

Fulgurit-Asbesthalde Wunstorf-Luthe Oberflächenabdichtung

Gutachtliche Stellungnahme zur Nachsorge

Auftraggeber:

Region Hannover

Team 36.08

Postfach 147

30001 Hannover

Hamburg, den 30.11.2009

Dieses Gutachten umfasst Deckblatt, Inhaltsverzeichnis und 15 Textseiten. Es dient der Information des Auftraggebers und der zuständigen Genehmigungsbehörde und darf Dritten ohne Zustimmung der Autoren nicht zugänglich gemacht werden.

Geschäftsführende Gesellschafter
Dr. habil. Stefan Melchior
Dipl.-Ing. Wolfgang Wittpohl
Beratende Ingenieure VBI

Bankverbindung
Hamburger Sparkasse
BLZ: 200 505 50
Konto: 1238 116 964

Hamburg
Karolinenstraße 6
20357 Hamburg
info@mplusw.de

Wörrstadt
Hermannstraße 65
55286 Wörrstadt
woerrstadt@mplusw.de



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung.....	1
2	Unterlagen	2
3	Rechtliche und fachtechnische Grundlagen der Nachsorge.....	3
3.1	Rechtsgrundlagen.....	3
3.2	Fachtechnische und betriebswirtschaftliche Grundlagen	6
4	Dauer und Kosten der Nachsorge der Fulgurit-Halde	12
4.1	Nachsorgedauer	12
4.2	Kosten	14



1 Veranlassung

Die ehemalige Firma Fulgurit Werke GmbH hat von 1912 bis 1993/94 an der Adolf-Oesterheld-Straße in Wunstorf-Luthe ein Werk zur Herstellung von Asbestzementprodukten betrieben. Von 1930 bis etwa 1973 wurden im nordwestlichen Bereich des Betriebsgeländes die Produktionsrückstände Asbestzementschlamm und Asbestzementscherben aufgehaldet. Diese Betriebsdeponie wurde durch die Bezirksregierung Hannover als bestehende Abfallbeseitigungsanlage im Sinne des § 35 KrW-/AbfG dem Abfallrecht zugeordnet und im März 2007 stillgelegt. Die Region Hannover, Team 36.08, hat die melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (m+w) am 14.04.2009 auf der Grundlage des Leistungs- und Honorarangebotes vom 01.04.2009 mit der Grundlagenermittlung und Vorplanung einer Oberflächenabdichtung für die Fulgurit-Halde in Wunstorf-Luthe, Flur 3, Flurstück 72/26 beauftragt. Der Bericht vom 02.06.2009 dokumentiert die Grundlagenermittlung und Vorplanung und enthält Angaben zu folgenden Themen:

- Standort- und Objektbeschreibung
- Geotechnische Randbedingungen für die Haldensicherung
- Oberflächenabdichtungssysteme
- Böschungssicherung
- Kubaturplanung
- Entwässerung
- Baubegleitender Sicherheits- und Gesundheitsschutz
- Kostenschätzung
- Empfehlung

Im Anschluss an die Vorplanung beauftragte die Region Hannover m+w am 08.10.2009 mit der Erstellung einer gutachtlichen Stellungnahme zur voraussichtlichen Dauer der Nachsorge der mit einer Oberflächenabdichtung gesicherten Fulgurit-Halde, um auf dieser Grundlage den Kostenvergleich zwischen Sicherung durch Oberflächenabdichtung und Sanierung durch Abtrag und Entsorgung führen zu können. Die vorliegende Stellungnahme befasst sich mit den technischen und rechtlichen Randbedingungen der Nachsorge und stellt die wesentlichen Kosten zusammen. Die Zusammenstellung und Bewertung der rechtlichen Randbedingungen im Hinblick auf die Aufgabenstellung stellt weder eine juristische Beratung dar noch kann sie eine solche ersetzen.



2 Unterlagen

Die bei der melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft zur Fulgurit-Hlade in Wunstorf-Luthe vorliegenden Unterlagen (V1 bis V9 und P1 bis P15) sind im Vorplanungsbericht aufgelistet. Sie werden durch den Vorplanungsbericht ergänzt, der die Objekt- und Standortinformationen zusammenfasst:

P16	melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft (2009) Fulgurit-Asbesthalde Wunstorf-Luthe. Planung einer Oberflächenabdeckung. Bericht über Vorplanung. Im Auftrag der Region Hannover, Team 36.08. Hamburg, 02.06.2009, 52 S. + 7 Anlagen
------------	---

Auf folgende weiteren Unterlagen wird in der vorliegenden gutachtlichen Stellungnahme Bezug genommen (Nummerierung in Fortsetzung der Unterlagenliste in [P16]):

L1	KrW-/AbfG - Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (1994) Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 22.12.2008 (BGBl. I S. 2986)
L3	DepV - Deponieverordnung (2009) Verordnung über Deponien und Langzeitlager. (= Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.04.2009). BGBl. I, Nr. 22, S. 900
L14	focon mbH (2000) Arbeitshilfe Anforderungen an eine Sanierungsuntersuchung unter Berücksichtigung von Nutzen-Kosten-Aspekten. In: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz (MALBO), Band 11, 178 S. + 4 Anhänge
L15	Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, Mainz (Hrsg.) (2002) Leitfaden für den Abschluss und die Nachsorge von Hausmülldeponien. Mainz & Stuttgart, 39 S. + 1 Anlage
L16	ITVA - Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. (2003) Handlungsempfehlung H1-1: Nachsorge und Überwachung von sanierten Altlasten. Berlin, 71 S.
L17	Stegmann, R., Heyer K.-U., Hupe, K., Willand, A. (2006) Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge. Umweltforschungsplan 204 34 327 (Abfallwirtschaft) im Auftrag des Umweltbundesamtes. Berlin, 172 S.
L18	Stief, K. (2009) Abschluss der Nachsorgephase von Deponien - Mehr Fragen als Antworten? Müll und Abfall, 40. Jg., Heft 8, S. 406 - 411
L19	Klett, W. (2009) Rechtliche und technische Voraussetzungen für die Entlassung einer Deponie aus der Nachsorgephase. In: Egloffstein, T. & G. Burkhardt (Hrsg.): Abschluss und Rekultivierung von Deponien und Altlasten 2009, S. 63-67



3 Rechtliche und fachtechnische Grundlagen der Nachsorge

3.1 Rechtsgrundlagen

Die Nachsorge von stillgelegten Deponien wird in der DepV [L3] in den §§ 11, 12 und 24 geregelt.

Nach § 11 kann die zuständige Behörde *„auf Antrag des Deponiebetreibers die Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen nach § 12 aufheben und nach § 36 Absatz 5 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes den Abschluss der Nachsorgephase feststellen.“*

Die Maßnahmen zur Kontrolle, Verminderung und Vermeidung von Emissionen, Immissionen, Belästigungen und Gefährdungen sind in § 12 DepV geregelt.

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz gibt in § 36d Absatz 1 [L1] für Deponiebetreiber vor, dass sie finanzielle Sicherheiten für eine Mindestdauer der Nachsorge von 30 Jahren vorhalten müssen. Eine Festlegung der erforderlichen Nachsorgedauer ist in [L1] und [L3] nicht enthalten.

Als Entscheidungsgrundlagen beschreibt die DepV [L3] im Anhang 5, Punkt 10 folgende qualitative Prüfkriterien, die dem Deponiebetreiber sowie der zuständigen Behörde eine Entscheidungsgrundlage für die Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase an die Hand gibt:

- „1. Umsetzungs- oder Reaktionsvorgänge sowie biologische Abbauprozesse sind weitgehend abgeklungen.*
- 2. Eine Gasbildung findet nicht statt oder ist so weit zum Erliegen gekommen, dass keine aktive Entgasung erforderlich ist, austretende Restgase ausreichend oxidiert werden und schädliche Einwirkungen auf die Umgebung durch Gasmigration ausgeschlossen werden können. Eine ausreichende Methanoxidation des Restgases ist nachzuweisen.*
- 3. Setzungen sind so weit abgeklungen, dass setzungsbedingte Beschädigungen des Oberflächenabdichtungssystems für die Zukunft ausgeschlossen werden können. Hierzu ist die Setzungsentwicklung der letzten zehn Jahre zu bewerten.*
- 4. Das Oberflächenabdichtungssystem ist in einem funktionstüchtigen und stabilen Zustand, der durch die derzeitige und geplante Nutzung nicht beeinträchtigt werden kann; es ist sicherzustellen, dass dies auch bei Nutzungsänderungen gewährleistet ist.*
- 5. Die Deponie ist insgesamt dauerhaft standsicher.*
- 6. Die Unterhaltung baulicher und technischer Einrichtungen ist nicht mehr erforderlich; ein Rückbau ist gegebenenfalls erfolgt.*



7. *Das in ein oberirdisches Gewässer eingeleitete Sickerwasser hält ohne Behandlung die Konzentrationswerte des Anhangs 51 Abschnitt C Absatz 1 und Abschnitt D Absatz 1 der Abwasserverordnung ein.*
8. *Das Sickerwasser, das in den Untergrund versickert, verursacht keine Überschreitung der Auslöseschwellen in den nach § 12 Absatz 1 festgelegten Grundwasser-Messstellen, und eine Überschreitung ist auch für die Zukunft nicht zu besorgen.*
9. *Wurden auf der Deponie asbesthaltige Abfälle oder Abfälle, die gefährliche Mineralfasern enthalten, abgelagert, müssen geeignete Maßnahmen getroffen worden sein, um zu vermeiden, dass Menschen in Kontakt mit diesem Abfall geraten können.“*

Die angegebenen qualitativen Kriterien sind quantitativ offen gestaltet und bedürfen einer Quantifizierung im Einzelfall.

Eine Hilfestellung zur Ableitung der quantitativen Kriterien zur Entlassung einer Deponie aus der Nachsorge bietet der Umweltforschungsplan (UFOPLAN) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit „Deponienachsorge – Handlungsoptionen, Dauer, Kosten und quantitative Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge“ [L17]. Hierin wird die Deponieverordnung bezüglich der Nachsorgedauer folgendermaßen interpretiert:

„Die Nachsorgephase ist vom Gesetzgeber grundsätzlich als endliche ausgestaltet: Nach § 36 Abs. 5 KrW-/AbfG hat die zuständige Behörde auf Antrag den Abschluss der Nachsorgephase festzustellen. Es wird nicht etwa vom Deponiebetreiber verlangt, das Emissionsverhalten einer Deponie und die Funktionstüchtigkeit der Sicherungselemente so lange zu kontrollieren, wie überhaupt noch ein Schadstoffpotenzial im Deponiekörper vorhanden ist. Es kommt vielmehr darauf an, ob durch das Verhalten der Deponie zukünftig noch Beeinträchtigungen des Wohles der Allgemeinheit zu erwarten sind.“

Dies beinhaltet, dass *„... nach einem Weg gesucht werden [muss], wie Allgemeinwohlbeeinträchtigungen durch die Abfalldeponierung zu wirtschaftlich vertretbaren Bedingungen vermieden werden können. Hierzu gehört auch, dass die Nachsorge möglichst innerhalb eines überschaubaren Zeitraums abgeschlossen werden soll.“*

Laut UFOPLAN [L17] dürfen die in der Deponieverordnung angegebenen Prüfkriterien *„...nicht losgelöst von den allgemeinen gesetzlichen Vorgaben und Anforderungen verstanden werden. Sie dienen letztlich der Operationalisierung der Prüfung, ob Allgemeinwohlbeeinträchtigungen zu erwarten sind oder nicht. Deshalb sind die Kriterien im Zweifelsfalle so zu interpretieren, dass sie als erfüllt anzusehen sind, wenn tatsächlich keine Allgemeinwohlbeeinträchtigungen zu erwarten sind. Außerdem wird man bei der Auslegung und Anwendung der Kriterien den allgemeinen Verhältnismäßigkeitsgrundsatz berücksichtigen müssen.“*

„Allerdings ist zu berücksichtigen, dass Nachsorgeaufgaben und ein langer Nachsorgezeitraum mit erheblichen Belastungen für den Deponiebetreiber verbunden sein können. Nach



dem allgemeinen Verhältnismäßigkeitsgrundsatz dürfen diese Belastungen nicht außer Verhältnis zu dem Nutzen stehen, den die Nachsorgeleistungen erbringen. Der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz hat Verfassungsrang und ist insofern Maßstab für Gesetzgebung und Gesetzesanwendung.

Dem gemäß verlangt der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit, Nachsorgeaufwand und -zeitraum grundsätzlich auf ein zumutbares Maß zu begrenzen. Diese Zumutbarkeitsgrenzen werden maßgeblich bestimmt von den Erfordernissen des Gewässerschutzes und von der Abwägung zwischen diesen Erfordernissen und den wirtschaftlichen Belangen der Abfallbeseitigung nach Maßgabe der Verhältnismäßigkeitsbetrachtung.“

Der UFOPLAN beschäftigt sich hinsichtlich des Schwerpunktes Gewässerschutz mit den rechtlichen Maßstäben für die Entwicklung von quantitativen Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge, dessen rechtlichen Analysen ergeben haben:

- *„Es existieren keine unmittelbar durch Rechtsvorschriften vorgegebenen quantitativen Kriterien (Grenzwerte o.ä.) für die Entlassung aus der Nachsorge.*
- *Auch aus den qualitativen Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge lassen sich nicht unmittelbar quantitative Kriterien „ableiten“.*
- *Stattdessen muss die Entwicklung quantitativer Kriterien auf Grundlage folgender rechtlicher Vorgaben erfolgen:*
 - *Minimierung von Gewässerbelastungen nach Maßgabe des Standes der Technik;*
 - *Verhältnismäßigkeit;*
 - *Gegenstand der Prüfung ist die Gesamtheit der Stilllegungs- und Nachsorge-maßnahmen (ganzheitliche Betrachtung).*
- *Das Nachsorgekonzept muss dem Betreiber die Perspektive geben,*
 - *binnen eines überschaubaren Zeitraums und*
 - *zu angemessenen Kosten aus der Nachsorge entlassen zu werden.“*

Stief (2009) stellt in [L18] klar, dass der Begriff der „Entlassung aus der Nachsorge“ in den Rechtsgrundlagen nicht auftaucht, sondern rechtlich vielmehr der „Abschluss der Nachsorgephase“ definiert wird. Die Nachsorgephase wird demnach abgeschlossen, wenn *„der Deponiebetreiber gemäß DepV alles getan und auch erreicht hat, was die zuständige Behörde von ihm - in angemessenem Umfang - verlangt hat.“* Diese Feststellung sei nicht gleichbedeutend damit, dass man sich ab diesem Zeitpunkt für die Deponie nicht mehr kümmern müsse und sie sozusagen vergessen könne. Nach Abschluss der Nachsorgephase haben sich nach Stief vielmehr *„der Staat, die Gesellschaft als Ganzes oder seine Beauftragten zu*



kümmern und zu zahlen.“ Die Deponie falle nach Abschluss der Nachsorge vermutlich in den Zuständigkeitsbereich des Bodenschutzrechts, so dass Maßnahmen nicht mehr nach dem Vorsorgeprinzip, sondern zur Gefahrenabwehr abzuleiten wären.

Auch Klett (2009) [L19] befasst sich mit den rechtlichen Voraussetzungen für den Abschluss der Nachsorge: *„Diese Feststellung setzt den Antrag des Deponiebetreibers voraus sowie eine komplexe Beurteilung der gegenwärtigen und zukünftigen Auswirkungen des Deponiekörpers auf die Umwelt unter Berücksichtigung der dafür maßgeblichen Prüfkriterien. Bei Einhaltung der Prüfkriterien ist die Aufhebung der Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen die Rechtsfolge. Die Prüfkriterien sind bezogen auf die Gegebenheiten im Einzelfall zu beurteilen. ... Die Feststellung unter Berücksichtigung der Prüfkriterien ist nicht von der Dauer der Stilllegungs- und Nachsorgephase abhängig, sondern ausschließlich von der Erfüllung der Prüfkriterien. Insoweit werden die Vorgaben zur Bemessung der Sicherheitsleistungen mit einem planmäßigen Nachsorgebetrieb von mindestens 30 Jahren lediglich als Indiz im Sinne der Vorsorge einer finanziellen Absicherung erkannt. Die Feststellung der zuständigen Behörde über das Ende der Nachsorgephase ist eine Ermessensentscheidung. Der Antragsteller hat keinen Anspruch auf eine positive Feststellung. Denn der zuständigen Behörde ist ein Beurteilungsermessen bei der Subsumtion des Sachverhalts unter die Prüfkriterien eingeräumt. ... Sind von dem Deponiebetreiber die Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen nach dem Ende der Nachsorgephase nicht fortzuführen, bedeutet dies nicht, dass die Deponie keiner weiteren behördlichen Überwachung unterliegt. ... Zuständig für die behördliche Überwachung solcher Deponien nach der Nachsorgephase ist z.B. in Nordrhein-Westfalen die untere Umweltschutzbehörde, dies sind die Kreise und kreisfreien Städte.“*

3.2 Fachtechnische und betriebswirtschaftliche Grundlagen

Der Ingenieurtechnische Verband Altlasten e.V. beschreibt in seiner Handlungsempfehlung zur „Nachsorge und Überwachung von sanierten Altlasten“ [L16, Tabellen 6-4, 7-1 und 7-3] die kostenrelevanten Nachsorgeelemente eines Oberflächenabdichtungssystems sowie sonstiger Nachsorgeelemente und gibt eine Einschätzung über die zu erwartenden Kosten für die durchzuführenden Maßnahmen in der Nachsorge wie folgt:



Tabelle 6-4: Mögliche Maßnahmen bei der Nachsorge von Oberflächenabdichtungssystemen; verändert nach: LUA NRW 2004 (in Vorbereitung)

Kontrollelement	Zu überprüfender Sachverhalt	Mögliche Ursache	Maßnahme/Häufigkeit
Bewuchs und Re-kultivierungsschicht	<ul style="list-style-type: none"> Freilegen der Entwässerungsschicht und der Dichtung 	<ul style="list-style-type: none"> Erosion Windbruch von Gehölzen Grabe- und Wühltätigkeiten unkontrollierte Freizeitaktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> Flächenbegehung (ca. 1x jährlich)
	<ul style="list-style-type: none"> Vegetationsschäden 	<ul style="list-style-type: none"> Migration von Gasen Veränderung der bodenhydrologischen Verhältnisse (Vernäsung, Austrocknung) 	<ul style="list-style-type: none"> Wirkungspfadkontrolle Luft (nach Bedarf) Flächenbegehung (ca. 1x jährlich) Wasserbilanzermittlung (nach Bedarf) Aufgrabungen (ca. alle 5 Jahre)
Entwässerungssystem	<ul style="list-style-type: none"> Verstopfung, Verschlammung 	<ul style="list-style-type: none"> Durchwurzelung Einwaschen von Feinstmaterial, Fällung von Stoffen (Karbonate, Oxide, Huminstoffe) 	<ul style="list-style-type: none"> Abflussmessungen (nach Bedarf) Wasserbilanzermittlung (nach Bedarf) Flächenbegehung (witterungsabhängig) Aufgrabungen (ca. alle 5 Jahre)



Tabelle 7-1: Kostenrelevante Nachsorgeelemente; nach: LUA NRW 2004

Betrieb	Erhaltung	Funktionskontrolle von Bauwerken und Anlagen	Wirkungspfad- und Nutzungskontrollen
<ul style="list-style-type: none"> • Pflege und Wartung von Messstellen • Betriebsmittel • Entsorgungskosten • Wartung und Reparatur von Anlagen • Austausch von Aggregaten oder Geräten • Pflege der Vegetation • Instandhaltung von Oberflächenwasser-randgräben • Beseitigung von kleineren Schäden (z.B. Erosionsrinnen) • Spülen von Rohrleitungen • Analytik Betriebsführung • Personal • Versicherung 	<ul style="list-style-type: none"> • Ersatz von Anlagenteilen • Teilweise Erneuerung von Bauwerken 	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnungen (Stand-sicherheit, Wasserbilanz) • Überprüfung von Rohrleitungen und Drainagen • Setzungsmessungen • Fotodokumentation • Kontrolle von Betriebs-einrichtungen (Gebläse, Pumpen usw.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Flächenbegehungen und Gelände-untersuchungen • Probenahme • Wasser- und Luft-analytik • FID-Messungen • Überprüfung von Gebäuden



Tabelle 7-3: Beispiele für geschätzte Kosten von Wirkungspfadkontrollen (bei ca. 1 ha Flächen-
größe und mittleren Anforderungen aus den Standortrandbedingungen);
verändert nach: LUA NRW 2004

Überwachung	Art der Wirkungspfad- und Nutzungskontrollen	Randbedingungen	Untersuchungsgegenstand	Kosten (Orientierungswert)
Flächenbegehung	Ortsbegehung und visuelle Überprüfung der Geländeoberfläche	1 Begehung, gute Zugänglichkeit	Ortsbegehung und visuelle Überprüfung, Stellungnahme	ca. 380 - 630 EUR pro Begehung
Wirkungspfadkontrolle Luft	Bodenluftmessung	1 Bodenluftmessstelle	Überprüfung der Funktion, Probenahme, Analytik, gutachtliche Leistungen	ca. 250 - 320 EUR pro Messzyklus
	Raumluftmessung	1 Gebäudemessung	Visuelle Kontrolle des Bauwerkes organoleptische Ansprache, Raumluft-Probenahme, Messung auf deponietypische Gase, GC-Analytik auf BTEX, LHKW, gutachtliche Leistungen	ca. 230 - 330 EUR pro Messzyklus
	Kartierung von Gasaustritten	1 Begehung, normal begehbares Gelände, Untersuchungs-raster 10 m	Ortsbegehung, FID-Messung der Oberfläche, Stellungnahme	ca. 630 - 1000 EUR pro Messzyklus
Wirkungspfadkontrolle Wasser	Grundwassermessung	1 Grundwassermessstelle	Visuelle Kontrolle der Zugänglichkeit und Funktion der Messstelle, Probenahme, Analytik, gutachtliche Leistungen	ca. 130 - 510 EUR pro Messzyklus (in Abhängigkeit vom Parameterumfang)
	Messung oberirdischer Gewässer	1 Wasseranalyse, gute Zugänglichkeit	visuelle Kontrolle von Auffälligkeiten, Probenahme, Analytik, Stellungnahme	ca. 280 - 435 EUR pro Messzyklus
	Sickerwassermessung	1 Sickerwasseranalyse, gute Zugänglichkeit	visuelle Kontrolle von Auffälligkeiten, Probenahme, Analytik, Stellungnahme	ca. 180 - 440 EUR pro Messzyklus

Das Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz als Herausgeberin des „Leitfaden für den Abschluss und die Nachsorge von Hausmülldeponien“ [L15] betrachtet die Festlegung der Nachsorgedauer zur Erstellung der Abfallgebührenkalkulationen nach rein betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten pragmatisch:

„Die Berechnungen der Verfasser in der Praxis basieren in der Regel von Anfang an auf einem Nachsorgezeitraum (Stilllegung- und Nachsorgephase) von ca. 30 Jahren. Diese globale Annahme wurde bisher verwendet, da noch keine entsprechende Langzeiterfahrung vorhanden ist, Arbeitsgänge sich verändern können (hinzukommen/wegfallen) und die Preisges-



taltung sich unterschiedlich entwickeln kann. Diese 30 Jahre sind inzwischen in § 36d KrW-/AbfG auch gesetzlich als „mindestens“ vorgegeben.“

Die Arbeitshilfe „Anforderungen an eine Sanierungsuntersuchung unter Berücksichtigung von Nutzen-Kosten-Aspekten des Landes Nordrhein-Westfalen [L14] dokumentiert die finanzmathematischen Grundlagen für die Kostenvergleichsrechnung für Sanierungsmaßnahmen, bei denen Kosten zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen. Nach Zusammenstellung der bewertungsrelevanten Kosten (Planungs-, Investitions-, Betriebs-, Überwachungs-, Reparaturkosten etc.) sind diese auf einen einheitlichen Bezugszeitpunkt in Kostenbarwerte wertmäßig umzurechnen. Kosten, die vor dem Bezugszeitpunkt anfallen, sind aufzuzinsen, d.h. zu akkumulieren. Nach dem Bezugszeitpunkt anfallende Kosten sind abzuzinsen, d.h. zu diskontieren. Unsicherheiten liegen dabei selbstverständlich in der Prognose zukünftiger Kosten- und Zinsentwicklungen. Üblicherweise wurden nach [L14] in der Vergangenheit Zinssätze zwischen 2 % und 5 % angesetzt. Beispiele für die Anwendung der Barwertmethode werden in Kap. 3.3.4 von [L14] dargestellt. Fallen beispielsweise ab einem festgelegten Bezugszeitpunkt z.B. für die Durchführung eines Rückbaus oder den Baus einer Oberflächenabdichtung über einen Zeitraum von 30 Jahren jährliche Nachsorgekosten von 10.000 Euro an, so sind die Kosten für die Nachsorge wie folgt auf den Bezugszeitpunkt abzuzinsen:

$$\begin{aligned}\ddot{U}_{1-30} \text{ BW} &= \ddot{U}K \cdot \text{DFAKR} (i;n) \\ &= 10.000 \cdot 19,60 \\ &= 196.000 \text{ €}\end{aligned}$$

mit:

$$\begin{aligned}\ddot{U}_{1-30} \text{ BW} &= \text{Barwert der Überwachungskosten für 30 Jahre} \\ \ddot{U}K &= \text{Überwachungskosten in €/a} \\ \text{DFAKR} &= \text{Diskontierungsfaktor für eine gleichförmige Kostenreihe (Tabellenwert} \\ &= 19,60 \text{ für einen Zinssatz } i = 3 \text{ \% p.a. und einen Zeitraum von } n = 30 \\ &\text{ Jahren aus } \text{DFAKR} (i;n) = ((1+i)^n - 1) / (i \cdot (1+i)^n)\end{aligned}$$

Die Abzinsung führt somit im obigen Beispiel zu Kosten, die um den Betrag von 104.000 € unter der Summe der Jahreskosten von 300.000 € liegt. Die Diskontierung hat zur Folge, dass die Barwerte mit zunehmender Dauer des Betrachtungszeitraums immer langsamer steigen. Nach [L14] sind Betrachtungszeiträume von über 80 Jahren daher ohne Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Zusätzlich zu den jährlichen Betriebs-, Instandhaltungs- und Überwachungskosten sind je nach Bauwerk und Bauwerkskomponenten auch Aufwendungen für die teilweise Erneuerung beim Kostenvergleich zu betrachten. [L14] enthält hierzu eine Tabelle mit Angaben zur durchschnittlichen Nutzungsdauer von Bauwerken und Anlagen:



Tabelle 3 Durchschnittliche Nutzungsdauer für Anlagen und Bauwerke (LAWA 1998)

Bauwerke und Anlagen	Durchschnittliche Nutzungsdauer (Jahre)
Betriebsgebäude einschließlich Werkstätten, Garagen und dgl.	33-50
Fahrbahnen, Einstellplätze, Gehwege, befestigte Flächen	(25) 33-50
Einfriedungen:	
Zäune	10-12
Mauerwerk	25-50
Gerinne aus:	
Beton/Stahlbeton	in mildem Klima 50-75
in rauem Klima	20-30
Stahl	25-35
Holz	nicht imprägniert 15
	imprägniert 30
Leitungsrohre aus:	
Stahl	50
Stahlbeton	(40)-50
Tiefbrunnen mit Pumpenhaus	20-40 (50)
Elektromotorpumpengruppen	10-15
Dieselmotorpumpengruppen	8-12
Ortsfeste (unterirdische) Rohrleitungen	(20) 30-40 (60)
Freispiegelleitungen	33
Offene unbefestigte Gräben	10-20
Rohrdränung als Flächenentwässerung	(25) 30-40
Wegbefestigung	
ohne Bindemittel	(2)-5
mit Zementbeton	25
mit bituminösen Bindemitteln im Heißeinbau	(8)-15
mit Betonsteinen	20-30
Niederschlagsmessgeräte	20-(35)
Pegelanlagen	25
Funk- und Fernsprechanlagen	10-20
Laborgeräte	10-20
Pumpen (Kreisel- und Unterwasserpumpen niedrigere, Kolbenpumpen höhere Werte)	15-20
Elektrische Anlagen, Notstromaggregate, Steuergeräte, Maschinenanlagen	15-20

Für Oberflächenabdichtungssysteme wird nach DepV [L3] eine Beständigkeit von mindestens 100 Jahren vorausgesetzt.

4 Dauer und Kosten der Nachsorge der Fulgurit-Halde

4.1 Nachsorgedauer

Entscheidungsgrundlage für die Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase sind im Einzelfall die bereits in Abschnitt 3.1 des Gutachtens aufgelisteten Prüfkriterien nach Anhang 5, Punkt 10 DepV [L3]. Für die mit einer Oberflächenabdichtung gemäß [P16] gesicherte Fulgurit-Halde wird die Erfüllbarkeit der Prüfkriterien K1 bis K9 wie folgt eingeschätzt:

K1 Umsetzungs- oder Reaktionsvorgänge sowie biologische Abbauprozesse sind weitgehend abgeklungen

Die Fulgurit-Halde enthält keine organikhaltigen oder hausmüllartigen Abfälle, die biologisch abgebaut werden könnten, so dass entsprechende Abbauprozesse keine Rolle spielen. Das Kriterium K1 wird daher schon im Ist-Zustand erfüllt.

K2 Eine Gasbildung findet nicht statt oder ist so weit zum Erliegen gekommen, dass keine aktive Entgasung erforderlich ist, austretende Restgase ausreichend oxidiert werden und schädliche Einwirkungen auf die Umgebung durch Gasmigration ausgeschlossen werden können. Eine ausreichende Methanoxidation des Restgases ist nachzuweisen.

In der Fulgurit-Halde findet keine Gasbildung statt. Das Kriterium K2 wird daher schon im Ist-Zustand erfüllt.

K3 Setzungen sind so weit abgeklungen, dass setzungsbedingte Beschädigungen des Oberflächenabdichtungssystems für die Zukunft ausgeschlossen werden können. Hierzu ist die Setzungsentwicklung der letzten zehn Jahre zu bewerten.

Die Setzungen der Fulgurit-Halde wurden bisher nicht untersucht. Eine gewisse Konsolidierung des Asbestzementschlamms ist in den ersten Jahren nach Aufbringen der Oberflächenabdichtung noch zu erwarten. Aufgrund der Geometrie und der Homogenität des Abfallkörpers sowie des Fehlens hausmüllartiger Abfälle sind jedoch in der Fläche vergleichsweise homogene Setzungen zu erwarten, die keine Gefahr für das Oberflächenabdichtungssystem darstellen und für die Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase nicht relevant sein werden. Das Kriterium K3 wird daher erfüllt.

K4 Das Oberflächenabdichtungssystem ist in einem funktionstüchtigen und stabilen Zustand, der durch die derzeitige und geplante Nutzung nicht beeinträchtigt werden kann; es ist sicherzustellen, dass dies auch bei Nutzungsänderungen gewährleistet ist.

Das Abdichtungssystem wird aus Komponenten mit einer Beständigkeit von mindestens 100 Jahren hergestellt und wird durch die geplante Nutzung in seiner Funktionsfähigkeit und Stabilität nicht beeinträchtigt. Nutzungsänderungen, die die Funktion des Abdich-



tungssystems gefährden könnten, sind durch entsprechende behördliche Festsetzungen auch nach Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase auszuschließen.

K5 Die Deponie ist insgesamt dauerhaft standsicher.

Die im Ist-Zustand sehr steilen, jedoch bisher nicht abgerutschten Bestandsböschungen werden bei der Herstellung der Oberflächenabdichtung durch den Einsatz von Winkelstützelementen und zusätzlichen Bodenauftrag abgeflacht. Die Standsicherheit der Böschungen wird im Zuge der Planung und Ausführung nach dem Stand der Technik nachgewiesen. Langfristig wird die Standsicherheit durch qualitätsgesichert hergestellte Winkelstützelemente und entsprechende Geogitter sowie eine funktionierende Wasserabführung in der Entwässerungsschicht sicher gestellt. Das Kriterium K5 wird daher einer Feststellung des Abschlusses der Nachsorge nicht im Wege stehen. Die Funktion der Winkelstützelemente, der Geogitter und der Böschungsentwässerung ist nach Feststellung des Abschlusses der Nachsorge wie bei anderen öffentlichen Bauten auch in mehrjährigen Zeitintervallen durch die dann zuständige Behörde zu kontrollieren.

K6 Die Unterhaltung baulicher und technischer Einrichtungen ist nicht mehr erforderlich; ein Rückbau ist gegebenenfalls erfolgt.

Bei der Sicherung der Fulgurit-Halde werden keine baulichen oder technischen Einrichtungen und Anlagen wie Sickerwasserbehandlungsanlagen oder Entgasungsanlagen benötigt und hergestellt, die ggf. zu unterhalten oder wieder rückzubauen wären, so dass Kriterium K6 für die Feststellung des Abschlusses der Nachsorge der Fulgurit-Halde nicht relevant ist (zur Kontrolle der Winkelstützelemente siehe Kriterium K5)

K7 Das in ein oberirdisches Gewässer eingeleitete Sickerwasser hält ohne Behandlung die Konzentrationswerte des Anhangs 51 Abschnitt C Absatz 1 und Abschnitt D Absatz 1 der Abwasserverordnung ein.

Es wird kein Deponiesickerwasser gefasst, behandelt und/oder in oberirdische Gewässer eingeleitet, so dass Kriterium K7 bei der Feststellung des Abschlusses der Nachsorge der Fulgurit-Halde nicht relevant ist.

K8 Das Sickerwasser, das in den Untergrund versickert, verursacht keine Überschreitung der Auslöseschwellen in den nach § 12 Absatz 1 festgelegten Grundwasser-Messstellen, und eine Überschreitung ist auch für die Zukunft nicht zu besorgen.

Die Infiltration von Niederschlagswasser in den Haldenkörper und seine Versickerung in den Untergrund wird durch die Oberflächenabdichtung zukünftig unterbunden. Es gibt keine Hinweise (z.B., aus Bohrungen) darauf, dass sich in der Halde in der Vergangenheit ein Stauwasserkörper gebildet hätte, der nach der Herstellung der Oberflächenab-



dichtung nachhaltig eine Versickerung von schadstoffhaltigem Sickerwasser ins Grundwasser bewirken könnte. Da langfristig kein Sickerwasser mehr aus der Halde ins Grundwasser versickert, kann Kriterium K8 einer Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase nicht entgegenstehen.

K9 Wurden auf der Deponie asbesthaltige Abfälle oder Abfälle, die gefährliche Mineralfasern enthalten, abgelagert, müssen geeignete Maßnahmen getroffen worden sein, um zu vermeiden, dass Menschen in Kontakt mit diesem Abfall geraten können

Das Oberflächenabdichtungssystem verhindert den Kontakt von Menschen mit dem abgelagerten Asbestschlamm. Freilegungen des Abfallkörpers sind auch nach Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase durch entsprechende Festlegungen der dann zuständigen Behörde zu vermeiden (vgl. Kriterien K4 und K5).

Die Gesamtschau der Kriterien K1 bis K9 zeigt, dass viele Kriterien für die Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase im Hinblick auf das Deponieverhalten von organikhaltigen Hausmülldeponien formuliert wurden, die Deponiegas und Sickerwasser bildend und Setzungen aufweisen. Viele dieser Kriterien sind für die Fulguit-Halde nicht relevant. Die Mindestdauer der Nachsorgephase ist rechtlich nicht vorgeschrieben. Für die Vorhaltung von finanziellen Sicherheiten wird eine Mindestdauer von 30 Jahren angesetzt. Auf der Grundlage der maßgeblichen objekt- und standortbezogenen Randbedingungen ist bei der oberflächengedichteten Fulgurit-Halde davon auszugehen, dass sich die erforderliche Dauer der Nachsorgephase mit vorsorgenden Kontroll- und Überwachungsaufgaben an der genannten Mindestdauer von 30 Jahren orientieren wird. Eine frühzeitigere Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase ist aufgrund der Besonderheiten der Fulgurit-Halde (Monodeponie) denkbar, kann derzeit aufgrund fehlender Präzedenzfälle jedoch nicht angesetzt werden. Nach der Feststellung des Abschlusses der Nachsorgephase ist davon auszugehen, dass die oberflächengedichtete Fulgurit-Halde mit deutlich geringerem Aufwand und wesentlich längeren Prüfintervalen überwacht wird.

4.2 Kosten

Nachfolgende Tabelle enthält die für die Nachsorge relevanten Kostenstellen, Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen sowie jährliche Kostenansätze der Nachsorge:



Kostenstelle	Durchzuführende Aufgabe	Häufigkeit	Kosten [pro Jahr]
Allgemeine vorbereitende Maßnahmen	Ersteinweisung Mitarbeiter	psch	50 €
	Einweisung in den Arbeitsschutz	jährlich	250 €
	Vorhalten Mess- und Arbeitsschutzausrüstung	psch	100 €
	Tabellarischer Leistungsnachweis	jährlich	300 €
Oberflächenabdichtungssystem	Flächenbegehung inkl. Protokoll	jährlich	1.000 €
	Entkusseln von Bäumen inkl. Entsorgung	alle 10 Jahre	300 €
	Sichtkontrolle der Winkelstützmauer	jährlich	50 €
	Aufgrabung des Oberflächenabdichtungssystems inkl. Bericht	alle 10 Jahre	1.500 €
	Probenahme und Analytik Oberflächenwasser	jährlich	450 €
Grundwassermessstellen, Setzungspegel	Ersterfassung der Messdaten in der EDV	psch	50 €
	Sichtkontrolle der GWM und Pegel	jährlich	50 €
	Messung der Grundwasserstände inkl. Protokoll	vierteljährlich	350 €
	Probenahme und Analytik*	jährlich	3.000 €
	Setzungskontrollen inkl. Bericht	jährlich	800 €
Entwässerungssystem	Kamerabefahrung der Rohrleitungen	jährlich	2.000 €
	Spülen der Rohrleitungen	alle 5 Jahre	500 €
	Dichtheitsprüfung der Schächte	alle 5 Jahre	500 €
Berichtswesen	Jahresbericht Nachsorge mit Empfehlungen	jährlich	1.500 €
	Abschlussbewertung nach 30 Jahren	psch	100 €
Unvorhergesehenes	Durchführen kleinerer Reparaturen bei Beschädigungen an Schächten, Setzungspegeln o.ä.	psch	250 €
Jahreskosten, netto			13.100 €

*Bezogen auf 10 Messpegel sowie einen Analysenumfang gemäß [L16]

Über einen Zeitraum von 30 Jahren ergibt sich demnach ein Gesamtbetrag der Nachsorge von Euro 393.000, netto. Für den Kostenvergleich der Sicherung durch Oberflächenabdichtung mit dem Rückbau der Halde ist dieser Betrag nach der Barwertmethode gemäß [L14] abzuzinsen (siehe Abschnitt 3.2) und es ergibt sich bezogen auf den Zeitpunkt des Rückbaus bzw. der Herstellung der Oberflächenabdichtung bei Ansatz eines Zinssatzes von jährlich 3 % ein Barwert der Nachsorgekosten in Höhe von Euro 256.760, netto.

melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft

Dr. habil. Stefan Melchior