

# **Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Hattorf (Haldenerweiterung Hattorf) - Phase 2**

**Band 3.18.2E2 der Antragsunterlage**

**Haldenerweiterung HA, AP 4.5: Monitoringkonzept**

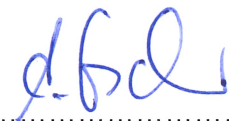
**Vorhabenträger:**

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



**Arbeitsgruppe:**

M. Eng. Andreas Fischer  
Dr. Jan-Peter Schleinig  
Dipl.-Ing. Christian Artschwager  
B.Eng. Michael Schwarz  
K+S KALI GmbH  
34131 Kassel



Andreas Fischer



Michael Schwarz

## Impressum

Fassung vom Mai 2021

Ansprechpartner: Andreas Fischer

Telefon: +49(6620)79-3073

Fax: +49(6620)79-3072

e-Mail: [Andreas.Fischer@k-plus-s.com](mailto:Andreas.Fischer@k-plus-s.com)

Web: [www.kpluss.com](http://www.kpluss.com)

**Ergebnisse im Überblick:**

Die Beobachtung des Verhaltens der Haldenböschung und des Vorfelds erfolgt durch 4 Beobachtungsstrategien:

- Permanente Überwachung mittels online GNSS Messstationen
- Flächenmäßige Überwachung des Randbereichs mittels Laserscanner
- Überwachung der Bewegungen im Untergrund mittels Inklinometer-Messstellen
- Beobachtung einer Abstandsmesslinie zur frühzeitigen Erkennung von Bewegungen in Richtung des benachbarten FFH-Gebietes.

Die festgestellten Veränderungen werden mit den aus gutachterlichen Prognosen abgeleiteten Überwachungswerten verglichen und die Beschüttung so gesteuert, dass die Bewegungen im Haldenvorland minimiert werden und sich auch in der Nachbetriebsphase auf die Vorhabensfläche beschränken.

Werk Werra  
Standort Hattorf

# **Haldenerweiterung HA AP 4.5: Monitoringkonzept**

Mai 2021

Bearbeiter:

M. Eng. Andreas Fischer  
Dr. Jan-Peter Schleinig  
Dipl.-Ing. Christian Artschwager  
M. Eng. Michael Schwarz



K+S Minerals and Agriculture GmbH  
34131 Kassel

## Inhaltsverzeichnis:

1	Grundlagen des Monitoringkonzeptes .....	3
2	Ziel des Monitoringkonzeptes .....	4
3	Eingesetzte Messverfahren und geplante Messungen .....	5
3.1	Permanentmessstationen .....	5
3.2	Flächenmäßige Überwachung des Haldenrandbereiches .....	5
3.3	Inklinometer-Messungen .....	7
3.4	Abstandsmesslinie (Ausblick auf Phase 3) .....	8
4	Überwachungs- und Maßnahmenkonzept .....	9
4.1	Beschüttung der 3 Schütteebenen .....	9
4.2	Überwachungswerte zur Steuerung der 3 Schütteebenen .....	10
4.3	Überwachungswerte zum Schutz des FFH-Gebietes .....	11
4.4	Maßnahmen .....	11
5	Informationskette, Berichtswesen .....	11
6	Zusammenfassung .....	12
7	Quellenverzeichnis .....	13

## 1 Grundlagen des Monitoringkonzeptes

Im Rahmen der geplanten Erweiterung der Halde Hattorf sind die Auswirkungen der Haldenschüttungen auf die Umgebung zu beobachten und messtechnisch zu erfassen. Auf der Grundlage der in gutachterlichen Bewertungen prognostizierten Standsicherheit des Haldenkörpers und dessen Auswirkungen auf das unmittelbare Haldenumfeld ist durch entsprechende Beobachtungs- und Messmethoden das reale Verhalten der Haldenböschung und des Haldenvorlandes räumlich und zeitlich zu bestimmen. Der Vergleich der Messergebnisse mit den aus gutachterlichen Prognosen für standsichere und umfeldverträgliche Verhältnisse abgeleiteten Überwachungswerten liefert die Grundlage für eine sichere Aufhaldung. Sich andeutende, signifikante Überschreitungen dieser Werte können rechtzeitig erkannt und mit der Steuerung der Haldenschüttung entsprechend reagiert werden. Gegebenenfalls kann eine zeitgerechte, gutachterliche Neubewertung erfolgen. Die dazu notwendigen Beobachtungsmethoden und Überwachungswerte werden in einem Monitoringkonzept zusammengefasst und konzentrieren sich auf in situ-Messungen nach dem jeweiligen Stand der Technik. Im Abschnitt 3 werden die derzeit angewandten Methoden beschrieben.

Die Rückstandhalde Hattorf wird seit 1996 auf Bewegungen im Haldenvorland überwacht. Zu diesem Zweck wurden Bodenpunkte entlang von Profillinien vermarktet und tachymetrisch beobachtet sowie Bohrungen eingerichtet, die mittels Inklinometer-Sonden regelmäßig bis zu 30 m Teufe auf Neigungsänderungen untersucht wurden. Seit Ende 1999 wurden horizontale Verschiebungen im Haldenvorland und Neigungsänderungen innerhalb der Bohrungen nachgewiesen. Aufgrund größerer Verschiebungen und Hebungen im Haldenvorland durch die Sondersituation an der Süd-West-Flanke wird die Haldenflanke an der genehmigten Aufhaldungsgrenze seit 2014 im Regelbetrieb mittels Laserscanner flächendeckend beobachtet [1]. Aus Oberflächenvergleichen der Scannerdaten können für jeden Haldenabschnitt Hebungen und Verschiebungen der Haldenflanke und des Haldenvorlandes ausgewiesen werden. Die flächendeckenden Messungen ersetzen inzwischen die Beobachtung der einzelnen Messpunkte in den Profilkpunkten. Das Laserscan-Messverfahren wird im Abschnitt 3.2 ausführlich beschrieben.

Zur schnellen Erfassung und zeitnahen Analyse des Bewegungsverhaltens im Haldenvorland, ursprünglich veranlasst durch die Sondersituation an der Süd-West-Flanke, werden seit Oktober 2016 Permanentmessstationen zur täglichen Überwachung eingesetzt. Permanentmessstationen befinden sich in Bereichen mit besonderem Fokus des Monitorings an der Bestandshalde sowie im regelmäßigen Abstand von rd. 50 m entlang der Endkontur der Haldenerweiterung. Dieses Messverfahren wird im Abschnitt 3.1 vorgestellt.

Die bisher festgestellten Bewegungsgrößen werden mit den Werten verglichen, die sich aus gutachterlichen Modellrechnungen zur Feststellung der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit ergaben. Als Ergebnis dieser gutachterlichen Modellierungen zeigten sich mögliche horizontale und vertikale Verformungen im Haldenvorland, ohne dass die Standsicherheit der Haldenböschung gefährdet wird.

Die nicht mehr in Betrieb befindliche, verdämmte Gasleitung Nr. 9506 südlich der Halde wird seit der Außerbetriebnahme im Sommer 2018 nicht mehr beobachtet. Die vor der ehemaligen Gasleitung liegende südliche Haldenflanke wird aber weiter punktuell permanent und flächendeckend überwacht.

## 2 Ziel des Monitoringkonzeptes

Die Aufgabe des bisherigen Monitorings war die Dokumentation der Veränderungen an der Halde und dem Haldenvorland sowie die Gewährleistung des sicheren Betriebes der benachbarten Gasleitungen. Dem neuen, für die Haldenerweiterung weiterentwickelten Monitoringkonzept kommt zusätzlich die Aufgabe zu, die Beschüttung der verschiedenen Schütteebenen so zu steuern, dass die Bewegungen im Haldenvorland minimiert werden und sich auf die Vorhabensfläche beschränken. Dies wird in der Phase 1 der laufenden Haldenerweiterung bereits in Erfüllung der Nebenbestimmungen 4.4 des Planfeststellungsbeschlusses 2018 (Az: 34/HEF-76 d 40-11-314-30/717) umgesetzt, die Ergebnisse werden im Rahmen des Berichtswesens (siehe Kapitel 5) dokumentiert und bewertet.

Diese Ziele werden erreicht durch:

- **Permanent messende Punkte** an der beantragten endgültigen Aufhaldungsgrenze zur unmittelbaren zeitnahen Erfassung anlaufender Bewegungen
- **Flächendeckende Erfassung** der Haldenböschung und des Haldenvorlandes zur engmaschigen Erfassung von Bereichen mit abweichenden Bewegungsmuster an der Halde und möglichen Hebungen im Haldenvorland
- **Neigungsmessungen in Bohrlöchern** zur Erfassung möglicher Abschiebehorizonte
- **Beobachtung der Abstandsmesslinie** im Bereich des an die Aufhaldungsgrenze angrenzenden FFH-Gebietes (im Zuge der Phase 3)

- **Festlegung von Überwachungswerten und definierten Maßnahmen** zur Begrenzung der Aufhaldung bei Überschreitung der Werte.

### **3 Eingesetzte Messverfahren und geplante Messungen**

#### **3.1 Permanentmessstationen**

Für die zeitnahe Erfassung anlaufender Bewegungen und von Geschwindigkeitsänderungen im Bereich der Phase 2 wird das Netz bestehender Permanentmessstationen erweitert. Analog zur Phase 1 werden die Permanentmessstationen entlang der geplanten Haldenendkontur im regelmäßigen Abstand von rd. 50 m angrenzend an den Haldenrandweg an der haldenabgewandten Seite eingerichtet. Im September 2016 wurden die ersten 4 Messstationen der Firma Alberding an der Halde eingerichtet, die Stand Mai 2021 auf inzwischen 34 Messstationen erweitert wurden. Diese GNSS-Messstationen erfassen und speichern Satelliten-Navigationsdaten über mehrere Stunden und senden diese automatisch zur Auswertestation. Auf diese Weise stehen für jede Messstation tagesaktuelle Verschiebungsdaten zur Verfügung. Die Genauigkeit der Veränderungsdaten ist deutlich besser als 1 cm. Die festgestellten Bewegungsraten der einzelnen Messstationen werden mit den aus den gutachterlichen Modellierungen abgeleiteten Überwachungswerten verglichen und bewertet. Die Lage der geplanten Permanentmesspunkte ist in Anlage 1 dargestellt.

Generell ist das beschriebene Beobachtungsziel einer täglichen und präzisen Einzelpunktüberwachung ebenso mit anderen Messsystemen, wie zum Beispiel automatisch messender Tachymeterstationen möglich. Eine Überwachung mit einem alternativen Messsystem gleicher oder höherer Eignung wird abhängig vom Kenntniszuwachs geprüft und gegebenenfalls angepasst.

#### **3.2 Flächenmäßige Überwachung des Haldenrandbereiches**

Zur flächenmäßigen Überwachung des Haldenrandbereiches wird ein Laserscanner eingesetzt. Das Messverfahren wird in den „Grundsätzen zum Einsatz von luftgestützten und terrestrischen Laserscannerverfahren im Bergbau“ des Deutschen Markscheidevereins (DMV 2008: 6) wie folgt beschrieben:

„Ein Laserscanner misst Strecken und Winkel durch kontrollierte Ablenkung eines Laserstrahls mit hoher Geschwindigkeit in einem vorgegebenen Bereichsfenster zu beliebigen Oberflächen in einem vorgegebenen Raster. Das Messen einzeln ausgewählter Punkte ist nicht möglich. Das Laserscanning ist ein Polar-Messverfahren. Für jeden Messpunkt werden aus den Messungen (2 Winkel und 1 Strecke) lokale kartesische



Koordinaten (x,y,z) abgeleitet. Zusätzlich steht für jeden Messpunkt ein „Reemissionswert“ (i) zur Verfügung, der die Reflektivität des Objektes beschreibt. Falls der Scanner über eine kalibrierte Digitalkamera verfügt, können zu jedem Messpunkt RGB-Farbwerte gespeichert werden. Ein erstes Ergebnis ist eine einfärbbare dreidimensionale Punktwolke, deren Dichte durch die eingestellte Auflösung des Scanners bestimmt wird. Die Einfärbung kann aufgrund der gemessenen Intensität, der RGB-Farbwerte oder der Höhe erfolgen. Anhand dieser visualisierten Punktwolke ist bereits vor Ort eine erste Kontrolle der Messergebnisse möglich“ [2].

Mit dieser Messtechnik wird der Bereich der Haldenböschung, des Haldenrandgrabens, des Halden-Befahrungsweges und des Haldenvorlandes mit Millionen von Messpunkten erfasst. Die Punktwolken der einzelnen Instrumentenstandpunkte werden in einem örtlichen System zusammengeführt und anschließend mittels der in Abschnitt 3.1 genannten Permanentstationen als Passpunkte in ein einheitliches Koordinatensystem überführt. Anschließend werden aus den Punktwolken Flächenmodelle generiert. Die Flächenmodelle der verschiedenen Messepochen werden miteinander verglichen. Mit diesem Verfahren können Höhenänderungen ab 6 cm signifikant nachgewiesen werden. Ab einer Höhenänderung von etwa 3 cm können Tendenzen interpretiert werden. Aus diesen Flächenmodellen wird ein überhöhter Längenschnitt entlang des Halden-Befahrungsweges erstellt, auf dem die Höhenänderungen des Befahrungsweges abgelesen werden können. Die Lage-Zuordnung innerhalb des Längenschnittes erfolgt über Stationierungspunkte entlang des inneren Haldenrandweges, die einen Abstand von 100 m aufweisen. Diese Stationierungspunkte starten an der Landesgrenze Hessen / Thüringen und werden Richtung Hessen positiv gezählt und Richtung Thüringen negativ. Am Halden-Befahrungsweg stehen Schilder mit diesen Stationsbezeichnungen.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Querprofile vom Haldenvorgelände bis zur Haldenböschung zu generieren, um die Veränderungen darzustellen. Daraus lassen sich horizontale und vertikale Veränderungen ablesen.

Bei der Auswertung von Scannerpunktwolken der einzelnen Messepochen können markante Punkte am Rinnensystem als diskrete Deformationspunkte ausgewertet werden. Ab 4 cm können Lage- und Höhenänderungen dieser Deformations-Messpunkte signifikant nachgewiesen werden, ab 2 cm ist es möglich erste Bewegungstendenzen zu interpretieren.

Als Ergebnisse dieser Auswertung werden signifikante Veränderungen in einem Grundriss aufbereitet und die Verschiebungsraten im Bereich des Haldengra-

bens/Haldenrandgrabens sowie die Verschiebungsraten der Permanentmessstationen dargestellt. Die maximalen Veränderungen werden mit den aus den gutachterlichen Modellierungen abgeleiteten Überwachungswerten verglichen und bewertet.

Die Scannermessungen werden alle drei Monate an der genehmigten Aufhaldungsgrenze und den temporären Endkonturen der Erweiterungsabschnitte ausgeführt. Alte Böschungsbereiche, die nicht weiter beschüttet werden und nach der Einstellung der Beschüttung über ein Jahr keine signifikanten Veränderungen zeigen, gehen in einen 6 monatlichen Beobachtungs-Zyklus über.

Anstelle des beschriebenen Einsatzes eines statisch messenden Laserscanners sind in Zukunft auch andere Messverfahren denkbar, um die flächenhafte Überwachung des Haldenrandbereiches in gleicher Qualität zu gewährleisten.

### **3.3 Inklinometer-Messungen**

Inklinometer-Messstellen sind vertikale Bohrungen mit einer Teufe von 30 m im Haldenrandbereich, die entweder mit einer mobilen Inklinometer-Messsonde befahren und vermessen werden oder mit einem stationären Ketten-Inklinometer ausgestattet sind. Diese Inklinometer dienen zur Registrierung von Neigungen in verschiedenen Teufenbereichen. Veränderungen der Neigungswerte im Inklinometer dokumentieren die Lage und die Bewegungsraten möglicher Verschiebungshorizonte im Untergrund. Die Genauigkeit dieser Messungen ermöglicht den signifikanten Nachweis von Verschiebungen ab 1 cm. Signifikante Veränderungen von über 1 cm zeigen in einem Diagramm die Teufe von möglichen Verschiebungshorizonten, zusätzlich wird die Verschiebungsrate bestimmt.

Die zurzeit noch aktiven Inklinometer-Messstellen Nr. 12, 13, 20, 25 und 26 in Hessen, sowie 7 in Thüringen werden zunächst weiter wie bisher vermessen und bewertet. Die Inklinometer-Messstelle 26 wird im Zuge der späteren Flächenvorbereitung für die geplante Phase 3 zurückgebaut werden und entfällt als Messstelle.

Nach Beginn der Beschüttung auf die genehmigte Erweiterungsfläche der Phase 1 wurden an deren Nord-Flanke drei neue Inklinometer-Messstellen eingerichtet (INK15, INK16 und INK17). In diesem Bereich erreicht die Haldenböschung mit der Planung für die Phase 3 die größte Höhe über Gelände.

Nordwestlich der gegenständlichen Phase 2 wird an der geplanten Endkontur der gesamten Haldenerweiterung (Phase 1 bis 3) eine weitere neue Inklinometer-Messstelle eingerichtet (INK18). An dieser Stelle nähert sich die Halde am nächsten an die Leitungstrasse der Verbundleitung Neuhoof-Hattorf und der Erdgasleitungen 9545 und 9546 an. Erst in der in Planung befindlichen Phase 3 der Haldenerweiterung erfolgt die

Annäherung an die beantragte südliche Aufhaltungsgrenze angrenzend an das FFH-Gebiet. Vor dem Erreichen dieser Grenze wird frühzeitig eine zusätzliche Inklinometer-Messstelle vor dem südlich angrenzenden FFH-Gebiet eingerichtet (INK19) und beobachtet.

Die Lage aller aktuell bestehenden und der geplanten Inklinometer-Messstellen, ist in dem Übersichtsplan Anlage 1 dargestellt.

Weitere Inklinometer sind zunächst nicht geplant, können aber in Bereichen auffälliger Bodenbewegungen eingerichtet werden, wenn es für die Interpretation von auffälligen Verschiebungen der Permanentmessstationen oder aus den Laserscanner-Daten notwendig erscheint.

Die Inklinometer-Messungen erfolgen zunächst alle 3 Monate. Zeigen die Inklinometer-Auswertungen signifikante Veränderungen gehen die Messungen in einen monatlichen Beobachtungs-Zyklus über. Die Auswertung erfolgt durch Darstellung der Veränderungen in Diagrammen.

### **3.4 Abstandsmesslinie (Ausblick auf Phase 3)**

Aufgrund der horizontalen und vertikalen Verformungen an der Süd-West-Flanke der Bestandshalde, die über den Erfahrungen und Messergebnissen in den übrigen Bereichen der ESTA-Rückstandshalde Hattorf liegen, wird zum zusätzlichen Schutz des FFH-Gebietes im Bereich des nordwestlich zum FFH-Gebiet verlaufenden Forstweges mit Beginn der Phase 3 der Haldenerweiterung eine Abstandsmesslinie mit diskreten Messpunkten eingerichtet. Der erste Messpunkt liegt mindestens 100 m vor dem FFH-Gebiet in Richtung der Halde, der Abstand zwischen den Messpunkten beträgt maximal 15 m. Diese Abstandsmesslinie wird nach Beschüttungsbeginn der geplanten Phase 3 alle zwei Monate tachymetrisch beobachtet. Horizontale Veränderungen ab 1 cm zeigen signifikante Verschiebungen, vertikale Veränderungen sind ab 2 cm signifikant. Im Zuge der notwendigen Flächenvorbereitung zur Errichtung des Systems Basisabdichtung, entfallen die am nächsten an der Halde liegenden Punkte entsprechend des Haldenfortschrittes.

Die Lage der geplanten Abstandsmesslinie ist in Anlage 1 dargestellt (FFH Abstandsmesslinie). Darüber hinaus sind noch drei weitere Abstandsmesslinien auf der Thüringer Seite der Halde mit dargestellt, die zwischen 2006 – 2020 eingerichtet wurden und tachymetrisch oder per Satelliten-Navigation (GNSS) alle drei Monate beobachtet werden.

Anstelle des beschriebenen Einsatzes eines Tachymeters oder per GNSS sind in Zukunft auch andere Messverfahren denkbar, um die Lage und Höhe der zu den Abstandsmesslinien gehörigen Einzelpunkte in vergleichbarer Qualität zu bestimmen.

## **4 Überwachungs- und Maßnahmenkonzept**

Die Beschüttung der beantragten Haldenerweiterung erfolgt durch die zeitlich abgestufte Auffahrung von drei Schütteebenen, die an die Einhaltung von Überwachungswerten gebunden sind. Die Einführung dieser Werte dient dazu, die Beschüttung der Erweiterungsflächen frühzeitig zu beobachten und so zu steuern, dass:

- die im Gutachten zur Gebrauchstauglichkeit Band 3.18.1E2 ausgewiesenen Bewegungen bzw. die Ergebnisse der rechnerischen Nachweise eingehalten werden,
- signifikante Bewegungen außerhalb der Vorhabensgrenze vermieden werden.

### **4.1 Beschüttung der 3 Schütteebenen**

Die Beschüttung der gesamten Haldenerweiterungsfläche erfolgt in drei Phasen, die in drei Schütteebenen aufgefahren werden:

- Schütteebene 1:  
Beschüttung bis zu einer Höhe von ca. 100 m über dem ursprünglichen Gelände im Regelfall, mindestens jedoch 80 m,
- Schütteebene 2:  
Beschüttung bis ca. 480 m über NN unter Einhaltung einer ca. 100 m breiten Berme zur Schütteebene 1,
- Schütteebene 3:  
Beschüttung bis ca. 520 m über NN auf der Schütteebene 2.

Mit der genehmigten und weitgehend abgeschlossenen Phase 1 wird wegen der grundrisspezifischen Haldengeometrie im Wesentlichen nur die Schütteebene 1 umgesetzt werden können. Für die gegenständliche Phase 2 wird ausschließlich eine Beschüttung der Schütteebene 1 beantragt. Erst mit der geplanten Phase 3 beginnt großflächig die Entwicklung der oberen Schüttscheiben. Im Folgenden wird das Schütteebenen bezogene Überwachungs- und Maßnahmenkonzept beschrieben.

Zunächst wird die Halde von der untersten Schüttebene bis 100 m über dem ursprünglichen Gelände aufgefahren und entsprechend dem oben genannten Konzept beobachtet.

### **Überwachung der Schüttebene +480 m NN**

Nach Auffahrung der ersten Schüttebene bis an die beantragte Aufhaldungsgrenze wird das Haldenvorland in diesen Bereichen mittels der Permanentmessstationen und der flächendeckenden Überwachung für zunächst 3 Jahre beobachtet. Vor der Freigabe der weiteren Beschüttung in Richtung der Aufhaldungsgrenze von der Schüttebene +480 m NN beträgt die Bermenbreite mindestens 200 m in Richtung der beantragten Aufhaldungsgrenze. Die Freigabe zur Reduzierung der Bermenbreite auf 100 m erfolgt, wenn die in Abschnitt 4.2 genannten Überwachungswerte eingehalten werden.

### **Überwachung der Schüttebene +520 m NN**

Nach der Reduzierung der Bermenbreite auf der Schüttebene 1 auf 100 m wird das Haldenvorland an der beantragten Aufhaldungsgrenze der Halde mittels der Permanentmessstationen und der flächendeckenden Überwachung für weitere 3 Jahre beobachtet. Vor der weiteren Beschüttung in Richtung der Aufhaldungsgrenze von der Schüttebene +520m über NN wird eine Berme auf der +480 m über NN Ebene von mindestens 100 m in Richtung der beantragten Aufhaldungsgrenze eingehalten. Die Freigabe zur Beschüttung der oberen Berme erfolgt, wenn die in Abschnitt 4.2 genannten Überwachungswerte eingehalten werden.

## **4.2 Überwachungswerte zur Steuerung der 3 Schüttebenen**

Grundlage zur Festlegung der Überwachungswerte sind die gutachterlichen Prognosen im Rahmen der Beurteilung von Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der geplanten Haldenerweiterung durch den geotechnischen Sachverständigen (siehe Band 3.18.1E2). Die Freigabe zur Reduzierung der Bermenbreite in Richtung der Aufhaldungsgrenze erfolgt nur dann, wenn an den Permanentmessstationen am inneren Haldenrandweg über einen Zeitraum von 3 Jahren folgende Grenzwerte und Bedingungen eingehalten wurden:

- weniger als 45 cm Gesamtverschiebung,
- die Verschiebungsrate im letzten Jahr weniger als 15 cm beträgt,
- bei einer Bewegungsrate zwischen 10 und 15 cm im letzten Jahr, müssen diese im gleichen Zeitraum eine abklingende Tendenz zeigen und

- die flächendeckende Überwachung darf in den Bereichen zwischen den Permanentmessstationen keine Anomalien mit größeren Verschiebungsraten zeigen.

Nach jeder Freigabe werden die Daten der Permanentmessstationen weiter ausgewertet. Bei Überschreitung der Bewegungsraten von 20 cm/a wird die Beschüttung in diesem Bereich zunächst eingestellt.

#### **4.3 Überwachungswerte zum Schutz des FFH-Gebietes**

Zum Schutz des FFH-Gebietes an der südlichen Begrenzung des Vorhabengebietes wird die Abstandsmesslinie ab Beginn der Phase 3 bereits vor der aktiven Haldenböschung auf dem Gebiet der Erweiterungsfläche beobachtet. Wenn an Punkten, die näher als 100 m vor dem FFH-Gebiet liegen Bewegungsraten von mehr als 15 cm/a festgestellt werden, wird die Beschüttung in diesem Bereich zunächst eingestellt

#### **4.4 Maßnahmen**

Nach Einstellung der Beschüttung in Bereichen überschrittener Überwachungswerte wird dem schon in Bewegung geratenem System keine weitere Last mehr zugeführt. Gleichzeitig ändert sich die Geometrie der Haldenböschung durch Kompaktion in der Art, dass Höhe und Neigung der Haldenböschung abnehmen. Infolge dessen werden sich die Bewegungen nach einer Übergangsphase langsam reduzieren, was den bisherigen Erfahrungen aus den Monitoring-Ergebnissen und den Ergebnissen der Modellierungsrechnungen entspricht (Vergleiche Band 3.18.1E2). Die weitere Entwicklung der Bewegungsraten wird gemeinsam mit dem geotechnischen Sachverständigen sowie unter fachlicher Beteiligung der zuständigen Behörde beobachtet, bewertet und über das weitere Vorgehen entschieden.

### **5 Informationskette, Berichtswesen**

Die Daten der Permanentmessstationen werden arbeitstäglich auf Plausibilität geprüft. Zur Erstellung des Quartalsberichtes werden alle flächendeckenden und alle punktuellen Messdaten ausgewertet und in übersichtlicher Form mit Angabe der maximalen Bewegungsraten aufbereitet. Auf Basis dieser Quartalsberichte vergleicht der geotechnische Sachverständige die rechnerischen Analysen mit den aktuellen Messergebnissen und kalibriert gegebenenfalls die rechnerischen Analysen mit den anfallenden Messdaten (entsprechend NB 4.4.1 des PFB 2018, Az: 34/HEF-76 d 40-11-314-

30/717). Der geotechnische Sachverständige wertet die Daten ebenso wie im Berichtszeitraum gemeldete besondere Beobachtungen aus und bestätigt schriftlich die Einhaltung der rechnerischen Analyse beziehungsweise benennt daraus abgeleitete Änderungen des weiteren Monitoringumfangs. Der Monitoringumfang umfasst die Art, die Häufigkeit und die Genauigkeit der Monitoringmaßnahmen (NB. 4.4.4 und 4.4.6 des PFB 2018).

Zusammen mit der Stellungnahme des Sachverständigen wird der Quartalsbericht an die zuständigen internen Stellen digital im PDF-Format verteilt. In Papierform erfolgt die Weitergabe des Quartalsberichts und der Stellungnahme des geotechnischen Sachverständigen an das Dezernat Bergaufsicht des Regierungspräsidiums Kassel. Jährlich zum 31.03. des Folgejahres ergeht ein zusätzlicher Bericht über das Monitoring an das Dezernat Bergaufsicht des Regierungspräsidiums Kassel (NB 4.4.7). Sofern neue Monitoringvorgaben durch den Sachverständigen oder eine Neukalibrierung der rechnerischen Analyse erfolgen, wird die Bergbehörde ebenfalls informiert.

Bei Überschreitung der Überwachungswerte:

- wird der Leiter Haldenbetrieb unmittelbar darüber informiert, um die Beschüttung im betroffenen Bereich einzustellen,
- bewertet der geotechnische Sachverständige die Messergebnisse in Form einer Stellungnahme, die an die Adressaten der Quartalsberichte verteilt wird.

## **6 Zusammenfassung**

Der Haldenrandbereich wird, wie beschrieben, durch ein dichtes Netz von geeigneten Messverfahren umfänglich überwacht. Das vorgestellte Monitoringkonzept für die Haldenerweiterung der Phasen 1-3 setzt sich aus den folgenden vier Beobachtungsstrategien zusammen:

- Permanente Überwachung mittels online GNSS Messstationen.
- Flächenmäßige Überwachung des Haldenrandbereiches mittels Laserscanner.
- Überwachung der Bewegungen im Untergrund mittels Inklinometer-Messstellen.
- Beobachtung einer Abstandsmesslinie zur frühzeitigen Erkennung von Bewegungen in Richtung des benachbarten FFH-Gebietes ab Beginn der Phase 3.

Die festgestellten Veränderungen werden mit den aus gutachterlichen Prognosen abgeleiteten Überwachungswerten verglichen und die Beschüttung so gesteuert, dass

die Bewegungen im Haldenvorland minimiert werden und sich auch in der Nachbetriebsphase auf die Vorhabensfläche beschränken. Die Lage aller aktuell bestehenden und geplanten Inklinometer-Messstellen, Permanentmesspunkte und Abstandsmesslinien sind in dem Übersichtsplan der Anlage 1 dargestellt.

In Auswertung der Messungen oder auch angepasst an die Fortschreibung der Beschüttungsplanung durch den Haldenbetrieb, kann das Monitoringkonzept, in Abstimmung mit dem geotechnischen Sachverständigen, jederzeit angepasst werden.

## **7 Quellenverzeichnis**

[1]

Michael Schwarz (2013): Monitoring-Konzept eines Haldenrandbereichs mittels Terrestrischem Laserscanning. Bachelorarbeit, Hochschule Anhalt in Dessau, eingereicht am 26.08.2013

[2] Deutscher Markscheider-Verein e.V., Arbeitsgruppe Laserscanning (2008): Grundsätze zum Einsatz von luftgestützten und terrestrischen Laserscannerverfahren im Bergbau. Herne.