

# **Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Hattorf (Haldenerweiterung Hattorf) – Phase 3**

**Band 3.8E: Fachgutachten**

**Einstapeln von Haldenwässern untertage**

Vorhabenträger:

K+S Minerals and Agriculture GmbH  
Werk Werra, Standort Hattorf  
Hattorfer Straße  
36269 Philippsthal



Verfasser:

Stephan Deppe  
WE\_BES  
Projektleiter Projekt „Einstapeln Springen“  
Standort Merkers  
Postfach 1163  
36267 Philippsthal (Werra)

  
.....  
Johannes Zapp

  
.....  
Stephan Deppe

## Impressum

Fassung vom 29.04.2021

Ansprechpartner: Stephan Deppe

Telefon: +49 3695 61 2270

Fax: +49-561-9301-46161

e-Mail: [stephan.deppe@k-plus-s.com](mailto:stephan.deppe@k-plus-s.com)

Web: [www.k-plus-s.com](http://www.k-plus-s.com)



**Ergebnisse im Überblick:**

Die Einstapelung von Haldenwässern der Halde Hattorf unter Tage ist **keine zulässige Entsorgungsalternative**.

Gründe dafür:

- Bei Einstapelung von Haldenwasser kommt es auf Grund der geringeren Mineralisation als bei Prozessabwässern zu deutlich höheren signifikanten Lösungserscheinungen an den Stützpfeilern des Grubengebäudes.
- Auch eine Verfestigung durch Zugabe von Zuschlagsstoffen ist bei der Lösungszusammensetzung nicht zielführend.
- Die Intensität der Lösungserscheinungen kann nicht abschließend abgeschätzt werden.
- Durch die Löseprozesse kann die Tragfähigkeit der Pfeiler herabgesetzt werden.
- Gemäß Deponieverordnung müssen die Abfälle in Untertagedeponien und -verwertungen dauerhaft von der Biosphäre ferngehalten werden, was bei der Einstapelung von Haldenwässern nicht gewährleistet ist.

Nach derzeitigem Stand der Technik ist die Einstapelung der Haldenwässer nicht zulässig.

## Kurzzusammenfassung

Das Verbringen des Haldenwassers nach unter Tage wurde im hier vorliegenden Gutachten als alternativer Entsorgungsweg zur derzeitigen Einleitung in den Vorfluter untersucht.

Die chemische Zusammensetzung der Haldenwässer führt zu Umlöseerscheinungen an den Pfeilern, die weder in ihrer Kinetik noch absoluten Tiefe abgeschätzt werden können. Die bisher nach den jeweils gültigen Dimensionierungsregeln stehengelassenen Pfeiler lassen eine nachträglich Reduzierung der Tragfestigkeit durch Umlöseerscheinungen an der Pfeilerkontur nicht zu.

Auch eine Immobilisierung in Form einer Verfestigung durch Zugabe von Zuschlagstoffen ist nicht zielführend. Diesbezüglich wird auf die Untersuchungen von Hr. Prof. Dr. Martens an Versenklösungen von Neuhof-Ellers /1/ verwiesen.

Da gemäß der Deponieverordnung die untertägig eingebrachten Deponiekörper der Untertagedeponie Herfa/Neurode und auch der Untertageverwertungen in den Grubenfeldern Hattorf und Wintershall dauerhaft vor Feuchtigkeit geschützt werden müssen, müssten die eingestapelten Haldenwässer dauerhaft gekapselt werden können. Dies ist nach dem Stand der Technik nicht möglich.

Aus den vorstehend genannten Gründen ist das Einstapeln von Haldenwässern untertage keine genehmigungsfähige Entsorgungsalternative

## Inhaltsverzeichnis

1	Problem und Aufgabe	6
2	Untersuchungsumfang	6
3	Lösevermögen verschiedener Haldenlösung gegenüber unterschiedlichen Salzgesteinen	6
3.1	Einstapelung in Steinsalz	7
3.2	Einstapelung in kieseritisches Hartsalz	7
3.3	Einstapelung in carnallitische Lagerstättenbereiche	7
3.4	Verfestigung durch Zugabe von Zuschlagsstoffen	7
4	Geomechanische Bewertung der Dauerstandsicherheit von Pfeilern in Einstapelbereichen	8
4.1	Basis: Erlaubnis zum versatzlosen Abbau von Kali- und Steinsalz	8
4.2	Konsequenzen für die Pfeilerdimensionierung in Einstapelbereichen	8
5	Zulässigkeit Feuchtigkeitszutritt Deponiekörper UTD/UTV	9
5.1	Rechtliche Aspekte	9
5.2	Fazit	9
6	Zusammenfassung	9
7	Literaturverzeichnis	11

## **1 Problem und Aufgabe**

Derzeit werden sämtliche festen Rückstände der Fabrik Hattorf auf der Halde Hattorf aufgeschüttet. Die zur Verfügung stehenden Haldenflächen am Standort Hattorf werden nach derzeitigem Kenntnisstand ca. Mitte des Jahres 2023 erschöpft sein. Um eine Fortsetzung der Produktion gewährleisten zu können, ist daher die Phase 2 der Haldenerweiterung Hattorf notwendig. Die geplante Erweiterung soll eine Aufhaldungsfläche von etwa 10,8 ha zzgl. der Flächen für den Randstreifen sowie die Infrastrukturanlagen (Haldenrandgraben, Betriebsweg, Süßwassergraben und Zaun) umfassen. Die Haldenerweiterung wird mit einer Prüfung aller Alternativen beantragt. Die anfallenden Haldenwässer werden derzeit in den Vorfluter eingeleitet. Die Entsorgungsalternative einer untertägigen Einstapelung ist zu analysieren und nach dem heutigen Stand der Technik zu bewerten. Zu untersuchen ist, ob der komplette Haldenwasserstrom bzw. Teilströme der Rückstandshalde Hattorf unter Tage eingestapelt werden kann.

## **2 Untersuchungsumfang**

Für das Einstapeln von Haldenwässern der Rückstandshalde Hattorf stehen in nennenswertem Umfang nur die aufgefahrenen Grubenhohlräume in den beiden kaliführenden Lagerhorizonten der Kaliflöze Hessen und Thüringen zur Verfügung.

Neben der Abschätzung von Umlösungen an den Pfeilern ist ihre Zulässigkeit aus geotechnischer Sicht zu betrachten. Da im Grubenfeld Hattorf u.a. eine Untertageverwertung betrieben wird, ist zu prüfen, ob die Zulassungsbedingungen gemäß Deponieverordnung auch bei Einstapelung von Haldenwässern erfüllt werden.

## **3 Lösevermögen verschiedener Haldenlösung gegenüber unterschiedlichen Salzgesteinen**

Grundsätzlich kommt es bei der Einstapelung von Haldenlösungen auf Grund der geringeren Mineralisation als bei Prozessabwässern zu deutlich höheren signifikanten Lösungserscheinungen an den Stützpfeilern des Grubengebäudes. Im Rahmen der Bearbeitung der im Kapitel 1 formulierten Aufgabe wurde zur Bilanzierung möglicher Umlöseprozesse beim Einstapeln von Haldenlösungen in unterschiedlichen Salzformationen eine Studie an die IBZ-Salzchemie GmbH & Co. KG, Prof. Dr. Ziegenbalg <sup>/2/</sup> beauftragt, um das Lösevermögen der Haldenlösungen Hattorf und Wintershall zu untersuchen. Das Ergebnis, das auch für Teilströme gilt, ist in den nachstehenden Kapiteln nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

Die Untersuchungen und Prüfungen zur Verbringung von Produktionsabwässern unter Tage als Lösung oder durch Zugabe von Zuschlagsstoffen in verfestigter Form, entsprechend der Vorgaben des detaillierten Maßnahmenprogramms 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG <sup>/3/</sup>, ist nicht Gegenstand der hier vorliegenden Unterlage.

### **3.1 Einstapelung in Steinsalz**

Eine Einstapelung der Haldenlösung Hattorf in reine Steinsalzhorizonte wird als unproblematisch angesehen. Es erfolgt hierbei eine Aufsättigung an NaCl, wobei die insgesamt hohe Mineralisation der Haldenlösung nur zu geringen Löseprozessen führt. In einem 1 m langen Streckenabschnitt mit einer Höhe von 2,60 und einer Breite von 14,20 m werden bis zum Erreichen der vollen Sättigung an den beiden Stößen maximal Steinsalzschieben von 7 cm bis 41 cm gelöst. Es stehen im Grubenfeld Hattorf der Grube HW keine ausreichenden Hohlräume im Steinsalz zur Verfügung.

### **3.2 Einstapelung in kieseritisches Hartsalz**

In kieseritischem Hartsalz laufen sehr komplexe Vorgänge ab, wobei die Löseprozesse sowohl von der Zusammensetzung der einzelnen Schichten des Kaliflözes als auch von deren Mächtigkeit abhängen. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass es zu keinen stabilen Gleichgewichtszuständen kommt, also die Löse- und Kristallisationsvorgänge bei einem, unbekannten, metastabilen Zustand zum Erliegen kommen. In den vorliegenden Betrachtungen wurde von einem Hartsalz ausgegangen, welches sehr hohe Kieseritanteile aufweist, jedoch frei von Carnallit ist. Dies ist in vielen Fällen jedoch nicht gegeben und es kann davon ausgegangen werden, dass bereits kleine Carnallitanteile zu einer signifikanten Veränderung der gesamten Pfeilerbeeinflussung führen. Eine sichere Einlagerung der vorgegebenen Haldenlösung in Hartsalzflözen erfordert eine exakte Betrachtung und Modellierung des Löseverhaltens eines jeden einzelnen Pfeilers, wobei zusätzlich umfassende Kenntnisse über die Strömungsmechanik im gesamten Stapelbereich notwendig sind.

### **3.3 Einstapelung in carnallititische Lagerstättenbereiche**

Aufgrund der hohen Löslichkeit von Carnallit und dessen hoher Lösegeschwindigkeit ist eine Einstapelung der vorgegebenen Haldenlösungen in Bereiche, die 80% Carnallit, 13% NaCl und 3% Kieserit und 4% Sylvit aufweisen, nicht möglich. Es kommt zu großflächigen Löseprozessen, wobei die Abscheidung von NaCl, KCl und Kainit die auftretende Volumenvergrößerung nicht kompensieren kann. Es werden auf beiden Seiten der Strecke die Stöße über den gesamten Querschnitt zwischen 3,6 m und 5,7 m aufgelöst. Es ist gleichzeitig davon auszugehen, dass bei einer inhomogenen Zusammensetzung des Carnallitflözes lokal deutlich größere Zersetzungszone gebildet werden.

### **3.4 Verfestigung durch Zugabe von Zuschlagstoffen**

Eine Immobilisierung der Haldenwässer in Form einer Verfestigung durch Zugabe von Zuschlagstoffen, z.B. Zement, ist nicht zielführend, wie in der Studie von Hr. Prof. Dr. Martens an Versenkungen (repräsentative Lösung aus Haldenabwässern, Grundwässern, Grubenlösungen und Prozessabwässern) von Neuhof-Ellers /1/ festgestellt wurde.

## **4 Geomechanische Bewertung der Dauerstandsicherheit von Pfeilern in Einstapelbereichen**

### **4.1 Basis: Erlaubnis zum versatzlosen Abbau von Kali- und Steinsalz**

Die aktuelle Erlaubnis zum versatzlosen Abbau von Kali- und Steinsalz datiert vom 31.01.2003 und wurde in den Jahren 2004, 2005 und 2007 vom RP-Kassel, Dezernat Bergaufsicht fortgeschrieben und im Jahr 2010 die Fortschreibung 2007 erörtert.

In dieser Erlaubnis sind das Abbauverfahren (*room and pillar*-Abbau) für die Kali- und Steinsalzgewinnung sowie Dimensionierungsregeln für die fazies- und teufenabhängige Auffahrung von Abbauen und das Stehenlassen von Festen (Pfeilern) festgelegt.

Die Erlaubnis zum versatzlosen Abbau geht von einer trockenen Verwahrung der Grubenräume mit dauerstandsicheren Pfeilern aus (Begründungstext in der Genehmigung).

Im Interesse einer optimalen Ausnutzung der Lagerstätte werden durch den Bereich Gebirgsmechanik am Werk Werra und die Standortmarkscheidereien diese Vorgaben bei der Abbauplanung umgesetzt und deren Einhaltung durch markscheiderisches Aufmaß und Nachrechnung der aufgefahrenen Pfeiler überwacht.

Diese Vorgehensweise sichert das vorliegende Abbaukonzept:

- eine Versatzeinbringung in Abbaue ist nicht notwendig,
- die aufgefahrenen Abbaue sind dauerstandsicher dimensioniert,
- am Ende der Betriebsphase kann eine trockene Verwahrung durchgeführt werden.

### **4.2 Konsequenzen für die Pfeilerdimensionierung in Einstapelbereichen**

Die soeben skizzierte und vom RP-Kassel genehmigte Vorgehensweise schließt daher eine dauerhafte Einstapelung von Lösungen in bestehenden Hohlräumen aus. Da darüber hinaus die Dimensionierung bereits aufgefahrener Pfeiler nur geringe Reserven besitzt (optimale Lagerstättenausbeute), ist in einem solchen Fall von einer Unterdimensionierung mit entsprechenden Konsequenzen für die Genehmigungsfähigkeit aller weiteren Maßnahmen auszugehen.

Setzt man die Neuauffahrung von Einstapelräumen voraus, so ergibt sich folgendes Bild:

Bei temporären Einstapelungen von Lösungen müssen vorbereitend Aussagen zum Löseverhalten und zur Beeinflussung der Pfeilersubstanz (Lösetiefe) getroffen werden. Dabei können durch die Regelungen der o. g. Abbauerlaubnis nur die Pfeilerbereiche (Pfeilerkerne) bewertet werden, für die eine klar definierte, lösungsbeeinflusste - und damit nicht mehr tragfähige - Zone infolge aller, jemals zu realisierenden Einstapelungen aus geologischer - lösungsschemischer Sicht festgelegt wurde. In diesem Fall sind die Dimensionierungszahlen nur noch für die verbleibenden, intakten und durch die Lösungen nicht beeinflussten Pfeilerkerne erneut zu berechnen. Diese geologisch -



lösungschemischen Voraussetzungen sind auch dann zu erfüllen, wenn die gebirgsmechanische Bewertung der geplanten Einstapelräume mit numerischen Methoden (durch externe Gutachter) erfolgen soll.

## **5 Zulässigkeit Feuchtigkeitszutritt Deponiekörper UTD/UTV**

### **5.1 Rechtliche Aspekte**

Bezüglich der detaillierten Betrachtung des Sachverhaltes wird auf die Ausführungen in Kapitel 4.1 des Bandes 3.7.1E Versatz von Fabrikrückständen verwiesen.

Da gemäß der Deponie- bzw. Versatzverordnung die untertägig eingebrachten Deponiekörper der Untertagedeponie Herfa/Neurode und auch der Untertageverwertungsbereiche in dem Grubenfeld Hattorf dauerhaft vor Feuchtigkeit geschützt werden müssen, müssen die eingestapelten Haldenwässer dauerhaft gekapselt werden können.

### **5.2 Fazit**

Es war zu prüfen, ob die eingestapelten Haldenwässer dauerhaft gekapselt werden können. Langzeitsichere horizontale Verschlussbauwerke in Kaliflözen für so gering mineralisierte Haldenlösungen sind nicht Stand der Technik, so dass die Verwertungs- und Deponiebereiche durch langzeitsichere Absperrbauwerke vom übrigen Grubengebäude in den Lagerhorizonten nicht getrennt werden können und somit die Integrität der Schutzschicht nicht mehr gegeben ist.

## **6 Zusammenfassung**

Das Verbringen des Haldenwassers nach unter Tage wurde als alternativer Entsorgungsweg zur derzeitigen Einleitung in den Vorfluter untersucht.

Vorrangig wurde die Zulässigkeit der Umlöseprozesse der nicht gesättigten Haldenwässer an den Pfeilern in den Kaliflözen Hessen und Thüringen intern und extern betrachtet, da Hohlräume im Steinsalz nur in geringem Volumen bisher aufgefahren wurden.

Die chemische Zusammensetzung der Haldenwässer führt zu Umlöseerscheinungen an den Pfeilern, die weder in ihrer Kinetik noch absoluten Tiefe abgeschätzt werden können. Die bisher nach den jeweils gültigen Dimensionierungsregeln stehengelassenen Pfeiler lassen eine nachträglich Reduzierung der Tragfestigkeit durch Umlöseerscheinungen an der Pfeilerkontur nicht zu.

Da gemäß der Deponie- bzw. Versatzverordnung die untertägig eingebrachten Deponiekörper der Untertagedeponie Herfa/Neurode und auch der Untertageverwertungen in dem Grubenfeld Hattorf vor Feuchtigkeit geschützt werden muss, war zu prüfen, ob die eingestapelten Haldenwässer dauerhaft gekapselt werden können. Ausreichende Hohlräume im Steinsalz stehen nicht zur Verfügung, die durch

langzeitsichere Absperrbauwerke vom übrigen Grubengebäude in den Lagerhorizonten getrennt werden können.

Aus den vorstehend genannten Gründen, ist das Einstapeln von Haldenwässern untertage keine genehmigungsfähige Entsorgungsalternative.

Der ökologische Nutzen war daher nicht zu bewerten.

## **7 Literaturverzeichnis**

- /1/ Studie Stellungnahme zum Beitrag zur Güteverbesserung in Werra und Weser durch untertägigen Versatz von festen und flüssigen Rückständen aus der Kaliproduktion, Prof. Dr. Martens, P.N.& Choné, J., 2009**
- /2/ Studie Bilanzierung möglicher Umlöseprozesse beim Einstapeln von Haldenlösungen in unterschiedlichen Salzformationen, Prof. Dr. Gerald Ziegenbalg, IBZ-Salzchemie, Halsbrücke, 2013**
- /3/ Detailliertes Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung gemäß § 82 WHG in Ergänzung zum Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser gemäß § 82 WHG. FGG Weser, 2016.**