

# Analyse und Bewertung des subterranean Stofftransfers aus unterschiedlich rekultivierten Halden des Kalibergbaus hinsichtlich ihrer Belastungswirkung auf Fließgewässer

Franziska RUDOLPH

9 Abbildungen und 1 Tabelle

## ABSTRACT

RUDOLPH, F.: Analysis and valuation of the subterranean transport of substances out of different recultivated potash dumps and the ecological consequences for rivers. – *Hercynia N.F. 38* (2005): 185–195.

The six (decommissioned) potash dumps in the southern Harz-region (northern Thuringia) are causing an enormous impact to the environment (soil, groundwater, rivers). Every year 500,000 t of potash salts are dissolved and washed out by precipitation.

In the 1990's a pilot-project was started in Bleicherode in order to minimize these leaching processes. The aim of this project was to find (available) biological materials, which are able to infiltrate and retain the precipitation water.

The current research project is focusing on the subterranean transport of several substances out of these potash dumps after covering. The questions are, which quantities of percolating waters are discharged in spite of the cover and how are they influenced by pedological and climatic factors? The quality of these percolating waters is of particular importance, because it is possible that, besides the potash salts other harmful substances could be leached out and get into the bordering environmental media caused by the cover-materials (for example building rubble, sewage sludge).

Three potash dumps were chosen for this project: two dumps, which actually are in the process of covering in comparison with one, which is uncovered. Tensiometers and suction cups were installed between the base of every dump and the bordering rivers, to measure actual water transport in the soils and to analyse the suction cup solutions. Additionally every dump location has a meteorological station, whose informations are used for estimating the climatic influences of the water transport.

*Key words:* potash dumps, recultivation, salt leaching

## 1 FORSCHUNGSSTAND UND INFORMATIONSDEFIZIT

Die sechs stillgelegten Kalirückstandshalden im Südhazrevier (Nordthüringen) stellen aufgrund ihres Volumens, ihres Stoffbestandes, ihrer porösen Oberflächenbeschaffenheit, vor allem aber hinsichtlich der niederschlags- und lösungsbedingten Stoffausträge eine beträchtliche Belastungsquelle für die Umwelt dar (Abb. 1). So werden durch Niederschläge jährlich 500.000 t Salze, überwiegend NaCl, gelöst und infolge z.T. stark inhomogener Durchsickerung ausgewaschen. Dies entspricht nahezu salzgesättigten Haldensickerwässern von ca. 1,5 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr (HEIDEN et al. 2001, nach Angaben des Ministeriums für Wirtschaft und Infrastruktur von 1994). Obwohl ein Teil dieser Lösungen technisch gefasst, zur Flutung der unterirdischen Gruben genutzt oder den Haldenlösungsstapelbecken zugeführt wird, verlassen große Mengen an salzhaltigen Sickerwässern die Haldenkörper (SCHÜRER et al. 2000).

Um das Problem der Lösungs- und Auswaschungsprozesse zu minimieren, wurden im Rahmen eines durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Pilotprojektes auf der Kalihalde Bleicherode verschiedene Versuche zur biologischen Abdeckung des Haldenkörpers durchgeführt. Dazu wurden unterschiedliche Materialien und Materialkombinationen auf die Haldenflächen verbracht. Diese sol-

len das Niederschlagswasser infiltrieren und speichern sowie als Standort für eine wasserzehrende Vegetation dienen. Mit Hilfe von speziellen Klima- sowie Wasser- und Stoffhaushaltsuntersuchungen (Langzeit-Lysimeter-Analysen) konnten die durch unterschiedliche Haldenüberdeckungen bedingten „Minimierungseffekte“ für das Lösungsgeschehen verifiziert werden (HEIDEN et al. 2001).

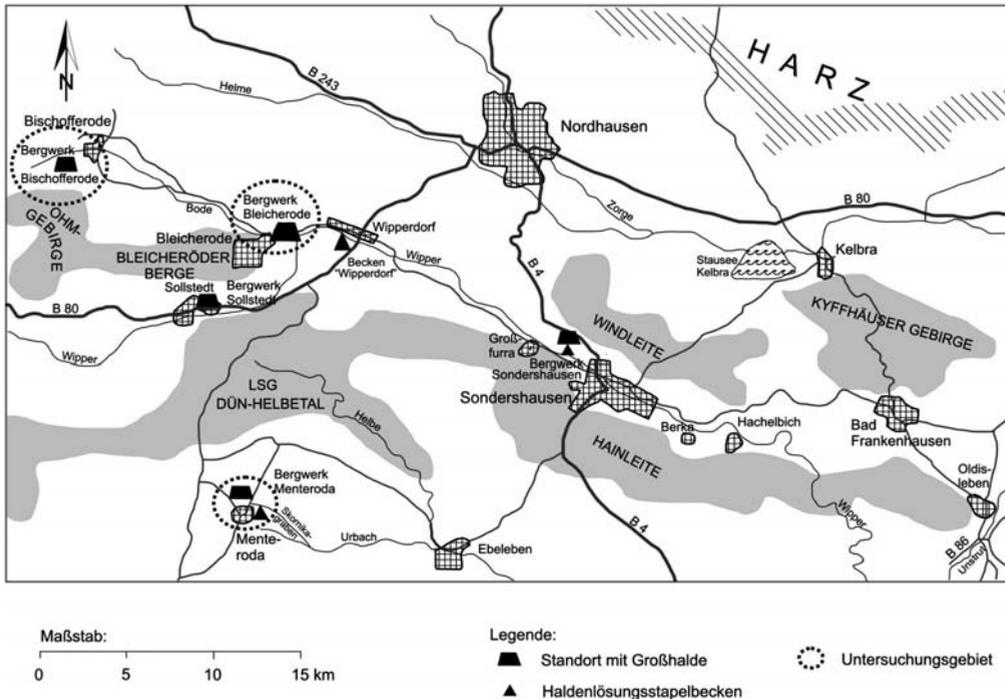


Abb. 1 Kalirückstandshalden im Südharzrevier (nach SCHÜRER et al. 2000, geändert)

Obwohl die pedologisch-biologische Versiegelung in erheblichem Maße zur Minimierung der Lösungsprozesse beiträgt, kann sie jedoch keine 100%-ige Reduktion der Sickerwasserbildung bewirken. In Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen muss vor allem bei Starkregenereignissen bzw. lang anhaltenden Niederschlägen mit weiteren Salzauswaschungen gerechnet werden, welche die Umwelt weiterhin negativ beeinflussen. Da sich dies auch anhand der signifikant erhöhten Leitfähigkeiten in den Vorflutern, die sich in Nachbarschaft zu den Halden befinden, belegen lässt (SCHÜRER et al. 1997), ergibt sich die Frage, ob hierfür ein über den Inter- bzw. Baseflow getragener Salzinpuß verantwortlich gemacht werden kann. Diesbezüglich gibt es allerdings kaum Informationen darüber, welchen Stellenwert hierbei ablaufende Stofftransfererscheinungen haben, welche Rolle die Böden mit ihren differenzierten Eigenschaften dabei spielen und welche Belastungswirkungen sich hieraus für die Vorfluter ergeben.

## 2 PROBLEMSTELLUNGEN UND ZIELSETZUNG

Nachdem es bereits zahlreiche Untersuchungen zur Problematik der Haldenabdeckung und den Deckschichten an sich sowie ihre Auswirkung auf die Verringerung der Salzausträge gibt (siehe u.a.: HEIDEN et al. 2001; LIEBMANN et al. 2000; MINNICH 1996), soll der Fokus der eigenen Untersuchungen auf die Erfassung und Bewertung der subterranean Stoffausträge aus Kalialthalden

nach erfolgter Abdeckung gelegt werden. Über die Auswirkungen der Deckschichten auf den (direkten/indirekten) Stoffaustrag aus der Halde selbst und dadurch bedingte subterrane Transferprozesse in angrenzende Ökosysteme existieren bislang kaum Befunde. So ist unklar, ob sich hierdurch und ggf. in welchen Größenordnungen ein Stoffeintrag, insbesondere in aquatische Ökosysteme ergibt, über welche Transferpfade dieser erfolgt und welche (klimatisch-pedologisch-hydrogeologischen oder „materialbedingten“) Steuerfaktoren hierbei wirksam werden. Erst durch die Kenntnis darüber sind letztlich auch Aussagen zu Maßnahmen für eine Minimierung der hierdurch bedingten ökosystemübergreifenden (raumrelevanten) Schädwirkungen möglich.

Das vorrangige Ziel dieser Untersuchungen ist es somit zu klären, ob für die erhöhten Leitfähigkeiten in den an den Halden vorbei fließenden Vorflutern Inter- bzw. Baseflow getragene Stoffeinträge verantwortlich gemacht werden können. In diesem Zusammenhang wird speziell der Lösungstransfer zwischen Halde → Boden → Vorfluter untersucht. Da die Menge der anfallenden Lösungen und ihr Transport von den verschiedenen pedologischen und klimatischen Steuerfaktoren abhängig ist, werden auch diese hinsichtlich ihres Einflusses in die Untersuchung mit einbezogen.

Neben dem Pfad und der Quantität der Lösungsausträge sind insbesondere auch die in der Lösung enthaltenen Stoffe von Interesse, da das Stoffspektrum der zur Haldenabdeckung verwendeten Materialien (Klärschlamm, Straßenabfälle, Bauschutt, „Mutterboden“ etc.) sehr groß und somit auch das von den Deckschichten ausgehende Emissionspotenzial als sehr differenziert einzuschätzen ist. Hierbei soll der Frage nachgegangen werden, ob neben den Salzausträgen nun auch zunehmend mit Auswaschungen von Nitraten, Schwermetallen und anderen Schadstoffen gerechnet werden muss und ob dies eine zusätzliche Belastung für die Fließgewässer bedeutet.

### 3 METHODIK

#### 3.1 Auswahl der Untersuchungsgebiete

Für die Untersuchungen wurden die nordthüringischen Kalialthalden Bleicherode und Menteroda ausgewählt (Abb. 2, 3). Diese beiden Halden wurden bzw. werden im Rahmen der Rekultivierung überdeckt und begrünt. Auf diesen Halden ist es damit möglich, die Auswirkungen der aufgebrauchten Deckschichten auf den Sickerwasseranfall und die Sickerwasserqualität zu untersuchen. Da sich die Bedeckungsvarianten (Materialkombinationen, Mächtigkeiten), die auf den beiden Halden zum Einsatz kamen, voneinander unterscheiden (Tab. 1), können verschiedene Abdeckungen einander gegenüber gestellt werden. Der Vergleich dieser Standorte ermöglicht außerdem Aussagen zur Übertragbarkeit der Ergebnisse.

Tab. 1 Bedeckungsvarianten im Bereich der Untersuchungsflächen

<i>Bleicherode</i>	<i>Menteroda</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zum Großteil abgedeckt</li> <li>• als Deckmaterialien wurden verwendet: Bauschutt, Klärschlammgemische, Aschen, Erdaushub</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zum Großteil abgedeckt</li> <li>• als Deckmaterialien wurden verwendet: Bauschutt, Erdaushub, tonige Erde, Straßen- reinigungsabfälle</li> </ul>

Zusätzlich zu den sich in Überdeckung befindenden Halden wurde die unbedeckte Halde Bischofferode in das Messprogramm aufgenommen. Hier herrschen noch die ursprünglichen Lösungs- und Stoffemissionsprozesse vor und es sind auch zukünftig keine Rekultivierungsmaßnahmen vorgesehen (Abb. 4).



Abb. 2 Kalialthalde Bleicherode (NDH-E mbH)



Abb. 3 Kalialthalde Menteroda (Menteroda Recycling GmbH)



Abb. 4 Kalialthalde Bischofferode (K-UTEC GmbH)

Da hier die niederschlagsbedingten Lösungsprozesse noch ungehindert ablaufen, wird es durch die Untersuchung dieser Halde möglich, Vergleiche zwischen bedeckten und unbedeckten Halden hinsichtlich ihrer Austragspotenziale bezüglich der Salzlösungen einerseits sowie der durch die Abdeckmaterialien bedingten Emissionen andererseits zu ziehen.

Die Auswahl der eigentlichen Messflächen an den Halden und deren Umfeld war von verschiedenen Faktoren abhängig. Einerseits sollten die Flächen zwischen dem Haldenfuß und der Vorflut sowie unterhalb von bedeckten Hangbereichen liegen (Bleicherode und Menteroda). Andererseits ist es für die Vergleichbarkeit hinsichtlich der klimatischen Einflussgrößen wichtig, dass die Standorte zumindest ähnliche Expositionen aufweisen. Ein weiterer wesentlicher Faktor war außerdem die Bautätigkeit im Rahmen der Rekultivierung. So kamen auf den Halden Bleicherode und Menteroda nur die Haldenbereiche für eine Instrumentierung in Betracht, die schon abgedeckt waren und wo eine Beeinträchtigung durch Bautätigkeiten weitestgehend auszuschließen war.

Für alle drei Halden konnte ein Messflächenstandort gefunden werden, der sich jeweils in nördlicher Richtung an die Halden anschließt und von einem Vorfluter begrenzt wird. In Menteroda existiert zwar keine Vorflut, aber am Haldenfuß befindet sich (neben dem verrohrten Drainagesystem) ein offener Drainagegraben. Die darin enthaltenen Wässer konnten zur Einschätzung der Wirksamkeit der Haldenbedeckung herangezogen werden.

### 3.2 Gelände- und Laborarbeiten

Die Geländearbeiten konzentrieren sich auf die Erfassung und Bewertung

- der unterschiedlichen Abdeckmaterialien, ihrer stofflichen Belastung sowie der die Stoffmobilität beeinflussenden Kenngrößen (als *Quellen*)
- der Sickerwassermengen und der Stoffgehalte der verschiedenen *Transferpfade* (Interflow/Basisabfluss) sowie der Böden als *Steuerungsgrößen* und
- der Wasserinhaltsstoffe (als *Senken*) in den Vorflutern.

Die für die Untersuchungen ausgewählten Messfelder wurden jeweils in drei Abschnitte geteilt, an denen die Instrumentierung vorgenommen wurde. So gibt es einen Messabschnitt direkt am Hangfuß, einen im Böschungsbereich zur Vorflut und einen, der den Zwischenbereich repräsentiert. An diesen ausgewählten Messabschnitten sind Bodenleitprofile angelegt und beprobt worden, um die bodenphysikalischen und bodenchemischen Eigenschaften sowie die Bodeninhaltsstoffe zu analysieren. Entlang dieses Transekts sollen mit Hilfe von Saugkerzen die Bodenwässer, die über den Inter- bzw. Baseflow lateral aus der Halde ausgetragen werden, und deren Inhaltsstoffe sowohl quantitativ als auch qualitativ bestimmt werden. Zusätzlich zu Saugkerzen wurden Tensiometer installiert, die Aussagen zu den in den Böden vorliegenden Matrixpotenzialen (bzw. Wasserspannungen) ermöglichen.

Die Instrumentierung erfolgte dabei so, dass stets paarweise ein Tensiometer und eine Saugkerze in einem Abstand von 1 m eingebaut worden sind. Die Einbautiefe orientierte sich hierbei an der maximal möglichen Einschlagtiefe, die unter Zuhilfenahme des Pürckhauer-Bohrstocks erreicht werden konnte und je nach Untergrund zwischen 25 und 80 cm beträgt. Aufgrund dessen, dass die gewonnenen Sickerwässer sowohl auf anorganische als auch auf organische Inhaltsstoffe analysiert werden sollen, wurden neben Kunststoffsaugkerzen auch Glassaugkerzen installiert, so dass sich je Messabschnitt zwei Saugkerzen und zwei Tensiometer befinden (Abb. 5).

Die Gewinnung der Bodenlösungen mittels der Saugkerzen erfolgt durch das Anlegen eines Unterdruckes von etwa 650 mbar. Auf diese Weise werden vorwiegend die Porenlösungen aus den Grobporen ( $pF < 2,5$ ) sowie den weiten Mittelporen ( $pF 2,5-2,8$ ) gesaugt und in Vorratsgefäßen aufgefangen (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL 2002). Die Beprobung und Laboranalyse dieser Lösungen wird in einem 14-tägigen Rhythmus durchgeführt. Die Wasserspannungen, die in den Tensiometern in Form von negativen Drücken messbar sind, werden zweimal wöchentlich gemessen. Diese zeitliche Auflösung wurde gewählt, um die

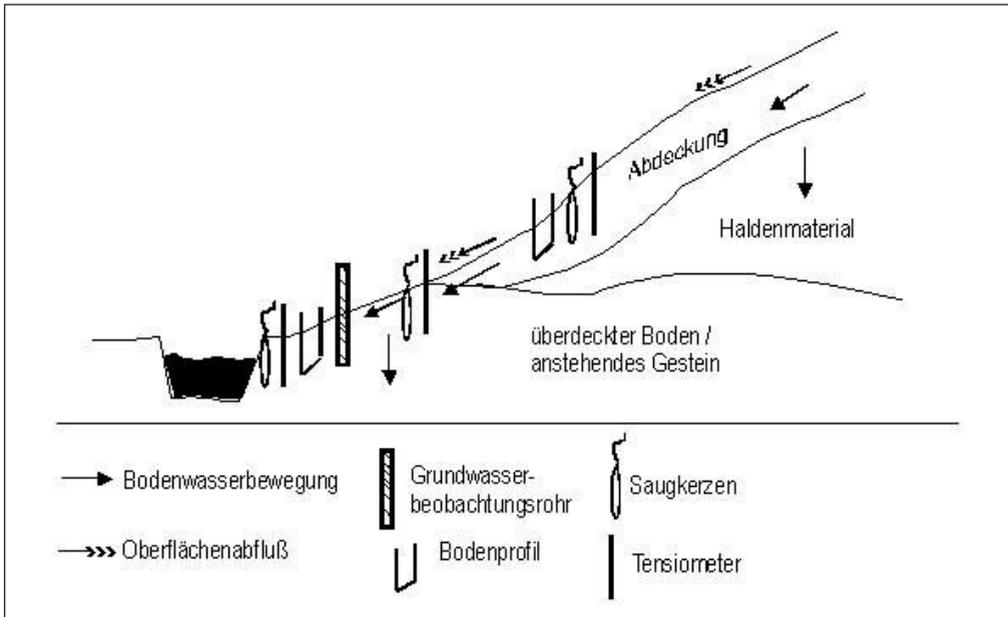


Abb. 5 Untersuchungsanordnung der Beprobungsinstrumentierung (Prinzipische Skizze)

witterungsbedingte Variabilität der Wasserspannungen detaillierter zu erfassen und Aussagen zur zeitlichen Dynamik dieser Prozesse zu ermöglichen. Ein weiterer Grund dafür ist, dass unter trocken-warmen Bedingungen und bei weniger häufigen Messungen das in den Tensiometern enthaltene Wasser aufgrund der dann erhöhten Wasserspannungen im Boden vollständig herausgesaugt werden kann. Unter diesen Umständen „kollabiert“ das System und ein Messen des Unterdruckes bzw. der Wasserspannung ist nicht mehr möglich.

Die Untersuchungen auf den Messflächen im Haldenbereich werden ergänzt durch Leitfähigkeitsmessungen sowie Stoffanalysen in der Vorflut. Hierzu erfolgen Probenahmen sowohl vor, während als auch nach der Passage der Halden.

Neben den Beprobungen der Böden und Bodenwässer ist die Auswertung von *Wetterdaten* ein wichtiger Bestandteil der Untersuchungen, da die Versickerungs- und Auswaschungsprozesse und somit die Lösungsmengen sowie die Einträge in die Vorfluter in einem engen Zusammenhang zu dem klimatischen Geschehen stehen. Die hierzu nötigen Daten werden mit Hilfe der an den drei Kalihalden installierten Wetterstationen ermittelt.

#### 4 VORLÄUFIGE ERGEBNISSE

Die Messungen haben im Mai 2004 begonnen, so dass die Daten erst für einen relativ kurzen Zeitraum vorliegen und die Analysen auch noch nicht abgeschlossen sind. Die bisherigen Ergebnisse sind daher als vorläufig anzusehen und sollen einen Überblick über die gewonnenen Erkenntnisse vermitteln.

Die Bodenuntersuchungen ergaben, dass den Korngrößenanteilen nach in allen Beprobungsbereichen die Bodenarten von mittel-schluffigem Sand bis stark tonigem Schluff reichen, wobei die Schluffe dominieren. Die pH-Werte liegen in allen drei Untersuchungsgebieten hauptsächlich zwischen 7 und 7,8 und damit in einem sehr schwach bis schwach alkalischen Bereich.

Die untersuchten Sickerwässer auf den einzelnen Halden zeigen recht deutliche Unterschiede hinsichtlich ihrer salzchemischen Zusammensetzung und der jeweiligen Konzentrationen (Abb. 6).

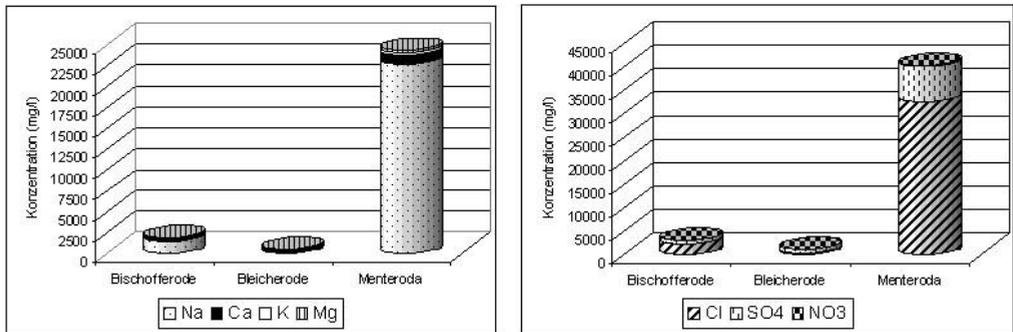


Abb. 6 Zusammensetzung der Sickerwässer (gemittelte Konzentrationen der Untersuchungsabschnitte)

Die größten Salzkonzentrationen werden nicht, wie anzunehmen ist, in den Sickerwässern der unbedeckten Halde Bischofferode, sondern in denen der Halde Menteroda vorgefunden. Diese zunächst unerwartet hohen Salzgehalte können aber dadurch erklärt werden, dass die Sickerwässer in Menteroda aufgrund der natürlichen Basisabdichtung (oberer Muschelkalk mit oberflächennaher toniger Zersatzdecke) zu ca. 95 % seitlich an den Haldenflanken austreten und somit zwangsläufig die untersuchten Bodenabschnitte passieren (PARNIESKE-PASTERKAMP et GEBHARDT 2002). Die Halden Bischofferode und Bleicherode stehen dagegen auf gut durchlässigem Mittleren Buntsandstein, so dass ein Großteil der Lösungswässer der Schwerkraft folgend in den Untergrund und das Grundwasser versickern kann, ohne den Haldenkörper auf lateralen Fließbahnen zu verlassen. Die prozentuale Zusammensetzung der Sickerwasserkonzentrationen ist bei den Halden Menteroda und Bischofferode jedoch sehr ähnlich und wird von Cl, Na und SO<sub>4</sub> dominiert (Abb. 7).

Die Sickerwässer der sich in Abdeckung befindenden Halde Bleicherode weisen die insgesamt geringsten Salzgehalte auf und unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung von denen der beiden anderen Halden dahingehend, dass SO<sub>4</sub> und Ca die Hauptanteile bilden. Na und Cl haben dagegen eine weitaus geringere Bedeutung, was mit der fortgeschrittenen Lockerschichtbildung im Untersuchungsbereich erklärt werden kann. Diese entsteht durch Auslaugung der leichtlöslichen Salzkomponenten (NaCl, KCl, MgSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>). Zurück bleiben die schwer wasserlöslichen Bestandteile (Gips, Anhydrit und einige Tonminerale) in Form der rötlich gefärbten, NaCl-armen Lockerschicht. Hinzu kommt, dass in Bleicherode CaSO<sub>4</sub> mit 18–23% der zweithäufigste Bestandteil im aufgehaldeten Rückstand ist (HEIDEN et al. 2001).

Der Prozess der Lockerschichtbildung findet natürlich auch auf den beiden anderen Kalihalden statt. Der Fortschritt ist jedoch vom Alter der Ablagerungen abhängig, so dass Unterschiede zum einen hierin begründet sein können. Zum anderen werden sie aber auch durch die Zusammensetzung der aufgehaldeten Materialien verursacht. So enthalten die Rückstandssalze in Menteroda beispielsweise nur ca. 5 % CaSO<sub>4</sub>, was sich auch in den anteilmäßig geringen Sickerwasserkonzentrationen äußert (MINNICH 1996, PARNIESKE-PASTERKAMP et GEBHARDT 2002; Abb. 7).

Die Abb. 7 zeigt auch die Veränderungen der Konzentrationen vom Hangfuß zur Vorflut hin. Bei den Halden Bischofferode und Menteroda wird die sehr starke Abnahme der Ionenkonzentrationen deutlich, die auf die Puffereigenschaften der Böden bzw. Abdeckungen zurückzuführen ist. In Bleicherode ist dagegen eine scheinbare Erhöhung der Konzentrationen zu beobachten. Allerdings ist es unwahrscheinlich, dass die Salzgehalte in den Sickerwässern mit zunehmendem Abstand zur Halde ansteigen, so dass dieser Umstand nur mit den unterschiedlichen Tiefen zu erklären ist, aus denen die Sickerwässer gewonnen

wurden. Aufgrund der Bauschuttablagerungen im Haldenbereich konnten im Bereich des Hangfußes und des mittleren Messabschnittes die Messinstrumente nur in relativ geringen Tiefen (bis max. 40 cm) installiert werden. Es ist daher anzunehmen, dass die Sickerwässer in diesen Abschnitten nur einen Teil derer repräsentieren, die in den tieferen Lagen im Vorflutbereich gewonnen werden. Geht man hiervon aus, so verringern sich die Konzentrationen ebenfalls zwischen dem Hangfuß und dem mittleren Messbereich. Allerdings müssten die eigentlichen Konzentrationen in diesen Messabschnitten dann höher sein als die durch Messung ermittelten Stoffgehalte.

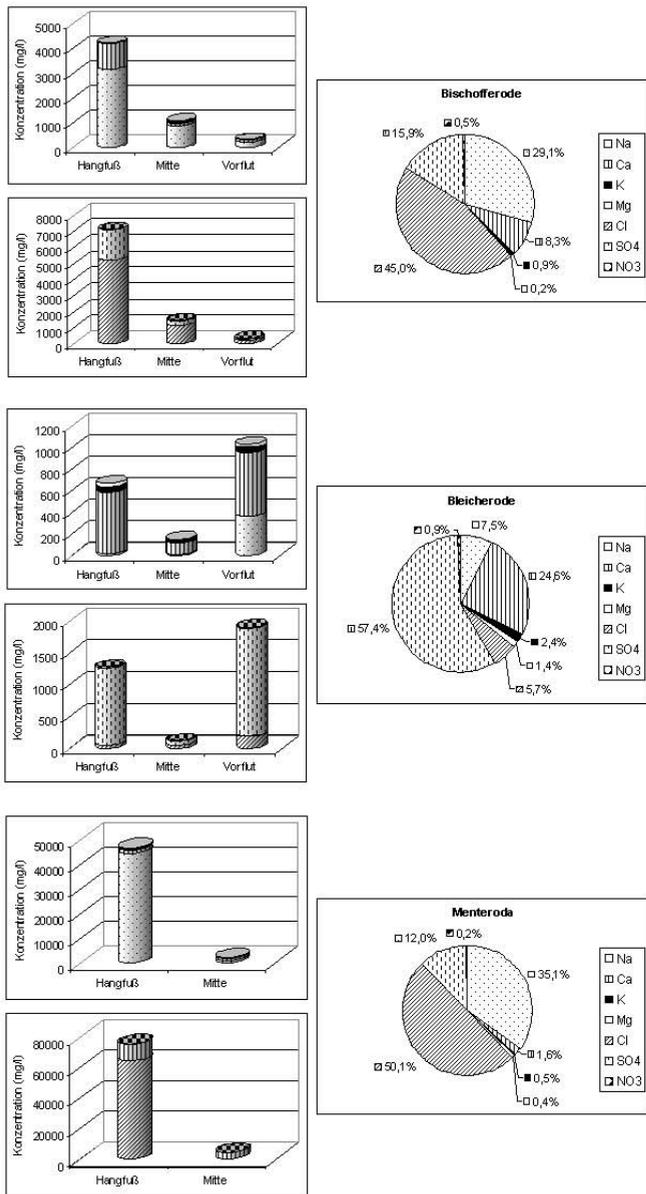


Abb. 7 Mittlere Zusammensetzung der Sickerwässer und deren Veränderung entlang der Untersuchungsabschnitte (mittlere Konzentrationen, logarithmische Darstellung)

Neben den Sickerwässern wurde auch das Fließgewässer „Bode“, das sowohl die Halde Bischofferode als auch die Halde Bleicherode passiert, beprobt. Hier spiegeln sich die Zusammensetzungen der Sickerwässer wider, wobei sich der Einfluss der Haldenabdeckung besonders eindrucksvoll zeigt. Während im Bereich der unbedeckten Halde Bischofferode der Eintrag an leichtlöslichen Salzkomponenten enorm ist (mittlerer Konzentrationsanstieg um den Faktor 12 (Mg) bis 117 (Cl)), erhöhen sich die Konzentrationen entlang der Passage der Bleicheröder Halde im Vergleich nur geringfügig (im Mittel max. um den Faktor 1,7) (Abb. 8).

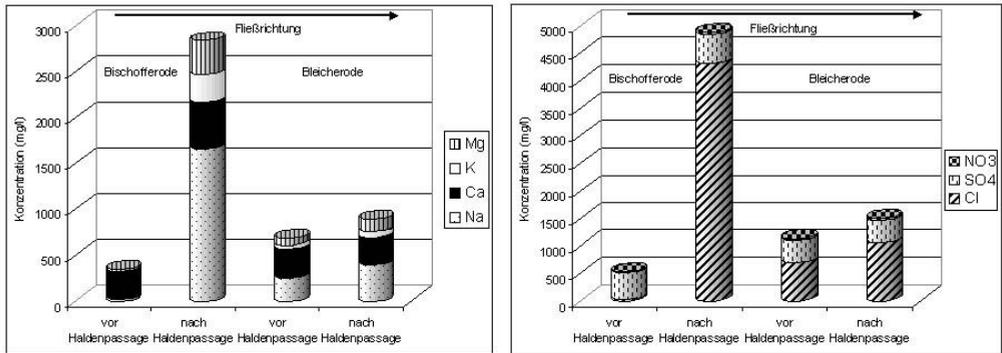


Abb. 8 Entwicklung der mittleren Konzentrationen in der Bode entlang der Haldenpassage

Dieser Sachverhalt lässt sich auch anhand der elektrischen Leitfähigkeiten, die sehr gut mit den Salzgehalten korrelieren, belegen (Abb. 9).

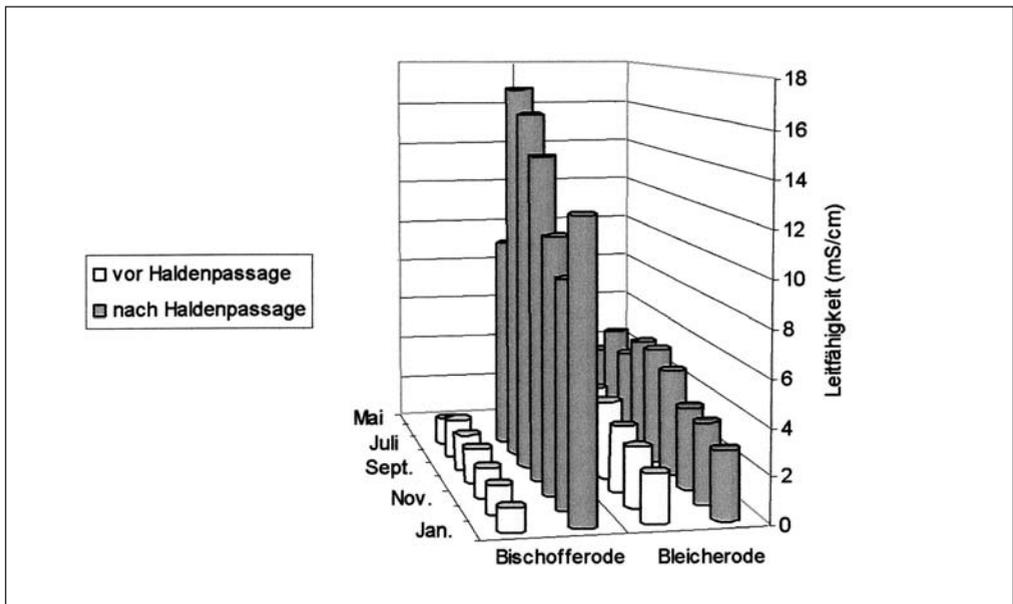


Abb. 9 Entwicklung der mittleren Leitfähigkeiten in der Bode

Für die Halde Menteroda liegen solche Untersuchungen nicht vor, da hier keine Vorflut vorhanden ist. Alternativ wurden die Drainagewässer unterhalb der Messfläche untersucht. Die Leitfähigkeiten liegen im Mittel mit 67 mS/cm zwar unter denen der Bischofferöder Drainagewässer (im Mittel um 200 mS/cm), dennoch zeugen sie von einer recht hohen Salzbelastung. Hier muss jedoch angemerkt werden, dass die Wässer in Menteroda nicht fließen, sondern sich stationär in kleineren Senken sammeln. Aus diesem Grund sind sie in starkem Maße den Witterungsbedingungen ausgesetzt, was unter trockenen Bedingungen zu einem Aufkonzentrieren der Salze als Folge der Verdunstung führt.

Insgesamt lässt sich anhand der ersten Ergebnisse zeigen, dass die Bedeckung und Rekultivierung einen entscheidenden Einfluss auf die Salzlösungseinträge in die angrenzenden Ökosysteme und insbesondere in die benachbarten Vorfluter hat. Vor allem durch die extrem unterschiedlichen Erhöhungen der Salzkonzentrationen und die entsprechende Veränderung der Leitfähigkeit in der Bode nach den Haldenpassagen wird deutlich, dass die Haldenabdeckung einen großen Beitrag zur Verringerung der Salzlösung und Lösungsausträge leistet. Eine besondere Rolle spielen hierbei auch die Böden bzw. die den Halden vorgelagerten Materialschichten. Durch die Pufferkapazität der Böden wurden in Menteroda, aber auch am unbedeckten Haldenstandort in Bischofferode die Salzkonzentrationen, die am Hangfuß noch sehr hoch waren, zur Vorflut bzw. zur Drainage hin sehr stark reduziert. Welche Rolle hierbei die bodenphysikalischen Eigenschaften und der Schichtenaufbau der Böden spielt, soll in zukünftigen Untersuchungen geklärt werden.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

RUDOLPH, F.: Analyse und Bewertung des subterranean Stofftransfers aus unterschiedlich rekultivierten Halden des Kalibergbaus hinsichtlich ihrer Belastungswirkung auf Fließgewässer. – *Hercynia N.F.* **38** (2005): 185 – 195.

Aufgrund der starken Umweltbelastung, die durch den niederschlagsbedingten Salzaustrag aus den sechs stillgelegten Kalihalden im Südharzrevier entsteht, werden seit einigen Jahren mehrere Halden in diesem Raum biologisch abgedeckt und begrünt. Auf diese Weise soll der Salzaustrag minimiert werden. Zu den Auswirkungen der hierbei aufgebrachten Deckschichten auf den (direkten/indirekten) Stoffaustrag aus den Halden selbst und dadurch hervorgerufene subterrane Transferprozesse in benachbarte Ökosysteme gibt es bisher jedoch keine Untersuchungen. Das Ziel dieser Arbeit ist daher die Klärung, ob Inter- bzw. Baseflow getragene Stoffeinträge für die Erhöhung der Leitfähigkeit in der die Halden passierenden Vorflut verantwortlich gemacht werden können und in welchen Größenordnungen der Stoffeintrag erfolgt. Hierbei wird der Fokus speziell auf den Lösungstransfer zwischen Halde → Boden → Vorfluter und die Rolle der Böden mit ihren unterschiedlichen bodenphysikalischen Eigenschaften gelegt. Neben dem Pfad und der Quantität ist vor allem auch die Qualität der Lösungsausträge von Interesse.

Die vergleichenden Untersuchungen auf den beiden sich in Bedeckung befindenden Halden Bleicherode und Menteroda sowie der unbedeckten Halde Bischofferode zeigen, dass die Salzlösungseinträge in die angrenzenden Ökosysteme durch die Bedeckung und Rekultivierung deutlich reduziert werden können. Speziell die stark differierenden Erhöhungen der Salzkonzentrationen und die damit verbundene Veränderung der Leitfähigkeit in der Bode während der Passage der Halden Bischofferode und Bleicherode weisen darauf hin, welchen Beitrag die Haldenabdeckung zur Verringerung der Salzausträge leistet. Eine ebenfalls große Rolle bei dem Stofftransfer spielen die Pufferkapazitäten der Böden und Materialschichten, die den Halden vorgelagert sind. In weiteren Untersuchungen soll die Bedeutung der Böden und ihrer Eigenschaften noch genauer analysiert werden.

## 6 LITERATUR

- HEIDEN, S.; ERB, R.; LIEBMANN, H.; KAHLE, K. [Hrsg.](2001): Kalibergbau – Umweltlast und Chance. – Berlin.
- LIEBMANN, H.; PARNIESKE-PASTERKAMP, J. (2000): Lysimetermessungen an Rückstandshalden der Kaliindustrie im Südharz. In: Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie (3) – Untersuchungen zum Salzaustrag, zur Sukzession sowie Maßnahmen und Erkenntnisse zur Begrünung. Ökologie und Umweltsicherung, Bd. **12/97**: 179-192. Universität – Gesamthochschule Kassel/Witzenhausen.
- MINNICH, M. (1996): Die Rekultivierung von Kalirückstandshalden: Begrünungsversuche auf der Halde Bleicherode/Thüringen unter besonderer Berücksichtigung bodenkundlicher Parameter, begleitet von Gefäß- und Kleinlysimeterversuchen. – Dipl.-Arbeit Univ. Trier.
- PARNIESKE-PASTERKAMP, J.; GEBHARDT, L. (2002): Ingenieurwissenschaftliche Untersuchungen zur Salzlösungsgenese an Althalden der Kaliverarbeitung in Nordthüringen zur ökologischen Sicherung der Nachbetriebsphase. Erfurt, unveröff. , 1-298.
- SCHAEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. – Heidelberg.
- SCHÜRER, J.; LIEBMANN, H. (2000): Salzbeeinflussung der Vorfluter Bode und Wipper in Nordthüringen. – In: Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie (3) – Untersuchungen zum Salzaustrag, zur Sukzession sowie Maßnahmen und Erkenntnisse zur Begrünung. Ökologie und Umweltsicherung **19**: 193-208. Universität – Gesamthochschule Kassel/Witzenhausen.
- SCHÜRER, J.; KULBE, K.-H. (1997): Die Versalzung von Fließgewässern der Südharzregion (Deutschland) – Ursache, Stand, Tendenzen. – *Limnologica* **27/1**: 9-17.

*Manuskript angenommen: 21. Oktober 2005*

Anschrift des Autors:  
Dipl.-Geogr. Franziska Rudolph  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Fachbereich Geowissenschaften  
Institut für Geographie  
Von-Seckendorff-Platz 04  
D-06120 Halle  
e-mail: franziska.rudolph@geo.uni-halle.de

**BASTIAN, O.; PORADA, H. T.; RÖDER, M. & SYRBE, R.-U. (Hrsg.) (2005): Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft. Eine landeskundliche Bestandsaufnahme im Raum Lohsa, Klitten, Großdubrau und Baruth. Landschaften in Deutschland, Bd. 67.** – XXVI, 452 S., 14 s/w- und 66 Farbabb., 2 Faltkarten, Böhlau Verlag, Köln, Weimar, Wien. – ISBN 3-412-08903-6. Preis 29,90 €.

Die Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft ist eine alte Kulturlandschaft nördlich von Bautzen im Grenzbereich der Landkreise Kamenz, Bautzen und des Niederschlesischen Oberlausitzkreises. Ganz im NW gehört mit dem Graureihensee ein kleiner Teil der kreisfreien Stadt Hoyerswerda zum Inventarisierungsgebiet. Begrenzt wird es ungefähr durch die Ortschaften Knappenrode (NW), Reichwalde (NO), Kleinwelka (SW) und Weißenberg (SO).

Naturräumlich hat das Gebiet Anteile am Oberlausitzer Bergbaurevier (ca. nördliches Fünftel), am Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet (Hauptteil - Mitte) und am Oberlausitzer Gefilde (ca. südliches Fünftel).

Das Buch ist in zwei Hauptteile gegliedert: einen landeskundlichen Überblick sowie die Einzeldarstellungen zu Ortschaften, Landschaftsteilen und Naturphänomenen.

Der Landeskundliche Überblick besteht seinerseits aus den Kapiteln „Naturraum und Landschaft“, Geschichte und Raumstruktur“ sowie „Kultur und Sprachraum“.

Zur Einführung und Orientierung in „Naturraum und Landschaft“ dient ein Satellitenbild, anhand dessen Landschaftsgliederung und –nutzung anschaulich beschrieben werden. Anschließend wird auf naturräumliche Gliederung, Geologie und Oberflächenformen, Bergbau und Rekultivierung, Böden, Klima, Hydrographie, Fischerei, Flora und Vegetation, Tierwelt, Waldwirtschaft und Forstwesen sowie das Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft näher eingegangen. Hinsichtlich der Geomorphologie und Landnutzung haben vor allem die pleistozänen Sedimente sowie die tertiären Braunkohlen den größten Einfluss auf die Landschaft ausgeübt. Vor allem der N-Teil des Gebietes wurde unmittelbar durch den intensiven Braunkohlenabbau mit all seinen Begleiterscheinungen hinsichtlich Hydrologie, Flächenverbrauch und –zerstörung in den zurückliegenden Jahrzehnten stark verändert, das übrige Gebiet dadurch zumindest teilweise mehr oder weniger indirekt. Gleichzeitig eröffnen sich mit der Rekultivierung der Tagebaulandschaft auch Chancen, das ehemals teilweise relativ einförmige Heideland vielfältiger zu gestalten und durch die in den Tagebaurestlöchern entstehenden Gewässer den sanften Tourismus zu begünstigen. Daneben spielen die neuen Gewässer auch fischereiwirtschaftlich eine zunehmende Rolle, wie z.B. der Stausee Bautzen. Andererseits hat die Gegend, entsprechend ihrem Namen eine jahrhundertealte Tradition in der Anlage und Unterhaltung von Teichen zur Fischzucht. Im betrachteten Gebiet befinden sich allein 329 Teiche, was u.a. daraus resultiert, dass sich die minder ertragreichen Sandböden landwirtschaftlich kaum befriedigend nutzen ließen und die aus dem Gebirge kommenden Gewässer die kontinuierliche Wasserversorgung sicherten.

Floristisch sind für das Gebiet vor allem die Vorkommen subatlantischer und atlantischer Arten bemerkenswert, daneben gleichzeitig auch subkontinentale und kontinentale Steppenelemente. In einer Tabelle im Anhang sind die pflanzengeographisch bedeutsamen Arten gesondert zusammengestellt. Neben der Teich- spielte und spielt seit alters her die Waldwirtschaft eine wichtige wirtschaftliche Rolle im Gebiet, worauf ebenfalls näher, u.a. durch verschiedene Karten zur Wald-Offenlandverteilung eingegangen wird.

Trotz der unmittelbaren Nachbarschaft der stark anthropogen überformten bis devastierten Flächen der Braunkohलगewinnung konnte sich mit der Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft eine strukturreiche Natur- und Kulturlandschaft halten, die in dem gleichnamigen Biosphärenreservat in einer Gesamtgröße von ca. 13.000 ha unter Schutz gestellt wurde. Dieses Schutzgebiet nimmt ca. ein Drittel der insgesamt knapp 500 km<sup>2</sup> des im vorliegenden Werk berücksichtigten Landschaftsausschnittes ein.

Fortsetzung auf S. 208

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hercynia](#)

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Rudolph Franziska

Artikel/Article: [Analyse und Bewertung des subterranean Stofftransfers aus unterschiedlich rekultivierten Halden des Kalibergbaus hinsichtlich ihrer Belastungswirkung auf Fließgewässer 185-195](#)