

Die Erweiterung der Rückstandshalden der Kaliindustrie im Werra-Fulda-Kaligebiet – Maßnahmen zum Grundwasserschutz

JOHANN-GERHARD FRITSCHÉ

Kaliabbau im Werra-Fulda-Kaligebiet

Deutschland hält mit 28 % der weltweiten kumulativen Kaliproduktion trotz der hohen Förderung in der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten und in Kanada immer noch den weltweiten Spitzenplatz. Das Gebiet zwischen Werra und Fulda ist als weitaus größtes Fördergebiet in Deutschland daran zu 40 % beteiligt (BEER 1996). Die Kalisalzlagerstätte nimmt im hessischen Anteil des Werra-Kaligebietes eine Fläche von über 680 km² ein (Abb. 1).

Abgebaut werden die beiden Kaliflöze Hessen und Thüringen, die hier in flacher Lagerung zwischen 2 und 4 m Mächtigkeit erreichen und in die 250 bis 300 m mächtige, überwiegend aus Steinsalz bestehende Abfolge des Zechstein 1 (Werra-Serie) eingelagert sind. Die Kali und Salz GmbH betreibt das Kaliwerk Werra, mit den Standorten Wintershall in Heringen und Hattorf in Philippsthal auf hessischem Gebiet sowie Unterbreizbach in Thüringen. Hier wird in einem 20 km in Ost-West- sowie in Nord-Süd Richtung messenden Abbaufeld Kalisalz in Teufen von 400 bis 1000 m gewonnen. Durch den Fulda-Pilgerzeller Graben als kleineres Revier vom Werra-Gebiet abgetrennt, betreibt die Kali und Salz GmbH dazu noch das Werk Neuhoof-Ellers südwestlich Fulda.



Abb. 1. Übersicht über das Werra-Fulda-Kaligebiet (aus DVWK 1993, geändert)

Produktion und Beseitigung von Produktionsrückständen

Bei einer Rohsalzförderung des **Werkes Werra** von etwas mehr als 16 Mio. t wurden im Jahr 2000 ca. 2,8 Mio. t Produkte (Kalisalze und Kieserit) erzeugt und ca. 10 Mio. t Rückstandssalz (berechnet als NaCl) aufgehaldet (Abb. 2), das etwa zur Hälfte aus der seit Anfang der achtziger Jahre betriebenen elektrostatischen Aufbereitung (ESTA) und zur Hälfte aus trockenen Rückständen aus der Flotation sowie aus Rückständen aus dem Heißlöseverfahren besteht. Die flüssige Aufbereitung ist wegen der Rohsalzzusammensetzung im Werk Werra aber nicht vollständig zu vermeiden, so dass 2000 außerdem 5,6 Mio. m³ hochkonzentriertes Salzabwasser in den

Untergrund (Plattendolomit des Zechstein) versenkt wurden (SKOWRONEK et al. 1999, BEER & KLUGE 1999, FRITSCHÉ 2000) und 5,1 Mio. m³ wasserstandsabhängig in die Werra/Ulster eingeleitet wurden (bei Einhaltung von festgesetzten Grenzwerten für Gesamthärte und Chlorid unterstrom der Werke).

2001 wurden ähnliche Werte erreicht. Insbesondere durch das ESTA-Verfahren, aber auch durch die Flotation und die mit diesen Verfahren verbundene Aufhaldung, konnten z.B. im Jahre 2000 etwa 36 Mio. m³ Salzabwasser vermieden werden, die vor Einführung der genannten Verfahren in den Vorfluter oder den Untergrund hätten eingeleitet werden



Abb. 2. Halde IV des Werks Werra der Kali und Salz GmbH, Standort Wintershall in Heringen, im Vordergrund Naturschutzgebiet „Rohrlache“.

müssen (die exakten Zahlen für das Jahr 2001 lagen zum Bearbeitungszeitpunkt noch nicht vor, bewegen sich aber in ähnlichem Rahmen).

Das **Kaliwerk NeuhoF-Ellers** fördert z. Zt. über 3 Mio. t Rohsalz jährlich, stellt daraus ca. 1,2 Mio. t Produkte her und haldet etwas mehr als 2 Mio. t

Rückstandssalz auf. Eine flüssige Aufbereitung braucht hier wegen der Rohsalzzusammensetzung nicht vorgenommen zu werden. Allerdings wurde hier durch die Einführung der ESTA die trockene Rückstandsmenge erheblich reduziert, da man nun eine höhere Kieseritgewinnung ($MgSO_4$) betreiben konnte.

Zahlen zu den Rückstandshalden

Im Werra-Fulda-Kaligebiet gibt es drei Großhalden, die jeweils folgende Größenordnung haben:

Halde	genehmigte Grundfläche in ha	Aufhaldungsvolumen in Mio. m ³	maximale Höhe in m ü. Gelände
Hattorf	57,1	37	150
Wintershall	110 (seit 1997)	125	250
Neuhof	74,2	60	200

Geplante Erweiterung			
Halde	beantragte zusätzliche Grundfläche in ha	zusätzliches Aufhaldungsvolumen in Mio. m ³	maximale Höhe in m ü. Gelände
Hattorf	34,5 (in Hessen und Thüringen)	ca. 63	190
Neuhof	45,9 (einschl. 25 m Schutzstreifen)	ca. 54	200

Der Rahmenbetriebsplan für die Erweiterung der Halde Wintershall ist seit 1997 zugelassen; zu etwa jährlich eingereichten Sonderbetriebsplänen für die einzelnen Teilabschnitte werden seitdem fachliche Stellungnahmen zur Untergrundabdichtung und zu den erforderlichen Überwachungsmaßnahmen vom HLUJ (Dez. G 4 und G 7) abgegeben. Zu den Plan-

feststellungsverfahren gemäß § 57 a BBergG zur Zulassung der Rahmenbetriebspläne für die Westerweiterung der Rückstandshalden NeuhoF-Ellers sowie des Werkes Werra, Standort Hattorf, wurden umfangreiche hydrogeologische und ingenieurgeologische Gutachten im Jahre 2000 angefertigt. Die weitere fachliche Begleitung dieser Verfahren durch das

HLUG wurde im Jahre 2001 mit gesonderten Stellungnahmen und Teilnahme an Erörterungsterminen sichergestellt und wir auch in Zukunft eine wichtige Aufgabe sein. Insbesondere die Untergrundabdichtung und der Wasserhaushalt der Rückstandshalden,

die Ableitung und Beseitigung des Haldensickerwassers sowie Vorgaben für die Überwachung der Grundwasserqualität im Haldenumfeld sind dabei Gegenstand der fachlichen Aussagen des HLUG.

Wasserbewegung in der Halde und in ihrem Umfeld

Zur Vermeidung einer Versalzung des Grundwassers ist es zunächst wichtig, das Verhalten von Niederschlagswasser, das Sickerverhalten und die Durchlässigkeiten innerhalb der Kalirückstandshalde selbst zu kennen. Hierzu wurden von der Kali und Salz GmbH zahlreiche Untersuchungen durchgeführt, die von Bohrungen in den Haldenkörper (Hattorf, Neuhof) mit Bestimmung der Durchlässigkeiten über chemische Wasserbilanzen mit Berechnung des Aufkommens an Haldenlösung und des Wassereinbindevmögens frisch geschütteter Salze bis hin zur kompletten Durchörterung einer Rückstandshalde (Bleicherode, Thüringen) gingen.

Die grundsätzlichen Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen lauten wie folgt:

- Ein Wasserhaushalt (Wasserbewegung, Wasserumsatz) findet nur in einer sogenannten „Mantelzone“ der Halde statt.
- Der Haldenkern ist dicht, d.h. er hat Durchlässigkeiten (k_f -Werte) im Bereich von 10^{-10} bis 10^{-9} m/s.
- Bei einer frisch geschütteten Halde mit einem im Werra- und Fuldagebiet üblichen Kieseritgehalt von 5–12 % $MgSO_4$ ist das Hydratisierungspotenzial so hoch, daß rechnerisch sämtlicher auf eine neu geschüttete Böschung fallender Niederschlag

während einer Zeit zwischen 4,5 (Halde Hattorf) und 8,3 Jahren (Werk Wintershall) im Kristallgitter der Salzminerale gebunden wird. Erst nach dieser Zeit kann sich in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit Wasser entlang der Mantelzone bewegen und am Böschungsfuß in den Untergrund versickern.

Die Beobachtungen über die Durchlässigkeit in den Haldenbohrungen (Pumpversuche, Auslaufmengen in Horizontalbohrungen sowie Durchlässigkeitsbestimmungen an Salzproben) führten zu einer ge-

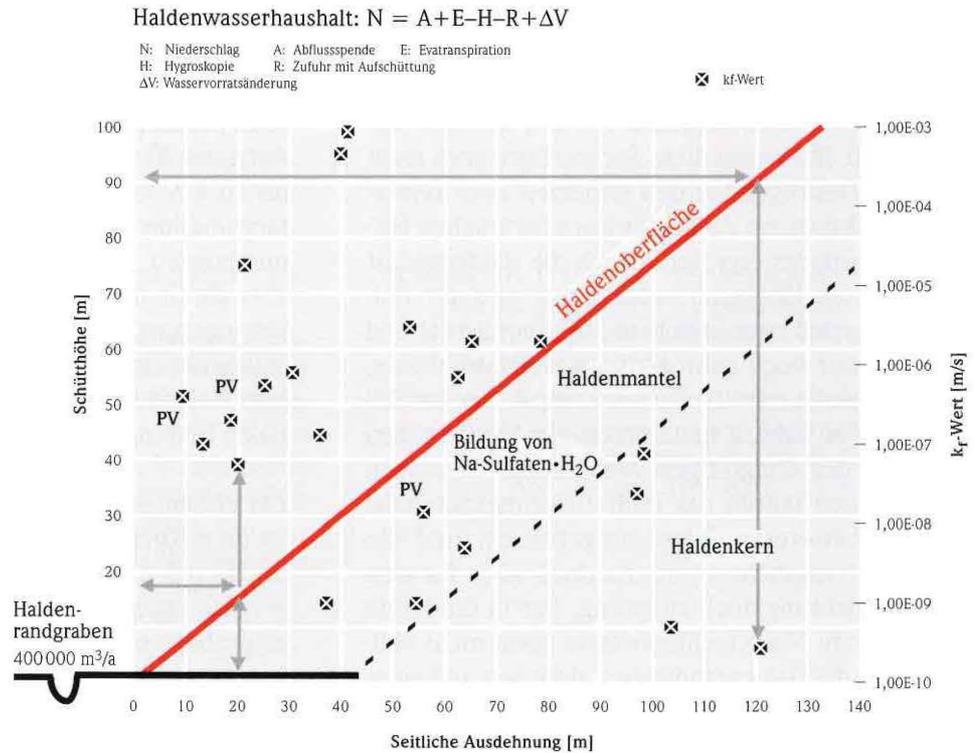


Abb. 3. Verhältnis von Schütthöhe zu seitlicher Ausdehnung einer Kali-Rückstandshalde, Schüttwinkel 37°, sowie Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) aus Bohrkernuntersuchungen und Pumpversuchen (PV, Neuhof-Ellers) sowie Bleicherode (nur Bohrkernuntersuchungen).

meinsamen Definition der Breite der „Haldenmantelzone“ durch das HLUG sowie durch die Obere Wasserbehörde (RPU Bad Hersfeld). Danach ist –mit entsprechenden Sicherheitszuschlägen– die in das Niederschlagsgeschehen eingebundene Mantelzone ab Haldenfuß 45 m breit. Die Kernzone ist so hoch verdichtet, dass das Salz annähernd dem natürlich im Untergrund anstehenden Salzgestein entspricht.

Maßnahmen zum Grundwasserschutz

Bei Beginn der Schüttung von Großhalden der Kaliindustrie (im Werra-Kaligebiet seit den siebziger Jahren des 20. Jh.) waren diese Sachverhalte noch nicht bekannt. Deswegen wurden seinerzeit auch keinerlei Maßnahmen zur Abdichtung des natürlichen Haldenuntergrundes ergriffen. Durch die Haldenauflast bei größeren Überschüttungshöhen wird der Haldenuntergrund zwar in hohem Maße verdichtet und ist dann nur noch sehr gering wasserdurchlässig, was zusammen mit der starken Kompaktion des Salzes selbst zu nahezu undurchlässigen Verhältnissen führt. In der endgültigen Mantelzone ist jedoch nach einigen Jahren das Hydratisierungspotenzial des geschütteten Salzes aufgebraucht und die Überschüttungshöhe ist mit maximal 30 m für eine Selbstabdichtung noch zu gering. Das in die Halde einsickernde Niederschlagswasser kann nicht vollständig in die Haldenrandgräben abfließen und einer Beseitigung zugeführt werden (Versenkung, Abstoß in Oberflächengewässer) sondern dringt teilweise in den Untergrund ein und stellt somit eine Gefährdung für den zur Trinkwassergewinnung genutzten Grundwasserleiter im Buntsandstein dar.

Das HLUG hat daher in Abstimmung mit der Oberen Wasserbehörde folgende Forderungen für eine Untergrundvergütung entwickelt:

Mit entsprechenden Sicherheitszuschlägen ist eine Untergrundabdichtung unter dem künftigen **Haldenmantelbereich** mit einem k_f -Wert von maximal $1 \cdot 10^{-9}$ m/s in einer **Breite von ca. 45 m** ab Haldenfuß nach innen notwendig (zusätzlich ist die nicht beschüttete Fläche vom Haldenfuß bis zum Haldenrandgraben in der beschriebenen Weise abzudichten). Zur Vorbereitung der Aufstandsfläche sollen sämtliche (größeren) Stubben (Baumwurzeln) entfernt und die Hohlräume mit bindigem Material verfüllt werden, der Untergrund ist auf eine Proctordichte von 97 % zu verdichten. Der Nachweis für die

Bereiche mit erhöhten Durchlässigkeiten sind hier räumlich begrenzt, was bei Bohrungen in der Begrenztheit des förderbaren Wasservolumens erkennbar war als auch durch Tritiumanalysen des geförderten Wassers bewiesen werden konnte. Sie nehmen also nicht am niederschlagsabhängigen Wasserhaushalt teil. Die Beziehungen Haldenhöhe/ -breite/ Durchlässigkeit sind in Abb. 3 dargestellt.

geforderte Höchstdurchlässigkeit soll in 5 ungestörten Proben pro Hektar aus den oberen 30 cm der Aufstandsfläche erbracht werden. Bei Bedarf sollte bis zu 4 % Tonmehl eingefräst werden, um die Untergrunddurchlässigkeit auf den geforderten Wert zu minimieren. Bei allen derartigen Maßnahmen hat aber die Standsicherheit der Halde Vorrang vor der Verringerung der Durchlässigkeit. Zu hohe Tonanteile in einer Untergrundabdichtung können auf hängigem Gelände zur erheblichen Rutschvorgängen der Halde führen.

Der gesamte restliche Bereich der Rückstandshalde ist dem **Kernbereich** zuzuordnen. Hier sollte im Mittel von 5 Proben/ha eine Durchlässigkeit von $k_f = 1 \cdot 10^{-9}$ m/s nicht überschritten werden; die Einzelproben sollten möglichst einen k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-8}$ m/s nicht überschreiten. Gegebenenfalls muss die Untergrundbeschaffenheit mittels Verdichtung (Schafffuß- und Glattmantelwalze) verbessert werden. Eine Rodung der zu überschüttenden Flächen sollte maximal $\frac{1}{2}$ Jahr vor Überschüttung erfolgen, um die Bildung von Wasserwegsamkeiten durch Zersetzung der Wurzeln zu vermeiden. Diese Maßnahmen werden für erforderlich gehalten, weil die Erfahrungen zeigen, dass –trotz des hohen Wasserbindevermögens des frisch geschütteten Salzes– Haldenwasser nach Starkregenereignissen aus der Schüttungsfront in den Untergrund austreten kann (Bildung von Abflussrinnen, Lösungskanälen). Für steile Böschungsbereiche mit offen an die Oberfläche tretenden Klüften im Buntsandstein wird individuell ein auf die Geländeverhältnisse abgestimmtes gesondertes Abdichtungskonzept vorgeschlagen.

Darüber hinaus werden auf Anregung der Behörden im Auftrag der Kali und Salz GmbH intensive Versuche zu einer Begrünung von Kalirückstandshalden durchgeführt (SCHMEISKY 1998), um einen Nieder-

schlagseintrag in den Salzkörper generell zu verhindern bzw. zu vermindern.

Ergänzt werden diese umfangreichen Maßnahmen jeweils durch ein vom HLUG vorgeschlagenes Messnetz von Grundwasser- und Sickerwassermessstellen sowie von Inklinometern im Umfeld der Halden, wobei bei den Grundwassermessstellen Teufe und Ausbau eine wichtige Rolle spielen und erforderlichenfalls auch eine Gliederung des Untergrundes in verschiedene Grundwasserleiter berücksichtigt wird. Darüber hinaus führte das Dez. G 4 im Jahre

2001 im geplanten Erweiterungsbereich der Halde Hattorf geophysikalische Untersuchungen (Geoelektrik) durch, um die Ausdehnung und Teufenlage einer vom heutigen Haldenfuß ausgehenden Versalzung in einem oberflächennahen schwebenden Grundwasserleiter einzugrenzen und um generell die Möglichkeit eines derartigen Nachweises von Versalzungszonen im Haldenumfeld zu testen. Hieraus resultierte die Forderung nach weiteren Grundwassermessstellen, deren Beobachtung hinsichtlich einer Haldenausdehnung in Richtung auf ein geplantes FFH-Gebiet wichtig ist.

Literatur:

- BEER, W. (1996): Kalilagerstätten in Deutschland. - Kali und Steinsalz, 12, H. 1.
- BEER, W. & KLUGE, S. (1999): Grundwasserspiegelmessungen zur Überwachung des Salzabwasserversenkung im Werra-Kaligebiet. - Glückauf mit Kali und Steinsalz 135, Nr. 12, S. 823-827.
- DVWK (1993): Salz in Werra und Weser: Ursachen, Folgen, Abhilfe; Vorträge der Fachtagung der ARGE Weser am 22. März 1993 in Kassel; Bonn
- FRITSCH, J.-G. (2000): Influences of Deep Well Injection of Waste Brine on the Environment in the Werra Potash Region, Germany. - Proceedings 8th World Salt Symposium Den Haag; Amsterdam (Elsevier Science B.V.).

- SCHMEISKY, H. (1998): Zur Begrünung von Rückstandshalden der Kaliindustrie - Ergebnisse einer 25-jährigen Forschungsarbeit. - Glückauf mit Kali und Steinsalz 134, Nr. 9, S. 501-515.
- SKOWRONEK, F.; FRITSCH, J.-G.; ARAGON, U. & RAMBOW, D. (1999): Die Versenkung und Ausbreitung von Salzabwasser im Untergrund des Werra-Kaligebietes. - Geol. Abh. Hessen, 105, 83 S., 23 Abb., 12 Tab.; Wiesbaden