

# Lysimeteruntersuchungen zum Wasserhaushalt von Endabdeckungen zur Sanierung von Tailings des Uranerzbergbaus in Sachsen

U. HOEPFNER, A. NEUDERT und M. PAUL

## Abstract

The preferred rehabilitation option for WISMUT's tailings impoundments includes the construction of soil covers on top of the dewatered and recontoured tailings surfaces to ensure the long term limitation of rain water infiltration and gas diffusion into the tailings. An intensive test program concerning the vadose zone of soil covers has therefore been started in 2000. First results from the lysimeter measurements are presented.

## Zusammenfassung

Die in-situ Verwahrung der industriellen Absetzanlagen der WISMUT sieht, nach Entfernung des Freiwassers, dem Aufbringen einer Zwischenabdeckung, der Konturierung der Plateaufläche und der Außendämme die Aufbringung einer mineralischen Endabdeckung zur Minimierung der Niederschlagsperkolatation und des Gasaustausches vor. In Felduntersuchungen für diese Endabdeckung werden seit dem Jahr 2000 verschiedene Abdeckvarianten untersucht. Hier werden erste Ergebnisse der Lysimetermessungen präsentiert.

## 1. Problemstellung

Die von der WISMUT gewonnenen Uranerze in Sachsen und Thüringen hatten mittlere Urangehalte von ca. 0,1 %. Bei der Aufbereitung der Erze wurden etwa 90 % des Urans als sog. yellow cake ausgebracht und die Aufbereitungsrückstände (sandige bis tonig-schluffige Schlämme) in Absetzbecken eingespült (sog. industrielle Absetzanlagen). Die sich in den Becken absetzenden Schlämme (sog. Tailings) sowie das eingespülte Freiwasser enthalten Restgehalte des Radionuklidinventars (nicht ausgelaug-

tes Uran und Tochternuklide der Uranisotope) sowie teilweise erhöhte Schwermetall- (vor allem Arsen), immer aber hohe Salzgehalte (Sulfat, Chlorid). Die Gesamtfläche der Absetzanlagen beträgt 580 ha bei ca. 154 Mio. m<sup>3</sup> Tailingsvolumen und einer maximalen Mächtigkeit der Tailings von bis zu 72 m (PAUL et al., 1996). Der Abstand dieser Anlagen zur Wohnbebauung beträgt teilweise nur wenige hundert Meter.

Neben den direkt nach Stilllegung der Anlagen durchgeführten Sofortmaßnahmen zur Abwehr akuter Umweltgefahren sehen die standortspezifischen Sanierungskonzepte die schrittweise Absenkung und Reinigung des Freiwassers sowie die Konturierung und Endabdeckung der Tailingskörper sowie der Außendämme vor.

Zur Untersuchung der hydraulischen Wirksamkeit von Abdecksystemen für industrielle Absetzanlagen wird eine Versuchsanlage betrieben. Hier soll über die eingesetzte Methodik und erste Ergebnisse berichtet werden.

## 2. Methodik

Die Großlysimeteranlage wurde im Jahr 2000 auf dem Gelände der ehemaligen Uranerzaufbereitungsanlage Seelingstädt errichtet. Auf einer dachförmig aufgeschütteten Basis aus Haldenmaterial wurden zehn verschiedene Abdeckvarianten realisiert. Acht Flächen besitzen eine Größe von 10 x 20 m bei Neigungen von 2 % bzw. 8 %. Zusätzlich wurden zwei 10 x 10 m große Flächen mit 20 % Neigung hergestellt.

Untersucht werden folgende Abdeckkonzepte:

- *Speicherschichtkonzept*; realisiert als Einschichtabdeckung mit vorhandenem, ausreichend gering kontaminier-

tem Haldenmaterial sowie geogen anstehendem Lockergestein (sedimentäres Rotliegendes, phyllitische Tonschiefer und Sandsteine);

- *Systeme mit Dichtschicht* (Zweischichtabdeckung ohne Dränschicht und Dreischichtabdeckung mit Dränschicht). Dabei ist die Dichtschicht aus Geschiebelehm oder lokal anstehendem Rotliegendem realisiert und die wasserhaushaltliche Speicherschicht mit vorhandenem Haldenmaterial.
- *Kapillarsperrenkonzept* mit Realisierung der wasserhaushaltlichen Speicherschicht aus vorhandenem Haldenmaterial.

Installiert sind auf allen zehn Testfeldern Lysimeter zur Messung der Wasserflüsse (Oberflächenabfluß, Zwischenabflüsse in Speicher- und Dränschichten bzw. im Kapillarblock sowie Restinfiltration an der Basis der Dichtschicht bzw. an der Basis der Zwischenabdeckung) sowie Sonden zur Erfassung von Bodenfeuchte (TDR), Bodensaugspannung (Tensiometer, Equitensiometer zur Messung der Saugspannung bis 1500 kPa an der Bodenoberfläche) und Bodentemperatur in ausgewählten Tiefen (*Abbildung 1*).

Die Perkolatation an der Unterkante des Systems wird in einer das ganze Meßfeld umfassenden Folienwanne erfaßt; die lateralen Abflüsse sowie der Oberflächenabfluß werden abstromseitig in Dränagen aufgefangen. In vier Meßfeldern sind zusätzlich tensionsgesteuerte Plattenlysimeter mit einer Auffangfläche von 500 cm<sup>2</sup> installiert. Die Erfassung der Abflüsse erfolgt (nach anfänglicher manueller Ausliterung zu Beginn des Meßprogrammes) durch automatische registrierende Kippzähler.

Die meteorologischen Randbedingungen werden mit einer Wetterstation auf der Versuchsanlage erfaßt (Messung von

**Autoren:** Dipl.-Geogr. Uwe HOEPFNER, Dr. Albrecht NEUDERT und Dr. Michael PAUL, WISMUT GmbH, Abt. T 1.2 Engineering, Jagdschänkenstr. 29, D-09117 CHEMNITZ

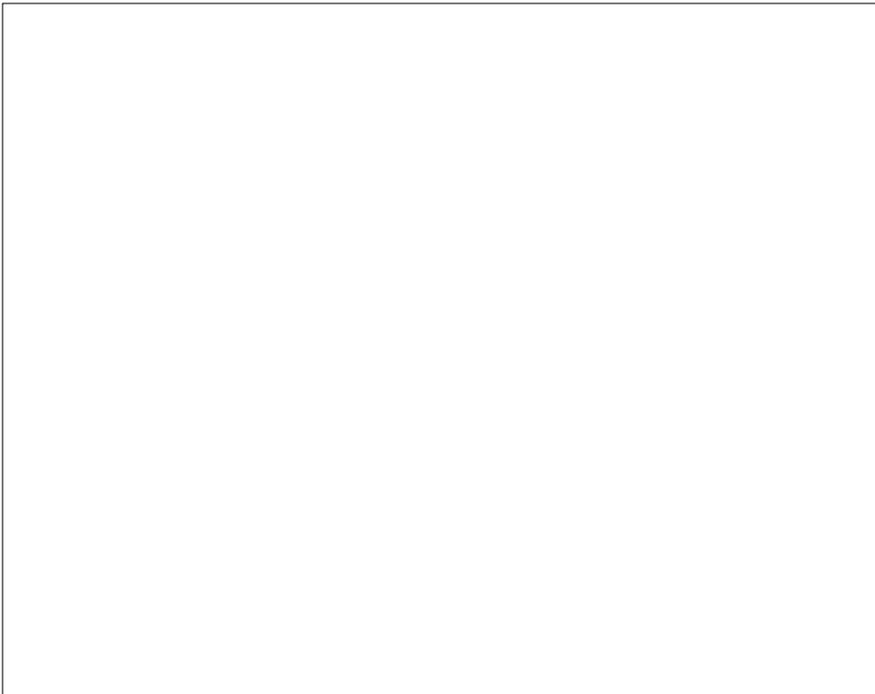


Abbildung 1: Testfeldaufbau und Instrumentierung der Versuchsflächen Seelingstädt. Beispiel Zweischichtabdeckung.

Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windrichtung und -geschwindigkeit, Globalstrahlung, Niederschlag in 1 m Aufstellhöhe und bodengleich).

### 3. Ergebnisse

Der Wasserhaushalt der Abdecksysteme ist eine steuernde Größe des Schadstoffaustrages aus den Tailings über den Wasserpfad. Ähnlich wie bei der Abdeckung von Halden des Uranerzbergbaues soll zum einen durch eine dauerhaft wassergesättigte Schicht an der Unterkante des Abdecksystems die Gasdiffusion und damit die mögliche Pyritoxidation sowie die Radonexhalation minimiert werden, zum anderen sind die Abflüsse entscheidend für den möglichen Austrag von gelösten Schadstofffrachten (Radionuklide, Schwermetalle, Salze).

Die ersten Ergebnisse des Meßprogrammes des Gashaushaltes zeigen, daß die Sauerstoffdiffusion nicht die Zwischen-

abdeckung durchdringt. Auch im Sommer ist in Tiefen von 1,2 bis 1,5 m keine Messung von Sauerstoff in der Bodenluft möglich.

Die hydrologischen Meßergebnisse der Abdeckvarianten zeigen in der zweijährigen Meßzeit der Anlage große Unterschiede in den beobachteten Perkolationsraten. Die Umsetzung des reinen Speicherschichtkonzeptes mittels einer 2,7 m mächtigen Einschichtabdeckung mit Grasbewuchs weist bis jetzt nur sehr geringe Grundwasserneubildungsraten von ca. 1 % auf, welches aber auch durch zwei Winterhalbjahre mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen bedingt ist.

Die Systeme mit Dichtschicht aus Geschiebelehm zeigen bis jetzt ebenfalls geringe Perkolationsmengen, das System mit Dichtschicht ohne Dränageschicht zeigt aber erhebliche Austrocknungstendenzen der Dichtschichtsubstrate, so daß hier eine eventuelle langfristige Rißbil-

dung und Abnahme der Wirksamkeit nicht auszuschließen ist. Im Sommer 2002 wurden an der Unterkante der Dichtschicht Tensionen von fast 60 kPa erreicht. Bei diesen gemessenen Saugspannungen muß mit einer beginnenden Rißbildung in tonigen Substraten gerechnet werden; die "Grenztension" mit Schädigung durch Trockenrisse liegt z. B. für die mineralische Dichtschicht in Hamburg-Georgswerder (MELCHIOR et al., 2002) schon bei 40 kPa. Die Grenztension ist in hohem Maße substratspezifisch bzw. von der Einbautechnologie abhängig und soll mit weiteren Feld- oder Laboruntersuchungen für die verwendeten Dichtschichtsubstrate untersucht werden.

Aufgrund der kurzen Laufzeit der Lysimeteranlage und zwei relativ trockenen Wintern kann die Bestimmung einer vollständigen, gesicherten Wasserbilanz erst nach Weiterführung der Messungen erfolgen. Die weiteren hydrologischen Messungen werden den wachsenden Einfluß der Vegetationsbedeckung und Auflockerung der obersten Dezimeter des Abdecksystems mit resultierender erhöhter Infiltration zeigen und die Prüfung des Verdunstungskonzeptes (Reduzierung der Perkulationsmengen durch eine hohe Verdunstungsleistung der Vegetation) ermöglichen.

### Literatur

- MELCHIOR, S., K. BERGER, B. VIELHABER und G. MIEHLICH, 2002: Großlysimeter Deponie Hamburg-Georgswerder: Wasserhaushalt und Wirksamkeit von Oberflächenabdichtungssystemen mit bindigen mineralischen Dichtungen. In: RAMKE, H.-G., LÜKEWILLE, W., VIELHABER, B.: Austrocknungsverhalten von mineralischen Abdichtungsschichten in Deponie-Oberflächenabdichtungssystemen. Tagungsunterlagen, Status-Workshop, 31.1.02 - 1.2.02, Höxter.
- PAUL, M., A. NEUDERT, J. PRIESTER und H.-D. STRACKE, 1996: Sanierung der industriellen Absetzanlagen der WISMUT GmbH - Arbeitsstand und Schwerpunkte in Sachsen und Thüringen. Geowissenschaften, Bd. 14, S. 476-480.