



**Abfallentsorgung
Kreis Kassel**

**KOSTENBERECHNUNG FÜR DIE NACHSORGEPHASE
DER DEPONIE "KIRSCHENPLANTAGE" DES LANDKREISES KASSEL**

Stand: Juni 2004

Hans-Andreas Krieter
Abfallentsorgung Kreis Kassel
Wilhelmshöher Allee 19a
34117 Kassel

Inhaltsverzeichnis

<u>1</u>	<u>KOSTEN DER DEPONIERUNG</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>BETRIEBSPHASEN DER DEPONIE "KIRSCHENPLANTAGE"</u>	<u>2</u>
<u>3</u>	<u>DAUER DER NACHSORGEPHASE</u>	<u>5</u>
<u>4</u>	<u>EMISSIONEN IN DER NACHSORGEPHASE</u>	<u>7</u>
4.1	DEPONIEGAS	8
4.2	SICKERWASSER	9
<u>5</u>	<u>AUFWAND IN DER NACHSORGEPHASE</u>	<u>12</u>
5.1	ÜBERWACHUNGS- UND KONTROLLMAßNAHMEN	13
5.2	PFLEGE UND UNTERHALTUNG	15
5.3	DEPONIEGAS	15
5.4	SICKERWASSER	15
<u>6</u>	<u>DIE KOSTEN DER NACHSORGE</u>	<u>16</u>
6.1	LAUFENDE AUSGABEN FÜR BETRIEB UND UNTERHALTUNG	16
6.2	RÜCKSTELLUNGEN	18
<u>7</u>	<u>BERECHNUNG DES FINANZBEDARFES</u>	<u>20</u>
<u>8</u>	<u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	<u>22</u>
	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	<u>24</u>

1 KOSTEN DER DEPONIERUNG

Die Deponierung von Abfällen verursacht Betriebskosten, Investitionskosten (z.B. für Ausbau und Rekultivierung) und Finanzierungskosten, die durch die Deponiegebühren ausgeglichen werden müssen. Zeitpunkt und Höhe von Investitionen sind nicht gleichmäßig über die Laufzeit der Deponie verteilt, auch fallen die Ausgaben nicht in einem Betrag bei der Errichtung der Deponie an. So entstehen pro Betriebsjahr unterschiedlich hohe Kosten, die sich nur sehr schwer in Abschreibungs- bzw. Rückstellungsraten berücksichtigen lassen. Der Abfallerzeuger bzw. der Deponienutzer erwartet jedoch eine möglichst gleichbleibende Deponiegebühr je Mg Abfall (Gebührenkontinuität).

In der Gebührenkalkulation für die Deponie „Kirschenplantage“ des Landkreises Kassel werden daher sämtliche Ausgaben, die mit dem Deponieobjekt verbunden sind, auf das vorhandene (zur Verfügung stehende) Deponievolumen derart verteilt, dass sich ein einheitlicher Kostensatz pro m³-Verfüllvolumen ergibt [WÖBBEKING, 1996].

Das bedeutet, dass in dieser Kalkulation auch die Kosten für den Zeitraum nach der eigentlichen Deponierung, der sogenannten Nachsorgephase, berücksichtigt werden müssen, um eine verursachergerechte Deponiegebühr dem Abfallanlieferer berechnen zu können.

Die Bildung von Rücklagen für die vorhersehbaren späteren Kosten der Nachsorge der Deponie hat ihre Rechtsgrundlage in § 9 (2) des Gesetzes zur Änderung des Hessischen Ausführungsgesetzes zum Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz vom 5.11.2003.

Wenn man davon ausgeht, dass die Deponie auch über das Jahr 2005 hinaus betrieben wird, wird man bei der Kalkulation der Nachsorgekosten auch die aus der Deponieverordnung – DepV vom 24. Juli 2002 resultierenden Anforderungen an die Eigenschaften der deponierten Stoffe (Abfallzusammensetzung) berücksichtigen müssen. Ab dem 1. Juni 2005 dürfen nämlich nur noch sogenannte Inertstoffe, also nicht mehr reaktive Abfälle, abgelagert werden. Inwieweit hieraus ein Einfluß auf die Kostensituation der Nachsorgephase vorliegt, soll nachfolgend aufgezeigt werden.

2 BETRIEBSPHASEN DER DEPONIE "KIRSCHENPLANTAGE"

Auf dem Gelände eines ehemaligen Kalksteinbruches wurde bereits in den fünfziger Jahren Abfall aus der Stadt Hofgeismar abgelagert. Seit 1987 betreibt der Landkreis Kassel die Deponie. Ein Planfeststellungsbeschuß des Regierungspräsidiums Kassel besteht seit 1989. Er bildet die rechtliche Grundlage für die Sanierung der Altdeponie und die Erweiterung und den Betrieb der Neudeponie (sogen. Erweiterungsbereich).

Die Deponie "Kirschenplantage" hat eine Fläche von 28 ha. Davon entfallen ca. 9 ha auf die seit 1989 verfüllte und inzwischen endabgedeckte Altdeponie, ca. 1 ha auf Verkehrsflächen und ca. 18 ha auf den Erweiterungsbereich.

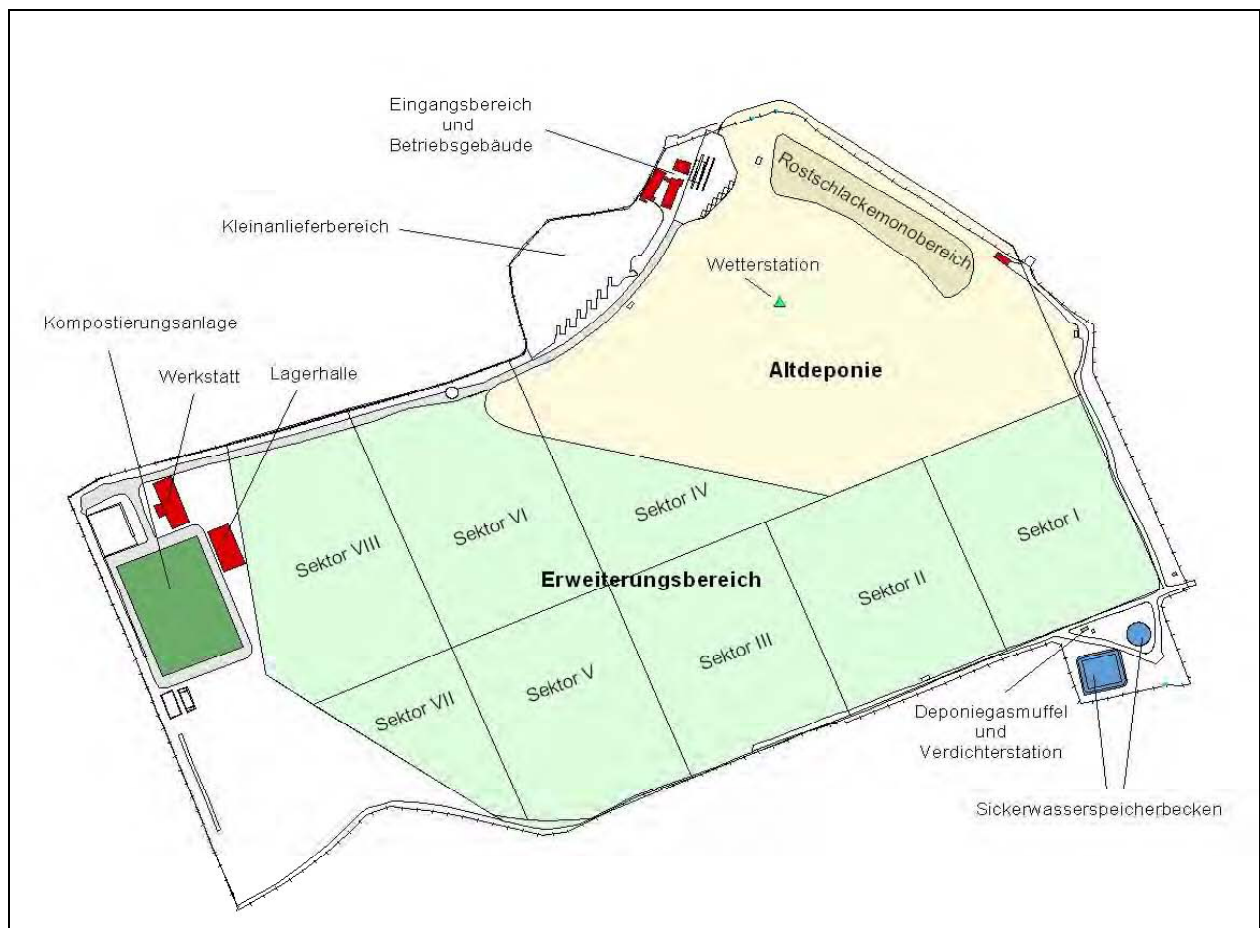


Abbildung 2.1: Lageplan Deponie "Kirschenplantage"

Die Deponie "Kirschenplantage" ist gemäß der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 24. Juli 2002 eine Deponie der Deponieklasse 2. Dementsprechend werden hier bis zum 31.05.2005 Abfälle entsorgt, die die Zuordnungswerte der Deponieklasse 2 DepV (bzw. Deponieklasse 2 der Ablagerungsverordnung vom 20.02.2001) einhalten, jedoch mit Ausnahme der Parameter unter Nr. 2, Nr. 3 und Nr. 4.03 (Anhang 1, AbfAbIV).

Das Verfüllvolumen der Neudeponie beläuft sich auf insgesamt ca. 3,2 Mio. m³. Der Ausbau des Erweiterungsbereiches erfolgt in Ablagerungssektoren. Die einzelnen Sektoren der Deponie werden abschnittsweise nach dem aktuellen Stand der Deponiebautechnik ausgebaut und verfüllt:

Ablagerungssektor	Volumen genehmigt [m ³]	Inbetriebnahme [Jahr]	Verfüllstand Oktober 2003 [m ³]	Volumen derzeit verfügbar (ausgebaut) [m ³]
Sektor 1	283.400	1989	269.900	verfüllt
Sektor 2	579.800	1991	473.100	106.700
Sektor 3 + 4	568.899	1998 (1. Bauabschnitt)	273.400	295.499
		2000 (2. Bauabschnitt)		
Sektor 5.1 + 6.1	551.450			
Sektor 5.2 + 6.2	616.164			
Sektor 7 + 8	579.429			
Summe	3.179.142		1.016.400	402.199

Tabelle 2.1: Deponiekapazität und Verfüllstand

Das derzeit noch zur Verfügung stehende Restvolumen beträgt insgesamt **2.149.242 m³**. Hiervon sind zum 01.11.2003 eine Menge von **402.199 m³** direkt verfügbar, da derzeit nur die Ablagerungssektoren 1 bis 4 mit einer Basisabdichtung ausgestattet sind:

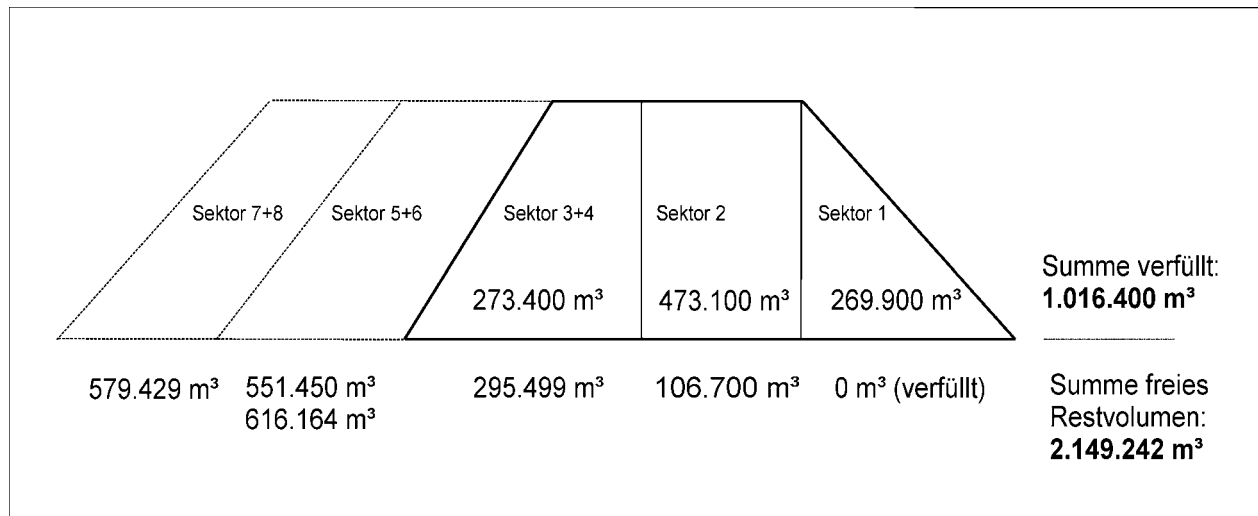


Abbildung 2.2: West/Ost-Längsschnitt durch den Erweiterungsbereich mit Darstellung der Deponiekapazität

Hinsichtlich des zukünftigen Betriebes der Deponie wurde mit Datum vom 24.7.2003 eine Anzeige gemäß § 14 (1) Deponieverordnung beim Regierungspräsidium Kassel gestellt. Hiernach sollen bis zum 15.7.2009 mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle gemeinsam mit Inertabfällen und ab dem 16.7.2009 nur noch Inertabfälle abgelagert werden. Alle übrigen Abfälle werden gemäß des Kreistagsbeschlusses vom 16.7.2003 der *Trockenstabilatanlage Mecklar-Meckbach* zugeführt.

Mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle (= MBA-Abfälle) besitzen einen Organikanteil von maximal 18 Masse-%, wobei jedoch die biologische Abbaubarkeit der Originalsubstanz bestimmt als Atmungsaktivität (AT_4) ≤ 5 mg/g oder bestimmt als Gasbildungsrate im Gärtest (GB_{21}) ≤ 20 l/kg ist. MBA-Abfälle haben daher nur ein geringes Potential zur Deponiegasbildung.

Inertabfälle sind Abfälle mit einem maximalen Organikanteil von 5 Masse-%. Aus diesen Abfällen ist daher nicht mit einer Deponiegasbildung zu rechnen.

Das Mengenaufkommen von MBA- und Inertabfällen ab dem 01.06.2005 ist zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht bekannt, so dass im folgenden mit einer Minimal- und Maximalannahme gerechnet werden muß:

Die **Minimalannahme** geht von einem Abfallaufkommen von 10.000 t/a aus. Es sind dies im wesentlichen belasteter Bauschutt, Strahlsande und inerte Produktionsrückstände.

Die **Maximalannahme** berücksichtigt neben den Abfallmengen aus der Minimalannahme zusätzlich den Rücklauf aus der Abfallbehandlungsanlage in Mecklar-Meckbach in Höhe von ca. 25.000 t/a oder alternativ die Asche aus der Verbrennung des in Mecklar-Meckbach erzeugten Stabilates[®], welche im Kraftwerk Witzenhausen in einer Menge von 20.000 - 25.000 t/a anfällt.

Unter Berücksichtigung der Deponiegeometrie erhält man so mit den zur Verfügung stehenden Verfüllvolumina der einzelnen Ablagerungssektoren eine Deponielaufzeit bis zum Jahr 2062 für die Minimalannahme (10.000 t/a) und für die Maximalannahme (35.000 t/a) eine Deponielaufzeit bis zum Jahr 2047. Hierbei wird die Deponie aufgrund der relativ geringen Jahresmengen lediglich bis zum Ablagerungssektor 5.1 (Ausbaustand der Deponie bei Minimalannahme) bzw. bis zum Ablagerungssektor 6 (Ausbaustand der Deponie bei Maximalannahme) in Anspruch genommen werden.

Rechnet man für die Stilllegungsphase, in der die Oberflächenabdichtung gebaut und die Deponie zum Abschluß gebracht wird, jeweils einen Zeitraum von 2 Jahren hinzu, dann beginnt die Nachsorgephase der Deponie "Kirschenplantage" im Jahr 2065 bzw. 2050.

Im folgenden wird mit einem **Beginn der Nachsorgephase im Jahr 2050** gerechnet.

3 DAUER DER NACHSORGEPHASE

Als Nachsorgephase einer Deponie wird gemäß § 2, Ziff. 25 DepV der Zeitraum bezeichnet, der sich von der endgültigen Stilllegung einer Deponie bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die zuständige Behörde den Abschluß der Nachsorge feststellt, erstreckt. Die zuständige Behörde hat hierbei auf Grund § 13 (4) DepV festzustellen, dass aus dem

Verhalten der Deponie keine Beeinträchtigungen des Wohles der Allgemeinheit mehr zu erwarten sind.

Da die Nachsorgephase individuell von den örtlichen Gegebenheiten wie Art der abgelagerten Abfälle, topographische Lage der Deponie, Art und Ausbildung der Deponiedichtungssysteme etc. abhängt, gibt es derzeit noch keine hinreichend verbindlichen Erkenntnisse für die tatsächliche Dauer des Nachsorgezeitraumes.

In der Nachsorgephase fallen jedoch erhebliche Kosten an, wie unten noch näher ausgeführt wird. Zur Berechnung dieser Kosten ist die Kenntnis der Dauer der Nachsorgephase unerlässlich.

Der Gesetzgeber hat in § 19 (3) DepV einen Nachsorgezeitraum von mindestens 30 Jahren festgelegt, für den finanzielle Mittel bereitzustellen sind. Dieser Zeitraum ist nach derzeitigen Wissensstand jedoch nicht ausreichend bemessen.

In den letzten Jahren wurden sowohl eine Reihe von Untersuchungen im Labormaßstab durchgeführt als auch Daten einer großen Anzahl von Deponien (> 70) erfasst und ausgewertet, die eine relativ klare Aussage über das Emissionsverhalten von abgeschlossenen Deponien erlauben¹. Dabei zeigte sich, dass die Deponiegasproduktion wesentlich schneller abklingt als das Umweltrisiko durch das Sickerwasser. Es wird aufgrund der Untersuchungen ein Zeitraum von 180 - 300 Jahren veranschlagt, bis das Sickerwasser eine Qualität erreicht, die eine Direkteinleitung in den Vorfluter ermöglicht.²

Nun betreffen aber die bisher durchgeführten Untersuchungen im wesentlichen Siedlungsabfalldeponien mit Abfällen, die noch nicht der Ablagerungsverordnung entsprechen und die daher über ein entsprechend hohes biochemisches Potential verfügen. Über das Verhalten von Inertstoffdeponien liegen hinsichtlich der Sickerwasserbelastung noch keine vergleichbaren Reihenuntersuchungen vor. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass deren Emissionen deutlich eher abgeschlossen sein werden, als dies bei heutigen Siedlungsabfalldeponien der Fall ist.

¹ **Ehrig, H.-J.:** Inwieweit bestimmen Sickerwasser- und Deponiegasemissionen die Dauer der Nachsorge?
Seminar: Verkürzung der Deponienachsorge, Dortmund 19.11.2003

² **Krümpelbeck, I.:** Untersuchungen zum langfristigen Verhalten von Siedlungsabfalldeponien.
Dissertation 1999, Bergische Universität Wuppertal.

Bis zum Zeitpunkt des Beginns der Nachsorge im Jahr 2050 wird die Deponie "Kirschenplantage" über einen Zeitraum von 42 Jahren (von 2006 bis 2047) mit reaktionsarmen (inerten) Abfällen beschickt. Das bedeutet, dass die nicht inerten Abfälle der Ablagerungssektoren 1 bis 4 bereits über einen Zeitraum von **45 Jahren** ihr Schadstoffpotential und damit die daraus resultierende Sickerwasserbelastung deutlich reduzieren werden.

Während der Zeit bis zum Beginn der Nachsorgephase ist es jedoch erforderlich, den Prozeß der Schadstoffreduzierung mit flankierenden Maßnahmen wie Auslaugung oder Aerobisierung zu unterstützen. Wenn diese Maßnahmen durchgeführt werden, umfaßt die Nachsorge für diese (reaktiven) Abfälle einen Zeitraum von **100 Jahren** [KRÜMPELBECK, 1999].

Unter der Annahme, dass auf der Deponie "Kirschenplantage" eine Aerobisierung der sogen. reaktiven Abfälle durchgeführt wird (s.u.), ist somit zum Ende der Stilllegungsphase noch eine **Nachsorgezeit von insgesamt 55 Jahren** erforderlich. Innerhalb dieses Zeitraumes wird auch ein ggf. vorhandenes Schadstoffpotential der Inertabfälle abgebaut sein.

4 EMISSIONEN IN DER NACHSORGEPHASE

Durch die Deponierung von Abfällen im allgemeinen und von unbehandelten Siedlungsabfällen im besonderen, entstehen im Deponiekörper Deponiegas und Sickerwasser, die über Jahrzehnte erfasst und entsorgt werden müssen. Hierfür sind eigens konzipierte Anlagen zu errichten und zu betreiben. Der Betrieb dieser Anlagen ist sehr kostenintensiv. Daher ist in einer Prognose für die Nachsorgephase (ab 2050) zu prüfen,

- welche quantitativen und qualitativen Deponiegasemissionen vorhanden sind und welche Möglichkeiten es gibt, diese Emissionen zu reduzieren.
- welche quantitativen und qualitativen Sickerwasseremissionen vorhanden sind und wie sich diese Emissionen im Verlauf der Zeit entwickeln bzw. wie sie einer Entsorgung zugeführt werden können.

4.1 Deponiegas

Ab dem Jahr 2006 werden über einen Zeitraum von 42 Jahren ausschließlich MBA-Abfälle sowie Inertabfälle deponiert, die nicht mehr zur Deponiegasbildung beitragen (s. Seite 4).

Die zuvor in den Ablagerungssektoren 1 bis 4 der Deponie "Kirschenplantage" abgelagerten Abfälle besitzen dagegen ein Deponiegasbildungspotential, das über das Jahr 2005 hinausgeht. Die Qualität und Quantität des Deponiegases ist hier direkt abhängig von den organischen, verfügbaren Anteilen im Abfall. Die derzeitigen Deponiegasprognosemodelle gehen dabei von folgenden Annahmen aus:

- Der gesamte organische Kohlenstoff wird in die Produkte Methan und Kohlendioxid überführt
- Die Methanproduktion ist eine Produktion 1. Ordnung, d.h. es besteht eine direkte Abhängigkeit von der Substratausgangskonzentration
- Im Abfallkörper wird eine relativ konstante Temperatur angenommen

Unter der Prämisse, dass der gesamte im Abfall enthaltene Kohlenstoff zu Methan und Kohlendioxid umgesetzt wird, gilt nach Rettenberger/Tabasaran³ für die Gesamtgasmenge G_e aus 1 t Abfall:

$$G_e = 1,868 * C$$

mit C = Kohlenstoffgehalt in kg C/t Abfall und

1,868 = Faktor zur Umrechnung der Kohlenstoffmasse in das entsprechende Gasvolumen

Die Gasproduktion erfolgt im Verlauf der Zeit nicht gleichmäßig. Vielmehr steigt sie nach der Deponierung des Abfalls auf ein Maximum an, um dann kontinuierlich abzufallen. Die Halbwertszeit beim Rückgang der Gasproduktion liegt dann bei 4 – 7,5 Jahren, je nach Deponie [EHRIG, 1991].

Aufgrund der bisher vorliegenden Erfahrungswerte bei der Entgasung der Deponie "Kirschenplantage" ist davon auszugehen, dass ab dem Jahr 2005 noch etwa 10 Jahre

³ Tabasaran, O; Rettenberger, G: Grundlagen zur Planung von Entgasungsanlagen. Müll-Handbuch, Kennziffer 4547, Lieferung 1/87, Erich Schmidt Verlag, Berlin

lang Deponiegas aus den bis zum 31.05.2005 abgelagerten Abfallmengen der Ablagerungssektoren 1 bis 4 technisch und wirtschaftlich gewonnen werden kann. In den darauf folgenden 32 Jahren Betriebsdauer (in denen nur Inertabfälle abgelagert werden) sind dann technische Maßnahmen zu ergreifen, die das Rest-Emissionsverhalten der Abfallablagerung positiv beeinflussen. Hierfür bieten sich zwei Verfahren an, die zur Stabilisierung der Abfallablagerung führen:

- Befeuchtungs- und Bewässerungsverfahren zur Intensivierung anaerober Abbauprozesse
- Belüftungsverfahren zur aeroben in-situ-Stabilisierung

KRÜMPELBECK [1999] stellt in ihren Untersuchungen zum langfristigen Verhalten von Siedlungsabfällen fest, dass die Entgasung des Deponiekörpers über den Zeitraum von 30 Jahren hinaus nicht mehr erforderlich ist.

Sämtliche Maßnahmen zur beschleunigten Restentgasung bzw. zur Stabilisierung der Deponie können daher auf der Deponie "Kirschenplantage" in den letzten 35 Jahren der Betriebsphase abschließend durchgeführt werden und sind dort entsprechend kalkulatorisch zu berücksichtigen. In der Nachsorgephase sind somit keine Kosten für die Deponiegasentsorgung in Ansatz zu bringen.

4.2 Sickerwasser

In der Deponie entsteht Sickerwasser durch den Niederschlag während der Deponierung, durch die Abgabe von Wasser aus der feuchten Müllfraktion bei der Kompaktierung (dem Abfalleinbau mit dem Müllkompaktor), durch Konsolidierungsprozesse des Abfallkörpers und durch aerobe biochemische Umsatzprozesse.

Auf der Deponie "Kirschenplantage" wird Sickerwasser aus den Ablagerungsbereichen Sektor 1 bis 6 (bis zum derzeit projektiertem Ende der Deponierung) erfasst. In den Ablagerungssektoren 1 bis 4 wurden bzw. werden bis zum 31.05.2005 unvorbehandelte Siedlungsabfälle deponiert; die Sektoren 5 und 6 werden dann ausschließlich mit Inertabfällen, die chemisch und biologisch inaktiv sind, verfüllt.

Die Qualität des Sickerwassers wird bestimmt durch

- die Abfallzusammensetzung
- den Ablauf von biochemischen Prozessen im Deponiekörper
- den Niederschlag und
- das Deponiealter.

Im Laufe eines „Deponielebens“ ist die Sickerwasserqualität Modifikationen unterworfen, die aus den Umsetzprozessen im Deponiekörper resultieren. Zu Anfang der Deponieverfüllung muß mit höheren organischen Belastungen gerechnet werden als im späteren Verlauf der Ablagerung. Langfristig ist mit einem signifikanten Rückgang der Sickerwasserkonzentrationen zu rechnen [KRÜMPELBECK, 1999].

Die Umsetzprozesse im Deponiekörper können durch aerobe in-situ-Stabilisierungsverfahren beschleunigt werden, wie auf der Deponie Kuhstedt im Landkreis Rotenburg/Wümme [2001] nachgewiesen wurde.

Bei der aeroben in-situ-Stabilisierung wird dem Deponiekörper gezielt Luft zugeführt. Durch den in der Luft enthaltenen Sauerstoff wird hierbei biochemisch der anaerobe biologische Abbau der organischen Substanzen zum Erliegen gebracht. Der dann noch verfügbare Anteil der biologischen Substanz wird durch den Stoffwechsel aerober Mikroorganismen beschleunigt abgebaut.

Durch den aeroben Abbau organischer Verbindungen erfolgt im Deponiesickerwasser eine beschleunigte Abnahme der Parameter CSB und BSB₅ sowie des Stickstoffs. Der Nachsorgezeitraum für den Emissionspfad Sickerwasser verkürzt sich durch die in-situ-Belüftung um mehrere Jahrzehnte.

Es sind zur Zeit vier Verfahren zur aeroben Stabilisierung in der Anwendung⁴:

- das AEROflott-Prinzip
- das A3-Verfahren
- das SMELL-WELL-SYSTEM
- das Biopuster-Verfahren

⁴ Palm, A.; Schmitt-Tegge, J.; Sondermann, W.-D.: Leitfaden zur Deponiestillegung, herausgegeben von ATV-DVWK und VKS, Hennef, Köln 2003

Wie in Kapitel 4.1 dargestellt, soll die in-situ-Stabilisierung auf der Deponie "Kirschenplantage" voraussichtlich ab 2015 durchgeführt werden. Das Verfahren benötigt eine Zeit von etwa 5 bis 10 Jahre, um die Zielvorgaben zu erreichen. Innerhalb dieser Zeit werden auch die Hauptsetzungen des Deponiekörpers infolge des beschleunigten biologischen Abbaus stattfinden, so dass im Anschluß an die in-situ-Stabilisierung das endgültige Oberflächenabdichtungssystem mit einer konvektionsdichten Kunststoffdichtungsbahn gebaut werden kann.

Daher kann bereits während der Betriebsphase für einen Zeitraum von 25 bis 30 Jahren (nach der Stabilisierung) bis zum Jahr 2050 (dem Beginn der Nachsorgephase) schon mit verringerten Frachten im Sickerwasser gerechnet werden, da die Kunststoffdichtungsbahn in der Oberflächenabdichtung den weiteren Zutritt von Wasser in den Deponiekörper unterbindet und schließlich ab dem 31.05.2005 nur inaktive Abfälle abgelagert werden. Insofern wird für das Sickerwasser ein Mengenansatz von **0,5 m³/ha*d** festgesetzt. Die Festsetzung des Mengenansatzes ist erforderlich, weil es derzeit noch keine Erkenntnisse oder Erfahrungswerte für Oberflächenabdichtungen mit Kunststoffdichtungsbahnen gibt. Mit dem gewählten Mengenansatz liegt man jedoch auf der sicheren Seite, da die Deponie zum Zeitpunkt des Nachsorgebeginns auf den mit Müll belegten Sektoren 1 bis 4 schon mindestens 25 Jahre abgedichtet sein wird.

Mit Hilfe dieses Mengenansatzes und der vorhandenen Deponieflächen von 126.000 m² kann in der Nachsorgephase 1 ein Jahresaufkommen an Sickerwasser von

$$0,5 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{d} * 126.000 \text{ m}^2 * 365 \text{ d} = 2.299,5 \text{ m}^3/\text{a}$$

prognostiziert werden.

Für die Prognose der Sickerwassermengen in der Nachsorgephase 2 wird dann ausgehend von der Menge des Jahres 30 der Nachsorgephase mit einer jährlich um 5 % sinkenden Sickerwassermenge gerechnet, da nunmehr von einer stetigen "Ausblutung" des Deponiekörpers ausgegangen wird.

Mit der Formel $S_t = S_0(1-i)^t$

mit: S_0 = Sickerwassermenge zum Zeitpunkt „Ende der Nachsorgephase 1 (hier 2.299,5 m³)
 S_t = Sickerwassermenge am Ende des Jahres t in der Nachsorgephase 2
 i = Prozentsatz der jährlichen Verringerung der Sickerwassermenge (hier 5%)
 t = Jahr des Sickerwasseranfalls

kann man dann für jedes Jahr der Nachsorgephase 2 die anfallende Sickerwassermenge berechnen und erhält am Ende dieser Nachsorgephase eine Menge von **679 m³** Sickerwasser. Diese Menge wird dann nach Abschluß der Nachsorgephase dem Vorfluter zugeführt, da zu diesem Zeitpunkt dann die erforderlichen Einleitgrenzwerte erzielt werden.

5 AUFWAND IN DER NACHSORGEPHASE

Da die Emissionen über die Zeit kontinuierlich abnehmen, müssen die in diesem Zeitraum durchzuführenden Überwachungs- und Entsorgungsmaßnahmen aufwandsbezogen angepaßt werden.

Im folgenden wird mit einem gesamten Nachsorgezeitraum von insgesamt 55 Jahren gerechnet, wobei dieser jedoch in eine intensive und extensive Phase der Nachsorge differenziert wird:

Die intensive Nachsorgephase = Nachsorgephase 1 umfaßt 30 Jahre,

die extensive Nachsorgephase = Nachsorgephase 2 umfaßt 25 Jahre.

Die Nachsorgephase 1 entspricht hierbei nach Inhalt und Umfang den Vorgaben des Gesetzgebers, soweit diese aus derzeit bekannten Regelwerken anzuwenden sind. Die Nachsorgephase 2 beinhaltet dagegen deutlich geringere Aufwändungen, wie unten näher ausgeführt wird.

Die eigentlichen Aufwändungen betreffen die Reduzierung und Behandlung der Emissionen, also Leistungen, die mit der Entsorgung des Deponiegases und des Sickerwassers zu tun haben. In diesem Zusammenhang ist die Funktionsfähigkeit sämtlicher Deponieeinrichtungen (Leitungen, Oberflächenabdichtung etc.) zu gewährleisten und das Verhalten der Deponie zu überwachen und zu dokumentieren.

5.1 Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen

Die während der Nachsorgephase durchzuführenden Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen sind in der TA-Siedlungsabfall unter Ziffer 10.7.2 festgelegt. Hier sind unter Verweis auf Ziffer 10.6.6 der TA-Si sowie dem Anhang G der TA-Abfall Art und Umfang der Eigenkontrolle und des Berichtswesens dokumentiert.

Die Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen wurden in der Deponieeigenkontrollverordnung EKVO des Landes Hessen vom 13.03.1992 z.T. weitergehend präzisiert. Diese Verordnung wurde jedoch am 30. März 2000 derart novelliert, dass nunmehr keine Vorgaben hinsichtlich des Überwachungsaufwandes in der Nachsorgephase mehr enthalten sind.

In Ermangelung einer *zusammenfassenden* Übersicht wird daher dennoch im folgenden auf die erforderlichen Eigenkontrollmaßnahmen der Deponie-Eigenkontrollverordnung von 1992 zurückgegriffen. Die entsprechenden Maßnahmen sind in den folgenden Tabellen 5.1 und 5.2 zusammengefasst.

Nr.	Parameter	Betriebsphase	Nachsorgephase
1.1	Niederschlagsmenge	T	
1.2	Temperatur	T	
1.3	Windrichtung und -stärke	T	
1.4	relative Luftfeuchtigkeit	T	
2.1	Sickerwasserabfluß	K	
2.2	Sickerwasserbeschaffenheit	nach Tab. 2	nach Tab. 2
2.3	Oberflächenwasserabfluß	K	J
2.4	Oberflächenwasserbeschaffenheit	nach Tab. 2	nach Tab. 2
2.5	Grundwasserstände	M	H
2.6	Grundwasserbeschaffenheit	nach Tab. 2	nach Tab. 2
3.1	Kontrolle der Entgasung auf der Deponieoberfläche und in den Randbereichen der Deponie	V	H
3.2	Rohgasmenge	nach Tab. 3	nach Tab. 3
3.3	Rohgasbeschaffenheit	nach Tab. 3	nach Tab. 3
3.4	Abgasemission	nach Tab. 3	nach Tab. 3
4.1	Setzungen des Deponiekörpers	J	J
4.2	Funktionsfähigkeit des Deponiebasisabdichtungssystems	J	J
4.3	Funktionsfähigkeit des Deponieoberflächenabdichtungssystems	J	J
T	= täglich, bei 1.1 - 1.4 Ablesung werktätlich	M	= monatlich
V	= vierteljährlich	H	= halbjährlich
J	= jährlich	K	= kontinuierlich

Tabelle 5.1: Eigenkontrollmaßnahmen nach § 2 der Eigenkontrollverordnung für oberirdische Deponien des Landes Hessen vom 13.03.1992

Da gemäß Kapitel 4.1 (Seite 9) kein Deponiegas mehr vorhanden ist, entfallen folglich in den Nachsorgephasen 1 und 2 die nach Ziffer 3.2, 3.3 und 3.3 der Tabelle 5.1 durchzuführenden Kontrollen. Die "Kontrolle der Entgasung auf der Deponieoberfläche", wird ausschließlich in der Nachsorgephase 1 durchgeführt.

In der Nachsorgephase 2 werden die Kontrollzyklen gem. Ziffer 4 der Tab. 5.1 verlängert.

Parameter	Betriebsphase			Nachsorgephase	
	Sickerwasser	- Grundwasser	Oberflächenwasser	Sickerwasser	Grundwasser
Aussehen	V	V	V	H	H
Geruch	V	V	V	H	H
Temperatur	V	V	V	H	H
pH-Wert	V	V	V	H	H
Sauerstoffgehalt	V		V		H
Leitfähigkeit	V	V	V	H	H
Abdampfrückstand	V	V		H	H
Glührückstand	V	V		H	H
Kohlenwasserstoffe	J	J		J	J
AOX	V	J		H	J
Phenole, gesamt	J	J		J	J
TOC	J	J		J	J
CSB	V	V	V	H	H
BSB5	V	V		H	H
Ammonium	V	V	V	H	H
Nitrat	V	V	V	H	H
Nitrit	V	V		H	H
Gesamt-N	J			J	
Bor	J	J		J	J
Chlorid	V	V	V	H	H
Phosphor, gesamt	V			H	
Sulfat	V	V		H	H
Sulfid	V	V		H	H
Cyanid, gesamt	J	J		J	J
Säurekapazität	V			H	
Gesamthärte	V			H	
Natrium	J	J		J	J
Kalium	J	J		J	J
Calcium	J	J		J	J
Magnesium	J	J		J	J
Zink	J	J		J	J
Eisen, gesamt	J	J		J	J
Mangan	J	J		J	J
Chrom, gesamt	J	J		J	J
Nickel	J	J		J	J
Kupfer	J	J		J	J
Cadmium	J	J		J	J
Quecksilber, gesamt	J	J		J	J
Blei	J	J		J	J
Arsen	J	J		J	J

Tabelle 5.2: Umfang und Häufigkeit der Wasseruntersuchungen im Rahmen der Eigenkontrollmaßnahmen gem. Deponieeigenkontroll-Verordnung vom 13.03.1992

5.2 Pflege und Unterhaltung

Maßnahmen, die zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit von Deponieeinrichtungen dienen, zählen zur „Pflege und Unterhaltung“ der Deponie.

Im einzelnen sind dies:

- Reinigung der Sickerwasserdränagen
- Reinigung der Sickerwasserleitungen
- Reinigung der Syphonschächte
- Reinigung des Sickerwasserspeicherbeckens
- Reparatur von Leitungen und Schachtbauwerken (Unterhaltungsmaßnahmen)
- Pflege (Schlegeln) der Oberfläche
- Wartung (Reinigung) / Reparatur der Oberflächenrandgräben
- Energie (Strom, Diesel) zur Versorgung von Pumpen und Verdichterstation
- Regelmäßige Kontrollgänge auf dem Deponiegelände

Im wesentlichen handelt es sich bei diesen Leistungen um Arbeiten, die bereits auch während der Betriebsphase durchgeführt werden.

5.3 Deponiegas

Da, wie erwähnt, in der Nachsorgephase kein Deponiegas mehr vorhanden sein wird, müssen auch keine Anlagen zur Entsorgung des Gases weiter vorgehalten werden. Hierdurch entfallen auch die entsprechenden Wartungs- und Instandhaltungsaufwände.

5.4 Sickerwasser

Sickerwasser ist während der Nachsorgephase in einer eigenständigen Anlage zu reinigen. Das künftig anzuwendende Reinigungsverfahren kann jedoch zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht bestimmt werden, da die künftige Zusammensetzung des Sickerwasser noch nicht hinreichend genau bekannt ist.

Das Reinigungsverfahren kann wie in der Betriebsphase aus einer Verfahrenskombination oder lediglich aus einer Vorbehandlung mit anschließender Nachbehandlung in der kommunalen Kläranlage bestehen. Auch ist es denkbar, das Sickerwasser dann einer externen Reinigungsanlage zuzuführen.

6 DIE KOSTEN DER NACHSORGE

Als Nachsorgekosten werden die Kosten definiert, die die endgültig verfüllte Deponie insgesamt betreffen und die nach Abschluß der Rekultivierung der Gesamtanlage, also nach Ende der Stilllegungsphase, anfallen. Hierbei wird unterschieden nach

laufenden Ausgaben für Betrieb und Unterhaltung

und nach

sonstigen Rückstellungen.

Nachsorgemaßnahmen können jedoch auch bereits während des Deponiebetriebes für verfüllte bzw. rekultivierte Deponieabschnitte erforderlich werden. Die hierbei anfallenden Kosten werden jedoch, solange die Gesamtdeponie noch betrieben (verfüllt) wird, der Betriebsphase zugeordnet.

6.1 Laufende Ausgaben für Betrieb und Unterhaltung

Hierzu zählen Ausgaben, die für die Pflege und Unterhaltung des rekultivierten Geländes, für Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen und für Wartungsarbeiten von technischen Einrichtungen entstehen.

Da es sich hierbei um jährlich wiederkehrende und somit der Art nach gleichbleibende Ausgaben handelt, wird die Ermittlung dieser Kosten nur für ein repräsentatives Jahr der jeweiligen Nachsorgephase durchgeführt. Hierbei müssen die aus der Betriebsphase bekannten Kosten auf die Leistungsansätze (Mengen) der entsprechenden Nachsorgephase und übertragen werden. Die so ermittelten Jahreskosten können dann

mit Kenntnis der Nachsorgedauer von 30 Jahren (Nachsorgephase 1) bzw. 25 Jahren (Nachsorgephase 2) zu den Gesamtkosten der Nachsorgephase hochgerechnet werden.

Die hierbei jeweils in Ansatz gebrachten Kosten können der Tabelle 6.1 entnommen werden:

KOSTENSTELLE	KOSTEN N 1 in €a	KOSTEN N 2 in €a
<u>Sickerwasserfassung – Deponie</u>		
Reinigung der SiWa-Dränagen (halbjährlich / jährlich)	5.000	2.500
Reinigung der SiWa-Leitungen (jährlich / 2-jährig).....	7.000	3.500
Reinigung der Syphonschächte (halbjährlich / jährlich).....	1.500	750
Reparatur der Leitungen	2.500	2.500
Reinigung der Speicherbeckens (halbjährlich / jährlich).....	2.500	1.250
Kontrolle / Reparatur der Schachtbauwerke	1.500	1.500
Analytikkosten (Sickerwasser, Permeat)	1.600	1.600
<u>Gaserfassung – Deponie</u>		
Kontrolle der Entgasung an der Deponieoberfläche (FID-Messungen)	4.000	0
Gasmeßpegel (Analytik der Bodenluft)	1.000	0
<u>Grundwasser</u>		
Beprobung (Abpumpen) und Messung der Grundwasserstände (jährlich / 3-jährig).....	9.000	3.000
Analytik (jährlich / 3-jährig).....	3.000	1.000
<u>Vermessung</u>		
Setzungs - und Lagevermessung des Deponiekörpers (jährlich / 5-jährig)..	10.000	2.500
Lage- und Temperaturvermessung der SiWa-Dränagen.....	2.500	0
<u>Deponieoberfläche</u>		
Begehung / Kontrolle der Oberfläche	1.000	1.000
Wartung / Reparatur der Oberflächenrandgräben	5.000	5.000
Pflege der Oberfläche (Schlegeln)	1.000	1.000
<u>Sonstige</u>		
Betrieb / Wartung der Wetterstation	500	500
Energie (Strom, Diesel)	3.000	3.000
<u>Ingenieurleistungen</u>		
Ausschreibungen; Überwachung / Durchführung der Wartungs- u. Kontrollarbeiten; Jahresauswertung, Erklärung zum Deponieverhalten.....	39.324	19.662
<u>SUMME DER JÄHRLICHEN KOSTEN :</u>	<u>101.524</u>	<u>50.262</u>

Tabelle 6.1: Zusammenstellung der „laufenden Ausgaben“ (ohne Kosten der Sickerwasserreinigung) in der Nachsorgephase 1 (N 1) bzw. Nachsorgephase 2 (N 2)

Da das Verfahren zur Reinigung des Sickerwassers in der Nachsorgephase derzeit nicht bekannt ist, wird der finanzielle Aufwand zunächst mit **50 €/m³** Sickerwasser in Ansatz gebracht. Dieser Preis entspricht den derzeitigen Kosten für eine Fremdensorgung.

Mit dem Mengenansatz aus Kapitel 4.2 erhält man so in der Nachsorgephase 1 einen Jahresaufwand von $2.299,5 \text{ m}^3 * 50 \text{ €/m}^3 = \mathbf{114.975 \text{ €}}$ für die Reinigung des Sickerwassers.

Für die Nachsorgephase 2 wird von deutlich geringeren Belastungen des Sickerwassers ausgegangen, so dass hier ein weniger aufwändiges Reinigungsverfahren angewandt werden kann. Zur Kostenermittlung wird daher davon ausgegangen, dass eine Aktivkohlereinigung mit Nachreinigung durch die kommunale Kläranlage erfolgt.

Aufgrund einer Marktrecherche sind für die Aktivkohlereinigung derzeit Kosten in Höhe von 5 bis 6 €/m³ Sickerwasser zu veranschlagen. Die Nachbehandlung in der kommunalen Kläranlage kostet 15 €/m³ Sickerwasser. Insgesamt wird für die Nachsorgephase 2 eine Kostensatz von **21 €/m³** Sickerwasser u Grunde gelegt.

Die Berechnung der Reinigungskosten für die Nachsorgephasen 1 und 2 erfolgen in Tabelle 7.1.

6.2 Rückstellungen

Für die Unterhaltung und Reparatur des Gebäudes der Umweltfabrik und der 2,5 km langen Sickerwasserleitungen sind Rückstellungen in Höhe von jährlich 1% der Bausumme zu bilden, also **32.000,00 €a**.

Für die Reparatur der Oberflächenabdichtung des zuletzt verfüllten und rekultivierten Deponieabschnittes werden jährliche Rückstellungen in Höhe von 1% der projektierten Bausumme der Oberflächendichtung gebildet, das sind hier **50.000,00 €a**. Die Rückstellungen für die Reparatur der Oberflächenabdichtung der vorhergehenden Deponieabschnitte wurden kalkulatorisch in der Betriebsphase vorgenommen.

Darüber hinaus sind Rückstellungen zu bilden, die erst zum Ende der Nachsorgephase benötigt werden: Hier sind Betriebsflächen zu entsiegeln (Rückbau von asphaltierten Straßen) sowie die noch vorhandene Gebäude- und Anlagentechnik (Sickerwasserspeicherbecken) abzubauen. Dabei ist nicht nur der eigentliche Abriß zu kalkulieren, sondern auch die Entsorgung des Bauschutts /Schrotts und die Wiederherstellung (Rekultivierung) des jeweils in Anspruch genommenen Bauplatzes. Im einzelnen werden folgende Aufwändungen veranschlagt:

Aufwand	Anzahl	Einheitspreis [€/Stk.]	Gesamtpreis [€]
Rückbau der Sickerwasserspeicherbecken	2	10.000	20.000
Verfüllung der Grundwassermeßstellen	7	10.000	70.000
Endsiegelung von Asphaltflächen	psch.	10.000	10.000
Unvorhersehbares / zur Aufrundung	psch.	20.000	20.000
Gesamtaufwand am Ende der Nachsorgephase			120.000

Tabelle 6.2: Rückstellungen für Aufwändungen am Ende der Nachsorgephase

Die Kalkulation der Abschlußaufwände birgt jedoch erhebliche Unsicherheiten in sich, da nicht bekannt ist, ob bzw. welche weitergehenden Auflagen seitens der Überwachungsbehörde oder des Grundstückeigentümers gegebenenfalls auferlegt werden. Die entsprechenden Kosten können z. Zt. nicht präzisiert werden und wurden daher mit dem Ansatz „Unvorhersehbares“ erfaßt.

Syphonschächte und andere Schächte des Sickerwasserkanalsystems sowie die zugehörigen Leitungen werden nicht rückgebaut, da über diese Anlagenteile das nun schadlose Sickerwasser abgeführt und in den Vorfluter eingeleitet wird (s. Kapitel 4.2, Seite 12).

Der Rückbau von Deponiegaseinrichtungen findet in der Betriebsphase der Deponie statt, da zu diesem Zeitpunkt bereits kein Deponiegas mehr anfällt (s. Kapitel 5.3, Seite 15).

Die hierbei anfallenden Kosten sind daher nicht als Aufwand in der Nachsorgephase zu berücksichtigen,

7 BERECHNUNG DES FINANZBEDARFES

Durch Addition der „Laufenden Ausgaben“ mit den Kosten der Sickerwasserbehandlung und den „Rückstellungen“ erhält man die jährlich erforderlichen Ausgaben.

Da mit Beginn der Nachsorgephase keine Deponiegebühren mehr eingenommen werden, muß zu diesem Zeitpunkt das gesamte für die Nachsorge erforderliche Kapital zu Verfügung stehen. Das wiederum bedeutet, daß die o.a. auf aktueller Preisbasis berechneten, für die Nachsorgephase jährlich erforderlichen Ausgaben mit einem Preissteigerungsindex versehen werden müssen.

Durch Abzinsung der so korrigierten jährlichen Ausgabenbeträge auf den Zeitpunkt „Ende der Stilllegungsphase“ (= Beginn der Nachsorgephase) erhält man den Betrag, der bis zum Ende der Verfüllzeit über die Deponiegebühren erwirtschaftet sein muß. Der Ermittlung liegt dabei folgende Formel zugrunde [KGST, 1995]:

$$B_o = \sum_{t=1}^T \frac{A_t}{(1+i)^t}$$

mit:	B_o	=	Basiswert (Barwert zum Zeitpunkt „Ende der Verfüllzeit“)
	A	=	Ausgabe
	t	=	Jahr der Ausgabe
	i	=	Zinssatz
	T	=	Ende des Nachsorgezeitraums

Man erhält so den Basiswert, der sich aus der Summe der Barwerte ergibt. Zur Berechnung dieses Wertes ist der Zeitpunkt T, also die Kenntnis vom Ende der Nachsorgephase erforderlich. Hier wird eine Nachsorgezeit von T = 55 Jahre eingesetzt (s. Kapitel 3).

Mit Hilfe der in Kapitel 5 ermittelten Zahlen erfolgt nun die Berechnung des Basiswertes in Tabelle 7.1.



		Kosten der SiWa-Behandlung		Reduzierungsrate SiWa		Zinssatz: 5,00%	
		Nachsorgephase 1: 50,00 €		0,00%		Preisbasis: 2004	
		Nachsorgephase 2: 21,00 €		5,00%		Preissteigerungsrate: 1,50%	
	Jahr nach Verfüllende	SiWa Menge je Jahr	Kosten SiWa-Behandlung auf aktueller Preisbasis	Sonstige lfd. Ausgaben auf aktueller Preisbasis	Rückstellungen auf aktueller Preisbasis	Gesamtausgaben mit Berücksichtigung der Preissteigerung	BARWERT zum Ende der Verfüllzeit
	NACHSORGEPHASE 1	1	2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	302.976,49 €
2		2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	307.521,13 €	278.930,73 €
3		2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	312.133,95 €	269.633,04 €
4		2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	316.815,96 €	260.645,27 €
5		2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	321.568,20 €	251.957,10 €
							
25		2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	433.105,74 €	127.897,32 €
26		2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	439.602,32 €	123.634,08 €
27		2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	446.196,36 €	119.512,94 €
28		2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	452.889,30 €	115.529,18 €
29	2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	459.682,64 €	111.678,21 €	
30	2.299,50	114.975,00 €	101.524,00 €	82.000,00 €	466.577,88 €	107.955,60 €	
NACHSORGEPHASE 2	31	2.184,53	45.875,03 €	50.262,00 €	82.000,00 €	282.619,10 €	62.277,80 €
	32	2.075,30	43.581,27 €	50.262,00 €	82.000,00 €	283.164,70 €	59.426,69 €
	33	1.971,53	41.402,21 €	50.262,00 €	82.000,00 €	283.850,54 €	56.733,93 €
	34	1.872,96	39.332,10 €	50.262,00 €	82.000,00 €	284.673,99 €	54.189,06 €
	35	1.779,31	37.365,49 €	50.262,00 €	82.000,00 €	285.632,57 €	51.782,41 €
	36	1.690,34	35.497,22 €	50.262,00 €	82.000,00 €	286.723,92 €	49.505,01 €
	37	1.605,83	33.722,36 €	50.262,00 €	82.000,00 €	287.945,79 €	47.348,55 €
	38	1.525,54	32.036,24 €	50.262,00 €	82.000,00 €	289.296,06 €	45.305,32 €
	39	1.449,26	30.434,43 €	50.262,00 €	82.000,00 €	290.772,73 €	43.368,16 €
	40	1.376,80	28.912,71 €	50.262,00 €	82.000,00 €	292.373,89 €	41.530,45 €
	41	1.307,96	27.467,07 €	50.262,00 €	82.000,00 €	294.097,75 €	39.786,01 €
	42	1.242,56	26.093,72 €	50.262,00 €	82.000,00 €	295.942,63 €	38.129,14 €
	43	1.180,43	24.789,03 €	50.262,00 €	82.000,00 €	297.906,93 €	36.554,49 €
	44	1.121,41	23.549,58 €	50.262,00 €	82.000,00 €	299.989,18 €	35.057,14 €
	45	1.065,34	22.372,10 €	50.262,00 €	82.000,00 €	302.187,97 €	33.632,47 €
	46	1.012,07	21.253,50 €	50.262,00 €	82.000,00 €	304.502,01 €	32.276,20 €
	47	961,47	20.190,82 €	50.262,00 €	82.000,00 €	306.930,08 €	30.984,35 €
	48	913,39	19.181,28 €	50.262,00 €	82.000,00 €	309.471,06 €	29.753,20 €
	49	867,72	18.222,22 €	50.262,00 €	82.000,00 €	312.123,90 €	28.579,29 €
	50	824,34	17.311,11 €	50.262,00 €	82.000,00 €	314.887,65 €	27.459,38 €
	51	783,12	16.445,55 €	50.262,00 €	82.000,00 €	317.761,43 €	26.390,46 €
	52	743,97	15.623,27 €	50.262,00 €	82.000,00 €	320.744,43 €	25.369,71 €
	53	706,77	14.842,11 €	50.262,00 €	82.000,00 €	323.835,94 €	24.394,52 €
	54	671,43	14.100,00 €	50.262,00 €	82.000,00 €	327.035,30 €	23.462,40 €
	55	637,86	13.395,00 €	50.262,00 €	202.000,00 €	602.495,20 €	41.166,33 €
BASISWERT =							6.510.221,04 €

Tabelle 7.1: Berechnung des Finanzbedarfes für die Nachsorgephase zum Zeitpunkt "Ende der Stilllegungsphase"

Für die in Tabelle 7.1 durchgeführte Berechnung errechnet sich auf der Preisbasis 2004 ein Basiswert in Höhe von **6.510.221,04 €** für die gesamte Nachsorgephase der Deponie "Kirschenplantage". Dieser Betrag muß zu Beginn der Nachsorgephase im Jahr 2050 zur Verfügung stehen.

Zum 31.12.2003 hat die Abfallentsorgung Kreis Kassel für die Nachsorgephase Rückstellungen in Höhe von **5.221.737,56 €** gebildet. Es fehlt also noch ein Betrag in Höhe von **1.288.483,48 €**. Dieser Differenzbetrag muß in den kommenden 42 Jahren der Betriebsphase erwirtschaftet werden. Legt man das ab 1.01.2004 noch freie Deponievolumen von 1.569.813 m³ (s. Tabelle 2.1) zu Grunde, ist somit ein Betrag von 0,82 €/m³ also **0,82 € je deponierte Tonne Abfall** für die Nachsorge der Deponie "Kirschenplantage" in die Deponiegebühr einzurechnen.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Die Nachsorgephase für Siedlungsabfalldeponien, die mit unvorbehandelten Abfällen beschickt werden, erstreckt sich nach derzeitigen Kenntnissen über einen Zeitraum von 100 Jahren. Diese Zeitangabe hat jedoch nur dann Gültigkeit, wenn Maßnahmen zur Stabilisierung des Deponiekörpers in Form von Auslaugung und/oder Aerobisierung durchgeführt werden.

Auf der Deponie "Kirschenplantage" werden ab dem 1. Juni 2005 keine unvorbehandelten Abfälle mehr abgelagert. Die Betriebsphase dauert mit dem prognostizierten Jahresabfallaufkommen von 35.000 t/a dann noch ca. 42 Jahre, so dass die Nachsorgephase (nach Abschluß der Stilllegungsphase) im Jahr 2050 beginnen wird.

Die Dauer der Nachsorgephase auf der Deponie "Kirschenplantage" wird mit 55 Jahren angesetzt, da 45 Jahre zuvor nur vorbehandelte bzw. Inertabfälle deponiert wurden, deren Emissionsverhalten deutlich niedriger liegt, als das unvorbehandelter Siedlungsabfälle.

Aufgrund stetig sinkender Emissionen in der Nachsorgephase wird diese unterschieden in eine intensive Nachsorgephase (30 Jahre) und eine extensive Nachsorgephase (25 Jahre). Die intensive Nachsorgephase orientiert sich hinsichtlich des Überwachungs- und

Kontrollaufwandes sowie der erforderlichen Entsorgungsmaßnahmen an den z.Zt. bekannten gesetzlichen Vorgaben. Dagegen wurden für die sich anschließende extensive Nachsorgephase hier deutlich geringere Ansätze berücksichtigt.

In Kenntnis bekannter und festgesetzter Kosten wurde mit Hilfe der Barwertmethode der in jedem Jahr der Nachsorgephase erforderliche Finanzaufwand berechnet. Hierbei wurde auch ein Preissteigerungsindex von 1,5 % berücksichtigt. Insgesamt ergibt sich so ein Finanzbedarf für die Nachsorge der Deponie "Kirschenplantage" in Höhe von

6.510.221,04 €

LITERATURVERZEICHNIS

Belüftung von Altdeponien zur in situ Stabilisierung.

Dokumentation der Fachveranstaltung vom 31.05.2001 in Kuhstedt.
Verlag Abfall aktuell 2001, Hrsg. Heer/Hupe/Stegmann

Ehrig, H.-J.: Gasprognosemodell bei unterschiedlichen Deponietypen. In: Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft, Deponiegasnutzung, Hrsg.: Rettenberger, S. 61-87, 1991

Ehrig, H.-J.: Inwieweit bestimmen Sickerwasser- und Deponiegasemissionen die Dauer der Nachsorge? Seminar: Verkürzung der Deponienachsorge, Dortmund 19.11.2003

Ehrig, H.-J.: Überlegungen zum langfristigen Umgang mit Deponiesickerwässern. Hamburger Berichte Band 22: Deponietechnik 2004, Verlag Abfall Aktuell 2004, Hrsg. Stegmann/Rettenberger/Bidlingmaier/Ehrig/Fricke.

Eitner, R.: Deponieabschluss und Nachsorge. Umweltpraxis 5/2003, S. 19 - 22.

Hoins, H.: Stand der Entwicklung bei Nachsorge und Abdichtung von Hausmülldeponien. Müll und Abfall Nr. 2/2003, S. 70 - 73,

KGSt-Bericht Nr. 2/1995: Ausgaben für die Rekultivierung und Nachsorge kommunaler Deponien, Teil II.4 des Gutachtens „Kostenrechnung in der Kommunalverwaltung“, Kommunale Gemeinschaftsstelle (KGSt), Köln 1995.

Krümpelbeck, I.: Untersuchungen zum langfristigen Verhalten von Siedlungsabfalldeponien. Dissertation 1999, Bergische Universität Wuppertal.

Palm, A.; Schmitt-Tegge, J.; Sondermann, W.-D.: Leitfaden zur Deponiestillegung, herausgegeben von ATV-DVWK und VKS, Hennef, Köln 2003

Tabasaran, O; Rettenberger, G: Grundlagen zur Planung von Entgasungsanlagen. Müll-Handbuch, Kennziffer 4547, Lieferung 1/87, Erich Schmidt Verlag, Berlin

Schreier, W.; Maibaum, B.: Belüftung von Altdeponien. Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft, Band 14: Stilllegung und Nachsorge von Deponien. Verlag Abfall Aktuell 2003, Hrsg. Rettenberger/Stegmann

N.N.: Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall - TAsi) - Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen. 14. Mai 1993

N.N.: Verordnung über die Eigenkontrolle von oberirdischen Deponien (Deponieeigenkontroll - Verordnung) vom 13.03.1992, Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen, Teil 1, Nr. 7, Seite 112.

N.N.: Verwaltungsvorschrift zur Eigenkontrolle von oberirdischen Deponien vom 28.07.1992, Staatsanzeiger für das Land Hessen, Nr. 33, Seite 1904.

N.N.: Verordnung über die Eigenkontrolle von oberirdischen Deponien (Deponieeigenkontroll-Verordnung - DEKVO) vom 30. März. 2000, Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen, Teil 1, Nr. 9, Seite 184.

N.N.: Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen (Abfallablagerungsverordnung - AbfAbIV) vom 24. Februar 2001.

N.N.: Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 24. Juli 2002, BGBl. I. S. 2807.

N.N.: Gesetz zur Änderung des Hessischen Ausführungsgesetzes zum Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz vom 5.11.2003, Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen, Teil I, Nr. 28, 13. November 2003, Seite 659.

Wöbbeking, Karl H.: Ganzheitliche Deponiekalkulation - ein Berechnungsmodell, 1996, Fachhochschule Rheinland-Pfalz, unveröffentlicht.