

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

**Band 3.4 der Antragsunterlage**

**Nachweise zur Realisierbarkeit der Haldenabdeckung**

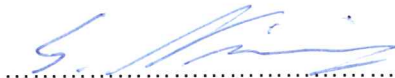
Vorhabenträger:

Standort Wintershall  
Werk Werra  
In der Aue  
36266 Heringen



Verfasser:

Dr. Frank Wolf  
Abteilung Umwelt/Genehmigungen  
K+S KALI GmbH  
Werk Werra  
Postfach 1163  
36267 Philippsthal



Dr. Silvia Niessing



Dr. Frank Wolf

## Impressum

Fassung vom 01.10.2018

Ansprechpartner: Dr. Frank Wolf  
Telefon: 06620-79-2042  
Fax: 06620-79-4004  
e-Mail: [frank.wolf@k-plus-s.com](mailto:frank.wolf@k-plus-s.com)  
Web: [www.kali-gmbh.com](http://www.kali-gmbh.com)



**Ergebnisse im Überblick:**

Derzeit befinden sich verschiedene Abdeckungsformen in einer Untersuchungs- und Erforschungsphase. Bekannte Oberflächenabdeckungssysteme aus den Bereichen Wasserbau, Altlastensanierung und Deponiebau sind nur sehr eingeschränkt auf Rückstandshalden der Kaliindustrie übertragbar.

- Generell ist eine Sickerwasserreduzierung von ca. 80 % mit Hilfe einer Dünnschichtabdeckung möglich.
- Die technische Machbarkeit einer Dünnschichtabdeckung ist aufgrund einer durchgeführten und hier vorgelegten Machbarkeitsstudie belegt.
- Die Materialverfügbarkeit für eine Dünnschichtabdeckung ist ebenfalls durch eine Studie belegt.
- Kosten können zur Zeit nur grob geschätzt werden und belaufen sich auf ca. 70 bis 230 €/m<sup>2</sup>. Die Abdeckung der zu genehmigenden Haldenerweiterungsfläche würde damit Zusatzkosten von ca. 44 bis 146 Mio. € verursachen.

Der Vorfeldbedarf für eine Dünnschichtabdeckung kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend festgelegt werden. Genauere Angaben sollen in den geplanten Versuchen ermittelt werden. Aus jetziger Sicht sollte der geplante Rand-/Schutzstreifen jedoch ausreichen.

## Inhaltsverzeichnis

1	Anlass und Gegenstand der Unterlage .....	8
2	Entwicklung einer geeigneten Oberflächenabdichtung .....	8
2.1	Varianten der Oberflächenabdeckung .....	8
2.2	Infiltrationshemmschicht im Sinne einer „letzten Schüttung“ .....	9
2.3	Lysimeterversuch zur dünnsschichtigen Abdeckung und Begrünung von ESTA-Rückstandshalden .....	10
2.4	Innovativer Erosionsschutz .....	16
3	Technisch-wirtschaftliche Realisierbarkeit einer Haldenabdeckung mittels Dünnschichtabdeckung .....	17
3.1	Material, Mengenbedarf und Verfügbarkeit .....	17
3.2	Logistik .....	19
3.3	Kosten der Maßnahme .....	19
3.4	Alternative Verfahren zur Minimierung des Haldenwasseranfalls .....	19
3.5	Vorfelddbedarf .....	19
4	Zusammenfassung .....	20
	Literaturverzeichnis .....	21

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Prinzip Infiltrationshemm- und Speicherschicht .....	10
Abbildung 1-2: Über 365 Tage gleitend berechnete Evapotranspirationsleistung für die 4 getesteten Abdeckmaterialien im Lysimeterversuch an der Rückstandshalde Wintershall .....	11
Abbildung 1-3: Prinzip des Dünnschichtverfahrens .....	12
Abbildung 1-4: Vorfeldbedarf bei einer klassischen Abdeckung mit Boden/Bauschutt im Vergleich zu einer Dünnschichtabdeckung am Beispiel der Bestandshalde Wintershall .....	13
Abbildung 1-5: Abgedeckte (rot umrandet) und bereits begrünte Bereiche der Rückstandshalde Sigmundshall .....	14
Abbildung 1-6: Haldenwasserprognose für den Standort Wintershall mit und ohne Abdeckung .....	15

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 2-1:</b>	Benötigte Gesamtmaterialmenge zur Abdeckung.....	17
---------------------	--	----

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Umweltsicherung Prof. Dr. Helge Schmeisky (2015): Begrünungskonzept für Kalirückstandshalden; Machbarkeitsstudie zur Abdeckung und Begrünung
- Anlage 2: Umweltsicherung Prof. Dr. Helge Schmeisky (2016): Stellungnahme zu aktuellen bzw. zukünftigen Mengenströmen von Reststoffen aus Verbrennungsanlagen für eine Dünnschichtabdeckung.
- Anlage 3: Agrartechnik Universität Kassel Prof. Dr. Oliver Hensel; Umweltsicherung Prof. Dr. Helge Schmeisky (11/2017): Begrünungskonzept für Kalirückstandshalden im Werragebiet; Stufe II Feldversuch auf der Halde IV in Heringen Abschlussbericht Rückstandslysimeter

## 1 Anlass und Gegenstand der Unterlage

Die Oberflächenabdeckung von Rückstandshalden stellt eine Option zur Reduzierung des Haldenwasseranfalls und der Restinfiltration dar und ist somit einerseits relevant in Bezug auf den Schutz des Grundwassers, andererseits ist sie von Bedeutung im Hinblick auf die Sicherung der Entsorgung des Haldenwasseranfalls insbesondere in der Nachbetriebsphase. Aus diesen Gründen ist die Haldenabdeckung im „Bewirtschaftungsplan/Maßnahmenprogramm 2015 bis 2021 für die Flussgebietseinheit Weser bzgl. der Salzbelastung“ der FGG Weser vom März 2016 für die Halden des Werkes Werra ab 2021 vorgesehen. Die Umweltauswirkungen der Maßnahme Haldenabdeckung werden insgesamt als positiv mit geringen Einschränkungen bewertet.

Vor diesem Hintergrund dient diese Unterlage dazu, die technisch-wirtschaftliche Realisierbarkeit einer an den Standort angepassten Haldenabdeckung in Gestalt der Dünnschichtabdeckung dem Grunde nach darzulegen. Die technischen Einzelheiten der Umsetzung eines an die Standorte Hattorf und Wintershall angepassten Abdeckverfahrens und ihre Darstellung sind demgegenüber nicht Gegenstand des Verfahrens und damit auch nicht Gegenstand dieser Unterlage.

## 2 Entwicklung einer geeigneten Oberflächenabdichtung

### 2.1 Varianten der Oberflächenabdeckung

Die dem „Stand der Technik“ entsprechenden, bekannten und praxiserprobten Oberflächenabdichtungssysteme aus den Bereichen Wasserbau, Altlastensanierung und insbesondere Deponiebau sind nur sehr eingeschränkt auf Rückstandshalden der Kaliindustrie übertragbar. Ursache hierfür sind die haldenspezifischen Standortbedingungen, wie Böschungswinkel  $\geq 35^\circ$ , durchgehende Böschungslängen  $> 300$  m und permanente Veränderungen an der Haldenoberfläche (viskoplastische Verformungen, Lösungsvermögen) sowie die chemische Zusammensetzung und die Löslichkeit des Rückstands. Hinsichtlich der Abdeckung von Rückstandshalden verfügt die Kaliindustrie über eigene umfangreiche Forschungsergebnisse aus Versuchen an bestehenden Rückstandshalden verschiedener Werkstandorte sowie über praktische Erfahrungen mit der REKAL-Abdeckung am Standort Sigmundshall<sup>a</sup>. Für die Entwicklung einer möglichen technischen Lösung für ein standortspezifisches Abdecksystem bzw. für die technische Umsetzung der entwickelten standortspezifischen Abdecksysteme werden im Rahmen der Umsetzung der Haldenerweiterungen am Standort Zielitz und am Werk Werra weitere Untersuchungen durchgeführt. Diese Abdecksysteme entsprechen zurzeit nicht dem Stand der Technik.

---

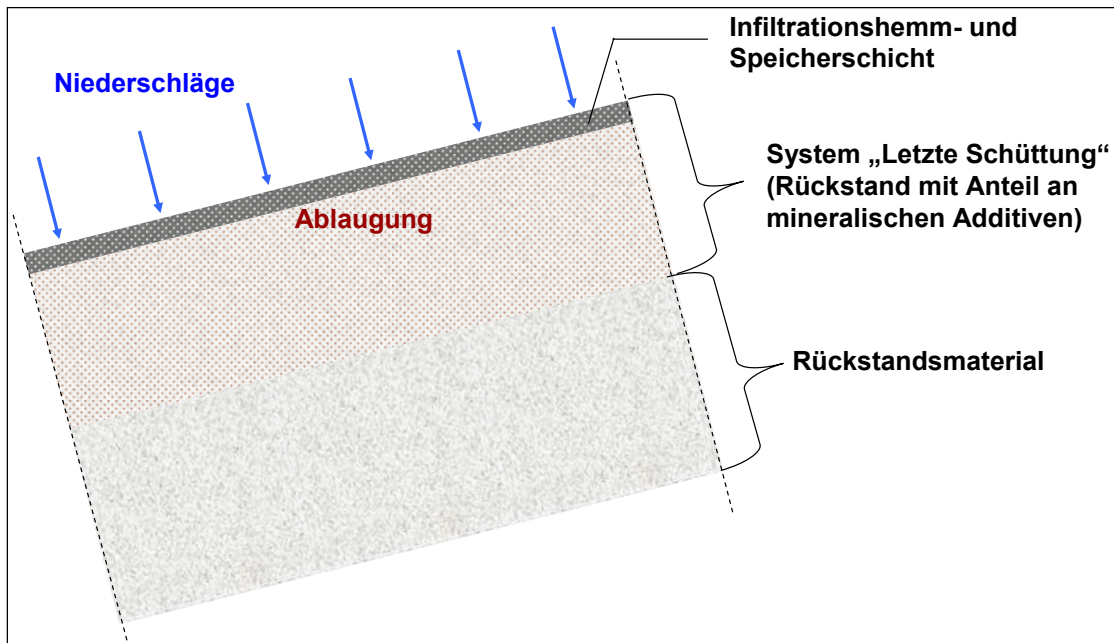
<sup>a</sup> Am Standort Sigmundshall wird die dortige Rückstandshalde bei einer Endhöhe von bis zu 120 m ü. GOK seit 1995 produktionsbegleitend mit einem Gemisch aus am Standort aufbereiteten Salzschlacken der Sekundäraluminium-Industrie und Steinkohlenkraftwerksaschen abgedeckt. Von der mittlerweile im Endausbau vorliegenden Gesamthaldenfläche wurden bisher ca. 1/3 abgedeckt und ein Großteil davon bereits erfolgreich begrünt.

Derzeit werden unterschiedliche Varianten für eine Oberflächenabdeckung erprobt und entwickelt. Am Standort Zielitz wurde eine Infiltrationshemmschicht im Rahmen eines Pilotversuchs erprobt und im Zuge der Antragstellung für das Vorhaben Haldenkapazitätserweiterung II in einer für den obligatorischen Rahmenbetriebsplan hinreichenden Planungstiefe entwickelt und beschrieben, während die technische Umsetzung der IHS im Detail späteren SBP-Verfahren vorbehalten bleibt. Am Werk Werra wurden von 2013 bis 2017 auf der Halde Wintershall im Rahmen eines Lysimeterversuchs vier unterschiedliche Materialmischungen zur Abdeckung und Begrünung der Rückstandshalden mit einer Dünnschichtabdeckung getestet. Aufbauend auf den Lysimeterversuch ist ein halbtechnischer Versuch an der ESTA-Rückstandshalde Hattorf im Genehmigungsverfahren und ein Großversuch auf der Rückstandshalde IV Wintershall in Planung. Am Standort Neuhoof wurde ein Versuch auf der Rückstandshalde zur Erprobung eines innovativen Erosionsschutzes durchgeführt.

## **2.2 Infiltrationshemmschicht im Sinne einer „letzten Schüttung“**

Das Auftragen einer Rückstands-Additiv-Mischung im Sinne des Prinzips „Letzte Schüttung“ erfolgt auf Haldenbereichen, die die Endkubatur erreicht haben. Aus dieser Rückstands-Additiv-Mischung bildet sich im Zuge der niederschlagsbedingten Ablaugung die Infiltrationshemmschicht an der Haldenoberfläche heraus. Verbunden mit den klimagesteuerten Lösungsprozessen ist eine Aussalzung der Haldenoberfläche, so dass im Zuge der Haldenoberflächenalterung eine mehrere Zentimeter starke Schicht entsteht, die mit den unlöslichen Additiven aus dem eingesetzten Gemisch angereichert ist.

Die vorliegenden Ergebnisse der Eignungsuntersuchung bestätigen neben der technischen Machbarkeit eine signifikante Erhöhung der Speicher- und Pufferwirkung von Wasser an der Haldenoberfläche durch die Infiltrationshemmschicht und eine damit verbundene Steigerung der Verdunstungsleistung der Haldenoberfläche. Die Oberflächenabdeckung wird am Standort Zielitz im Rahmen des Verfahrens zur Haldenkapazitätserweiterung II als ca. 10 m mächtiges Rückstands-Additiv-Gemisch, bestehend aus 95 Massen-% Rückstand und 5 Massen-% Additiv-Gemisch (3 % Wirbelschichtasche, z.B. Herkunftsbereich Braunkohle-revier Sachsen-Anhalt, und 2 % REA-Gips), ausgeführt. Im Zuge der Ablaugung und des Massenaustrags des Rückstandes bildet sich eine Infiltrationshemmschicht mit einem Haldenwasserminderungspotential von bis zu ca. 50 % aus.



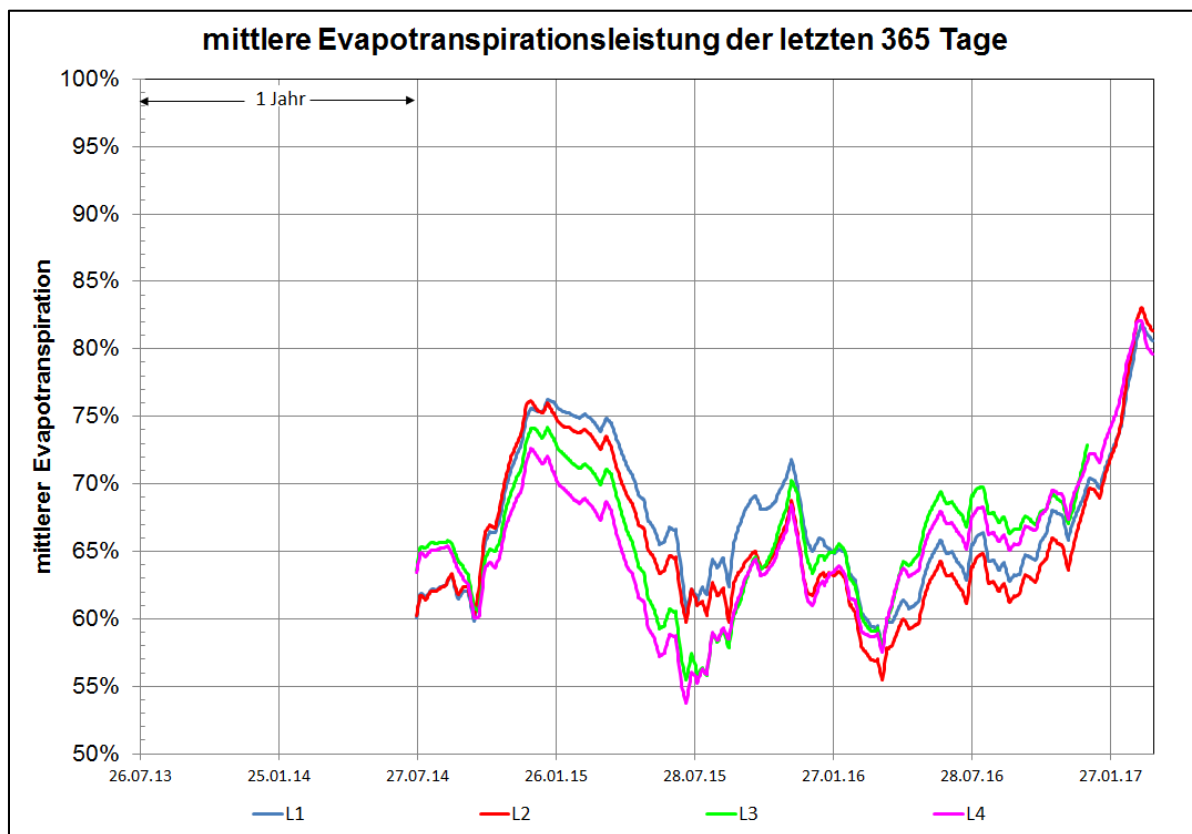
**Abbildung 2-1: Prinzip Infiltrationshemm- und Speicherschicht**

### **2.3 Lysimeterversuch zur dünn-schichtigen Abdeckung und Begrünung von ESTA-Rückstandshalden**

Das niederschlagsbedingt anfallende Haldenwasser der Rückstandshalde Wintershall steigt mit zunehmender Aufwindung und damit einhergehender Flächenbelegung weiter an. Es ist davon auszugehen, dass das Haldenwasser der Rückstandshalden Hattorf, Wintershall und NeuhoF bis zur voraussichtlichen Erschöpfung der Lagerstätten im Jahr 2060 ohne weitere Maßnahmen eine maximale Menge von insgesamt ca. 4 Mio. m<sup>3</sup>/a erreicht haben wird. In der Nachbetriebsphase ist mit einer langsamen, kontinuierlichen Abnahme der Haldenwassermenge durch Ablaugungserscheinungen und sich ändernde Haldenwasserzusammensetzung (bevorzugte Lösung von Kalium und Magnesium führt zu einem hauptsächlich nur noch NaCl enthaltenden Sickerwasser) zu rechnen. Die hohen Haldenwassermengen ergeben sich dadurch, dass die Rückstandshalden aus der Hartsalzverarbeitung eine Verdunstungsleistung von etwa 10 % haben (Band 1.3 Haldenwasserbilanz). Im Lysimeterversuch Wintershall wurden für die Jahre 2014 bis 2016 Evaporationsraten zwischen -1,1 und 12,0 Prozent ermittelt (Anlage 3)<sup>b</sup>. Mit einer Haldenabdeckung lässt sich eine Zunahme der Haldenwassermenge schon während der Betriebsphase einschränken und in der Nachbetriebsphase reduzieren. Eine Zunahme bzw. Reduzierung der Haldenwassermenge in der Betriebsphase ist abhängig von dem Verhältnis des Flächenzuwachses der Erweiterung zur Abdeckung in der jeweiligen Betrachtungsphase. Lysimeterversuche an der Rückstandshalde Sigmundshall sowie der gerade erst abgeschlossene Lysimeterversuch am Fuße der Rückstandshalde Wintershall zeigten, dass durch das Verdunstungspotential der Dünnschichtabdeckung das in den Haldenkörper

<sup>b</sup> Die negative Verdunstung im 1. Jahr ist unplausibel und ist durch das Anfahren des Lysimeters bedingt, so dass bei Rückstandshalden der Hartsalzverarbeitung, wie in Hattorf und Wintershall (NaCl mit merklichen Kieseritanteilen), von Verdunstungsraten etwas über 10% ausgegangen werden kann.

eintretende Sickerwasser um bis zu ca. 80 % verringert werden kann (Abb. 1-2). Das bedeutet, dass nach einer Dünnschichtabdeckung der Rückstandshalden je nach Abdecksubstrat nur noch ca. 20 % der niederschlagsbedingten Haldenwassermenge zur Entsorgung anfällt. Zudem sind die anfallenden Restmengen geringer mineralisiert (Wasserhaushalt findet Großteils im Abdecksubstrat statt - kaum Kontakt zur Rückstandshalde) und können in der Nachbetriebsphase mit geringeren Umweltauswirkungen einer standortnahen Entsorgung zugeführt werden.



**Abbildung 2-2: Über 365 Tage gleitend berechnete Evapotranspirationsleistung für die 4 getesteten Abdeckmaterialien im Lysimeterversuch an der Rückstandshalde Wintershall**

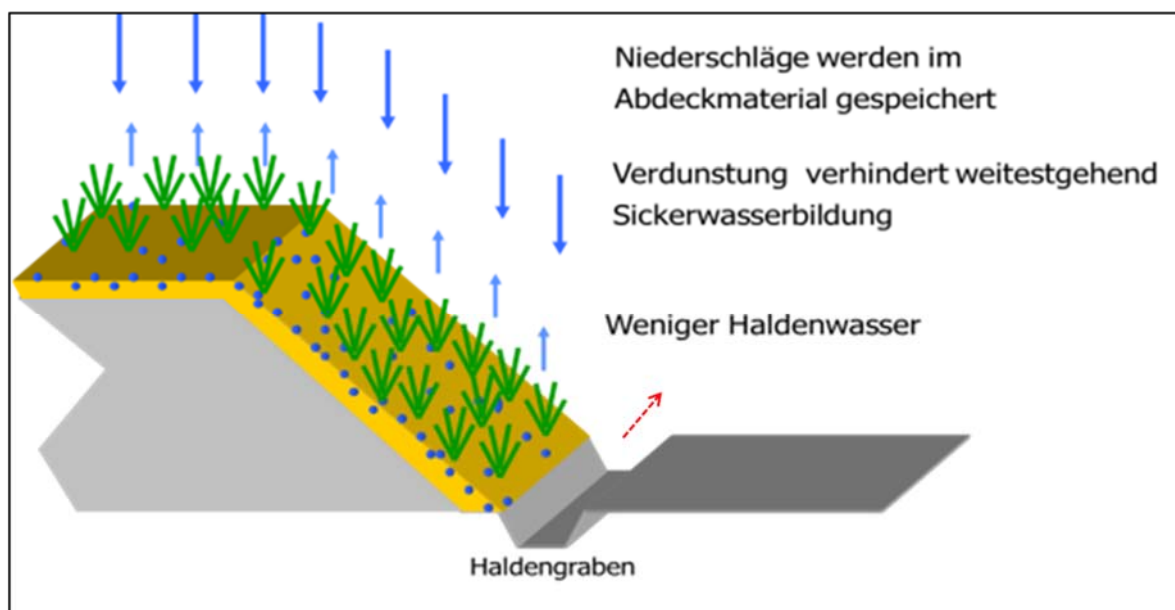
(Der Ausweis einer gleitenden Evapotranspirationsleistung über 365 Tage beginnt 1 Jahr nach Versuchsbeginn. Der Ablauf des Lysimeters 3 war ab Ende 2017 defekt, wodurch zu hohe Evapotranspirationsleistungen berechnet wurden. Beim Rückbau des Lysimeters in 2017 wurde festgestellt, dass die Durchwurzelungstiefe noch relativ gering war, so dass bei deren Fortschreiten eine höhere Evapotranspirationsleistung zu erwarten ist.)

Seit 1981 führt die K + S KALI GmbH Versuche zur Abdeckung von Rückstandshalden der Kaliindustrie durch. Hierbei wurden unterschiedliche Abdeckungsvarianten untersucht.

Für eine Abdeckung der Rückstandshalde in Wintershall, mit einer hohen Haldenwasserminimierungsleistung, kommt bevorzugt eine begrünbare Dünnschichtabdeckung in Frage. Entsprechend der tatsächlichen räumlichen Verhältnisse im Vorfeld der Rückstandshalde sind standortangepasste Lösungen für Teilbereiche zu berücksichtigen.

Außerdem können für das Haldentop ggf. auch andere mineralische Materialien eingesetzt werden, die nicht den steilen Böschungswinkel einer Rückstandshalde einhalten müssen.

Das Prinzip der Dünnschichtabdeckung (DSA, ca. 5 m mächtig) beruht auf der Zwischenspeicherung des Niederschlags in einem hangparallel aufgetragenen Abdecksubstrat, das mit Hilfe einer mehrschichtigen Vegetationsdecke (Kraut-, Strauch- u. Gehölzschicht) eine maximale Verdunstungsleistung (Evapotranspiration) erzielt. So kann ein Großteil des auf die Rückstandshalde auftreffenden Niederschlags im Substrat gespeichert und durch Pflanzen aktiv in die Atmosphäre transpiriert werden, siehe Abb. 1-3. Dadurch verringert sich der Haldenwasseranfall entsprechend.



**Abbildung 2-3: Prinzip des Dünnschichtverfahrens**

Folgende Effekte treten beim Dünnschichtverfahren auf:

- Die hohe Speicherkapazität des Substrats und die farbliche Veränderung (Verdunkelung) des Abdecksubstrats erhöhen die Verdunstungsleistung (Evaporation) deutlich.
- Eine etablierte mehrschichtige Vegetationsdecke transpiriert während der Vegetationsperiode das gespeicherte Niederschlagswasser aktiv aus der Abdeckung heraus und gibt es wieder an die Atmosphäre ab (Transpiration).
- Eine mehrschichtige Vegetationsdecke vergrößert die Verdunstungsfläche. Der Niederschlag verbleibt z.T. auf den Blättern und verdunstet von dort direkt (Interzeption), ohne mit dem Abdecksubstrat in Kontakt zu treten.

Um die angestrebten Effekte zu erzielen, muss das Abdecksubstrat hohe Anforderungen erfüllen:

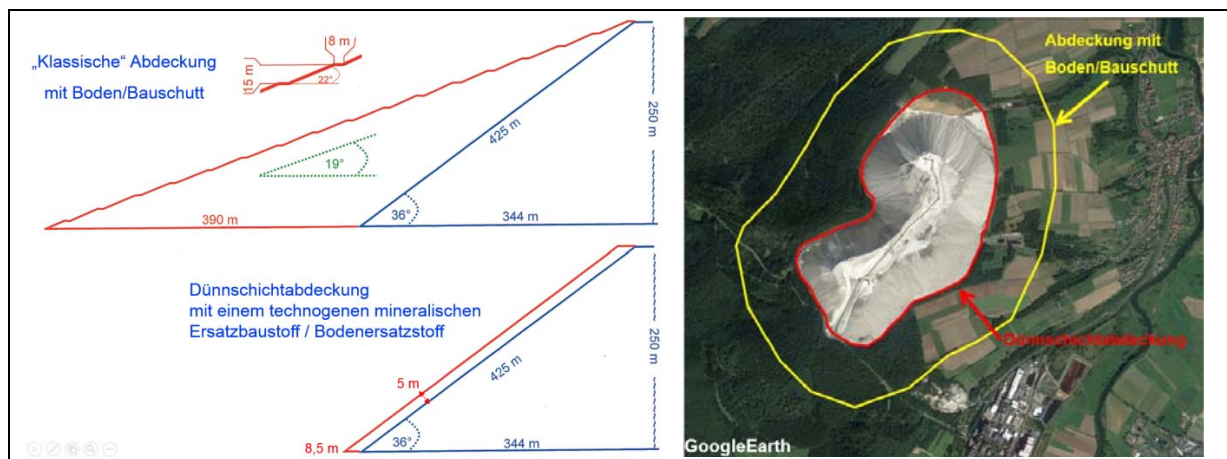
- Standsicherheit an den langen und steilen Haldenflanken (Substrat muss puzzolanische, d.h. abbindende, Eigenschaften aufweisen). Damit das

Material möglichst hangparallel in gleicher Schichtstärke aufgebracht werden kann, muss der innere Reibungswinkel dem des Salzes nahezu gleichen.

- Abdecksubstrat muss plastisch reagieren, um den viskoplastischen Verformungen der Halde gerecht zu werden. Brüche bzw. Spalten sollten vermieden werden bzw. durch ausreichend vorhandenes Abdeckmaterial heilbar sein.
- hohe Infiltrationsrate (gute Wasseraufnahme zur Minimierung von Oberflächenabflüssen)
- hohes Wasserspeichervermögen (nur geringe/langsame Durchsickerung)
- Substrat muss begrünbar sein (Nährstoffversorgung, pH-Wert, ausreichende Wasser- und Luftkapazität, gute Durchwurzelbarkeit, usw.)
- langfristige Substratverfügbarkeit (mind. 50 Jahre)

Bei einem geplanten Randstreifen von 100 m für die Bereiche der Haldenerweiterung ist aus der Erfahrung mit der Dünnschichtabdeckung in Sigmundshall ausreichend Vorfeld für die Errichtung der Abdeckung vorhanden.

Bei einer Abdeckung mit herkömmlichem Bodenmaterial, das nicht über puzzolanische Eigenschaften verfügt, müsste der Böschungswinkel erheblich abgeflacht werden. Eine solche Abdeckung ginge mit einem sehr großen Materialbedarf und Flächenverbrauch einher, so dass sie unter den Rahmenbedingungen des Standortes nicht realisierbar wäre.



**Abbildung 2-4: Vorfeldbedarf bei einer klassischen Abdeckung mit Boden/Bauschutt im Vergleich zu einer Dünnschichtabdeckung am Beispiel der Bestandshalde Wintershall**

Aufgrund langjähriger Abdeckungserfahrungen mit Dünnschichtsystemen am Standort Sigmundshall verfügt K+S über umfangreiche Erfahrungen im Umgang mit einem technologischen mineralischen Ersatzbaustoff/Bodenersatzstoff, die jedoch an die tatsächlichen Verhältnisse an einer anderen Halde spezifisch angepasst werden müssen. Die praktizierte Dünnschichtabdeckung in Sigmundshall zeigt, dass dieses Verfahren technisch realisierbar

ist und eine ökologische Verbesserung darstellt. Vor allem nehmen die Auswirkungen der Salzwassereinträge auf die Vorflut bzw. den Grundwasserleiter ab. Die mit den Abdeckmaßnahmen verbundenen möglichen negativen Auswirkungen (z.B. Staub) werden durch geeignete technische Begleitmaßnahmen (z. B. Befeuchtung nach einem am Standort Sigmundshall entwickelten Verfahren) auf ein Minimum reduziert. In einer Gesamtbetrachtung werden die positiven Aspekte einer Abdeckung deutlich überwiegen.



**Abbildung 2-5: Abgedeckte (rot umrandet) und bereits begrünte Bereiche der Rückstandshalde Sigmundshall**

Basierend auf den am Standort Sigmundshall gewonnenen Erfahrungen ergeben sich auch die durchzuführenden Versuchsphasen, um ein standortangepasstes Abdecksubstrat zu entwickeln, zu erproben und zur Realisierung zu führen:

Im ersten Schritt musste ein optimales und verfügbares Abdecksubstrat generiert werden, welches Schütteeigenschaften aufweist, die dem aufgehaldeten Rückstandsalz entsprechen. Grundlagendaten hierzu wurden durch Laborversuche seit 2012 ermittelt. Das von 2013 bis 2017 am Haldenfuß der Rückstandshalde in Wintershall betriebene Lysimeterfeld hat, vor allem in Bezug auf den Wasserhaushalt, belastbare Daten geliefert. Die benötigten puzzolanischen Materialien sind derzeit auf dem Markt in ausreichender Menge verfügbar (siehe Anlage 2), müssen aber auf den jeweiligen Standort mit den dort vorherrschenden Randbedingungen angepasst werden.

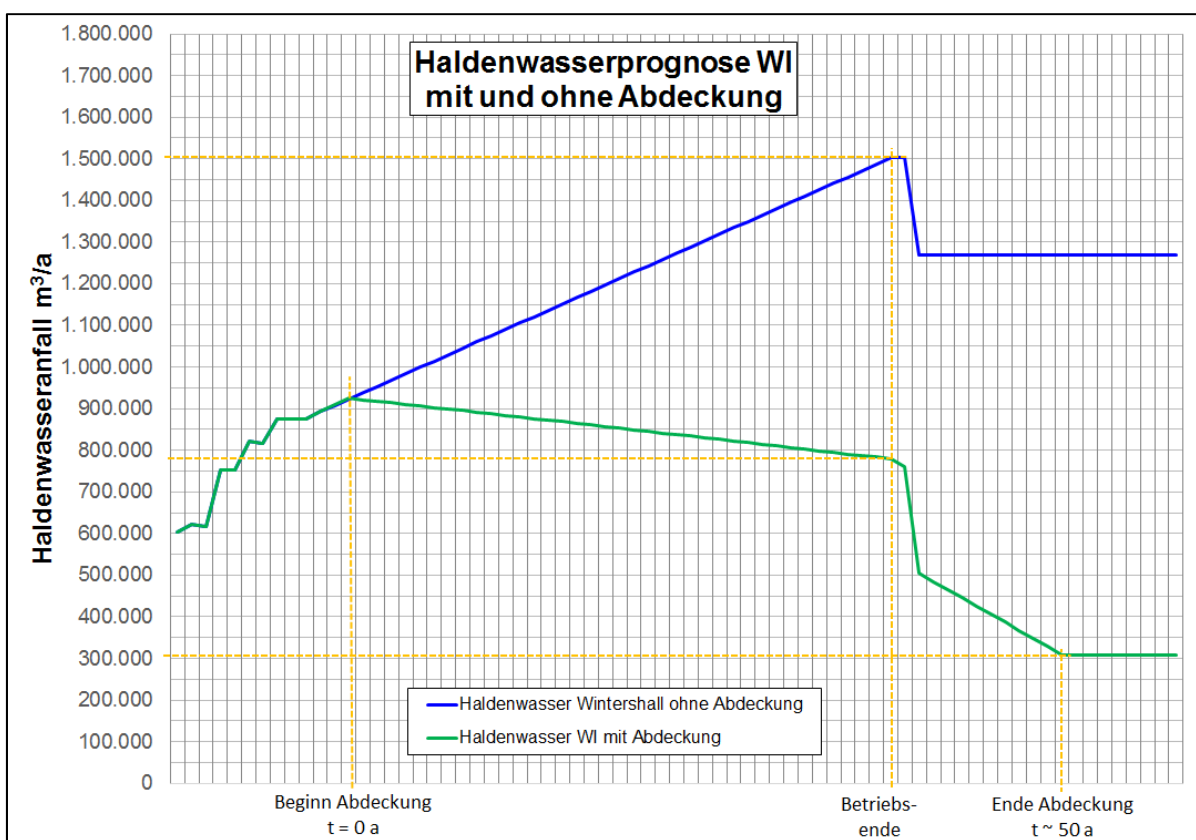
In einem zweiten Schritt sollen in einem „halbtechnischen Versuch“ an der Rückstandshalde Hattorf die technischen Belange wie z.B. die Standsicherheit und die Beschüttungstechnik an einer bis zu 50 m langen Böschung nachgewiesen werden. Des Weiteren werden u. a. die Begrünungs- sowie die Beregnungstechnik optimiert.

Nach erfolgreicher Versuchsdurchführung wird man in einem dritten Schritt zu einem „Betriebsversuch“ übergehen. D.h., dass eine komplette Haldenflanke an der Rückstandshalde Wintershall unter Einsatz des gewonnen Know-hows mit einer

Böschungslänge von über 200 m mit dem entwickelten Substrat abgedeckt und begrünt werden soll.

Auf der Grundlage der im „halbtechnischen Versuch“ und im Betriebsversuch gewonnen Erkenntnisse zur technischen Durchführung kann die Dünnschichtabdeckung sukzessive auf der gesamten Rückstandshalde realisiert werden. Die Ausführungsphase umfasst, in Abhängigkeit von der Materialverfügbarkeit, einen Zeitraum von ca. 50 Jahren. Eine Reduzierung der Haldenwässer wird sich aber sukzessive, in Abhängigkeit der zur Beschüttung neu vorbereiteten Flächen, schon während der Abdeckphase zeigen.

Die Abbildung 1-6 zeigt den schematischen Verlauf der Haldenwasserentwicklung mit und ohne Abdeckung.



**Abbildung 2-6: Haldenwasserprognose für den Standort Wintershall mit und ohne Abdeckung**

Die plötzliche und deutliche Reduzierung an Haldenwasseranfall nach Einstellung des Produktionsbetriebs und der Rückstandsaufhaltung kommt durch das nun fehlende Abtropfen von anhaftender Haftlauge des im frischen Zustand feuchten Rückstands zu Stande.

Durch die Dünnschichtabdeckung wird der Anteil des in den Salzkörper eindringenden Niederschlagswassers deutlich reduziert, was neben dem dadurch ebenfalls verringerten Haldenwasseranfall auch zu einer Reduzierung der Restinfiltration an der Basis der Rückstandshalde führt. Ohne Abdeckung beträgt der Anteil der Restinfiltration an dem auf die Rückstandshalde auftreffenden Niederschlag rund 4% (bezogen auf die Gesamthalde). Unter der Prämisse, dass das Verhältnis von abfließendem Haldenwasser zu Restinfiltration

in den Untergrund auch bei Haldenabdeckung gleich bleibt (keine Änderung der Fließverhältnisse im Haldenkörper), wird dieser Anteil durch die Abdeckung auf ca. 1% reduziert. Zusätzlich ist davon auszugehen, dass nach Beendigung der Aufhaltung in der Nachbetriebsphase durch die Abdeckung auch eine Reduzierung des in den Poren des Haldenkörpers vorhandenen freien Porenwassers erfolgt. Vorhandenes Porenwasser fließt, sofern es nicht gegen die Schwerkraft gehalten wird und dauerhaft im Haldenkörper verbleibt, allmählich ab, und aufgrund der Abdeckung dringt weniger Niederschlagswasser in die Rückstandshalde ein. So verringert sich auch das Dargebot für die Restinfiltration, der hydraulische Gradient („i“) sinkt. Dieser Effekt führt zu einer zusätzlichen Reduzierung des Anteils der Restinfiltration am auftreffenden Niederschlag in der Nachbetriebsphase auf unter 1%.

Für die Versuchsphasen und die Ausführungsphasen werden jeweils detailliertere Planungen vorgelegt werden, die auf den bis dahin gewonnen Erkenntnissen aufbauen. Für die Versuche und für die eigentliche Haldenabdeckung sind bergrechtliche Betriebsplanzulassungen und für benötigte Teilanlagen auch immissionsschutzrechtliche Genehmigungen erforderlich.

## **2.4 Innovativer Erosionsschutz**

An der Rückstandshalde Neuhof reichert sich durch die natürliche Ablaugung des Haldenkörpers eine Tonschicht an der Haldenoberfläche an. Der sogenannte SELMA-Ton ist natürlicher Bestandteil der Lagerstätte und fällt während der Produktion getrennt an, wird aber zusammen mit dem Salzurückstand über die Bandanlage auf die Rückstandshalde aufgebracht. Die angereicherte Tonschicht unterliegt natürlicher Erosion. Aufgrund ihrer Eigenschaften (Wasserspeichervermögen, dunkle Farbe) besitzt die Tonschicht im Vergleich zu einem reinem Salzurückstand eine erhöhte Verdunstungsleistung. Ziel des „innovativen Erosionsschutzes“ ist es, mit Hilfe unterschiedlicher Versuchsansätze zu untersuchen, ob eine Verringerung der natürlichen Erosion erreicht werden kann und eine evtl. Begrünung möglich sein wird. Durch den Erhalt der Tonschicht auf der Haldenoberfläche ist auf jeden Fall ein Haldenwasserreduzierender Effekt zu erwarten.

### 3 Technisch-wirtschaftliche Realisierbarkeit einer Haldenabdeckung mittels Dünnschichtabdeckung

#### 3.1 Material, Mengenbedarf und Verfügbarkeit

Für eine dünnsschichtige Abdeckung der beiden großen Rückstandshalden in Hattorf und Wintershall wird nach überschlägigen Berechnungen eine Gesamtmaterialmenge von rd. 23 Mio. m<sup>3</sup> benötigt, siehe Tab. 2-1. Davon entfallen in etwa je die Hälfte auf die Rückstandshalde HA und WI.

**Tabelle 2-1: Benötigte Gesamtmaterialmenge zur Abdeckung**

	ESTA- Rückstandshalde HA	Rückstandshalde WI
Plateaufläche 2060 + Bermenflächen der Erweiterungen (hochgerechnet)	~ 80 ha	~ 80 ha
Flankenfläche 2060 (hochgerechnet)	~ 175 ha	~ 175 ha
Materialmenge Plateau (3 m mächtig)	2,4 Mio m <sup>3</sup>	2,4 Mio m <sup>3</sup>
Materialmenge Flanken (5m mächtig)	8,8 Mio. m <sup>3</sup>	8,8 Mio. m <sup>3</sup>
Gesamtmaterialmenge	11,2 Mio. m <sup>3</sup>	11,2 Mio. m <sup>3</sup>

Dieser Berechnung liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Fortschreibung der aktuellen jährlichen Rückstandsaufhaltung bis zum Laufzeitende des Werkes Werra (2060),
- eine durchschnittliche Abdeckungsmächtigkeit von ca. 5 m auf den Haldenflanken. Auf der Flanke kann die Mächtigkeit von der Haldenoberkante bis zum Haldenfuß variieren. Auf dem Haldenplateau ist eine Abdeckung von ca. 3-5 m ausreichend.

Der jährliche Gesamtbedarf beläuft sich auf eine Materialmenge von rund 450.000 m<sup>3</sup>, die sich auf die Rückstandshalden Hattorf und Wintershall gleichmäßig aufteilen. Bei einer Schüttdichte von rund 1,4 t/m<sup>3</sup> entspricht dies rund 650.000 t/a.

Folgende Annahmen unterstellt:

- Ladekapazität der LKW's: 20-25 t
- 300 Arbeitstage/a
- 10 Arbeitsstunden/d

Dies bedeutet für die Standorte HA und WI jeweils eine Materialanlieferung durch ca. 4-6 LKW's pro Stunde. Bei Anlieferung der Hauptkomponente Schlacke aus Hausmüllverbrennungsanlagen (HMVA-Schlacke) per Bahntransport wären das 1 Ganzzug pro Standort und 4-6 LKW Kraftwerksasche als Bindemittel pro Werktag. Durch die Verwendung einer konditionierten HMVA-Schlacke als Abdeckmaterial ist die Materialverfügbarkeit auf absehbare Zeit gegeben. Diese Einschätzung folgt einem Gutachten von Prof. Dr. H. Schmeisky, Umweltsicherung Schmeisky, welches Bestandteil der Antragsunterlage zur Haldenerweiterung Wintershall ist (Anlage 1 – „Machbarkeitsstudie zur Abdeckung und Begrünung“).

Dort ist zusammenfassend folgendes ausgeführt:

*„Das Aufkommen von Rückständen aus der thermischen Energie- und Stromerzeugung, sowie aus der thermischen Abfallverwertung liegt in einer Größenordnung von 30 Millionen Tonnen pro Jahr. Die geplanten Hauptkomponenten aus den Müllverbrennungsanlagen fallen jährlich zu ca. 5 Millionen Tonnen an. Damit sollte eine ausreichende Mengenverfügbarkeit gegeben sein.“*

Die benötigte Materialmenge für die Standorte Hattorf und Wintershall liegt somit bei rund 13% der jährlich verfügbaren Menge.

Ergänzend wurde durch Prof. Schmeisky eine Stellungnahme zu aktuellen bzw. zukünftigen Mengenströmen von Reststoffen aus Verbrennungsanlagen für eine Dünnschichtabdeckung erstellt, siehe Anlage 2. Die Studie gelangt zu folgendem Fazit:

*„Als Ergebnis der Studie wird festgestellt, dass zur Abdeckung der beiden Großhalden an der Werra bis mindestens 2040 mehr als genügend Materialmengen zur Verfügung stehen. Bis zum Ende des Schüttungszeitraums (2075) werden auch keine gravierenden Schwierigkeiten in der Materialbeschaffung gesehen.“*

Bei einem entsprechenden Einsatz von Boden bzw. Bauschutt kann die Materialverfügbarkeit hingegen nicht gewährleistet werden, wie bereits im Maßnahmenblatt des Runden Tisches „Haldenabdeckung / Haldenbegrünung einschließlich Abflachung“ (2009) festgehalten wurde. Gleichwohl ist ein Einsatz dieser Materialien auf dem Haldenplateau denkbar.

Die in früheren Unterlagen weit höher abgeschätzten Materialmengen zur Abdeckung beruhen auf einer differierenden Annahme des Böschungswinkels des Abdeckmaterials. Ohne Konditionierung des Abdeckmaterials mit puzzolanisch reagierenden Aschen kann der steile Böschungswinkel nicht eingehalten werden. Laut vorliegenden Standsicherheitsuntersuchungen, durchgeführt im Rahmen der Planung des halbertechnischen Versuchs zur Haldenabdeckung, können die mit Aschen konditionierten HMVA-Schlacken den Böschungswinkel der Haldenflanken gut nachstellen. Steuerbar ist dies über die Dosierung der Aschen bzw. des Wassergehalts. Weitere Erkenntnisse hierzu werden aus den geplanten Versuchen erwartet.

Mit den geplanten Abdeckmaterialien, konditionierten HMVA-Schlacken, ergibt sich ein Abdeckzeitraum von ca. 50 a. Eine kontinuierliche Zulieferung von Abdeckmaterialien ist

dafür zwingend erforderlich und kann lt. Studie, siehe Anlage 2, auch in absehbaren Zeiträumen sichergestellt werden.

Eine ausschließliche Abdeckung nur mit Boden bzw. Bauschutt bedürfte ein Vielfaches dieser Laufzeit, aufgrund des höheren Materialbedarfs (flacherer Böschungswinkel) sowie deren wesentlich geringerer Verfügbarkeit.

### **3.2 Logistik**

Die Anlieferung des Abdeckmaterials wird derzeit mittels Bahn für die Hauptkomponente HMVA-Schlacke und mittels LKW für das Bindemittel vorgesehen. Die dann benötigten ca. 4-6 LKW pro Werktag und Standort (Mengenermittlung siehe oben) können sich in den vorhandenen Verkehr eingliedern. Um die Belastung gering zu halten, wurde in der obenstehenden Kalkulation eine Betriebszeit und damit Anlieferungszeit von 10 h/d berücksichtigt, d.h. es erfolgt keine Anlieferung zur Nachtzeit oder an Sonn- und Feiertagen.

Dem nur gering erhöhten Verkehrsaufkommen und der damit verbundenen Belastung steht die erhebliche und dauerhafte ökologische Verbesserung als Folge der Haldenabdeckung gegenüber.

### **3.3 Kosten der Maßnahme**

Die derzeit laufenden Planungen zur Haldenabdeckung werden in Abhängigkeit von den Ergebnissen des halbtechnischen Versuchs und des im Anschluss geplanten Betriebsversuchs weiter zu konkretisieren bzw. anzupassen sein. Daher besteht bezüglich der Kosten der Maßnahme noch erheblicher Klärungsbedarf.

Erste Schätzungen ergeben Investitionskosten, in Abhängigkeit der Materialkosten (0 € - 20 €/t), in Höhe von rd. 120 Mio. € - 930 Mio. € zur Abdeckung der beiden Rückstandshalden am Werk Werra. Die jährlichen Betriebskosten belaufen sich auf ca. 5 Mio. €/a. Daraus lassen sich Gesamtkosten für die Abdeckung in einer Spannbreite von rd. 70 €/m<sup>2</sup> - 230 €/m<sup>2</sup> ableiten. Die Abdeckung der zu genehmigenden Haldenerweiterungsfläche würde damit Zusatzkosten für das Vorhaben von ca. 44,4 bis 145,8 Mio. € verursachen.

### **3.4 Alternative Verfahren zur Minimierung des Haldenwasseranfalls**

Neben den umfangreichen Untersuchungen zur Haldenabdeckung wird auch weiter intensiv nach alternativen Verfahren zur Minimierung der zu entsorgenden Haldenwässer und zu Verwertungsmöglichkeiten des Haldenwassers geforscht. Sollte es sich herausstellen, dass es zu einer Dünnschichtabdeckung am Standort Wintershall Alternativen gibt, werden diese alternativen Maßnahmen zur Zielerreichung in Betracht gezogen, siehe auch Bd. 3.3.

### **3.5 Vorfeldbedarf**

Die Haldenabdeckung befindet sich aktuell in der Versuchsphase und entspricht z. Zt. nicht dem Stand der Technik. Insofern lassen sich derzeit noch keine konkreten Aussagen zum Vorfeldbedarf treffen. Nach heutiger Einschätzung, d.h. vorbehaltlich weiterer Untersuchungen, kann davon ausgegangen werden, dass der Vorfeldbedarf durch die Breite des Rand-/Schutzstreifens abgedeckt ist. Aufgrund der eingeplanten Bermen wird die

Erosionsdynamik sowie die Breite der Aufstandsfläche deutlich verringert. Sollte sich der Schutzstreifen für die Abdeckung der Bestandshalde wider Erwarten als nicht ausreichend dimensioniert zeigen, kann je nach Exposition ein Flächenzukauf erfolgen.

#### **4 Zusammenfassung**

Derzeit erfolgen verschiedene Untersuchungen für die Entwicklung einer Oberflächenabdeckung zur Reduzierung des Haldenwasseranfalls. Die technische Machbarkeit einer Dünnschichtabdeckung auf einer Rückstandshalde der Kaliindustrie sowie eine Sickerwasserreduzierung von bis zu 80 % bezogen auf die niederschlagsbedingte Haldenwassermenge werden durch die langjährigen Erfahrungen am Standort Sigmundshall und dem Lysimeterversuch sowie durch eine Machbarkeitsstudie belegt, siehe Anlage 1. Ebenfalls ist die Materialverfügbarkeit überprüft und bestätigt worden. Das Material kann per Bahn und/oder LKW angeliefert werden bei 1 Ganzzug und 4-6 LKW pro Tag und Standort.

In welcher Höhe die Abdeckung Kosten verursacht, kann zum jetzigen Zeitpunkt und vor dem Hintergrund der Planungsphase nur in ihrer Größenordnung abgeschätzt und nicht abschließend angegeben werden. Ähnlich verhält es sich mit dem Vorfelddbedarf. Auch hier können nur Schätzungen vorgenommen werden. Aus jetziger Sicht sollte der geplante Rand-/Schutzstreifen jedoch ausreichen.

Derzeit befinden sich die Untersuchungen für ein an die Standorte Hattorf und Wintershall angepasstes Abdeckverfahren noch in der Versuchsphase. Aus diesem Grund können zum jetzigen Zeitpunkt technische Einzelheiten des Vorhabens im Rahmen des Haldenerweiterungsverfahrens Wintershall noch nicht einfließen.

## Literaturverzeichnis

FGG WESER (2016): 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.

RUNDER TISCH „GEWÄSSERSCHUTZ WERRA/WESER UND KALIPRODUKTION“ (2009): Maßnahmenblatt Haldenabdeckung / Haldenbegrünung einschließlich Abflachung. Erarbeitet im Rahmen des Runden Tisches „Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion“ auf der Grundlage verschiedener Maßnahmenvorschläge und Stellungnahmen, beschlossen auf der 8. Sitzung am 13.01.2009.