

# **Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Wintershall (Haldenerweiterung Wintershall)**

**Band 3.18.2 der Antragsunterlage**

**Projektbezogene Eignungsuntersuchungen zum System  
Basisabdichtung der Halde Wintershall**

Vorhabenträger:

Standort Wintershall  
Werk Werra  
Postfach 1163  
36267 Philippsthal



Bearbeiter:

Christian Artschwager, WE\_F/U\_GGt



Christian Artschwager



Uwe Hoche

## Impressum

Fassung vom 03.06.2019

Ansprechpartner: Christian Artschwager

Telefon: +49 6620 79-2048

Fax: +49 6620 79-4004

E-Mail: [Christian.Artschwager@k-plus-s.com](mailto:Christian.Artschwager@k-plus-s.com)

Web: [www.kali-gmbh.com](http://www.kali-gmbh.com)



**Ergebnisse im Überblick:**

Ziel des vorliegenden Bandes ist es, die technische Machbarkeit und Eignung einer den Anforderungen entsprechenden, Umweltauswirkungen minimierenden sowie den sicheren Haldenbetrieb garantierenden Basisabdichtung unter den standortspezifischen Rahmenbedingungen zu belegen. Hierzu wurden Labor- und Feldversuche an einer aus standortnah verfügbaren Baumaterialien hergestellten Basisabdichtung durchgeführt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Mit den vorgestellten Untersuchungen wurde gezeigt, dass die im Rahmen des Pilotvorhabens Zielitz entwickelte zweilagige mineralische Dichtungsschicht im System Basisabdichtung auf die standortspezifischen Bedingungen am Werk Werra übertragen werden kann.
- In Laborversuchen konnte die Eignung der ortsnah verfügbaren Baumaterialien, welche zur Herstellung der mineralischen Dichtungsschicht im System Basisabdichtung benötigt werden, nachgewiesen werden.
- Um zu garantieren, dass alle an das System Basisabdichtung gestellten Anforderungen/ Qualitätsmerkmale eingehalten werden, wird für die Bauausführung ein Qualitätsmanagementplan erstellt und erfahrungsbasiert fortgeschrieben. Dieser beinhaltet den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und techn. Machbarkeit des System Basisabdichtung über die Errichtung eines Probefeldes am Standort.
- Im Rahmen der Weiterentwicklung des technischen Konzeptes, bei dem zusätzlich eine flächige Entwässerungsschicht zum Einsatz kommt, wurden im Dezember 2017 Kompressionsversuche am erweiterten Aufbau des System Basisabdichtung durchgeführt, die die Eignung der Basisabdichtung sowie der Systemkomponenten zur flächigen Entwässerung belegen.
- Die seit Mai 2015 laufenden Langzeitdurchlässigkeitsversuche belegen weiterhin die Einhaltung der geforderten Dichtigkeit der Dichtungsmischungen. Eine Verschlechterung der Dichtigkeit kann nicht festgestellt werden.
- Im Zuge der Baubegleitung der Haldenerweiterung Hattorf und des Einbaus des Dichtmaterials im ersten Bauabschnitt wurden im Jahr 2018 weitere Probenkörper für Langzeitversuche erstellt. Die geforderte Dichtigkeit des Gesamtsystems mit Durchlässigkeitsbeiwerten  $k_f \leq 5,0E^{-10}$  m/s wird sicher eingehalten.
- Ergänzende Laborversuche und chemische Analysen in den Jahren 2018 und 2019 haben gezeigt, dass unter dem Einfluss des Haldenwassers ein Austrag von Schwermetallen aus den Bau- und Hilfsstoffen der Basisabdichtung nicht zu befürchten ist.

## Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort: Chronologie zur Entwicklung des Systems Basisabdichtung ..5
2	Zusammenfassung ..9

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: SIG Hessen Ingenieure (2019): „Untersuchungen zum Nachweis der Eignung der Materialien der mineralischen Dichtungsschicht; Kurzfassung: SECURSOL + NANOALPS (Stand Juni 2019)“; K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Wintershall, Nachhaltiges Rückstandsmanagement, T2-Flächenvorbereitung, Wasserhaltung System Basisabdichtung; KURZFASSUNG.
- Anlage 2: upi UmweltProjekt Ingenieurgesellschaft mbH (2017): Eignungsbeurteilung zum System Basisabdichtung (Sy-Ba) gemäß erweitertem technischem Konzept
- Anlage 3: SIG Hessen Ingenieure (2019): „Säulen Elutionsversuch Basisabdichtungssystem“ K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf, T2-Flächenvorbereitung, Wasserhaltung System Basisabdichtung – Projekt-Nr. 16511 –

## **1 Vorwort: Chronologie zur Entwicklung des Systems Basisabdichtung**

Basierend auf den neuesten Erkenntnissen zum Haldenkörperverhalten der Kalirückstandshalden und Ergebnissen aus dem Pilotvorhaben Zielitz wurde ein System Basisabdichtung entwickelt, das den Anforderungen an einen sicheren Betrieb der Halden sowie dem Anspruch einer Minimierung der Umweltauswirkungen gerecht wird.

Bei dem entwickelten Dichtungssystem handelt es sich um ein patentrechtlich geschütztes, zweilagiges System aus unterschiedlich mächtigen mineralischen Lagen. Ziel der gegenständlichen Untersuchungen war es, für den Einsatz an den Standorten Hattorf (HA) und Wintershall (WI) geeignete, regionale Bau- und Hilfsstoffe auszuwählen, so dass alle an die Basisabdichtung gestellten Anforderungen (Band 1.1E und Band 1.1.1E) erfüllt werden. Zu diesem Zweck fanden im Rahmen der Entwicklung des technischen Konzepts für die Haldenerweiterungen HA und WI folgende Schritte zum Eignungsnachweis der Basisabdichtung statt, die nach Einreichen der Antragsunterlagen des RBP HA-04/09 in 06.2014 fortgesetzt wurden:

Vor 2012:

Entwicklung des Systems Basisabdichtung im Rahmen eines Pilotvorhabens für die Rückstandshalden der K+S KALI GmbH und Durchführung von Eignungsprüfungen für die entwickelten technischen Lösungsvarianten (incl. Durchführung von Laboruntersuchungen zur Materialauswahl: Proctorversuche, Scherfestigkeitsuntersuchungen, modifizierte Kompressionsversuche, modifizierte Wasserdurchlässigkeitsuntersuchungen, CT-Untersuchungen) sowie Festlegung grundlegender Anforderungen an die mineralische Dichtung (dargestellt in Band 3.18.1).

Die während des Pilotvorhabens durchgeführten Labor- und Felduntersuchungen sind als Grundsatzuntersuchungen zu verstehen, die als Basis für weitere Untersuchungen und Modifikation der Basisabdichtung dienen. Die Ausführungen in der Antragsunterlage zur Haldenerweiterung Hattorf (Band 3.18.1) beschreiben zum einen den grundsätzlichen Aufbau des Systems, zum anderen die konkreten Untersuchungsergebnisse des Pilotvorhabens.

2012:

Errichtung der Pilothalde am Standort Zielitz unter Verwendung lokal verfügbarer Materialien zum Nachweis der Herstellbarkeit der mineralischen Dichtung unter Berücksichtigung der Einbauparameter (Lagenstärke, Einbautrockendichte, Einbauwassergehalt, Oberflächenbeschaffenheit) (siehe Band 3.18.1).

2014-2015:

Durchführung von laborativen Eignungsuntersuchungen für lokal im Bereich des Werkes Werra verfügbare Materialien zur Herstellung der mineralischen Dichtungsschicht: Eignungsprüfung „Untersuchungen zum Nachweis der Eignung der Materialien der mineralischen Dichtungsschicht“ (Anlage 1 des Bandes 3.18.2)

Den Eignungsuntersuchungen unter Verwendung ortsnah verfügbarer Baustoffe liegt der gleiche Systemaufbau und Materialmix/Rezeptur (bspw. Gehalt an Feinstfraktion/Tonmehl) wie dem Pilotvorhaben am Standort Zielitz zu Grunde. Ergänzend wurden als Alternative zu den Pilotuntersuchungen Zielitz das Tonmehl Secursol 3301<sup>®</sup>, teilweise in Kombination mit dem Polymer Nanoalps<sup>®</sup> untersucht.. Die durchgeführten Labor- und Felduntersuchungen konnten zeigen, dass die aus ortsnah verfügbaren Baustoffen gleichartig hergestellte Basisdichtung die im Rahmenbetriebsplan zugesicherten Parameter (Bände 1.1E und 1.1.1E) einhält. Der Eignungsnachweis ist damit erbracht. In den Feld- und Laborversuchen wurde die im Pilotvorhaben abgeleitete Rezeptur mit verschiedenen ortsnah verfügbaren Baustoffen und unterschiedlichen Hilfsstoffen getestet (Anlage 1 des Bandes 3.18.2). Unabhängig von den differierenden Eigenschaften der Hilfsstoffe konnte die Eignung der Dichtungsgemische durch umfangreiche Eignungsprüfungen zweier externer Gutachter belegt werden.

Herbst 2015:

Durchführung eines Großversuchs zur Errichtung der mineralischen Dichtungsschicht am Standort Wintershall - Ermittlung ausführungstechnischer Details in Vorbereitung des SBP zum TA 1.1 der geplanten Haldenerweiterung in Hattorf mit Erstellung eines Qualitätsmanagementplans (QMP).

Im Großversuch wurde die großtechnische Umsetzung der Basisabdichtung in situ getestet. Diese Erfahrungen flossen in den QMP ein. Neben den Eignungsprüfungen stellt der QMP das zweite Instrument dar, welches garantiert, dass auch mit ortsnah

verfügbaren Baustoffen und der Rezeptur, die im Technischen Konzept beschrieben wird, eine Basisabdichtung hergestellt werden kann, die alle geforderten Parameter erfüllt und den jeweiligen standortspezifischen Anforderungen gerecht wird.

#### Herbst 2017:

Ergänzende Detailuntersuchungen zum Zusammenwirken der mineralischen Dichtungsschicht mit der flächenhaften Entwässerungsschicht sowie den geotextilen Schutz-/ Trennlagen ober- und unterhalb der flächenhaften Entwässerungsschicht.

Im Rahmen der Weiterentwicklung des technischen Konzeptes, bei dem im System Basisabdichtung zusätzlich zu der mineralischen Dichtungsschicht und linienhaften Entwässerungselementen eine flächige Entwässerungsschicht zum Einsatz kommt, wurden im Dezember 2017 Kompressionsversuche am Systemaufbau der Basisabdichtung durchgeführt (Anlage 2 des Bandes 3.18.2). Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Das untersuchte System aus oberer Dichtungsschicht und Entwässerungsschicht zeigt phänomenologisch das gleiche Last-/ Verformungsverhalten wie die Dichtungsschicht allein, so dass für das System aus mineralischer Dichtungsschicht und flächenhafter Entwässerungsschicht damit unter realen Haldenauflasten/ Verformungen eine ausreichende mechanische Widerstandsfähigkeit besteht.
- Geotextile Vliese sind unter realen Haldenauflasten/ Verformungen als Schutz-/ Trenn-/ Filterschicht ober- bzw. unterhalb der flächenhaften Entwässerungsschicht geeignet.

#### Frühjahr 2018:

Der SBP zur Flächenvorbereitung des BA A1 im Zuge der Haldenerweiterung Hattorf hat als Hilfsstoffe für die Dichtungsgemische der unteren und oberen Lage das Tonmehl Secursol 3301® in Kombination mit dem Polymer Nanoalps® festgeschrieben. Im Zuge der Baubegleitung des Einbaus des Dichtmaterials im ersten Bauabschnitt (BA A1) wurden weitere Probenkörper für Langzeitversuche an den Dichtungsmischungen erstellt. Die geforderte Dichtigkeit des Gesamtsystems mit Durchlässigkeitsbeiwerten  $k_f \leq 5,0E-10$  m/s wird sicher eingehalten. Die entsprechenden Durchlässigkeitsversuche wurden in Anlage 1 des Bandes 3.18.2 dokumentiert und bewertet. Darin sind des Weiteren Scherversuche beschrieben, die in 2016 an vergleichbaren Dichtungsgemischen der unteren und oberen Lage



durchgeführt wurden. Auch diese erfüllen die entsprechenden Anforderungen gemäß dem Band 1.1.

Unabhängig von den vor beschriebenen laborativen Eignungsuntersuchungen zeigen die seit Frühjahr 2018 laufenden Bauarbeiten, bei denen bereits > 10 ha System Basisabdichtung eingebaut wurden, dass sich das Material auch unter realen Einbaubedingungen so verarbeiten lässt, dass sämtliche im Band 1.1 festgeschriebenen Qualitätsanforderungen eingehalten werden.

#### 2018 - 2019:

Mit Laborversuchen und chemischen Analysen wurde der Frage nachgegangen, ob ggf. aus den Ausgangsbaustoffen oder den fertigen Gemischen der Basisabdichtung Schwermetalle gelöst werden können. Die Untersuchung der Ausgangsbaustoffe erfolgte als Trogverfahren mit einem Eluattest nach DIN/DEV 38 414-S 4. ). Die Untersuchung der fertigen Gemische der Basisabdichtung erfolgte als Säulenversuch mit einem Schichtenaufbau aus unterer und oberer Lage der Basisabdichtung im Maßstab 1:2. Hierbei wurde in zwei Versuchsreihen die Verdichtung der Dichtungsschichten variiert. Durchströmt wurde jeweils mit Haldenwasser.

Die Untersuchungsergebnisse sind in Anlage 3 des Bandes 3.18.2 dokumentiert und bewertet. Zusammenfassend wird darauf basierend festgestellt, dass ein Austrag von Schwermetallen aus den Bau- und Hilfsstoffen, die in der mineralischen Dichtung der Haldenerweiterung Hattorf BA A1 zum Einsatz gekommen und die mit gleichem System auch für die gegenständliche Haldenerweiterung Wintershall vorgesehen sind (siehe Band 1.1), nicht zu befürchten ist. Die Anlage 3 kommt damit auch der Nachforderung Nr. 41 des Schreibens zum Ergebnis der Vollständigkeitsprüfung vom 07.02.2019 (Az.: 34/HEF – 76 d 40-11-325-34/213) im Hinblick auf eine Mobilisierung von Schwermetall-Ionen und Aluminium-Ionen durch den chemischen Einfluss von Haldenwasser nach.

## 2 Zusammenfassung

Die mitgeltenden Anlagen des Bandes 3.18.2 belegen die Eignung der Basisabdichtung hergestellt aus lokal verfügbaren Baustoffen.

In den Ausführungen zum Eignungsnachweis (Anlage 1) kann eindeutig gezeigt werden, dass die aus lokal verfügbaren Baustoffen erstellten Materialmischungen allen Anforderungen gerecht werden und somit zur Erstellung einer funktionalen Basisdichtung geeignet sind. Mit der Anlage 1 wird zudem der Nachforderung Nr. 51 des Schreibens zum Ergebnis der Vollständigkeitsprüfung vom 07.02.2019 (Az.: 34/HEF – 76 d 40-11-325-34/213) nachgekommen und der Nachweis zur Durchlässigkeit der oberen und unteren Lage der Basisdichtung unter Zugabe des Polymers nachgereicht.

Mögliche auflastinduzierte Verformungen des Untergrundes haben keinen negativen Einfluss auf die Basisabdichtung und werden deren Funktionalität nicht beeinträchtigen. Vielmehr führt die Auflast der Halde zu einer Konsolidierung der Basisabdichtung, die eine Verringerung der Durchlässigkeit zur Folge hat und somit die abdichtende Wirkung der Basisdichtung erhöht.

Die Eignungsbeurteilung zum System Basisabdichtung gemäß erweitertem technischem Konzept (Anlage 2) belegt die Eignung der mineralischen Dichtungsschicht, ergänzt um eine flächige Entwässerungsschicht sowie Schutz-, Trenn- und Filtervliese. Das Material der Entwässerungsschicht zeigt auch bei maximaler Haldenauflast eine ausreichende Durchlässigkeit. Die zum Einsatz kommenden geotextilen Vliese besitzen eine ausreichende mechanische Widerstandsfähigkeit.

Die Anlage 3 belegt, dass aus den eingesetzten Materialien der mineralischen Dichtung im Kontakt mit Haldenwasser kein Austrag von Schwermetallen zu befürchten ist.