

Beendigung der Nachsorge am Beispiel der abgeschlossenen Sicherung der Deponie Weiden West

Klemens Finsterwalder

Finsterwalder Umwelttechnik GmbH & Co. KG

Termination of aftercare at landfill Weiden West

Abstract

Not available.

Zusammenfassung

Keine Angaben.

1 Einführung

Seit Einführung der Deponieverordnung (DepV) [4] sind die Schließungskriterien für Deponien vorgegeben. Der § 13 DepV zeigt die Vorgaben auf, die ein Deponiebesitzer zu erfüllen hat, um die Deponie aus der Nachsorge zu entlassen. Rechtlich gesehen bedeutet die Entlassung aus der Nachsorge, dass mögliche Gefahren aus der Deponie, die danach auftreten, auf die Allgemeinheit, also den Steuerzahler, übergehen.

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 erfolgreich 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.

Die Deponieverordnung aus dem Jahr 2002 gibt in dem § 13 „Deponieschließung“ die Regeln vor, wie die Nachweisführung zur Beendigung der Nachsorge erfolgen kann. Es sind zwei Optionen möglich:

- a) nach §13.2 Regelabdichtung nach Anhang 1 DepV oder gleichwertig, Kontrolle des Verhaltens durch Messen mit zugehöriger Dokumentation 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 Möglichkeit 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 (Bild 1.1). 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.

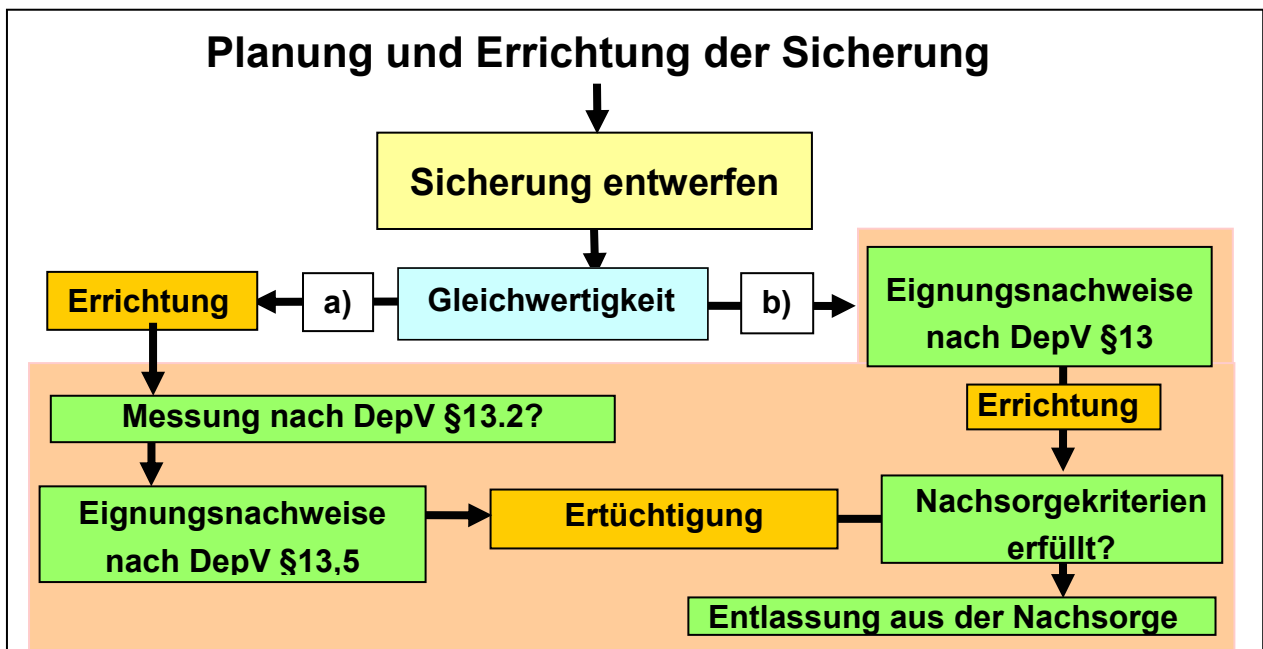


Bild 1.1: Wege aus der Nachsorge

Die Möglichkeit b) fordert einen Nachweis der Einhaltung von Kriterien und Werten in der Zeit nach Beendigung der Nachsorge. Dies erfordert den Nachweis, dass die Sicherungsmaßnahmen geeignet sind, die Vorgaben des § 13.5 langfristig zu erfüllen. Unter langfristig ist ein Zeitraum von >150 Jahren zu verstehen. Wie dieser Nachweis aufgebaut ist und auf welchen Grundlagen er beruht, ist in [3, 5, 13] nachzulesen.

In Bezug auf die Umsetzung ergibt sich eine ähnliche Konstellation, wie bei der Umsetzung von gewöhnlichen Bauvorhaben (Bild 1.2). Die Planung ist in die Objektplanung und in die Planung und Bemessung der Sicherung aufgeteilt. Die Qualitätssicherung

erfolgt über Fremdüberwachung. Jede Institution im Organigramm ist an der Entlassung aus der Nachsorge beteiligt.

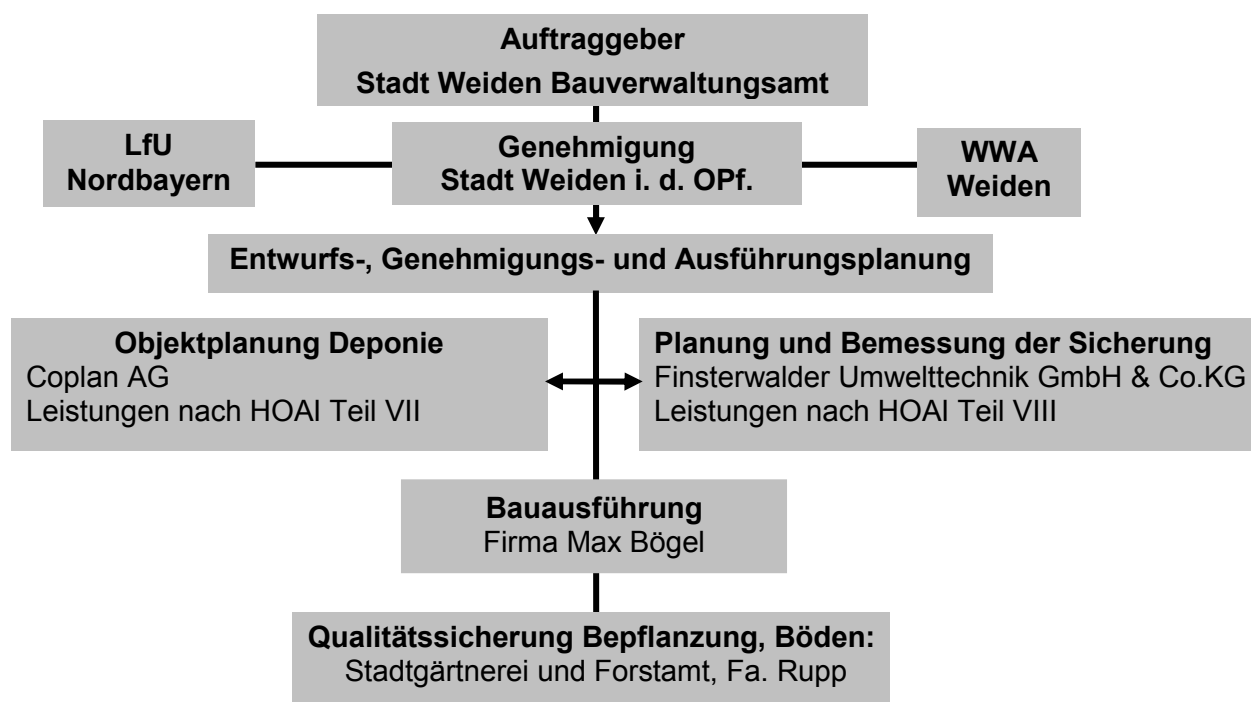


Bild 1.2: Organisationsstruktur

In den folgenden Kapiteln wird die Nachweisführung nach b) am Beispiel der Deponie Weiden West erläutert.

2 Bemessung der Sicherung der Deponie Weiden West nach den Kriterien der DepV

2.1 Beschreibung der Deponie

Die Deponie Weiden West, eine Deponie der Klasse II, bedeckt eine Fläche von ca. 18 ha. Sie enthält ca. 1,5 Mio. m³ Abfall aus hausmüllartigen Gewerbeabfällen, Hausmüll und Bauschutt. Sie wurde 1950 in Betrieb genommen. Von 1980 bis 1999 wurde nur noch Bauschutt abgelagert. 1999 erfolgte die endgültige Stilllegung. Die Deponie liegt im weiteren Einzugsbereich der Trinkwasserbrunnen der Stadt Weiden.

2.2 Aufbau des Sicherungssystems

Den Aufbau der ausgewählten Sicherung zeigt Bild 2.2.1. Sie besteht aus einer Kurzzeitsicherung, der Kunststoffdichtungsbahn mit darüber liegender Dränmatte, die mindestens für die ersten 30 Jahre nach der Herstellung wirksam bleiben muss, und der

Langzeitsicherung, der Wasserhaushaltsschicht von insgesamt 2m Dicke und entsprechender Bepflanzung aus Laub- und Nadelgehölzen, abgestimmt auf die klimatischen Gegebenheiten des Standortes.

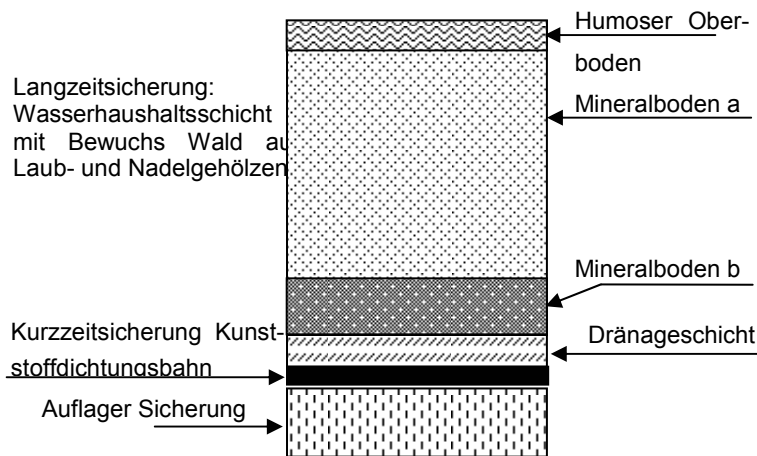
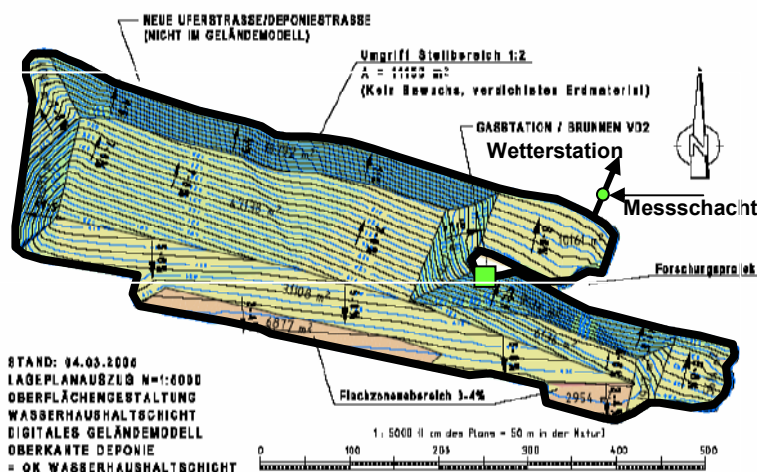


Bild 2.2.1: Aufbau der zur Ausführung ausgewählten Sicherung

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

Bild 2.2.2 zeigt die neue Kontur der Deponie. Sie wurde in Bezug auf Exposition und



Standardsicherheit (Kriterium 6 §13.5 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.

Bild 2.2.2: Gestaltung der Deponiekontur

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.

2.3 Nachweisführung und Vorgabe der Nachsorgekriterien

Die Emissionen in den Grundwasserleiter sind 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, von ein paar hundert bis zu einigen tausend Jahren. Auch die Stoffpalette, die betrachtet werden muss, besteht aus 15 bis 30 Stoffen, die in Bezug 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 (Bild 2.3.1). Die naturwissenschaftliche Voraussetzung für eine Bemessung bildet das Stofftransportgesetz, das erstmals 1952 [2] in Form einer Differentialgleichung für Anwendungen in der Chromatographie formuliert wurde. Es beschreibt den Zusammenhang zwischen Diffusion, Konvektion und Sorption in Abhängigkeit vom betrachteten Ort und der Zeit.

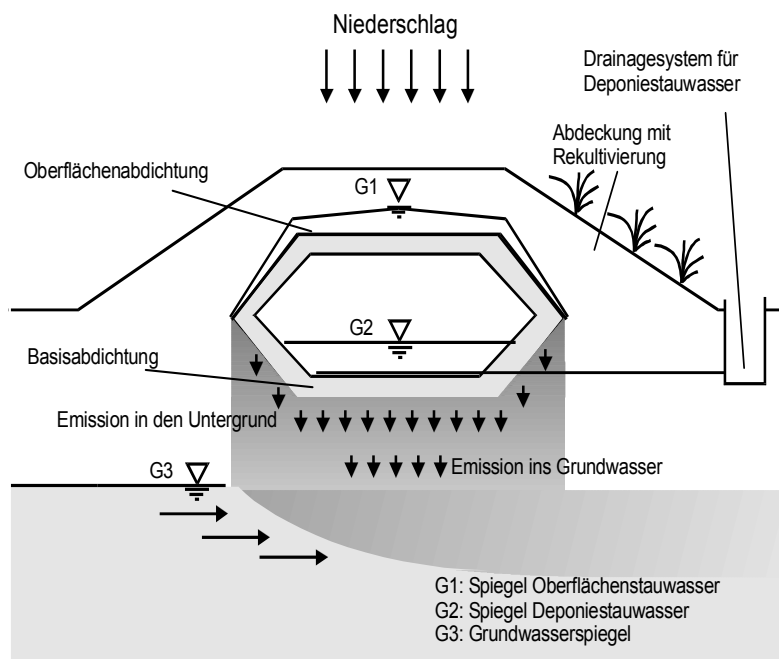


Bild 2.3.1: Schnitt durch eine Deponie

Die Theorie des Stofftransports ist validiert [10]. Im Gegensatz zum 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 die 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 DepV und den Behördenvorgaben.

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) [9] ist validiert [10] und verifiziert [11, 12]. 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 zB. Unterlagen über die langfristige Nutzung, Klimadaten, die Sicherung, den Deponiekörper und –inhalt, die Geologie der Deponiebasis und die Hydrogeologie des Standorts und 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 widerspiegeln. 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, die erwartet werden können. Die oberen Prognosegrenzwerte sind Bruchkriterien 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

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

GI.1

verknüpft. Genügt eine Sicherung dieser Bedingung, sind die Schließungskriterien nach §13.5 DepV erfüllt. Von den geeigneten Sicherungen wird die gebaut, die die Bedingungen der DepV erfüllt und das beste Preis-Leistungsverhältnis aufweist. Im Falle von Weiden West war die in Abschnitt 2.1 beschriebene Wasserhaushaltschicht kombiniert mit einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB).

Die Wirkung einer Sicherungsmaßnahme kann unter den ökologischen Gesichtspunkten der DepV auf ihre Langzeitwirksamkeit quantifiziert und ökonomisch beurteilt werden. Dadurch wird ein Vorgehen, wie es bei jeder ingenieurmäßigen Bemessung selbstverständlich ist, möglich. Bild 2.3.2 zeigt die Vorgehensweise bei der Planung und

Realisierung. Folgt man dem Ablauf der Nachweisführung nach Bild 2.3.2, muss zunächst die „Gleichwertigkeit“ nachgewiesen werden, um die Baufreigabe zu erreichen. Dieser Nachweis orientiert sich an einer Maßnahme, der Standardsicherung nach DepV.

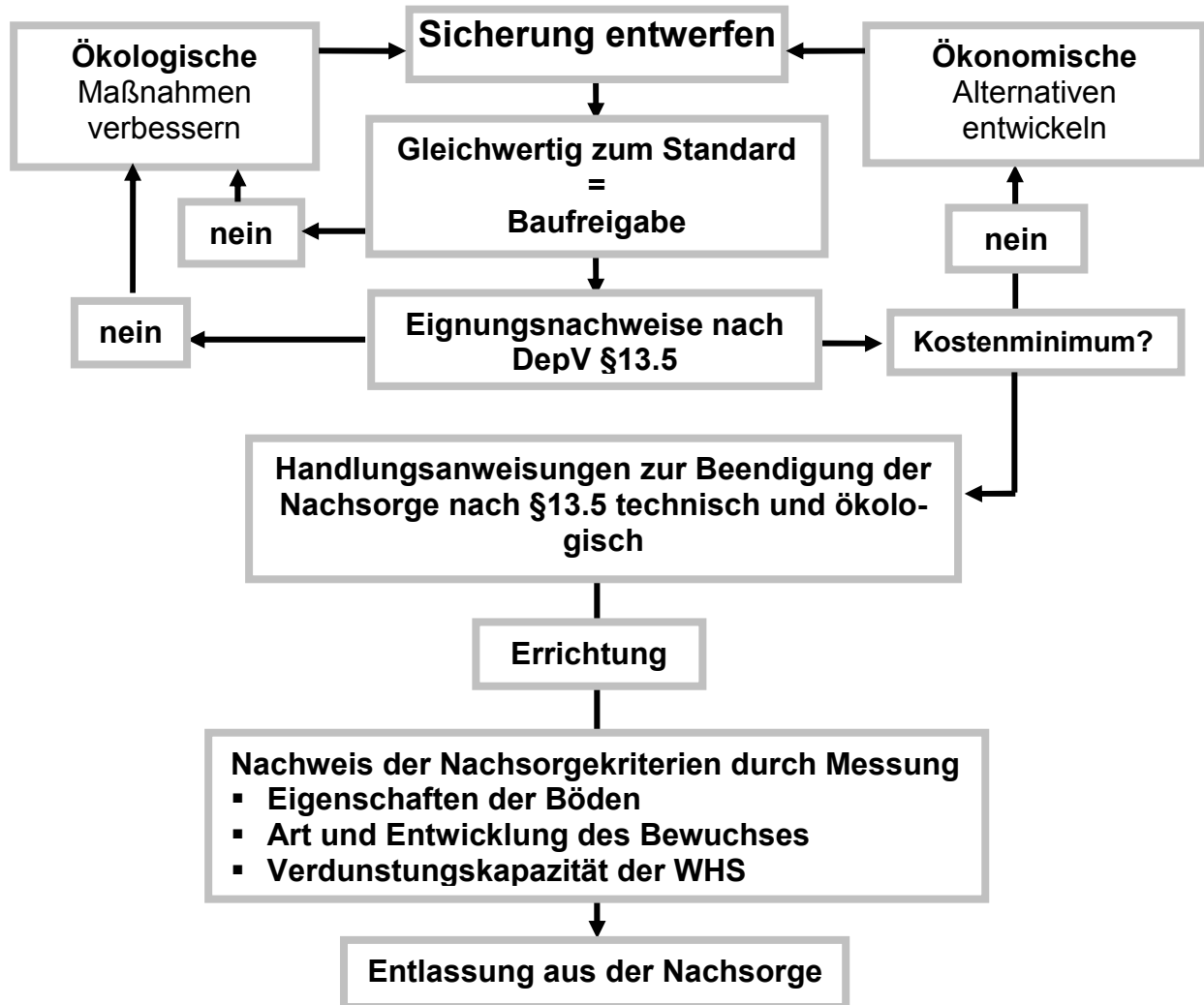


Bild 2.3.2: Planung und Realisierung der Sicherung nach DepV § 135 mit Bestimmung der Nachsorgekriterien

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 ist die Bemessung der Sicherung auf die 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.

Zunächst werden die Emissionsrisiken untersucht, die sich bei der Sicherungsmaßnahme nach DepV ergeben (Bild 2.3.3). Als Beispiel ist der Emissionsverlauf des Stoffes Mangan gewählt, der im Beispiel den Leitstoff darstellt. Man erkennt, dass die behördlich vorgegebene Auslöseschwelle unter Berücksichtigung der Alterung der eingesetzten Materialien dauerhaft überschritten wird. Nach dem Ablaufschema zur Erlangung der Nachsorge Bild 2.3.2 kann man diese Sicherungsmaßnahme zwar bauen, kann aber nicht das Ende der Nachsorge beantragen, da die Vorgaben des §13.5 durch diese Sicherung nicht erfüllt werden können.

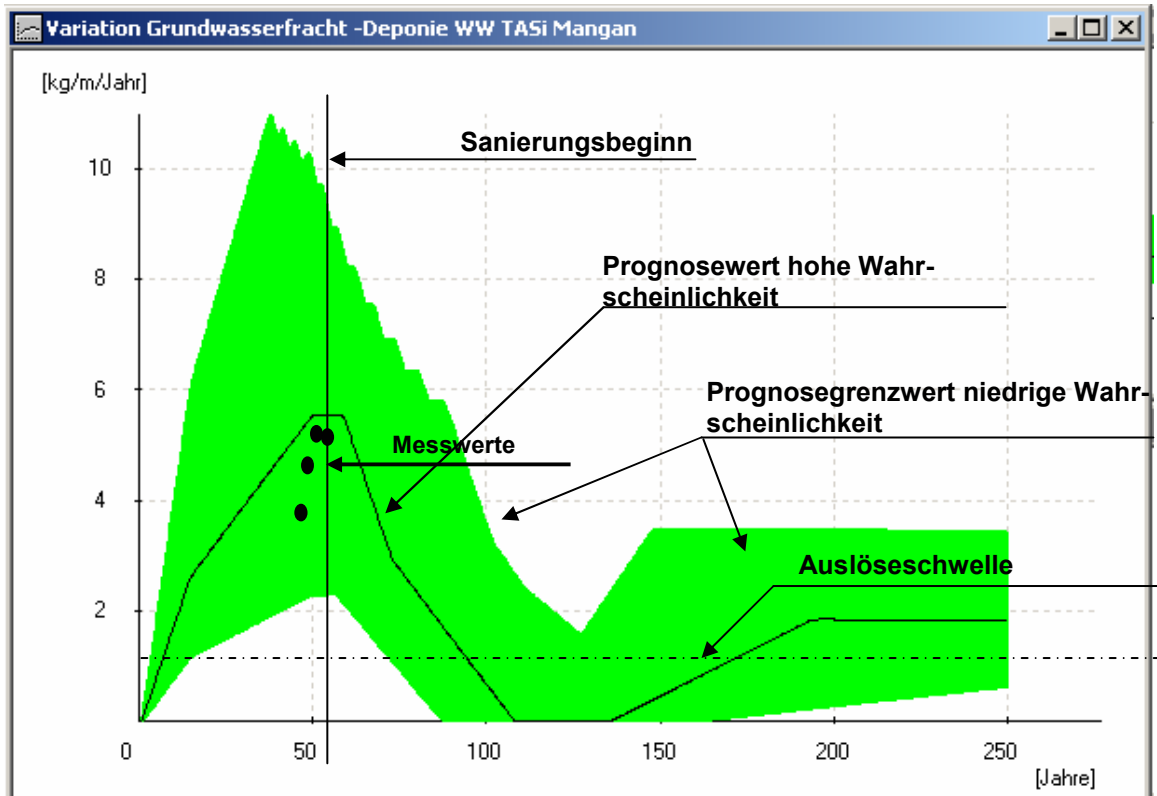


Bild 2.3.3: Risikofeld für Mangan; Oberflächensicherung nach Standard DepV, Deponieklasse II (DKII)

Deshalb wurde die Sicherungsmaßnahme gemäß Bild 2.3.2 optimiert. Der zugehörige Emissionsverlauf ist im Bild 2.3.4 dargestellt. Daraus kann man entnehmen, dass der Emissionsverlauf in keinen Bereich schlechter als nach Bild 2.3.3, der Sicherung nach Standard, verläuft. Die Alternative ist also gleichwertig zum Regelvorschlag nach DepV. Die optimierte Alternative kann aber auch in der Endphase die behördlich geforderten Grenzwerte sicher einhalten. Damit ist der Nachweis erbracht, dass die Sicherung bei Einhaltung der Planungswerte die Sanierungsvorgaben einhalten kann.

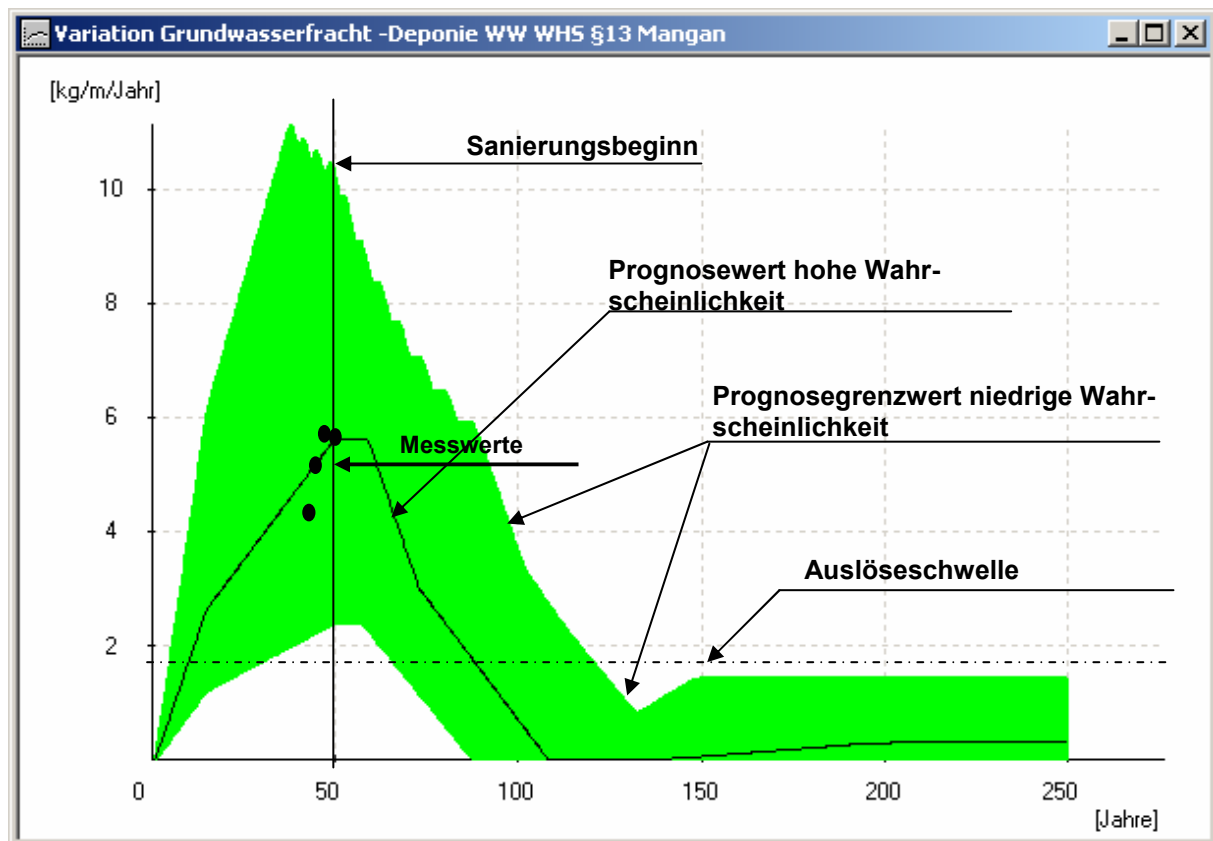


Bild 2.3.4: Risikofeld für Mangan; optimierte Oberflächensicherung nach Bild 2.2.1, DK II

Die zur Erstellung der Prognose vorgegebenen Daten müssen bei der Errichtung der Deponie über die Qualitätssicherung nachgewiesen werden. Es sind dies die vorgegebenen Bodenkennwerte nach DIN 4220 und der Nachweis der Rückhaltewirkung der Wasserhaushaltschicht. Die Bodenkennwerte nach DIN 4220 wurden während der Bauphase durch einen Fremdüberwacher (Bild 1.2) für jeden Bauabschnitt durch Versuche ermittelt. Die Rückhaltekapazität der Wasserhaushaltschicht hängt neben der Speicherkapazität der Böden von der Art und Intensität des Bewuchses ab. Da der Bewuchs sich erst im Laufe von mehreren Jahren entwickelt, wurde die Gesamtdeponie als Lysimeter entworfen. Dies konnte ohne besondere Kosten durchgeführt werden, da die abdichtende KDB als Teil der temporären Abdichtung mit der Sammeldränge ohnehin vorgesehen war. Zusätzlich wurden Messeinrichtungen für die Messung des Sickerwasserabflusses aus dem Wurzelraum der Wasserhaushaltschicht und die Messeinrichtung zur Messung des Niederschlages auf der Deponie installiert.

2.4 Errichtung der Sicherung

Die Errichtung der Sicherung (Bild 2.2.1) erfolgte durch die Firma Max Bögl. Ein Teil der Sicherung besteht aus relativ einfach zu bauenden Komponenten, wie dem Unterbau der KDB, der Dränschicht und dem Mineralboden a, die mit den üblichen bekannten Methoden auf der Baustelle hergestellt werden können.

An den Mineralböden und den Oberböden wurden in Bezug auf die Feldkapazität besondere Anforderungen gestellt, die nicht ohne weiteres erfüllt werden können. Deshalb wurden diese Böden vor der Ausschreibung der Arbeiten speziell ausgesucht und beprobt. Ausgewählt wurde schließlich für den Einbau im Probefeld Böden nach DIN 4220 vom Typ Su2 und Uls.

Das angebotene Einbauverfahren Einbringung der Böden mit Baggerschaufeln ergab einen zu hohen Streubereich, es war keine Kontrolle über die Einbaudichten möglich und es war in hohem Maße witterungsabhängig. Die erforderliche Einbauqualität war nicht erreichbar. Deshalb wurde das Einbauverfahren geändert und die Verarbeitung der Böden unter Einsatz von speziellen Baggerschaufeln mit integrierten Scheibenseparatoren vorgenommen. Die Erprobung im Testfeld ergab eine gleichmäßige Qualität weitgehend unabhängig vom Wetter. Zum Einbau auf der Deponie wurde der Bodentyp Uls wegen seiner besseren Eigenschaften ausgesucht.

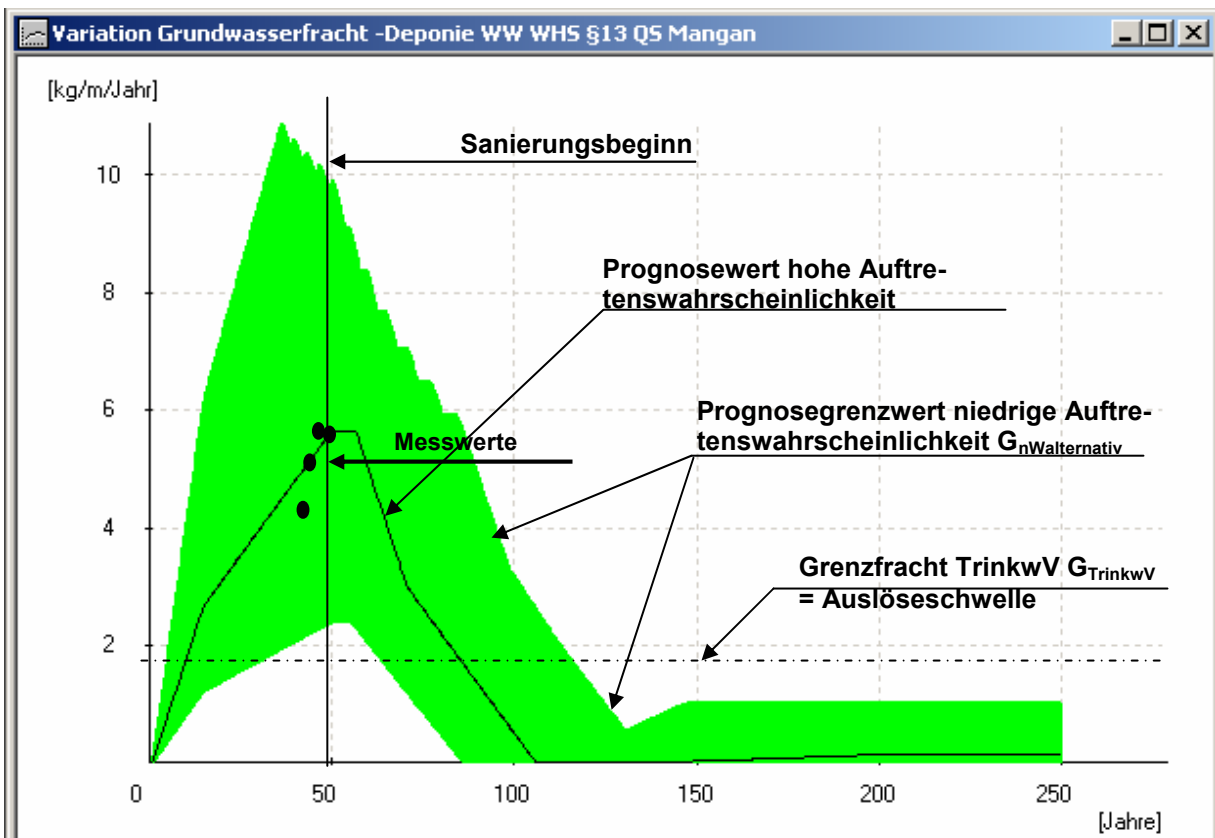


Bild 2.4.1: Risikofeld für Mangan; optimierte Oberflächensicherung nach Bild 2.2.1, DK II, berechnet mit den Daten aus der QS- Sicherung Böden

Böden mit einer hohen nutzbaren Feldkapazität sind empfindlich und weisen nur bei lockerer Lagerung die gewünschten Eigenschaften auf. Deshalb wurde ein Befahren der Wasserhaushaltsschicht bei der Herstellung und auch später nicht erlaubt, um unerwünschte Verdichtungszone auszuschließen. Insgesamt wurden 360.000m³ Böden

unter diesen Bedingungen unter der ständigen Kontrolle des Fremdüberwachers innerhalb von 6 Monaten verarbeitet.

Insgesamt wurden 43 Schürfen angelegt und in jeweils drei Horizonten, die die Trockenrohdichte bestimmt. Die Messungen wurden auf Basis der DIN 4220 in Bezug auf die nutzbare Feldkapazität nFK und die Größe des effektiven Wurzelraums We ausgewertet und den insgesamt 13 Expositionsflächen zugeordnet. Mit den so erhaltenen Daten wurde das Langzeitemissionsverhalten der Deponie ermittelt. Das Bild 2.4.1 zeigt die Emissionen auf Basis der QS- Werte, die deutlich günstiger sind, als die auf der Grundlage der Planungswerte (Emissionsdiagramm Bild 2.3.4). Damit war der Nachweis erbracht, dass die vorgegebenen Materialwerte besser sind, als die für die Erstellung der Genehmigungsplanung angenommenen Werte.

2.5 Überwachung der Funktion der Wasserhaushaltschicht

Die Wasserhaushaltschicht erhält ihr Rückhaltevermögen erst mit der Entwicklung der Bepflanzung und der Durchwurzelung. Das bedeutet, dass die Rückhaltekapazität sich in Abhängigkeit von der Entwicklungszeit von den Pflanzen und deren Wurzeln aufbaut. Der dafür erforderliche Zeitraum beträgt 7 bis 15 Jahre.

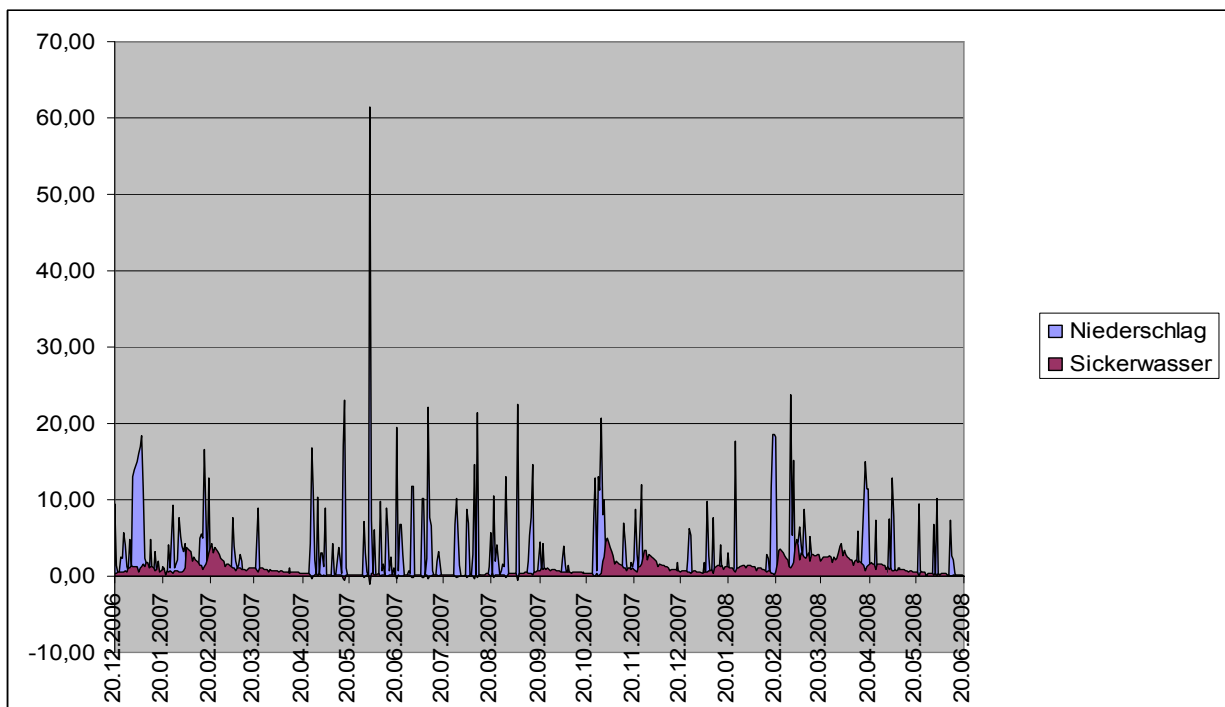


Bild 2.5.1: Niederschlag und Sickerwasseranfall auf der Deponie Weiden West

Der Aufbau der Rückhaltekapazität der Wasserhaushaltschicht auf der Deponie durch die Entwicklung der Pflanzen wird durch den Vergleich Niederschlag und Sickerwasseranfall kontrolliert. Die Rückhaltekapazität ist erreicht, wenn die für den Leitstoff erforderliche Höchstwassermenge abhängig vom Jahresniederschlag unterschritten wird.

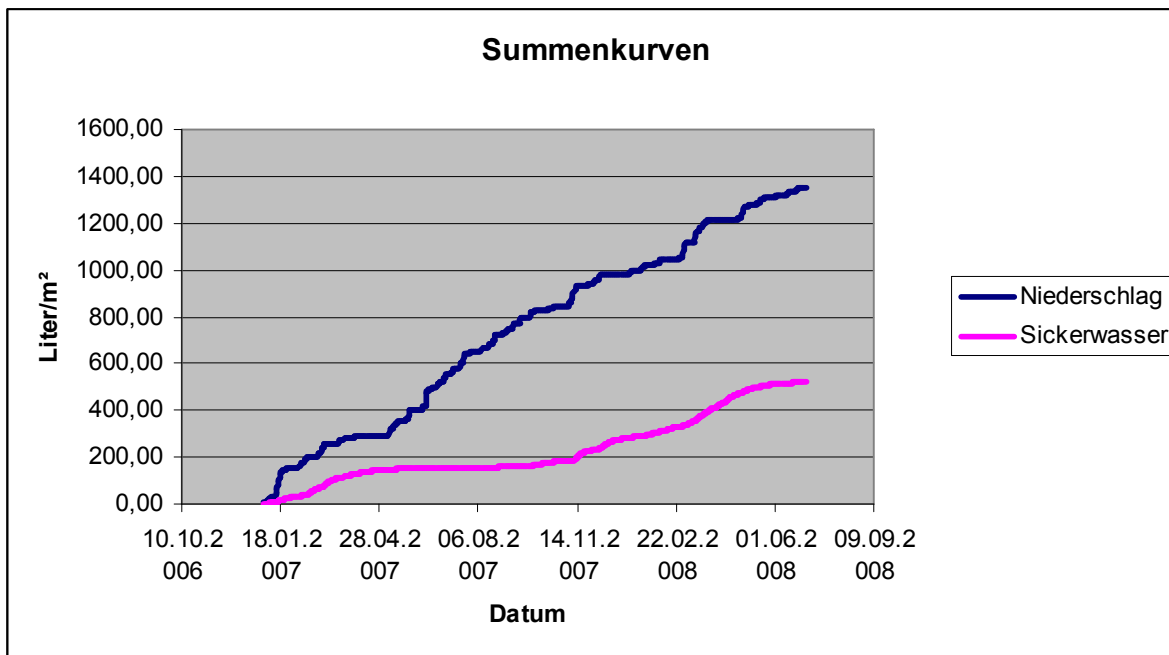


Bild 2.5.2: Summenkurven von Niederschlag und Sickerwasseranfall

Die Messungen für das erste Vegetationsjahr zeigt Bild 2.5.1, das die Niederschläge und den Sickerwasserabfluss darstellt. Bild 2.5.2 zeigt die zugehörigen Summenkurven für den Niederschlag und Sickerwasser.

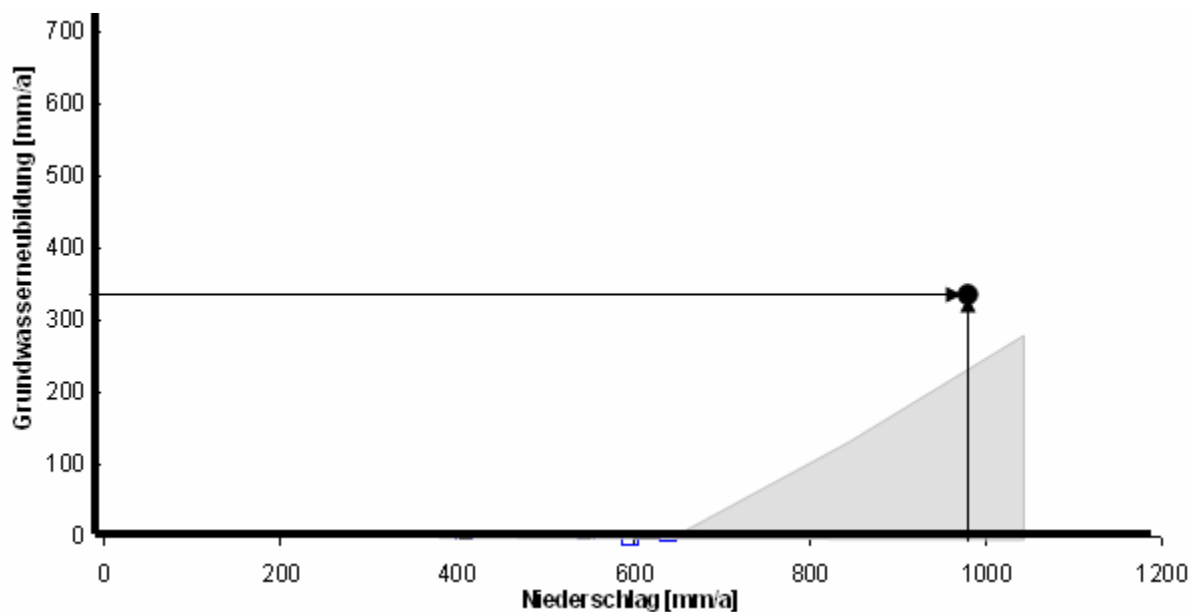


Bild 2.5.3: Grenzbedingung der Grundwasserneubildung als Funktion $f(h_{NS})$ für Mangan, Messpunkt für das erste Jahr nach Fertigstellung

In Bild 2.5.3 ist die Auswertgraphik dargestellt. Der grau hinterlegte Bereich ist der Zielbereich, in der der Jahresmesswert liegen muss, wenn die Rückhaltekapazität der Wasserhaushaltschicht den Sollwert erreicht. Nach dem ersten Vegetationsjahr liegt der Messwert erwartungsgemäß noch außerhalb des Zielbereiches.

3 Literatur

- [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] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV); BGBl, I 2002, 2807
- [5] Finsterwalder K.; 2001 Ableitung der Grenzemissionen für die Deponieklassen I und II aus der Technischen Anleitung Siedlungsabfall Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und Bayerische Landesamt für Umweltschutz Oktober (LfU), Bezug über LfU, 2001
- [6] Finsterwalder K.; Nachweise der Emissionen und Frachten und Entwicklung der Kriterien zur Beendigung der Nachsorge für ausgewählte Standorte. Deponie A Deponieabdichtung nach TA Siedlungsabfall Deponieklasse I. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Oktober 2001
- [7] Finsterwalder K.; Nachweise der Emissionen und Frachten und Entwicklung der Kriterien zur Beendigung der Nachsorge für ausgewählte Standorte. Deponie B Deponieabdichtung nach TA Siedlungsabfall Deponieklasse I. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Oktober 2001

- [8] Finsterwalder K. ; Nachweise der Emissionen und Frachten und Entwicklung der Kriterien zur Beendigung der Nachsorge für ausgewählte Standorte. Deponie C Deponieabdichtung nach TA Siedlungsabfall Deponieklasse I. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Oktober 2001
- [9] Finsterwalder K., Natterer B.; 1998 DESi® Software zur Simulation von Emissionen aus Deponien und Ablagerungen, Finsterwalder Umwelttechnik GmbH & Co KG, 82335 Bernau / Hittenkirchen.
- [10] Mann U.; 1993 Stofftransport durch mineralische Deponieabdichtungen: Versuchsmethodik und Berechnungsverfahren. Januar 1993 Heft 19 Ruhruniversität, Schriftenreihe des Instituts für Grundbau.
- [11] 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
- [12] 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
- [13] Finsterwalder K.; 2006 Beendigung der Nachsorge von Deponien gezeigt am Beispiel der Sicherung der Deponie Weiden West. Praxistagung Deponie 2006, Wasteconsult

Anschrift des Verfassers:

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