

# Ermittlung des Einflusses der Einbaukennwerte auf das Ablagerungsverhalten von MBA-Abfällen mit dem Simulationsmodell WATFLOW

Ingmar Obermann

Zur Untersuchung von Einflussfaktoren auf den Wasserhaushalt von Deponien mit vorbehandelten Siedlungsabfällen wurde das Simulationsmodell WATFLOW entwickelt. Auf der Grundlage von exemplarisch durchgeführten Simulationsrechnungen werden die im 1. Entwurf der AbfAbfV formulierten Anforderungen an die Einbaukennwerte von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen (MBA-Abfälle) bewertet.

## 1 Einleitung

Eine Prognose der Sickerwasserbildung wird zur Bewertung der Umweltbelastung benötigt, aber auch zur Planung, zum Betrieb und zur Nachsorge von Deponien. Aufgrund der großen Inhomogenität der abgelagerten Abfälle war bislang eine mathematische Beschreibung des Wasserhaushaltes von Abfalldeponien äußerst schwierig. Durch die Vorschaltung aufwendiger mechanisch-biologischer bzw. thermischer Vorbehandlungsschritte gelangen Abfälle mit einer wesentlich homogeneren chemischen und physikalischen Charakteristik zur Ablagerung. Zur Untersuchung von Einflussfaktoren auf den Wasserhaushalt von Deponien vorbehandelter Abfälle wurde am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Darmstadt das Simulationsmodell WATFLOW [1] im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens "Mechanisch-biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen" entwickelt und kalibriert.

## 2 Modellgrundlagen

Die folgenden Prozesse werden im Modell WATFLOW berücksichtigt:

- Infiltration von Niederschlagswasser in den Abfallkörper bei Berücksichtigung der zeitlich variablen klimatischen Randbedingungen
- Deponieaufbau bei Berücksichtigung der zeitlich variablen Abfallschütthöhe und – abdeckung
- Dichteänderung durch Abfallüberschüttung (Setzungsverhalten)
- Änderung der hydraulischen Leitfähigkeit durch Dichteänderung
- Fließprozesse im Abfallkörper in Mikro- und Makroporen
- Variabilität der Eingangsparameter

Das dem Modell zugrundegelegte Konzept zur Erfassung des zeitlichen Verlaufs der aktuellen Deponiehöhe ist in Bild 1 qualitativ dargestellt. Die lastabhängigen Setzungen erfolgen zeitgleich mit dem Ausströmen des Gases und des Wassers aus dem Porenraum des Abfalls. Sackungen infolge eines Abbaus organischer Substanz werden nicht berücksichtigt. Zur Modellierung der dichteabhängigen, gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit wird der Ansatz von Gabener [2] verwendet. Die aktuelle gesättigte hydraulische Leitfähigkeit errechnet sich aus dem aktuellen Porenanteil und der normierten gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit bei einem Porenanteil von 50 Vol.-%.

Für die Simulation der Wasserbewegung in der Abfallmatrix wird das Potentialkonzept angewendet und die Strömung im mikroporösen Medium mit dem Kontinuum-Ansatz beschrieben. Zur Parametrisierung wird der Ansatz von van Genuchten et al. [3] angewendet. Die Makroporenströmung wurde durch Anwendung des Schwellwertkonzeptes berücksichtigt, d.h. oberhalb des Mikroporengehaltes erfolgt eine Erhöhung der hydraulischen Leitfähigkeit.

Eine Berücksichtigung der Variabilität der Matrixparameter des eingebauten Abfalls erfolgt durch Angabe der Bandbreite und Verteilungsfunktion des betrachteten Parameters. Mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation ergibt sich eine statistische Verteilung der Ergebnisse.

### **3 Ermittlung der Modellparameter**

Zur Ermittlung der Modellparameter wurden Versuche mit Abfällen aus sechs verschiedenen mechanisch-biologischen Vorbehandlungsanlagen sowie aus einer Müllverbrennungsanlage durchgeführt. Im Labor wurde die Korngrößenverteilung, der Glühverlust und die Korndichte bestimmt. Die Strömungsparameter zur Beschreibung der gesättigten und ungesättigten Wasserbewegung wurden mit Hilfe von Strömungsversuchen in insgesamt neun Deponieversuchsreaktoren mit Volumina von 0,3 bzw. 2,0 m<sup>3</sup> identifiziert [1, 4].

#### **3.1 Parameter der Abfallmatrix**

Es konnte eine Abhängigkeit der Korndichte und der Porenanteile der Abfälle vom Glühverlust festgestellt werden. Eine Abschätzung der Einbautrockendichten von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen (MBA-Abfälle) auf der Deponie wurde auf der Grundlage von Literaturangaben und der durchgeführten Reaktorversuche vorgenommen. Die in Bild 2 dargestellte Bandbreite ergibt sich durch unterschiedliche Einbaubedingungen. Bei Annahme günstiger Einbaubedingungen ergibt sich die obere Linie. Die in Bild 2 eingetragenen Punkte repräsentieren die Trockendichten der in den Reaktoren mit 250 kN/m<sup>2</sup> verdichteten Abfälle und simulieren somit eine Abfallüberschüttung von etwa 20 Metern. Unter praktischen Deponiebedingungen sind nach [5, 8, 10] Trockendichten  $\leq 1 \text{ Mg/m}^3$  zu erwarten.

#### **3.2 Strömungsparameter**

Es wurden gesättigte hydraulische Leitfähigkeiten für MBA-Abfälle zwischen  $< 1,0\text{E-}10$  und  $4,0\text{E-}06 \text{ m/s}$  gemessen. Bei den thermisch behandelten Abfällen ist die Spannbreite deutlich geringer, der größte Wert liegt mit  $3,6\text{E-}04 \text{ m/s}$  etwa sechsfach über dem kleinsten Wert mit  $6,3\text{E-}05 \text{ m/s}$ . Es wurde eine Abhängigkeit der gemessenen gesättigten Leitfähigkeiten vom Glühverlust und dem Einbauwassergehalt der MBA-Abfälle festgestellt. Die niedrigsten Leitfähigkeiten ergeben sich bei hohem Einbauwassergehalt und hohem Glühverlust [1]. Außerdem kann anhand von Untersuchungen in der Literatur eine etwa exponentiell verlaufende Abhängigkeit der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit vom Porenanteil vermutet werden [7, 8, 9].

Bei den ungesättigten Strömungsversuchen wurde ein deutlich höheres Wasserhaltevermögen der MBA-Abfälle im Vergleich zu den thermisch vorbehandelten Abfällen festgestellt werden. Weiterhin konnte bei den Reaktorversuchen ein deutlicher Effekt der Makroporenströmung sowie eine starke Abnahme der relativen Leitfähigkeit mit abnehmendem Wassergehalt festgestellt werden. Die von Münnich [8] durchgeführten Untersuchungen bestätigen dies.

## 4 Untersuchte Szenarien

### 4.1 Szenarien MBA und MVA

Auf der Grundlage der erhobenen Daten wurde exemplarisch das Szenario MBA für eine Deponie mit MBA-Abfällen sowie das Szenario MVA (Müllverbrennungsanlage) mit thermisch vorbehandelten Abfällen entworfen. Diese Szenarien repräsentieren eine **Abschätzung mittlerer Eingangsparameter**. In Tabelle 1 sind wesentliche Modellparameter zusammengestellt.

Es wurden insgesamt 50 Jahre simuliert. 20 Jahre beträgt die offene Einbauphase, die Deponie wächst in diesem Zeitraum jährlich um 2 m (Szenario MBA) bzw. 1,6 m (Szenario MVA). Es wurde eine Niederschlagszeitreihe der Station Essen-Steele zum Ansatz gebracht. Während der übrigen 30 Jahre wird die Nachsorgephase betrachtet, unter der Annahme einer undurchlässigen Oberflächenabdichtung.

Die Parameter Glühverlust, Einbautrockendichte, Einbauporenanteil und Einbauwassergehalt ergaben sich aus den durchgeführten Versuchen und Literaturwerten. Auffällig ist die deutlich höhere Einbaudichte der Deponie mit thermisch vorbehandelten Abfällen (MVA) und der dadurch bedingte niedrigere Einbauporenanteil. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich der Porenanteil von MBA-Abfällen bei fortschreitender Überschüttung durch Setzungen vermindert, für Müllverbrennungsschlacken (MVA) können Setzungen vernachlässigt werden (s. Steifemoduli Tabelle 1).

Die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit bei einem Porenanteil von 50 Vol.-% wurde für das Szenario MBA mit  $1,0E-07$  m/s und für das Szenario MVA mit  $1,0E-04$  m/s zum Ansatz gebracht. Es wurde angenommen, dass die Leitfähigkeiten unter praktischen Deponiebedingungen größer sind als die gemessenen Werte unter Laborbedingungen. In Tabelle 1 sind ebenfalls die berechneten gesättigten bzw. ungesättigten hydraulischen Leitfähigkeiten für die jeweiligen Einbauschichten dargestellt.

### 4.2 Szenario MBA(1)

Zur Untersuchung der Auswirkungen der im 1. Entwurf der "Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen" (AbfAbIV) formulierten Anforderungen an den Einbau von MBA-Abfällen wurden im Szenario MBA(1) im Vergleich zu Szenario MBA eine **höhere Einbaudichte** und dadurch bedingt ein **niedrigerer Porenanteil**, ein **höherer Wassergehalt** (bei gleicher Schichthöhe) sowie eine **niedrigere hydraulische Leitfähigkeit** angenommen. Es wurde weiterhin angenommen, dass die Abfalloberfläche glatt und mit einem leichten Gefälle zur Entwässerung ausgeführt wird. Eine Speicherung von Niederschlagswasser in Mulden wird vernachlässigt. Die Anforderung des 1. Entwurfs der AbfAbIV mit  $k_f \leq 1,0E-08$  m/s wird nahezu eingehalten.

### 4.3 Szenario MBA(2)

Das Szenario MBA(2) beschreibt einen im Vergleich zu Szenario MBA **reduzierten Anteil organischer Substanz** (Glühverlust = 20 Gew.-%) kombiniert mit einer **Erhöhung der Einbautrockendichte** und einer **Reduzierung des Einbauwassergehaltes** durch Trocknungsmaßnahmen. Durch die Verminderung des Organikanteils und des Einbauwassergehaltes kommt es zu einer Erhöhung der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit.

## **5 Ergebnisse**

In Tabelle 2 sind die Wasserbilanzen für die Einbau- und Nachsorgephase als Mittelwert (mm/a) jeweils dargestellt. Bild 3 gibt den Verlauf der Sickerwassersummen im Gesamtsimulationszeitraum wieder.

### **5.1 Szenarien MBA - MVA**

Während der Einbauphase beträgt die simulierte Sickerwasserbildung von Szenario MBA 53 % des Niederschlags, die Verdunstung liegt bei 62 % des Niederschlags. Die mittlere Sättigung nimmt während der Einbauphase ab, d.h. es findet eine Entwässerung der Deponie statt. Die nur geringfügig höhere Sickerwasserbildung von Szenario MVA im Vergleich zu Szenario MBA ist überraschend, da für das mechanisch-biologisch vorbehandelte Material ein 1000-fach kleinerer gesättigter hydraulischer Leitfähigkeitskoeffizient bei einem Porenanteil von 50 Vol.-% zum Ansatz gebracht wurde. Dies ist im wesentlichen auf den um 25 % niedrigeren Einbauwassergehalt und auf die höhere Einbautrockendichte und die dadurch bedingte relativ niedrige ungesättigte Leitfähigkeit des thermisch behandelten Materials zurückzuführen.

Die Verdunstung bei Szenario MVA liegt bei 48 % des Niederschlags. Oberflächenabfluss tritt bei beiden Szenarien nicht auf. Das Sickerwasser-Trockenmasse-Verhältnis für Szenario MVA liegt aufgrund der höheren Trockendichte um etwa 22 % unter dem Wert des Szenarios MBA.

Während der Nachsorgephase reduziert sich die Sickerwasserbildung von Szenario MVA schneller und es ergibt sich ein im Vergleich zu Szenario MBA um 26 % geringerer Wert. Das Sickerwasser-Trockenmasse-Verhältnis ist um 44 % niedriger.

Die Wassersättigung liegt bei Szenario MVA während der Betriebs- und Nachsorgephase deutlich unter dem Wert des Szenarios MBA. Vollsättigung und dadurch bedingte Porenwasserüberdrücke bei Überschüttung verbunden mit Konsolidierungssetzungen (Langzeitsetzungen) treten bei beiden Szenarien nicht auf.

Während der offenen Einbauphase ist eine annähernd gleichbleibende Steigung der Sickerwassersummenlinien beider Szenarien zu erkennen, d.h. die Bildungsraten bleiben etwa konstant (Bild 3). Das mechanisch-biologisch vorbehandelte Material (MBA) braucht länger, bis das Wasserhaltevermögen der Deponie erreicht ist. Die Sickerwasserbildung der Deponie mit thermisch vorbehandelten Abfällen (MVA) vermindert sich vom 20. bis 25. Jahr deutlich (s. Bild 3).

Der Verlauf der Porenanteile über die Höhe der MBA-Deponie ist in Bild 4 dargestellt. Es wird der Einfluss der steigenden Dichte tieferliegender Schichten bei fortschreitender Abfallüberschüttung deutlich.

### **5.2 Szenario MBA(1)**

Die simulierten Maßnahmen im Szenario MBA(1) zur Erhöhung der Einbaudichte und Reduzierung der hydraulischen Leitfähigkeiten ergibt im Vergleich zu Szenario MBA eine sehr deutliche Verminderung der Sickerwasserbildung während der Einbauphase um 78 % und während der Nachsorgephase um 56 %. Für das Sickerwasser-Trockenmasse-Verhältnis wurden

79 % bzw. 67 % geringere Werte ermittelt. Der Oberflächenabfluss beträgt 24 % des Niederschlags.

Die Reduzierung der Leitfähigkeit des Abfalls führt jedoch auch zu einer Vollsättigung und zu erheblichen Konsolidierungszeiträumen. Die relativen Setzungen in Höhe von 3,4 % sind am Ende des Gesamtsimulationszeitraums noch nicht abgeschlossen. Der Verlauf der Porenwasserüberdrücke während der Nachsorgephase ist in Bild 5 dargestellt.

Für das Szenario MBA(1) wurden weitere Simulationen bei Variation der hydraulischen Leitfähigkeiten durchgeführt. Bild 6 zeigt die Abhängigkeit der berechneten relativen Sickerwasserbildung während der Einbauphase in Abhängigkeit der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit bei Abfalleinbau. Falls die geforderten Leitfähigkeiten im praktischen Deponiebetrieb nicht erreicht werden, ist somit mit deutlich höheren Sickerwasserbildungsraten zu rechnen.

### **5.3 Szenario MBA(2)**

Szenario MBA(2) ergibt im Vergleich zu Szenario MBA während der Einbauphase eine Verminderung der Sickerwasserbildung um 16 % und während der Nachsorgephase eine Erhöhung um 7 %. Aufgrund der höheren Einbautrockendichte steigt die Menge der eingebrachten Trockenmasse um 30 % und das Sickerwasser-Trockenmasse-Verhältnis reduziert sich um 36 % bzw. um 22 %.

Durch die Reduzierung des Einbauwassergehaltes und durch die Erhöhung der Leitfähigkeit infolge Intensivierung der Vorbehandlung kommt es trotz der höheren Einbaudichte zu einer Verminderung der Wassersättigungen. Die Gefahr auftretender Porenwasserüberdrücke wird weitgehend reduziert.

## **6 Zusammenfassung der Simulationsergebnisse**

- Die Sickerwasserbildung für Deponien mit MBA-Abfällen und thermisch vorbehandelten Abfällen bei Abschätzung mittlerer Eingangspartner wurde in der gleichen Größenordnung ermittelt (etwa 55 % des Niederschlags während der Einbau- und 10 % während der Nachsorgephase). Bei der MBA-Deponie ist während der Einbauphase mit einer eher geringeren und nach Abschluß der Deponie mit einer eher größeren und länger andauernden Sickerwasserbildung aufgrund einer langsameren Entwässerung zu rechnen. Das Sickerwasser-Trockenmasse-Verhältnis der MBA-Deponie ist während der Einbauphase um etwa 20 % und während der Nachsorgephase um ca. 80 % höher.
- Eine hohe Einbaudichte verbunden mit einem optimalem Proctorwassergehalt und niedriger hydraulischer Leitfähigkeit führt zu einer sehr deutlichen Verminderung der Sickerwasserbildung während der Einbauphase (ca. 10 % des Niederschlags) und der Nachsorgephase (ca. 5 % des Niederschlags). Das Sickerwasser-Trockenmasse-Verhältnis reduziert sich um 70 bis 80 %. Es wurden Porenwasserüberdrücke in der Abfallmatrix ermittelt und dadurch bedingt Jahrzehnte andauernde Konsolidierungssetzungen berechnet.
- Die mittleren Sickerwasserbildungsraten während der simulierten (abgedeckten) Nachsorgephase von MBA-Deponien sind 60 bis 80 % niedriger als während der (offenen) Einbauphase.

- Eine weitergehende Reduzierung der organisch Substanz von MBA-Abfällen (Glühverlust 20 Gew.-% statt 30 Gew.-%) führt zu höheren hydraulischen Leitfähigkeiten, zu einer schnelleren Entwässerung in der Nachsorgephase und vermindert den Wassergehalt der Abfallmatrix. Die Gefahr auftretender Porenwasserüberdrücke wird reduziert. Durch die größere erreichbare Einbaudichte vermindert sich das Sickerwasser-Trockenmasse-Verhältnis im Vergleich zur MBA-Deponie mit mittleren Eingangsparametern um 25 bis 35 %.

## 7 Schlussfolgerungen

Die im 1. Entwurf der "Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen" (AbfAbIV) formulierten Anforderungen bezüglich des Einbaus von MBA-Abfällen führen voraussichtlich zu einer deutlichen Reduzierung der Sickerwasserbildung im Bereich von offenen Deponieabschnitten. Nach der temporären oder Endabdeckung des MBA-Abfalls kommt es zu einer sehr deutlichen Verminderung der Sickerwasserbildung, so dass der Einfluss des optimierten Abfalleinbaus geringer wird.

Bezüglich der geforderten gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit von  $k_f \leq 1,0E-08$  m/s des eingebauten Abfalls ist folgendes zu berücksichtigen:

- Durch die niedrige hydraulische Leitfähigkeit kommt es zu einer erhöhten Gefahr auftretender Porenwasserüberdrücke in der Abfallmatrix. Dies kann zu lang andauernden Konsolidierungssetzungen sowie zu Standsicherheitsproblemen führen. Das Auftreten von Porenwasserüberdrücken ist abhängig von der hydraulischen Leitfähigkeit, von der Steifigkeit, vom Einbauwassergehalt, von der Deponieaufbaugeschwindigkeit und von der Deponiehöhe. Die Schlussfolgerungen von Kölsch [10] zum Gefährdungspotenzial der Standsicherheit von MBA-Deponien mit einer Höhe  $> 30$  m bestätigen diese Ergebnisse. Der Einbau von Zwischendrainagen wird daher empfohlen.
- Die geforderte geringe Leitfähigkeit kombiniert mit einer glatt bzw. muldenfrei und leicht geneigt ausgeführten Abfalloberfläche kann unter praktischen Betriebsbedingungen von MBA-Deponien nach vorliegenden Ergebnissen voraussichtlich nur mit sehr hohem Aufwand zuverlässig eingehalten werden. Messungen der hydraulischen Leitfähigkeiten im Rahmen von MBA-Betriebsdeponien oder -Versuchsfeldern liegen bisher nur in geringem Umfang vor. Diesbezüglich besteht weiterhin Untersuchungsbedarf.

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Obermann, I. (1999): Modellierung des Wasserhaushaltes von Deponien vorbehandelter Siedlungsabfälle. Dissertation am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität Darmstadt, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Darmstadt, Heft 107.
- [2] Gabener, H.-G. (1983): Untersuchungen über die Anfangsgradienten und Filtergesetze bei bindigen Böden. Mitteilungen aus dem Fachgebiet Grundbau und Bodenmechanik der Universität Gesamthochschule Essen, Heft 6.
- [3] van Genuchten, M.Th., Nielsen, D.R. (1985): On Describing and Predicting the Hydraulic Properties of Unsaturated Soils. *Annales Geophysicae* 3,5 S. 615-628.

- [4] Dach, J. (1998): Zur Deponiegas- und Temperaturentwicklung in Deponien mit Siedlungsabfällen nach mechanisch-biologischer Abfallbehandlung. Dissertation am Institut WAR der TU Darmstadt, Mitteilung des Instituts WAR der TU Darmstadt, Heft 107.
- [5] Ramke, H.-G. (1992): Druck-Setzungsverhalten biologisch vorbehandelten Mülls. Mitteilungen des Instituts für Grundbau und Bodenmechanik der TU Braunschweig, Heft 37, Standsicherheit im Deponiebau, Fachseminar 30./31. März 1992, S. 81-118.
- [6] Turk, M., Brammer, F., Collins, H.-J. (1996): Einfluß von mechanischer und mechanisch-biologischer Vorbehandlung auf die Einbaudichte von Restabfall. Entsorgungspraxis, Heft 12, S. 41-46.
- [7] von Felde, D., Doedens, H. (1997): Mechanical-Biological Pretreatment: Results of Full Scale Plant. Proceedings Sardinia 97, Sixth International Landfill Symposium S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy.
- [8] Münnich, K. (1999): Hydraulische Kenngrößen von mechanisch-biologisch behandeltem Abfall. Veröffentlichungen des Zentrums für Abfallforschung der Technischen Universität Braunschweig, Heft 14: Deponierung von vorbehandelten Siedlungsabfällen.
- [9] Scheelhaase, T., Kraft, E., Maile, A., Rechberger, M., Bidlingmaier, W. (2000): Einfluss der Wasser- und Gasleitfähigkeit auf das Deponieemissionsverhalten untersucht an mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen. Müll und Abfall, Heft 4/2000, S. 203-208.
- [10] Kölsch, F. (2000): Standsicherheit von Hausmülldeponien nach 2005. Müll und Abfall, Heft 6/2000, S. 368-374

### **Autor**

Dr.-Ing. Ingmar Obermann  
HOCHTIEF Umwelt GmbH  
Technisches Büro  
Huysenalle 86-88, 45128 Essen  
www.umwelt.hochtief.de  
e-mail: [ingmar.obermann@umwelt.hochtief.de](mailto:ingmar.obermann@umwelt.hochtief.de)

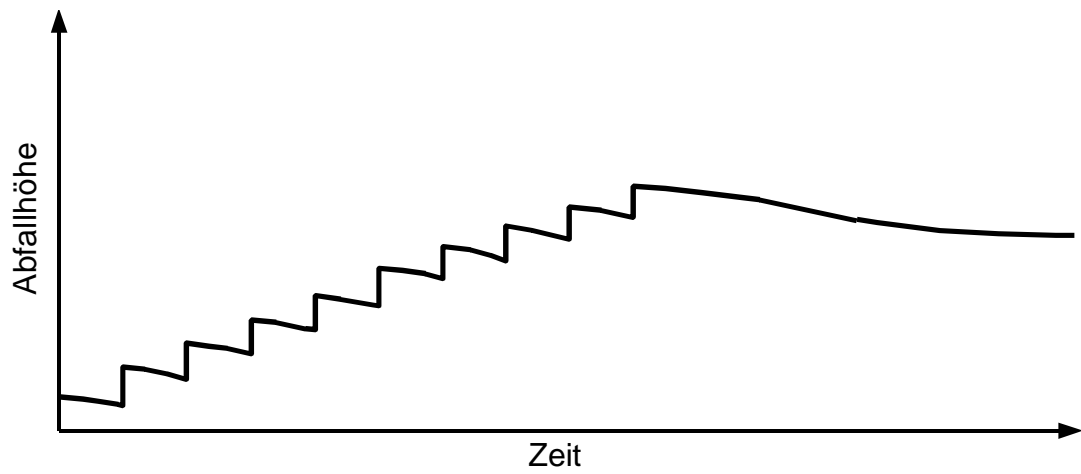


Bild 1: Abbildung des Deponieaufbaus

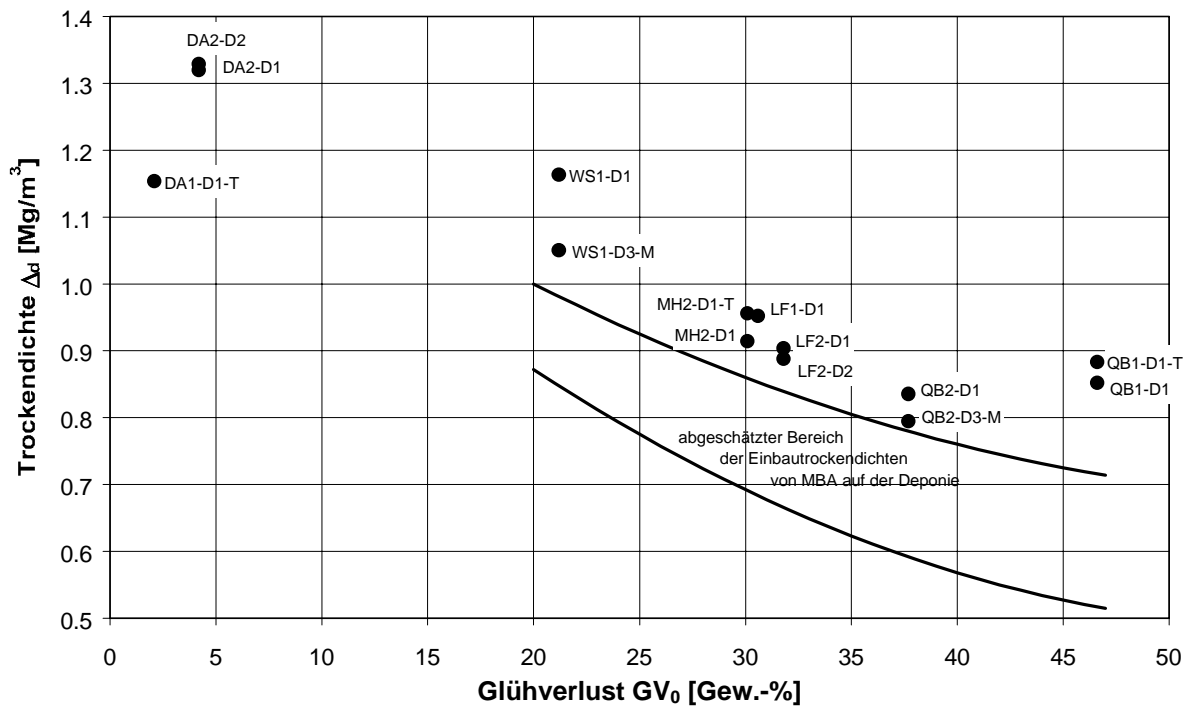


Bild 2: Abschätzung der Einbautrockendichte von MBA-Abfällen auf der Deponie

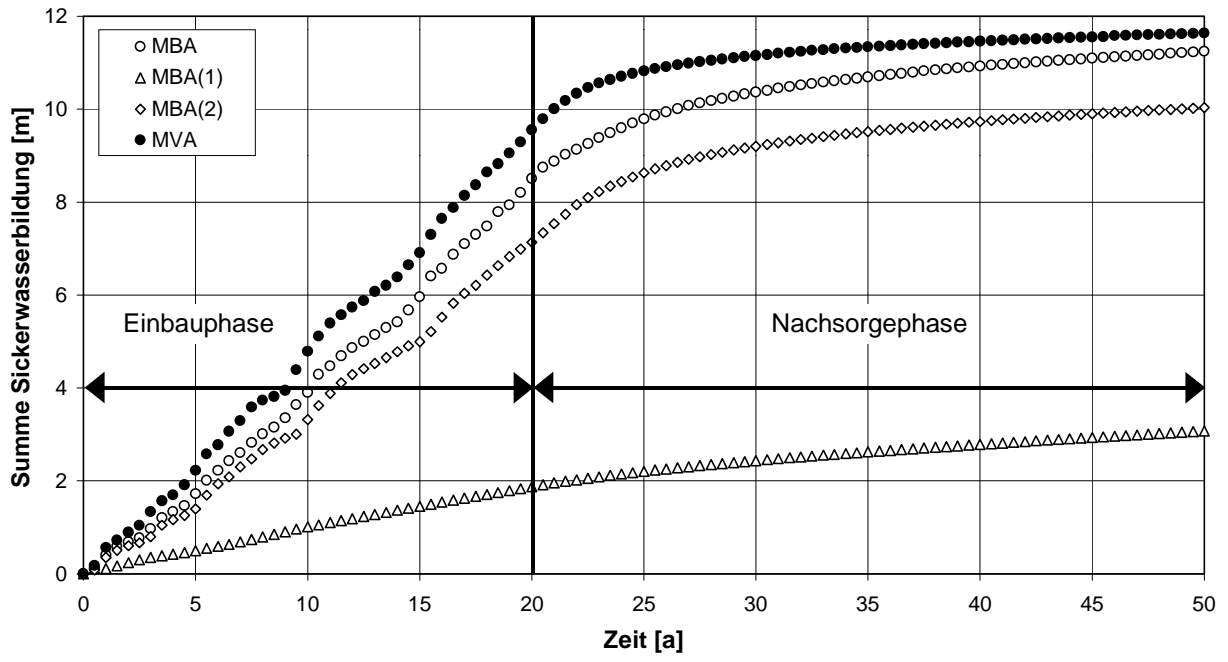


Bild 3: Summen der Sickerwasserbildung

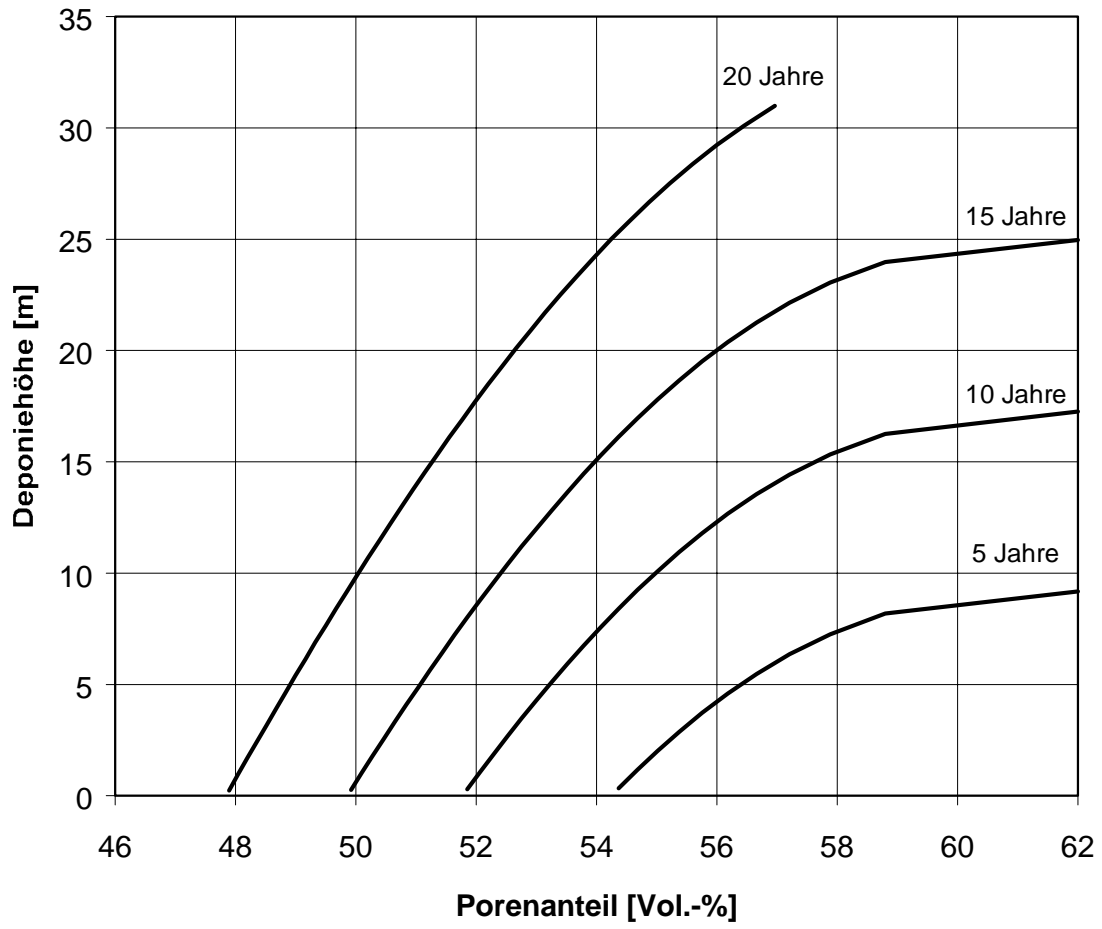


Bild 4: Porenanteile der Abfallschichten für Szenario MBA

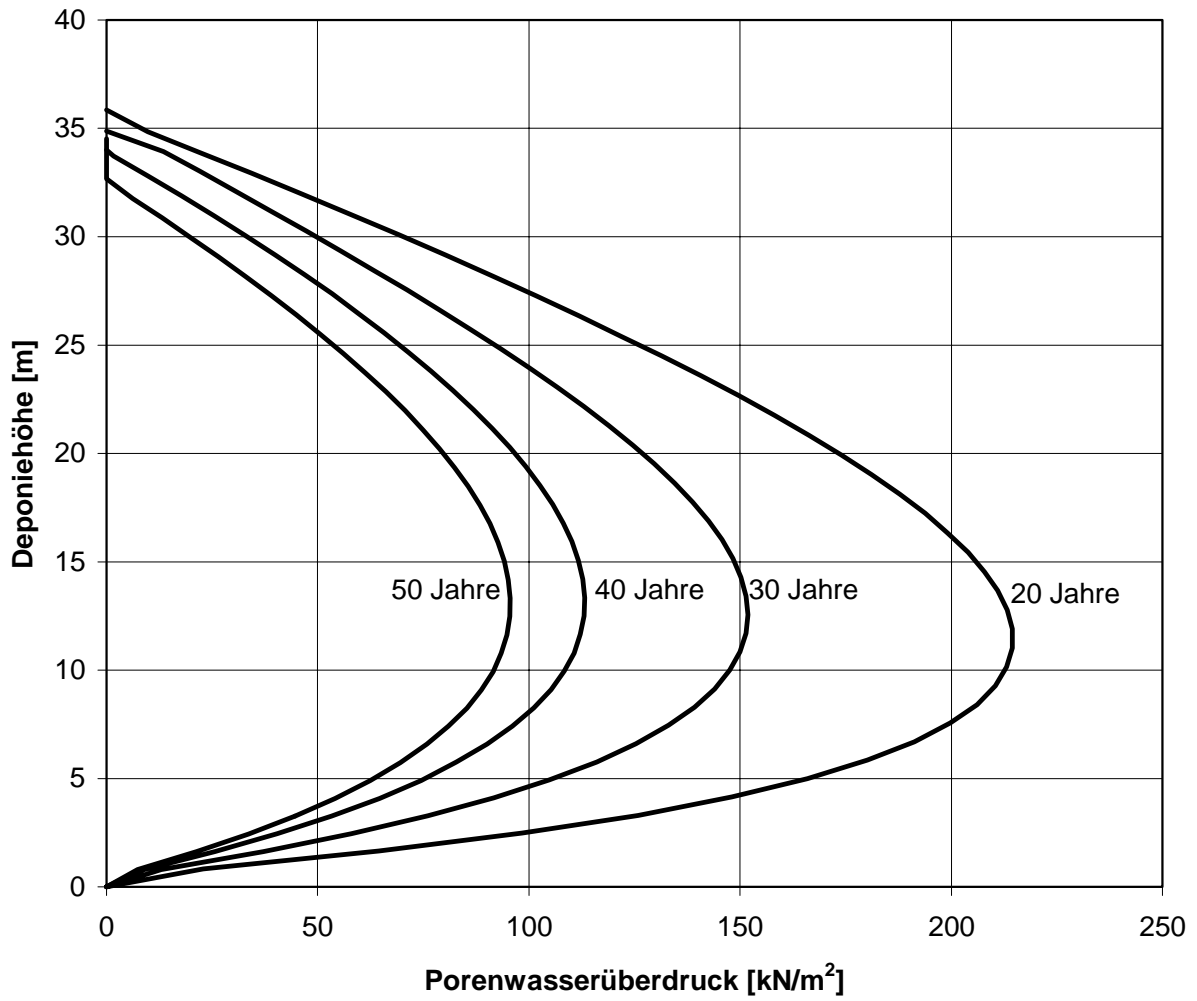


Bild 5: Porenwasserüberdrücke der Abfallschichten während der Nachsorgephase für Szenario MBA(1)

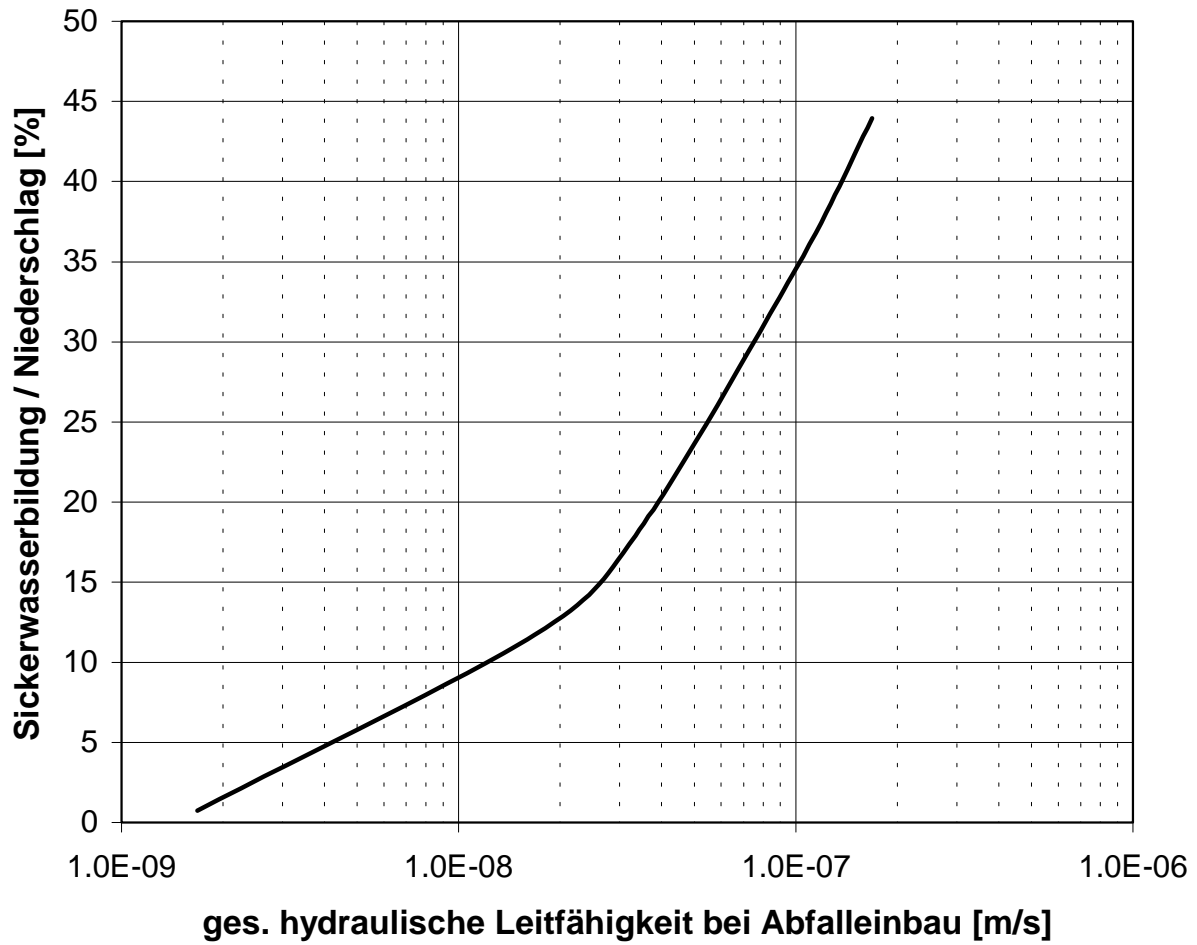


Bild 6: Relative Sickerwasserbildung während der offenen Einbauphase von Szenario MBA(1) in Abhängigkeit der hydraulischen Leitfähigkeit bei Abfalleinbau

Tabelle 1: Eingangsparmeter für das Simulationsmodell

Bezeichnung	Einheit	MBA	MBA(1)	MBA(2)	MVA
Simulationsdauer	a	50			
Dauer der Einbauphase	a	20			
Niederschlag	mm/a	810			
potentielle Verdunstung	mm/a	660			
Deponieaufbau	m/a	2,0	2,0	2,0	1,6
Glühverlust	Gew.-%	30	30	20	3
Einbautrockendichte bei Abfalleinbau	Mg/m <sup>3</sup>	0,77	0,86	1,0	1,30
Porenanteil bei Abfalleinbau	Vol.-%	62	57	57	48
Wassergehalt bei Abfalleinbau	Vol.-%	40	50	32	30
gesättigte hydraulische Leitfähigkeit bei Porenanteil von 50 Vol.-%	m/s	1,0E-07	1,0E-09	1,0E-06	1,0E-04
gesättigte hydraulische Leitfähigkeit bei aktueller Einbaudichte (berechnet)	m/s	1,3E-05	1,7E-08	1,7E-05	4,5E-05
Steifemodul des Abfalls bei Spannung von 200 kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	1,0	1,6	1,6	∞

Tabelle 2: Zusammenstellung der Wasserbilanzen, Wassergehalte und Setzungen

			Einheit	MBA	MBA(1)	MBA(2)	MVA
Wasserinput	Einbauphase (20 Jahre)	eingebrahtes Wasser	mm/a	<b>800</b>	1.000 ↑	640 ↓	480 ↓
		Niederschlag	mm/a	<b>810</b>	810 •	810 •	810 •
Wasseroutput	Einbauphase (20 Jahre)	Sickerwasserbildung	mm/a	<b>430</b>	95 ↓	361 ↓	483 ↑
		Gesamtverdunstung	mm/a	<b>505</b>	608 ↑	427 ↓	392 ↓
		Oberflächenabfluss	mm/a	<b>0</b>	194 ↑	0 •	0 •
		Sickerwasser / Trockenmasse	m <sup>3</sup> /Mg	<b>0,28</b>	0,06 ↓	0,18 ↓	0,23 ↓
	Nachsorgephase (30 Jahre)	Sickerwasserbildung	mm/a	<b>88</b>	39 ↓	94 •	65 ↓
		Sickerwasser / Trockenmasse	m <sup>3</sup> /Mg	<b>0,09</b>	0,03 ↓	0,07 ↓	0,05 ↓
Wassergehalt	Einbauphase (20 Jahre)	mittl. Sättigung nach 20 Jahren	Vol.-%	<b>85</b>	100 ↑	78 ↓	56 ↓
	Nachsorgephase (30 Jahre)	mittl. Sättigung nach 50 Jahren	Vol.-%	<b>71</b>	99 ↑	63 ↓	43 ↓
Setzungen	Nachsorgephase (30 Jahre)	relative Setzungen	%	<b>0</b>	3,4 ↑	0 •	0 •
		Dauer der Setzungen	a	<b>0</b>	>30 ↑	0 •	0 •
Veränderung der simulierten Werte bezogen auf Szenario MBA:							
↑	deutliche Erhöhung			↑	Erhöhung		
•	keine oder nur geringe Veränderung						
↓	deutliche Verminderung			↓	Verminderung		