

Beendigung der Nachsorge von Deponien gezeigt am Beispiel der Sicherung der Deponie Weiden West

Klemens Finsterwalder

Finsterwalder Umwelttechnik GmbH & Co. KG, Bernau

Cessation of maintenance of landfill sites as demonstrated in the example of safeguarding measures for the Weiden West landfill site

Abstract

The Weiden West landfill site, an 18-hectare Class II landfill site, lies on the edge of a region from which drinking water is extracted. Its foundations are not sealed. The task set by the site owners to the planners required permanent safeguarding measures for the site, which on the one hand would fulfil the requirements of the Landfill Directive (DepV) §13 Clause 5, and on the other hand would generate construction costs of less than € 50/m². In order to ensure this result, risk analyses were carried out for alternative safeguarding measures and for safeguarding measures over a period of 250 years, as required by the DepV standard. In so doing the ageing of the safeguarding elements was taken into account and the results gauged against the DepV requirements for closure. The criteria for release from maintenance were defined as part of the approval planning procedure. The system with the best price-performance ratio, a wooded hydro-logic balance layer with underlying plastic geomembranes as a short-term safeguard, is currently being implemented and will be largely completed by the end of 2006. The Weiden West landfill site is the first landfill site project in Bavaria in which the verification of suitability of the landfill site safeguarding measures has been carried out in accordance with a conventional form of assessment in the course of planning, as is standard in all other areas of construction. The function is to be verified by measurement after completion; the criteria defined in the approval planning must be fulfilled as a prerequisite for release from maintenance.

Inhaltsangabe

Die Deponie Weiden West, eine 18 ha große Deponie der Klasse II, liegt am Rand eines Trinkwassergewinnungsgebietes. Sie besitzt keine Basisabdichtung. Die Aufgabenstellung des Bauherrn an die Planer forderte eine dauerhafte Sicherung für den Standort, die einerseits die Vorgaben der Deponieverordnung (DepV) §13 Abs. 5 erfüllt, andererseits weniger als 50 €/m² Errichtungskosten verursacht. Um dies zu gewährleisten, wurden für alternative Sicherungen und der Sicherung nach Standard DepV Risikoanalysen über einen Zeitraum von 250 Jahren durchgeführt. Die Alterung der Sicherungselemente wurde dabei berücksichtigt und die Ergebnisse an den Schließungsanforderungen der DepV gemessen. Die Kriterien für die Entlassung aus der Nachsorge wurden als Teil der Genehmigungsplanung erarbeitet. Das System mit dem besten Preis-Leistungsverhältnis, eine bewaldete Wasserhaushaltschicht mit darunter liegender KDB als Kurzzeitsicherung, befindet sich in der Ausführung und wird bis Ende des Jahres 2006 weitgehend fertig gestellt sein. Die Deponie Weiden West ist das erste Deponieprojekt in Bayern, bei dem der Eignungsnachweis der Deponiesicherung im Zuge der Planung durch eine klassische Bemessung erfolgte, so wie es Standard in allen anderen Bereichen des Bauens ist. Der Funktionsnachweis erfolgt nach der Fertigstellung

durch Messung, wobei die in der Genehmigungsplanung festgelegten Kriterien als Voraussetzung für die Entlassung aus der Nachsorge erfüllt sein müssen.

Keywords

Maßnahmen, Werte, Risikoanalyse, Bemessung, Nachsorgekriterien, Nachsorgeende

Measures, value, risk analysis, assessment, maintenance criteria, maintenance cessation

1 Einführung

Seit Einführung der Deponieverordnung (DepV) [4] sind die Schließungskriterien für Deponien vorgegeben. § 13 DepV beschreibt die Forderungen, die ein Deponiebesitzer zu erfüllen hat, damit die Deponie aus der Nachsorge zu entlassen werden kann. Rechtlich gesehen, bedeutet die Entlassung aus der Nachsorge, dass mögliche Gefahren aus der Deponie, die danach auftreten, auf die Allgemeinheit, also den Steuerzahler, übergehen. Dem Deponiebesitzer obliegt es als Voraussetzung für die Entlassung aus der Nachsorge, den Beweis zu führen, dass in Zukunft keine Gefahren für die Umwelt zu erwarten sind. Gelingt ihm das, kann er die Beendigung der Nachsorge beantragen.

Im Prinzip ist die Beendigung der Nachsorge ein ähnlicher Vorgang, wie die Abnahme eines Bauwerks, bei der der Gefahrenübergang vom Bauunternehmer auf den Bauherrn erfolgt. Diese Abnahme kann nur dann gelingen, wenn der Bauunternehmer nachweist, dass das Bauwerk die vertraglich vereinbarten Eigenschaften aufweist. Erbringt er diese Nachweise, kann ihm die Abnahme nicht verweigert werden. Um dies zu erreichen werden als Teil der Planung des Bauvorhabens, neben der Gestaltung, zwingend die für den Gebrauch erforderlichen Nachweise, wie Auswahl und Güte der Baustoffe, Tragverhalten, Stabilität der Struktur gegenüber Umwelteinflüssen oder zeitabhängige Einflüsse untersucht, in der Konstruktion während der Errichtung berücksichtigt und dokumentiert.

Bei der Errichtung einer Deponie, bei der der Abfall ein Teil der Struktur ist, werden solche Überlegungen, wie sie bei anderen Bauwerken selbstverständlich durchgeführt werden, nicht angewendet. Die Eigenschaften des Abfalls, die für die Nachweisführung zur Entlassung aus der Nachsorge wesentlich sind, streuen erheblich. Dies war auch den Verfassern der DepV bei der Abfassung des § 13 „Deponieschließung“ bewusst. Sie haben zwei Optionen zur Nachweisführung in die DepV aufgenommen.

a) nach §13.2 Regelabdichtung nach Anhang 1 DepV oder gleichwertig, messen und dokumentieren mindestens 30 Jahre oder länger.

b) nach §13.5 DepV Regelabdichtung oder gleichwertig, aber mit Nachweisen von 9 Kriterien, nach deren Erfüllung die Abnahme oder das Ende der Nachsorge beantragt werden kann.

Da die Vorgaben des Verordnungsgebers nach Anhang 1 DepV vorbehaltlich des Eignungsnachweises für den Standort gelten, werden im §19 DepV Rückstellungen im Vermögenshaushalt der Deponiebetreiber für Nachbesserungen gefordert, die erst nach Beendigung der Nachsorge aufgelöst werden können. Analysiert man die Vorgaben des § 13 DepV, dann liefert die Vorgehensweise nach a) nur Informationen zum Zeitpunkt der Messung und keine für die Zukunft. Eine Entlassung aus der Nachsorge ist deshalb nicht möglich. Es sei denn man führt den Nachweis zu einem späteren Zeitpunkt nach § 13.5 DepV (Abb. 1). Das Vorgehen nach a) stellt also nur eine Möglichkeit zur Zeitgewinnung dar, weil die Mindestanforderungen der Behörden, die Früherkennung eines Umweltproblems durch Messung, erfüllt werden.

Planung und Errichtung der Sicherung

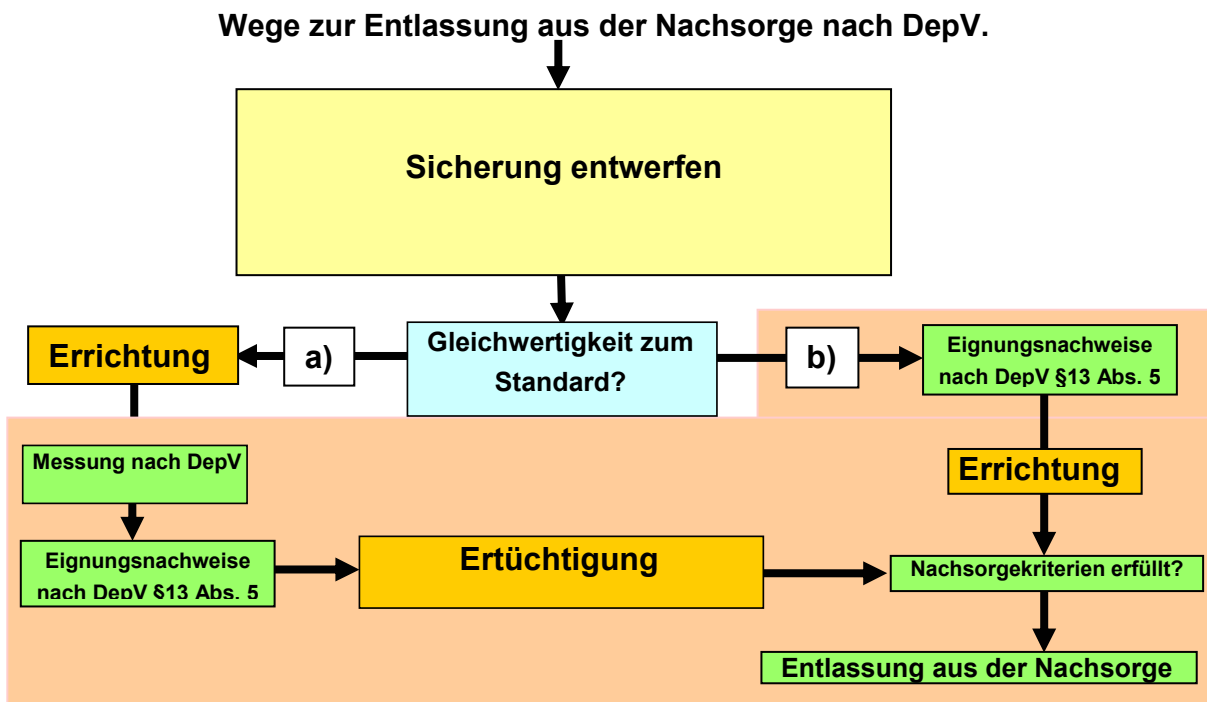


Abbildung 1 Wege aus der Nachsorge

Ein Vorgehen nach b) fordert den Nachweis der Einhaltung der Kriterien und Werten auch für die Zeit nach Beendigung der Nachsorge. Dies erfordert eine Dimensionierung der Sicherungsmaßnahmen auf Basis einer Langzeituntersuchung. Unter Langzeituntersuchung ist ein Zeitraum von >150 Jahren zu verstehen. Wie und auf welchen Grundlagen dieser Nachweis aufbaut, wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.

2 Grundlagen

2.1 Vorgaben der Behörden zur Begrenzung der Emissionen in der DepV

Die Vorgaben der Behörden enthält der §13 DepV, der im Abschnitt 5 die Kriterien auflistet, die vor dem Antrag auf Beendigung der Nachsorge zu erfüllen sind. Die 9 Kriterien lauten:

1. *Biologische Abbauprozesse, sonstige Umsetzungs- oder Reaktionsvorgänge sind weitgehend abgeklungen,*
2. *eine Gasbildung ist soweit zum Erliegen gekommen, dass keine aktive Entgasung erforderlich ist schädliche Auswirkungen auf die Umgebung durch Gasmigration ausgeschlossen werden können,*
3. *Setzungen sind soweit abgeklungen, dass verformungsbedingte Beschädigungen des Oberflächenabdichtungssystems für die Zukunft ausgeschlossen werden können,*
4. *die Oberflächenabdichtung und Rekultivierungsschicht sind in einem funktionsfähigen und stabilen Zustand, der durch die derzeitige und die 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 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*

die Deponie verursacht keine Grundwasserbelastungen, die eine weitere Beobachtung oder Sanierungsmaßnahmen erforderlich machen.

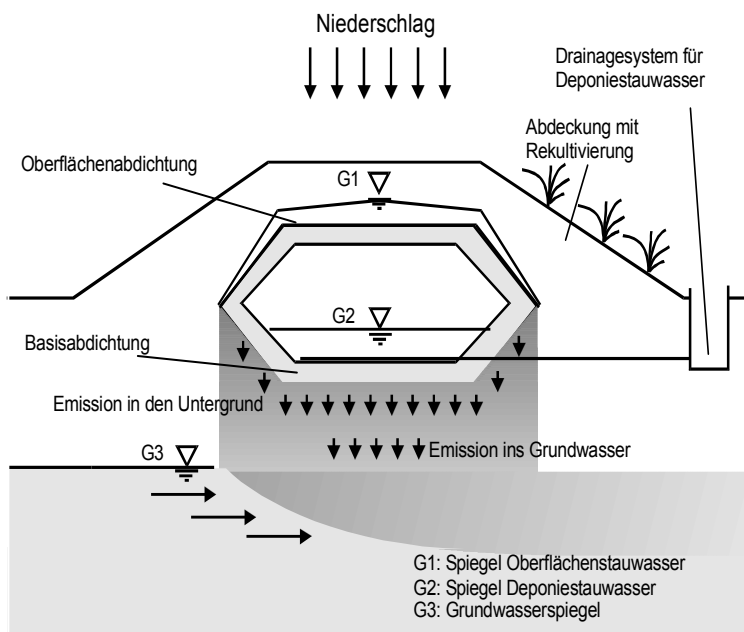
Vor allem die Punkte 7, 8 und 9 stellen an den Entwurf und die Nachweisführung sehr hohe Anforderungen, weil die dort genannten Kriterien das zukünftige Verhalten der Deponie zusammen mit der Sicherung betreffen. Die allgemein formulierten Kriterien, die für alle Deponiestandorte gelten, können mit den in der DepV enthaltenen Informationen für den betrachteten Standort konkretisiert werden, so dass eine standortbezogene Betrachtung mit einer Anpassung der Sicherungssysteme an die örtlichen Vorgaben möglich werden. Diese örtlichen Vorgaben werden mit Werten beschrieben, die einzu-

halten sind und nicht mehr, wie in der TAsi [1], durch vorgegebene Maßnahmen. Es ist nach wie vor erlaubt, die im Anhang 1 der DepV vorgegebenen Maßnahmen umzusetzen. Dies ist aber mit der Einschränkung verbunden, den Eignungsnachweis nach §13.5 über die Einhaltung der Werte zu führen. Diese grundsätzliche Änderung der Rechtslage ist vielen nicht bewusst.

Die Umstellung der Beurteilungsmethode von Maßnahmen auf Werte bedeutet für alle Beteiligten eine große Herausforderung, weil man sich im Gegensatz zu früher, mit der Wirkung des Deponieinhalts auf die Schutzgüter Boden, Wasser, Luft beschäftigen muss.

2.2 Emissionen

Eine Deponie emittiert in die Atmosphäre CO_2 und CH_4 , Gase die durch mikrobielle Umwandlung von organischen Stoffen unter Luftabschluss entstehen. Dieser Prozess läuft gehemmt ab, weil in der Deponie nur eine sehr schlechte Zufuhr von den zur Vermehrung der Mikroorganismen erforderlichen Stoffen gegeben ist. Man kann diese Situation verbessern, indem man den Wasserdurchsatz erhöht, z.B. durch eine Sickerwasserrückführung. Oder man schafft aerobe Bedingungen und oxidiert den Kohlenstoff der organischen Substanzen zu CO_2 und den Stickstoff der Proteine zu Nitrat. Diese Müllbehandlung kann den zeitlichen Ablauf der gasförmigen Emissionen, die sonst 30 bis 50 Jahre dauert, deutlich verkürzen. Die Höhe der Emissionen kann durch andere Maßnahmen, z.B. durch Limitierung der



Feuchtigkeitszufuhr soweit verringert werden, dass eine

Abbildung 2 Schnitt durch eine Deponie

Oxidation des Methans im Wurzelraum der Rekultivierung erfolgt.

Die Emissionen in den Grundwasserleiter sind im Vergleich zu den gasförmigen Emissionen langfristiger Natur. Sie hängen von der Größe der Deponie, von den löslichen, mobilen Inhaltstoffen, von der Art der Sicherung und von den geologischen und klimatischen Randbedingungen ab. Der Emissionszeitraum beträgt, je nach Größe der Deponie, ein paar hundert bis einige tausend Jahre. Auch die Stoffpalette, die betrachtet werden muss, besteht nicht aus zwei Stoffen, sondern aus 15 bis 30 Stoffen, die in Be-Praxistagung Deponie 2006 www.wasteconsult.de

zug auf die Beeinflussung des Grundwassers untersucht werden müssen. Die Wanderung der einzelnen Deponieinhaltsstoffe muss durch die ungesättigte Deponiebasis bis in den Grundwasserleiter und dann bis zum Rand der Deponie verfolgt werden (Abb. 2). Die naturwissenschaftliche Voraussetzung für eine Bemessung bildet das Stofftransportgesetz, das erstmals 1952 [2] in Form einer Differentialgleichung für Anwendungen in der Chromatographie formuliert wurde.

$$D \frac{d^2c}{dx^2} + k \frac{l}{n} \frac{dc}{dx} - S \frac{dc}{dt} = A \quad \text{Gl. 1}$$

D	Diffusionskoeffizient nach Fick	k	Durchlässigkeitsbeiwert nach Darcy
S	Sorptionsanteil	l	hydraulischer Gradient
c	Porenwasserkonzentration	n	Porenanteil des Bodens
x	Koordinate x der Transportachse	t	Zeit
A	Ausfällung durch Reaktion der Sickerwasserinhaltsstoffe		

Sie beschreibt den Zusammenhang zwischen Diffusion, Konvektion und Sorption in Abhängigkeit vom betrachteten Ort und der Zeit.

Die Theorie des Stofftransports ist validiert [5]. Aber kann dieses Gesetz auch auf eine Deponie angewendet werden und wenn, welche Bedingungen sind zu beachten? Im Gegensatz zum eingangs gebrachten Beispiel aus dem konstruktiven Ingenieurbau fehlen präzise Angaben zu den Materialeigenschaften, die die Voraussetzung zu einer Lösung auf einer deterministischen Basis wären. Sie können auch mit großem Aufwand nicht beschafft werden. Weder der Abfall kann ausreichend genau beschrieben werden, noch der Untergrund, der Teil des Systems ist. Deshalb bleibt als einziger Weg, die Lösung der Differentialgleichung unter der Berücksichtigung der probabilistischen Natur der Daten zu entwickeln. Die Lösung enthält eine Aussage über den zu erwartenden Streubereich der zukünftigen Belastung des Grundwassers. In der Datenauswertung werden alle Maßnahmen berücksichtigt, die der Planer sich zur Lösung der ihm gestellten Aufgabe überlegt. Dies können Maßnahmen zur Veränderung des Schadstoffpotentials im Deponiekörper, ebenso wie Ausbildungen der Oberflächensicherung sein. Die einzige Bedingung die die Maßnahmen erfüllen müssen, ist die Unterschreitung der vorgegebenen Belastungsschwellenwerte über die Lebensdauer der Deponie gemäß Kapitel 2.1.

Die Auswertung der Differentialgleichung in Form eines Risikoprofils erfolgt für jeden grundwasserschädlichen Deponieinhaltsstoff. Das zur Auswertung der Stofftransportgleichung entwickelte Programm DESI (**D**eponie **E**mission **S**imulation) ist validiert [5] und verifiziert [6, 78]. Unter Berücksichtigung der Vorgängerversionen ist es seit 1989 im Einsatz [3].

Die für die Auswertung erforderlichen Daten können aus den vorhandenen Daten abgeleitet werden, sodass in der Regel keine neuen Datenerhebungen erforderlich sind. Dazu gehören z.B. Unterlagen über

- die langfristigen Nutzung,
- Klimadaten,
- die Sicherung,
- den Deponiekörper und –Inhalt,
- die Geologie der Deponiebasis und die Hydrogeologie des Standorts
- Messungen

Aus diesen Daten ermittelt DESi Risikoprofile, beginnend mit der Inbetriebnahme der Deponie, über einen Zeitraum von 150 Jahren und mehr. Bei Altdeponien besteht die Möglichkeit einer Rechnungskontrolle über Messwerte der Grundwasserbelastung aus vergangenen Jahren. Die Ergebnisse stellen Risikoprofile dar, in denen sich die probabilistische Natur der Eingangsdaten widerspiegelt. Die Begrenzungen der Risikoprofile geben die Werte an, die sich aus der Überlagerung der ungünstigsten oder der günstigsten Konstellationen unter Berücksichtigung des Stofftransportgesetzes ergeben. Die unteren Prognosegrenzwerte sind die günstigsten Werte (best case), die erwartet werden können. Die oberen Prognosegrenzwerte sind Bruchkriterien (worst case) gleichzusetzen. Sie sind mit den Auslöseschwellen zu vergleichen, die von den Behörden für jeden Standort vorgegeben werden. Sie sind die Kriterien, die langfristig unterschritten werden müssen. Die Prognosegrenzwerte sind mit den Auslöseschwellen durch die Beziehung

$$\text{Auslöseschwelle} \geq \text{Prognosegrenzwert}$$

Gl.2

verknüpft. Genügt eine Sicherung dieser Bedingung, sind die Schließungskriterien 8 und 9 nach § 13 Abs. 5 DepV erfüllt. Von den geeigneten Sicherungen wird die gebaut, die die Bedingungen der DepV erfüllt und das beste Preis-Leistungsverhältnis aufweist.

2.3 Vorgehen bei der Bemessung von Deponiesicherungssystemen unter Berücksichtigung der DepV

Jede Art von Sicherungsmaßnahme muss unter dem ökologischen Gesichtspunkt der DepV auf ihre Wirksamkeit überprüft werden. Da die Wirkung einer Maßnahme quantifiziert und ökonomisch beurteilt werden kann, wird ein Vorgehen, wie es bei jeder ingenieurmäßigen Bemessung selbstverständlich ist, möglich.

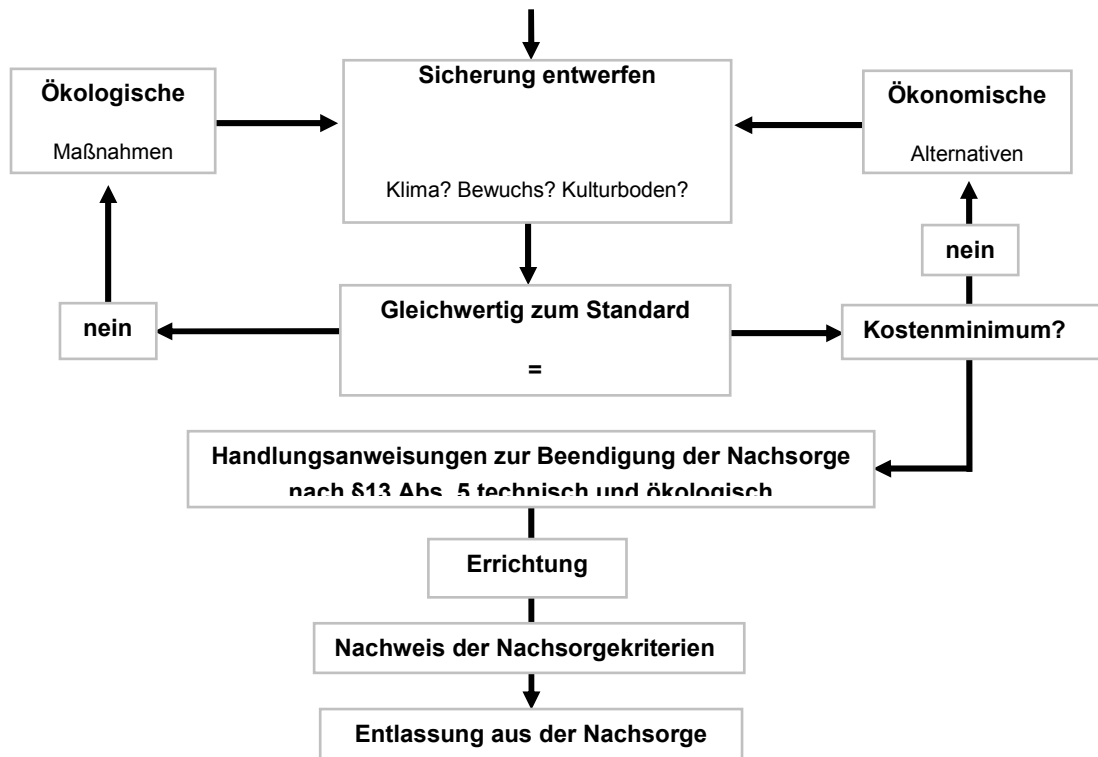


Abbildung 3 Planung und Realisierung der Sicherung nach DepV § 13 Abs. 5 mit Bestimmung der Nachsorgekriterien

Berücksichtigt man die Vorgaben des § 13 Abs. 5 DepV, ergibt sich das in Abb. 3 gezeigte Ablaufschema für Planung und Bearbeitung bis zur Entlassung aus der Nachsorge. Folgt man dem Ablauf der Nachweisführung nach Bild 3, muss zunächst die „Gleichwertigkeit“ nachgewiesen werden, um die Baufreigabe zu erreichen. Dieser Nachweis orientiert sich an einer Maßnahme, der Standardsicherung nach DepV.

Der Nachweis der Eignung erstreckt sich auf die Einhaltung von Werten auf Dauer, die über die Nachsorgekriterien während der Nachsorge als Voraussetzung zur Entlassung aus der Nachsorge nachgewiesen werden. Die Voraussetzung dafür ist die Bemessung der Sicherung entsprechend den Anforderungen des Standortes durch Risikoanalysen der Emissionen der relevanten Stoffe in den Grundwasserleiter. Die Risiken sind dann auf ein vorgegebenes Maß begrenzt und im Verlauf bekannt. Messungen lassen sich dann in ihrer Bedeutung auch in Bezug auf das zukünftige Verhalten der Deponie bewerten. Der Nachweis der Eignung der Sicherung kann zuverlässig erbracht werden.

3 Umsetzung am Beispiel der Deponie Weiden West

3.1 Beschreibung der Deponie

Die Deponie Weiden West, eine Deponie der Klasse II (Abb. 4), bedeckt eine Fläche von ca. 18 ha. Sie enthält ca. 1,5 Mio. m³ Abfall aus hausmüllartigen Gewerbeabfällen,

Als erstes werden der bestehende Zustand und dessen zukünftige Entwicklung über einen Zeitraum von 250 Jahren untersucht. Bild 6 zeigt das Risikofeld für Mangan unter diesen Voraussetzungen. Man erkennt, dass die Messwerte am vorhandenen Messort innerhalb des Risikofeldes liegen und der Anstieg der Messwerte auch der Tendenz der Risikoveränderung entspricht. Das Maximum der Risiken ist zum Betrachtungszeitpunkt schon überschritten, die Auslöseschwelle liegt unterhalb der Grenze niedrige Wahrscheinlichkeit. Der Vergleich von Abb. 6 mit Abb. 5 zeigt den Fortschritt der Entwicklung zum alten Stand der Technik.

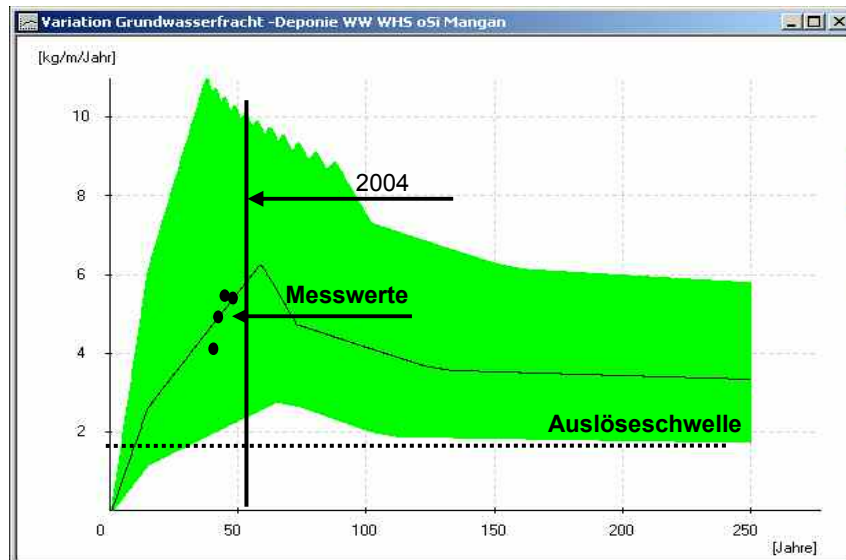


Abbildung 6 Risikofeld Mangan; Fortschreibung des Ist-Zustandes

Es wird nunmehr eine klare Bewertung der Risiken unter der Einbeziehung der Messungen aus der Vergangenheit ermöglicht. So wird es auch möglich, den Nutzen einer Sanierungsmaßnahme objektiv zu beurteilen, wenn diese in die Prognose integriert wird.

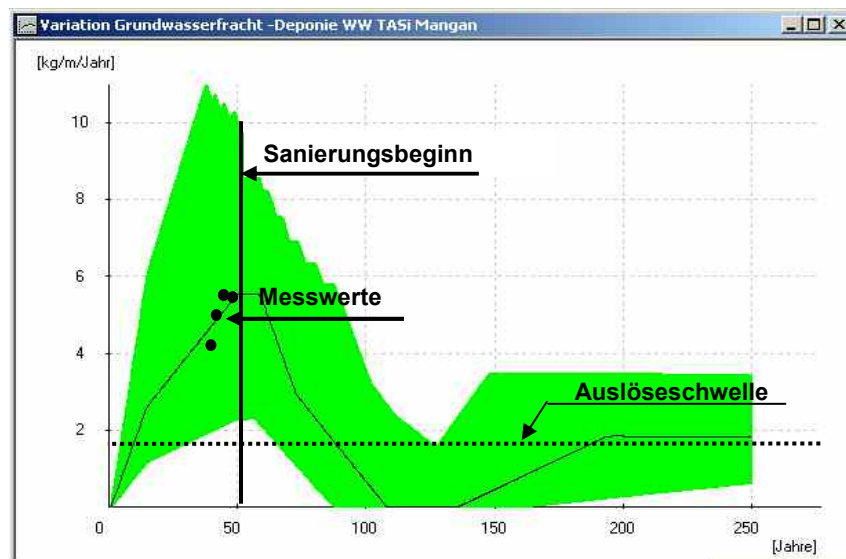


Abbildung 7 Risikofeld für Mangan; Oberflächenabdichtung nach Standard DepV DK II

Gemäß dem Handlungsschema Abb. 3 müssen als erstes die Voraussetzungen für die Erstellung eines Gleichwertigkeitsnachweises erarbeitet werden. Dazu werden von allen Deponieinhaltsstoffen, die das Grundwasser beeinträchtigen können, Risikoprofile für das Standardsicherungssystem erstellt. Von den untersuchten Stoffen war

Mangan in Relation zu den Auslösewerten der ungünstigste Stoff. Abb. 7 zeigt den Risikoverlauf der Grundwasserbelastung. Eine Alternative ist gleichwertig, wenn sie mindestens dem Risikofeld Abb. 7 entspricht. Allerdings besagt die Risikoanalyse auch, dass bei der Standardsicherung mit hoher Wahrscheinlichkeit der vorgegebene Wert der Auslöseschwelle überschritten wird. Die Untersuchungen zeigen, dass die Standardsicherung nach Anhang 1 der DepV auf Grund des Alterungsverhaltens der Komponenten für diesen Standort nicht ausreicht, die Schließungsbedingungen des § 13 Abs. 5 DepV zu erfüllen, die sich an Werten, den Auslöseschwellen, orientieren. Der Eignungsnachweis kann nicht erbracht werden. Die Eignung ist auf die Lebensdauer der Kunststoffdichtungsbahn beschränkt.

Abb. 8 zeigt den Aufbau der ausgewählten Sicherung. Sie besteht aus einer Kurzzeitsicherung, der Kunststoffdichtungsbahn mit darüber liegender Drainmatte, die mindestens für die ersten 30 Jahre nach der Herstellung wirksam bleiben muss, sowie der Langzeitsicherung, der Wasserhaushaltsschicht von insgesamt 2m Dicke und entsprechender Bepflanzung aus Laub- und Nadelgehölzen, abgestimmt auf die klimatischen Gegebenheiten des Standortes.

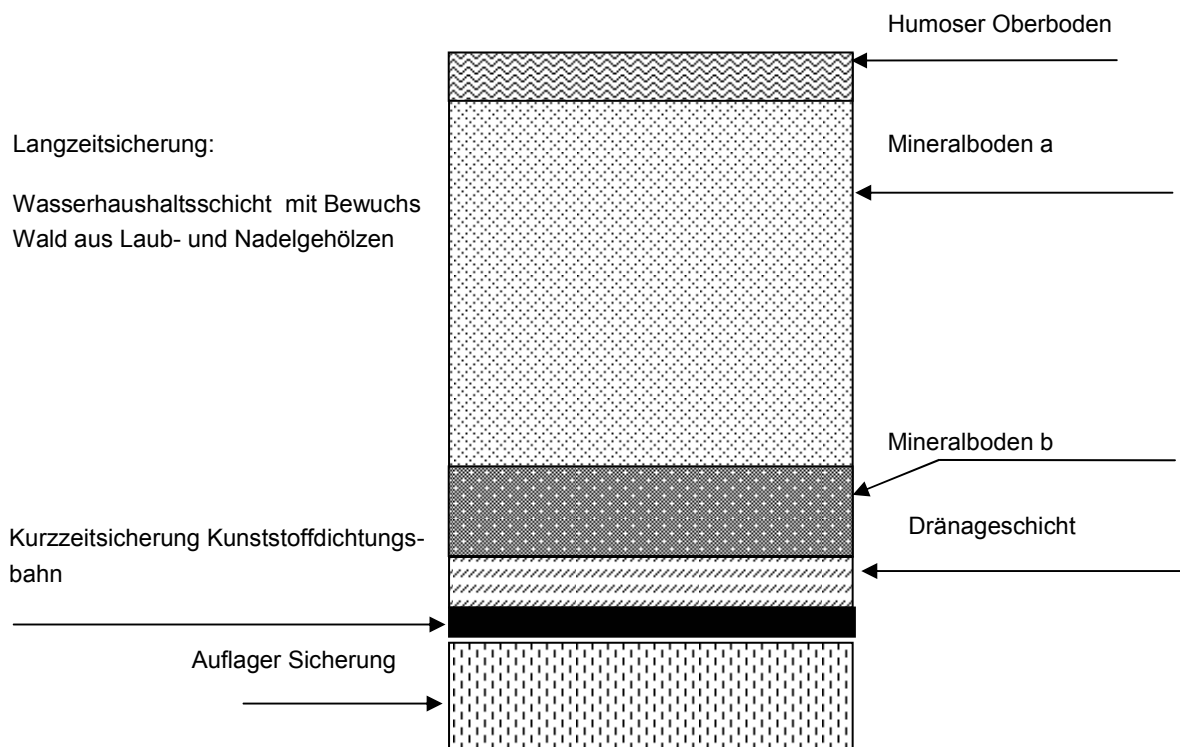


Abbildung 8 Aufbau der zur Ausführung ausgewählten Sicherung

Die Qualität der Kunststoffdichtungsbahn und der Böden der Wasserhaushaltschicht werden bei der Herstellung im Rahmen der Qualitätssicherung dokumentiert.

Neben dem Aufbau der Sicherung selbst haben die Lage und die Kontur der Deponie, und die Art der Bepflanzung deutlichen Einfluss auf die Funktion der Wasserhaushaltschicht. Im Rahmen der Bemessung wurden diese Parameter so lange variiert, bis das unter den gegebenen Umständen mögliche Optimum der Schadstoffrückhaltung erreicht wurde.

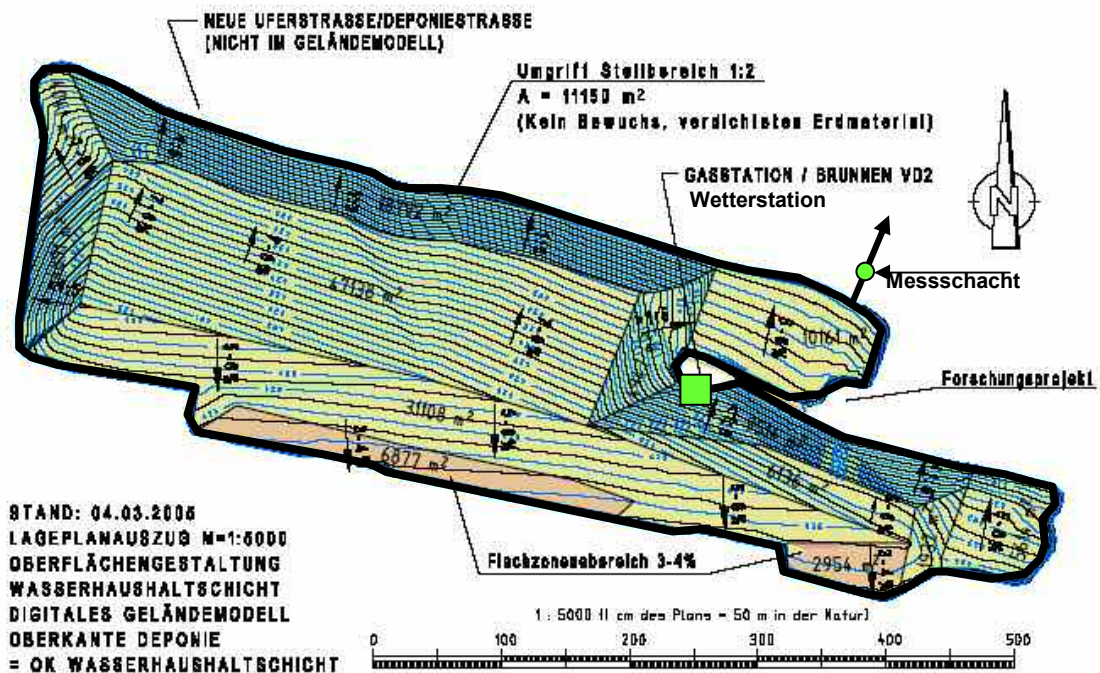


Abbildung 9 Gestaltung der Deponiekontur

Abb. 9 zeigt die Kontur der Deponie, wie sie zurzeit gebaut wird. Sie wurde in Bezug auf Exposition und Standsicherheit (Kriterium 6 § 13 Abs. 5 DepV) der Böschungen optimiert. Die Langzeitsicherung in Form des Waldes ist ein sich selbst erneuerndes biologisches System, dessen Leistungsfähigkeit sich im Laufe der Zeit durch die Ausbreitung der Wurzeln und Humusbildung erhöhen wird.

Die Kurzzeitsicherung in Form der Kunststoffdichtungsbahn wird nach heutigem Wissensstand eine Lebensdauer von mindestens 75 Jahre haben. Diese Zeitspanne ist mehr als ausreichend, um im Zeitraum der Aufwuchsphase der Vegetation die abdichtende Funktion zu übernehmen.

Nach dem Ablaufschema Abb. 3 erfolgt dann die Nachweisführung, die sich in den Gleichwertigkeitsnachweis und den Nachweis der „Werte“ gemäß §13 DepV, als Voraussetzung zur Beendigung der Nachsorge, gliedert. Die Gleichwertigkeit wird anhand des Stoffeintrags in den Grundwasserleiters geführt werden.

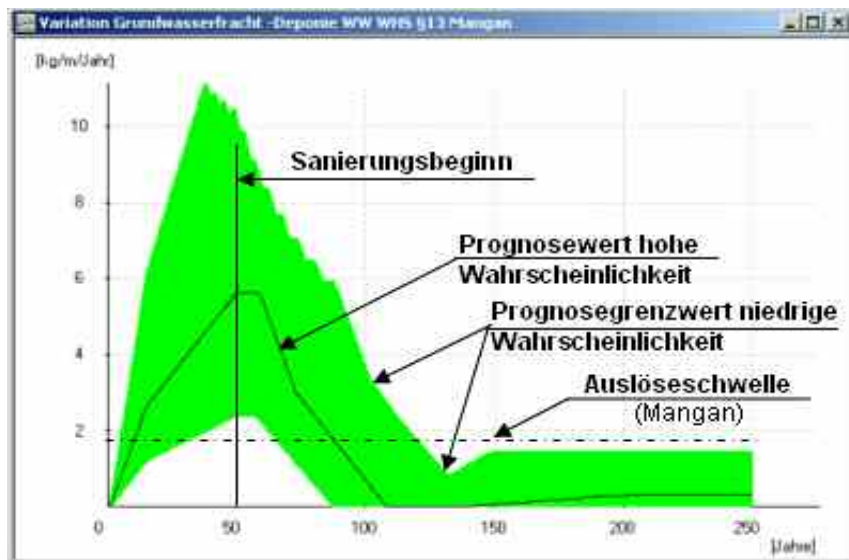


Abbildung 10 Risikofeld für Mangan; alternative Oberflächensicherung

Unter denselben Bedingungen, wie bei der Standardsicherung (Abb. 7), wird die alternative Sicherung untersucht. Abb. 10 zeigt die entsprechenden Emissionswerte der Risikoprognose, die mit hoher und niedriger Wahrscheinlichkeit zu erwarten sind. Der Vergleich der Abb. 7 und 10 zeigt, dass die alternative Sicherung erhebliche Vorteile gegenüber dem Standard aufweist.

Die Bedingung der „Gleichwertigkeit“ gemäß DepV ist also erfüllt. Die Auslöseschwelle der Alternative liegt über dem Prognosegrenzwert und erfüllt deshalb die Schließungskriterien des § 13 Abs. 5 Nr. 8 und 9 DepV. Auch die Kriterien 1 bis 5 und 7 sind erfüllt, weil sich die ohnehin schon niedrige biologische Aktivität infolge des Wassermangels nochmals reduzieren wird, und die Wasserhaushaltschicht als Dichtung keine technischen Einrichtungen enthält und setzungsunempfindlich ist.

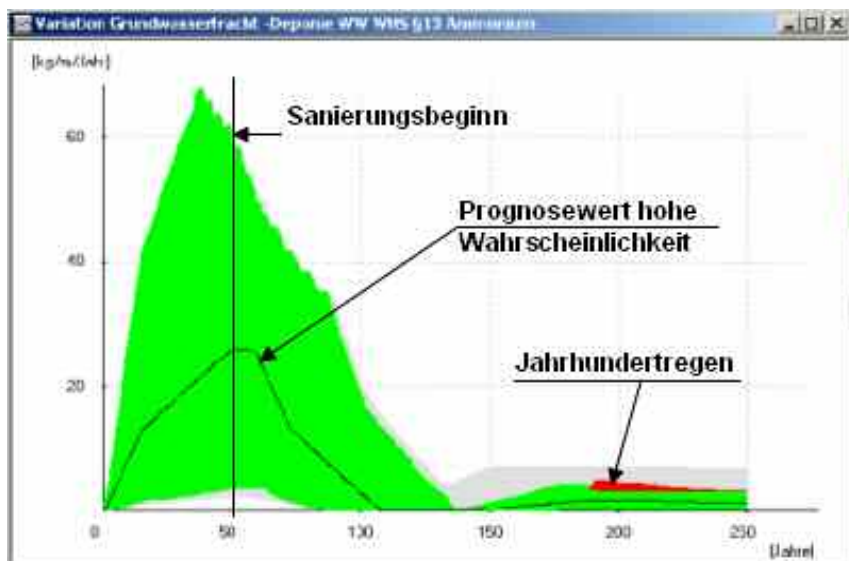


Abbildung 11 Auswirkungen eines Jahrhundertregensjahres

Abb. 11 zeigt schließlich den Einfluss eines Jahrhundertregenjahren auf das Risikofeld für Ammonium, nachdem die Kunststoffdichtungsbahn durch Alterung ausgefallen ist. Die Auswirkungen liegen im prognostizierten Risikofeld, wirken über einen Zeitraum von ca. 50 Jahre nach.

Die Dauer der Nachsorgezeit und die Kriterien zu ihrer Beendigung werden aus den Eigenschaften der Sicherung abgeleitet. Dabei spielt die Grundwasserneubildung bei der Deponie Weiden West eine zentrale Rolle. Um die Mindestwerte der Stofffrachten im Grundwasserleiter einzuhalten, muss die Wasserhaushaltschicht eine Mindestdichtwirkung entfalten, die über die Grundwasserneubildung definiert wurde. Die Kunststoffdichtung als zeitlich begrenzte Abdichtung der Deponie bildet zusammen mit den Drainmatten und einer Ringleitung rund um die Deponie das Auffangsystem für das Wasser, das den Wurzelraum der Wasserhaushaltschicht verlässt. Über einen Messschacht wird die ablaufende Wassermenge gemessen. Ein Regenschirm auf der Deponie misst den Niederschlag (Bild 9). Aus der Differenz von Niederschlag und Sickerwasser wird die Verdunstungskapazität der Wasserhaushaltschicht bestimmt. So ist es möglich, abhängig vom Niederschlag, die Wirksamkeit der Wasserhaushaltschicht für die gesamte Deponie zu bestimmen.

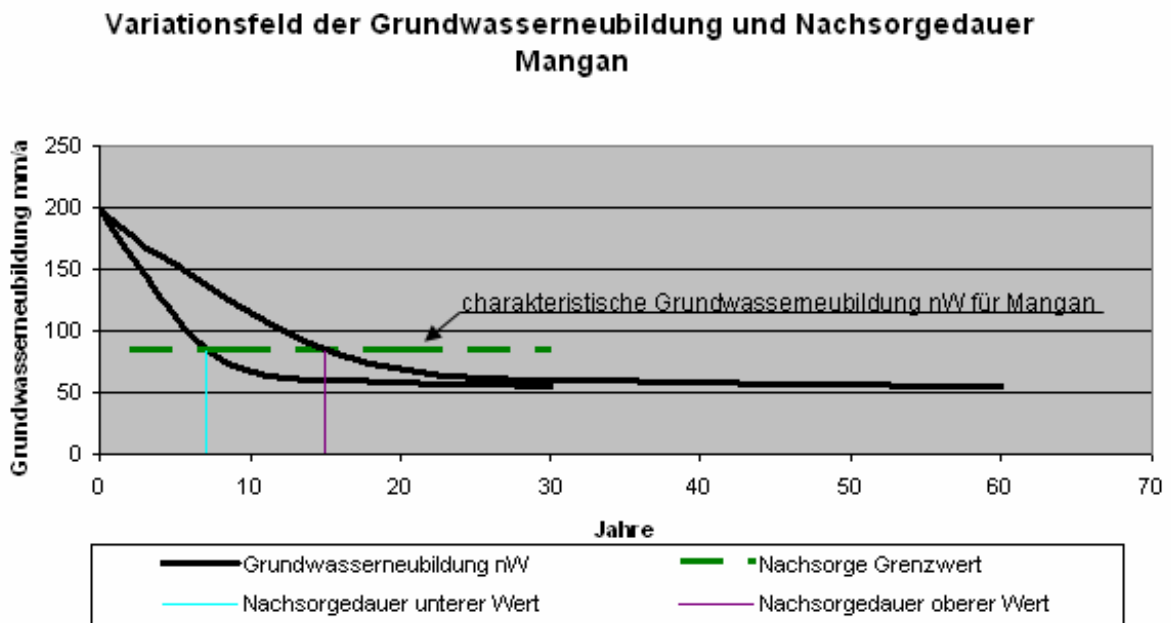


Abbildung 12 Abschätzung der Nachsorgedauer bezogen auf den Leitstoff Mangan

Trägt man die wahrscheinliche Entwicklung der Vegetation in Abhängigkeit der Grundwasserneubildung auf und trägt in dieses Diagramm die charakteristische Grundwasserneubildung für Mangan ein, bei deren Unterschreitung die Bedingungen der DepV eingehalten werden, kann man die Zeitspanne ermitteln nach der das Ende der Nachsorge beantragt werden kann. Nach Abb. 12 wird dies etwa in der Zeitspanne von 7 bis 15 Jahren nach Fertigstellung der Sicherung zu erwarten sein.

Der Eignungsnachweis der Sicherung in Form einer Risikoanalyse über die Lebenszeit der Deponie, die Gestaltung der Sicherung auf der Grundlage von Werten erlaubt eine solide Planung der Sicherungskosten mit Einschluss der Nachsorgekosten. Da die Sicherung so aufgebaut wurde, dass keine Risiken im Vergleich zur Vorgehensweise nach § 13 Abs. 2 DepV bestehen, müssen nicht mehr vorsorglich Rückstellungen im Vermögenshaushalt der betroffenen Unternehmen gebildet werden, wie im § 19 DepV für den Fall einer nicht ausreichenden Wirksamkeit der Sicherung berechtigt verlangt wird. Als erfreulicher Nebeneffekt reduzieren sich auch die Investitionskosten erheblich. Sie verringern sich für die Deponie Weiden West um ca. 35% gegenüber der Ursprungsplanung auf Basis der TASI bei einem erheblich verbesserten Schadstoffrückhaltevermögen.

3.3 Herstellung der Sicherung

Der Mineralboden für das Sicherungssystem mit vorgegebenen Eigenschaften in Bezug auf seine Zusammensetzung und Eigenschaften nach dem Einbau ist kein gehandelter Baustoff. Deshalb wurde er vor der Ausschreibung nach bodenkundlichen Vorgaben ausgesucht, beprobt und danach die Ausführungsplanung erstellt. Nachdem die Leistungsdaten der Genehmigungsplanung erfüllt werden konnten, wurde der Boden von der Stadt Weiden erworben. Erst danach erfolgte die Ausschreibung. Durch dieses Vorgehen wurde sichergestellt, dass die Sicherung nach der Herstellung mit den geprüften Materialien die geplanten Eigenschaften aus der Genehmigungsplanung aufweisen wird.

Die Profilierungsarbeiten sind abgeschlossen und die Arbeiten an der Sicherung sind in vollem Gang. Etwa 70% der Sicherung ist hergestellt. Das Verlegen der Kunststoffdichtungsbahn, der Drainmatten und der Einbau der Schutzschicht aus Mineralboden, bereiteten keine Schwierigkeiten. Der Einbau des Mineralbodens der Wasserhaushaltsschicht bedeutet dagegen eine besondere Herausforderung, weil 360000m³ Mineralboden unter Einhaltung vorgegebener bodenkundlicher Kenndaten eingebaut werden müssen. Hier zeigte sich beim Bau des Testfeldes, dass beim Einbau von Schluffböden hoher nutzbarer Feldkapazität mit einer Baggerschaufel nicht die erforderlichen geringen Einbaudichten von 2 bis 3 zu erzielen waren. Je nach Feuchtigkeitsgehalt und Transportbeanspruchung streuten die Dichtewerte in einem nicht tolerierbaren Maß. Es wurde deshalb der Baubetrieb umgestellt und der Boden vor dem Einbau aufbereitet und in einem rieselfähigen Zustand eingebaut. So konnte die geforderte Einbauqualität weitgehend unabhängig von der Witterung und der Gewinnung erreicht werden.

4 Literaturzusammenstellung

- [1] Technische Anleitung Siedlungsabfall; Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz: Technische Anleitung zur Vermeidung, Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen. Carl-Heymanns-Verlag Köln.
- [2] Lapidus and Amundson 1952 Mathematics of adsorption in beds VI. The effects of longitudinal diffusion in exchange and chromatographic columns. Journal of Physical Chemistry, 56, S.984-988
- [3] Jessberger H.-J., Onnich K., Finsterwalder K., Beyer S. 1995 Versuche und Berechnungen zum Stofftransport durch mineralische Abdichtungen und daraus resultierenden Materialentwicklungen. In: 3. Arbeitstagung zum Verbundforschungsvorhaben Deponieabdichtungssysteme. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin 21.-23.3.1995
- [4] Mann U. 2002 Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV); BGBl, I, 2807
- [5] 1993 Stofftransport durch mineralische Deponieabdichtungen: Versuchsmethodik und Berechnungsverfahren. Januar 1993 Heft 19 Ruhruniversität, Schriftenreihe des Instituts für Grundbau
- [6] Schulz H. Schmid J. Finsterwalder K. 2003 Prognose des Variationsbereiches der Emissionen und Frachten auf Boden- und Grundwasserpfad am Altstandort „UK“ unter Einbeziehung von Frachtmessungen am Deponierand der zur Validierung der Systeme BLACE und DESi Variation. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
- [7] Schulz H. Schmid J. Finsterwalder K. 2003 Prognose des Variationsbereiches der Emissionen und Frachten auf Boden- und Grundwasserpfad am Altstandort „UU“ unter Einbeziehung von Frachtmessungen am Deponierand der zur Validierung der Systeme BLACE und DESi Variation. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Anschrift des Verfassers

Dr. Ing. Klemens Finsterwalder
 Finsterwalder Umwelttechnik GmbH & Co. KG
 Mailinger Weg 5
 D-83233 Bernau
 Telefon +498051 65390
 Email k.finsterwalder@fitec.com
 Webseite: www.fitec.com