

Matthias Kühle-Weidemeier (Hrsg.)

Praxistagung Deponie 2005

Schließung – Sanierung – Nachsorge – Nachnutzung

**Tagungsband
7. und 8. Dezember 2004**

wasteconsult

INTERNATIONAL

Cuvillier Verlag

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2004

ISBN 3-86537-284-8

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2004

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2004

Gedruckt auf säurefreiem Papier

ISBN 3-86537-284-8

Inhalt

Klasse 2 Deponievolumen von 2001 bis 2009	1
<i>Dr. Matthias Kühle-Weidemeier, Wasteconsult international, Langenhagen</i>	
Risikoanalyse und Rückstellungsbedarf für Deponien (vorwiegend Altablagerungen) mit Hilfe der RISQUE-Management Methode	15
<i>Ulrich Roder, URS Deutschland GmbH, Lübeck</i>	
Ermittlung der Nachsorge- und Folgekosten von Deponien auf der Grundlage der neuen Verordnungen	33
<i>Gerd Burkhardt, Dr. Thomas Egloffstein, ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH, Karlsruhe</i>	
Zwischenlagerung von Abfällen als Überbrückung von Abfallbehandlungskapazitätsengpässen	49
<i>RA Dr. Cornelia Nicklas, Kanzlei Gaßner, Groth, Siederer & Coll., Berlin</i>	
Der Verordnungsentwurf zur Verwertung auf Deponien	58
<i>Dr. Cornelia Nicklas, Kanzlei Gaßner, Groth, Siederer & Coll., Berlin</i>	
Alternative Abdichtungssysteme von Deponien unter Verwertung von Abfällen am Beispiel des Großversuches Deponie Grube Siegfried	73
<i>Hartmut Tauber, MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH</i>	
Wasserhaushaltschichten bei der Rekultivierung von Deponien: Günstige Kombination mit alternativen Dichtungssystemen oder teures Draufsatteln auf die Regelabdichtung?	86
<i>Dr. Thomas Egloffstein, Gerd Burkhardt, ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH, Karlsruhe</i>	
Praxiserfahrungen und Ergebnisse der Qualitätssicherung bei der Rekultivierung von Deponien.	102
<i>Dr. habil. Stefan Melchior, Dr. Andreas Claussen, melchior + wittpohl Ingges., Hamburg</i>	
Die Kombi-Kapillardichtung als wirtschaftliches Alternativsystem für die Oberflächenabdichtung.	117
<i>Dr. Ulrich Sehrbrock, CDM BRP Consult GmbH, Braunschweig</i>	
Erfahrungen mit der Kapillarsperre am Beispiel der Zentraldeponie Em-scherbruch. – Planung, Genehmigung, Realisierung.	128
<i>Dr. Stefan Grothaus, bds Boden- und Deponiesanierungs GmbH, Wuppertal</i>	
Alternative biologisch aktivierte Oberflächenabdichtungen mit verbesserter Methanoxidation für kleinere Deponien.	136
<i>PD Dr. Marion Martienssen, UFZ Halle / Leipzig GmbH</i>	
Sanierung von Sickerwasserleitungen - Fortentwicklung des Tandemschachtverfahrens.	145
<i>Thomas Buhler, Stephan Eickhoff, ECOSOIL Süd GmbH, Ulm</i>	

Sanierung von Sickerwasserleitungen in Tiefen von bis zu 38m; Erfahrungsbericht Deponie am Lemberg und andere Projekte.	157
<i>Albrecht Tschackert, Abfallverwertungsgesellschaft des Landkreises Ludwigsburg mbH, Thomas Buhler und Stephan Eickhoff, Ecosoil Süd GmbH</i>	
In-situ Tiefenverdichtung als Quellbehandlung am Beispiel einer Bergbauhinterlassenschaft der Wismut SDAG.	173
<i>Dr. Friedemann Grafe, IBeWa-Ingenieurpartnerschaft Wilsnack & Partner, Freiberg</i>	
Sicherung der Deponie Haslbach durch Dränagen, Dichtwände und ein Leckagekontrollsystem in der Oberflächenabdichtung sowie unter Verwertung von Schlacken in der Gasdränage.	183
<i>Norbert Strunk, DORSCH Consult Ingenieures., München</i>	
Nutzung eines Kanalinformationssystems zur Erstellung des Deponieleitungskatasters.	192
<i>Detlef Löwe, bds Boden- und Deponiesanierungs GmbH, Feldkirchen</i>	
Sickerwasserreinigung mit ZeeWeed® UF Membranen.	200
<i>Dr. Martin Brockmann, Heribert Möslang, Zenon GmbH, Hilden</i>	
Die Deponie ein Bioreaktor – Moderne Deponiebewirtschaftung durch Sickerwasserrückführung.	210
<i>Dieter Kress, Abfallbeseitigungsverband Ansbach</i>	
Möglichkeiten und Grenzen der kontrollierten Infiltration von Restsickerwasser (Umkehrosmosekonzentrat).	223
<i>Dr. Thomas Peters, Dr.-Ing. Peters Consulting Membran- u. Umweltt., Neuss</i>	
Haushaltsprognosen für Deponien mit Sickerwasserkreislaufführung.	236
<i>Dipl.-Ing. Matthias Franke, EuRec Technology GmbH, Merkers</i>	
Langfristiger Verlauf der Sickerwasseremissionen aus Deponien.	259
<i>Prof. Dr. Peter Spillmann, Rostock / Braunschweig</i>	
Saugbelüftung von Deponien und Altablagerungen – Grundlagen, Einsatzmöglichkeiten sowie Anwendungsergebnisse mit dem A3 Verfahren.	264
<i>Dr. Axel Schaeue UTAG Ingenieure GmbH, Leipzig. Jürgen Forsting, A3 Abwasser-Abfall-Anlagentechnik GmbH, Gelsenkirchen</i>	
Wasserinfiltration und Aerobisierung zur Verkürzung der Deponienachsorge.	277
<i>Dr. K.-U. Heyer, Dr. K. Hupe, Prof. Dr. R. Stegmann, Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, Hamburg</i>	
Deponiegasprognose, worauf kommt es an?	299
<i>Heinz Bogon, Beratender Ingenieur, Neustadt am Rübenberge</i>	

Kombinierte Deponiegas- und Biogasnutzung zur Strom- und Wärme- zeugung.	313
<i>Gunther Ehrenberg, Pro2 Anlagentechnik GmbH, Willich</i>	
Nutzung von Deponieschwachgasen durch Mischung mit Klärgas in der bestehenden Infrastruktur eines 5 km entfernten Klärwerkes.	333
<i>Jürgen Machnow, RYTEC GmbH, Baden-Baden</i>	
Schlanke Nachsorge durch Fernmonitoring und Datenmanagement. Pra- xisbeispiele IT-gestützter Systeme.	343
<i>Thomas Gaffkus-Müller, NFT Umweltdatensysteme GmbH, Wuppertal</i>	
CO₂ Emissionszertifikathandel für Deponie(schwach)gasanlagen	359
<i>Wolfgang H. Stachowitz, DAS – IB GmbH, Kiel</i>	
Regenerative Energien als zusätzliche Einnahmequelle? Grundlagen und finanzielle Aspekte.	374
<i>Dr. Matthias Kühle-Weidemeier, Wasteconsult, Langenhagen, Roman Antczak, Windwärts Energie GmbH, Hannover</i>	
Photovoltaik auf Deponiestandorten: Welche Besonderheiten sind zu be- rücksichtigen?	383
<i>Dirk Jelinek, Arcadis, Darmstadt</i>	
Solaranlage Deponie Dirkow. Genehmigungsverfahren und technische Umsetzung.	400
<i>Dr. Abdallah Nassour, Sebastian Meier, Univ. Rostock, Günter Schmarje, Kü- stensolar</i>	
Minderung von Kosten und Risiken der Nachsorge durch das Dienstlei- stungsmodell DepoGuard.	409
<i>Axel Ramthun, Haase Energietechnik AG</i>	
Selbstentzündung von Kunststoffen in Kunststoffmonodeponien.	426
<i>Dr. Günther Ballin, Peter Hartmann, Univ. Rostock</i>	
Langzeitbeurteilung behandelter, schadstoffhaltiger Materialien – Ein Lö- sungsansatz zur Orientierung in der Vielfalt.	439
<i>Dr. Thomas Wilsnack, IBeWa-Ingenieurpartnerschaft, Freiberg</i>	
Grundwassermonitoring auf Deponien.	448
<i>Dr. Reiner Braun, Unger Ingenieure Ing.Ges. mbH, Homberg</i>	
Praktische Umsetzung der Deponieüberwachung in der Nachsorge.	472
<i>Dr. Bernd Steinert, Dr. Stefan Melchior, melchior + wittpohl Ingenieurgesell- schaft, Hamburg; Dr. Volker Sokollek, Dr. Günther Hirschmann, Freie und Hansestadt Hamburg</i>	

Hinweis

Dieser Tagungsband wurde durch Wasteconsult international, Dr. Kühle-Weidemeier mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Fehler sind trotzdem nicht auszuschließen. Für die Richtigkeit der Angaben in diesem Buch wird von Wasteconsult und den Verfassern keinerlei Haftung oder Gewährleistung übernommen. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren selbst.

Sofern in den Beiträgen Markennamen verwendet wurden, bestehen dafür möglicherweise Schutzrechte, auch wenn darauf nicht ausdrücklich hingewiesen wird.

Klasse 2 Deponievolumen von 2001 bis 2009

Matthias Kühle-Weidemeier

Wasteconsult international, Langenhagen, www.wasteconsult.de

Abstract

Das Auslaufen von weitgehend bereits 1993 in der TA-Siedlungsabfall festgelegten Übergangsfristen für die Anforderungen an den Standort und die technische Ausstattung von Siedlungsabfalldeponien bewirkt die Schließung von ca. 50 – 75 % des am 1.1.2001 ausgebauten, freien Deponievolumens der Klasse 2 in Deutschland. Der Großteil der Schließungen muß bis zum 30.6.2005 erfolgen, während die standortbedingten Schließungen bis zum 17. Juli 2009 nur von geringerem Umfang sein werden. Der Beitrag stellt die rechtlichen Schließungskriterien dar und untersucht den zu erwartenden Umfang der Deponieschließungen auf Grundlage der rechtlichen Stilllegungskriterien, des Restvolumens sowie der zu erwartenden Verfüllmenge auf Basis einer Prognose der Abfallmengenentwicklung und Art und Verfügbarkeit von Abfallbehandlungskapazitäten.

Keywords

Deponiestillegung, Deponieschließung, Abfallablagerungsverordnung, AbfAbIV, Deponieverordnung, DepV, EU-Deponierichtlinie, 2005, Abfallmengenprognose, Abfallbehandlungskapazität, Restvolumen.

1 Einleitung

Durch die Umsetzung der TA Siedlungsabfall, der Ablagerungsverordnung, der EU-Deponie-Richtlinie und Deponieverordnung werden sich sowohl die zu beseitigenden Siedlungsabfallmengen als auch die zu deponierenden Siedlungsabfallmengen (vor allem durch die Vorbehandlung) sowie die zur Verfügung stehenden Deponiekapazitäten erheblich verändern. Im Rahmen des vom UBA geförderten Vorhabens "Rechtliche, ökonomische und organisatorische Ansätze zur Schließung von Siedlungsabfalldeponieraum" (FKZ 299 34 301) und der Dissertation des Autors (Kühle-Weidemeier, 2003) wurden der aktuelle Stand und die künftige Entwicklung von Deponievolumenbestand und –bedarf der Klasse II untersucht.

2 Datenerhebung

Zur Schaffung der notwendigen Datengrundlage hinsichtlich der technischen Ausstattung und des Volumenbestandes bei DK-II-Deponien wurde ein umfangreicher Erhebungsbogen an die Landesumweltministerien versandt. Der Datenrücklauf war in vielen

Fällen so lückenhaft, dass zur Schließung der wichtigsten Datenlücken eine Nacherhebung erfolgte, die sich auf die laufzeitrelevanten Daten beschränkte. Der Datenrücklauf war zwar auch bei der Nacherhebung keineswegs vollständig, aber die Datenbasis konnte deutlich verbessert werden.

Als Grundlage für die Darstellung des aktuellen Siedlungsabfallpotentials und die Prognose der künftigen Entwicklung ist die nach UStatG publizierte Abfallstatistik (letztmalig für 1998) weder aktuell genug, noch für die Beantwortung hier behandelten Fragen aussagefähig. Daher wurde als Datengrundlage für die Abfallmengen vor allem auf die aussagekräftigeren und vergleichsweise aktuellen Siedlungsabfallbilanzen der Bundesländer der Jahre 1998 bis 2000 und auf Branchendaten zurückgegriffen. Leider werden die Siedlungsabfallbilanzen bisher nicht nach einheitlichem Muster erstellt und sind daher nicht vollständig vergleichbar.

Um diese wichtigen Informationen für abfallwirtschaftlichen Planungen schnell öffentlich zugänglich zu machen wäre es wünschenswert, die Auswertung aller Siedlungsabfallbilanzen der Länder regelmäßig an einer Stelle (z.B. LAGA, UBA, Institute o.ä.) vorzunehmen. Notwendig für eine eindeutige, einheitliche und schnellere Auswertung wäre

eine einheitliche Form der Datenerhebung und ein Mindestrahmen für die Publikation für alle Länder, auch wenn hierbei in einigen Ländern Probleme mit der Vergleichbarkeit von Daten aus den Vorjahren auftreten, und
eine deutlichere Differenzierung des Verbleibs der Abfälle, z.B.

- nicht "Ablagerung", sondern Ablagerung auf Dk-I oder Dk-II-Deponien
- nicht "Verwertung" sondern mit Angabe der Art der Verwertung (z.B. stofflich)
- Differenzierung von Bauabfällen nach mineralischen, nicht behandlungsbedürftigen Bauabfällen und behandlungsbedürftigen Baustellenabfällen.

3 Auswertung der Deponiedaten

Die Auswertung von Grund- und Nacherhebung ergab, dass über den 31.12.2000 hinaus bundesweit 333 Siedlungsabfalldeponien der Klasse II bestanden, auf denen Ende 2000 insgesamt ca. 375 Mio. m³ Restvolumen (Summe von 99% der Deponien) verfügbar waren. Auf 97% dieser Deponien wurde im Jahr 2000 insgesamt eine Abfallmasse von 24,6 Mio. Mg abgelagert.

Für die Bewertung der Weiterbetriebsmöglichkeit der Deponien nach dem 31.5.2005 bzw. 16.7.2009 wurde die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen (Tabelle 1) an Standort und Basisabdichtungssystem als Grundvoraussetzung geprüft.

Tab. 1: **Anforderungen gem. TASI, die entsprechend AbfAbIV/DepV einzuhalten sind**

Einzuhalten ab	Anforderung an			
	Standort allgemein 10.3.1 TASI	geologische Barriere 10.3.2 TASI	Lage zum Grundwasser 10.3.3 TASI	Basisabdichtung inkl. Siwa-Fassung 10.4 TASI
1.6.2005	nein (auf Antrag) sonst ja	nein (auf Antrag) sonst ja	ja	ja
17.7.2009	ja	ja	ja	ja

Zusätzlich wurden Begrenzungen der Restlaufzeit durch Aufbrauch des Restvolumens oder genehmigungsrechtlich begrenzte Laufzeiten berücksichtigt. Nicht berücksichtigt für einen Weiterbetrieb wurde dagegen der in Einzelfällen mögliche Ausbau mit möglicher technischer Nachrüstung von Schüttfeldern. Die Auswertung bezieht sich dementsprechend nur auf das am 1.1.2001 bereits ausgebaute Restvolumen.

Da nur bei etwa der Hälfte der potentiell über den 31.5.2005 bzw. 16.7.2009 hinaus betreibbaren Deponien vollständige Angaben zu den technischen Kriterien vorlagen, wurden zwei Szenarien betrachtet:

1. Sicherer Datenbestand: Bei diesen Deponien sind alle stilllegungsrelevanten Merkmale bekannt und sprechen alle nicht gegen einen Weiterbetrieb.
2. Unsicherer Datenbestand: Bei diesen Deponien sind nicht alle stilllegungsrelevanten Merkmale bekannt, aber alle bekannten Merkmale sprechen nicht gegen einen Weiterbetrieb.

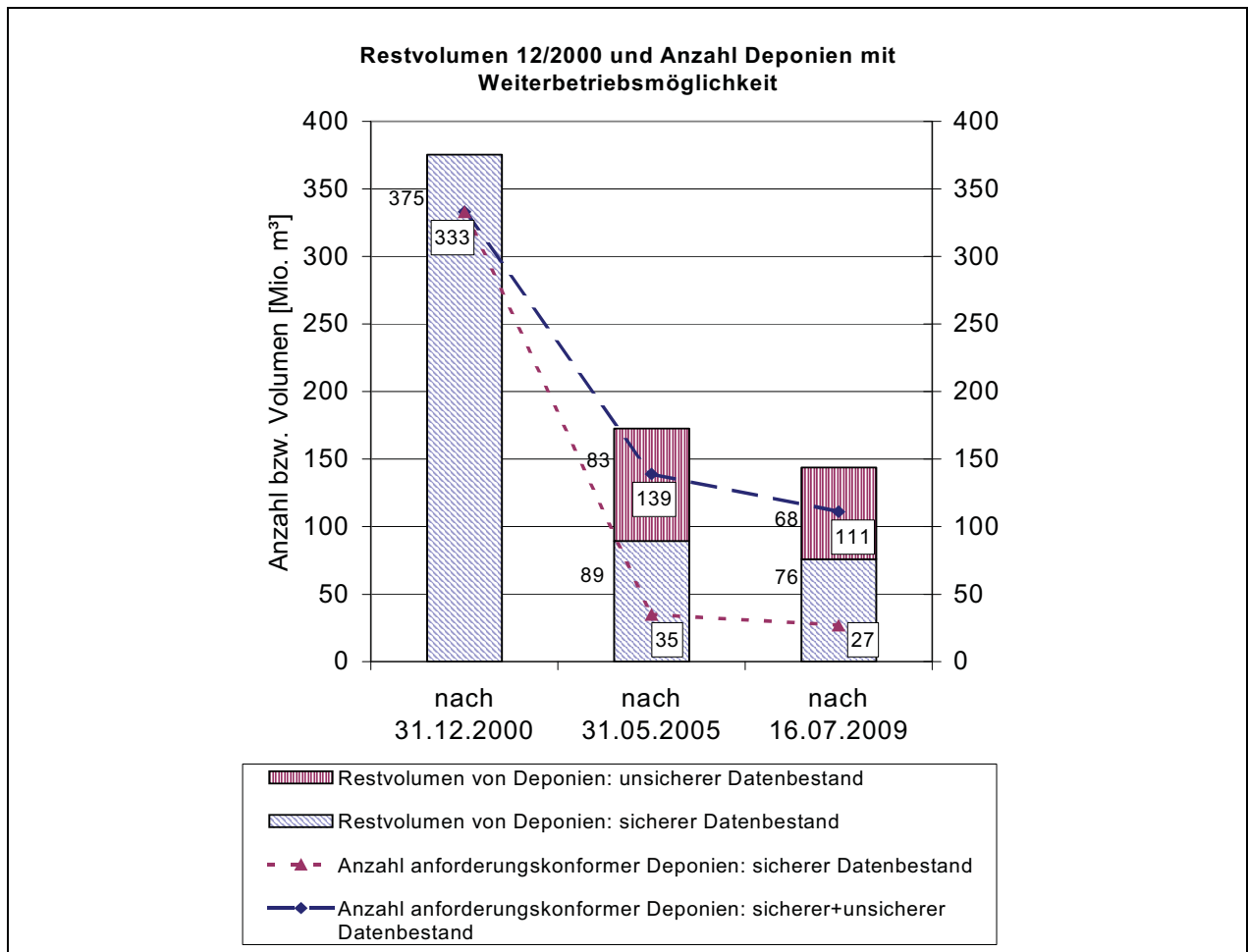


Abb. 1: **Anzahl der Ende 2000 vorhandenen und 2005 bzw. 2009 weiter betreibbaren Deponien mit Restvolumen (Bezug: Volumen 31.12.2000 unverändert)**

Mit dem im Vorhaben vorgesehenen Arbeitsumfang und auf Grundlage der oft noch lückenhaften von den Ländern gelieferten Daten, die die Ursache für den großen Unterschied zwischen den beiden Szenarien sind, lassen sich auf Länderebene meist nur sehr ungenaue Aussagen treffen. Daher wird an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen.

4 Prognose der zu beseitigenden und abzulagernden Abfallmengen

Ausgehend von dem aus den Abfallbilanzen der Länder errechneten Siedlungsabfallpotenzial 1998 – 2000 wurde eine abfallartenspezifische Prognose (vgl. Tab. 3) für die Entwicklung des Abfallpotenzials bis 2010 erstellt. Dabei wurden folgende Tendenzen berücksichtigt:

Ein Trend zur Verminderung des Abfallpotenzials ist derzeit nicht erkennbar, im Gegenteil ist tendenziell ein weiterer leichter Anstieg des Potenzials zu erwarten.

Eine Verminderung der Hausabfälle zur Beseitigung zugunsten der Verwertung ist unter Beibehaltung der bestehenden Systeme der getrennten Erfassung nicht mehr in nennenswertem Umfang zu erwarten.

Die aktuell absehbare Weiterentwicklung des Abfallrechts könnte – über die Harmonisierung von Anforderungen für die Verwertung und die Beseitigung sowie über verschärfte Anforderungen beim Bodenschutz – die Herausnahme maßgeblicher Anteile von Abfallströmen aus bisherigen Verwertungspfaden zur Folge haben.

Bei Sonderverfahren der mech.-biol. Behandlung (MBS) kann prozessintern eine erhöhte Verwertung von Abfällen zur Beseitigung erreicht werden.

Tab. 3: Abfallmengen aus Siedlungsabfallbilanzen 1998 – 2000 und Prognose für 2005 und 2010

	therm./ biolog. zu beh.	1998	1999	2000	Prognose 2005		Prognose 2010	
					Veränderung		Veränderung	
Einwohnerzahlen		82.096.144	82.219.577	82.225.557				
Abfallarten	%	[Mg/a]	[Mg/a]	[Mg/a]	% von 2000	[Mg/a]	% von 2005	[Mg/a]
Siedlungsabfall zur Beseitigung gesamt		31.651.522	31.744.502	34.038.414		32.720.000		31.866.000
• Restabfall aus Haushalten:	96%	19.006.522	18.645.096	18.263.037		17.203.000		16.342.000
davon Hausmüll	97%	15.921.994	15.710.222	15.326.354	-5%	14.560.000	-5%	13.832.000
davon Sperabfall	90%	3.084.528	2.934.874	2.936.683	-10%	2.643.000	-5%	2.510.000
• Feste Infrastrukturabfälle **	80%	769.690	729.586	538.209	-10%	484.000	0%	484.000
• Restabfall aus Industrie und Gewerbe:	79%	11.875.310	12.369.820	15.237.168		15.033.000		15.040.000
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	90%	4.639.873	4.716.560	4.594.113	-10%	4.134.000	-5%	3.927.000
Baustellenabfälle (incl Bau- und Abbruchholz)	70%	2.200.897	1.896.344	2.659.406	-5%	2.526.000	0%	2.526.000
Sonstige und produktions-spezifische Abfälle 0*	70%	3.600.000	3.974.640	4.085.452	0%	4.085.000	0%	4.085.000
Sortierreste	80%	1.434.540	1.782.276	3.898.197	10%	4.288.000	5%	4.502.000
Siedlungsabfälle zur Verwertung gesamt		31.677.561	33.263.501	34.244.171		37.575.000		38.530.000
• Verwertet aus Haushalten:		19.246.561	19.910.501	20.328.171		22.512.000		22.845.000
Organikabfälle *1		7.080.313	7.467.167	7.989.552	15%	9.187.000	0%	9.187.000
Sonstige Verwertung ohne Holz *2		12.166.248	12.443.334	12.338.620	8%	13.325.000	2,5%	13.658.000
• Altholz (aus Sperrabfall und Gewerbe) *3		5.500.000	6.000.000	6.100.000	6%	6.466.000	3%	6.659.000
• Zusätzliche Verwertung aus Industrie und Gewerbe *4		6.931.000	7.353.000	7.816.000	10%	8.597.000	5%	9.026.000
Gesamtsumme		63.329.083	65.008.003	68.282.585		70.295.000		70.396.000
Summe Abfälle aus Haushalten *5		38.253.083	38.555.597	38.591.208		39.715.000		39.187.000

** Die verwerteten Anteile an Straßenkehrschutt, Markt- und Parkabfällen sind in den SiA-Bilanzen selten getrennt ausgewiesen.

** Die verwerteten Anteile an Straßenkehrschutt, Markt- und Parkabfällen sind in den SiA-Bilanzen selten getrennt ausgewiesen.

* 0 keine einheitliche Definition in den SiA-Bilanzen: Oft wurden alle im Rahmen der öff. Abfallentsorgung entsorgten sonst. nicht ausgeschl. Abfälle + prod.spez. Abfälle + Klärschlämme + sonst. Schlämme zusammengefasst. Wegen teilw. Mitbilanzierung von Sekundärabfällen aus der therm. Behandlung (z.B. NRW 2000) hier nur 80% der Mengen in SiA-Statistik angesetzt

* 1 Organikabfälle: Bio- und Grünabfälle

* 2 bis einschl. 1990: nur AP+AG; für 1998 ff einschl. DSD

* 3 Altholz nach Angaben BVSE abzüglich ca. 2 Mio. Mg/a beseitigt in Sperrabfall und Baustellenabfall

* 4 1998 errechnet aus AP gesamt abzgl. DSD-Anteile + AG aus Gewerbe; 2005 + 2010. mit geschätzten Zuwächsen

* 5 Summe aus Restabfall und verwertet aus Haushalten

Aus diesen Werten wurde das abzulagernde Abfallvolumen sowie Bestand und Bedarf an Behandlungskapazitäten berechnet (Tab. 4).

Tab. 4: **Ablagerungsvolumina und Behandlungskapazitäten**

	1998 Mg/a	1999 Mg/a	2000 Mg/a	Prog. ISAH 2005 Mg/a	Prog. ISAH 2010 Mg/a
Summe Abfälle zur Beseitigung	31.651.522	31.744.502	34.038.414	32.720.000	31.866.000
davon:					
• therm. oder mech.-biol. zu behandeln vor Ablagerung	28.246.000	28.263.000	29.937.000	28.680.000	27.839.000
• ablagerbar auf DK II ohne Behandlung	3.405.000	3.481.000	4.101.000	4.040.000	4.027.000
MVA-Kapazität 1)	13.600.000	13.800.000	14.000.000	17.600.000	23.767.470
verbrannt in MVA (2005 und 2010 95% der Kapazität)	10.000.000	10.200.000	10.400.000	16.720.000	22.579.097
abgelagerte Schlacke (25% von 25% des MVA-Inputs)	625.000	637.500	650.000	1.045.000	1.411.194
MBA-Kapazität 1)	1.400.000	1.700.000	2.200.000	4.100.000	5.536.740
behandelt in MBA	800.000	860.000	1.500.000	3.895.000	5.259.903
Ablagerungsanteil aus MBA -Input	50%	50%	50%	30%	30%
abgelagert auf DK II aus MBA	400.000	430.000	750.000	1.168.500	1.577.971
vorh. MVA- und MBA-Kapazität (100% Auslastung)	15.000.000	15.500.000	16.200.000	21.700.000	29.304.211
Mangel an Vorbehandlungskapazitäten bei 100% Kapazitätsauslastung 2)	13.246.000	12.763.000	13.737.000	6.980.000	-1.465.211
nicht behandelter behandlungsbedürftiger Rohabfall	17.446.000	17.203.000	18.037.000	8.065.000	0
zwischenzulagernder Rohabfall ab 6/2005 (7-12/2005)				4.704.583	0
AbfAbIV konform abgelagert	4.430.000	4.548.500	5.501.000	6.253.500	7.016.165
gesamt abgelagert auf DKII-Deponien (2005 Anteil Zwischenlagerung abgezogen)	21.876.000	21.751.500	23.538.000	9.613.917	7.016.165
abgelagert bei vollständiger Deponierung auch behandlungspflichtiger Massen (ab 6/2005 nicht mehr verordnungskonform)	21.876.000	21.751.500	23.538.000	14.318.500	7.016.165

1) Die MVA-Kapazität wird vom UBA, 2001 für 2005 auf 17,6 Mio. Mg/a geschätzt, die MBA-Kapazität dagegen vielfach geringer wegen des zu hohen Nachrüstaufwandes bei bestehenden MBA.

2) Der negative Wert beim Behandlungskapazitätsmangel 2010 reduziert sich bei 95% Kapazitätsauslastung auf null.

Für 2005 wird entsprechend Tab. 4 ein Mangel an Behandlungskapazitäten von ca. 7 – 8 Mio. Mg/a prognostiziert. Die Beseitigung des Kapazitätsmangels wird bis 2010 erwartet. Das Bundesumweltministerium erwartet 2005 eine Kapazitätslücke von ca. 4,5 Mio. Mg/a (Schnurer, 2004; Zahl wurde nur mündlich im Vortrag genannt). Die LAGA erwartet (je nach Rechenansatz) ein Kapazitätsdefizit zwischen ca. 2 und ca. 4 Mio. Mg / a (www.laga-online.de).

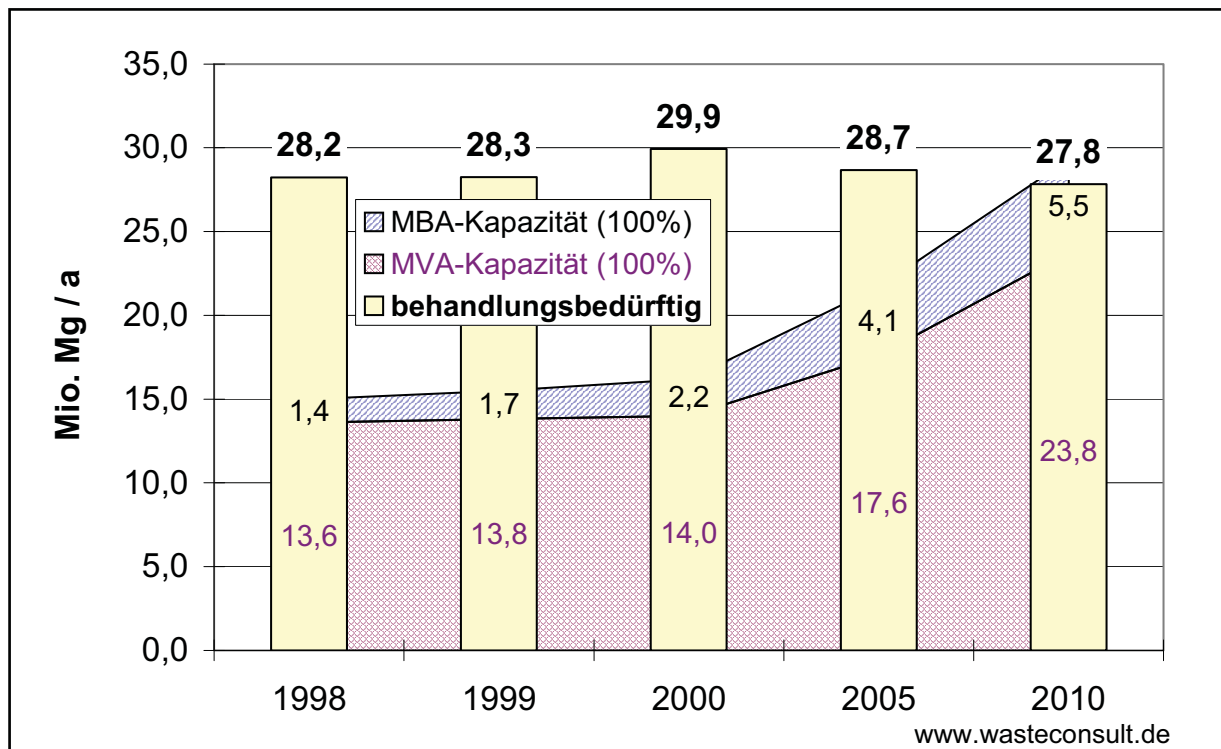


Abb. 2: Bedarf und Bestand an Abfallbehandlungskapazitäten

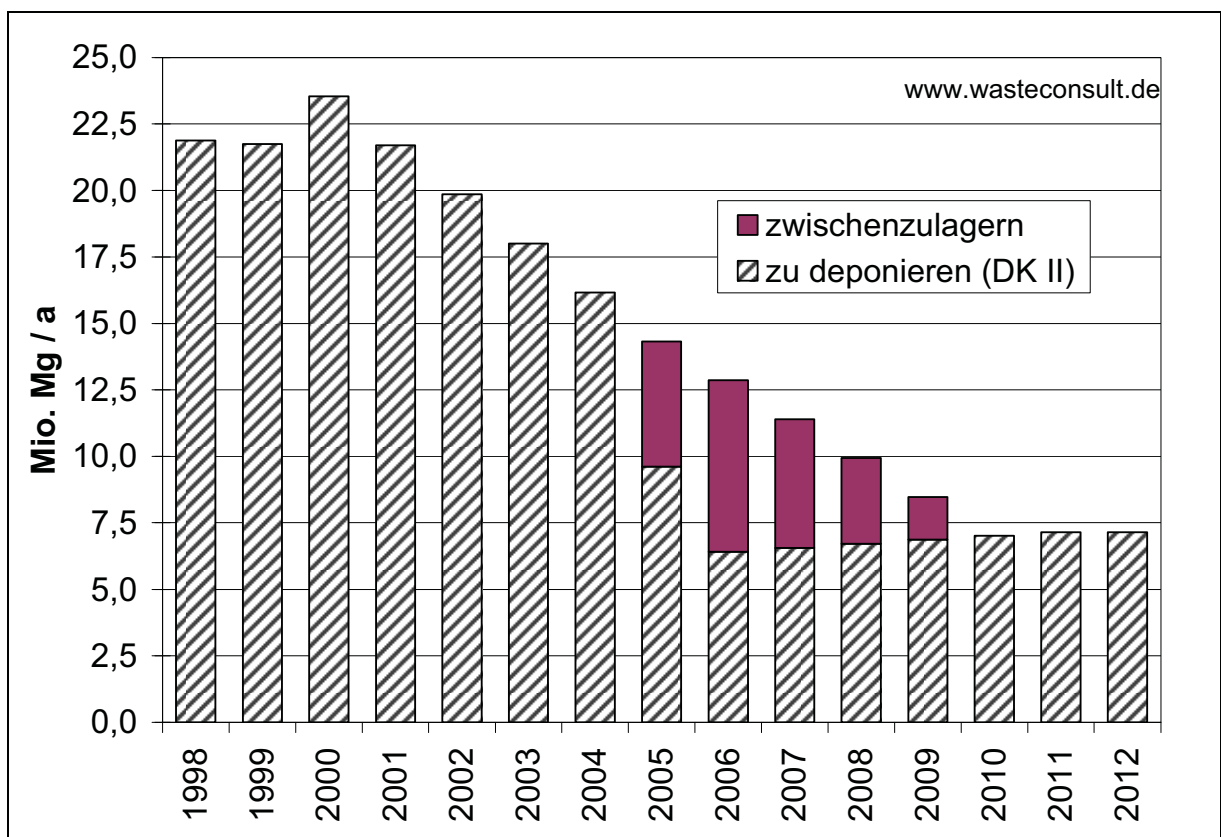


Abb. 3: Zu deponierende Abfallmengen und aus Kapazitätsmangel nicht behandelte Abfälle („zwischenzulagern“)

5 Vergleich von Deponievolumenbedarf und -bestand

Für die Prognose der Rest- und Schließungsvolumina an den Stichtagen 2005 und 2009 wurden folgende Varianten unterschieden:

A oder B:

- A: Abfallablagerung nur auf Deponien, die zum nächsten Schließungstermin geschlossen werden müssen (lediglich ökonomisch zu begründen)
- B: Ablagerung auf allen betriebsbereiten Deponien im Verhältnis der offenen Volumina (ökologisch und abfallwirtschaftlich vorzuziehende Variante)

Sicherer oder sicherer + unsicherer Datenbestand:

- Nach den Stichtagen nur Weiterbetrieb der gem. sicherem Datenbestand weiterbetreibbaren Deponien
- Weiterbetrieb der nach sicherem und der nach unsicherem Datenbestand weiterbetreibbaren Deponien.

Verbleib der ab 2005 aus Kapazitätsmangel nicht behandelbaren Mengen:

- Weitere Ablagerung als Rohabfall (**nicht** verordnungskonform)
- Zwischenlagerung mit Rückbau und Behandlung ab 2011 (Verordnungskonformität sehr fraglich)

Nach diesen Ansätzen muss 2005 folgendes, bereits ausgebautes DKII-Deponievolumen geschlossen werden:

135 – 166 Mio. m³ bei Weiterbetrieb der gem. sicherem + unsicherem Datenbestand weiter betreibbaren Deponien und

218 – 234 Mio. m³ bei ausschließlichem Weiterbetrieb der gem. sicherem Datenbestand weiter betreibbaren Deponien.

Die Schnittstelle 2009 bedeutet demgegenüber auf Bundesebene keinen nennenswerten weiteren Volumenverlust.

Der zu erwartende Restbestand an DK-II-Deponievolumen ohne den Ausbau neuer Kapazitäten liegt zwischen den beiden genannten Extrema nach Szenario A und B und der Schließung mit Fortbestand von Deponien mit sicherem Datenbestand und sicherem + unsicherem Datenbestand (vgl. Abb. 2) für

2005 zwischen 67 und 170 Mio. m³ sowie

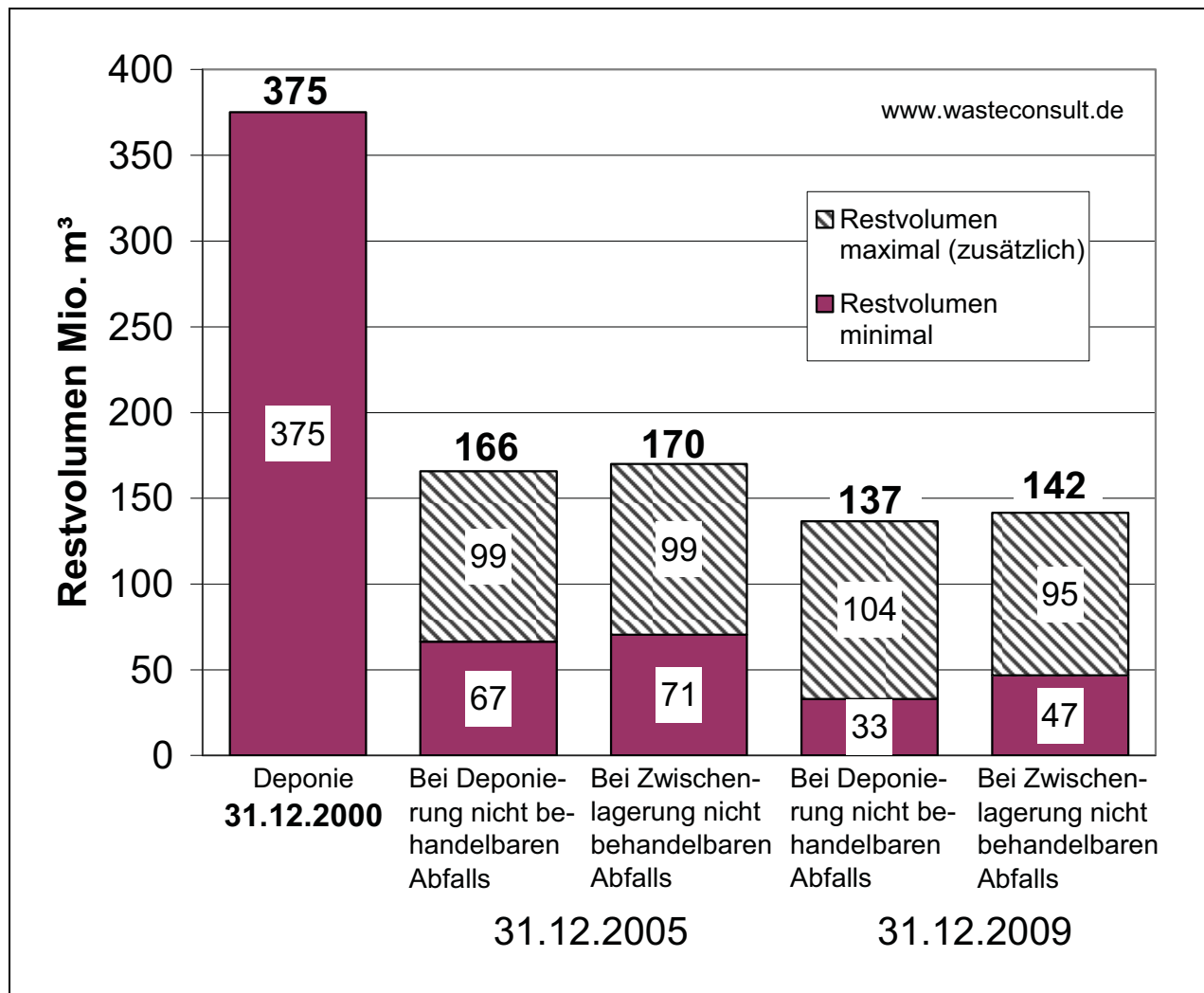
2009 zwischen 33 und 142 Mio. m³.

Die nach Schließung 2005 und 2009 zu erwartende Zahl an DK-II-Deponien liegt entsprechend für

2005 (nach 333 Deponien Ende 2000) zwischen 35 und 139 sowie

2009 zwischen 27 und 111.

Bei einem mittleren Szenario (zwischen ungünstigsten und günstigsten Bedingungen) wird das bestehende Dk-II-Deponievolumen in Deutschland über 2020 hinaus ausreichen (vgl. Abb. 3 und 4). Nur im ungünstigsten Fall wäre das Volumen ab ca. 2015 verfüllt.



Werte des maximalen, zusätzlichen Restvolumens stellen die maximale Schwankungsbreite zwischen den Kombinationen der untersuchten Varianten dar. Gesamtsumme enthält Rundungsabweichungen.

Abb. 4: **Prognostiziertes Restvolumen 2005 und 2009 Im Vergleich zur Situation im Jahr 2000.**

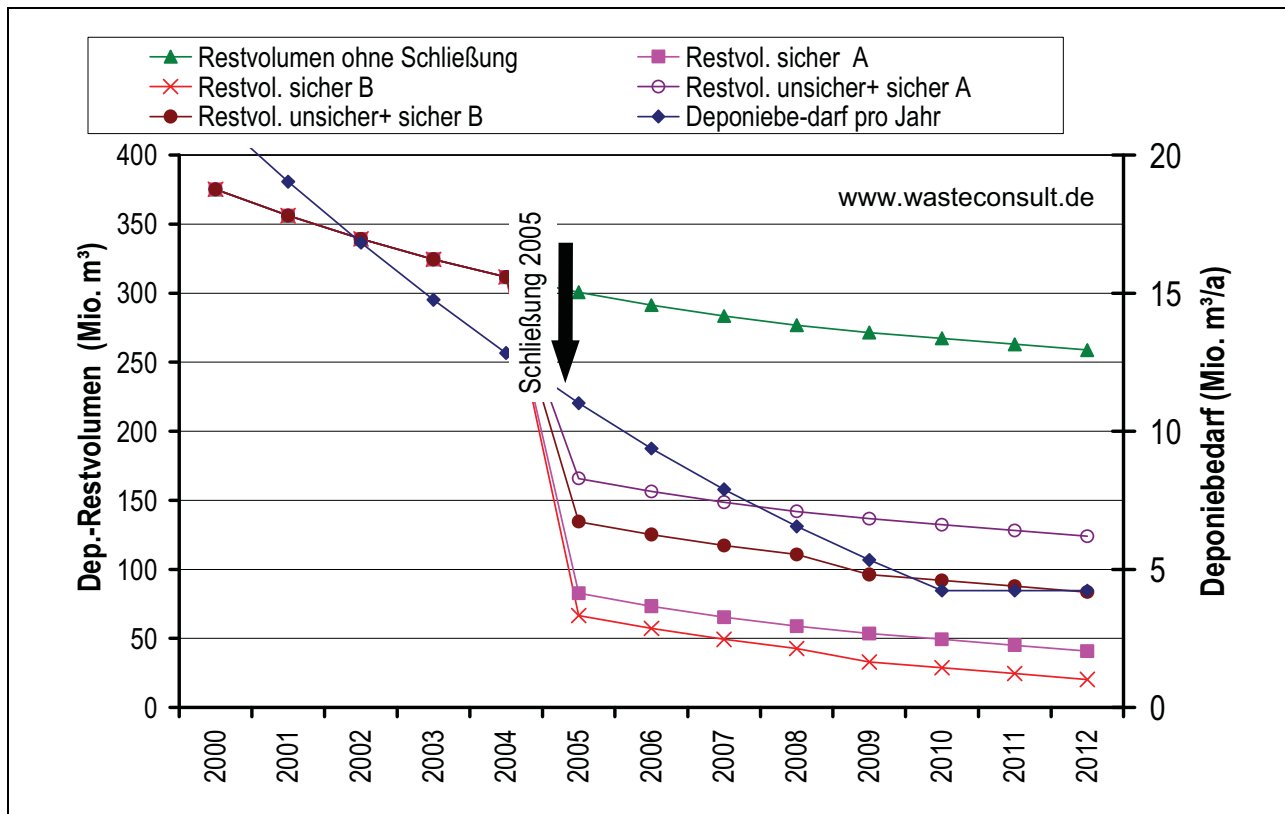


Abb. 5: Prognose Deponievolumenbedarf sowie Deponie-Restvolumen von 2000 - 2012, wenn ab 6/2005 aus Kapazitätsmangel nicht behandelte Abfälle unbehandelt abgelagert werden (nicht verordnungskonformes Handeln)

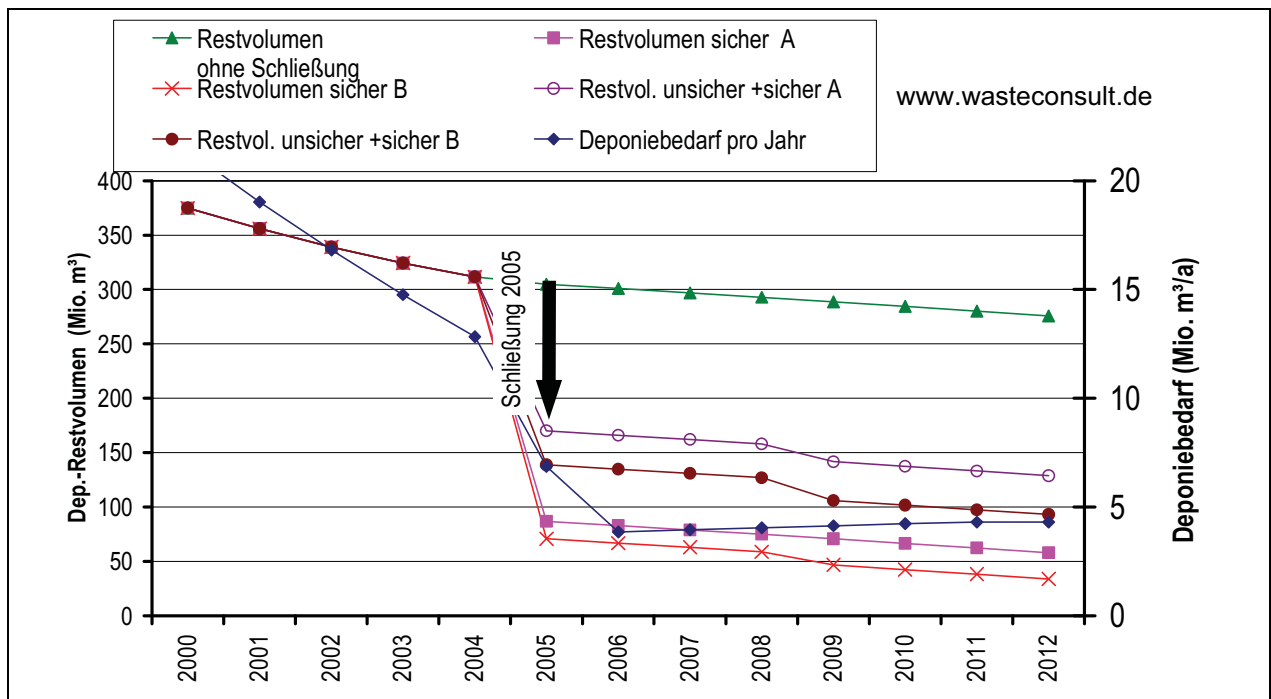


Abb. 6: Prognose Deponievolumenbedarf sowie Deponie-Restvolumen 2000 - 2012 wenn ab 6/2005 aus Kapazitätsmangel nicht behandelte Abfälle zwischengelagert (Verordnungskonformität sehr fraglich) und ab 2011 rückgebaut und behandelt werden

Auch nach Behandlung aller behandlungsbedürftigen Abfälle verbleibt 2010 für nicht behandlungsbedürftige Abfälle und für Behandlungsreste in Form von MVA-Schlacke (anteilig)¹ und MBA-Output ein Ablagerungsbedarf von ca. 7 Mio. Mg/a bzw. 4,2 Mio. m³/a, davon gut 40% für Behandlungsreste. Auf absehbare Zeit (bis 2020) ist also kein vollständiger Verzicht auf Dk-II-Deponien möglich und mit einem Restbedarf an Dk-II-Volumen zu rechnen, der allerdings gegenüber dem Höchstbedarf Anfang der 90 er Jahre weniger als 10 % beträgt.

6 Was wird 2010 voraussichtlich auf Klasse II Deponien abgelagert

Im Jahr 2010 werden voraussichtlich 23,8 Mio. Mg / a Abfallbehandlungskapazität in MVA und 5,5 Mio. Mg / a in MBA zur Verfügung stehen (bei 100% Auslastung, die real nutzbare Kapazität liegt niedriger).

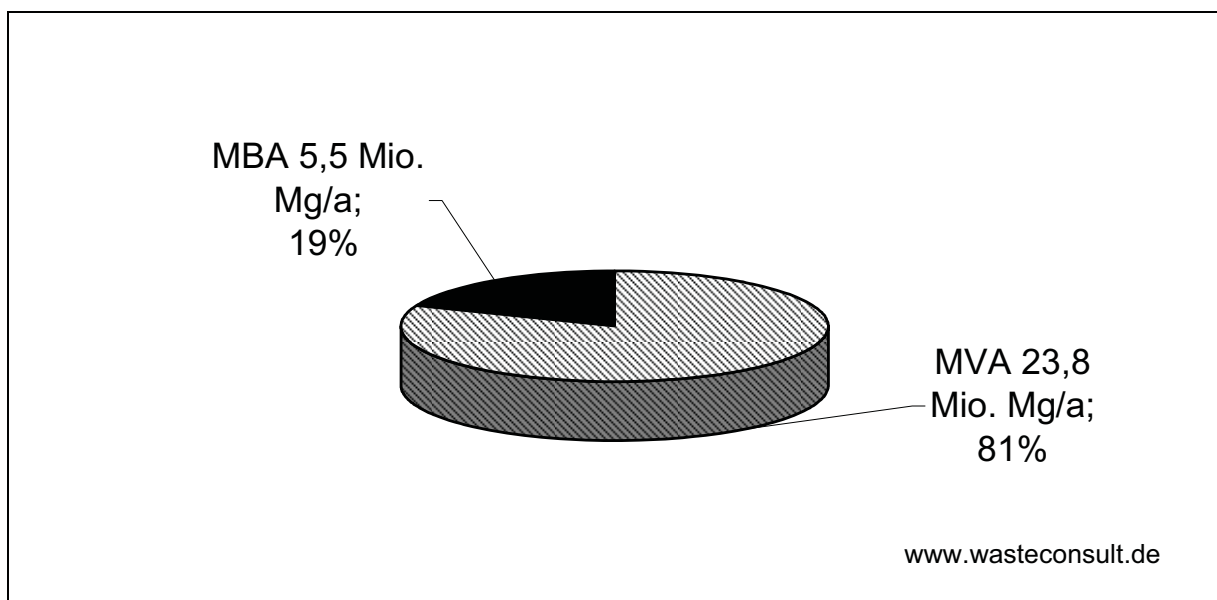


Abb. 7: Voraussichtliche Restabfallbehandlungskapazitäten im Jahr 2010 (Angaben in % als Gew.-% der gesamten Jahresmenge)

Im Vergleich zur MVA hat die MBA zwar nur einen deutlich geringeren Anteil an der behandelten Abfallmenge, hinsichtlich des Anteils an der behandelten, abzulagernden Ab-

¹ Für Bayern wird in den SiA-Bilanzen für 1999 und 2000 eine Aufteilung der Rohschlacke wie folgt genannt: 67 % Schlacke-Verwertung; 9 % Schrottverwertung; 24 % nicht verwertete Schlacke (Ablagerung). In dem Arbeitsbericht des ATV/VKS-FA 3.6 "Deponien", Korrespondenz Abwasser (44.) 1997 S. 122-127 werden Schlacke-Verwertungsquoten für Deutschland (ohne Material für Deponiebau) von knapp 50 % im Jahre 1993 genannt. In NRW wurde vom MUNLV aufgrund ökologischer Bedenken die obertägige MVA-Schlackeverwertung weitgehend verdrängt. Unter Berücksichtigung der derzeitigen Rechtslage werden nach Verwertung im Deponiebau und im Bergwerksversatz sowie anteiliger Ablagerung auf DKI-Deponien für die Beseitigung auf DKII-Deponien 25 % der MVA-Schlacke angenommen.

fallmasse ist die Situation jedoch völlig anders. Entsprechend der Prognose in Kapitel 4 werden im Jahr 2010 folgende Mengen auf Klasse 2 Deponien abzulagern sein (Abb. 8):

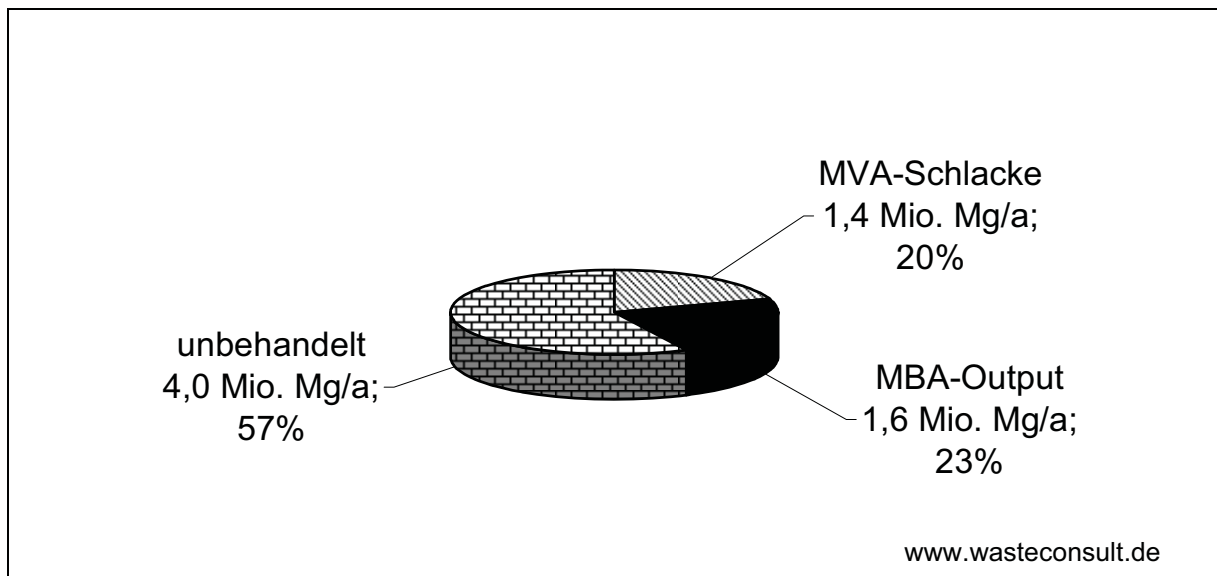


Abb. 8: Voraussichtliche Menge und Behandlung 2010 auf DK-II Deponien abgelagerter Abfälle (Angaben % als Gew.-% der ges. Jahresmenge)

Durch die starke Massenreduktion der zu behandelnden Abfälle in der Abfallbehandlung gewinnen die unbehandelt ablagerbaren Abfälle stark an Bedeutung. Mechanisch-biologisch behandelte Abfälle stellen künftig einen wesentlichen Anteil der insgesamt abzulagernden und mehr als die Hälfte der behandelten Abfälle zur Ablagerung. Entsprechend groß ist die Bedeutung fundierter Erkenntnisse über das Ablagerungsverhalten mechanisch-biologisch behandelter Abfälle. Auf diesem Gebiet bestehen erhebliche Defizite (Kühle-Weidemeier, 2003)

Die erhebliche Menge unbehandelt ablagerbarer Abfälle schafft einen großen Spielraum für die Verwertung von Abfällen (innerhalb des Abdichtungssystems) für den Betrieb von Deponien (Wegebau zu den Abkipfstellen, Dränlagen, Stützdämme etc.). Allerdings wird in Zusammenhang mit den Deponiestilllegungen im Jahr 2005 zunächst auch ein erheblicher Bedarf an solchen Abfällen für den Bau von Ausgleichsschichten und zur Profilierung von Deponiekörpern bestehen.

Für den Einzelfall ist unbedingt zu beachten, dass die Abbildungen 7 und 8 die prognostizierte Situation als Bundessumme darstellen. Örtlich können völlig andere Verhältnisse vorliegen.

7 Literatur

Kühle-Weidemeier, M. (2003): Bedarf, Konstruktionsgrundlagen und Betrieb von Deponien für mechanisch – biologisch behandelte Siedlungsabfälle. Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Band 127. ISBN 3-921421-57-8. Voraussichtlich Mitte 2004 verfügbar.

Schnurer, H. (2004): Konsequenzen bei fehlenden Behandlungskapazitäten ab 1.6.2005 aus der Sicht des Bundes. Vortrag und im Tagungsband der 5. ASA-Abfalltage, 19. und 20. Februar 2004, Hannover.

Anschrift des Verfassers:

Wasteconsult international

Dr.-Ing. Matthias Kühle-Weidemeier

Robert-Koch-Str. 48 b

30853 Langenhagen

www.wasteconsult.de

E-Mail info@wasteconsult.de

Altlasten

**mechanisch-biologische
Abfallbehandlung**

Geotechnik

Deponien

wasteconsult
INTERNATIONAL
Dr.-Ing. Matthias Kühle-Weidemeier
www.wasteconsult.de

Beratung
Pilotversuche
Planung
Ausschreibung
Bau- und Betriebsüberwachung

Robert-Koch-Str. 48 b
30853 Langenhagen
Tel. 0511 23 59 383
FAX 0511 23 59 384
info@wasteconsult.de

Risikoanalyse und Rückstellungsbedarf für Deponien (vorwiegend Altablagerungen) mit Hilfe der „RISQUE“- Management-Methode

Ulrich Roder

URS Deutschland GmbH, Lübeck

Abstract

Mit Hilfe der „RISQUE“-Management-Methode können die Risiken, die von Deponien und Altablagerungen ausgehen, in einem standardisierten Verfahren identifiziert, transparent dargestellt, objektiv bewertet und kostenmäßig erfasst werden. Das Modell erlaubt es, über stochastische Berechnungen die Höhe der Rückstellungen zur Gefahrenabwehr entsprechend der Eintrittswahrscheinlichkeit der risikobehafteten Ereignisse zu ermitteln, bietet aber gleichzeitig auch die Grundlage, Strategien zur Minimierung der Risiken einzuleiten.

Die Risikomodellierung schafft vergleichbare und objektive Grundlagen in ökologischer und ökonomischer Hinsicht sowohl auf Seiten der Kostenverantwortlichen (Betreiber der Deponien) als auch auf Seiten der behördlichen Entscheidungsträger.

Keywords

Rückstellungen Deponienachsorge, financial assurance for landfill closure and post closure

Risiken ungewisser Ereignisse, risks of uncertain events

Risikobewertungsmodell „RISQUE“, risk assessment model “RISQUE”

Wahrscheinlichkeiten der Risikoereignisse und Konsequenzen, likelihoods and consequences of risk events

Ereignisbaum und stochastische Berechnung, event tree and stochastic modelling

Rückstellkostenhöhe in Abhängigkeit der gewählten Sicherheit, financial assurance selection dependent on the risk appetite- or amount of financial assurance dependent on pre-selected security

1 Problemstellung

Deponien unterliegen der Nachsorge, Altablagerungen außerhalb der TASI (1993) unterliegen den Anforderungen des BBodSchG (1999);

BBodSchG (1999): „...bei Verdacht auf schädliche Bodenveränderungen oder sonstigen Gefahren sind Gefahrenabwehrmaßnahmen anzuwenden.“;

Gefahren und –abwehrmaßnahmen unterliegen einem Risiko, da sie oft nicht planbar, d.h. ungewiss sind hinsichtlich

- * ihres Eintretens (überhaupt, wann, Umfang und ggf. Häufigkeit, etc.),

- * ihrer Folgen (Mensch, Flora, Fauna, Wasser, Boden, Luft),

- * ihrer Konsequenz (Entschädigungen, Strafen, technische u. organisatorische Maßnahmen, => letztendlich Kosten);

Vorliegen keiner, oberflächlicher und/oder uneinheitlicher Deponieprofile mit oft subjektiven Einschätzungen der durch die Altablagerungen ausgehenden Gefahren und unkoordinierte, breit gefächerte Maßnahmenempfehlungen mit weitspannenden Kostenschätzungen/-berechnungen;

Nichtberücksichtigung von vorhandenen Risiken, da lediglich die Umweltrisiken betrachtet werden;

V.g. Anstriche führen zu unterdimensionierten oder zu hohen Rückstellungen für die Gefahrenabwehrmaßnahmen, die oft nicht objektiv und sehr individuell festgeschrieben werden. Darüber hinaus fehlt oft die Transparenz, was letztendlich zu einklagbaren Gebührenanpassungen oder Deckungslöchern führen kann.

Auf Grund fehlender Identifikation von Risiken liegen keine Grundlagen für Abwehrstrategien in Sinne von Risikovermeidung oder –minimierung vor.

2 Allgemeines zur „RISQUE“-Management-Methode

„*R*isk *I*dentification and *S*trategy using *QU*antitative *E*valuation“ (Risiko-Identifikation und Strategie unter Anwendung von quantitativen Methoden);

Von URS Australien durch Dr. Adrian Bowden in 1991 entwickelt und fortlaufend weiterentwickelt;

Anwendung weltweit im Bereich des Umwelt-, Finanz- und Versicherungswesens;

Auditiert z.B. nach dem Australien-New Zealand Standard für Risk Management und im Rahmen einer sozialen, umweltpolitischen und monetären Risikobewertung für eine Bleizinksilbermine in Papua NeuGuinea durch die Weltbank;

Risiken und Chancen richtig einschätzen und kontrollierbar gestalten;

Identifizierung und Quantifizierung von Risikofällen, Eintrittswahrscheinlichkeiten und finanzielle Folgen bei hoher Transparenz;

Die Methode ist speziell geeignet, komplexe, technische Probleme finanziell greifbar zu machen;

Systematisches Vorgehen, Vermeidung unzulässiger Vereinfachungen und bloßer Vermutungen;

Die quantitative Risikoanalyse kann akzeptable Risiken von nicht akzeptablen unterscheiden und erlaubt somit die Entwicklung einer Risikomanagementstrategie;

Bündelung vorhandener Kompetenzen durch Einbindung von Sach- und Fachverständigen zur Risikoidentifikation im sogenannten Expertengremium, bestehend aus AG (theoretische und praktische Kenner des Projektes), ggf. Jurist, weitere Bezugsgruppen (evtl. Gemeindevertreter, Verbände, etc.) und URS (interdisziplinäres Spezialistenteam, Analyst);

Arbeitsschritte der „RISQUE“-Management-Methode, siehe Abbildung 1

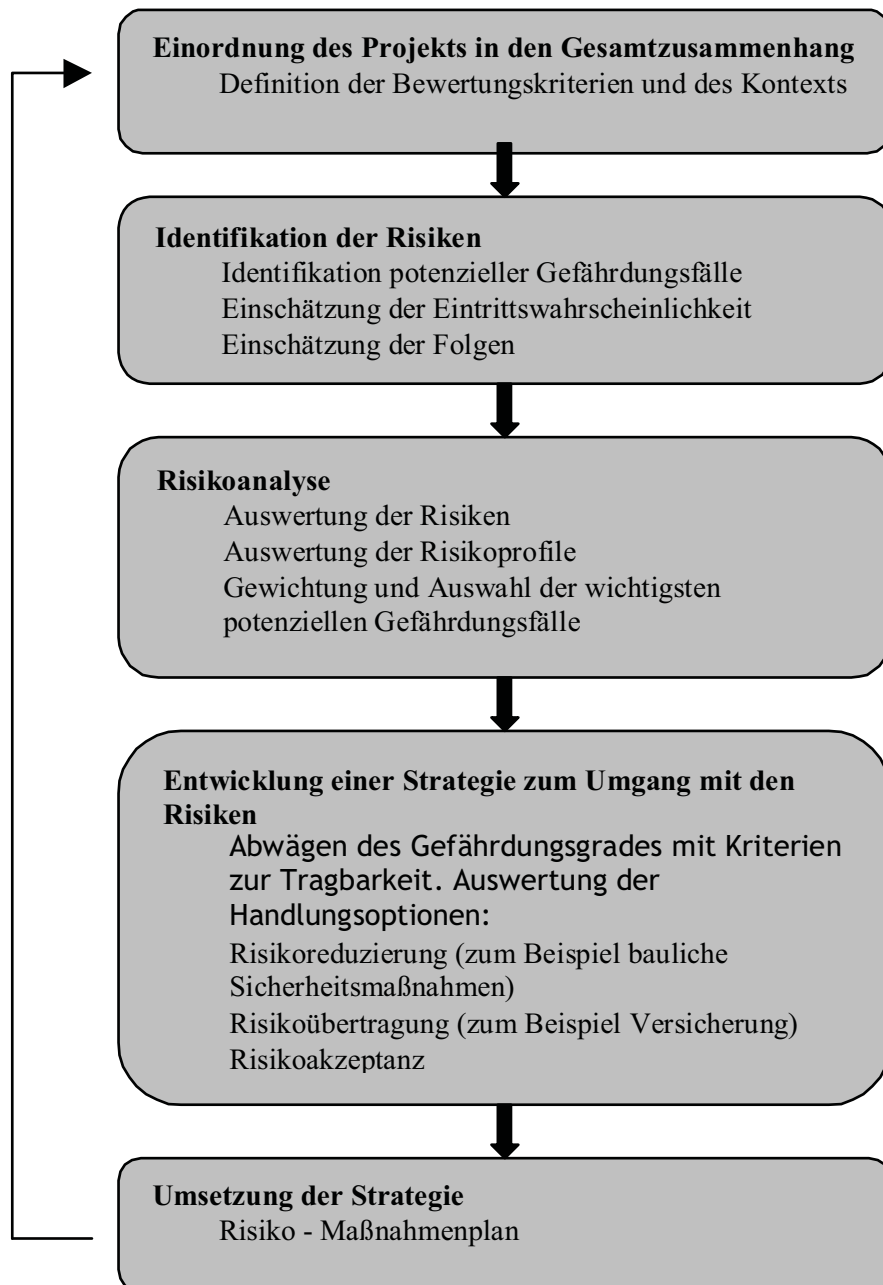


Abbildung 1: Schritte der „RISQUE“-Management-Methode

3 Anwendung der „RISQUE“-Management-Methode am Beispiel einer Altdeponie

3.1 Risikoverzeichnis

Identifizierung von Risikoereignissen, deren Folgen und Konsequenzen. Die Quellen zur Identifizierung der Risiken bestehen im Wesentlichen aus Erfahrungen, vorliegenden Daten, Checklisten, relevanter Literatur; Gefährdungsabschätzungen, historischer Recherche/ Erkundung sowie Modellierungen.

Verbalargumentation mit Herleitung im Risikoverzeichnis, textlich. Kurzbeschreibung der Gründe und Konsequenzen für jedes Ereignis, Phasen, in denen das Risiko auftreten kann, Verantwortlichkeiten.

Risikoereignisse an Altablagerungen, 16 Stück:

- * Extrem hoher Grundwasserstand,
- * Außergewöhnliche Veränderung des Deponats,
- * Deponiegasfassung (fehlend oder defekt),
- * Deponiesickerwasserfassung (fehlend oder defekt),
- * Fehlende Oberflächenabdichtung,
- * Zerfall Oberflächenabdichtung,
- * Fehlende Oberflächenabdeckung,
- * Zerfall Oberflächenabdeckung,
- * Basisabdichtung (fehlend oder defekt),
- * Explosion Entgasungsanlage,
- * Straßenschäden auf Deponie,
- * Zutritt Unbefugter,
- * Baumaßnahmen auf Deponie,
- * Erdbeben, Magnitude >5,
- * Flugzeugabsturz,
- * große Überflutung.

Folgen und Konsequenzen, 168 Stück:

z.B. für Ereignis 9 „fehlende Basisabdichtung“

Folge I u.a. 9.1 „Deponiegasaustritt unterirdisch“

Folge II 9.1.1 „Eintritt in unterirdische Bauten“

Konsequenz 9.1.1.1 „Explosion, Gebäudeschäden und Reparatur“

Konsequenz 9.1.1.2 „Schäden an Leib und Leben, Schadensersatz“

Konsequenz 9.1.1.3 „Belüftung Deponiekörper, Gasabsaugung“

Folge II 9.1.2 „Beschwerde aus der Bevölkerung“

Konsequenz 9.1.2.1 „Zusätzliche Überwachungsarbeiten“

etc.

Einarbeitung in Bewertungsschema => **Ereignisbaum**

3.2 Risikoquantifizierung

Festlegung der Wahrscheinlichkeiten für das Ereignis, die Folgen und die Konsequenzen, allgemein (historische Daten, Abschätzungen, Mehrheitsentscheid):

Der Eintritt des Ereignisses ist...	Wahrscheinlichkeit	Vorkommen	Faktor
immer / dauernd / sicher	100 %	ständig	1
sehr häufig	90 %		0,9
häufig	75 %	3 von 4 mal	0,75
mittel bis häufig	65 %		0,65
mittel	50 %	jedes zweite mal	0,5
selten bis mittel	35 %		0,35
selten	25 %	jedes 4. mal	0,25
sehr selten	10 %		0,1
äußerst selten bis unwahrscheinlich	1 %		0,01
unwahrscheinlich	0,1 %		1E-03
sehr unwahrscheinlich	0,01 %		1E-04
höchst unwahrscheinlich	0,001 %		1E-05
fast unmöglich	0,0001 %		1E-06
unmöglich	0%		0

Standortunabhängig, z.B. Veränderung des Deponates (immer, 100 % = 1). Je mehr standortunabhängige Eintrittswahrscheinlichkeiten festgelegt werden können, um so größer ist die Transparenz und Vergleichbarkeit zu anderen Standorten.

Standortspezifisch, z.B. Deponiegasfassung (defekt oder fehlend), ist vorhanden oder nicht. Folgende Fälle sind standortspezifisch über gesonderte Flussdiagramme zu erfassen:

- * Risikofall Grundwasserkontamination und resultierende Maßnahmen;
- * Risikofall Gaseintritt in unterirdische Bauwerke (Bebauung, Oberflächenversiegelung);
- * Risikofall Beschwerden Anrainer (Bebauung, Wege, Erholungsgebiete);
- * Risikofall Oberflächenwasserkontamination.

Einarbeitung in Bewertungsschema => **Ereignisbaum**

3.3 Kostenfestlegung der Konsequenzen

Schätzung jeweils in Kostenspannen

- * Kosten in 50 % aller Fälle, mittlere Kosten, 50 % Konfidenzlevel (50 % KI);
- * Kosten, die nur in 5 % aller Fälle überschritten werden, Höchstkosten, 95 % KI;

Je größer der Unterschied ist, desto weniger genau kennt man das Ausmaß des Schadensereignisses (relative Kostenunsicherheit);

Kosten basieren auf in vergleichbaren Maßnahmen/Fällen erzielten Beträgen (Nettobeträge);

Maßnahmen-Kosten werden anhand festgelegter Einheitspreise und standort-spezifischer Kenndaten (z.B. Oberflächenausdehnung für OFA, Umfang für Dichtwand etc.) festgelegt;

Die Kostenansätze der Konsequenzen in Folge der Risikoereignisse werden im Risikoverzeichnis hergeleitet und auch aufgeführt;

Einarbeitung in Bewertungsschema => **Ereignisbaum**

3.4 Ereignisbaum als Grundlage der Risikomodellierung

Eintrag:

Risikoereignisse und deren Eintrittswahrscheinlichkeit im Betrachtungszeitraum, gem. Pkt 3.1,

Folgen I und II resultierend aus dem Risikoereignis und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten, gem. Pkt. 3.2,

Konsequenzen und deren Eintrittswahrscheinlichkeit sowie deren mittlere (50 % KI) und hohe (95 % KI) Kosten, gem. Pkt 3.3,

Risikoeignis	Eintrittswahrscheinlichkeit über den Betrachtungszeitraum	Folge I	Eintrittswahrscheinlichkeit	Folge II	Eintrittswahrscheinlichkeit	Konsequenz	Eintrittswahrscheinlichkeit	Mittlere Ereigniskosten	Hohe Ereigniskosten
1. Extrem hoher Grundwasserstand 1)*	2	1.1 GW durchdringt Deponiekörper	1	1.1.1 GW Kontamination	0,0025	1.1.1.1 Sicherungsmaßnahmen ggf. GW-Sanierung	0,5	908.000,00	1.614.000,00
					0,0025	1.1.1.2 Monitoring	0,75	60.000,00	88.800,00
2. Außergewöhnliche Veränderung des Deponats	0,5	2.1 Außergewöhnliche Setzungen / Instabilitäten	1	2.1.1 Schäden an der Oberflächenabdichtung, bzw. Abdriftung	0,5	2.1.1.1 Reparatur	0,5	30.000,00	60.000,00
			1	2.1.2 Schäden an Gebäuden	0,1	2.1.2.1 Reparatur	0,5	0,00	0,00
			1	2.1.3 Schäden an Infrastruktureinrichtungen	0,25	2.1.3.1 Reparatur	0,5	3.000,00	10.000,00
	0,5	2.2 Erhöhte Ausgasung überirdisch	0,25	2.2.1 Beschwinde aus Bevölkerung	0,5	2.2.1.1 Zus. Überwachungsarbeiten	0,5	15.000,00	30.000,00
			0,25	2.2.2 Explosion	1.00E-05	2.2.2.1 Gebäudeschaden und Reparatur	0,75	0,00	0,00
					1.00E-05	2.2.2.2 Depressur	0,5	5.000,00	10.000,00
					1.00E-05	2.2.2.3 Schäden an Leib und Leben	0,01	10.000,00	100.000,00
			0,25	2.2.3 Vegetationschäden	0,75	2.2.3.1 Wiederherstellung ursprüngl. Zustand, Schutzmaßn.	0,01	22.000,00	95.000,00

rote Werte: standortspezifisch festgelegte Eintrittswahrscheinlichkeiten

Abbildung 2: Beispielauszug aus einem Gesamtereignisbaum einer Altdeponie

3.5 Risikomodellierung

3.5.1 Feststellungen und Annahmen

Im Verlauf eines Jahres kann eine beliebige Anzahl an Risiken eintreten. Ein eventueller Eintritt eines Risikoereignisses schließt den Eintritt eines anderen oder Wiedereintritt des gleichen Ereignisses nicht aus. Eine Ausnahme besteht hier bei der Ermittlung der Folgen bzw. Folgekosten. Es kann so modelliert werden, dass die mögliche Konsequenz nur einmal oder auch mehrmals im Betrachtungszeitraum finanziell berücksichtigt wird;

Es wird mit dem AG ein Risikoschwellenwert (z.B. 5.000 Euro) und ein Häufigkeitsschwellenwert (z.B. 0,5 bzw. 50 %) festgelegt;

Die Projektdauer/der Betrachtungszeitraum wird zusammen mit dem AG auf x Jahre angesetzt.

3.5.2 Kostenaufbereitung pro Konsequenz

Als Monte Carlo Methode mittels des Excel-Zusatzprogramms Crystal Ball werden aus den eingegebenen Kosten für die 50 % und 95 % Konfidenzlevel (Ereignisbaum, siehe auch Pkt. 3.3) aus 2.000 Rechenläufen Kostenverteilungen als LogNormalverteilung erstellt, aus denen dann die Konfidenzlevel der verbleibenden Prozentansätze entnommen werden können:

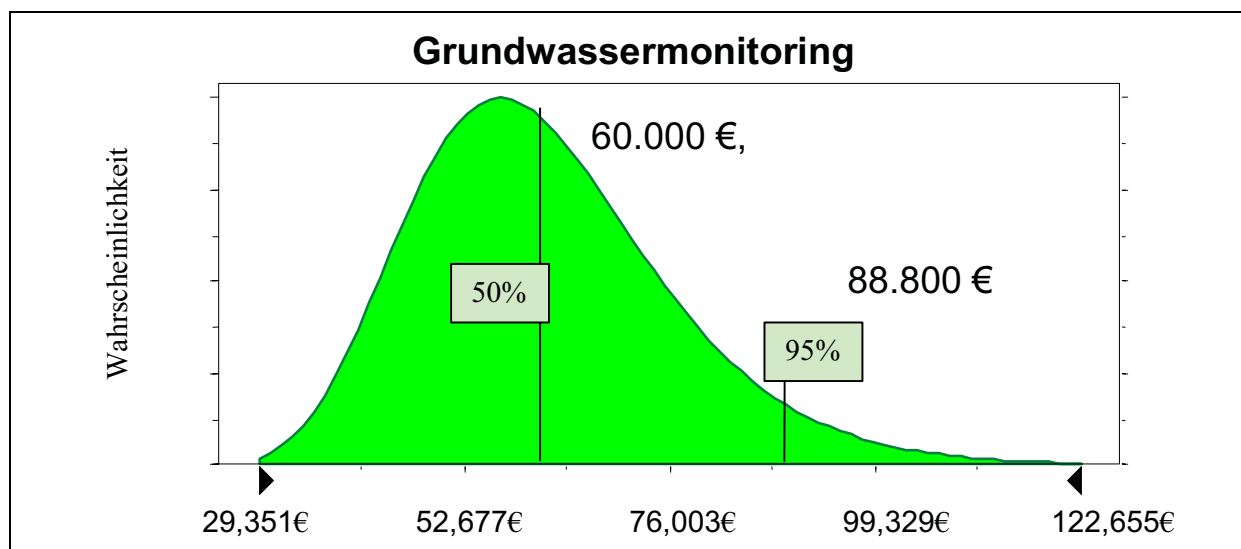


Abbildung 3: Kosteneingabe als LogNormalverteilung am Beispiel des zusätzlichen Grundwassermonitorings einer Altablagerung

3.5.3 Modellierung Häufigkeitsmethode

Ermittlung Gesamteintrittswahrscheinlichkeiten aus Einzelwahrscheinlichkeiten des Risikoereignisses und deren Folge I und Folge II (nicht der Konsequenzen);

Stellt nur die häufigsten Ereignisse dar (ohne Risiko, da Konsequenz weder in Wahrscheinlichkeit noch Kosten berücksichtigt wird);

Der vorgewählte Schwellenwert beträgt x % (kaufmännische Berücksichtigung, juristische Absicherung der Prognose, z.B. alles über 50 %);

Bei der Gesamtkostenermittlung werden nur Ereignisse berücksichtigt, die über dem Schwellenwert liegen;

Nebenprodukte, z. B. Häufigkeitsprofil siehe Abbildung 4.

3.5.4 Modellierung Risikoschwellenwertmethode

Ermittlung über das Produkt der Eintrittswahrscheinlichkeiten mal der Folgekosten (80 % KI) => Risikoäquivalenzwert;

Beinhaltet das Risiko, d.h., dass auch Ereignisse mit einer sehr geringen Häufigkeit aber hohen Konsequenzkosten Berücksichtigung finden;

Ist die Methode, mit der im Allgemeinen Risikobetrachtungen durchgeführt werden;

Der vorgewählte Schwellenwert beträgt x € (ist die Betragshöhe, die kaufmännisch Einfluss besitzt, z.B. 5.000 €);

Bei der Gesamtkostenermittlung werden nur Ereignisse berücksichtigt, die über dem Schwellenwert liegen;

Nebenprodukt Risikoprofil siehe Abbildung 5.

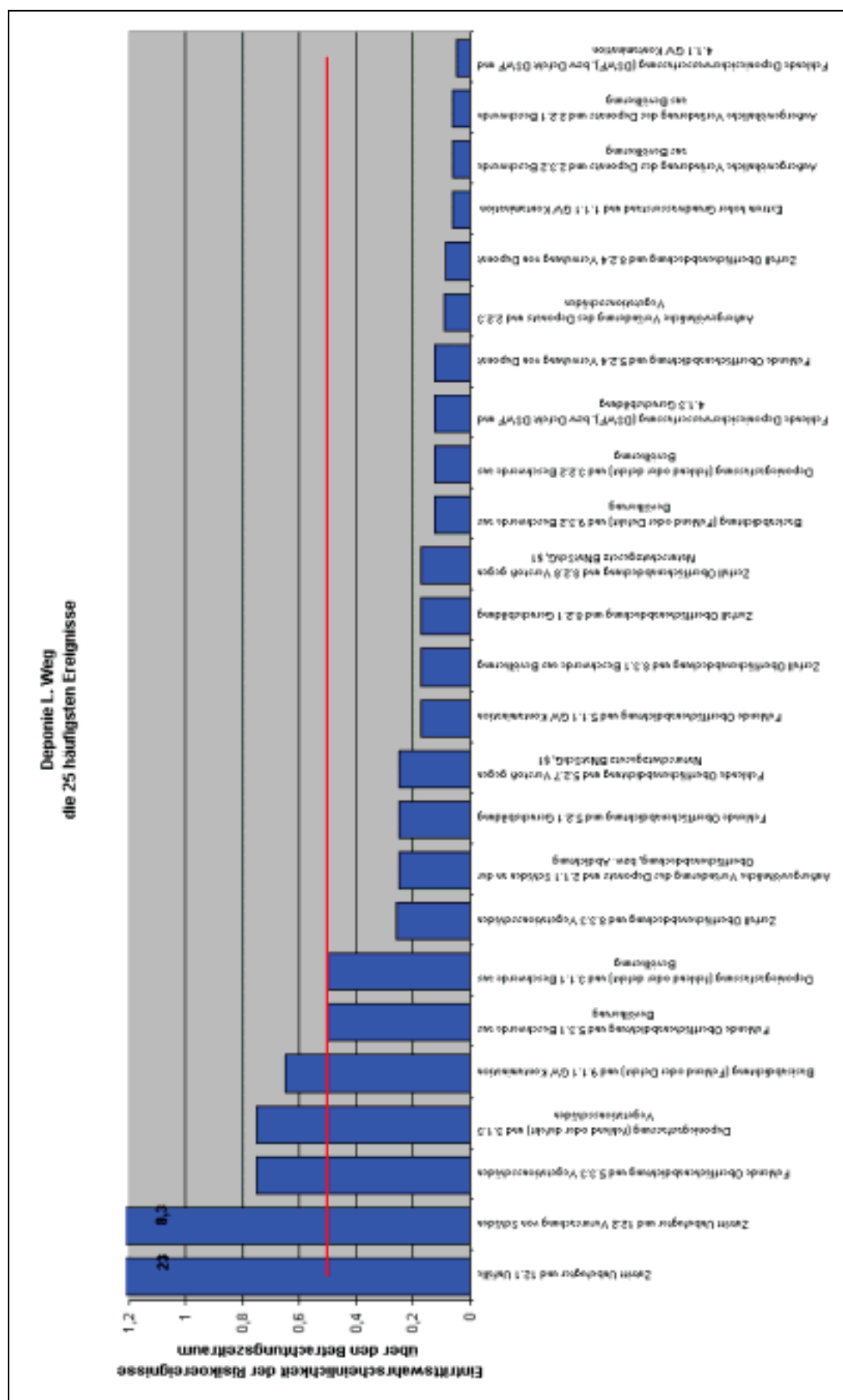


Abbildung 4: Häufigkeitsprofil der Ereignisfolgen einer Beispieldeponie

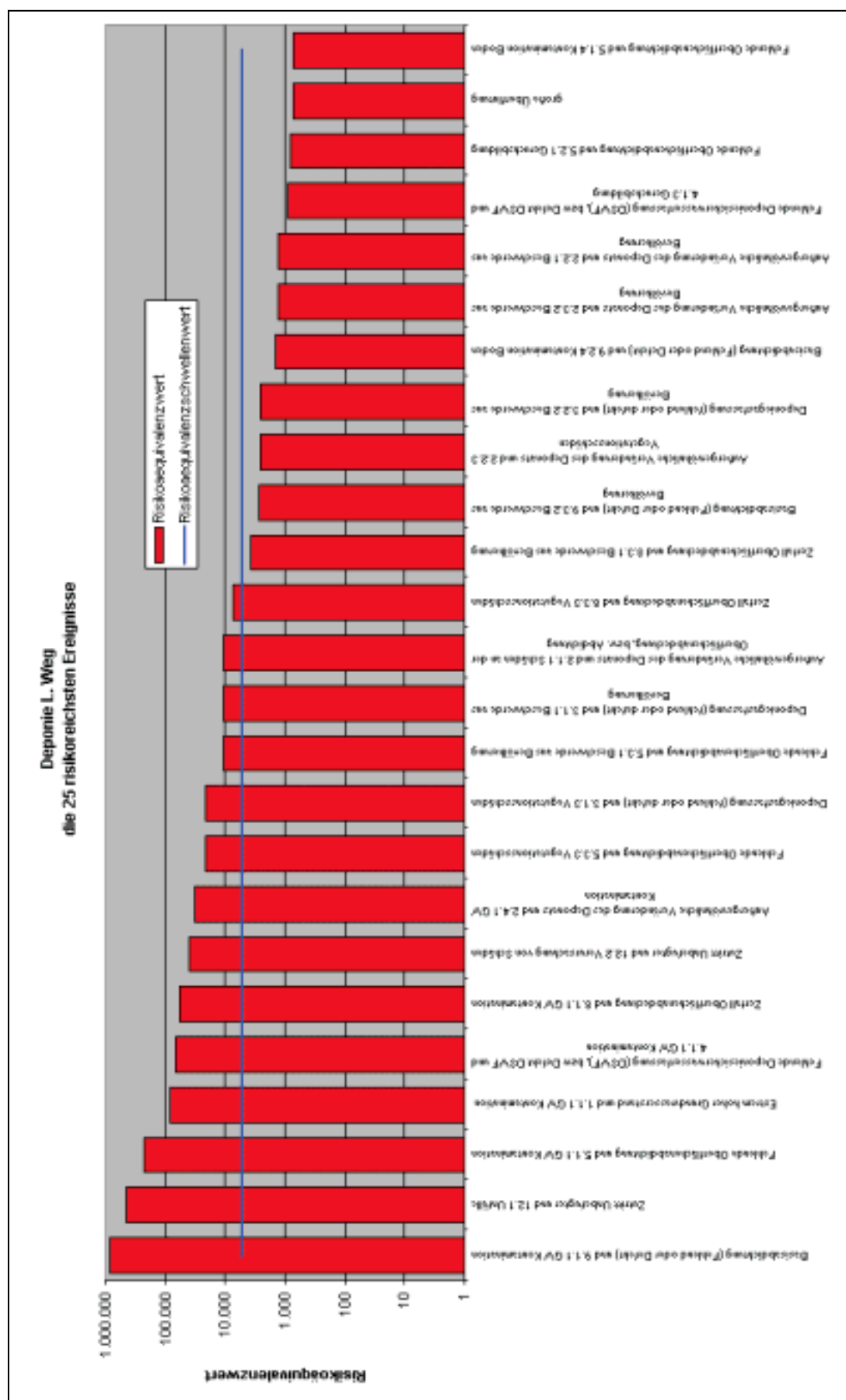


Abbildung 5: Risikoprofil der Ereignisfolgen und -konsequenzen einer Beispildeponie

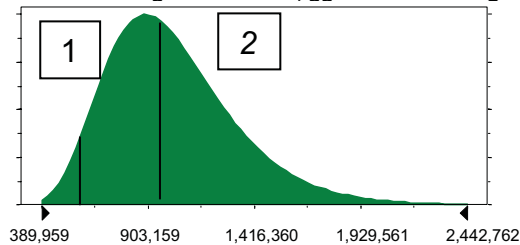
3.5.5 Verknüpfung der Risikoereignisse zum Gesamtergebnis

Es werden jeweils die nach Häufigkeitsmethode und Risikoschwellenwertmethode über den Schwellenwerten liegende Ereignisse berücksichtigt.

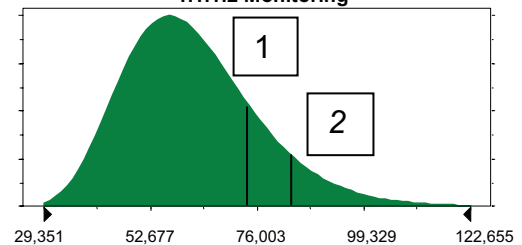
Die Ereignis-Kostenverteilungen der zu berücksichtigenden Ereignisse werden wiederum der Monte Carlo Methode unterzogen. Hierbei erfolgt eine Verknüpfung der Ereignisse untereinander zu einer Gesamtkostenverteilung;

Beispiel der Verknüpfung der Kostenverteilungen der Einzelereigniskonsequenzen:

1.1.1.1 Sicherungsmaßnahmen, ggf GW-Sanierung

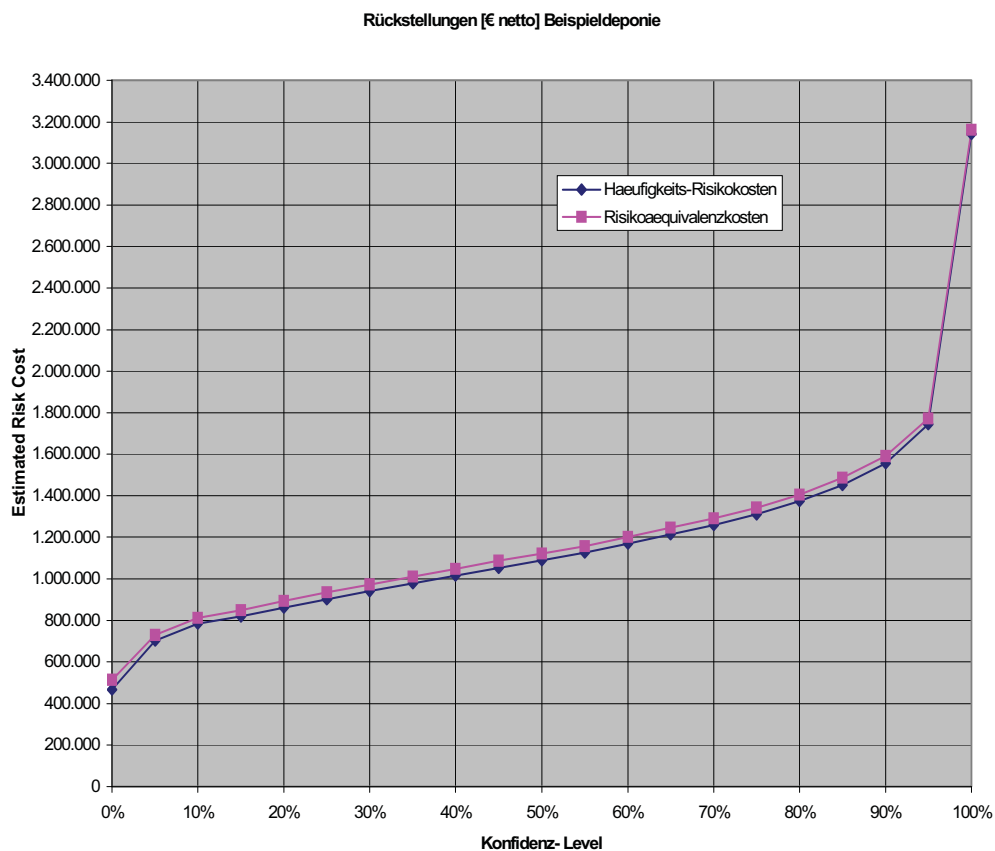


1.1.1.2 Monitoring



Die Eintrittswahrscheinlichkeiten der jeweiligen Konsequenzen fließen in die 2.000 Berechnungsgänge ein. Beispiel: Wenn die Konsequenzwahrscheinlichkeit für eine Grundwassersanierung mit 50 % gewählt wurde, fließt die Grundwassersanierung auch nur zu 50 % in die 2.000 Berechnungsgänge ein, d.h. wird nur 1.000 mal in der Gesamtkostenermittlung berücksichtigt;

Gesamtergebnis, Rückstellkosten aus nicht planbaren Risikoereignissen als Kostenverteilung für die Häufigkeits- und Risikoschwellenwertmethode:



Da im Beispiel bei der Risikoschwellenwertmethode mehr Ereignisse über dem gewählten Schwellenwert liegen, sind die Rückstellkosten insgesamt höher als bei der Häufigkeitsmethode (7 Stück);

Es ergibt sich ein annähernd gleicher Verlauf bei beiden Methoden, da sich die Ereignisse gleichen und im Beispiel nur die Grundwassersanierung als herausstechendes, kostenintensives Ereignis Berücksichtigung findet.

Gesamtkostenverteilung in Abhängigkeit des Wagnisses als detaillierte Zahlenwerte:

Konfidenzlevel	Häufigkeitsmethode	Risikoschwellenwertmethode
0 %	465.575	513.153
5 %	701.863	730.733
10 %	783.610	811.486
15 %	817.976	848.668
20 %	860.821	893.595
25 %	901.977	935.043
30 %	940.531	973.231
35 %	978.493	1.010.863
40 %	1.015.978	1.048.410
45 %	1.052.237	1.087.414
50 %	1.088.865	1.120.931
55 %	1.125.911	1.156.399
60 %	1.168.090	1.199.940
65 %	1.212.768	1.245.117
70 %	1.258.714	1.289.932
75 %	1.311.468	1.341.703
80 %	1.375.917	1.405.840
85 %	1.452.065	1.486.547
90 %	1.555.524	1.589.916
95 %	1.743.589	1.771.017
>99 %	3.141.727	3.162.143

Der für die Rückstellungskosten Verantwortliche kann den Rückstellungsbedarf gemäß der für ihn angemessenen Sicherheit (bzw. Risikobereitschaft) festlegen. Beispielweise belaufen sich die Rückstellungskosten, die zumindest in 50% aller Fälle nötig sind, auf ca. 1.100.000 Euro. Mit 80%iger Sicherheit übersteigen die Kosten nicht 1.400.000 Euro. Wenn eine 95%ige Sicherheit angemessen erscheint, sollten 1.800.000 Euro für die ungewissen Ereignisse zurückgestellt werden. Im Bereich der Industrie und Versicherungswirtschaft wird das Risiko oft bei 70 - 80 % gewählt, wobei dort im Sinne einer Gewinnmaximierung eine höhere Risikobereitschaft als z.B. bei Anstalten des öffentlichen Rechts vorhanden ist.

Zu dem nun gewählten Rückstellungsbetrag der ungewissen Kosten sind die planbaren, festliegenden Kosten der schon laufenden Maßnahmen für Monitoring, Grundwasseraufbereitung, Inspektionen, Wartung, Pflege etc. hinzuzuzudieren.

Aus den Anteilen der ungewissen und der planbaren Ereignisse/Aufwendungen ermitteln sich die Gesamtrückstellungskosten, denen die gesetzliche Umsatzsteuer zuzurechnen ist.

3.6 Sensitivitätsprüfung

Veränderung der Schwellenwerte bewirkt Hinzunahme/Herausnahme einzelner Risikoereignisse;

Erneuter Modellierungsdurchlauf zeigt Veränderungen/Einflüsse auf.

3.7 Entwicklung einer Strategie zum Umgang mit den Risiken

Risiko transferieren oder teilen (z. B. durch Versicherungen oder vertragliche Vereinbarung);

Risiko reduzieren (Implementierung von Systemen, welche die Wahrscheinlichkeit des Eintretens, die Konsequenz oder beides, wie z.B. Arbeitsanweisungen oder bauliche Maßnahmen);

Risiko akzeptieren (wenn das Unternehmen darauf vorbereitet ist, die Konsequenzen im Falle eines Eintretens des Risikos tragen zu können);

Die Auswahl einer oder mehrerer der v.g. Optionen geschieht auf Basis von Relevanz, Effektivität und Kosten.

3.8 Umsetzung, Überwachung und Korrektur der Strategie

Der letzte Schritt zur Vervollständigung des Prozesskreislaufes ist die Umsetzung, Überwachung und gegebenenfalls die Korrektur (bei Änderungen) der erarbeiteten Risikostrategie;

Es wird wiederum mit der Identifikation der Risiken begonnen und ein Kreislauf entsteht;

Typische Instrumente zur Überwachung der Ergebnisse sind interne und externe Audits, regelmäßige Überprüfungen und Berichterstattungen.

4 Anwendungsgebiete der „RISQUE“-Management-Methode

Die Methode wurde am Beispiel der Ermittlung der ungewissen, nicht planbaren Aufwendungen (Rückstellungen) für Altstandorte außerhalb des Geltungsbereiches der TASI (1993) erläutert. Erfolgreich wurde sie für zwei Deponien der Stadtreinigung Hamburg (SRH) dezidiert entwickelt und angewandt. Für drei weitere Altstandorte der SRH werden derzeit die Rückstellkosten geprüft.

Da auch im Rahmen der Nachsorge von „TASi-Deponien“ Risiken auftreten könnten, eignet sich dieses Verfahren auch dort. Des Weiteren kann die Methode auch anderen Entscheidungsträgern wie weiteren Entsorgungsunternehmen und Behörden wertvolle Ergebnisse liefern. Die Methode eignet sich ferner für eine Bandbreite von Anwendungsgebieten wie etwa dem Hochwasserschutz, dem Straßenbau, der Anlagensicherheit, allgemeinen Projektrisiken etc. Eine erfolgreiche Anwendung fand bereits für die Stadtreinigung Hamburg im Bereich der Prüfung von Müllverbrennungsanlagenkapazitäten statt.

5 Zusammenfassung

Mittels der vorgestellten „RISQUE“-Management-Methode können Risiken transparent dargestellt und deren Konsequenzen, oftmals Folgekosten, entsprechend der zu erwartenden Eintrittswahrscheinlichkeit nachvollziehbar und objektiv ermittelt werden. Das Verfahren eignet sich zur Anwendung überall dort, wo ungewisse und nicht planbare Vorkommnisse erheblichen Einfluss auf z.B. Finanzplanungen haben können. So wurde die Methode am Beispiel der Rückstellkostenberechnung für Altablagerungen dargestellt. In diesem Bereich sind auf Basis des Bundesbodenschutzgesetzes die Verantwortlichen (ehemalige Betreiber, Kommunen) verpflichtet, alle die zur Gefahrenabwehr erforderlichen Maßnahmen durchzuführen und zu finanzieren. Die Aufwendungen für diese Leistungen sind schwer kalkulierbar, da Schäden oftmals noch nicht zu Tage getreten sind, jedoch jederzeit auftreten und dann hohe Kosten bei unterschiedlichsten Schadensfolgen verursachen können. Hier bietet die „RISQUE“-Management-Methode ein weitestgehend standardisiertes Verfahren zur sicheren Ermittlung des Rückstellkostenbedarfs in den gewählten Betrachtungszeiträumen (Nachsorgezeit) an.

Das Verfahren ist in allen risikobehafteten Bereichen anwendbar und wurde so z.B. auch in der Prüfung der Kapazitätsbestände an Müllverbrennungsanlagen als Basis der Fortschreibung des Notfallplans für die entsorgungspflichtige Stadtreinigung Hamburg angewandt.

Die Ergebnisse der „RISQUE“-Management-Methode bieten jedoch auch die Grundlage für die Entwicklung von Strategien zum Umgang mit den aufgezeigten Risiken, die neben der Risikoakzeptanz auch Risikominimierungen (durch z.B. bauliche Maßnahmen) und Risikoübertragungen (z.B. Versicherung) beinhalten können.

6 Literatur

- | | | |
|--|---------------|---|
| Die Bundesregierung,
Der Bundesminister für
Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit | 14. Mai 1993 | Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz, Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen, TA Siedlungsabfall, BAnz. 99a |
| Die Bundesregierung | 17. März 1998 | Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten, BBodSchG - Bundes-Bodenschutzgesetz, BGBl. I 2001 S. 2331 |
| Bowden, A.R., Dannwolf, U. | 2002 | Using the RISQUE Method to Place a Dollar Value on Engineering Risk. 1 st Conference on Probabilistics in Geotechnics, Graz |
| Dannwolf, U., Roder, U.,
Wolfsteller, T. | 2004 | „RISQUE“ – Risikobewertungsmodell für Deponien. Eine neue Methode zur Ermittlung des Rückstellungsbedarfes für die Deponienachsorge am Beispiel einer Altablagerung der Stadtreinigung Hamburg, Müll und Abfall, Heft 9 |

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. U. Roder
 URS Deutschland GmbH
 Hafenstraße 33
 D-23568 Lübeck
 Telefon +49 (0) 451-5 80 90-0
 Email ulrich_roder@urscorp.com
 Website: www.urscorp.de

Ermittlung der Nachsorge- und Folgekosten von Deponien auf Grundlage der neuen Verordnungen

Gerd Burkhardt und Thomas Egloffstein

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH, Karlsruhe, icp@icp-ing.de

1 Einleitung

Über die Ermittlung von Nachsorgekosten oder Folgekosten einer Deponie wurde in der Vergangenheit bereits in mehreren Veröffentlichungen, auch durch die Autoren, in der Fachpresse berichtet. Regelungen zur Stilllegung und Nachsorge von Deponien waren bisher und sind auch weiterhin im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) und in der TA Siedlungsabfall (TASi) gegeben. Seit Inkrafttreten der Abfallablagerungsverordnung und der Deponieverordnung (DepV) wurden jedoch zusätzliche Regelungen getroffen, die für die Stilllegung und Nachsorge von Deponien und die in diesen Lebensphasen von Deponien auftretenden Kosten Auswirkungen haben. Auch die Deponieverwertungsverordnung, welche in 2005 in Kraft treten soll, kann durchaus noch relevante Auswirkungen auf die bisher vorliegenden Kostenberechnungen haben. Die wesentlichen Änderungen und Auswirkungen sollen im Folgenden kurz dargestellt werden.

2 Begriffsbestimmungen gemäß DepV

Die Deponieverordnung definiert die mit dem „Lebenslauf“ und mit der Nachsorge von Deponien zusammenhängenden Begriffe wie folgt:

Ablagerungsphase: Zeitraum von der Abnahme der für den Betrieb einer Deponie oder eines Deponieabschnittes erforderlichen Einrichtungen durch die zuständige Behörde bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Ablagerung von Abfällen auf der Deponie oder dem Deponieabschnitt beendet wird. (Anm. der Autoren: es handelt sich um die abfallrechtliche Abnahme).

Betriebsphase: Zeitraum von der Abnahme der für den Betrieb einer Deponie oder eines Deponieabschnittes erforderlichen Einrichtungen durch die zuständige Behörde bis zur Feststellung der endgültigen Stilllegung einer Deponie nach § 36 Abs. 3 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes. Die Betriebsphase umfasst die Ablagerungs- und Stilllegungsphase.

Nachsorgephase: Zeitraum nach der Stilllegung einer Deponie bis zum Zeitpunkt, zu dem die zuständige Behörde nach § 36 Abs. 5 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes den Abschluss der Nachsorge feststellt.

Stilllegungsphase: Zeitraum vom Ende der Ablagerungsphase der Deponie oder eines Deponieabschnitts bis zur endgültigen Stilllegung der Deponie

Die einzelnen Phasen sind in Abb. 1 graphisch dargestellt.

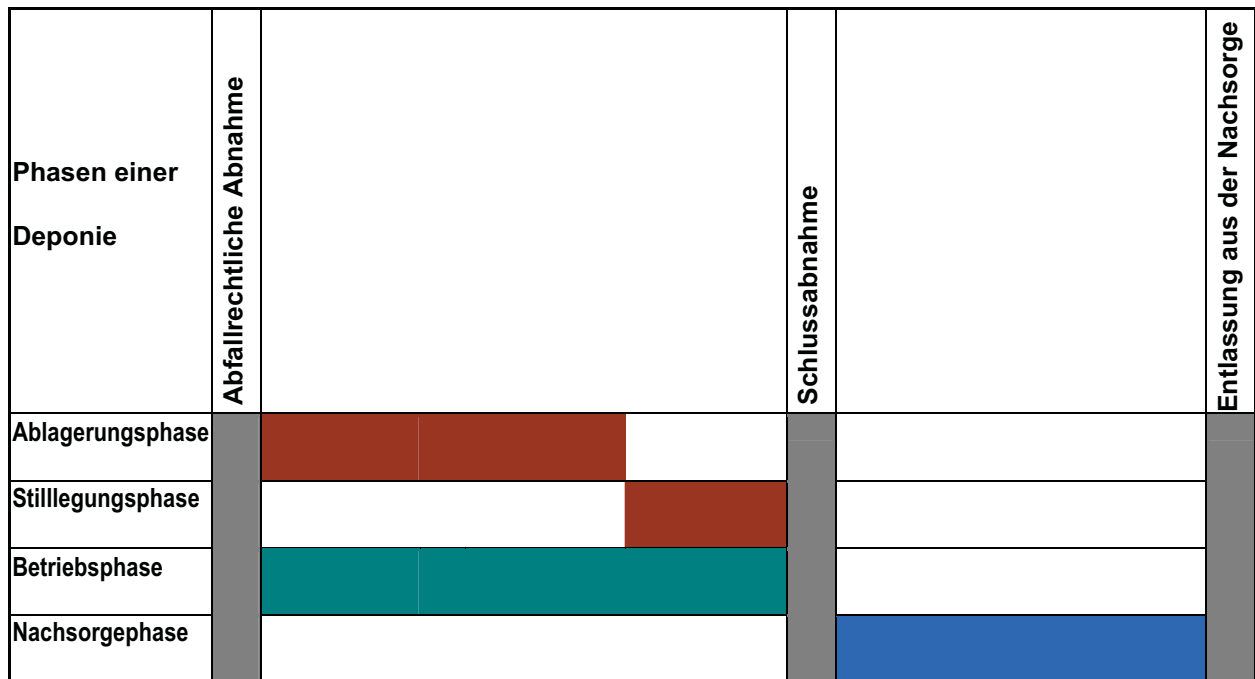


Abb. 1: Phasen einer Deponie

Die oben definierten Begriffe werden aber in den Vorschriften nicht immer genau abgegrenzt verwendet. Der Begriff der Nachsorgekosten wird nicht definiert. Aus diesem Grund wird diesem Beitrag eine Definition von Seiten der Autoren beigelegt (Kap. 4).

3 Rechtliche sowie inhaltliche Grundlagen und Festlegungen

Die Notwendigkeit zur Ermittlung der Nachsorgekosten (oder besser: Folgekosten) für Deponien leitet sich aus gebührenrechtlichen Gegebenheiten und aus Vorgaben des KrW-/AbfG, der Dritten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall) und der Deponieverordnung (DepV) ab.

Regelungen zur Nachsorgephase, d. h. den Zeitraum nach vollständiger Stilllegung einer Deponie sind in § 36 KrW-/AbfG, in Nr. 10.7.2 TA Siedlungsabfall sowie den §§ 12, 13 und 19 DepV enthalten. Hierzu wird zunächst in § 36 KrW-/AbfG vermerkt:

„(1) Der Inhaber einer Deponie hat ihre beabsichtigte Stilllegung der zuständigen Behörde unverzüglich anzuzeigen. ...“

„(2) Soweit entsprechende Regelungen noch nicht in dem Planfeststellungsbeschluss nach § 31 Abs. 2, der Genehmigung nach § 31 Abs. 3, in Bedingungen und Auflagen nach § 35 oder den für die Deponie geltenden umweltrechtlichen Bestimmungen enthalten sind, hat die zuständige Behörde den Inhaber der Deponie zu verpflichten

1. auf seine Kosten das Gelände, das für eine Deponie nach Absatz 1 verwandt worden ist, zu rekultivieren,

2. auf seine Kosten alle sonstigen erforderlichen Vorkehrungen, einschließlich der Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen während der Nachsorgephase, zu treffen, um die in § 32 Abs. 1 bis 3 genannten Anforderungen auch nach Stilllegung zu erfüllen, und

3. der zuständigen Behörde alle Überwachungsergebnisse zu melden, aus denen sich Anhaltspunkte für erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen ergeben.

Besteht der Verdacht, dass von einer stillgelegten Deponie nach Absatz 1 schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausgehen, so finden für die Erfassung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung die Vorschriften des Bundes-Bodenschutzgesetzes Anwendung“.

„(3) Die zuständige Behörde hat den Abschluss der Stilllegung festzustellen (endgültige Stilllegung).“

„(4)...“

„(5) Die zuständige Behörde hat auf Antrag den Abschluss der Nachsorgephase festzustellen.“

In Bezug auf die Nachsorgephase, d. h. den Zeitraum nach vollständiger Schließung bzw. Stilllegung der Deponie sind in Nr. 10.7.2 TA Siedlungsabfall folgende Regelungen festgelegt:

"Deponien bedürfen der Nachsorge. Die Nachsorgephase beginnt mit der Schlussabnahme. In der Nachsorgephase sind insbesondere Langzeitsicherungsmaßnahmen und Kontrollen des Deponieverhaltens nach Nr. 10.6.6. sowie nach Anhang G der TA Abfall durchzuführen und zu dokumentieren. Die Kontrollen und Maßnahmen in der Nachsorgephase sind vom Deponiebetreiber im Rahmen der Kontrollen nach Nr. 10.6.6. sowie nach Anhang G der TA Abfall so lange durchzuführen, bis die zuständige Behörde ihn aus der Nachsorgephase entlässt".

Ziel der Kalkulation der Folgekosten von Deponien ist es, alle Kosten, die durch abgelagerte Abfälle entstehen den Abfallproduzenten zuzuordnen, so dass dieser alle durch den von ihm produzierten Kosten über die jeweilige Müllgebühr trägt. Bereits im Jahre 1989 wurde vom Landkreistag Baden-Württemberg ein Grundraster zur Ermittlung der

"Nachsorgekosten" bei Hausmülldeponien erarbeitet (Landkreistag Baden-Württemberg 1989).

4 Abgrenzung der Begriffe Deponienachsorge- und Deponiefolgekosten

Aus rein betriebswirtschaftlicher Sicht beginnen die Kosten, welche für den Abschluss einer Deponie rückzustellen sind nicht erst in der Nachsorgephase bzw. mit der Schlussabnahme gemäß TA Siedlungsabfall sondern bereits mit der sogenannten Stilllegungsphase nach der Anlieferung der "letzten Tonne Abfall" und somit direkt nach Verfüllung der Deponie, da ab diesem Zeitpunkt keine Einnahmen durch Deponiegebühren mehr erzielt werden können.

Entsprechend dieser Grundlage sind alle nachfolgenden Maßnahmen wie auch das Aufbringen der Oberflächenabdichtung, die Rekultivierung und der Rückbau von Betriebseinrichtungen in der Folgekostenberechnung zu berücksichtigen, soweit sie nicht bereits in der Ablagerungsphase erfolgen konnten.

Der häufig verwendete Begriff "Nachsorgekosten" sollte deshalb besser durch den Begriff "Folgekosten" ersetzt werden, da der Begriff "Nachsorge" sich auf einen Zeitraum nach der Schlussabnahme bis zur Entlassung aus der Nachsorgephase der Deponie bezieht. Der betriebswirtschaftlich zu erfassende Zeitraum entspricht somit nicht der abfallrechtlich definierten Nachsorgephase, wie sie z. B. Bräcker (1996) beschreibt sondern bereits mit der Stilllegungsphase des letzten Deponieabschnitts. Siehe hierzu Abbildung 2.

Die einzelnen Phasen der Stilllegung von Deponien lassen sich jedoch in der Praxis nicht immer so eindeutig trennen, wie dies in Abb. 2 aufgezeigt ist. So sind z. B. während der Nachsorgephase eventuell noch Einrichtungen zu betreiben (Sickerwasserreinigungsanlage, Deponiegasfassung und -verwertung). Diese können dann erst während oder nach der Nachsorgephase rückgebaut werden. Es entstehen somit u. U. auch in dieser Phase Aufwendungen über das reine Monitoring hinaus. Der Umfang der Folge- und Nachsorgemaßnahmen richtet sich maßgeblich nach den Anforderungen der TA Siedlungsabfall (insbes. Anhang G der TA Abfall) und nach den in den jeweiligen Planfeststellungsbeschlüssen enthaltenen Auflagen sowie den Auflagen der Genehmigungsbehörden. Es wäre zukünftig auch folgende Unterscheidung möglich:

Nachsorgekosten: Kosten, welche im Nachsorgezeitraum einer Deponie anfallen.

Folgekosten: Alle Kosten, welche im Stilllegungs- und Nachsorgezeitraum einer Deponie anfallen.

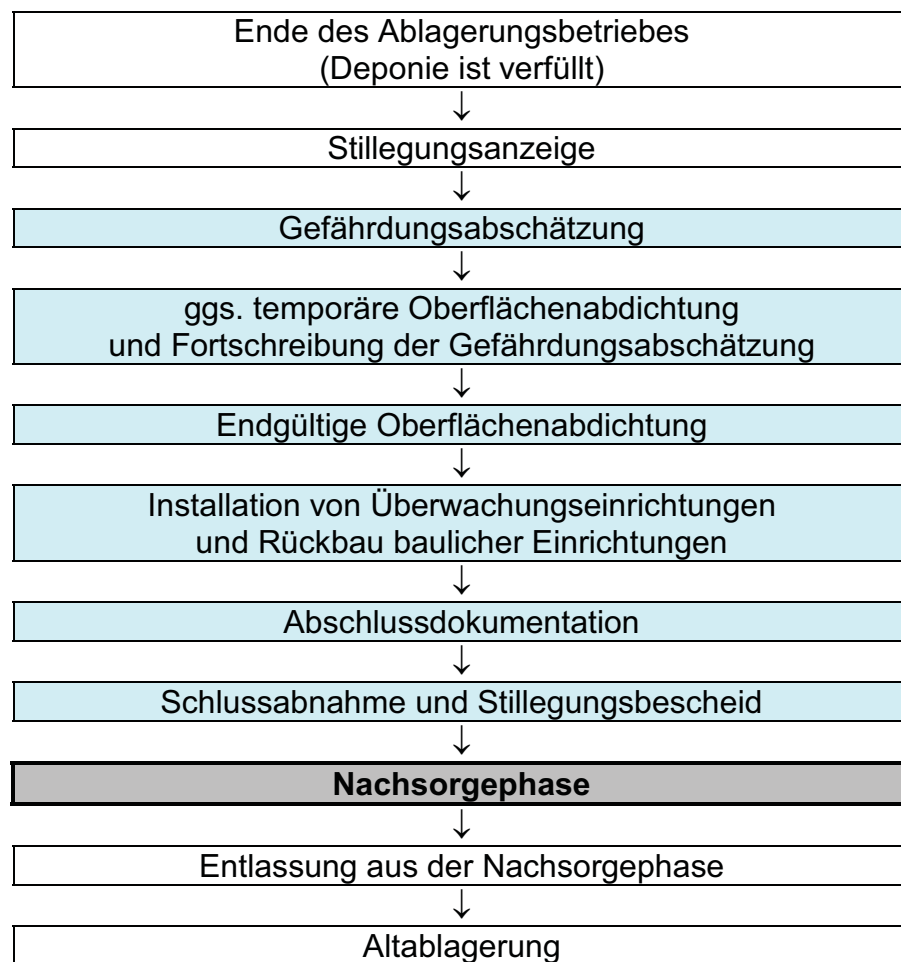


Abb. 2: Ablauf der Stilllegung von Deponien aus abfallrechtlicher Sicht nach Bräcker (1996), verändert (die hinterlegten Phasen sind im Rahmen der Folgekostenermittlung zu berücksichtigen)

5 Neuerungen durch die Deponieverordnung

In § 12 DepV wird die Stilllegung von Deponien geregelt. In der Stilllegungsphase hat der Betreiber von Deponien der Klassen 0, III und IV unverzüglich alle Maßnahmen durchzuführen, um zukünftige negative Auswirkungen der Deponie (oder des Deponieabschnittes) auf die in § 10 Abs. 4 des KrW-/AbfG genannten Schutzgüter zu verhindern. Für die Deponien der Klassen I und II sind diese Festlegungen in Kap. 10.7 aufgeführt TA Siedlungsabfall (TASi) getroffen, so dass sie nicht mehr mit aufgeführt werden.

Durch die DepV werden zwar die einzelnen Phasen einer Deponie definiert. Leider stimmt die Definition nicht völlig mit der Verwendung in der TASi überein. In der TASi wird eine Deponie nach der Stilllegung abgedichtet. Danach wird eine Schlussabnahme durchgeführt und die Deponie in die Nachsorgephase überführt.

Eine endgültige Klärung der häufig gestellten Frage, ob die Nachsorgekosten, für welche Rückstellungen gebildet werden müssen, die Kosten der Oberflächenabdichtung

enthalten dürfen oder nicht, ist somit noch immer nicht gegeben. Die Autoren sind jedoch nach wie vor der Ansicht, dass selbstverständlich für alle Kosten, welche nach der Ablagerungsphase anfallen, Rückstellungen gebildet werden dürfen bzw. müssen. Nach Ansicht der Autoren geht dies unmissverständlich aus § 36 Abs. 2 KrW-/AbfG hervor. In den folgenden Ausführungen ist daher die Oberflächenabdichtung ein Kostenpunkt in der Ermittlung der Folgekosten.

Die Aufbringungen einer temporären Oberflächenabdichtung oder –abdeckung ist nach § 12 Abs. 5 DepV nach wie vor möglich.

Gemäß Abs. 4 und 5 § 13 DepV kann eine Deponie auf Antrag des Betreibers aus der Nachsorge entlassen werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten (und deren Einhaltung durch die zuständige Behörde geprüft wurde):

- 1. Biologische Abbauprozesse oder sonstige Umsetzungs- und Reaktionsvorgänge sind weitgehend abgeklungen,*
- 2. eine Gasbildung ist soweit zum Erliegen gekommen, dass keine aktive Entgasung erforderlich ist und schädliche Auswirkungen auf die Umgebung durch Gasmigrationen ausgeschlossen sind,*
- 3. Setzungen soweit abgeklungen sind, dass verformungsbedingte Beschädigungen des Oberflächenabdichtungssystems für die Zukunft ausgeschlossen werden können,*
- 4. die Oberflächenabdichtung und die Rekultivierung sind in einem funktionstüchtigen Zustand, der durch die derzeitige und geplante Nutzung nicht beeinträchtigt werden kann; es ist sicherzustellen, dass dies auch bei Nutzungsänderungen gewährleistet ist,*
- 5. Oberflächenwasser wird von der Deponie sicher abgeleitet,*
- 6. die Deponie ist insgesamt dauerhaft standsicher,*
- 7. die Unterhaltung baulicher und technischer Einrichtungen ist nicht mehr erforderlich; ein Rückbau ist gegebenenfalls erfolgt,*
- 8. gegebenenfalls anfallendes Sickerwasser kann entsprechend den wasserrechtlichen Vorschriften eingeleitet werden und*
- 9. die Deponie verursacht keine Grundwasserbelastungen, die eine weitere Beobachtung oder Sanierungsmaßnahmen erforderlich machen.*

Dies zeigt, dass neben den Maßnahmen zur Überwachung und den Kontrollen alle Maßnahmen zur Sickerwasser- und Deponiegasfassung und –behandlung, sowie auch der Rückbau baulicher oder technischer Einrichtungen in die Nachsorgephase gehören und somit deren Kosten über eine entsprechende Rücklage zu finanzieren sind. We-

sentliche Neuerungen gegenüber der bisher geübten Praxis sind jedoch durch § 13 DepV nicht gegeben.

Eine Neuerung ist jedoch in § 19 DepV gegeben, in welchem die Sicherheitsleistungen für Deponien geregelt werden. In Abs. 3 des Paragraphen wird bestimmt, dass in der Berechnung der Höhe der Sicherheiten bei den Deponien der Klassen I, II, III und IV ein Nachsorgezeitraum von mindestens 30 Jahren und bei Deponien der Klasse 0 ein Nachsorgezeitraum von mindestens zehn Jahren zu berücksichtigen ist. Von einer Sicherheitsleistung soll gem. § 19 Abs. 6 abgesehen werden, wenn die Deponie durch eine öffentlich-rechtliche Körperschaft betrieben wird.

6 Neuerungen durch die Deponieverwertungsverordnung

Die Deponieverwertungsverordnung soll die Scheinverwertung von Abfällen auf Deponien, zum Beispiel zur Endprofilierung nach der Verfüllung oder Schließung der Deponie verhindern und soll ab 2005 die Verwertung von Abfällen auf Deponien abschließend regeln. Zwar ist die Verwertung von Abfällen im Bereich des Deponiekörpers in der Stilllegungsphase noch möglich, wird aber durch Randbedingungen deutlich eingeschränkt. So darf die Profilierung nur so erfolgen, dass sie eindeutig Rohstoffe ersetzt. Kann eine Profilierung auch durch Umlagerung geschehen, so hat dies Vorrang, solange die Maßnahme verhältnismäßig ist (Wagner 2004).

Durch die Deponieverwertungsverordnung werden daher in Zukunft Profilierungsmaßnahmen in großem Umfang verhindert. (z. B. Deponie Pfuhl: 800.000 t Z 2-Material, Deponie Ulm-Eggingen: ca. 800.000 t Z 2-, Z 3- und Z 4-Material). Deponiebetreiber, die in ihrer Folgekostenberechnung entsprechende Einnahmen aus der Profilierung angesetzt haben müssen neu kalkulieren.

7 Arten von Folgekosten

Die Folgekosten können unterschieden werden in

- Investitionskosten, welche einmalig anfallen und
- zeitabhängige Kosten.

Zu den ersteren gehören die Aufwendungen für die Herstellung der Oberflächenabdichtung, die Aufbringung der Rekultivierung oder der Rückbau betrieblicher und baulicher Einrichtungen. Diese Kosten können relativ genau auf der Grundlage heutiger Kosten ermittelt werden. Weniger genau lässt sich der Zeitpunkt des Anfalles der Investitionen sowie die Kostensteigerung bis zu diesem Zeitpunkt angeben.

Die zeitabhängigen Kosten sind durch Betrieb, Wartung und Reparatur weiter zu betreibender oder zu überwachender Einrichtungen sowie die Überwachung (Monitoring, Kontrollen). Zu den o. g. Unabwägbarkeiten kommt noch die heute nur schwer kalkulierbare Dauer des Nachsorgezeitraumes hinzu, über welchen die kostenverursachenden Maßnahmen durchgeführt werden müssen.

Stachowske (1997) unterteilt die Folgekosten auch ein in

- kalkulierbare Kosten,
- bedingt kalkulierbare Kosten und
- nicht kalkulierbare Kosten.

Zu den (zumindest auf heutiger Basis) kalkulierbaren Kosten zählen die Investitionskosten, jährliche Aufwendungen für Wartung und Unterhalt betrieblicher und baulicher Einrichtungen und die Kosten für das Monitoring.

Bedingt kalkulierbar sind derzeit Betriebskosten für die Sickerwasserreinigung und die Deponiegasbehandlung.

Nicht kalkulierbar sind Kosten aufgrund von Änderungen der gesetzlichen Grundlagen oder aufgrund von unvorhersehbaren Schäden (plötzliches Versagen von Einrichtungen, katastrophale Ereignisse).

Letztere können naturgemäß nicht Bestandteil einer Folgekostenberechnung sein. Hier kommen eher versicherungstechnische Überlegungen zum tragen. Stachowske (1997) regt hierzu z. B. die Bildung eines Fonds an. Auch durch Risikobetrachtungen können hier nur ansatzweise die möglichen Kosten ermittelt werden, da kaum statistische Angaben zur Versagenswahrscheinlichkeit und zu den Häufigkeit des Eintritts entsprechender Schäden vorhanden sind.

8 Festlegung des Nachsorgezeitraumes

Die Festlegung des Zeitraumes der Nachsorgephase obliegt gemäß Nr. 10.7.2 TA Siedlungsabfall der zuständigen Behörde. Gemäß DepV ist eine Sicherheitsleistung für Deponien der Klassen I bis IV für mindestens 30 Jahre zu kalkulieren. Ob dies auch für öffentlich-rechtliche Körperschaften gilt, welche von der Stellung einer Sicherheit befreit sind, konnte bislang nicht abschließend geklärt werden. Die DepV ist noch zu neu, Aussagen zu dieser Thematik werden von Seiten der Behörden erst noch zu treffen sein. Bis heute sind daher keine konkreten Angaben dazu möglich, welchen Zeitraum die Behörden wählen werden. Der Zeitraum, der sich unmittelbar auf die Kosten auswirkt, musste deshalb bisher auf der Grundlage technischer, betriebswirtschaftlicher und öko-

logischer Kriterien vom Deponiebetreiber oder einem Gutachter festgelegt werden. Diese Kriterien sind nun in § 13 DepV definiert (s. o.).

Auf der Grundlage der heutigen in vielen Bereichen noch unzureichenden Kenntnisse ist die Festlegung des jeweiligen Nachsorgezeitraumes für eine Deponie nur unter gewissen Vorbehalten möglich. Nachsorgekostenberechnungen sind daher auch regelmäßig zu überarbeiten und auf der Grundlage neuer Regelungen und Kenntnisse zu überprüfen. Bisher wurde in der Regel davon ausgegangen, dass der Nachsorgezeitraum einerseits in einer betriebswirtschaftlich sinnvoll zu betrachtenden Zeit enden muss, andererseits jedoch mindestens so lange anzusetzen ist, wie relevante Emissionen aus dem Deponiekörper austreten können, bzw. relevante Vorgänge im Deponiekörper zu erwarten sind (Setzungen, Deponiegasbildung, Anfall von Sickerwasser, Bildung erhöhter Temperaturen etc.). Dieser Ansatz wird nun durch § 13 DepV bestätigt.

Deponien bilden nach heutigem Verständnis ein Endlager für die dort abgelagerten Abfälle. Sie bestehen somit über einen praktisch unendlichen Zeitraum. Es ist daher davon auszugehen, dass eine Deponie zu keiner Zeit völlig "vergessen" werden darf. Des Weiteren ist die Deponie ein Ingenieurbauwerk und weist als solches (wie z. B. auch eine Oberflächenabdichtung) eine endliche, wenn auch unter Umständen sehr lange Lebensdauer auf. Da mit sehr langen oder gar unendlichen Zeiträumen weder ingenieurtechnisch noch betriebswirtschaftlich sinnvoll gerechnet werden kann, ist somit ein Kompromiss zwischen den maximal zu betrachtenden Zeiträumen und der tatsächlichen „aktiven“ Nachsorge zu treffen.

Bei der Betrachtung der Nachsorgezeiträume ist zu unterscheiden zwischen Deponien, deren Gefährdungspotential grundsätzlich sehr niedrig ist (z. B. reinen Erddeponien oder Deponien der Klasse 0), Inertstoffdeponien, in denen keine biochemischen Umsetzungsvorgänge auftreten (Deponien gemäß der Deponieklassen I und II gemäß TA Siedlungsabfall, bzw. ehemalige Bauschuttdeponien) und herkömmlichen Hausmülldeponien ("Reaktordeponien", Deponien mit organischen Inhaltsstoffen). Gesondert zu betrachten sind sicherlich Deponien mit sehr großem Gefährdungspotential (Deponien der Klassen III und IV).

Für reine Erddeponien (bisher sog. Z 0-Deponien, unbelasteter Erdaushub) ist im wesentlichen ein Nachsorgezeitraum anzusetzen, der gewährleistet, dass das Rekultivierungsziel erreicht wird, da eine längerfristige Überwachung potentieller Emissionen in das Grundwasser oder die Atmosphäre nicht erforderlich wird. Diese Deponien werden mangels anderer Einstufungsmöglichkeiten gemäß DepV als Deponieklasse 0 angesehen.

Für Inertstoffdeponien, wie sie durch die TA Siedlungsabfall für die Deponieklassen I und II definiert sind, liegen derzeit noch keine Erfahrungen hinsichtlich der erforderli-

chen Nachsorgezeiträume vor. In Inertstoffdeponien (vor allem Schlackedeponien) können sich im Deponiekörper hohe Temperaturen (bis 100 °C) ergeben, die evtl. überwachungsrelevant sind. Der Zeitraum zur Überwachung der Inertstoffdeponien muss daher über eine Abschätzung auf der Grundlage der heutigen Kenntnisse vorgenommen werden, beträgt jedoch mindestens 30 Jahre (§ 19 DepV).

Für Hausmülldeponien ist ein Nachsorgezeitraum anzulegen, der berücksichtigt, dass noch über längere Zeiträume mit relevanten Emissionen (Deponiegas, Sickerwasser) zu rechnen ist. Hierbei sind der Zeitpunkt der Aufbringung der Oberflächenabdichtung und deren Dichtigkeit bzw. Wirkungsgrad entscheidende Kriterien. Durch die Aufbringung einer Oberflächenabdichtung gemäß Deponieklasse II TA Siedlungsabfall oder gleichwertigen Abdichtungssystemen wird der Zutritt von Niederschlagswasser und der Austritt von Deponiegas über die Oberfläche weitestgehend unterbunden.

Ein hochwertiges Oberflächenabdichtungssystem lässt, solange es intakt ist, nach Egloffstein und Burkhardt (1996) nur noch geringste Perkolationen im Bereich von deutlich unter 1 % des Niederschlages zu. Eine solche in den Deponiekörper eintretende Wassermenge führt aufgrund des Speichervermögens des Müllkörpers, des Wasseraustrages über die Entgasung und des Wasserverbrauchs aufgrund der anaeroben Abbauvorgänge nicht mehr zu einem relevanten Sickerwasseranfall. Ab dem Zeitpunkt der Fertigstellung der Oberflächenabdichtung fällt somit nur noch Sickerwasser aus Konsolidationsvorgängen an. Es kann davon ausgegangen werden, dass Konsolidationswasser spätestens nach dem Abklingen der Setzungen nicht mehr auftritt (Beobachtungen zeigen, dass nach einer qualifizierten Abdichtung die Sickerwassermengen sehr schnell zurückgehen, siehe hierzu Abb. 3).

Beobachtungen auf einer Deponie, welche fast ausschließlich mit einer Kunststoffdichtungsbahn abgedichtet wurde, lassen den Schluss zu, dass der Sickerwasseranfall sehr rasch zurückgeht. Es ist davon auszugehen, dass nach ca. 5 Jahren kein relevanter Sickerwasseranfall mehr zu verzeichnen ist.

Die Setzungen bzw. Sackungen des Hausmüllkörpers hängen weitgehend mit dem Masseverlust durch die Deponiegasbildung zusammen. Aus diesem Grunde kann die Deponiegasbildung als maßgebend für die Bemessung des Nachsorgezeitraumes bei herkömmlichen Hausmülldeponien angesehen werden.

Auch die Deponiegasbildung wird durch eine Oberflächenabdichtung beeinflusst. Da der Deponiekörper nicht mehr von Niederschlagswasser durchströmt wird, kann er partiell austrocknen bzw. wird ein Nährstofftransport durch das Wasser unterbunden. Die Umsetzungsprozesse sind jedoch auf einen bestimmten Wassergehalt bzw. einen Nährstofftransport (z. B. beim Abbau von Papier) angewiesen.

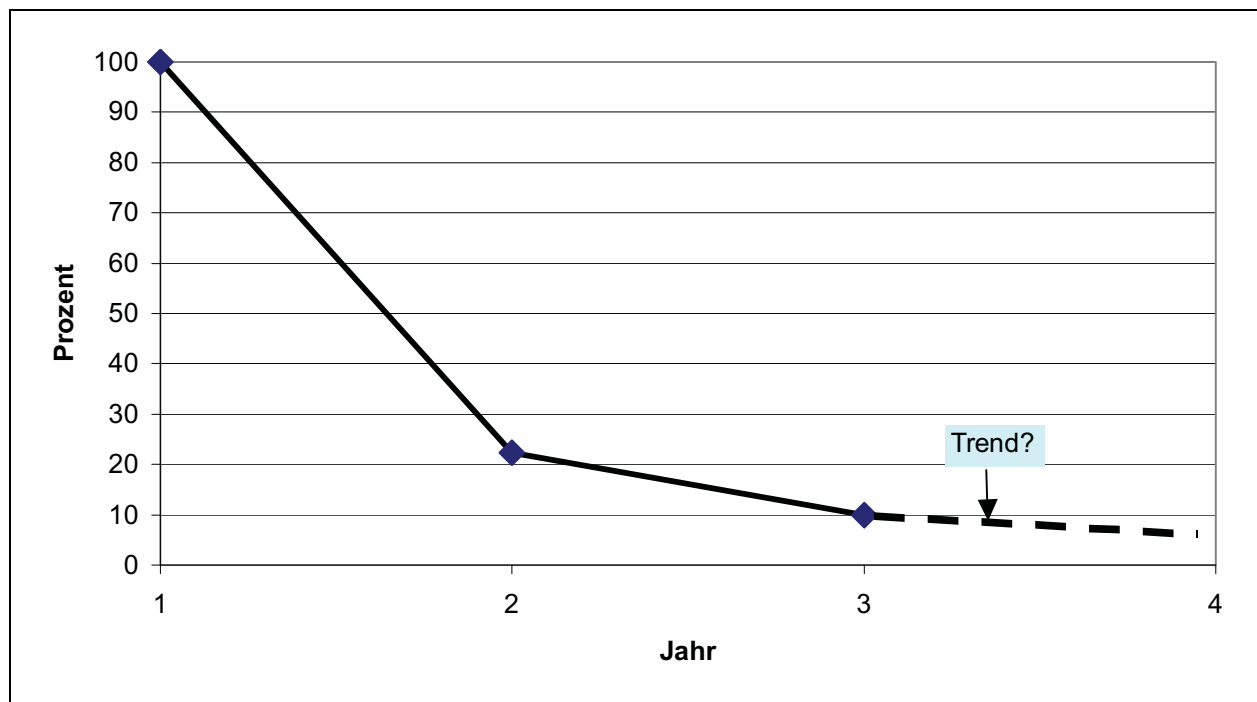


Abb. 3: Prozentualer Rückgang der Sickerwassermenge nach Abdichtung einer Deponie mittels KDB im Jahre 1 (Burkhardt und Egloffstein 2003)

Ab einem Wassergehalt von etwa 20 % und weniger, kommt ein biochemischer Abbau praktisch ganz zum Erliegen. Da Hausmüll-Deponiekörper im allgemeinen einen durchschnittlichen Wassergehalt von mindestens 35 % aufweisen und eine völlige Austrocknung über die Entgasung nicht zu befürchten ist, wird weiterhin eine Gasbildung stattfinden. Erste Untersuchungen durch Nienhaus und Krümpelbeck (1996) bestätigen diese Annahme. Sie zeigen aber auch, dass die Deponiegasbildung nach oberflächlicher Abdichtung einer Hausmülldeponie stark zurückgeht. Längerfristige und verallgemeinerungsfähige Untersuchungen an Deponien mit Oberflächenabdichtungen gemäß Deponieklasse II der TA Siedlungsabfall auf Hausmülldeponien liegen derzeit noch nicht vor.

In der Fachliteratur sind bisher meist nur allgemeine Angaben zur Nachsorgedauer bei Hausmülldeponien zu finden, die in der Regel etwa Zeiträume von 30 bis 80 Jahren nennen. Burkhardt (1992) hat bereits 1992 vorgeschlagen, den Nachsorgezeitraum anhand der Gasbildung zu berechnen. Ab einem für jede Deponie individuell zu bestimmenden Zeitraum ist die Aufrechterhaltung einer aktiven Entgasung nicht mehr gerechtfertigt. Danach sind die Einrichtungen der aktiven Entgasung rückzubauen und eine passive Entgasung einzurichten. Diese kann z. B. so aussehen, dass Biofilter (Kompostfilter) eingerichtet werden, oder das Gas in die Flächendränage oberhalb der Abdichtung eingeleitet wird. Dort kann es sich flächig ausbreiten, im Randgrabenbereich emittieren oder den überlagernden Boden durchwandern, wobei es weitgehend abgebaut wird. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Bewuchs nicht beschädigt wird bzw. keine unzulässigen Emissionen auftreten.

In der Fachliteratur werden z. B. durch Tabasaran und Rettenberger (1987) Methankonzentrationen (an der Deponieoberfläche mittels FID gemessen) von 70 bis 100 ppm angegeben, bei denen keine schädlichen Auswirkungen (Gerüche, Schäden am Bewuchs) durch flächig emittierendes Deponiegas mehr festzustellen sind. Da eine gleichmäßige Durchströmung der Rekultivierungsschicht nicht gewährleistet werden kann und auch Situationen wie z. B. Frost im Oberboden zu beachten sind, sollte ein niedrigerer Wert von 10 ppm bzw. entsprechend ca. 0,578 l/m² x h als Grenzwert für den Rückbau der Entgasung angesetzt werden (1 ppm Methan, mittels FID an der Deponieoberfläche gemessen, entspricht nach Tabasaran und Rettenberger (1987) etwa einem Emissionsmassenstrom von $5,78 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ Deponiegas). Dieser Wert stellt in etwa auch einem (FID-) Messwert dar, der in unbelasteten bewachsenen Flächen ermittelt werden kann. Auch wenn die oben genannten Werte grobe Vereinfachungen enthalten, kann hiermit eine sinnvolle Größenordnung für die zulässige restliche Gasbildung gefunden werden.

Bei einer Passage durch die Rekultivierungsschicht wird die Deponiegasmenge durch aerobe biochemische Vorgänge vor allem im belebten Oberboden nochmals reduziert. Dies sollte mittels einer Erfolgskontrolle (Begehung mit FID) über einige Jahre kontrolliert werden.

Für größere Hausmülldeponien ergeben sich auf diese Weise meist Nachsorgezeiträume im Bereich von ca. 40 Jahren. Da ab 2005 jedoch kein Abfall mehr abgelagert werden darf, der eine Deponiegasbildung zulässt, wird der Nachsorgezeitraum für Hausmülldeponien, die nach 2005 und 2009 noch weiter betrieben werden, eher zurück gehen (Minimum 30 Jahre gem. DepV).

9 Berechnung der Folgekosten (Nachsorgekosten)

Die Folgekosten sollten bei der Berechnung übersichtlich und überprüfbar aufgeführt werden. Es sollten nicht nur pauschale Summen genannt sein, die in keiner Weise prüfbar sind und bei einer Fortschreibung der Kostenberechnung nicht nachvollzogen werden können. Es empfiehlt sich daher eine Auflistung in der Art eines Leistungsverzeichnisses. Hierbei können die Kosten z. B. nach Burkhardt und Egloffstein (1996) in folgende Kostenhauptgruppen untergliedert werden:

1. Oberflächenwasserableitung (Bau und Betrieb bzw. Unterhalt)
2. Oberflächenabdichtung (Bau- und Baunebenkosten)
3. Rekultivierung (Herstellung und Pflege)
4. Sickerwasserbeseitigung/-reinigung (Betriebskosten)