Geological Institute, Proceedings No.18, Stockholm
- [10] Finsterwalder K. (1988):
Die Deponie eine Abfallagerstätte für geologische Zeiträume. Workshop: Die Bemessung mineralischer Ummantelungssysteme in Theorie und praktischer Anwendung, Ruhruniversität Bochum November 1988.
- [11] Finsterwalder K. (1993):
Entwurf und Umsetzung von Einkapselungsmaßnahmen bei Altlasten, In: Sicherung von Altlasten, Jessberger(Hrsg.) Balkema, Rotterdam 1993. ISBN905413124.
- [12] Jessberger H.-J., Onnich K., Mann U., Finsterwalder K. (1993):
Versuche und Berechnungen zum Stofftransport durch mineralische Abdichtungen und daraus resultierenden Materialentwicklungen. In: 2. Arbeitstagung zum Verbundforschungsvorhaben Deponieabdichtungssysteme. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin 17.-19.3.1993
- [13] Jessberger H.-J., Onnich K., Finsterwalder K., Beyer S. (1995):
Versuche und Berechnungen zum Stofftransport durch mineralische Abdichtungen und daraus resultierenden Materialentwicklungen. In: 3. Arbeitstagung zum Verbundforschungsvorhaben Deponieabdichtungssysteme. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin 21.-23.3.1995
- [14] August H., Tatzky-Gerth R., Preuschmann R., Jakob I. (1992):
Permeationsverhalten von Kombinationsdichtungen bei Deponien und Altlasten gegenüber wassergefährdenden Stoffen. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Forschung und Entwicklungsvorhaben 10203412.

- [15] Mann U. (1993):
Stofftransport durch mineralische Deponieabdichtungen: Versuchsmethodik und Berechnungsverfahren. Januar 1993 Heft 19 Ruhruniversität Schriftenreihe des Instituts für Grundbau.
- [16] Quigley, R.M. (1987).:
Hydraulic conductivity of contaminated natural clay directly below domestic landfill. Canadian Geotechnical Journal, 24, No. 3, 1987, p.377 –383
- [17] Maier-Harth U, Melchor S (2001):
Überprüfung der Wirksamkeit der 10 Jahre alten mineralischen Oberflächenabdichtung der ehemaligen Industriemülldeponie Prael in Sprendlingen Kreis Mainz-Bingen. 4. Deponieseminar Oberflächenabdichtungen und Rekultivierung von Deponien.
- [18] Gade B, Westermann H, Heindel A (2000):
S38 „Stoffbilanz und Deponieverhalten am Beispiel der Sonderabfalldeponie Raindorf“; FES Schwabach Dezember 2000
- [19] Deutsches Institut für Bautechnik (1995):
Grundsätze für den Eignungsnachweis von Dichtelementen in Deponieabdichtungssystemen; Deutsches Institut für Bautechnik, November 1995
- [20] Lottner U, Kindsmüller W, Derxler K.J, Daen C (1999):
Technische Hinweise für Planung und Errichtung sowie Betrieb und Abschluss von Deponien im Rahmen der Umsetzung der TA Siedlungsabfall in Bayern. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Juni 1999
- [21] Schulz H, Schmid J (2001)
Forschungsvorhaben F166 Wirtschaftlichkeitsvergleich von Oberflächenabdichtungen, 3. Zwischenbericht 2001
- [22] Finsterwalder K (2001):
Kriterien für die Beendigung der Nachsorge bei Deponien nach TA Siedlungsabfall, Berechnungen mit dem System DESi[®], Ableitung der Grenzemissionen und Grenzfrachten für die Deponieklassen I und II aus der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASi) und dem Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG). Auftraggeber Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. Oktober 2001.
- [23] Finsterwalder K (2001):
Kriterien für die Beendigung der Nachsorge bei Deponien nach TA Siedlungsabfall, Berechnungen mit dem System DESi[®], Nachweise der Emissionen und Frachten und Entwicklung der Kriterien zur Beendigung der Nachsorge für ausgewählte Standorte. Deponie A, Oberflächenabdichtung nach TA Siedlungsabfall Deponieklasse II. Auftraggeber Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. Oktober 2001.
- [24] Finsterwalder K (2001):
Kriterien für die Beendigung der Nachsorge bei Deponien nach TA Siedlungsabfall, Berechnungen mit dem System DESi[®], Nachweise der Emissionen und Frachten und Entwicklung der Kriterien zur Beendigung der Nachsorge für ausgewählte Standorte. Deponie B, Deponieabdichtung nach TA Siedlungsabfall Deponieklasse I. Auftraggeber Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. Oktober 2001.
- [25] Finsterwalder K (2001):
Kriterien für die Beendigung der Nachsorge bei Deponien nach TA Siedlungsabfall, Berechnungen mit dem System DESi[®], Nachweise der Emissionen und Frachten und Entwicklung der Kriterien zur Beendigung der Nachsorge für ausgewählte Standorte. Deponie C, Alternative Oberflächenabdichtung. Auftraggeber Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. Oktober 2001.

Überwachung von Kontrolldränagen in Basisabdichtungen von Deponien

Petra Pötzsch, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft

1. Vorgang

Seit Anfang der 90-er Jahre wurden in einigen bayerischen Deponien Kontrolldränagen als zusätzliche technische Maßnahme in Basisabdichtungen von Deponien mit unvollständig vorhandener geologischer Barriere eingebaut. Diese Kontrolldränschichten wurden zwischen der mineralischen Dichtung eingebaut und dienen zur Überwachung der Basisabdichtung. Bei der Beobachtung dieser Dräne zeigte sich, dass dort in geringen Mengen Wasser austritt. Untersuchungen und chemische Analysen des austretenden Wassers ergaben, dass auf eine Undichtigkeit der überlagernden mineralischen Schichten nicht unmittelbar geschlossen werden kann. Vielmehr sind auflastabhängige Setzungsvorgänge für den Wasseraustritt aus der mineralischen Dichtung verantwortlich zu machen.

2. Beobachtete Wasserabflüsse aus Kontrolldränagen und zugehörige Auflasten

Aktuelles Datenmaterial stand aus Beobachtungen und Messungen von vier bayerischen Deponien zur Verfügung. Die Materialien für den Aufbau der Basisabdichtung der Deponien sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Aufbau der Basisabdichtung

Deponie	Kontrolldrän	Material unterhalb	Material oberhalb
A	Kies 4 / 32 d = 0,15 m	Bentokies kf = 1,00E-10 m/s d = 0,75 m	Bentokies kf = 1,00E-10 m/s d = 0,75 m
B	Schotter 16 / 32 d = 0,4 m	mineral. Dichtung kf = 5,00E-10 m/s d = 0,5 m	mineral. Dichtung kf = 5,00E-10 m/s d = 1,0 m
C	Kies 4 / 32 d = 0,15 m	Bentokies kf = 1,00E-10 m/s d = 1,0 m	mineral. Dichtung kf = 1,00E-9 m/s d = 0,85 m
D	PEHD - Rohr DN 110 Dränmatte (Vlies)	Ton - Bentonit kf = 5,00E-10 m/s d = 1,0 m	Kies, Dynagrout kf = 5,00E-11 m/s d = 0,5 m Kies, Bentonit kf = 5,00E-11 m/s d = 0,5 m

In Tabelle 2 werden die Flächen mit Kontrolldrän sowie die gemessenen Wassermengen aufgezeigt.

Tab. 2: Zusammenstellung der gemessenen Wassermengen

Deponie	Entwässerungsfläche	gemessene Wassermenge	Zeitraum
	m ²	m ³	
A	22 800	20	1995 - 1999
B	59 000	1 011	1994 - 2000
C	22 400	1 435	1994 - 2000
D	10 200	30	1996 - 2000

Setzungen sind auflastabhängig. Es ist deshalb erforderlich, das Eigengewicht des Bodens und die Müllauflast zu ermitteln.

Tab. 3: Auflast

Deponie	Müll- höhe	γ- Müll	Müll- Auflast σ	Höhe min. D. d	γ - Boden	Auflast σ	Summe Auflast σ
	m	kN / m ³	kN / m ²	m	kN / m ³	kN / m ²	kN / m ²
A	11	15	165	1,5	20	30	195
B	19	15	285	1,5	20	30	315
C	13	15	195	0,85	20	17	212
				1	22	22	22
							234
D	10	15	150	1	20	20	170
				1	21	21	21
							191

Mit Hilfe der in Tabelle 3 zusammengestellten Werte lassen sich die auflastbedingten Stauchungen ε der mineralischen Dichtung ermitteln. $\varepsilon = \sigma / E$

Die eigentliche Konsolidationssetzung s errechnet sich mit $s = d / 2 * \varepsilon$

Ist eine beidseitige Entwässerung der Bodenschicht (wie z. B. bei einem Kontrolldrän) möglich, so hat nur die halbe Einbauhöhe der mineralischen Dichtung $d / 2$ Einfluss auf die Wassermenge im Kontrolldrän, da das austretende Wasser nach oben und nach unten abgegeben werden kann.

Die errechnete Wassermenge im Kontrolldrän ergibt sich aus dem Produkt von Setzung und Entwässerungsfläche . $q = s * A$.

3. Vergleich zwischen gemessenen und errechneten Wassermengen

Eine Gegenüberstellung der gemessenen mit der errechneten Wassermenge im Kontrolldrän und deren jährliche Beobachtung, ermöglicht eine Einschätzung der Dichtigkeit der Deponiebasisabdichtung (Tabelle 4).

Tab. 4: Gegenüberstellung der gemessenen und errechneten Wassermenge

Deponie	Zeitraum	Wassermenge	Wassermenge
		gemessen	errechnet
		m ³	m ³
A	1995 - 1999	20	42
B	1994 - 2000	1011	1162
C	1994 - 2000	1435	235
D	1996 - 2000	30	79

Das Resultat einer Setzungsberechnung wird niemals eine ganz präzise Zahl sein, sondern nur eine Größenordnung, allerdings mit recht guter Näherung. Die richtige Erfassung und Abschätzung der verschiedenen Lasteinwirkungen spielt eine große Rolle.

Bei jeder neuen Belastung (Müllschüttung) beginnt ein neuer Setzungsvorgang. Im vorliegenden Beispiel wurde die Berechnung mit jährlichen Messgrößen durchgeführt. Eine Aufsummierung der Einflussgrößen hat dabei schon stattgefunden.

Die Dauer eines Setzungsvorgangs ist auflastunabhängig. Sie kann aber rechnerisch ermittelt werden.

Mit dem Ende eines Setzungsvorgangs ist theoretisch auch der Wassereintritt in das Kontrolldrän beendet.

Die Mengenummessungen im Kontrolldrän können damit zusätzlich interpretiert werden.

Regelmäßige analytische Untersuchungen des Kontrolldränwassers können zusätzlich darüber Auskunft geben, ob die Funktionstüchtigkeit der Deponie-Basisabdichtung gewährleistet ist.

Literatur

Empfehlungen "Verformungen des Baugrunds bei baulichen Anlagen": EVB, erarbeitet durch den Arbeitskreis Berechnungsverfahren der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V., Verlag: Ernst & Sohn, Berlin 1993

Referenten

Bayer. Landesamt für Umweltschutz
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Karl Drexler

Tel.: (0821) 90 71 – 53 62
Fax: (0821) 90 71 – 55 53
E-mail: karl.drexler@lfu.bayern.de

Walter Kindsmüller

Tel.: (0821) 90 71 – 53 56
Fax: (0821) 90 71 – 55 53
E-mail: walter.kindsmueller@lfu.bayern.de

Bayer. Landesamt für Umweltschutz
Außenstelle Nordbayern
Schloss Steinenhausen
95326 Kulmbach

Dr. Wolfgang Güntner

Tel.: (09221) 604 – 58 20
Fax: (09221) 604 – 59 00
E-mail: wolfgang.guentner@lfu.bayern.de

Christian Daehn

Tel.: (0821) 90 71 – 58 10
Fax: (0821) 90 71 – 55 53
E-mail: christian.daehn@lfu.bayern.de

Reiner Schultheiß

Tel.: (09221) 604 – 58 11
Fax: (09221) 604 – 59 00
E-mail: reiner.schultheiss@lfu.bayern.de

Bayerisches Staatsministerium für Landes-
entwicklung und Umweltfragen
Postfach 81 01 40
81901 München

Bernd Kussinger

Tel.: (089) 92 14 – 25 45
Fax: (089) 92 14 – 21 52
E-mail: bernd.kussinger@stmlu.bayern.de

Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft
Lazarettstraße 67
80636 München

Petra Pöttsch

Tel.: (089) 92 14 – 13 18
Fax: (089) 92 14 – 12 12
E-mail: petra.poetzsch@lfw.bayern.de

Landratsamt Ansbach
Postfach 15 02
91506 Ansbach

Dieter Kress

Tel.: (0981) 468 - 490
Fax: (0981) 468 - 492
E-mail: dieter.kress@landratsamt-ansbach.de

ia GmbH
Produktions- und Umwelttechnik
Gotzingerstraße 48/50
81371 München

Werner Bauer

Tel.: (089) 74 72 00 – 0

Fax: (089) 7 47 20 99

Stefan Meisinger

E-mail: info@ia-gmbh.de

Finsterwalder Umwelttechnik GmbH &
Co.KG
Mailing Weg 5
83233 Bernau - Hiltenkirchen

Dr. Ing. Klemens Finsterwalder

Tel.: (08051) 65390

E-mail: kfi@fitec.com