

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG
Kommission VI
Titel der Tagung: Böden – eine endliche
Ressource
Veranstalter: DBG, September 2009, Bonn
Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation), <http://www.dbges.de>

Wasserhaushalt und Wirksamkeit eines Oberflächenabdichtungssystems mit Schichten aus aufbereitetem Baggergut: das Beispiel Hamburg-Francop

Klaus Berger, Alexander Gröngröft &
Carsten Harms

Zusammenfassung

An einem in das Oberflächenabdichtungssystem der Schlickdeponie HH-Francop repräsentativ eingebauten Großlysimeter (50 m x 10 m) wurden der Wasserhaushalt und die Wirksamkeit des Systems gemessen. Die Abdichtungsschicht (Schlick) und die Dränschicht (Mittelsand) wurden aus aufbereitetem Baggergut gebaut. Vom Bau 1995 bis zum bisherigen Ende der Datenauswertung (Nov. 2007) hat das System wie geplant gut funktioniert. Im Beitrag werden jährliche Wasserbilanzen und wasserchemische Analysen (Chlorid) vorgestellt.

Schlüsselwörter: Wasserhaushalt, Oberflächenabdichtungssystem, Hafenschlick, Baggergut, Lysimeter

Einleitung

Für den Betrieb des Hamburger Hafens müssen die Hafenbecken und die Elbe kontinuierlich ausgebaggert werden. Ein großer Teil des Baggerguts von ca. 2 Mio. m³ pro Jahr ist feinkörnig und mit Schwermetallen und organischen Schadstoffen kontaminiert. Das restliche Material hat eine gröbere Textur (Sand) und ist in dieser Hinsicht unkritisch. Seit 1993 wird das meiste Baggergut

Dr. Klaus Berger, Institut für Bodenkunde,
Universität Hamburg, Allende-Platz 2, 20146
Hamburg; k.berger@ifb.uni-hamburg.de
Dr. Alexander Gröngröft, Institut für Bodenkunde,
w. o.; a.groengroeft@ifb.uni-hamburg.de
Carsten Harms, Hamburg Port Authority, Neuer
Wandrahm 4, 20457 Hamburg;
Carsten.Harms@hpa.hamburg.de

in einer technischen Anlage, der sog. METHA, aufbereitet. Der behandelte Hafenschlick wird auf der Schlick-Deponie Hamburg-Francop abgelagert. Einige Schichten des Oberflächenabdichtungssystems sollten aus aufbereitetem Baggergut hergestellt werden. Wegen der relativ ungünstigen Materialeigenschaften des Schlicks (hohes Schrumpfpotential) wurden der Wasserhaushalt und die Wirksamkeit des Oberflächenabdichtungssystems der Schlickdeponie von 1995 bis 1999 in einem Forschungsvorhaben und anschließend von Hamburg Port Authority (HPA) im Rahmen der Überwachung der Deponie in Testfeldern gemessen. Rund 12 Jahre Messungen (1995/1996 bis November 2007) sind bisher ausgewertet worden.

Material und Methoden

1995 wurden zwei Lysimeter (Testfelder) in die nördliche Böschung der Schlick-Deponie Francop gebaut. Jedes Feld ist 50 m in Gefällerrichtung lang und 10 m breit, das Gefälle beträgt 8 %. Die Schichtabfolge des "Standard-Feldes" FS entspricht der des Oberflächenabdichtungssystems der gesamten Deponie (s. Abb. 1):

- (1) Grasvegetation
- (2) 1,2 m Rekultivierungsschicht aus lehmigem Material, davon 0,1 m humoser Oberboden
- (3) 0,3 m Wurzelsperre aus verdichtetem Lehm
- (4) 1,0 m Flächendränage aus dem sandigen Teil des Baggerguts
- (5) 1,5 m Schlickdichtung aus behandeltem Baggergut
- (6) Auffangdrän, um das aus der Abdichtungsschicht sickernde Wasser zu fassen.

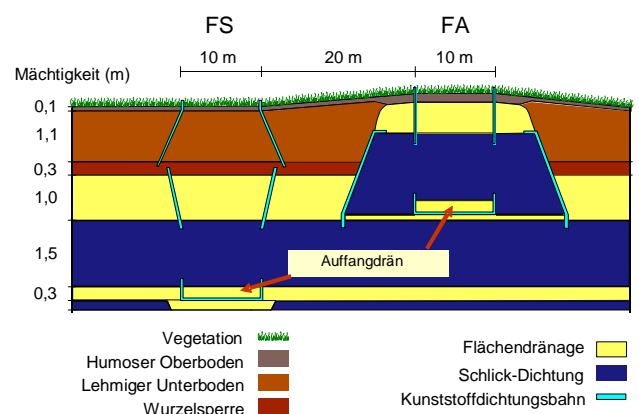


Abb. 1: Schichtaufbau der Testfelder

Die Testfelder wurden mit den gleichen Geräten aus den gleichen Böden und mit demselben Qualitätsmanagement wie das gesamte Oberflächenabdichtungssystem gebaut, um repräsentative Ergebnisse zu erhalten. Das Messprogramm umfasst(e) meteorologische Parameter, Abflussmessungen aus den Schichten, bodenhydrologische Parameter, verschiedene Bodeneigenschaften und chemische Untersuchungen der Abflusswässer.

Ergebnisse und Diskussion

Die Messungen am Standardfeld FS führten zu den folgenden wesentlichen Ergebnissen (s. Abb. 2 und Abb. 3):

Der jährliche Oberflächenabfluss war meistens sehr gering (wenige mm pro Jahr) mit Ausnahme des ersten Jahres 1996 (28 mm), in dem die Vegetationsdecke nicht geschlossen war, und der Jahre 2002 und 2007, in denen sich große Anteile des Oberflächenabflusses auf einzelne ergiebige Niederschläge zurückführen lassen.

Der mittlere jährliche Zwischenabfluss auf der Wurzelsperre betrug 28 mm/a, allerdings mit einer relativ großen Spannweite (4 bis 76 mm/a). Wie der Oberflächenabfluss lässt sich auch der Abfluss auf der Wurzelsperre auf einzelne ergiebige Niederschlagsereignisse zurückführen.

Der jährliche Abfluss unter der Schlickdichtung betrug 16 mm/a und war über die Jahre relativ konstant. Auch die täglichen Abflüsse im Jahresverlauf waren annähernd konstant, zeigen jedoch ein jahreszeitliches Muster mit Maximalwerten im Spätsommer und Herbst und Minimalwerten im späten Winter und Frühjahr. Der Jahresgang kann durch temperaturabhängige Wasserbewegung erklärt werden.

Der größte jährliche Abfluss war der Dränabfluss in der Flächendränage. Er hängt wesentlich von der Zusickerung in die Dränschicht und damit vom Niederschlag und der Verdunstung ab. Andere Größen (Oberflächenabfluss, Zwischenabfluss auf der Wurzelsperre, Änderungen im Wassergehalt der darüber liegenden Schichten) spielen demgegenüber nur eine untergeordnete Rolle. Die Zeitreihe der Tageswerte zeigt das für Dränabflüsse typische Verlaufsmuster:

Als Reaktion auf ergiebige Zufluss- / Niederschlagsereignisse treten Spitzen im Dränabfluss auf, gefolgt von einem exponentiellen Abfall der Abflüsse, wenn die Zuflüsse in die Dränschicht versiegen.

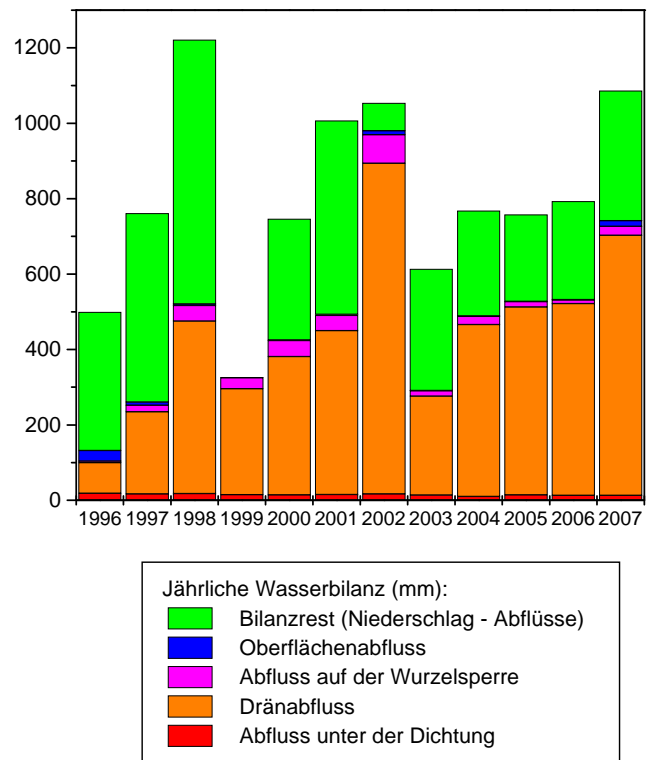


Abb. 2: Jährlicher Wasserhaushalt des Standardfeldes FS 1996 – 2007 (-17.11.07)

Die zeitlichen Verzögerungen von Abflussereignissen der Abflussebenen Oberflächenabfluss, Zwischenabfluss auf der Wurzelsperre und Dränabfluss sind relativ gering (im allg. wenige Stunden). Die Abflüsse reagieren offensichtlich mit nur geringer Verzögerung auf Niederschlagsereignisse.

Die Ergebnisse der wasserchemischen Analysen des hochmobilen Chlorid-Ion (Cl⁻) im Dränabfluss und dem Abfluss unter der Schlickdichtung weisen im zeitlichen Verlauf darauf hin, dass das Wasser in der Schlickdichtung langsam versickerte und die Dichtung nicht von frischem Wasser aus der darüber liegenden Dränschicht durchströmt wurde. Die Chlorid-Konzentrationen im Abfluss unter der Schlickdichtung liegen durchweg auf einem elbetypischen Niveau, während die Werte in den Wässern des Dränabflusses nach einer Abnahme in den ersten Jahren ab 1998 auf einem für Niederschlagseinträge natürlichen Niveau liegen.

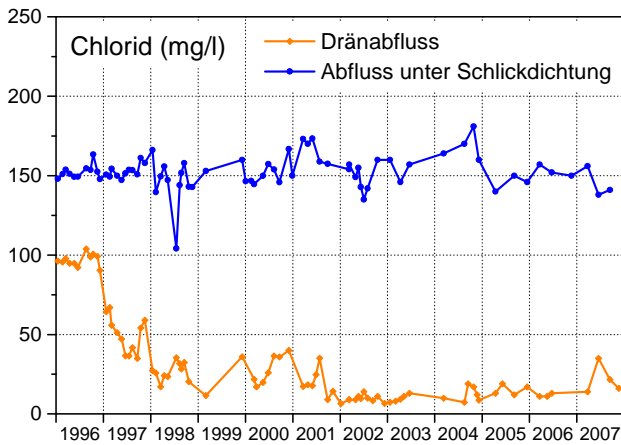


Abb. 3: Verlauf der Chlorid-Konzentration in den Wässern auf und unter der Schlickdichtung

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Dichtung aus vorbehandeltem Hafenschlick weist auch 12 Jahre nach ihrem Einbau nach wie vor ihre geplante volle Funktionsfähigkeit auf. Trotz der hohen Gefährdung des Materials, Schrumpfrisse infolge von Entwässerung auszubilden, sind diese bis zum gegenwärtigen Ende der Datenauswertung offensichtlich nicht aufgetreten. Dies lässt sich auf mehrere Ursachen zurückführen: (1) die hohe Schichtdicke der (Schlick-)Dichtung (1,5 m im Gegensatz zur üblichen Mindestanforderung von 0,5 m bei Deponien); (2) die große Auflast von 2,5 m Schichten auf der Dichtung; (3) die „langsame“ Dränschicht auf der Dichtung, die deren Oberfläche ganzjährig feucht hält und (4) die Wurzelsperre auf der Dränschicht, die die Zusickerung in die Dränschicht ver gleichmäßig.

Die Dränschicht aus Mittelsand, der aus aufbereitetem Baggergut stammt, hat ebenfalls über mehr als 12 Jahre gut funktioniert. Ihre geringe gesättigte Wasserleitfähigkeit ($0,7 \times 10^{-4}$ m/s, etwa um einen Faktor 14 geringer als die üblichen Mindestanforderungen) wird durch die erheblich höhere Mächtigkeit (1,0 m statt 0,3 m) ausgeglichen. Der Dränabfluss trat ganzjährig auf. Es ist daher davon auszugehen, dass die Oberfläche der Schlickdichtung ganzjährig feucht gehalten wurde. Demgegenüber versiegte der Dränabfluss bei den Testfeldern auf der Deponie Hamburg-Georgswerder - also bei praktisch gleichen klimatischen

Bedingungen - in vielen Jahren im Sommer über mehrere Monate (k_f der Dränschicht $1,3 \times 10^{-3}$ m/s, darüber liegen lediglich 75 cm Rekultivierungsschicht).

Das gesamte 4 m mächtige Oberflächenabdichtungssystem der Schlickdeponie HH-Francop hat bisher gut funktioniert. Wegen der langsamen biologischen, bodenmechanischen und bodenhydrologischen Prozesse sollten jedoch die Wasserhaushalts- und Abflussmessungen im Rahmen der Überwachung der Deponie fortgeführt werden.

Literatur

- TRESSELT, K., 2000: Feldversuche zur Wirksamkeit von Oberflächenabdichtungssystemen mit Dichtungen aus Hafenschlick. Hamburger Bodenkundliche Arb. 46
- BERGER, K.; GRÖNGRÖFT, A.; TRESSELT, K. (in unterschiedlicher Reihenfolge); 2000, 2001, 2008, 2009: Unveröffentlichte Berichte an HPA