

Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Hattorf (Haldenerweiterung Hattorf)

Anlage 11N zu Band 1.1E3

Historie der ESTA-Halde Hattorf

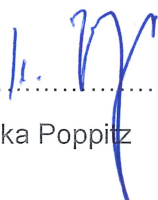
Vorhabenträger:

Standort Hattorf
Werk Werra
Postfach 1163
36267 Philippsthal



Verfasser:

Dr. Beate Böhme
Abteilung Umwelt/Genehmigungen
K+S KALI GmbH
Standort Hattorf
Werk Werra
Postfach 1163
36267 Philippsthal



Hanka Poppitz



Dr. Beate Böhme

Impressum

Fassung vom 15.05.2018

Ansprechpartner: Dr. Beate Böhme

Telefon: +49 6620 79-2037

Fax: +49 6620 79-4004

e-Mail: beate.boehme@k-plus-s.com

Web: www.kali-gmbh.com



Inhaltsverzeichnis

NACHHALTIGES RÜCKSTANDSMANAGEMENT AM STANDORT HATTORF	1
(HALDENERWEITERUNG HATTORF)	1
1 EINLEITUNG	8
2 GENEHMIGUNGSRECHTLICHE GRUNDLAGEN	9
3 LAGE, TOPOGRAPHIE UND UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	9
4 ZEITLICHE ENTWICKLUNG DES TECHNISCHEN KONZEPTE	11
4.1 AUFHALDUNG VOR 1976	11
4.2 ENTWICKLUNG DES ESTA®-AUFBEREITUNGSVERFAHRENS	14
4.3 AUFHALDUNG ZWISCHEN 1977 UND 2004 (RBP 1976)	16
4.4 AUFHALDUNG AB 2004 („BESTANDSHALDE“) (RBP HA-19/99, DVS 3001583)	19
4.4.1 FLÄCHENVORBEREITUNG IM GELTUNGSBEREICH DES RBP HA-19/99	24
4.4.2 TABELLARISCHE ZUSAMMENSTELLUNG ZUR FLÄCHENVORBEREITUNG IM GELTUNGSBEREICH DES RBP HA-19/99	25
5 ENTWICKLUNG DER AUFHALDUNGSMENGEN, DER AUFHALDUNGSFLÄCHE UND DES HALDENWASSERANFALLS	29
6 SCHÜTTAUSLÄUFER	31
7 VERFORMUNGEN	32
8 ENTWICKLUNG DER ÜBERWACHUNGSMAßNAHMEN IM UMFELD DER ESTA-RÜCKSTANDSHALDE HATTORF	32
8.1 GRUNDWASSERBEOBACHTUNG, FESTGESTELLTE AUSWIRKUNGEN UND MAßNAHMEN	32
8.1.1 KENNTNISSTAND IM RAHMENBETRIEBSPLAN HA-19.99	32
8.1.2 WEITERENTWICKLUNG DES KENNTNISSTANDS SEIT 2004	33
8.1.3 URSACHEN DER GRUNDWASSERBEEINFLUSSUNG UND GEGENMAßNAHMEN	40
8.2 VEGETATIONSUNTERSUCHUNGEN	63
8.3 STANDSICHERHEITSMONITORING AN DER BESTANDSHALDE	64
8.4 STAUBMONITORING	64
9 ZUSAMMENFASSUNG	65
10 LITERATURVERZEICHNIS	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1: Werksansicht Hattorf 1929, Blickrichtung W	12
Abbildung 4-2: Rückstandshalden mit Haldenbahn, 1934	12
Abbildung 4-3: Lageplan Hattorf Rückstandshalde 1938-1947	12
Abbildung 4-4: Luftbildaufnahme der Rückstandshalde vom 22.03.1945, Bildflugnummer 1945, Bildnummer 1150 (www.geoportal-th.de), Ausrichtung des Bildes nach Süden.	12
Abbildung 4-5: Rückstandshalde, 1952	13
Abbildung 4-6: In Betrieb befindliche Tongrube, heutiger Bereich des Becken IV, 1952.	13
Abbildung 4-7: Neues Förderband zur Halde und alte Seilbahn, 1962.....	13
Abbildung 4-8: Beginn Kieserit Rückgewinnung im Mai 1976. 1972 waren bereits 2 Mio. t Kieserit rückgewonnen.	13
Abbildung 4-9 Althalden am Standort Hattorf, Auszug aus dem Tageriss (Stand 09.05.2016) mit Bezeichnung der Althaldenbereiche.	14
Abbildung 4-10: ESTA-Halde HA 1977 (Kali und Salz AG, 1976)	16
Abbildung 4-11: Überschüttung von Waldbeständen.....	18
Abbildung 4-12: Überschüttung des Kreuzgrabens (Blickrichtung SW), Foto: W. Erbe	18
Abbildung 4-13: Luftbildaufnahme vom 20.05.1992, Bildflugnummer 199204, Bildnummer 0137 (www.geoportal-th.de)	18
Abbildung 4-14: Lageplan der Rückstandshalde mit Erweiterungsfläche (Phase I hellblau, Phase II dunkelblau) (Anlage 0-2 des RBP HA19.99).....	20
Abbildung 4-15: Luftbildaufnahme vom 27.05.2005, Bildflugnummer 200502, (www.geoportal-th.de)	21
Abbildung 4-16: Luftbildaufnahme von 2009. Die weiß überblendeten Bereiche liegen in Hessen. 22	
Abbildung 4-17: Luftbildaufnahme von 2016 (www.maps.de , Zugriff am 16.03.2018)	22
Abbildung 4-18: Lageplan Haldenerweiterung Haldenwassergräben R1, R2, R3, R4 (Anlage B-7 des RBP HA-19/99)	23
Abbildung 4-19: Darstellung der Beschüttungsabschnitte 1 - 6 des RBP HA-19/99 (siehe auch Anlage 1)	25
Abbildung 4-20: Vorbereitung TA 5 (2015)	29
Abbildung 5-1: Zeitliche Entwicklung der Haldenaufstandsfläche der ESTA-Rückstandshalde Hattorf sowie des jährlichen Flächenverbrauchs seit 1985 (angegeben sind die Flächen Anfang eines jeden Jahres)	30
Abbildung 5-2: Zeitliche Entwicklung des Haldenwasseranfalls im ESTA-Becken vs. salzbelegte Fläche und Niederschlagsanfall	31
Abbildung 8-1 Haldenquerschnitt mit Entwässerungselementen im TA 5, ca. Station -1150.....	42
Abbildung 8-2 Lage des Sammelbeckens für Sickerwässer der HVH-Versuchsfläche im Taltiefsten des Kreuzgrabens	44
Abbildung 8-3 Lage der im Rahmen der Ursachenforschung erstellten Inklinometer und Schürfe (Auszug Anlage 1a Band 3.18.1E, Gutachten IK1655).....	53
Abbildung 8-4 Schematischer Schnitt durch die ESTA-Halde Hattorf (West-Ost) mit dargestellten Fließwegen im Haldenmantel; linkes Bild: Ist-Zustand; rechtes Bild: unter Berücksichtigung eines Polders auf dem Haldentop.....	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Mineralogische Zusammensetzung des ESTA-Rückstandes (Hess. Landesamt für Bodenforschung, 1977)	17
Tabelle 4-2: Mineralogische Zusammensetzung des Rückstandes (Technischer Erläuterungsbericht des RBP HA-19/99)	20
Tabelle 3: Flächenvorbereitung der einzelnen Beschüttungsabschnitte der Haldenerweiterung gem. RBP HA-19/99	25
Tabelle 4: Messstellenumfang des Mess- und Beobachtungsplans Grundwasser	34

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Ausschnitt aus dem Tageriss – Übersicht der Haldenentwicklung Rückstandshalde Hattorf (März 2018)
-----------	---

Abkürzungsverzeichnis

ABBergV	Bergverordnung für alle bergbaulichen Abfälle
Az.	Aktenzeichen
BA	Bauabschnitt
DVS	Dokumentenverwaltungssystem
ESTA	Elektrostatische Aufbereitung
FFH-Gebiet	Fauna-Flora-Habitat-Gebiet
GWK	Grundwasserkörper
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
HA	K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf
HEM	helicopter electromagnetic
HGWL	Hauptgrundwasserleiter
HRG	Haldenrandgraben
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert
KKF	Kainit-Kristallisations- und Flotations-Anlage
LP	Längsprofil
m/a	Meter pro Jahr
m^3/a	Kubikmeter pro Jahr
NB	Nebenbestimmung
NN	Normal Null
NSG	Naturschutzgebiet
PFB	Planfeststellungsbeschluss
RBP	Rahmenbetriebsplan
RPKS	Regierungspräsidium Kassel
SBP	Sonderbetriebsplan

SDB	Sondierbohrung
SGWL	schwebender Grundwasserleiter
SWM	Sickerwassermessstelle
T	Tausend
t/a	Tonnen pro Jahr
TA	Teilabschnitt
TEM	transient electromagnetics method
TLBA	Thüringer Landesbergamt
TLUG	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
TLVwA	Thüringer Landesverwaltungsamt
TWSG	Trinkwasserschutzgebiet
u.GOK	Unter Geländeoberkante
UB	K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Unterbreizbach
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie

1 Einleitung

Die K+S KALI GmbH betreibt in ihrem Werk Werra mit den Standorten Hattorf und Wintershall in Hessen sowie Unterbreizbach in Thüringen die Gewinnung und Aufbereitung von Kalirohsalzen. Die unter Tage abgebauten Rohstoffe werden zu Kali- und Magnesiumprodukten verarbeitet, die weltweit als landwirtschaftliche Düngemittel sowie als Grundstoffe für die chemische und pharmazeutische Industrie Verwendung finden.

Das Werk Werra betreibt ein bergrechtliches Planfeststellungsverfahren für die Umsetzung eines nachhaltigen Rückstandsmanagements am Standort Hattorf. Das Vorhaben umfasst die Entsorgung, d.h. Verwertung und Beseitigung der festen bergbaulichen Abfälle ab dem Jahr 2018. Die K+S KALI GmbH beabsichtigt, die Kaliproduktion am Standort Hattorf bis zum Ende der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der untertägigen Lagerstätte zu betreiben. Nach derzeitigen Erkenntnissen ermöglichen die Vorräte der Lagerstätte voraussichtlich eine Laufzeit des Bergwerksbetriebes bis ca. 2060 (Stand 2018).

Die bei der Weiterverarbeitung der Kalirohsalze anfallenden festen Rückstände bestehen überwiegend aus Steinsalz und in geringeren Anteilen aus Kieserit, Sylvit, Ton und Anhydrit. Diese Rückstände werden aus Gründen der Reduzierung salzhaltiger Abwässer, die der Versenkung zugeführt bzw. in die Werra eingeleitet werden müssten, auf der werkseigenen ESTA-Halde Hattorf (HA), in den Gemarkungen Hohenroda-Ransbach und Philippsthal in Hessen sowie Unterbreizbach in Thüringen, aufgeschüttet.

Um die Entsorgung der Rückstandssalze und damit die Produktion auch über 2018 hinaus sicherzustellen, wird durch die K+S KALI GmbH, Werk Werra, eine Erweiterung der ESTA-Rückstandshalde HA nach Westen um rund 62 ha, was bei einer jährlichen Aufhaldungsmenge von 6,8 Mio. t einer Betriebszeit von ca. 21 Jahren^a entspricht, bei der zuständigen Genehmigungsbehörde beantragt.

Durch Niederschläge auf die Salzhalde entstehen sogenannte Haldensickerwässer, die zu einem Großteil in haldeninternen Entwässerungselementen und auf dem vergüteten Haldenuntergrund ablaufen, in Haldenrandgräben gefasst und einer Entsorgung zugeführt werden. Insbesondere in alten Haldenbereichen, in denen eine Vergütung des Untergrundes noch nicht stattfand, ist eine Infiltration von Haldensickerwasser in den Untergrund und somit in das Grundwasser anzunehmen. Zielstellung der im Folgenden beschriebenen Historie zur Auffahrung der ESTA-Halde Hattorf ist die Darstellung der zeitlichen Entwicklung des technischen Konzeptes zur Vorbereitung der Haldenaufstandsfläche sowie dessen räumliche Zuordnung. Die vorliegende Historie soll dazu beitragen, aktuelle und zukünftige Auswirkungen im Umfeld der ESTA-Halde besser einordnen und räumlich differenziert bewerten zu können.

^a Bei vollständiger Beschüttung der Berme kann der Aufhaldungszeitraum um ca. 4 Jahre verlängert werden.

2 Genehmigungsrechtliche Grundlagen

Die Kalirückstandshalde Hattorf wird nach näherer Maßgabe von Haupt- und Sonderbetriebsplänen auf Grundlage der folgenden Rahmenbetriebspläne betrieben:

- Rahmenbetriebsplan der K+S KALI GmbH, Werk Werra, für die Erweiterung der bestehenden, mit bergrechtlichen Betriebsplänen zugelassenen Kalirückstandshalde Hattorf in den Gemarkungen Hohenroda-Ransbach und Philippsthal in Hessen sowie Unterbreizbach in Thüringen vom 30.05.2000 und der Ergänzung zum Rahmenbetriebsplan vom 15.05.2001 mit den dazugehörigen Unterlagen
- Der Rahmenbetriebsplan für den Haldenbetrieb in Hessen wurde mit Beschluss vom 25.11.2004, Az.: 44/HEF-76 d 40 - 11-314-14/170, planfestgestellt. Die Planfeststellung ist auf das Hoheitsgebiet des Landes Hessen beschränkt. Den Rahmenbetriebsplan für den in Thüringen gelegenen Haldenteil hat das Thüringer Landesbergamt mit Planfeststellungsbeschluss Nr. 958/2004 vom 12.11.2004, Az.:Kr76d 1231, zugelassen.

Die Bestandshalde Hattorf wird bei vollständiger Ausnutzung der in 2004 erteilten Rahmenbetriebsplanzulassung eine Gesamtfläche von ca. 87,5 ha umfassen. Sie überragt das Gelände dann mit einer Höhe von rund 165 bis 230 m und erreicht eine Höhe über Meeresspiegel von max. 520 m ü. NN. Auf der derzeit genehmigten Haldenfläche können bei vollständiger Beschüttung und unter Extrapolation der derzeitigen Produktionsleistung nach jetzigem Kenntnisstand bis Herbst 2018 Rückstandssalze aufgehaldet werden.

Eine Zusammenstellung der Betriebspläne der Fabrik- und Tagesbetriebe am Standort Hattorf einschließlich der Sonderbetriebspläne zur ESTA-Rückstandshalde Hattorf findet sich in Anlage 3 des Hauptbetriebsplans mit speziellem Teil Standort Hattorf für den Zeitraum vom 01.01.2014 bis 31.12.2018 (DVS 3002760).

3 Lage, Topographie und Untergrundverhältnisse

Die Rückstandshalde Hattorf liegt zum überwiegenden Teil im Nordosten Hessens, direkt an der Landesgrenze zu Thüringen in den Gemarkungen Hohenroda-Ransbach und Philippsthal in Hessen sowie Unterbreizbach in Thüringen. Sie erstreckt sich parallel des Grenzverlaufs zwischen den beiden Bundesländern von Nordost nach Südwest.

Die Halde grenzt im Süden, Westen und Norden an Waldbestände. Im Süden und Südwesten befindet sich das FFH-Gebiet / NSG Stöckig-Ruppertshöhe. Auf südöstlicher und östlicher Seite schließen sich ackerbaulich genutzte Flächen an. Der Produktionsstandort Hattorf befindet sich nordöstlich der Halde. Die Begrenzung in nordwestliche und südwestliche Richtung bildet eine Forststraße.

Die angrenzenden Hügel mit annähernd gleicher Höhe wie die Halde, z.B. Landecker und Oechsenberg, sind waldbestanden oder landwirtschaftlich genutzt. Die Halde ist in die Landschaftsbildeinheit Hochfläche von Stöckig-Ruppertshöhe eingebettet. Der Stöckig mit der Ruppertshöhe liegt auf 365 m ü NN. Kreuz- und Ochsengraben bilden nach Nordosten hin offene Täler. Das mittlere Talniveau des Kreuzgrabens liegt bei etwa 300 m ü NN.

Im Umfeld der Halde befinden sich 4 Fließgewässer: im Norden die Werra, im Osten die Ulster, im Süden und Südosten der Breizbach und im Nordwesten der Zellersbach.

Die Aufhaldung der ESTA-Rückstandshalde erfolgte unter Ausnutzung der topographischen Gegebenheiten durch Auffüllung des Tals des Kreuzgrabens. Der östliche Talrand des Kreuzgrabens und damit die Kammlinie befindet sich an der Grenze zwischen Hessen und Thüringen. Beim Kreuzgraben handelt es sich um ein Trockental, in dem Wegsamkeiten im Untergrund einen oberirdischen Abfluss zur Werraaue ersetzen. Das Gelände des Kreuzgrabens steigt nach Süden hin an. Die Talflanken verflachen sich nach oben zum Talrand (Kammlinie) hin. Mit zunehmender Erweiterung der Halde schritt deren Schüttungsfront in südwestliche Richtung den Kreuzgraben hinauf fort. Mit ihrem Fortschreiten nach Südwesten aus dem Kreuzgraben heraus wurde auf die nur gering einfallende Hochfläche Stöckig-Ruppertshöhe geschüttet. Weiterhin gelangte die Halde in den Bereich der Wasserscheide zwischen Kreuzgraben und Ochsengraben, die im Südwestabschnitt der Halde ausgebildet ist.

Im Untergrund der ESTA-Rückstandshalde Hattorf stehen Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins an. Diese bestehen aus zumeist fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen mit wenigen Ton- und Schluffsteinlagen und Wechselfolgen aus Sand-, Schluff- und Tonsteinen. Südwestlich der Halde bilden zudem Ton- und plattige Feinsandsteine des Oberen Buntsandsteins (Röt) die Erhebung Ruppertshöhe. Die flachen Hänge des überschütteten Kreuzgrabens werden von \pm sählig liegenden Schichten des Mittleren Buntsandsteins aufgebaut, die von geringmächtigem Buntsandsteinschutt und umgelagertem Lösslehm überdeckt werden (Hess. Landesamt für Bodenforschung, 1977).

Über dem Mittleren und Oberen Buntsandstein haben sich in der Regel wenige Meter, örtlich bis ca. 8 m mächtige Lockergesteine des Quartärs ausgebildet. Fliebschutt des Mittleren Buntsandsteins bildet den unteren Teil des Quartärs. Darüber folgen Fließerden und Lösslehm. Die Fließerden entstanden aus der Verwitterung und Umlagerung der Gesteine des Buntsandsteins und setzen sich daher teils aus Tonen, sandigem Lehm und lehmigem Sand zusammen, in die Steine des Buntsandsteins eingelagert sein können. Die Fließerden werden örtlich von Lösslehm überdeckt. In den Talauen sind Auenlehme über Sanden und Kiesen abgelagert worden. In Unterhanglage finden sich teils Löss und Lösslehm und auf alten Terrassen pleistozäne Schotter (siehe Band 3.14 des RBP HA-04/09).

Prägend für die hydrodynamischen Verhältnisse im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf ist die Herausbildung eines schwebenden Grundwasserleiters (GWL) im Mittleren Buntsandstein im Hangenden des großräumig ausgebildeten Hauptgrundwasserleiters. Entsprechend den Ausführungen im Band 3.13.2E dieser Antragsunterlage können die Grundwasserleiter im Umfeld der ESTA-Halde Hattorf (HA) wie folgt charakterisiert werden:

Der schwebende Grundwasserleiter (SGWL) ist im Umfeld der ESTA-Halde auf das Plateau Stöckig-Ruppertshöhe begrenzt. Er stellt einen Kluft-Porengrundwasserleiter dar, dessen Ergiebigkeit sehr gering ist. Der SGWL wird durch die Grundwasserneubildung und teilweise durch Haldensickerwässer gespeist. Ausgehend von einer Hochlage im Bereich Stöckig-Ruppertshöhe, fließt das Grundwasser im SGWL in alle Richtungen ab (siehe auch Anlage 2.1 des Bandes 3.12.2E). Die Fließrichtungen werden dabei durch zwei Grundwasserscheiden beeinflusst:

- West-Ost-Südost verlaufende Grundwasserscheide unterhalb des Südwestbereiches der ESTA-Rückstandshalde Hattorf;
- SW-NO verlaufende Grundwasserscheide, die dem Höhenniveau Ruppertshöhe und Stöckig folgt.

Im Bereich der ESTA-Rückstandshalde strömt das Grundwasser bevorzugt in nördliche bis nordöstliche Richtung. Im Osten und Süden der Halde herrschen Fließrichtungen nach Osten bzw. nach Südosten und Süden vor (Metzlaff, Lohmeier, Helm & Artschwager, 2017).

Der Schwebende Grundwasserleiter ist vom Hauptgrundwasserleiter (HGWL) durch den Grundwasserhemmer der Detfurth-Wechselfolge (smDW) getrennt. Auch in der Hardeggen-Wechselfolge treten stauende Horizonte auf, auf denen sich örtlich der Schwebende Grundwasserleiter ausgebildet hat. Der HGWL ist ein Kluft-Porengrundwasserleiter und wird durch die Formationen des Unteren und Mittleren Buntsandsteines gebildet. Reliefbedingt steht der HGWL im Bereich der Werra und des Unterlaufes der Ulster in hydraulischer Verbindung mit dem in den Auenbereichen der Vorfluter ausgebildeten quartären Grundwasserstockwerk (Grundwasserleiter der Talauen). Die Speisung erfolgt überwiegend über die Grundwasserneubildung sowie lokal über den SGWL und aus dem Liegenden durch die Entlastung des Plattendolomits vorrangig im Bereich des Werratales.

4 Zeitliche Entwicklung des technischen Konzeptes

4.1 Aufhaldung vor 1976

Auf der seit 1919 behördlich genehmigten Halde (Bezirksausschuss zu Kassel, 1919) wurde im heute als „Althaldenbereich“ bezeichneten Bereich zwischen der heutigen ESTA-Halde und dem Werksgelände neben Steinsalz und Anhydrit i.W. Kieserit auf verschiedenen Halden gelagert. Der Bereich umfasst heute die Teufhalde, das Becken IV, das Schlammbecken, die Kieserithalde, die südliche und die nördliche Anhydritthalde (siehe Abbildung 4-9). Die Kieserithalde, auf der zwischenzeitlich auch Kieserit aus dem Rückbau der Halde am Standort Unterbreizbach zur Verwertung zwischengelagert wurde, wurde ca. ab 1976 bis Ende 2017 wieder abgebaut und in der Fabrik verlost (RP Kassel, 2016). Im Zeitraum 1995 bis 2017 wurden ca. 3,2 Mio t Kieserit am Standort Hattorf verwertet, davon stammen etwa 1,7 Mio. t aus Unterbreizbach.

Die am Standort ab 1929 vorhandenen Aufhaldungsflächen zeigen die folgenden Abbildungen für den Zeitraum ab 1929.



Abbildung 4-1: Werksansicht Hattorf 1929, Blickrichtung W

Abbildung 4-2: Rückstandshalden mit Haldenbahn, 1934

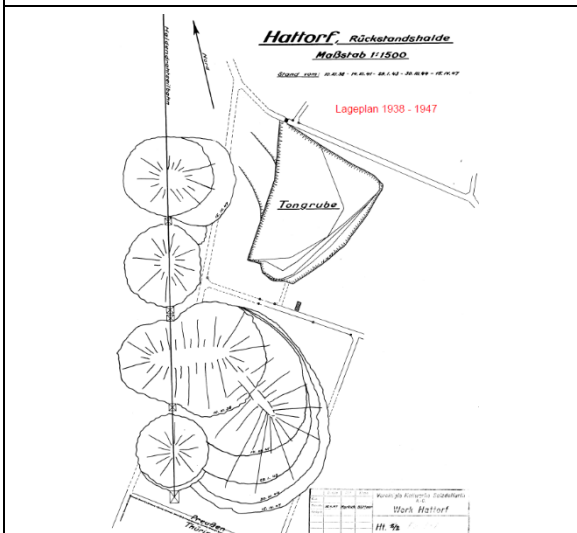


Abbildung 4-3: Lageplan Hattorf Rückstandshalde 1938-1947

Abbildung 4-4: Luftbildaufnahme der Rückstandshalde vom 22.03.1945, Bildflugnummer 1945, Bildnummer 1150 (www.geoportal-th.de), Ausrichtung des Bildes nach Süden.



Abbildung 4-5: Rückstandshalde, 1952



Abbildung 4-6: In Betrieb befindliche Tongrube, heutiger Bereich des Becken IV, 1952.



Abbildung 4-7: Neues Förderband zur Halde und alte Seilbahn, 1962.



Abbildung 4-8: Beginn Kieserit Rückgewinnung im Mai 1976. 1972 waren bereits 2 Mio. t Kieserit rückgewonnen.

Die Entsorgung der anfallenden Salzwässer war genehmigungsrechtlich sowohl durch die Erlaubnis zur Einleitung in die Werra als auch die Versenkung in den Plattendolomit (Preußisches Oberbergamt, 1942) abgedeckt.

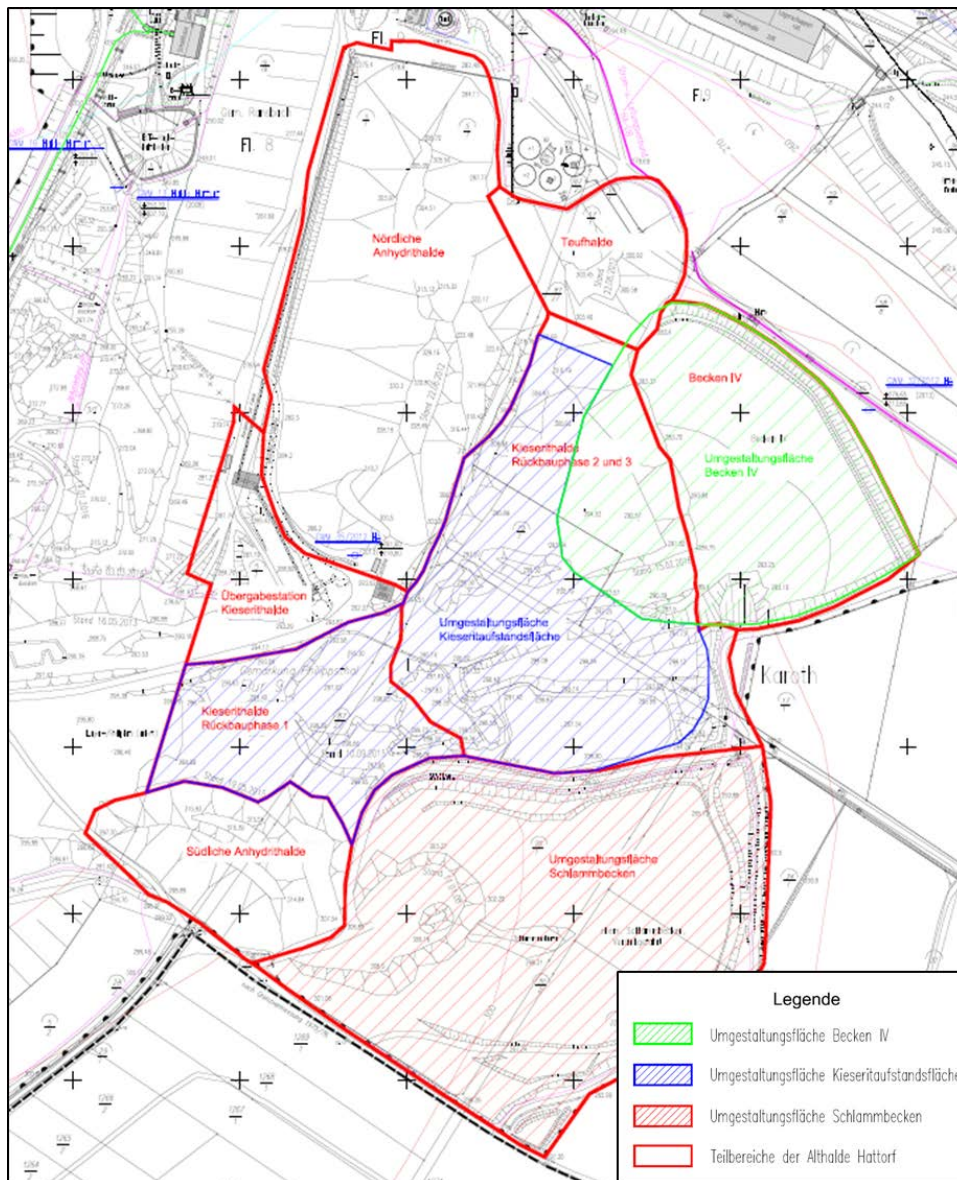


Abbildung 4-9 Althalden am Standort Hattorf, Auszug aus dem Tageriss (Stand 09.05.2016) mit Bezeichnung der Althaldenbereiche.

4.2 Entwicklung des ESTA®-Aufbereitungsverfahrens

Für die Entsorgung von Fabrikrückständen übertage wurden bereits in den 1970er Jahren die Aufhaldung sowie die Auflösung der Rückstände, die dann in flüssiger Form entweder in den Untergrund versenkt oder in Oberflächengewässer eingeleitet wurden, genutzt. In Europa lösten lediglich einige französische und einige DDR-Kaliwerke den gesamten Fabrikrückstand auf, um diesen in Rhein und Werra abzustößen (KALI und SALZ AG, 1974).

Für die an den Kalistandorten Hattorf und Wintershall im Rahmen der Rohsalzaufbereitung entstehenden Salzabwässer wurden zwei Entsorgungswege genutzt. Zum einen die Einleitung in die Werra und Ulster und zum anderen die Einleitung in den Plattendolomit (Versenkung). Die Salzabwassereinleitung in die Werra war schon recht früh von Seiten

der zuständigen Behörden durch die Festsetzung von Grenzwerten am Pegel in Gerstungen reglementiert und dadurch in erheblichem Maß abhängig vom stark schwankenden Durchfluss der Werra. Jedem Werk wurde auf Basis einer Quotenregelung das Recht verliehen, durch die Einleitung von Salzabwässern die Werra um eine bestimmte festgelegte Konzentration bis zum Pegel Gerstungen aufzusalzen. Vor dem Hintergrund der anfallenden hohen Salzabwassermengen reichte aber der Entsorgungsweg über die Einleitung in die Werra allein nicht aus, um alle Salzabwässer über diesen Weg vollständig entsorgen zu können. Dies galt insbesondere auch für längere Phasen mit niedriger Wasserführung der Werra. Aus diesen Gründen musste zur Aufrechterhaltung der Produktion in erheblichem Maß der zweite Entsorgungsweg, die Versenkung, in Anspruch genommen werden. Es war aber bekannt, dass eine Einleitung von Salzabwässern in den Plattendolomit für Versenkwässer nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen würde, da der nutzbare Hohlraum für die Salzabwasserversenkung endlich ist. Um auch für die weiteren Jahre ausreichende Versenkräume für eine Salzabwasserversenkung zur Verfügung zu haben, mussten durch Änderungen in den Aufbereitungsverfahren die Salzabwassermengen drastisch reduziert werden. Als Folge dieser Salzabwasservermeidung nahm die Menge an festen Rückstandsmengen entsprechend zu.

Die Wintershall AG und ihre Nachfolgerin die Kali und Salz AG entwickelten zur Senkung der Salzabwassermengen über einen Zeitraum von 20 Jahren ein zum damaligen Zeitpunkt neues Verfahren zur trockenen Abtrennung von großen Mengen an Steinsalz aus dem Rohsalz von den Wertstoffen Kaliumchlorid und Kieserit. Zudem wurde für die Gewinnung von Kieserit vermehrt das Flotationsverfahren genutzt. Durch beide verfahrenstechnischen Änderungen konnte auf das ursprünglich eingesetzte abwasserintensive Waschverfahren, bei dem durch Herauswaschen des Steinsalzes in der Kieseritwäsche der Kieserit gewonnen wurde und große Abwassermengen entstanden, weitestgehend verzichtet werden. Die trockene Trennung der einzelnen Salzbestandteile erfolgt in einem elektrischen Hochspannungsfeld nach dem sogenannten ESTA®-Verfahren und wurde im Laufe der Zeit zur Abtrennung weiterer Kali- und Magnesiumprodukte erweitert. Die Einführung des ESTA®-Verfahrens leistete einen bedeutenden Beitrag zur Senkung der Salzabwassermengen und damit zur Entlastung der Versenkung sowie zur Schonung des Versenkraums und stellte einen wesentlichen Baustein zur langfristigen Sicherung der Kaliproduktion dar. Eine weitergehende Beschreibung des Umweltschutzgedankens bei der Einführung des ESTA®-Verfahrens kann einem Artikel von Dr. Hermann Ernst Schroth in der Kali und Steinsalz vom Juli 1977 entnommen werden (Schroth, 1977).

Zunächst wurden nach intensiven Forschungsarbeiten eine Großanlage zur elektrostatischen Kieseritgewinnung auf dem Werk Neuhoof-Ellers bei Fulda erfolgreich errichtet sowie im Herbst 1973 eine halbtechnische Versuchsanlage am Werk Winterhall gebaut. Die elektrostatische Trennung des Rohsalzes in Steinsalz, Kieserit und Kalisalz ermöglichte es, den festen Rückstandsanteil zu erhöhen und somit die Versenkmengen in den Plattendolomit zu reduzieren (KALI und SALZ AG, 1974). Nach Betriebsreife des neuen Aufbereitungsverfahrens wurde somit ein Entsorgungsweg für die von nun an anfallenden großen Mengen an festen Produktionsrückständen notwendig. Dies war Veranlassung für die Planung einer neuen Rückstandshalde im Jahr 1976 (siehe Kapitel 4.3).

Anlässlich eines Fabriktreffens am 05. und 06.10.1993 wurde eine Bilanz zum ESTA®-Verfahren gezogen und dargestellt, dass die Existenz der Werke Hattorf und Wintershall ohne die Anwendung des elektrostatischen Sortierverfahrens nur schwer vorstellbar ist. Bis 1993 wurde an den Werken Hattorf und Wintershall insgesamt 62 Mio. t eff. ESTA®-Rückstand abgetrennt und aufgehaldet, was einer zu beseitigenden NaCl-Lösungsmenge von rund 186 Mio. m³ entsprach. Dies entspricht etwa dem 50fachen der heutigen jährlichen Einleitmenge der Werke Hattorf und Wintershall.

In der Gesamtbetrachtung lässt sich festhalten, dass durch die Einführung der ESTA® an den Standorten Hattorf und Wintershall eine Verlagerung von flüssigen zu festen Rückständen stattfand und die Abwassermenge pro Tonne Rohsalz von 2,3 m³/t auf ca. 0,6 m³/t im Jahr 2009 reduziert wurde (Gerling, 2009).

4.3 Aufhaldung zwischen 1977 und 2004 (RBP 1976)

Zur Entsorgung des mittels des ESTA-Verfahrens abgetrennten Steinsalzes sowie der anderen festen Salzurückstände aus den weiteren Aufbereitungsverfahren wurde die Erweiterung der Althalde (siehe Abbildung 4-9) nach Süden in das Gelände des Kreuzgrabens geplant (Kali und Salz AG, 1976) (siehe Abbildung 4-10).



Abbildung 4-10: ESTA-Halde HA 1977 (Kali und Salz AG, 1976)

Beantragt wurde die Aufhaldung von trockenem anzufeuchtendem ESTA-Rückstand (geplant 1978 0,2 Mio. t bis 1984 max. rd. 4,3 Mio t/a) und konventionell entstandenem feuchten Rückstand aus der nassen Kieserit-Aufbereitung, bestehend aus Kieserit und

Anhydrit (0,25 Mio t/a) (Kali und Salz AG, 1976, Hess. Landesamt für Bodenforschung, 1977).

Die mineralogische Zusammensetzung des ESTA-Rückstandes wurde wie folgt angegeben:

Tabelle 4-1: Mineralogische Zusammensetzung des ESTA-Rückstandes (Hess. Landesamt für Bodenforschung, 1977)

Zusammensetzung ESTA-Rückstand	
Steinsalz (NaCl)	91,7 %
Sylvin (KCL)	2,0 %
Kieserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	3,3 %
Anhydrit (CaSO_4)	1,0 %
Carnallit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	1,7 %
Sonstiges	<1%

Mit Zulassung des beantragten Rahmenbetriebsplans (RBP) vom 30.12.1977 (Bergamt Bad Hersfeld, 1977) wurde die Erweiterung im Süden bis an den geländehöchsten Punkt im Talschluss des Kreuzgrabens (bis zum Punkt 338,7) (Hess. Landesamt für Bodenforschung, 1977) mit einer geplanten Haldenhöhe von bis zu 160 m über Gelände (rd. 500 m ü. NN) genehmigt (Abbildung 4-12). Damit umfasste die zugelassene Halde eine Gesamtfläche von 57,1 ha (Abbildung 4-10)

Die Haldenerweiterung erstreckte sich talaufwärts nach SW fortschreitend im Kreuzgraben über eine Länge von 1.300 m. Im Südosten wurde das Haldengelände durch die Grenze zur DDR, im Nordwesten von der Wasserscheide gegen den Ochsengraben begrenzt, woraus sich eine Breite von 500 bis 600 m ergab (Hess. Landesamt für Bodenforschung, 1977).

Das durch die Erweiterung in Anspruch genommene Gelände war mit Wald bestanden (Abbildung 4-11).



Abbildung 4-11: Überschüttung von Waldbeständen



Abbildung 4-12: Überschüttung des Kreuzgrabens (Blickrichtung SW), Foto: W. Erbe

Ein dauernder oberirdischer Abfluss im Talgrund des Kreuzgrabens war nach Darstellung im RBP nicht bekannt, ebenso wenig perennierende Quellen (Hess. Landesamt für Bodenforschung, 1977).

Die Abbildung 4-13 zeigt die Beschüttungsfläche im Jahr 1992.



Abbildung 4-13: Luftbildaufnahme vom 20.05.1992, Bildflugnummer 199204, Bildnummer 0137 (www.geoportal-th.de)

Im Folgenden werden einige Nebenbestimmungen (NB) aus der Zulassung des RBP von 1977 zur Vermeidung von Umweltauswirkungen zusammengefasst:

Demnach war der endgültige Haldenfuß mit einem ausreichend dicht ausgekleidetem Sammelgraben zu umgeben (geltend auch für den Nebenabwurf und das bereits betriebene Haldengelände) (NB 12). Zudem war der endgültige Fuß der Haldenerweiterung mit einem 25 m breitem Schutzstreifen zu versehen, der den jeweiligen Verhältnissen entsprechend

zu bemessen war und den Sammelgraben beinhalten sollte. Der Schutzstreifen war zu bepflanzen und der vorhandene Baumbestand zu erhalten (NB 13+18).

Zufließendes Oberflächenwasser im Vorgelände des Haldenfußes war im Falle der Bildung eines Sees und damit einer Gefährdung der Standsicherheit, zu beseitigen (NB 14).

Per Änderungsantrag vom 15.02.1992 zum RBP von 1976, zugelassen mit Schreiben vom 26.11.1992 (AZ 76 d 40-11-314/12/68), wurde ein Gehölzschutzstreifen aus bestehendem Bewuchs alternativ zu dem laut Nebenbestimmung 16 am nordwestlichen Haldenfuß geforderten Erdwall von mind. 2 m Höhe als Sichtschutz und Schutz der Umgebung vor den bei der Aufhaldung möglichen Salzlawinen zugelassen.

Die in den Sammelgräben rings um die Halde gefassten Haldenwässer werden in das ESTA-Rückhaltebecken (Zulassung des 16. SBP "Rückhaltebecken für Haldenwasser", AZ 79 f 12-03-312/21/8, Zulassung 21.06.1983) geleitet und den Abwasserbecken des Kaliwerkes bzw. dem Vorfluter zugeleitet (NB 15 des RBP).

Der mit demselben SBP für die Entwässerung des südlichen Haldenfußes beantragte und nach Zulassung sukzessive mit der Beschüttung realisierte Drainagegraben (Steinpackung) im Taltiefsten des Kreuzgrabens erwies sich im Laufe der Zeit als nicht mehr funktionsfähig. Per Änderungsantrag zum SBP vom 14.02.1992 (KALI UND SALZ AG, 1992), zugelassen am 24.09.1992 (AZ 79 f 12-03-312/21/18), wurde ein Ersatz durch die Anlage einer mit Folie ausgekleideten Rinne und Anordnung von Pumpschächten beantragt. Die Ableitung des anfallenden Haldenwassers in einen Pumpschacht und von dort aus in das Rückhaltebecken war vorgesehen.

4.4 Aufhaldung ab 2004 („Bestandshalde“) (RBP HA-19/99, DVS 3001583)

Der aktuell geltende Rahmenbetriebsplan (RBP) zur Erweiterung der Rückstandshalde Hattorf vom 30.05.2000 mit Ergänzung vom 15.05.2001 umfasste eine Fläche von 34,5 ha, aufgeteilt in zwei Erweiterungsabschnitte (-phasen) (Kali und Salz GmbH, 2000) (Abbildung 4-14).

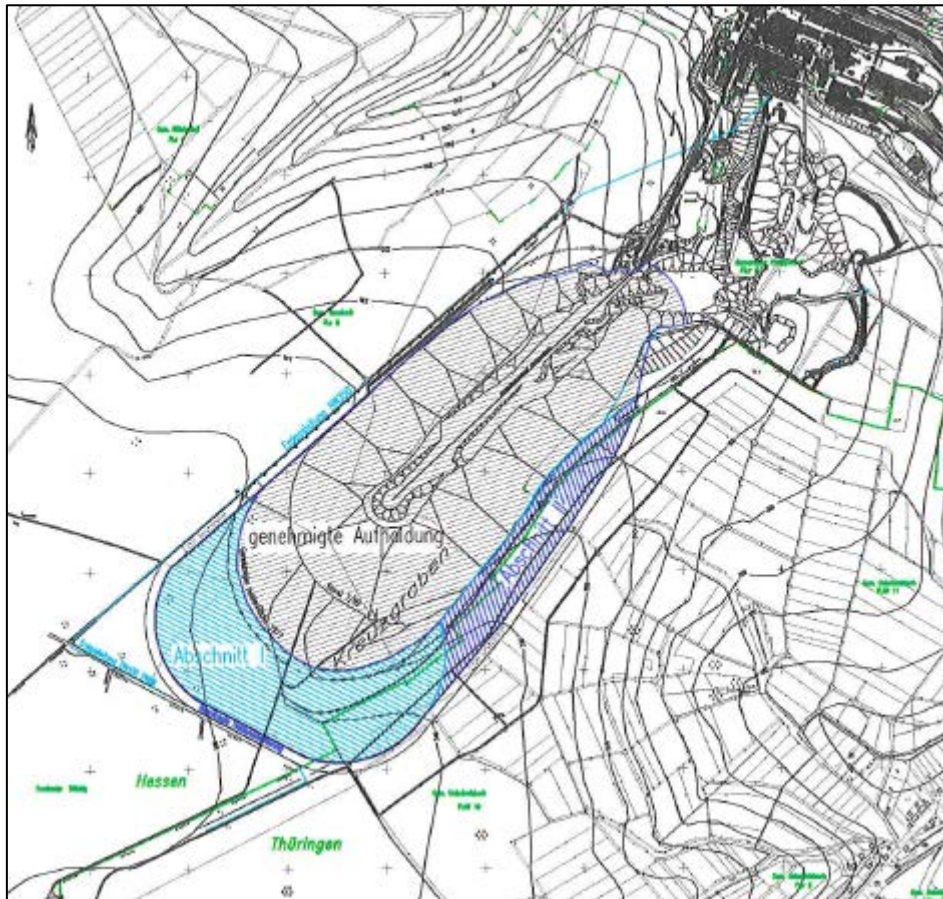


Abbildung 4-14: Lageplan der Rückstandshalde mit Erweiterungsfläche (Phase I hellblau, Phase II dunkelblau) (Anlage 0-2 des RBP HA19.99)

Die mineralogische Zusammensetzung des Rückstandsmaterials, einem Gemisch aus ESTA-Rückstand (A-Stufe), Heißlöserückstand und Rückstand aus der Kieseritflotation, wurde im RBP von 1999 wie folgt beschrieben:

Tabelle 4-2: Mineralogische Zusammensetzung des Rückstandes (Technischer Erläuterungsbericht des RBP HA-19/99)

Zusammensetzung Rückstand	
Steinsalz (NaCl)	91 %
Sylvin (KCL)	1 %
Kieserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	5 %
Anhydrit (CaSO_4)	2 %
Carnallit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	1 %
Durchschnittliche Feuchte	Ca. 6%

Bei der Erweiterung des ESTA-Rückstandshalde wurde erstmalig der ehemalige Grenzbereich im Osten der Halde mit einbezogen, womit die Halde nun sowohl hessisches als auch thüringisches Gebiet bedeckt. Die eigentliche Eingriffsfläche der Haldenerweiterung betrug 29,6 ha (Schüttfläche 28,5 ha, Haldengraben, Betriebsweg), davon in Hessen 19,8 ha und in Thüringen 9,8 ha. Die maximale Schütthöhe beläuft sich auf ca. 190 m über Grund, d.h. auf 520 m ü. NN. Der Rahmenbetriebsplan für den Haldenbetrieb in Hessen wurde mit Beschluss vom 25.11.2004, Az.: 44IHEF-76 d 40-314-14/170, planfestgestellt. Die Planfeststellung ist auf das Hoheitsgebiet des Landes Hessen beschränkt. Den Rahmenbetriebsplan für den in Thüringen gelegenen Haldenteil hat das Thüringer Landesbergamt mit Planfeststellungsbeschluss Nr. 958/2004 vom 12.11.2004, Az.:Kr76d 1231, zugelassen.

Mit der Erweiterung war das weitere Auffüllen des Kreuzgrabens mit einer Anschüttung mit Zentrum im Tal des Kreuzgrabens auf Geländehöhen zwischen 270 m ü. NN und mit Erweiterung bis etwas über 350 m ü. NN verbunden. Eine Haldenentwässerung im freien Gefälle war damit gewährleistet. Die Haldenerweiterungsfläche reichte bis an die Wasserscheide des Kreuzgrabens heran.

Die folgenden Abbildungen dokumentieren die fortschreitende Belegung der genehmigten Aufhaldungsfläche der in 2004 planfestgestellten Haldenerweiterung.



Abbildung 4-15: Luftbildaufnahme vom 27.05.2005, Bildflugnummer 200502, (www.geoportal-th.de)



Abbildung 4-16: Luftbildaufnahme von 2009. Die weiß überblendeten Bereiche liegen in Hessen.



Abbildung 4-17: Luftbildaufnahme von 2016 (www.maps.de, Zugriff am 16.03.2018)

Die Entwässerung der Halde ist in folgender Abbildung (Abbildung 4-18) dargestellt, wonach im Haldenendzustand „die Haldenwässer aus der Haldenfläche jeweils zu ca. einem Drittel bzw. zu zwei Dritteln im freien Gefälle nach Nordosten (R 1) bzw. Südosten und Nordosten (R 2 und R 3) abgeführt werden. [...] Das Haldengrabensystem soll auch weiterhin aus Holzzinnen mit Folie aufgebaut werden [...] Die entlang der Südostflanke im Randgraben R 3 bzw. R 4 gefassten Haldenwässer gelangen über das Einlaufbauwerk Ost und ein Rohr mit Inliner unter der Nebenhalde zum Einlaufbauwerk Nord und von dort in das Haldenbecken.“ (Techn. Erläuterungsbericht des Rahmenbetriebsplans HA-19/99, S. 36).

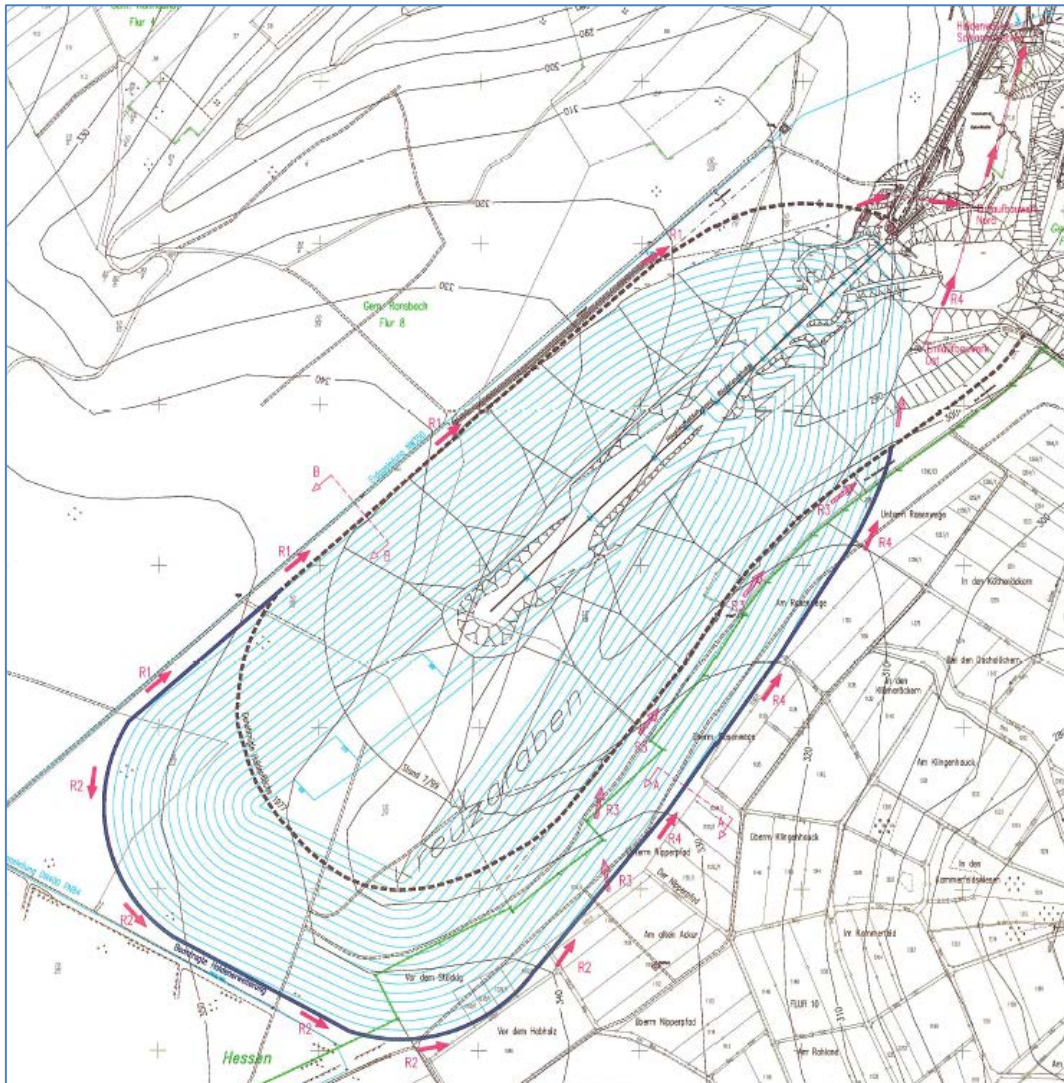


Abbildung 4-18: Lageplan Haldenerweiterung Haldenwassergräben R1, R2, R3, R4 (Anlage B-7 des RBP HA-19/99)

Im Planfeststellungsbeschluss vom 25.11.2004 findet sich auf S. 50 eine Würdigung neuerer hydrogeologischer Untersuchungen an Kalirückstandshalden hinsichtlich der Abflusswirksamkeit der Haldenkörperzonierung. So wurde „die Aufstandsfläche der Mantelzone am endgültigen Haldenrand, das Haldenvorfeld zwischen endgültigem Haldenfuß und Haldenrandgraben und der Haldenrandgraben als die Bereiche erkannt, in denen die überwiegende Menge des Haldenwassers anfällt“ und in denen Schutzmaßnahmen vorgesehen sind, „Damit es in diesen Bereichen zu keiner Versickerung von Haldenwasser kommt.“ (RP Kassel, 2004)

Diese Erkenntnis fand entsprechend Eingang in die Nebenbestimmung hinsichtlich der Anforderungen an die Untergrundgestaltung in den jeweiligen Bereichen (siehe auch Kapitel 4.4.1). Gemäß Nebenbestimmung (NB) 4.2.1.5 hat der Haldenmantelbereich mindestens eine Breite von 45 m, gemessen vom endgültigen Haldenfuß in Richtung auf den Haldenkern. Gemäß NB 4.2.1.9 sollte die Aufhaltung so gesteuert werden, dass der vorbereitete Haldenmantelbereich vollständig beschüttet wird.

4.4.1 Flächenvorbereitung im Geltungsbereich des RBP HA-19/99

Für die Gestaltung der sich überwiegend auf bewaldetem Gebiet befindlichen Erweiterungsfläche gemäß RBP HA-19/99 war vorgesehen, im wasserundurchlässigen Kernbereich den Wald einzuschlagen. Stämme und Astwerk sollten weitgehend entfernt werden. Zur Erhaltung der natürlichen Dichtigkeit der Aufstandsfläche sollte der Oberboden möglichst nicht aufgerissen werden, die Wurzelstöcke im Erdreich verbleiben. Es waren keine Entwässerungsmaßnahmen und -systeme vorgesehen. In der Mantelzone sollte der Wald eingeschlagen, die Baumstümpfe entfernt und der Boden wieder verdichtet werden; die restlichen Wurzelstöcke aus dem Mantelbereich sollten im Kernbereich verbleiben.

Zur Sicherung und Abgrenzung des Haldenfußes wurde analog der bisherigen Halde ein 25 m breiter Schutzstreifen eingerichtet und als Waldfläche gestaltet, ohne Behandlung des Untergrundes im Schutzstreifen. Zur Ableitung der Haldenwässer wurden entlang der abgedichteten endgültigen Haldenränder Randgräben geplant. Von den Hauptgräben sollte das Wasser über Entwässerungsleitungen dem Haldenbecken und den Stapelteichen zugeführt werden.

Im Rahmen der Flächenvorbereitungen der jeweiligen Beschüttungsabschnitte 1 bis 6 wurde die Aufstandsfläche der Halde entsprechend den Anforderungen (Neigung, Tragfähigkeit) hergerichtet. Die technischen Einzelheiten (Notwendigkeit und Eignungsnachweis des bei Bedarf einzufräsenden Tonmaterials, Planum und Tragfähigkeit des Untergrundes, Einbautechnologie) wurden bzgl. der jeweiligen Erweiterungsabschnitte in entsprechenden Sonderbetriebsplänen dargestellt (K+S KALI GmbH, 2012) (siehe Zusammenstellung in Tabelle 3 und beispielhaft für den TA 5 in Abbildung 4-20).

Die allgemeinen Anforderungen an die Flächenvorbereitung der jeweiligen Erweiterungsabschnitte (Abbildung 4-19 und Anlage 1) können wie folgt zusammengefasst werden (gem. Zulassung des RBP HA-19/99 und entsprechender Sonderbetriebspläne, siehe Tabelle 3):

- Rodung der Wurzeln, Restholz im Randstreifen der Halde aufzuschütten. Danach Einebnung der Fläche mit Grader oder Raupe
- Kein Abtrag der schützenden Deckschicht
- Verfüllung der Hohlräume aus Entfernung der Wurzeln mit bindigem Material
- Einbringen bindigem Bodenmaterial im Bereich von Geländean- und einschnitten
- Verdichtung des Haldenuntergrundes auf D_{Pr} von 97%
- Entnahme von 5 ungestörten Proben aus der oberen Bodenschicht des jeweiligen Bauabschnitts
- Einhaltung folgender Durchlässigkeitsbeiwerte:
 - Kernbereich:
 - im Mittel von 5 Proben $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s
 - Einzelprobe $k_f \leq 1 \cdot 10^{-8}$ m/s
 - Im Bedarfsfall (d.h. bei Überschreitung der Vorgaben für die Durchlässigkeit) Verbesserung der Untergrundbeschaffenheit durch nochmalige Verdichtung
 - Im Mantelbereich:
 - Einzelprobe $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s

- Bei $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s Verbesserung der Dichtigkeit z.B. durch Einfräsen von max. 4% Tonmehl
 - Bei Nicht-Erreichen der erforderlichen Dichtigkeit trotz genannter Maßnahmen, Vornahme von Bodenaustausch bzw. Bodenauftrag mit bindigem Bodenmaterial
 - Dichtigkeit des Untergrundes im Bereich der Haldenwassergräben analog Mantelfläche und Fläche zwischen endgültigem Haldenfuß und Haldengraben
- Ableitung der Haldenwässer über Haldengraben; als Holzrinne mit Auskleidung aus PE-Folie, plus 30 cm dicke Tonschicht unter Holzrinne ($k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s)

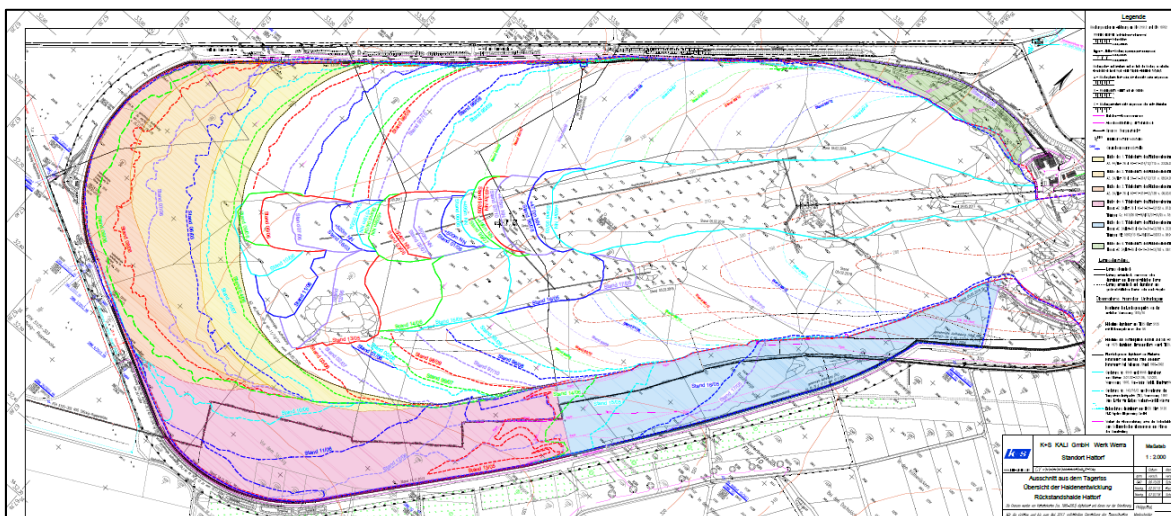


Abbildung 4-19: Darstellung der Beschüttungsabschnitte 1 - 6 des RBP HA-19/99 (siehe auch Anlage 1)

4.4.2 Tabellarische Zusammenstellung zur Flächenvorbereitung im Geltungsbereich des RBP HA-19/99

In der folgenden Tabelle wird die Flächenvorbereitung der einzelnen Beschüttungsabschnitte der Haldenerweiterung gem. RBP HA-19/99 zusammengestellt.

Tabelle 3: Flächenvorbereitung der einzelnen Beschüttungsabschnitte der Haldenerweiterung gem. RBP HA-19/99

Teilabschnitt	Aufhaldungsfläche [ha]	Besonderheiten
TA 1 SBP HA 02/06 v. 14.04.2003, DVS 3000628	4,5 (Hessen)	

Teilabschnitt	Aufhaltungs- fläche [ha]	Besonderheiten
TA 2 SBP HA 02/05 v. 27.01.2005, DVS 3001199	5 (Hessen)	Trockenlegung vernässter Flächen im Vorfeld der Halde durch einfache Drainagegräben (Drainagerohre eingebettet in Kiesschicht und anschließend Verfüllung mit bindigem Material und Verdichtung mit Umgebungsbereichen (Tiefe, Anzahl und Anordnung operativ gem. Geländesituation). Entsorgung gefasster Wässer über System der Haldengräben
TA 3 SBP HA 07/05 v. 09.12.2005, DVS 3001770	4 (Hessen)	
TA 4 SBP HA 07/06 vom 21.11.2006 Thüringer Teil, DVS 3001834, SBP HA 06/06 vom 16.11.2006 Hessischer Teil, DVS 3001833	Gesamtfläche: 9,14 (5,66 in Thüringen, 3,47 in Hessen)	<p><u>Thüringen:</u> zusätzlich zu Haldengräben (temporär und endgültig) Anlage eines quer zum Gelände verlaufenden Haldengrabens zur Fassung des Oberflächenwassers oberhalb des temporären Haldengrabens</p> <p>Ergänzung SBP HA 07/06 vom 09.05.2012 betr. haldeninterne Entwässerung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ertüchtigung der bisherigen, annähernd längs zur Planfeststellungsgrenze verlaufenden temporären Haldenrandgräben/Haldengräben für eine Überschüttung und dauerhafte Fassung / Ableitung von Haldenwasser • Anlage fischgrätenartiger bzw. im Anschluss an den nordöstlich folgenden 5. BA im Übergangsbereich von Haldenmantel zu Haldenkern linienartiger Wasserfassungen jeweils angepasst an die Geländemorphologie, den bisherigen Beschüttungsstand und die Schütttechnologie <p><u>Hessen:</u> Haldenweg im Endzustand angrenzend zur Planfeststellungsgrenze in bituminöser Bauweise → Witterungsschutz realisiert durch Salzbelegung</p>

Teilabschnitt	Aufhaltungs- fläche [ha]	Besonderheiten
TA 5 SBP HA 06/12 vom 18.01.2013 Thüringer Teil, DVS 3002623.01, SBP HA 06/12 vom 18.01.2013 Hessischer Teil, DVS 3002623.00	Gesamtfläche lt. SBP 6,43 (ca. 3 ha in Hessen, ca. 3,5 ha in Thüringen)	<u>Hessen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung der Haldenaufstandsfläche in 3 Jahresscheiben zur Verminderung der Liegezeit zwischen Herstellung und Überschüttung • Herstellung eines vergleichmäßigten Erdplanums durch Einsatz einer Erdfräse mit Mindestfrästiefe von 30 cm und anschließender Verdichtung auf Proctordichte von 97% • Abschieben der oberen Vegetationsschicht (ca. 5-10 cm) • abschnittsweise Neuanlage des Haldenweges; Endzustand angrenzend zur Planfeststellungsgrenze in bituminöser Bauweise • Entwässerungselemente siehe 4. BA (Ertüchtigung temp. Haldenrandgraben/Haldengraben); Errichtung Entwässerungselemente im Übergangsbereich von Haldenmantel zu Haldenkern • Witterungsschutz: Bodenmaterial in 30 cm Stärke auf Basisdichtung aufzubringen und zu verdichten <p>→ Witterungsschutz zudem realisiert durch Salzbelegung</p>

Teilabschnitt	Aufhaltungs- fläche [ha]	Besonderheiten
TA 6 SBP HA 01/14 vom 28.08.2014, DVS 3002789.03	1,5 (Hessen) räumlich durch Zulassung von 1977 abgedeckt; Vorbereitung der Aufstands- fläche gem. NB 4.2 des PFB 2004	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe TA 5 • Entwässerungsmaßnahmen im Haldenmantel (Umbau des vorhandenen Haldenrandgrabens am jetzigen Haldenfuß) und Neugestaltung der Haldenwasserführung vom nordwestlichen Rand der Halde in Richtung Haldenbecken • Abschieben des Ober-/Waldbodens • Witterungsschutz durch Belegung der Basisabdichtung mit 1-1,5 m dicker Schutzschicht aus Rückstandssalz. Bei ausreichender Verfügbarkeit von geeignetem Boden Einbau einer 30-40 cm dicken Schutzschicht aus Bodenmaterial als Erosionsschutz <ul style="list-style-type: none"> ➔ Witterungsschutzschicht zum Schutz der Basisdichtung realisiert als 0,3 bis 0,4 m mächtige Schicht aus Buntsandsteinmaterial (Herrichtung der Aufstandsfläche der KKF-Anlage) (k_f mindestens $< 1 \cdot 10^{-9}$ m/s) • Aufgrund geringer Flächengröße keine Unterscheidung der Anforderungen Durchlässigkeit zwischen Kern- und Mantelbereich → Anwendung der Anforderungen für den Mantelbereich • Ertüchtigung des vorhandenen Haldenrandgrabens vor Überschüttung (Entwässerung Mantelzone), drei Spül-/Drainagestränge zwischen ertüchtigtem Haldenrandgraben und Haldenrandgraben • Neugestaltung des Entwässerungsgerinnes zwischen planfestgestelltem Haldenrand und Betriebsstraße als PEHD-Halbschale; Anbindung an vorhandene Rohrleitung über Schacht mit Schlammfangbecken <p>Zulassung vom 09.12.2014 (AZ 34/Hef-76 d 40-11-314-12/183); NB 1: Funktionsfähigkeit des EEM6 durch regelmäßige Abflussmessungen aus der Drainage zu überwachen; NB 2: Anbindung des Auslaufes der Tiefendrainage^b an das HRG-System im 6. BA so zu gestalten, dass die bisher durchgeführten Messungen des Abflusses aus der Drainage weiterhin erfolgen können</p>



Abbildung 4-20: Vorbereitung TA 5 (2015)

5 Entwicklung der Aufhaldungsmengen, der Aufhaldungsfläche und des Haldenwasseranfalls

Abbildung 5-1 zeigt die zeitliche Entwicklung der Haldenaufstandsfläche der ESTA-Rückstandshalde Hattorf sowie den jährlichen Flächenverbrauch seit 1985. Ende des Jahres 2017 betrug die salzbelegte Fläche 86,3 ha. Der jährliche Flächenverbrauch variierte zwischen 0,6 und 5 ha/a, im Wesentlichen in Abhängigkeit vom Rückstandsanfall und von der Aufhaldungshöhe im jeweiligen Bereich.

^b Bzgl. Erläuterungen zur Tiefendrainage siehe Kapitel 8.1.3.4.

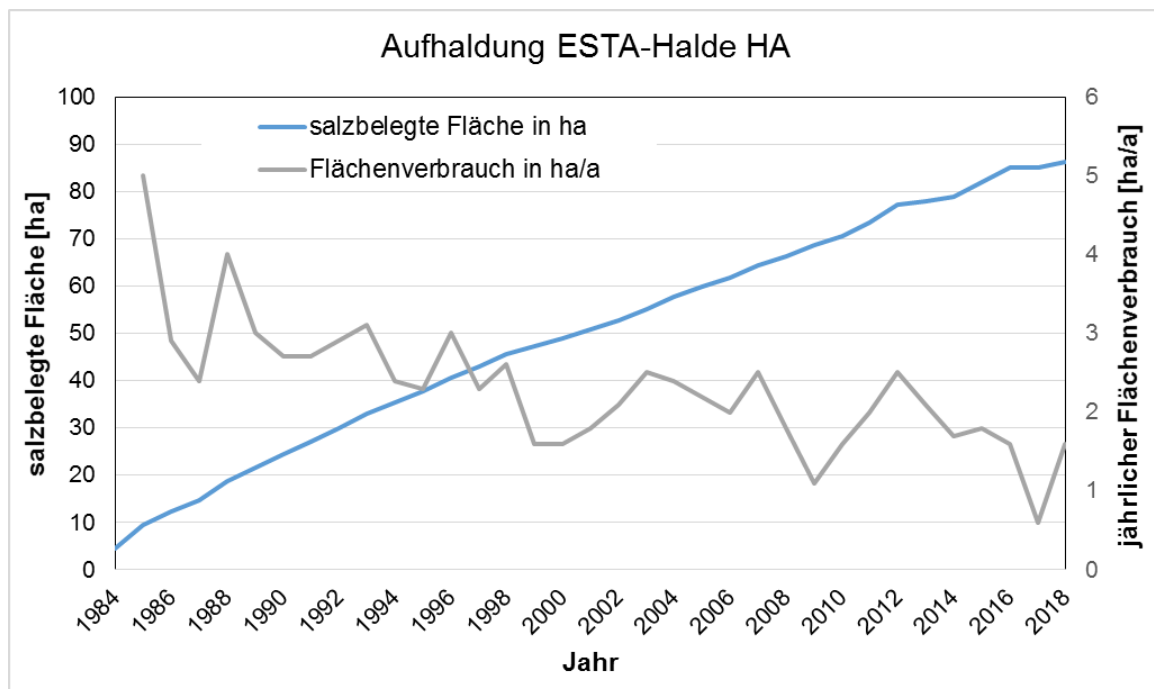


Abbildung 5-1: Zeitliche Entwicklung der Haldenaufstandsfläche der ESTA-Rückstandshalde Hattorf sowie des jährlichen Flächenverbrauchs seit 1985 (angegeben sind die Flächen Anfang eines jeden Jahres)

Die folgende Abbildung 5-2 zeigt die Entwicklung der salzbelegten Fläche im Zusammenhang mit dem Haldenwasseranfall. Während seit 2003 bis heute eine stetige Zunahme der salzbelegten Fläche zu verzeichnen war, bewegte sich der Haldenwasseranfall nach einem deutlichen Anstieg von 2006 (550 Tm³) nach 2007 (700 Tm³) in den Folgejahren um 800 Tm³.

Generell ist es allein auf der Grundlage periodisch durchgeführter, lokaler Abflussmessungen nicht möglich, eindeutige Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Basisabdichtung und die Haldenzonierung zu erlangen. Grund dafür ist auch, neben dem punktuellen Kleinklima um die Halde, dass eine belastbare Abgrenzung von Teileinzugsgebieten unter der Halde nicht möglich ist. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass das Puffervermögen der Halde zu einer Vergleichmäßigung und verzögerten Abgabe des infiltrierten Niederschlages führt, wie auch der untere Teil der folgenden Abbildung verdeutlicht.

Mit Zulassung des SBP 07/06 vom 22.08.2012 (AZ: R2-76d1201-152031) für die Vorbereitung der Haldenfläche im Erweiterungsgebiet, 4. Beschüttungsabschnitt, Thüringer Teil, wurde die Erstellung einer Haldenwasserbilanz gefordert (NB 9). Diese wurde mit Schreiben vom 09.01.2014 erstmals vorgelegt und seither im Rahmen des Haldenerweiterungsverfahrens fortlaufend weiterentwickelt.

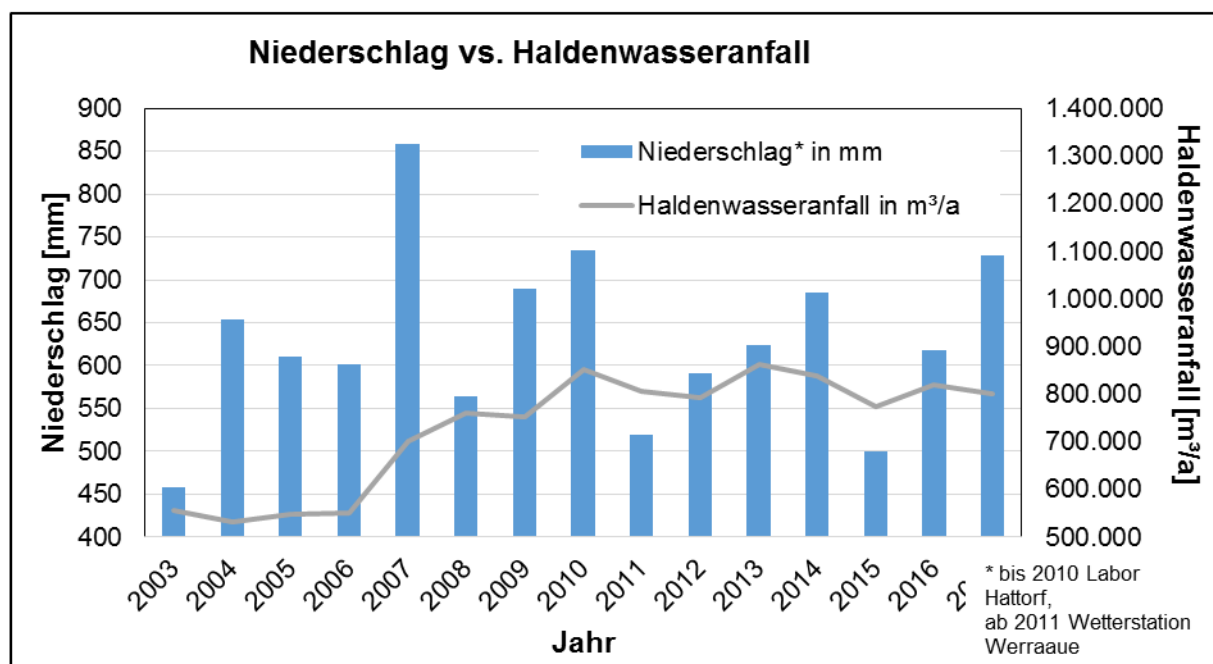
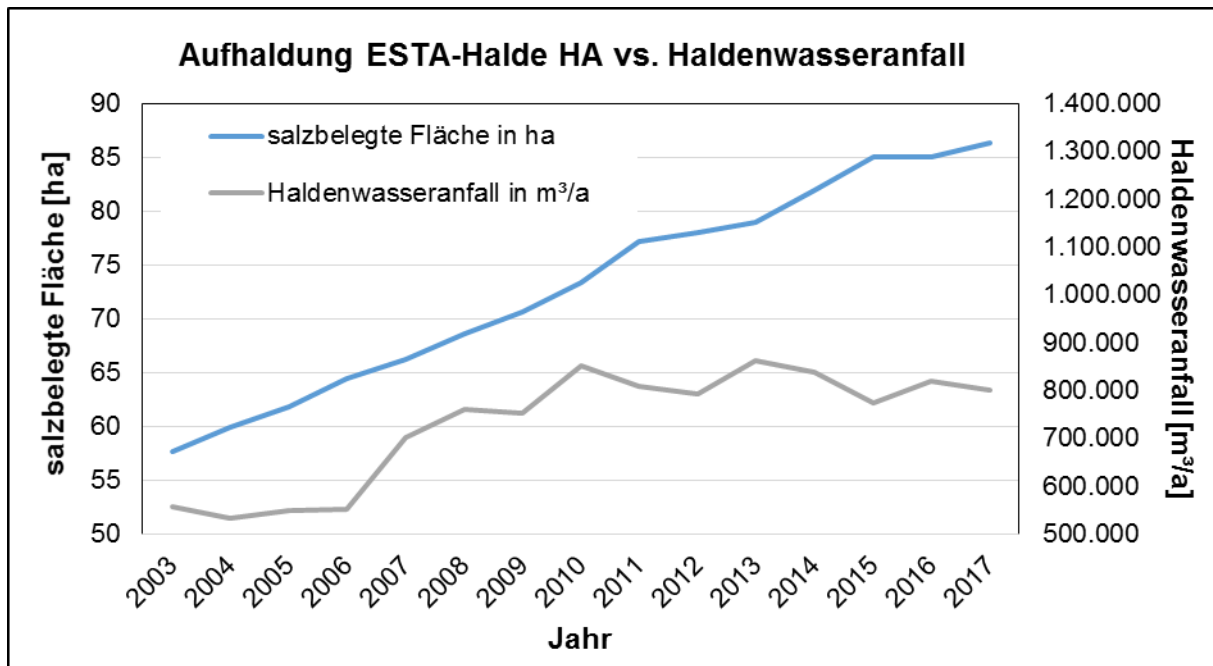


Abbildung 5-2: Zeitliche Entwicklung des Haldenwasseranfalls im ESTA-Becken vs. Salzbelegte Fläche und Niederschlagsanfall

6 Schüttausläufer

Im September 2015 wurde dem RP Kassel, Dez. 34, eine tabellarische Aufstellung der bis dahin dokumentierten Schüttausläufer übergeben (K+S KALI GmbH, 2016). Demnach betrug die Breite der im Zeitraum seit 2006 beobachteten Salzabgänge max. 10 m. In der Zwischenzeit haben sich keine anderen Erkenntnisse bzgl. der Reichweite der Schüttausläufer ergeben.

7 Verformungen

Im Zusammenhang mit der Darstellung von Ursachen von Grundwasserbeeinflussungen im Kapitel 8.1.3.5 wird die Entwicklung der Verformungen im Bereich von Haldenfuß und Haldenvorfeld, deren Auswirkungen, die Ergebnisse der Ursachenforschung sowie die Maßnahmen im Haldenvorfeld dargestellt, so dass an dieser Stelle nur ein Verweis erfolgt.

8 Entwicklung der Überwachungsmaßnahmen im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf

Die Maßnahmen zur Überwachung von Umweltauswirkungen für den Haldenstandort sind im Überwachungsplan festgelegt. Dieser wird kontinuierlich aktualisiert und angepasst. Die Überwachungsmaßnahmen im Bereich bestehenden Halde und der Haldenerweiterung sind in Band 1.1E Kapitel 9 (Monitoring, Überwachungs- und Maßnahmenkonzepte) dargestellt. Auffälligkeiten im Rahmen der betrieblichen Überwachungsmaßnahmen werden seit dem Berichtsjahr 2012 im Rahmen eines jährlichen Berichtes an die Bergbehörde übergeben.

Generell erfolgen seit 1982 gemäß des Überwachungsplans in der jeweils gültigen Fassung regelmäßige Kontrollen / Überprüfungen der Haldenfläche, Rinnensysteme, Rigolen, Befahrungswege sowie der Zäune und Tore. Die Ergebnisse werden in Form von Haldenbefahrungsberichten dokumentiert.

Im Folgenden werden die Inhalte ausgewählter Monitoringprogramme, mit Schwerpunkt auf der Grundwasserbeobachtung, skizziert, die Bestandteil des betrieblichen Überwachungsplans sind.

Mit Inkrafttreten des § 22a ABergV am 1. Mai 2012 waren Maßnahmen vorzusehen, um nachteilige Auswirkungen auf Gewässer oder den Boden durch Haldensickerwässer gemäß den Anforderungen an die Entsorgung von bergbaulichen Abfällen soweit wie möglich zu vermeiden. Auch diese werden in den folgenden Abschnitten skizziert.

8.1 Grundwasserbeobachtung, festgestellte Auswirkungen und Maßnahmen

8.1.1 Kenntnisstand im Rahmenbetriebsplan HA-19.99

Zum Zeitpunkt der Antragsstellung für den Rahmenbetriebsplan 19.99-HA waren am Standort fünf Grundwassermessstellen (GWM) vorhanden, die den Hauptgrundwasserleiter erschlossen; das Vorhandensein schwebender Grundwasservorkommen wurde vermutet.

Wie dem Rahmenbetriebsplan HA-19/99 zu entnehmen ist, war bereits zum Zeitpunkt der Planfeststellung 2004 ein räumlich begrenzter Einfluss von Haldensickerwasser im unmittelbaren Haldenumfeld bekannt und ist in den Antragsunterlagen als Ist-Zustand dokumentiert (siehe Technischer Erläuterungsbericht, Feb. 2000, Kap. 5.2.4, sowie UVS-Anhang 4, November 1999). Durch die geplante Erweiterung wurden darüber hinausgehende Auswirkungen auf den schwebenden Grundwasserleiter nicht erwartet (RPKS, 2004).

In den Antragsunterlagen des RBP HA-19/99 ist die Versalzung der in 1996 erstmals aufgetretenen Quelle 4 im Kreuzgraben beschrieben (siehe dazu Kapitel 8.1.3.3). Dies wurde als Indiz für die Haldenwasserbeeinflussung eines örtlich begrenzten schwebenden Grundwasservorkommens im Bereich der bereits geschütteten Halden gewertet. Eine erhöhte Mineralisation der Quellen 1 bis 3 und 6 wurde im Laufe des Planfeststellungsverfahrens ebenfalls dokumentiert. Es wurde ausgeschlossen, dass die Quellen 1, 2 und 3 durch versickerndes Haldenwasser beeinflusst werden und vermutet, dass die Mineralisation der Quelle 2 geogen sei und die hohen Salzgehalte der Quelle 6 auf die Althalde zurückgehe. Im Übrigen blieb die Frage nach der Herkunft der Versalzung der Quellen offen. Weiterhin waren Versalzungen im Raum Röhrigshof bekannt, jedoch war deren Herkunft (Halden- oder Versenkeinfluss) nicht zweifelsfrei geklärt.

Eine großflächige Versalzung des Hauptgrundwasserleiters im Umfeld der Rückstandshalde war zum Zeitpunkt der Antragsstellung nicht gegeben. Als Ursache für die mit der Messstelle GWM 1 (im Abstrom der Halde gelegen; inzwischen zurückgebaut) festgestellten erhöhten Salinitäten im Hauptgrundwasserleiter (HGWL) wurde ein mengenmäßig begrenztes Versickern von Wässern der Rückstandshalde im Mantelbereich angenommen.

Eine weitere Beeinträchtigung des Grundwassers durch die Haldenerweiterung wurde nicht prognostiziert; eine Beeinflussung der Trinkwasserbrunnen der Gemeinde Unterbreizbach im Glaamtal wurde ausgeschlossen. Eine Beeinträchtigung der Schutzziele des Naturschutzgebietes Stöckig-Ruppertshöhe wurde nicht erwartet.

Neben den in Kapitel 4.4.1 beschriebenen Anforderungen an die Untergrundabdichtung enthält der Planfeststellungsbeschluss aus dem Jahr 2004 Nebenbestimmungen zur Erweiterung des Grundwassermonitorings (NB 4.2.2.3 und 4.2.2.4) sowie für den Fall einer möglichen Beeinträchtigung des NSG Stöckig-Ruppertshöhe (NB 4.2.2.5). NB 4.2.2.6 regelt die Erarbeitung von Gegenmaßnahmen, für den Fall, dass die Grundwasserbeobachtung Erkenntnisse über nicht erwartete Auswirkungen auf das Grundwasser bringt.

8.1.2 Weiterentwicklung des Kenntnisstands seit 2004

8.1.2.1 Ausbau des Messnetzes

Im Nachgang der Planfeststellung zur Haldenerweiterung 2004 wurde der Mess- und Beobachtungsplan Grundwasser aufgestellt (in Erfüllung der NB 4.2.2.4 des Planfeststellungsbeschlusses für Thüringen (TLBA, 2004), in 2005 zugelassen und seitdem stetig erweitert. Die Zunahme des Umfangs des Messnetzes wird in folgender Tabelle erkennbar.

Tabelle 4: Messstellenumfang des Mess- und Beobachtungsplans Grundwasser

Jahr	# GWM HGWL	# GWM SGWL	Sonstige Messstellen	Quelle
1999	5			RBP HA-19.99
2005	5	6	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 3 bzw. 6 Schürfe • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal 	Grundwasserbeobachtungsplan 2005 (Kluge & Thönelt, 2006)
2006	5	5	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 3 bzw. 5 Schürfe (temporäre Messstellen) • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal 	Messstellenplan Grundwasserbeobachtung Umfeld Halde Hattorf - Hessen und Thüringen 2006 (Kluge & Thönelt, 2007)
2007	5	5	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 2 bzw. 3 Schürfe (temporäre Messstellen) • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal 	Messstellenplan Grundwasserbeobachtung Umfeld Halde Hattorf - Hessen und Thüringen 2007 (Kluge & Thönelt, 2008)
2008	6	5	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 3 Schürfe (temporäre Messstellen) • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal 	Messstellenplan Grundwasser und Oberflächengewässer Umfeld Halde Hattorf - Hessen und Thüringen 2009 (Beer & Niessing, 2009)
2009	6	5	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 3 Schürfe (temporäre Messstellen) • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal 	Messstellenplan Grundwasser und Oberflächengewässer Umfeld Halde Hattorf - Hessen und Thüringen 2009 (Münz & Dr. Niessing, 2010)
2010	6	5	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 1 Schurf (temporäre Messstellen) • 4 Sickerwassermessstellen • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal • 1 Teich 	Mess- und Beobachtungsplan Grundwasser / Quellaustritte im Umfeld Halde Hattorf 2010 (Münz & Jungmann, 2011)
2011	8	7	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 1 Schurf (temporäre Messstellen) • 4 Sickerwassermessstellen • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal • Teich (2 Messstellen) 	Mess- und Beobachtungsplan für Grundwasser / Quellaustritte im Umfeld der Halde Hattorf für das Jahr 2011 (Metzlaff & Jungmann, 2012)
2012	7	6	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 1 Schurf (temporäre Messstelle), • 4 Sickerwassermessstellen • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal • Teich (2 Messstellen) 	Mess- und Beobachtungsplan Grundwasser / Quellaustritte im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf im Jahr 2012 (Metzlaff, 2013)

2013	11	11	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 1 Schurf (temporäre Messstelle), • 8 Sickerwassermessstellen • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal • Teich (2 Messstellen) 	Mess- und Beobachtungsplan Grundwasser / Quellaustritte im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf im Jahr 2013 (Metzlaff, 2014)
2015 (analog 2014)	15	12	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Quellen • 4 Sickerwassermessstellen • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal • Tiefendrainage (2 Messstellen) 	Mess- und Beobachtungsplan Grundwasser / Quellaustritte im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf im Jahr 2014 (Metzlaff & Helm, 2015)
2016	20	21	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Quellen • 4 Sickerwassermessstellen • Hy 1/43 Unterbreizbach (GWM) • Stollenfassung Glaamtal • Teich (1 Messstellen, zeitweise) • 3 Oberflächenwassermessstellen • Tiefendrainage (2 Messstellen) 	Mess- und Beobachtungsplan Grundwasser / Quellaustritte im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf im Jahr 2016 (Metzlaff, Lohmeier, Helm & Artschwager, 2017)
2017	22	21	<ul style="list-style-type: none"> • 10 Quellen • 4 Sickerwassermessstellen • 3 Brunnen • Stollenfassung Glaamtal • 6 Oberflächenwassermessstellen (3 Gräben und 3 Fließgewässermessstellen) • Tiefendrainage (2 Messstellen) 	Mess- und Beobachtungsplan Grundwasser / Quellaustritte im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf im Jahr 2017 (Metzlaff, Karger & Hahn, 2018)

Weitere Erkenntnisquellen bzgl. des Untergrundaufbaus stehen aufgrund der Neueinrichtung von Inklinometern und aufgrund umfangreicher Baugrunderkundungen im Umfeld der Halde Hattorf für verschiedene Projekte zur Verfügung. Letztere haben insbesondere zu einer deutlichen Erweiterung des Kenntnisstands im oberflächennahen (Quartär-)Bereich geführt. In den Jahren 2008 (HEMc) und 2009 (TEMd) erfolgten des Weiteren aerogeophysikalische Messungen im Rahmen einer Befliegung im Umfeld der Haldenstandorte Hattorf und Wintershall zur Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit der oberen Grundwasserstockwerke.

Aufgrund der kontinuierlichen Erweiterung des Messstellennetzes erweiterte sich der Kenntnisstand bzgl. des Untergrundaufbaus, des Ist-Zustands des Grundwassers, der Grundwasserfließrichtungen und der Haldenwasserbeeinflussung im Umfeld der Halde im Lauf der Jahre stetig.

Im Jahr 2010 wurde ein Maßnahmenprogramm bzgl. der „Grundwasserbeschaffenheit im oberen Grundwasserstockwerk“ für das Werk Werra aufgestellt und durch das RP Kassel zugelassen. In diesem ist u.a. die Aufstellung eines numerischen Grundwassermodells

^c Hubschrauberelektromagnetische Messung

^d Transientelektromagnetische Messung

verankert. Im Zuge der Arbeiten zur Aufstellung des numerischen Grundwassermodells erfolgte neben zahlreichen ergänzenden Untersuchungen in den Folgejahren einerseits eine weitere umfangreiche Erweiterung des Messnetzes, andererseits wurden Funktionsprüfungen in den vorhandenen GWM durchgeführt, die teilweise zum Ersatz oder Neuausbau von GWM und in Folge dessen zu neuen Ergebnissen und einer teilweisen Neubewertung von Erkenntnissen führten.

Durch die kontinuierliche Erweiterung des Messstellennetzes (Beispiel Grundwassermessstellen: 11 GWM in 2005, 43 GWM in 2017) und die o. g. aerophysikalischen Messungen wurde in den Jahren nach 2004 eine sich ausbreitende Grundwasserbeeinflussung erkannt und mit den Jahresberichten zur Grundwasserbeobachtung dokumentiert (NB 4.2.2.4 des PFB "Erweiterung Kalirückstandshalde Hattorf" (AZ: 44/HEF-76 d 40 - 11-314-14/170). Im folgenden Kapitel sind einige wesentliche Ergebnisse daraus zusammengestellt.

8.1.2.2 Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung

So wurde ab **2005** eine steigende/erhöhte Mineralisation in der GWM 1 im **Hauptgrundwasserleiter (HGWL)** am nordöstlichen Haldenfuß sowie in den durch Haldensickerwasser beeinflussten GWM 6, 7 und 10 im **schwebenden Grundwasserleiter (SGWL)** dokumentiert (Kluge & Thönelt, 2006). Der seit Frühjahr 2011 zu beobachtende Anstieg der Mineralisation in der GWM 10 setzte sich bis 2013 fort (Metzlaff, 2013). Ende 2015 wurde im südöstlichen Vorfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf die GWM 40/2015 HA als Ersatzmessstelle für die zurückgebaute GWM 10 errichtet.

Da die GWM 1 durch Auskristallisationen in der Filterstrecke in ihrer Funktion stark beeinträchtigt war, wurde sie im Sommer 2013 zurückgebaut, als Ersatzmessstelle diente GWM 13 (Metzlaff & Jungmann, 2012). Die haldennahe GWM 7 war durch oberflächennahe Bewegungen des Untergrundes in ihrer Funktionstüchtigkeit stark beeinträchtigt, weshalb sie im Juni 2013 zurückgebaut wurde (Metzlaff & Jungmann, 2012; Metzlaff, 2013). Sie wurde durch die im Jahr 2013 fertiggestellte GWM 22/2012 HA ersetzt.

In der GWM 2 im Ochsengraben (HGWL) wurde seit Beginn der Beobachtung im Jahr 1997 eine erhöhte Mineralisation nachgewiesen, wobei eine Auffälligkeit im Ca : Mg-Verhältnis und daher eine eindeutige Zuordenbarkeit dieser Mineralisation nicht möglich war (Beer & Niessing, 2009; Kluge & Thönelt, 2006). Die erhöhte Mineralisation in der GWM 12 ab dem Monitoringjahr 2007, als diese als Ersatz für die GWM 6 ausgebaut wurde (Kluge & Thönelt, 2008), war gemäß Ergebnissen aus Kamerabefahrungen auf einen hydraulischen Kurzschluss zwischen dem schwebenden Grundwasserleiter und dem Hauptgrundwasserleiter zurückzuführen, weshalb die Messergebnisse an der GWM 12 als nicht repräsentativ für die Beurteilung des Hauptgrundwasserleiters angesehen wurden (Metzlaff & Jungmann, 2012) und der Rückbau in 2013 erfolgte (Metzlaff, 2013). Als Ersatzmessstelle wurde die GWM 25 (HGWL) eingerichtet, für welche die Auflage besteht, Überschreitungen von 250 mg/l Cl⁻ der zuständigen Behörde zu melden. Weiterhin wurden in der Nähe im Bereich des NSG Stöckig-Ruppershöhe die GWM 26 und 27 zur Beobachtung des SGWL eingerichtet.

Die GWM 9 (**SGWL**) zeigt 2010 erstmals eine leicht erhöhte Mineralisation (Münz & Jungmann, 2011). Im Verlauf des Jahres 2011 kam es zu einem deutlichen Anstieg der Grundwassergesamtmineralisation auf 32.631 mg/l, weshalb eine Beeinflussung durch Haldensickerwasser als sehr wahrscheinlich eingeschätzt wurde (Metzlaff & Jungmann, 2012) (siehe auch Kapitel 8.1.3.6). Der Anstieg setzte sich in 2012 fort (Metzlaff, 2013).

Für die in den Jahren 2012 und 2013 im SGWL errichteten Grundwassermessstellen GWM 26/2012 HA (ca. 150 m vom Haldenrand entfernt, am südöstlichen Rand des NSG Stöckig-Ruppertshöhe) und GWM 27/2012 HA (nahe des südwestlichen Haldenfußes) wurde im Monitoringbericht für das Jahr 2012 eine Haldensickerwasserbeeinflussung angezeigt, wobei die Mineralisation der GWM 26 deutlich geringer war als jene der GWM 27, die aufgrund ihrer Nähe zur Halde die im Vergleich mit den anderen Grundwassermessstellen höchsten Salzbelastungen aufweist.

Ende Dezember **2012** zeigte die seit Juni 2012 eingebaute Druck-, Temperatur-, Leitfähigkeitssonde in der GWM 11 innerhalb von zwei Tagen einen Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit. Die Messungen der Sonde wurden durch Messungen mit einem Handmessgerät überprüft und bestätigt. Die zuständige Behörde wurde über den Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit in der GWM 11 sowie über nachfolgende Grundwasserbeprobungen, die eine deutliche Beeinflussung der GWM 11 durch Haldensickerwasser bestätigte, informiert (Metzlaff, 2013).

Der Monitoringbericht für das Jahr 2012 kommt zu dem Ergebnis „dass der schwebende Grundwasserleiter unmittelbar im näheren Umfeld des Haldenfußes deutlich haldensickerwasserbeeinflusst ist und die Höhe der Gesamtmineralisation mit zunehmender Entfernung abnimmt. Der am stärksten beeinflusste Bereich liegt zwischen den Messstellen GWM 27/2012 HA und GWM 10.“ (Metzlaff & Jungmann, 2012). Die Entfernungsabhängigkeit zeigte sich beispielsweise anhand der GWM 15/2011 HA und GWM 21/2011 HA, welche beide mineralisiertes Grundwasser mit einer Beeinflussung durch Haldensickerwasser führen, wobei die Gesamtmineralisation sowie der Grad der Beeinflussung durch Haldensickerwasser in der GWM 15/2011 HA deutlich höher sind als in der GWM 21/2011 HA.

Für das Berichtsjahr **2013** wurde für die im Niveau des schwebenden Grundwasserleiters ausgebauten Grundwassermessstellen GWM 9, GWM 10, GWM 15/2011 HA, GWM 21/2012 HA, GWM 22/2012 HA, GWM 26/2012 HA und GWM 27/2012 HA eine eindeutige Beeinflussung durch Haldensickerwasser beschrieben (Metzlaff, 2014) und eine stärkere Beeinflussung am südlichen und südöstlichen Haldenrand als am nördlichen und nordwestlichen Haldenrand angenommen.

Im Eigenbericht zum Beobachtungsjahr **2014** wird die Beeinflussung des SGWL und des HGWL zusammenfassend beschrieben (Metzlaff & Helm, 2015): Im direkten Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf sowie in ihrem südlichen und insbesondere östlichen Abstrom ist eine deutliche Beeinflussung der Gesamtmineralisation des **SGWL** durch Haldensickerwasser zu beobachten. Diese zeigt sich örtlich in der GWM 11 und Quelle 1, in denen ein deutlicher Anstieg der Gesamtmineralisation festgestellt wurde.

Der **HGWL** führt ein überwiegend gering mineralisiertes geogenes Grundwasser. Deutlich höhere Werte der Gesamtmineralisation und eine Beeinflussung durch Haldensickerwasser finden sich im nordöstlichen Vorfeld der ESTA-Rückstandshalde unmittelbar im Anschluss

an den überschütteten Kreuzgraben, im direkten Abstrom der Halde und der Abfallentsorgungsanlage. Der zweite Bereich liegt östlich der Althalde im Abstrom der bereits zurückgebauten Kieserithalde bzw. des Beckens IV. Ursache der stark erhöhten Gesamtmineralisation ist hier vorrangig die Beeinflussung des Grundwassers durch Haldensickerwasser der ehemaligen Kieserithalde.

Die höchsten Gesamtmineralisationen finden sich daher im unmittelbaren Abstrom der ESTA-Rückstandshalde Hattorf und der Althalde Hattorf in einem Gebiet, in dem der SWGL nicht ausgebildet ist.

Im Eigenbericht 2014 wurde eine hydrochemische Gruppierung der Grundwassermessstellen im SGWL und HGWL entsprechend ihrer Gesamtmineralisation und Beeinflussung durch Salzabwässer vorgenommen und gezeigt, dass die höchsten Schwermetallgehalte in den Grundwassermessstellen mit der höchsten Gesamtmineralisationen beobachtet wurden (Metzlaff & Helm, 2015).

Im Jahresbericht für **2016** (Metzlaff, Lohmeier, Helm & Artschwager, 2017) erfolgte anhand der Beeinflussung oder Nicht-Beeinflussung des Grundwassers durch die ESTA-Rückstandshalde, die stillgelegte Abfallentsorgungsanlage und die sogenannte Althalde einerseits sowie der Grundwasserfließrichtungen andererseits eine weitergehende räumliche Einteilung des Monitoringraumes in vier Bereiche.

Aufgrund dieser in den Messstellen im Umfeld der Halde Hattorf festgestellten Grundwasserbeeinflussung durch Haldensickerwasser wurden ergänzend umfangreiche Untersuchungen unter intensiver behördlicher Begleitung durchgeführt, wie beispielsweise die aerogeophysikalischen Messungen in 2008 bis 2012 (vgl. Band 3.13.1) und diverse bodengestützte geophysikalische Messkampagnen im Umfeld der Halde, mit Schwerpunkt im Bereich der Süd- und Südostseite sowie angrenzend an das NSG Stöckig-Ruppertshöhe und im Bereich Röhrigshof in 2016/17.

8.1.2.3 Quellaustritte

Durch Haldenwässer beeinflusste **Quellaustritte** (Quellen 1, 2, 3 und 6) an den Flanken der Auslaugungssenke Unterbreizbach wurden bereits im Monitoringbericht für das Jahr 2005 dokumentiert. Wie die über viele Jahre hinweg gewonnenen Ergebnisse des Monitorings zeigen und wie in den jeweiligen Jahresberichten beschrieben, besteht zwischen Schüttung und Gesamtmineralisation der Quellen eine umgekehrte Proportionalität.

In der zweiten Jahreshälfte 2015 wurden am nördlichen und westlichen Rand der Auslaugungssenke Unterbreizbach im Ausstrichsbereich des SGWL die Versalzung von drei weiteren Quellaustritten bekannt (Quelle 7, 8 und 9), die in den Mess- und Beobachtungsplan aufgenommen wurden (Metzlaff, 2016). Die im Ort Unterbreizbach (Bornecke) gelegene Quelle 10 schüttete bis 2015 gering mineralisiertes Wasser. Erst in der ersten Jahreshälfte 2016 wurde eine Belastung durch salzhaltige Wässer festgestellt und, nachdem die Gemeinde Unterbreizbach K+S über die Quelle informiert hatte, die Quelle ab Oktober 2016 in den Mess- und Beobachtungsplan aufgenommen. Auch die Salzhaltigkeit der Quelle 11 wurde im Oktober 2016 bekannt. Die Quelle wurde zunächst nur einmalig beprobt (Metzlaff, Lohmeier, Helm & Artschwager, 2017), weil ihre Schüttung

sehr gering war und keine fachgerechte Probenahme durchgeführt werden konnte. Nachdem die Gemeinde Unterbreizbach eine provisorische Quelfassung installiert hat, wird seit April 2017 auch diese Quelle regelmäßig beprobt. Im April 2017 wurde K+S die salzhaltige Quelle 12 am westlichen Ortsrand von Unterbreizbach angezeigt. Diese wurde umgehend in den Mess- und Beobachtungsplan aufgenommen.

Im Oktober 2016 fand eine erste Probenahme an weiteren neu errichteten Messstellen im Bereich des Wolfgrabens statt. Dort wurden drei Messstellen am Auslauf der Verrohrung in den Wolfgraben, an der Mündung des Wolfgrabens in die Ulster und eine Messstelle zwischen den beiden vorgenannten kurz unterhalb der Einmündung des vom Teich bei Quelle 2 kommenden Grabens in den Wolfgraben errichtet. Alle drei Messstellen weisen auf ein durch Haldensickerwasser beeinflusstes Wasser hin (Metzlaff, Lohmeier, Helm & Artschwager, 2017).

8.1.2.4 Weitere Maßnahmen zur Verbesserung des Kenntnisstandes

Der Analysenumfang des Monitorings hat sich seit Einführung des Mess- und Beobachtungsplans in 2005 deutlich erweitert. Beispielhaft sei hier die umfangreiche Erweiterung im Nachgang des Scopingtermins zur Haldenerweiterung 2011 unter Bezugnahme auf die Forderungen der TLUG genannt. Nachdem im Jahr 2011 erstmals in den Quellen 1 und 3 ein Anstieg der Schwermetallgehalte festgestellt wurde, wurde im Jahr 2012 das Monitoring auf Schwermetalle unverzüglich auf das zu diesem Zeitpunkt existierende Monitoringnetz von Grundwassermessstellen ausgeweitet und nach Auswertung der ersten Daten in den weiteren Monitoringkampagnen das Probenahmeverfahren angepasst (siehe Jahresberichte zum Grundwassermonitoring). Das so erweiterte Analytikprogramm bildete die Grundlage für weitere Untersuchungen zur Ursachenforschung bzgl. des Schwermetallaustrags.

Im Zuge der Einführung des § 22a ABergV sowie im Hinblick auf die Nebenbestimmung 4.2.2.6 des Planfeststellungsbeschlusses aus 2004 erfolgte weiterhin die Prüfung und Umsetzung diverser Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen im Haldenbetrieb (z.B. Errichtung einer Tiefendrainage). Auch diese Maßnahmen wiederum trugen zur Verbesserung des Kenntnisstands bzgl. der Untergrundbeschaffenheit bei.

Die Bewertung von Messdaten, Beobachtungen und Ereignissen lösten weitere Untersuchungen zur Ursachenforschung und die Umsetzung von Maßnahmen aus. Beispielhaft für solche Ereignisse und Beobachtungen sind hier die anhand von Analyseergebnissen der Quellen im Haldenumfeld festgestellten Schwermetallgehalte sowie die festgestellte neu aufgetretene Versalzung in einigen Quellen zwischen der ESTA-Halde und Unterbreizbach in den vergangenen Jahren zu nennen.

In 2016 wurden im erweiterten Umfeld der Halde Hattorf insgesamt 9 Grundwassermessstellen errichtet, wodurch die Erkenntnisse über Grundwasserfließrichtungen deutlich verbessert wurden und werden. Diese bilden eine wichtige Grundlage für die Umsetzung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen.

Das Grundwassermessnetz umfasst aktuell 43 Grundwassermessstellen, davon 22 im HGWL und 21 im SGWL, sowie 3 Brunnen, 1 Stollen, 10 Quellen, 4 Sickerwassermessstellen, 2 Messstellen Tiefendrainagen sowie 6

Oberflächenwassermessstellen und die Beprobung des Haldenwassers (Metzlaff, Karger & Hahn, 2018). Auf Basis dieses umfangreichen Messnetzes wurde der Ist-Zustand des Grundwassers in Band 3.13.2E beschrieben.

8.1.3 Ursachen der Grundwasserbeeinflussung und Gegenmaßnahmen

Bezüglich der Ursachen der Grundwasserbeeinflussung ist zu unterscheiden zwischen singulären Ereignissen mit temporären Grundwassereinträgen von untergeordneter Relevanz und generellen Eintragspfaden, die in den nachfolgenden Kapiteln eingehender betrachtet werden.

Singuläre Ereignisse mit geringer Relevanz für die in Band 3.13.2E und Band 3.12.2E dokumentierte Grundwasserbeeinflussung im Ist-Zustand sind beispielsweise die vereinzelt aufgetretenen Schüttausläufer von Rückstand über den Haldenfuß in das Haldenvorfeld (siehe Kapitel 6) oder aber singuläre Übertritte von Haldenwasser aus dem Randgraben. Ein solcher Übertritt trat in Folge starker Niederschläge im Mai 2013 auf und wurde im zugehörigen Jahresbericht der Grundwasserüberwachung dokumentiert (Metzlaff, 2014). Dieser Übertritt machte sich vor allem in den südwestlich der Halde gelegenen Sickerwassermessstellen SWM 1, SWM 2, SWM 3 und SWM 4 durch eine markante Erhöhung der Ionenkonzentrationen bemerkbar. Die Niederschläge führten zudem in der haldennah gelegenen GWM 27 nicht nur zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels, sondern auch zu einer leichten Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit.

Im Hinblick auf generelle Eintragspfade für Haldensickerwasser in den Untergrund sind nach heutigem Kenntnisstand die nachfolgend beschriebenen Sachverhalte relevant:

8.1.3.1 Einträge aus dem Bereich von Kieserithalde, Becken IV, Schlammbecken sowie den Anhydrithalden am Standort Hattorf

Einträge aus dem Bereich der Althalden wurden bereits im Zuge der Zulassung des Rahmenbetriebsplans 19.99-HA als mögliche Ursache für die Grundwasserbeeinflussung im Norden der Bestandshalde vermutet (zur Lage der Bereiche vgl. Abbildung 4-9). Im Zuge der Planung der Umgestaltung des Bereiches wurde eine Abschätzung der Salzeinträge aus den Bereichen von Kieserithalde, Becken IV, Schlammbecken sowie den Anhydrithalden vorgenommen, die sich im Mittel auf rund 13.200 t/a beläuft (vgl. Band 3.13.2E bzw. Band 2.1E, Anlage 4). Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, wurde die am Standort vorhandene Kieserithalde bis Ende 2017 zurückgebaut und der Kieserit verwertet. Derzeit erfolgt im Rahmen der Umgestaltung des Bereiches die Oberflächenabdeckung des Schlammbeckens. Weiterhin ist im Anschluss daran die Abdeckung des Beckens IV, der Kieserithalde sowie der Anhydrithalde Nord in einem Zeitraum bis ca. 2020 geplant. Entsprechend den weiteren Planungen zur Abdeckung der Althalden werden in den Berechnungen im Band 3.13.2E für die Kompensationsmaßnahme westliche Anhydrithalde Nord und die weiteren Abdeckungen, Eintragsreduzierungen von summarisch 12.725,2 t/a Salz berücksichtigt (siehe auch Anlage 4 Band 2.1E).

8.1.3.2 Einträge aus dem ESTA-Althaldenbereich (Beschüttung ab Genehmigung 1976 – 2004);

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, wurde die Aufhaldungsfläche im Geltungsbereich des Rahmenbetriebsplans aus 1976 gemäß dem damaligen Stand der Technik und aufgrund der Eigenschaften des anstehenden Untergrunds vor ihrer Überschüttung nicht gedichtet. Im Rahmen der Erarbeitung der Antragsunterlagen zum RBP 19.99-HA wurden Schürfe im Bereich der heute genehmigten Haldenfläche angelegt und Bestimmungen der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte nach DIN 18130-1 vorgenommen. Hierbei ergaben sich Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-10}$ m/s, der anstehende Untergrund ist als gering bis sehr gering durchlässig zu charakterisieren. Aufgrund der Tatsache, dass insbesondere in den Anfangsjahren der Aufhaldung keine Entfernung des Waldbestands erfolgte, ist jedoch davon auszugehen, dass lokal abweichende, erhöhte Durchlässigkeiten vorliegen (siehe Abbildung 4-11).

Die Halde wurde in das Trockental des Kreuzgrabens geschüttet und entgegen der Gefällerrichtung von Nordost nach Südwest aufgebaut. Der Haldenfuß ist von einem durchgängigen Randgraben umgeben; jedoch bestehen sowohl auf der Ost- als auch auf der Westseite der Halde nach innen einfallende Gefälleverhältnisse, so dass ein Teil des Haldensickerwassers aus dem Haldenmantelbereich nicht auf kurzem Weg in den Randgraben gelangt. Für diesen Teil des Haldensickerwassers ergeben sich längere Fließwege im Mantelbereich, bevor ein dem Gefälle folgender freier Austritt in den Randgraben möglich ist. Diesem Umstand wurde begegnet, indem auf der Haldenostseite im Bereich der Teilabschnitte 4 und 5 haldeninterne Entwässerungselemente parallel zum Haldenfuß errichtet wurden, die sich als sehr wirksam erwiesen haben. Die Lage dieser Entwässerungselemente ist der Anlage 1 des Bandes 1.1E zu entnehmen. Auch im TA 6 wurde die Errichtung der Entwässerungselemente fortgesetzt.

Die Gefälleverhältnisse auf der Ostseite der Bestandshalde und die Lage der Entwässerungselemente werden exemplarisch anhand der Abbildung 8-1 verdeutlicht. Wie aus der Abbildung ersichtlich wird, sorgen die Entwässerungselemente hier für eine effektive Abführung des auf dem vergüteten Untergrund auftreffenden Haldenwassers. Zwischen dem Haldenrandgraben an der endgültigen Haldenkontur und dem bestehenden Haldenfuß im Tiefpunkt verlaufen die Entwässerungselemente „ET3“ bis „ET5“ (ET=Ertüchtigung Haldenrandgraben), welche diejenigen Wässer fassen, die auf der Aufstandsfläche des 5. BA, dem Gefälle folgend, ablaufen. Wässer aus dem Haldenrandbereich (Mantelzone) können in der Rigole parallel zum endgültigen Haldenrand gefasst und über Abschlüge nach außen in den HRG abgeleitet werden. An diese Manteldränage sind auch die im nördlichen Rand des 4. BA erstellten Entwässerungselemente angebunden.

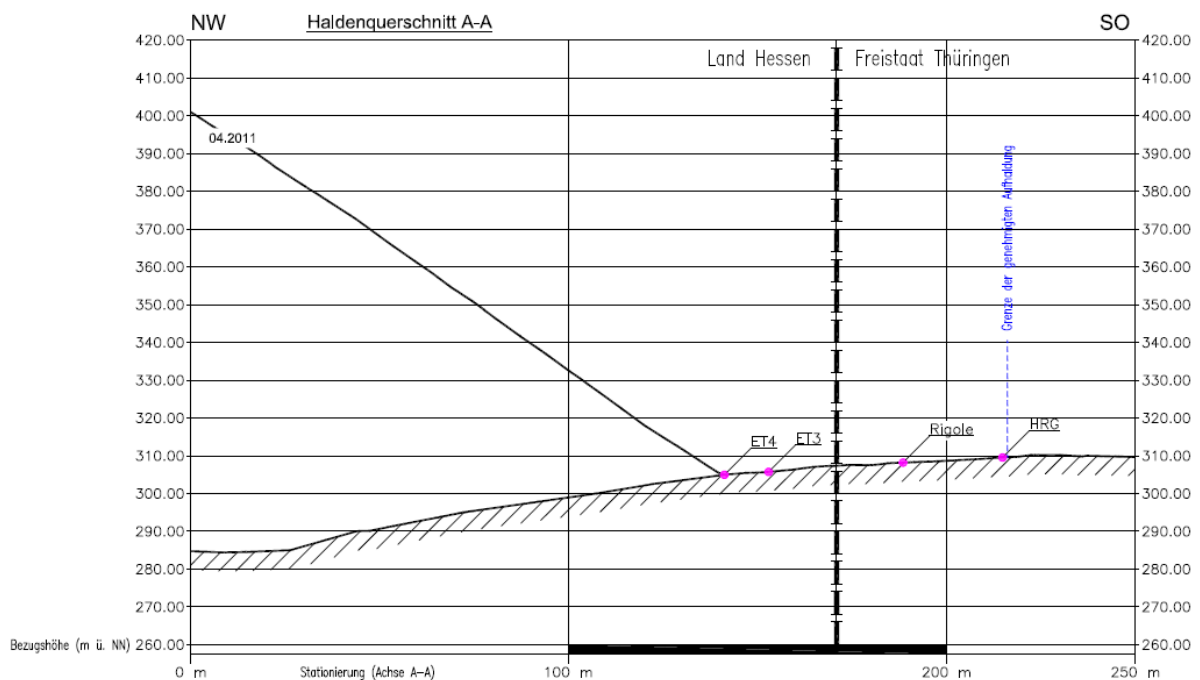


Abbildung 8-1 Haldenquerschnitt mit Entwässerungselementen im TA 5, ca. Station -1150.

Es zeigt sich, dass die Entwässerungselemente einen relevanten Beitrag zu der Ableitung von Haldenwasser aus dem Haldenkörper leisten. Die Abflussspenden aus den Entwässerungselementen ET3 bis ET5 werden im Rahmen der vierteljährlichen Abflussmessungen der Haldenrandgräben gemäß NB 6 des Zulassungsbescheides vom 16.12.2014 zum SBP HA 03/05 (Mess- und Beobachtungsplan Grundwasser / Quellaustritte im Umfeld der Halde Hattorf - Fortschreibung 2014, AZ 34/Hef-76 d 40-11-314-26/152) mit erfasst. So wurde beispielsweise für 2016 an der Messstelle des ET 3 ein mittlerer Abfluss von 149 m³/d (gemittelt aus 4 Messungen) bestimmt, was einer Jahresmenge von rd. 54.000 m³ entspricht. Für ET 4 wurde ein mittlerer Abfluss von 181 m³/d (Mittel aus 2 Messungen) bestimmt, dies entspricht einer Jahresmenge von rd. 66.000 m³. ET 5 wies einen mittleren Abfluss von rd. 63,5 m³/d (Mittel aus 4 Messungen) auf, was einer Jahresmenge von 23.000 m³ entspricht. Zusammengenommen beträgt der Anteil des über die Entwässerungselemente gefassten Wassers (143.000 m³) somit rund 17% der Haldenwassermenge des Jahres 2016 (819.820 m³) und ist damit im Verhältnis zum Flächenanteil des BA 5 an der Gesamthalde sehr hoch, obwohl die Haldenaufstandsfläche nach innen geneigt ist. Die Anlage mehrerer Entwässerungsstränge im Bereich des BA 5, etwa fußparallel zum jetzigen bzw. endgültigen Haldenfuß, trägt auch der zeitabhängigen Ausbildung einer Haldenkernzone im direkten Anschlussbereich an die Bestandshalde Rechnung. Durch die Anschüttung der Erweiterungsfläche im Bereich der Teilabschnitte 4 und 5 werden die ehemaligen Mantelflächen auf ungedichtetem Untergrund in den Haldenkern verschoben, und der neue Haldenmantelbereich liegt im Einzugsbereich der Entwässerungselemente. Es ist jedoch anzunehmen, dass vor Umsetzung dieser Maßnahme das Haldenwasser einen längeren Weg zum Haldenrandgraben zurücklegen musste. Beispielsweise schneidet die 300 m-Höhenlinie,

die in Abbildung 8-1 im Bereich des Haldenmantels der in 1976 genehmigten Halde liegt, den Haldenfuß erst ca. 100 m nördlich Station -1200. Eine Steinschüttung, die als Drainage im Taltiefsten des Kreuzgrabens für einige Jahre angelegt und mit der Beschüttung mitgeführt wurde, um die Entwässerung vor der Beschüttungsfront zu gewährleisten, wurde in 1992 durch Pumpschächte ersetzt, da sie nicht mehr funktionsfähig war (Antrag vom 14.02.1992 zur Änderung des 16. SBP vom 16.06.1982 „Rückhaltebecken für Haldenwasser“, Az: 79 f 12-03-312/21/08) (siehe auch Kapitel 4.3).

Haldensickerwässer, die aufgrund der vorstehend beschriebenen Beschaffenheit der Aufstandsfläche längere Fließwege im Mantelbereich zurücklegen, werden gegenüber dem Haldenwasser, das den Haldengräben auf kurzem Weg zufließt, in höherem Maße in den Untergrund versickern. Gleiches gilt für die im Bereich der Westflanke der Bestandshalde, die auf dem westlichen Hang des Kreuzgrabens liegt, anfallenden Wässer, für die es in der derzeitigen Situation keine Fassungsmöglichkeit durch haldeninterne Fassungselemente gibt. Die Entwässerungssituation im dortigen Bereich wird durch die im Rahmen der hier gegenständlichen Haldenerweiterung geplanten hydraulischen Trennung von Bestandshalde und Haldenerweiterung und die zu errichtenden Entwässerungselemente substantiell verbessert werden, da dann auch der Mantelbereich der Bestandshalde in den Haldenkern verlagert wird und das Haldenwasser auf gedichteten Bereichen gefasst wird.

Im Herbst 2017 wurde im Rahmen des geplanten halbtechnischen Versuchs Haldenabdeckung ein Auffangbecken für Sickerwässer im Taltiefsten des Kreuzgrabens errichtet. Der Kreuzgraben tritt an dieser Stelle unter der ESTA-Halde vor und liegt in seinem weiteren Verlauf unterhalb der Nebenthalde (siehe Abbildung 8-2). Im Zuge der Bauarbeiten wurden salzhaltige Sickerwässer aus der ungesättigten Zone im Kreuzgraben in der Baugrube angetroffen, die gefasst wurden und seitdem in das Haldenwasserfassungssystem abgeleitet werden. Eine erste Abflussmessung am 27.11.2017 ergab eine Sickerwassermenge von ca. 75 l/min; die Entwicklung der Mengen wird durch weitere Abflussmessungen beobachtet. Eine Herkunft des gefassten Wassers aus dem ESTA-Althaldenbereich ist anzunehmen.

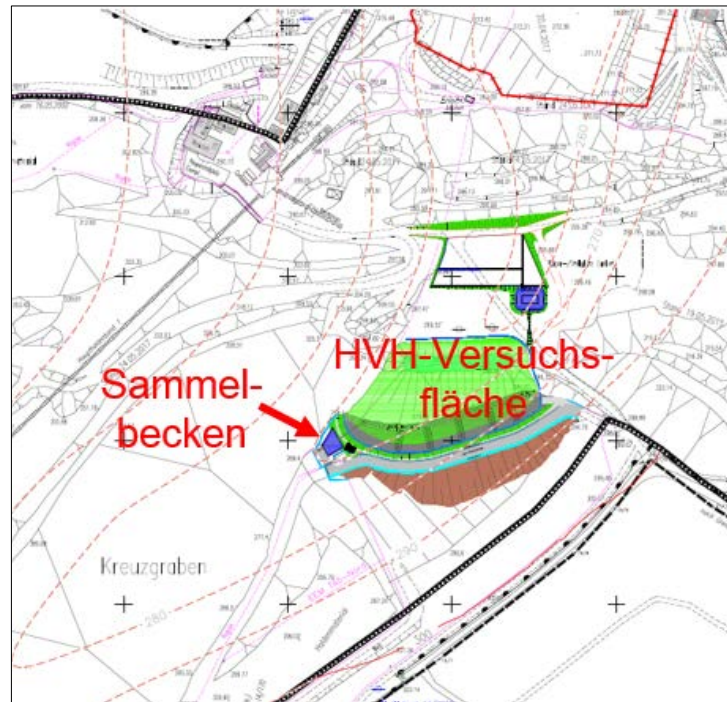


Abbildung 8-2 Lage des Sammelbeckens für Sickerwässer der HVH-Versuchsfläche im Taltiefsten des Kreuzgrabens

8.1.3.3 Überschüttung der Quelle 4

Die aus dem Taltiefsten des Kreuzgrabens kommende, in südwestliche Richtung vorrückende Haldenfront näherte sich ab Mitte der 1990er Jahre zunehmend dem Ausstrichbereich des Schwebenden Grundwasserleiters durch Beschüttung des stetig ansteigenden Geländes (RPKS, 2004). Im Ausstrich des Schwebenden Grundwasserleiters kam es zwischen 1996 und 2001 zu einem Austritt von Grundwasser im Niveau des SGWL vor der Schüttfront der Halde (Quelle 4 und mehrere diffus verteilte Wasseraustritte, Niveau Hardeggen-Sandstein, smHS) (K+S, 1999). Die Schüttung der Quelle 4 lag im Mittel bei ca. 1 l/s, wobei die Schüttung des Quellgebietes eine Beziehung zum Niederschlag zeigte (TABERG GmbH, 1999). Die Haldenauflast führte zu einer Verdichtung der Böden, in denen vormals ein verdeckter Abfluss (Interflow) in Richtung Werra stattfand. Hierdurch kam es zu einem Anstau von Grundwasser, das nachfolgend vor der damaligen Beschüttungsfront als Quellgebiet und in Form einer teichartigen Wasserfläche im Niveau von ca. 318 bis ca. 328 m NN temporär zutage trat. Eine Verlagerung talaufwärts des Quellgebietes Quelle 4 mit fortschreitender Beschüttung um etwa 120 m seit 1996 wird beschrieben (K+S KALI GmbH, Werk Werra, 2001). Flächenmäßige Einmessungen im Juli 2000 und Februar 2001 führten zu nahezu gleich bleibenden Ergebnissen, wonach die durch die Quelle 4 beeinflusste Fläche sich vom Taltiefsten bis etwa 100 m den südwestlichen Kreuzgrabenhang hinauf erstreckte, über eine Breite von 50 m. Mit weiter in südwestliche Richtung voranschreitender Beschüttung im Bereich der Haldenerweiterungsfläche aus 2004, dem Kreuzgraben folgend, wurden die Wasseraustritte überschüttet und der Böschungsfuß der Halde lag oberhalb des Ausbisses des Schwebenden Grundwasserleiters. Seitdem wurden keine weiteren Wasseraustritte mehr festgestellt.

Da jedoch nicht das gesamte Einzugsgebiet der Quelle 4 überschüttet wurde, ist davon auszugehen, dass das über den schwebenden Grundwasserleiter zufließende Grundwasser weiterhin im Untergrund vorhanden ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich dieses Wasser neue Fließwege gesucht hat. Als mögliches Entlastungsgebiet kommt die Auslaugungssenke Unterbreizbach mit den Quellen 1 und 6 bis 9 in Frage (RPKS, 2004). Auch ein Zutritt zum Haldenbereich unter der Halde kann nicht ausgeschlossen werden. Unter Beachtung der Höhenlagen der Aufstandsfläche wäre ein Austritt im Bereich nördlich Station -1100 auf der Haldenostseite, wo die 300 m-Höhenlinie den Haldenfuß schneidet, theoretisch möglich.

8.1.3.4 Restinfiltration

Eine absolute Nullemission kann durch eine mineralische Untergrundabdichtung unter einer Rückstandshalde nicht erreicht werden. Auch unter Außerachtlassung aller unplanmäßigen Zustände ergibt sich für die Bestandshalde eine Restinfiltration, die im Planzustand durch die Zielparamester der Untergrundvergütung gemäß des Planfeststellungsbeschlusses aus 2004 definiert ist ($k_f=1 \cdot 10^{-9}$, vgl. Kapitel 4.3) bzw. durch die Untergrundbeschaffenheit im Bereich der ungedichteten Flächen aus dem Beschüttungsbereich der Aufhaldungsgenehmigung aus 1977 bestimmt ist. Ein weiterer wesentlicher Einflussparameter ist der Aufstau innerhalb des Haldenkörpers, der wiederum durch die morphologischen Gegebenheiten und die Durchlässigkeit des Rückstands sowie das vorhandene Entwässerungssystem beeinflusst wird.

Entscheidend für die Einhaltung der Sollwerte der Untergrundvergütung ist auch der Witterungsschutz vor Frosteinwirkung und Erosion bis zur Überschüttung durch die Halde. Die Errichtung eines Witterungsschutzes wird seit 2012/13 als zusätzliche Maßnahme zu den im Rahmenbetriebsplan HA-19.99 und den zugehörigen Planfeststellungsbeschlüssen enthaltenen Vorgaben zur Verringerung der Restinfiltration durchgeführt. Insofern handelt es sich um die Umsetzung einer Erkenntnis zur verbesserten Vergütung der vorzubereitenden Aufstandsflächen gemäß NB 3 der Zulassungsergänzung des SBP HA 03/05 (PE: 13799/12; 15242/12 R2-76d1201-152073). Da im Zeitraum vor 2012/13 kein Witterungsschutz auf der Fläche errichtet wurde, und sich nach der Flächenvorbereitung dort ein Grasbewuchs einstellen konnte, könnte sich eine oberflächennahe Auflockerung der vergüteten Schicht ergeben haben.

Um den Einfluss der Rückstandshalde auf den Untergrund zu minimieren und die Haldenwasserfassung zu verbessern, wurden in den vergangenen Jahren eine Reihe von weiteren technischen Minimierungsmaßnahmen im Sinne des § 22a ABergV ergriffen. Hier sind im Wesentlichen zu nennen:

- **Sickerwasserfassung durch Errichtung einer Tiefendrainage:** Im Rahmen der Prüfung von Maßnahmen gemäß §22a ABergV zur Verringerung der Auswirkungen auf die Umwelt wurde auf Basis geotechnischer Untersuchungen in 2012 entschieden, im West- und Südbereich der Halde, wo die planfestgestellte Haldenendkontur erreicht ist, die Haldenwasserfassung am Fuß der Halde zu einem redundanten System zu erweitern.

Im Jahr 2012/2013 wurde auf hessischer Seite der ESTA-Rückstandshalde an der West- und Südseite der Halde unmittelbar hinter der haldenabgewandten Seite des Randgrabens im umlaufenden Befahrungsweg eine Tiefendrainage bis in durchschnittliche Tiefen von 2,0 bis 2,5 m u. GOK geplant und errichtet. Baugrunduntersuchungen hatten im Vorfeld in Teilbereichen des untersuchten Untergrunds eine Sickerwasserführung aus salzhaltigem Wasser aufgezeigt, die es zu vermeiden galt. Die Tiefendrainage unterteilt sich ausgehend vom Geländehochpunkt an der westlichen Ecke der Halde in je einen Drainagestrang an der Nordwest- und Südwestseite der Halde. Der Drainagestrang an der Südwestseite der Halde reicht bis an die Landesgrenze Hessen-Thüringen ungefähr am südlichsten Punkt der Halde.

In Erfüllung der Nebenbestimmung 5 der Zulassung der Änderung des Sonderbetriebsplanes HA-03/05 (SBP-Nr. HA-03/05, DVS-Nr. 3001609) mit der Bezeichnung „Mess- und Beobachtungsplan Grundwasser-Quellaustritte im Umfeld der Halde Hattorf“ als Fortschreibung 2014 wird die Tiefendrainage halbjährlich beprobt.

Bedingt durch die besondere Situation im Südwestbereich der Halde, etwa im Bereich der Stationen +000 bis +1000, wurde die Tiefendrainage durch auflastinduzierte Verformungen in ihrer Funktion beeinträchtigt (siehe unten), so dass ein freier Abfluss nicht mehr gegeben schien. Die Tiefendrainage wurde als Freifallleitung konzipiert und installiert. Aufgrund der Verformungen entwickelten sich neue Hoch- und Tiefpunkte im Drainagesystem und ein freies Abfließen war in einigen Abschnitten des Südwestbereichs nicht mehr gegeben. Es bildeten sich lokale Aufwölbungen, Teile der Drainage auf der Südseite wurden aufgrund der Verformungen bis an die Oberfläche des Wegs nach oben gedrückt. In einigen Bereichen konnte ein dauerhafter Zugang zu den sich verformenden Schächten nicht aufrechterhalten werden und die permanenten Pumpeinrichtungen mussten ausgebaut werden. Zwischen den neu entstehenden Aufwölbungen konnte sich das drainierte Wasser sammeln. Um weiterhin die Sickerwässer abführen zu können, wurden zunächst zusätzliche Schächte installiert und die Drainage werktäglich befahren und abgepumpt. Teile der Tiefendrainage wurden später verfüllt und ausgebaut. Sie wurden in 2017 im Zuge der Anpassung der Infrastruktur an der Südwestseite der Halde ersetzt, indem sie im Bereich +140 bis +720 unter den Haldenrandgraben bzw. in das Haldenvorfeld zwischen Haldenfuß und Randgraben verlegt wurden. Das System wurde so optimiert, um die Wirksamkeit des Drainagesystems in diesem Bereich aufrecht zu erhalten und die Wartung zu erleichtern. Es ist geplant, diese optimierte Anordnung auch künftig fortzusetzen.

Im Nordwestbereich der Halde ist die Tiefendrainage seit ihrem Einbau intakt und wirksam.

Die Tiefendrainage fasst relevante Sickerwassermengen: Gemäß einer Auswertung der Abflussmessungen für den Zeitraum 2013/14 im Rahmen der Funktionsüberwachung fasst die Tiefendrainage im Mittel ca. 8.300 m³/a mit durchschnittlich rd. 170 g/l Chloridkonzentration. Dies entspricht einer gefassten Chloridfracht von rd. 1400 t/a.

Sie trägt damit zur Minderung des Sickerwassereintrags bei. Es ist davon auszugehen, dass insbesondere vor Errichtung der Drainage sowie in der Zeit, in der die Funktionsfähigkeit der Dränage eingeschränkt war, der Eintrag in diesem Bereich höher war. Weiterhin ist auch davon auszugehen, dass die Tiefendrainage nicht die gesamten Sickerwässer bzw. die Restinfiltration fasst, sondern lediglich das oberflächennah im Randbereich abströmende Wasser. Eine Fassung der in tieferen Bereichen befindlichen Sickerwässer über die Drainage ist nicht möglich.

Die Errichtung einer Tiefendrainage auf der Ostseite der Halde im Bereich des 4. Beschüttungsabschnitts wurde ebenfalls geprüft, wurde aber verworfen, da in Schurfuntersuchungen keine Sickerwasserführung angetroffen wurde, die effektiv durch eine Drainage zu fassen wäre. Eine entsprechende Dokumentation wurde mit Datum vom 30.09.2015 dem Thüringer Landesbergamt eingereicht.

- **Anpassung der Flächenvorbereitung:** Wie vorstehend beschrieben, wurden ab dem 4. Beschüttungsabschnitt (2012/2013) zusätzliche Entwässerungselemente im Haldenkörper errichtet, um die Entwässerung an der Haldenbasis zu verbessern. Die vorbereiteten Flächen wurden mit Rückstandssalz abgedeckt, um Witterungseinflüsse und Einflüsse eines möglichen Bewuchses bis zur Beschüttung zu vermeiden (siehe Kap. 4.4.1).
- **Anschüttung der Erweiterungsfläche an ungedichtete Althalddenbereiche:** Mit der Beschüttung des 4. und 5. Teilabschnitts der Bestandshalde wird der Haldenmantel der Althalde ohne Flächenvergütung, als Zone mit stärkster Haldenwasserführung und größtem Infiltrationspotenzial in den Untergrund, in den Haldenkern verschoben; der künftige Haldenmantelbereich kommt auf vergüteten Flächen zu liegen (UVS des RBP HA-19/99, Schutzgut Wasser, u.a. S. 35). Die Überschüttung der Althalde führt zu einer Verstärkung der Kompaktion in diesem Bereich, was mit einer Verminderung der Strömungsprozesse einhergeht. Dieser Prozess wird durch die vorstehend beschriebene Anordnung haldeninterner Entwässerungselemente zusätzlich verstärkt, so dass von einer Verminderung gegenüber der bisherigen Restinfiltration durch die Anschüttung auszugehen ist.
- **Neuordnung der Entwässerung im Bereich der Übergabestation am Haldenfuß:** Gemäß SBP HA-12/12, zugelassen am 22.10.2012, wurde die Entwässerung im Bereich der Übergabestation durch bauliche Maßnahmen neu geordnet, und so die Haldenwasserfassung weiter verbessert.

Es ist davon auszugehen, dass die Versickerung in den Untergrund vor Umsetzung der vorgenannten Wasserfassungsmaßnahmen größer war. Eine flächige Anwendung der Maßnahmen ist aufgrund des Schüttfortschritts rückwirkend nicht mehr möglich, daher ist davon auszugehen, dass ein sehr heterogenes Bild in Bezug auf die Versickerung in den Untergrund vorliegt.

Die Möglichkeit weiterer Sickerwasserfassungsmaßnahmen in der Halde und im Untergrund wurde umfangreich mit Unterstützung externer Gutachter geprüft. Hierzu wird auf das Gutachten der IGU „Bewertung technischer Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung des Eintrages von Haldenwasser in den oberflächennahen Untergrund, Teil

1, Standort Hattorf“ vom 26.03.2012 verwiesen (IGU, 2012). Im Rahmen des Gutachtens wurden verschiedene hydraulische Maßnahmen (z.B. Dichtwände) geprüft und bewertet. Diese mussten jedoch verworfen werden, da sie sich vor dem Hintergrund der Standortbedingungen als technisch nicht umsetzbar bzw. nicht geeignet erwiesen. Im Ergebnis wurden die testweise Anlage von Entwässerungsbohrungen im Haldenkörper sowie die Erprobung eines Vakuumschleiers zur Fassung von Sickerwassereinträgen aus dem Untergrund empfohlen. Die testweise Anlage von Entwässerungsbohrungen wurde in 2012/13 umgesetzt, erwies sich jedoch insbesondere aufgrund der hohen Kristallisationsneigung der Wässer und des damit verbundenen hohen Instandhaltungsaufwands unter Einsatz von Spülwässern als nicht zielführend. Hinsichtlich des ebenfalls empfohlenen Vakuumschleiers kommt die Fugro Consult GmbH im Bericht „Bewertung der Maßnahme „Vakuumschleier“ zur Verminderung des Abstroms von Haldenwässern der ESTA-Rückstandshalde Hattorf in Richtung Unterbreizbach“ vom 23.05.2014 zu dem Ergebnis, dass für eine derartige hydraulische Maßnahme ein erhebliches Ausführungs-, Betriebs- und Umweltrisiko festzustellen ist und eine Eignung für die Halde Hattorf damit nicht gegeben ist.

8.1.3.5 Verformungen im Bereich von Haldenfuß und Haldenvorfeld

Entwicklung und Auswirkungen

Wie in Band 1.1E (Technischer Erläuterungsbericht) und Band 3.18.2E (Monitoringkonzept) dargestellt, wird die Rückstandshalde Hattorf seit 1996 auf Bewegungen im Haldenvorland überwacht. Gemäß Sonderbetriebsplan HA 10/01, DVS-Nr. 3000107 „Bewegungsmessungen im Randbereich der Rückstandshalde Hattorf“ des Werkes Werra der K+S KALI GmbH und zugehöriger Zulassung (AZ 44/HEF 76 d-40-11-314/21/16 vom 10.07.2002) werden die Ergebnisse der Messungen in Form von Quartals- und Jahresberichten der Behörde übergeben.

Seit Ende 1999 konnten horizontale Verschiebungen im Haldenvorland und Neigungsänderungen innerhalb der Bohrungen nachgewiesen werden.

Im Bereich der Südwestflanke der bestehenden Halde zeigen Messungen im Rahmen des Monitorings der Standsicherheit horizontale und vertikale Verformungen am Haldenfuß und im haldenfußnahen Haldenvorland, die wie in Band 3.18.1E beschrieben über den Erfahrungen und Messergebnissen in den übrigen Bereichen der Rückstandshalde Hattorf liegen.

Verstärkte Verformungen in diesem Bereich sind seit dem Jahr 2011 festzustellen. Der Schüttung bzw. Auffüllung des Haldenflankenbereiches zeitlich folgend erreichten die horizontalen und vertikalen Verschiebungsgeschwindigkeiten hier maximal 2,6 m/a. Die Endkontur im Bereich der Südwestseite der Halde war zu diesem Zeitpunkt bereits hergestellt. Nachdem festgestellt wurde, dass die Verformungen offenbar auch durch die auf dem Haldentop zum Niveaueausgleich betriebene Restverfüllung beeinflusst werden, wurde diese Anfang 2015 eingestellt. Für die Haldenerweiterung wurde aus diesem Grund ein andersartiges technisches Konzept mit einer mehrlagigen mineralischen Dichtung sowie einem angepassten Beschüttungskonzept mit Aufhaldung im sogenannten Kombinierten Schüttverfahren auf 3 Ebenen, vorgesehen.

Seit Einstellung der Schüttung Anfang 2015 bzw. zeitnah nachlaufend gehen die Verschiebungsgeschwindigkeiten zurück und lagen im 4. Quartal 2017 bei Maximalwerten von vertikal ca. 1,5 m/a und horizontal ca. 1,9 m/a. Die aktuellen Messergebnisse werden im Rahmen des aktuellen Berichtswesens dokumentiert.

Die verstärkten Verformungen führten zu einer Beeinträchtigung des Haldenvorfelds und des Untergrundes unterhalb des Haldenfußes im Haldenrandbereich mit verringerter Haldenauflast. Dort kam es zu Veränderungen der Neigungsverhältnisse des Untergrundes, zu kleinräumigen Stauchungen, Dehnungen und Aufwölbungen, die z.T. das anstehende Gestein des Untergrundes hervortreten ließen. Dies resultierte, wie vorstehend beschrieben, u.a. in Funktionsstörungen der Tiefendrainage in diesem Bereich, es konnten sich Staubereiche im Haldenvorfeld bilden, in denen das Haldenwasser nicht im freien Gefälle dem Randgraben zuströmen konnte. Auch der Haldenrandgraben und der benachbarte Befahrungsweg waren von den Verformungen betroffen, stellenweise kam es zu kurzzeitigen Übertritten des Randgrabens, z.B. in Folge von Starkregenereignissen, die jedoch kurzfristig behoben werden konnten. Generell erhöhte sich in Folge der Verformungen der Instandhaltungsaufwand zum Erhalt der Funktionstüchtigkeit und Genehmigungskonformität des Randbereichs, insbesondere der Durchzügigkeit des Haldenrandgrabens, erheblich. Es wurden mehrere Kampagnen zur Anpassung der Infrastruktur in 2011/12, 2014 und 2016/17 durchgeführt; und auch in der Zwischenzeit erfolgte eine kontinuierliche Anpassung der Randgräben.

In 2015 wurde aufgrund der beobachteten benachbarten Verformungen ein Schlitzgraben vor der an der Haldensüdseite im Bereich des Weges vor dem FFH-Gebiet verlaufenden Gasleitung gezogen, um einen Einfluss der Verformungen auf die Leitung zu verhindern. Der Schlitzgraben wies keinen Zutritt von Haldenwasser auf. Das sich nach Niederschlagsereignissen in dem Graben sammelnde Wasser zeigte keine erhöhten Leitfähigkeiten, so dass in diesem Bereich nicht von einer bevorzugten Wegsamkeit für Sickerwässer in Richtung des FFH-Gebietes auszugehen ist. Der Graben wurde im Februar 2016 wieder verfüllt und der Monitoringturnus für die Gasleitung angepasst; bis heute kam es jedoch zu keiner Beeinträchtigung, da die Verformungen, wie vorstehend beschrieben, mit zunehmender Entfernung zur Halde rasch abklingen.

Zur Erkundung der Möglichkeit von oberflächennahen Sickerwasserbewegungen wurden im Bereich der Bestandshalde an der Grenze des FFH-Gebietes „Stöckig-Ruppertshöhe“ in 2016/17 Sondierbohrungen, geophysikalische Untersuchungen, Boden- und Grundwasseranalysen sowie Erkundungen der Durchwurzelungsintensität durchgeführt. Die nachfolgenden Ergebnisse dieser Erkundung sind Gegenstand eines Gutachtens des Baugrundinstituts Dipl.-Ing. Knierim GmbH vom 22.09.2017 „Erkundung des Untergrundes im NSG- und FFH-Gebiet „Stöckig-Ruppertshöhe“ an der Grenze zur ESTA-Rückstandshalde der K+S KALI GmbH - Geologisch/ Bodenkundliches Gutachten“ (DAS BAUGRUND INSTITUT Dipl.-Ing. Knierim GmbH, 2017).

Die Bodenschichten und ihr Aufbau wurden durch das Baugrundinstitut Dipl.-Ing. Knierim GmbH wie folgt angesprochen und allgemein beschrieben: Unter einer oberflächennahen Lösslehmauflage folgt eine nahezu durchgängige feinkörnige Fließerde/lösslehmhaltige Mittellage mit hohem Ton-/Schluffanteil. Diese Mittellage und anschließende Tonschicht wirken als Wasserstauer. Darunter befinden sich als Basislage gemischt- bzw. feinkörnige

Fließerden, die als Wasserleiter wirken können, allerdings mit geringen Durchlässigkeiten und entsprechend geringer Wasserführung. Der Übergang zur darunter liegenden Verwitterungsschicht ist schwer feststellbar. Auch die Verwitterungszone wirkt in den überwiegend sandigen Abschnitten als Wasserleiter, ebenfalls mit geringen Durchlässigkeiten.

Die Sondierbohrungen 216 – 218/2015-HA befinden sich am Nordwestrand des FFH-Gebietes in dem Bereich, dem später die Haldenerweiterung – in einem Abstand von rund 70 m – vorgelagert sein wird. In diesem Bereich ist gemäß den Erkundungsergebnissen die Basislage tonig ausgebildet und „die sandigen Lagen sind von mehrere Meter mächtigen Tonen überdeckt“. Hinzu tritt in SDB 218 die ebenfalls tonige Mittellage in einer Mächtigkeit von 1,20 m. Diese wurde auch in den sich nach Südosten hin anschließenden Sondierbohrungen 219 – 221/2015-HA ausgehalten. In dem gesamten, zur Erweiterungsfläche benachbarten Bereich stehen demnach oberflächennah dichtende, tonige Zwischenlagen an.

Nach Aussage der Gutachter wurde eine nur geringe Durchfeuchtung festgestellt, die häufig kaum sichtbar war; dies bestätigten auch die in den Sondierbohrlöchern durchgeführten Pegelmessungen.

Die oberflächennahen tonigen Mittel- und Basislagen wirken als Staukörper. Diese Stauschicht ist nach Aussage der Gutachter über den ganzen untersuchten Haldenrandbereich nahezu durchgängig ausgebildet. Dies zeigte sich, wie vorstehend beschrieben, auch bei der entlang des parallel verlaufenden Weges und in den Vormonaten des Februar 2016 über mehrere Monate offen liegenden Gaspipeline, wo nahezu während des gesamten Zeitraums Stauwasser vorlag. Bei den Sondierungen wurde allerdings nur bei einzelnen Bohrpunkten oberflächennah freies Stauwasser vorgefunden.

Die Ergebnisse der ergänzend durchgeführten Geoelektrik wiesen darauf hin, dass sich die höchste Salzbeeinflussung in unmittelbarer Haldennähe oberflächennah befindet und sie sich mit zunehmender Entfernung von der Halde zur Tiefe hin verlagert.

Im Rahmen von ergänzenden Bodenerkundungen durch das Ingenieurbüro regioplus wurde festgestellt, dass die feinkörnigen Fließerden/Mittellagen durch die vorhandenen Bestände nicht durchwurzelt werden. Die Durchwurzelung beschränkt sich nach Auskunft des Gutachters auf den Ah- und Sw-Horizont; der dichte Sd-Horizont beschränkt die Gründigkeit des Bodens. Die lokal vorhandenen salzhaltigen Wässer in der Basislage stehen somit nicht im Kontakt mit den Wurzeln der Bäume. Daher kommen die Gutachter zu dem Ergebnis, dass eine unterhalb des Staukörpers vorkommende Salzbelastung keinen Einfluss auf den Pflanzenwuchs hat und sich daher eine konkrete Gefährdung für den Baumbestand des FFH-Gebietes im Untersuchungsgebiet dementsprechend nicht ableiten lässt, was auch durch die Begutachtung des Baumbestands durch die Gutachter bestätigt wurde.

Im Bereich der Sondierbohrung 223/2015-HA wurde eine lokale Beeinflussung auf einem ca. 40 m breiten Streifen bei einer Tiefe unterhalb von 2 m u GOK nachgewiesen. Im Gutachten wird festgehalten, dass offenbar – lokal begrenzt im Bereich der SDB 223/2015 – ein Eintrag salzhaltiger Wässer in unmittelbarer Haldennähe über oberflächennahe Fehlstellen in den dichtenden Schichten erfolgt ist. Die Ausbreitung dieser Wässer findet

über die Schichten der – in diesem Bereich sandig ausgeprägten - Basislage bzw. der Verwitterungsschicht statt. Die salzhaltigen Wässer liegen somit auch hier unterhalb der feinkörnigen Mittellage und damit unterhalb des durchwurzelbaren Bodens. Eine Gefährdung für die Pflanzen besteht somit aus Sicht der Gutachter nicht. Die lokale Beeinflussung geht gemäß den Ergebnissen der geoelektrischen Erkundung vom Haldenvorfeld unmittelbar im Bereich des Haldenfußes aus. Zur Schadensminimierung erfolgte in dem Bereich des Haldenrandweges, der dem FFH-Gebiet vorgelagert ist, der Neubau der Haldenranddrainage im Rahmen der in 2016/17 erfolgten Anpassung der Infrastruktur (vgl. SBP HA-31/11, DVS 3002603.02, bzw. SBP HA-25/12, DVS-Nr. 3002695.01).

Im Jahr 2017 wurden weitere geophysikalische Untersuchungen im Bereich der Längsprofile LP 03 bis LP 05 in unmittelbarer Nähe des FFH-Gebietes durchgeführt. Die Längsprofile verstehen sich als Verlängerung der bereits im Jahr 2016 im Bereich des Forstweges/Grenze zum FFH-Gebiet durchgeführten geophysikalischen Messungen. Die Untersuchungen bestätigten den Befund aus dem Jahr 2016, wonach hoch mineralisierte Wässer am Haldenrand sehr oberflächennah auftreten und mit zunehmender Entfernung in größere Tiefen absinken. Im Längsprofil LP 03 ist der oben beschriebene 40 m breite Abschnitt gut zu erkennen, in dem relativ oberflächennah mineralisierte Wässer auftreten. Nach Südosten und Nordwesten tauchen die mineralisierten Wässer unter bis über 10 m mächtige, nicht salzwasserbeeinflusste Schichten ab.

Weiterhin wurde ein Monitoringkonzept für das benachbarte FFH-Gebiet aufgelegt, welches in Ergänzung der bisherigen Monitoringmaßnahmen ab 2018 durchgeführt wird. Für den Fall, dass Auswirkungen erkannt würden, sind Schutzmaßnahmen benannt: Sollten im Rahmen des künftigen Monitorings oberflächennahe Wasserbewegungen festgestellt werden, die durch die neu errichtete Tiefendrainage am Haldenfuß nicht gefasst werden, können diese mittels lokaler, dem Stand der Technik entsprechenden Tiefendrainagen, die bis auf den Buntsandstein geführt werden, wirksam gefasst werden, um sicherzustellen, dass eine Beeinflussung der Bäume innerhalb des FFH-Gebietes vermieden wird. Diese Maßnahme ist bei den vorhandenen Platzverhältnissen umsetzbar.

Ursachenforschung

Aus den großen Verformungsraten selbst sind entsprechend vorliegender Erfahrungen der Ingenieursozietät Prof. Katzenbach und der K+S-Gruppe keine Beeinträchtigungen der Haldenstandsicherheit zu erwarten. Dies wird auch durch Untersuchungen des Instituts für Gebirgsmechanik, Leipzig (2014) bzw. im Rahmen der Bewertung der K+S-Messberichte (Quartalsberichte) durch die Ingenieursozietät Katzenbach bestätigt.

Die im Bereich der Südwestseite der Halde Hattorf vorliegende, besondere Situation war Gegenstand einer detaillierten Ursachenbewertung in 2015 bis 2017, die die Untersuchung der spezifischen Baugrundsituation, der auftretenden Verformungen sowie die Durchführung entsprechender numerischer Modellierungen im Sinne einer Rückrechnung durch die Ingenieursozietät Katzenbach beinhaltete. Im Ergebnis wurden 2 Gutachten erstellt und dem RP Kassel vorgelegt. Die Ergebnisse der Ursachenforschung sind weiterhin in einer Stellungnahme zusammengefasst, die dem Rahmenbetriebsplan im Band 3.18.1E beiliegt. Sie werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt:

Zur Ermittlung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Bereich der Südwestflanke wurden im Jahr 2016 zusätzliche Schürfe und Kernbohrungen im Haldenvorland angelegt, letztere wurden nach umfangreichen Bohrlochuntersuchungen zu Inklinometern ausgebaut (Abbildung 8-3). An allen Aufschlüssen wurde Probematerial für Laborversuche entnommen. Die Untersuchungsergebnisse haben gemäß des Gutachtens IK1655_01 „Ursachenforschung an der Südwestflanke der bestehenden Rückstandshalde Hattorf“ vom 23.06.2017 (siehe Band 3.18.1E, Anlage 1a, siehe Abbildung 8-3) den Kenntnisstand bzgl. der lokalen Baugrundverhältnisse im Grundsatz bestätigt.

Laut Gutachten stehen im Bereich der Südwestflanke an der Geländeoberfläche, teils unter geringmächtigem Oberboden, quartäre Lockergesteine aus Hanglehm und Hangschutt mit einer Gesamtmächtigkeit von bis zu 3,1 m an. Unter dieser Lockergesteinszone folgt die Zersatz- und Verwitterungszone des mittleren Buntsandsteins, welcher aus Sandstein- mit Tonstein/Schluffstein-Zwischenlagen bzw. aus Wechsellagerungen dieser Gesteine besteht.

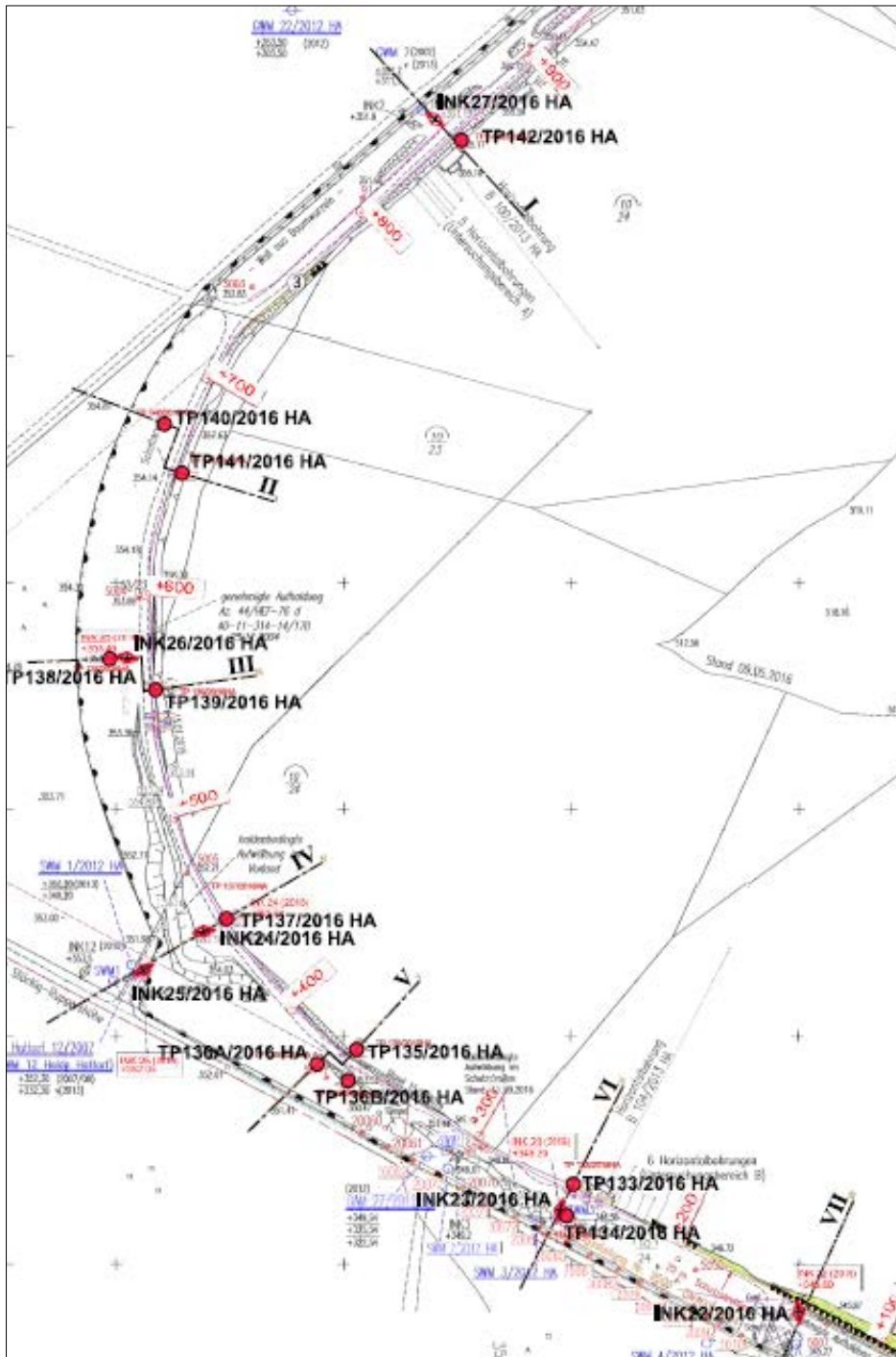


Abbildung 8-3 Lage der im Rahmen der Ursachenforschung erstellten Inklinometer und Schürfe (Auszug Anlage 1a Band 3.18.1E, Gutachten IK1655)

In den Kernbohrungen wurden lokale Schwächezonen detektiert, in deren Tiefenlage verwitterte/zersetzte, stark durchnässte Gesteinsbereiche und in der Regel auch deutliche Sickerwasserführungen zu erkennen waren. Schwächezonen wurden in Inklinometer 22 (4 m u. GOK), in Inklinometer 23 (5 m u. GOK) und Inklinometer 24 (8 m u. GOK) festgestellt. Tiefere Schwächezonen wurden nicht detektiert oder haben lt. Gutachten keinen Einfluss

auf die Verformungen. Eine großflächige Vernässung der Lockergesteinszone war hingegen nicht feststellbar.

In den Inklinometerbohrungen wurden lt. Gutachten im Festgestein ab 4,0 m bis 13,6 m unter GOK Schichtwasserführungen mit räumlich unterschiedlicher und mit der Tiefe zunehmender Intensität festgestellt. Diese Schichtwasservorkommen liegen teils deutlich über dem Niveau des schwebenden Grundwasserleiters (GWM 22/2012 HA: Filterbereich im SGWL 20,0 – 26,0 m; GWM 27/2012 HA: Filterbereich im SGWL 21,0 – 24,0 m u. GOK). Nach Beendigung der Bohrarbeiten lagen die Wasserstände in den Bohrungen ebenfalls deutlich über dem Niveau des schwebenden Grundwasserleiters.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Erkundung wurde ein Baugrundmodell erstellt und die notwendigen bodenmechanischen Parameter für die anschließenden numerischen Untersuchungen zu den gemessenen Verformungen abgeleitet. Die Ergebnisse der numerischen Untersuchungen sind im Sachverständigen-Gutachten „IK1657 zu den numerischen Untersuchungen zu den gemessenen Verformungen und den Verformungsmechanismen / -ursachen am Böschungsfuß und im Haldenvorfeld im Bereich der Südwestflanke der bestehenden Rückstandshalde Hattorf“, zu finden in Band 3.18.1E, Anlage 1b, dokumentiert. Auf der Grundlage der Erkundungsmaßnahmen, der messtechnischen Überwachung und den numerischen Berechnungen konnten die Verformungsursachen und –mechanismen lt. Gutachten bestimmt werden. Im Ergebnis der Ursachenforschung werden die großen Bewegungen vorrangig auf eine Durchfeuchtung von oberflächennahen, bindigen Zwischenlagen (Ton-/Schluffstein) im Verwitterungshorizont des Buntsandsteins zurückgeführt, welche im Niveau deutlich über den normalen Standortverhältnissen liegt und zu einer signifikanten Reduzierung von deren Scherfestigkeit geführt hat (siehe Anlage 1 im Band 3.18.1E). Die Durchfeuchtung wird zurückgeführt auf die Aufhaldung im Bereich der Südwestseite, wo die Halde aus dem Tal des Kreuzgrabens auf die Hochfläche des Stöckig herauswuchs. Diese hat zu einer Veränderung der Abströmsituation des Grund- und Schichtenwassers geführt, und so zu der Vernässung der bindigen Zwischenlagen, die wiederum zur Reduktion der Scherparameter führte.

Ein Zusammenhang zwischen den starken Bewegungen im Bereich der Südwestseite der Halde und dem dortigen Verlauf des konvektiven Strömungsbands im schwebenden Grundwasserleiter hingegen ist aus Sicht der Antragstellerin nicht gegeben. Die Grundwassergleichen des schwebenden Grundwasserleiters folgen im Großen und Ganzen der Geländemorphologie. Das konvektive Strömungsband im Südwesten der Bestandshalde Hattorf hat sich deshalb nicht erst durch die starken Haldenbewegungen ausgebildet, sondern war bereits vorher vorhanden.

Maßnahmen im Haldenvorfeld

Wie vorstehend beschrieben, erfolgen fortlaufend intensive Instandhaltungsarbeiten zur Erhaltung der Funktionstüchtigkeit und Genehmigungskonformität des Haldenvorfelds. Hierbei wird, auf Basis der vorstehend beschriebenen Erkenntnisse aus der Ursachenforschung sowie den durchgeführten Sondierbohrungen und geoelektrischen Erkundungen insbesondere Wert auf die Gestaltung des Bereichs zwischen Haldenfuß und Haldenrandgraben gelegt, welcher als Problembereich im Hinblick auf mögliche

Haldenwassereinträge identifiziert wurde. Der Haldenrandgraben wurde im Zuge der Anpassung der Infrastruktur in 2016/17 möglichst nah an den Haldenfuß herangeführt und das Haldenvorfeld mit einem Geotextil und einer darüber liegenden Schotterpackung versehen. Zusätzlich wird mit der optimierten Haldenranddrainage die Fassung des Haldenwassers weiter verbessert (siehe vorstehend).

Für den konkreten Fall des Salzwasserübertritts am 12.02.2017 im Bereich der Baustelle zur Anpassung der Infrastruktur auf der SW-Seite (bei ca. Station +250) wurden von der Ingenieursozietät Prof. Dr.-Ing. Katzenbach in ihrer Stellungnahme IK 1632/03 vom 21.03.2017 keine Bedenken in Hinblick auf die Standsicherheit der Haldenböschung geäußert. Als Sofortmaßnahme zur Vermeidung von Wasseransammlungen im Haldenvorfeld, wurden Maßnahmen ergriffen, um die Wässer schnellstmöglich zu fassen und abzuführen.

8.1.3.6 Einfluss von Wasserscheiden bei fortschreitender Beschüttung

Die Grundwassergleichen des schwebenden Grundwasserleiters folgen im Großen und Ganzen der Geländemorphologie. Der in den vergangenen Jahren dokumentierte verstärkte Abstrom von Haldensickerwasser auf der Südost- und Ostseite der Halde, der durch Konzentrationsanstiege in Quellen (z.B. Quelle 1 (2014), Quelle 3 und 8 (2015) und GWM (z.B. GWM 9 und 11 (2011)) sowie die festgestellte, neu aufgetretene Versalzung in Quellen im Bereich und randlich der Ortslage Unterbreizbach beschrieben ist, wird u. a. durch die Morphologie und das Vorhandensein von Wasserscheiden im Untergrund verursacht.

Dies zeigt sich im Grundwassergleichenplan für den schwebenden Grundwasserleiter (siehe Anlage 1.2 des Bandes 3.12.2E) beispielsweise an der Ausbuchtung der Chlorid-Isokonzen im Süden der Halde, die auf die im Grundwasser in der GWM 53 gemessenen Chloridkonzentrationen zurückgeht. Im Süden der Bestandshalde existiert eine Wasserscheide. Nördlich von dieser fließt das Wasser nach Nordosten, südlich davon nach Süden und Südosten. Haldenwasser, das im Bereich der SW-Flanke der Halde Hattorf versickert, wird daher im schwebenden Grundwasserleiter in Richtung Süden bis zur GWM 53 transportiert.

Haldenwasser, das auf der Westseite der Bestandshalde versickert, wird, so zeigen es die Hydroisohypsenpläne (Anlage 2.1 des Bandes 3.12.2E), in Richtung Nordosten abfließen.

Für den seit 2011 zunächst haldennah (GWM 9 und GWM 10) beobachteten Anstieg der Salzbelastung und damit auch der Schwermetall- und Aluminiumbelastung des Grundwassers sind mehrere Ursachen zu nennen. Durch die Überschüttung des Ausbisses des Hardeggen-Sandsteins und die Verdichtung der oberflächennahen Böden durch die Haldenauflast wurde der natürliche unterirdische Abstrom im Kreuzgraben abgeschnitten und der SGWL konnte nicht oder nur in sehr geringem Maße über die quartären Lockergesteine im Kreuzgraben entlasten. Als Folge hiervon trat Quelle 4 auf (siehe Kap. 8.1.3.3). Ein weiterer Grund ist die Tatsache, dass die Halde mit ihrem Fortschreiten nach Süden aus dem Kreuzgraben heraus auf die nur gering einfallende Hochfläche Stöckig-Ruppertshöhe geschüttet wurde. Durch die veränderten Gefälleverhältnisse wurde ein Abstrom von Haldensickerwasser und oberflächennahem Grundwasser in Richtung

Kreuzgraben behindert. Dieser Effekt trat zusätzlich zu dem der Verdichtung der oberflächennahen Gesteine durch die Haldenauflast hinzu. Weiterhin geriet die Halde in den Bereich der Wasserscheide im SGWL, die im Südwestabschnitt der Halde ausgebildet ist. Nördlich dieser Wasserscheide fließt das Grundwasser Richtung Norden zur Werra ab. Im Bereich der Wasserscheide sind Fließrichtungen nach Osten, Südosten und Süden ausgebildet. Aufgrund der genannten Faktoren wurde Haldensickerwasser über den SGWL verstärkt in Richtung Osten, Südosten und Süden transportiert. Es baute sich eine Versalzungsfront innerhalb des SGWL auf, die im Jahr 2011 GWM 9 und GWM 10 erreichte.

Die Versalzungsfront schritt, den Fließwegen im schwebenden Grundwasserleiter folgend, voran und erreichte 3 Jahre später (2014) die schon vorbelastete Quelle 1 und die GWM 11. Ein Jahr später, im Jahr 2015, wurde die Belastungsfront in den Quellen 3 und 8 sowie in der GWM 21 beobachtet. Die Versalzung der Quelle 10 in Unterbreizbach wurde erstmals im Frühjahr 2016 bemerkt. Vermutlich im selben Zeitraum versalzte die Quelle 12 im Glaamtal. Für Quelle 11 liegen keine Aussagen zum Zeitpunkt ihrer Versalzung vor. Die zeitliche Abfolge der Anstiege der Gesamtmineralisation u. a. in den genannten GWM und Quellen stimmt mit den Grundwasserfließrichtungen im schwebenden Grundwasserleiter überein.

Zur Genese der Quellen 10 und 11, welche knapp oberhalb des Grundwasserspiegels des Hauptgrundwasserleiters, aber deutlich unterhalb des Niveaus des schwebenden Grundwasserleiters entspringen, liegt ein Gutachten der Jungk Consult GmbH vor (Jungk Consult GmbH, 2016). In diesem wird ausgeführt, dass es sich bei beiden Quellen wohl um Wasser handelt, das aus dem schwebenden Grundwasserleiter in tiefere Schichten des Buntsandstein bzw. in quartäre Schichten übergetreten ist. Diese Übertritte finden offensichtlich lokal am Rand des Verbreitungsgebietes des schwebenden Grundwasserleiters statt. Gleiches darf für die Quelle 12 angenommen werden, in deren unmittelbaren Umfeld und Zustrom umfangreiche geoelektrische Untersuchungen durchgeführt wurden. Diese weisen darauf hin, dass die Quelle 12 vermutlich an das Auftreten eines Nord-Süd-streichenden Basaltganges gebunden ist und die unterirdische Verbreitung der mineralisierten Wässer, die in der Quelle zutage treten, durch den Basaltgang beeinflusst wird. Mit zwei Bohrungen, die an der Quelle in Kürze abgeteuft werden und von denen eine zu einer Grundwassermessstelle ausgebaut wird, soll die geologisch-hydrogeologische Situation weiter aufgeklärt werden. Darüber hinaus sollen vertiefende geoelektrische Erkundungen im Zustrom der Quelle durchgeführt werden.

Die beschriebene Auffassung zur Entstehung der Quellen 10, 11 und 12 teilt im Wesentlichen auch das Dresdner Grundwasserforschungszentrum e. V. in seinem Ergebnisbericht vom 31.01.2018, das im Auftrag des TLBA die laufenden Maßnahmen zur Gefahrenabwehr an der ESTA-Rückstandshalde Hattorf bewertet hat (Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V., 2018).

Nachdem erste Analysen des Grundwassers aus der südöstlich der Bestandshalde gelegenen in 2016 neu errichteten GWM 53/2016 HA, die den schwebenden Grundwasserleiter beobachtet, gezeigt hatten, dass im Bereich des Hobholz eine Beeinträchtigung des Grundwassers durch salzhaltige Wässer vorliegt, hat K+S ein Erkundungs- und Gefahrenabwehrkonzept im südlichen Grundwasserabstrom des schwebenden Grundwasserleiters erstellt. Dieses umfasste neben weiteren

Erkundungsmaßnahmen (geophysikalische Untersuchungen und Ergänzung des Monitoringnetzes), die größtenteils bereits erledigt wurden, auch Maßnahmen zur hydraulischen Sicherung des Hauptabstrombereiches von der Bestandshalde in Richtung Trinkwasserschutzgebiet der Reserve-Trinkwasserfassung Hy Unterbreizbach 1/43 durch Errichtung einer Galerie von Abwehrbrunnen im Niveau des SGWL. In enger Begleitung und Überwachung durch die Thüringer Behörden wurden in 2017 die ersten drei Abwehrbrunnen errichtet und betrieben. Weitere vier Abwehrbrunnen werden in 2018 errichtet und in Betrieb genommen. Ziel der Maßnahme ist das Abwenden einer Gefährdung des Trinkwasserschutzgebietes Hy Unterbreizbach 1/43 durch den Übertritt von salzhaltigen Wässern des Schwebenden Grundwasserleiters in den Hauptgrundwasserleiter, in dem der Trinkwasserbrunnen Hy Unterbreizbach 1/43 steht. Die Abwehrbrunnen stehen im Bereich des GWK DETH_4_0013. Jenseits der hydraulischen Sicherung wird kein Abstrom in Richtung des TRWSG Hy Unterbreizbach 1/43 mehr erfolgen. Des Weiteren wirkt sich die Sicherungsmaßnahme auch auf den Abstrom der Bestandshalde zum Schoppengraben aus.

Ein Einfluss der Störung 17 auf die beobachteten Konzentrationsanstiege derart, dass Wasser des schwebenden Grundwasserleiters entlang der Störung 17 von der Westseite der Halde nach Osten abfließt, wie es im Rahmen der 2. Öffentlichkeitsbeteiligung diskutiert wurde, ist aus Sicht der Antragstellerin auszuschließen. Denn hierzu müsste das Grundwasser gegen die herrschende Grundwasserfließrichtung und gegen das herrschende hydraulische Gefälle fließen. Ein Abstrom von Sickerwasser in der ungesättigten Zone oberhalb des schwebenden Grundwasserleiters in Richtung der Reserve-Trinkwasserfassung Unterbreizbach ist aufgrund der ursprünglichen Geländemorphologie des Kreuzgrabens ebenfalls nicht möglich. Die Störung 17 schneidet das Tiefste des Kreuzgrabens auf einer Höhe von 223 m ü. NN und damit etwa 25 m tiefer als die Geländeoberfläche im TA 1 (ca. 248 m ü. NN). Um auf die Ostseite der Halde zu gelangen, müsste das Sickerwasser in der ungesättigten Zone oberhalb des schwebenden Grundwasserleiters durch die im Kreuzgraben liegende Halde fließen und auf der Ostseite der Halde wieder in die Störung 17 übertreten, damit es theoretisch weiter in Richtung TWSG Hy Unterbreizbach 1/43 strömen könnte. In den quartären Lockergesteinen unterhalb von 223 m ü. NN ist aufgrund der durch die Haldenauflast bedingten Verdichtung der Lockergesteine ein Abströmen von Wasser nach Osten ebenfalls nicht möglich. Wenig oder unmittelbar unter den quartären Ablagerungen steht die Grundwasseroberfläche des schwebenden Grundwasserleiters, für den das oben Ausgeführte gilt.

8.1.3.7 Mobilisierung von Schwermetallen

Im Jahr 2010 wurden im Rahmen der Eigenüberwachung erstmals Wasserproben aus den damals bekannten salzhaltigen Quellen 1, 2, 3 und 6 auf Schwermetalle und Aluminium analysiert. Im darauf folgenden Jahr 2011 wurden für einige Schwermetalle im Wasser der Quelle 1 gegenüber 2010 deutlich erhöhte Konzentrationen festgestellt. Daraufhin wurden ab 2012 die Schwermetalluntersuchungen auf alle im Monitoring befindlichen Messstellen ausgedehnt.

Die durch Haldensickerwasser beeinflussten Grundwassermessstellen zeigen gegenüber den unbeeinflussten Messstellen deutlich niedrigere pH-Werte (Metzlaff, 2013).

Dieser Sachverhalt wurde am Beispiel der GWM 11 zusammen mit dem Kenntnisstand bzgl. der Ursachenforschung in dem K+S-Bericht „Ergebnisse von Laborversuchen zu pH-Werten und Schwermetallgehalten im Schwebenden Grundwasserleiter“ vom 13.10.2016 (Metzlaff & Huttel, 2016) sowie in den Ergebnisberichten zur geochemischen Modellierung und Prognose der (Schwer-)Metallmigration dargelegt (BDG Ecosax GmbH & Jungk Consult GmbH, 2017).

Unter der Halde in Hattorf befinden sich lehmige/tonige Böden und Tonsteine, in denen von Natur aus (geogen) Schwermetalle enthalten sind. Diese werden, bedingt durch die Restinfiltration, von salzhaltigen Sickerwässern durchströmt, die dem unterlagernden Schwebenden Grundwasserleiter (SGWL) zutreten. Da die festgestellten Schwermetalle in ihrer Zusammensetzung und Konzentration nicht dem Haldenmaterial und dem Haldenwasser zuzuordnen sind, ist davon auszugehen, dass sie aus den Ton- und Lehmschichten sowie den Tonsteinen des natürlich anstehenden Untergrundes gelöst und über Quellen in den Wolfsgraben, die Ulster und den Breizbach ausgetragen werden. Dies ist unter den spezifischen lokalen Bedingungen an der Halde Hattorf, zu denen neben lehmigen/tonigen Gesteinen auch ein niedriger pH-Wert und salzhaltige Wässer gehören, möglich. Der offensichtlich kausale Zusammenhang zwischen erhöhten Schwermetall- und Aluminiumgehalten, erhöhten Chloridkonzentrationen und den o.g. niedrigen pH-Werten wurde erst mit Verdichtung des Messstellennetzes erkannt und mit Versuchen nachvollzogen (Metzlaff & Huttel, 2016), siehe Kapitel 8.1.2).

Die höchsten Salz- und Schwermetallgehalte wurden im Grundwasser des SGWL nachgewiesen. Über den SGWL breiten sich die salz- und schwermetallhaltigen Wässer vor allem nach Süden, Südosten und Osten Richtung Unterbreizbach aus. In Unterbreizbach treten diese Wässer an mehreren Quellen zutage, zum einen im Bereich des Wolfsgrabens (Quellen 1 und 6 – 9) und zum anderen deutlich tiefer an den Talrändern der Ulster und des Breizbachs (Quellen 10 – 12). Auch im Hauptgrundwasserleiter unmittelbar nordöstlich der Bestandshalde und der Althalde finden sich hohe Schwermetallgehalte. Das Grundwasser fließt hier der Werra und der Ulster als Vorfluter zu. Das Grundwasser westlich und nordwestlich der Halde ist durch die Prozesse der Schwermetallmobilisierung nur lokal (GWM 22/2012 HA) betroffen.

Die seitens K+S ergriffenen Gegenmaßnahmen zur Minimierung des Sickerwassereintrags und zur Minimierung von Auswirkungen auf das Schutzgut Grundwasser wurden bereits zusammenfassend im Schreiben vom 22.11.2016 ("Maßnahmenpaket zur Minimierung der Schwermetallmobilisierung durch Haldensickerwasser der ESTA-Halde Hattorf") dargestellt.

Die K+S KALI GmbH hat seit Oktober 2016 unter fachlicher Begleitung und Überwachung der Thüringer Behörden Maßnahmen umgesetzt, um den Abfluss des salzmineralisierten und mit Schwermetallen/ Spurenstoffen beeinflussten Quellwässern in den Wolfsgraben und weiterführend in die Ulster zu unterbinden. Hierzu wurde vom Land Thüringen ein Bewertungsgremium eingesetzt, dem Vertreter des TLBA, des TLVwA, des TLUG und der Unteren Naturschutzbehörde, der Bürgermeister der Gemeinde Unterbreizbach und Vertreter der K+S KALI GmbH angehören. Die Umsetzung der o.g. Maßnahmen erfolgt in 2 Schritten. Zunächst wurden als Ad-hoc-Maßnahmen im Oktober 2016 bauliche Maßnahmen zur Fassung und Abtransport des Quellabflusses in den Wolfsgraben

umgesetzt. Die seit Ende Oktober 2016 gefassten Wässer werden zur mobilen Schwermetallfällungsanlage am Standort UB transportiert. Diese Schwermetallfällungsanlage wurde am 09.11.2016 in Betrieb genommen. Die gereinigten Wässer werden anschließend einer Verwertung im Werk Unterbreizbach zugeführt. Im zweiten Schritt wird eine Liniendrainage oberhalb der Quellen Nr. 1 und 6 bis 9 am Wolfsgraben errichtet (Baubeginn 04.09.2017, Fertigstellung voraussichtlich im Juli 2018). Damit werden die Quellaustritte und der Zutritt der Wässer über den Wolfsgraben in die Ulster unterbunden. Auch eine mögliche weitere Versickerung auf diesem Pfad wird vermieden. Die gefassten Wässer werden zum Standort Hattorf transportiert und dort über eine Schwermetallfällungsanlage abgereinigt. Die Maßnahme wirkt sich entsprechend hinsichtlich der Schwermetallbelastung in dem GWK DETH_4_0013 sowie letztlich in den OWK DETH_414_0_+49 Ulster und DEHE_41.1 Werra aus.

8.1.3.8 Zusammenfassende Darstellung der Entwicklung der Auswirkungen der Schüttung der ESTA-Rückstandshalde Hattorf auf das Grundwasser und Quellen und deren Interpretation

Mit der Beprobung der GWM 1 wurde im Jahr 1996 mit einer Gesamtmineralisation von 16 bis 70 g/l die Beeinflussung des Grundwasserabstroms nach Nordosten in Richtung Werra durch die ESTA-Rückstandshalde Hattorf festgestellt. Einen ersten Hinweis auf die Auswirkungen der Haldenschüttung auf die Quellen im Osten der ESTA-Rückstandshalde Hattorf gibt eine Analyse aus dem Jahr 1998 für die Quelle 6, welche eine Gesamtmineralisation von rund 13 g/l aufweist. Seinerzeit wurde diese Mineralisation nicht mit der ESTA-Rückstandshalde in Verbindung gebracht, weil man nach damaligem Kenntnisstand davon ausging, dass das Grundwasser unter der Halde vollständig nach Nordosten Richtung Werra abströmt. Dass dennoch höher mineralisiertes Wasser von der ESTA-Rückstandshalde zur Quelle 6 gelangte, ist vermutlich vor allem der Tatsache geschuldet, dass der im Kreuzgraben ausstreichende Hardeggen-Sandstein, in dem der schwebende Grundwasserleiter (SGWL) ausgebildet ist, ein Einfallen von der ESTA-Rückstandshalde Hattorf zur Quelle 6 aufweist.

Im Jahr 2001 wurden in den Quellen 1 und 3 mit maximalen Konzentrationen von rund 10 g/l bzw. 3 g/l zum ersten Mal erhöhte Gesamtmineralisationen gemessen. Die Konzentrationen stiegen im Jahr 2003 in der Quelle 1 (3 – 60 g/l) und im Jahr 2005 in der Quelle 3 (1 – 15 g/l) deutlich an und waren erheblichen Schwankungen unterworfen. Die jeweiligen Konzentrationsniveaus blieben in beiden Quellen bis zu den Jahren 2014 bzw. 2015 annähernd gleich. Die Salzkonzentrationen stiegen im Jahr 2014 in Quelle 1 und im Jahr 2015 in Quelle 3 jeweils um ein Vielfaches an (Quelle 1: 40 - 155 g/l; Quelle 3: 10 - 50 g/l).

Dass die nicht im unmittelbaren Abstrom und relativ weit von der ESTA-Rückstandshalde Hattorf entfernt liegende Quelle 3 zeitgleich mit der Quelle 1 durch Haldensickerwasser beeinflusst wird, ist nicht ohne Weiteres mit den Strömungsrichtungen im SGWL erklärbar. Neben der oben bereits für Quelle 6 genannten Ursache können folgende mögliche Prozesse zu dieser Beeinflussung geführt haben. Erstens, wie mehrere in jüngerer Vergangenheit ausgeführte Bohrungen (z. B.: Brunnen BR 3/2017 HA) gezeigt haben, treten örtlich Haldensickerwasser-beeinflusste Wässer im ungesättigten Bereich oberhalb

des SGWL auf. Diese Zuflüsse sind gering und teilweise auch nicht von Dauer. Die Fließrichtungen dieses Wassers können von denen des SGWL abweichen. Es ist deshalb denkbar, dass Haldensickerwasser haldennah im ungesättigten Bereich von der ESTA-Rückstandshalde Hattorf in Richtung Süden und Südosten fließt. Da diese lateralen Fließbewegungen mit einer Versickerung verbunden sind, die bevorzugt an Klüften im Gestein stattfindet, bewegt sich das Haldensickerwasser treppenförmig lateral und vertikal und trifft erst in einiger Entfernung zur ESTA-Rückstandshalde Hattorf auf den SGWL. Von diesem wird es dann zum Beispiel bis zur Quelle 3 mitgenommen. Zweitens ist eine bevorzugte Wegsamkeit von der ESTA-Rückstandshalde Hattorf bis zur Quelle 3 zu postulieren, sonst wäre das Grundwasser nicht zeitgleich in den unterschiedlich weit von der ESTA-Rückstandshalde Hattorf entfernten Quellen 1 und 3 angekommen. Hierfür sprechen Ergebnisse von geoelektrischen Untersuchungen, wonach sich die mineralisierten Grundwasser vor allem entlang von relativ eng begrenzten Korridoren ausbreiten. Möglicherweise spielt die Störung 17 eine Rolle, die von der ESTA-Rückstandshalde Hattorf bis zur Quelle 3 zieht (s. Band 3.13.2E, Hydrogeologisches Strukturmodell).

Die Konzentrationsanstiege, die in den Jahren 2003 und 2005 in den Quellen 1 bzw. 3 beobachtet wurden, stehen möglicherweise mit der im Jahr 2001 erfolgten Überschüttung der Quelle 4 im Zusammenhang. Das Wasser, das über Jahre aus der Quelle 4 austrat musste sich neue Fließwege im Osten und Südosten der ESTA-Rückstandshalde Hattorf suchen.

Die deutlichen Konzentrationssprünge, die in den Jahren 2014 und 2015 in den Quellen gemessen wurden, lassen sich im Gegensatz zu den oben diskutierten zwanglos mit dem Fließgeschehen im SGWL erklären. Sie stehen im Zusammenhang mit Konzentrationsanstiegen, die

- in den Messstellen GWM 9 und GWM 10 im Jahr 2011,
- in der Messstelle GWM 11 im Jahr 2014,
- in der Messstelle GWM 21/2011 HA im Jahr 2015 und
- in der Quelle 10 im Jahr 2016

beobachtet wurden. Etwa seit dem Jahr 2005 rückte die ESTA-Rückstandshalde Hattorf auf Flächen im Süden vor, unter denen der SGWL nicht allein in nördliche sondern auch in östliche, südöstliche und südliche Richtungen fließt und in denen das Gelände zunehmend verflacht. Etwa zwei Jahre nachdem die ESTA-Rückstandshalde Hattorf die genehmigte Aufhaltungsgrenze im Südwesten erreicht hatte, wurden im Jahr 2011 zum ersten Mal ungewöhnlich hohe Verformungen an diesem Haldenrand beobachtet, die sich in den Folgejahren fortsetzten. Infolge der Verformungen kam es zu einer erhöhten Restinfiltration von Haldensickerwässern in den betroffenen Bereichen. Im Jahr 2011 stiegen die Salzkonzentrationen in den haldennahen GWM 9 und GWM 10 von wenigen g/l auf mehrere 10er g/l. Dieser Anstieg hielt in der GWM 9 bis 2017, in der GWM 10 bis 2012 an und es wurden in den genannten Jahren Konzentrationsmaxima zwischen 250 und 280 g/l erreicht. Plausibel wäre eine Erklärung, wonach durch die beiden Grundwassermessstellen eine Salzwasserfront wanderte, die - dem allgemeinen Fließgeschehen im SGWL folgend - im Jahr 2014 die GWM 14 und die Quelle 1 und ein Jahr später die Quelle 8, die GWM 21/2011 HA und die Quelle 3 erreichte. Auch in diesen Messstellen hielt der Anstieg der

Konzentrationen bis zu einem Erreichen von Konzentrationsmaxima mindestens ein Jahr an.

Die beschriebenen Konzentrationsanstiege sind aus unserer Sicht insbesondere die Folge von

1. der Überschüttung einer unterirdischen Grundwasserscheide (diese war zum Zeitpunkt der Überschüttung nicht bekannt und deutete sich nach einer deutlichen Verdichtung des Messstellennetzes zum ersten Mal im Jahr 2014 an (Metzlaff & Helm, 2015).
2. der verformungsbedingt erhöhten Restinfiltration im Bereich der Südwestflanke der ESTA-Rückstandshalde Hattorf.

Möglicherweise spielen auch weiterhin die Überschüttung der Quelle 4 sowie die Tatsache eine Rolle, dass durch die ESTA-Rückstandshalde Hattorf der oberflächennahe natürliche Abfluss in den ehemaligen Kreuzgraben weitestgehend unterbunden wurde. Zu bedenken ist außerdem, dass nach Ausbildung eines Haldenkerns Niederschlagswasser, das auf dem Haldentop niedergeht, vor allem über den Haldenmantel abfließt und die Haldenbasis dort erreicht, wo der Haldenmantel ausgebildet ist. Niederschlagswasser, das auf der ESTA-Rückstandshalde Hattorf niedergeht, fließt also als salzgesättigtes Haldenwasser bevorzugt den äußeren Haldenteilen zu. Das bedeutet, dass in den Randbereichen der ESTA-Rückstandshalde Hattorf zusätzlich zu dem unmittelbar dort niedergehenden Niederschlagswasser auch Niederschlagswasser kommt, das als Haldenwasser vom Haldentop über den Mantel dorthin abfließt. Auch dieser Vorgang wird sehr wahrscheinlich zu einer Erhöhung der Restinfiltration im südwestlichen Teil der ESTA-Rückstandshalde Hattorf beitragen.

Das Grundwasser im SGWL tritt entweder an den äußeren Grenzen des Verbreitungsgebietes des SGWL als Quellen aus oder versickert in tiefere Schichten und damit in den Hauptgrundwasserleiter (HGWL). Im Zeitraum 2015/2016 wurden höher mineralisierte Quellen an den steilen Talrändern von Breizbach und Ulster bekannt. Vermutlich haben sich infolge der lateralen Entlastung durch die quartäre Talbildung die Gesteinsklüfte entlang der Talränder geweitet, wodurch hier eine Versickerung aus dem SGWL in tiefer liegende Schichten begünstigt wird. Die versickerten Grundwässer treten an den Quellen 10, 11 und 12 punktuell zutage. Zumindest für die Quelle 12 darf angenommen werden, dass zwischen dem Auftreten der Quelle und einem benachbarten Basaltgang (aufgrund der Geoelektrik vermutet, noch durch eine Bohrung zu prüfen) ein kausaler Zusammenhang besteht und damit in diesem Fall ein Bezug zur Tektonik gegeben ist.

Auffällig ist die Asymmetrie in der Verteilung des durch Haldensickerwasser beeinflussten Grundwassers im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf. Von der ESTA-Rückstandshalde Hattorf beeinflusst ist vor allem das Grundwasser im Nordosten (HGWL: Abstrom Richtung Werra) sowie im Osten, Südosten und Süden (SGWL: Abstrom Richtung Subrosionssenke Unterbreizbach und zum Ort Unterbreizbach) der ESTA-Rückstandshalde Hattorf. Nach Westen und Nordwesten ist der Einfluss räumlich und nach seiner Konzentration sehr begrenzt. Hohe Salzkonzentrationen im Grundwasser findet man hier nur haldennah. Es gibt nur eine haldenfernere Messstelle, die GWM 29/2012 HA, welche, wie Packertests im Niveau des SGWL zeigten, durch die ESTA-Rückstandshalde Hattorf beeinflusst ist (Chloridgehalt < 2 g/l). Nach neuesten Untersuchungen ist Röhrigshof

von Haldensickerwasser-beeinflusstem Grundwasser nicht betroffen (Karger, K. & Huttel, 2018). Diese Asymmetrie wird durch die Fließrichtungen im SGWL hervorgerufen. Im Nordwesten strömt das Grundwasser im SGWL etwa parallel zur ESTA-Rückstandshalde Hattorf Richtung Werratal. Im Süden und Osten sind dagegen auch östliche, südöstliche und südliche Fließrichtungen ausgebildet, wodurch sich das Haldensickerwasser in diese Richtungen ausbreiten kann.

Im Gegensatz zu den beschriebenen Konzentrationsanstiegen in einigen Messstellen im Osten und Südosten der ESTA-Rückstandshalde Hattorf steht die Entwicklung der Gesamtmineralisation des Grundwassers im SGWL in der haldennah auf der Ostseite der ESTA-Rückstandshalde Hattorf gelegenen GWM 15/2011 HA. Ihr Abstand zur ESTA-Rückstandshalde Hattorf entspricht etwa dem der GWM 9 oder GWM 40/2015 HA, die beide hoch mineralisiertes Grundwasser aufschließen. Das Grundwasser in der GWM 15/2011 HA wies vom Frühjahr 2012 bis zum Frühjahr 2013 eine ansteigende Gesamtmineralisation auf (max. rund 50 g/l). Seitdem sinkt diese mit einer Ausnahme im Jahr 2015 nahezu kontinuierlich und erreichte im Januar 2018 mit ca. 9 g/l ihren niedrigsten Stand seit Beginn der Beobachtungen im Jahr 2012. Diese Entwicklung geht aus Sicht der Antragstellerin auf folgende Ursachen zurück: Die GWM 15/2011 HA liegt heute im Abstrom des Teils der ESTA-Rückstandshalde Hattorf (TA 5), in dem neben der Basisabdichtung haldeninterne Entwässerungselemente eingebaut wurden, durch die die Restinfiltration erheblich gesenkt wird (siehe Kapitel 8.1.3.4). Bis etwa 2013 lag die GWM 15/2011 HA im Abstrom älterer Haldenbereiche, unter denen keine Basisdichtung existierte und für die folglich eine höhere Restinfiltration angenommen werden kann als z. B. für den TA 5. Diese älteren Haldenteile gelangten durch die Anschüttung im TA 5 in den Haldenkern, was offensichtlich zu einer deutlichen Minimierung der Restinfiltration führte.

8.1.3.9 Fazit im Hinblick auf die von der ESTA-Halde ausgehende Restinfiltration

Aufgrund der vorstehenden Einflüsse und Befunde ist für die Bestandshalde die Ermittlung der Restinfiltration rechnerisch bzw. modellhaft nur eingeschränkt möglich, da bereichsweise von gestörten Untergrundverhältnissen aufgrund von Verformungen des Untergrunds und in Folge dessen von stellenweise erhöhten kf-Werten bzw. bevorzugten Wegsamkeiten im Untergrund und daraus resultierenden erhöhten Einträgen auszugehen ist. Wie vorstehend beschrieben, ist auch aufgrund der Morphologie und Gestaltung des Untergrunds im Bereich der Genehmigung 1976 von erhöhten Einträgen auszugehen.

Daher erfolgt eine Abschätzung der Größenordnung der Restinfiltration der Bestandshalde durch die beobachtete Höhe der Einträge in das Grundwasser in Band 3.12.2E.

Für die hier gegenständliche Haldenerweiterung ist im Unterschied zur bestehenden Halde von einem Planzustand auszugehen, insbesondere aufgrund der gegenüber dem bisherigen technischen Konzept vorgesehenen umfangreichen Anpassungen im Hinblick auf Schüttkonzept und Untergrundabdichtung.

Weiterhin sind im Rahmen des Vorhabens Minimierungs- und Vermeidungsmaßnahmen zur Umsetzung an der Bestandshalde vorgesehen, die sich positiv im Hinblick auf eine Sickerwasserminimierung auswirken werden. Eine Beschreibung dieser Maßnahmen enthält Band 1.1E. Im Grundsatz ist vorgesehen, zum einen zur hydraulischen Trennung

die Westflanke der Bestandshalde vor Anschüttung der Erweiterungsfläche im Bereich der Phase 1 abzudecken, und im Anschluss an diese Flanke anzuschütten, so dass der Haldenmantel künftig in Bereichen mit ausgebildeter Basisdichtung zu liegen kommt. Zum anderen wird auf dem Haldentop der Bestandshalde die Errichtung von Poldern vorgesehen. Beide Maßnahmen verhindern das Eindringen von Niederschlagswasser in den Haldenkörper in Bereichen, in denen ggf. eine erhöhte Restinfiltration gegeben ist. Wie in Band 3.17 dargestellt, bewegt sich das Sickerwasser innerhalb des Haldenkörpers in Bereichen mit geringerer Dichte und strömt daher lateral im Haldenmantel, untergeordnet in der Übergangszone ab und erreicht in den Haldenrandbereichen den Haldenfuß. Im Haldeninneren bildet sich aufgrund der Haldenauflast und der daraus resultierenden Verdichtung ein gering durchlässiger Haldenkern aus, der von den Sickerwässern, die im Top-Bereich in die Halde eindringen und sich dort aufsättigen, umströmt wird. Eine schematische Darstellung der Wirkung der Polder auf dem Haldentop enthält Abbildung 8-4.

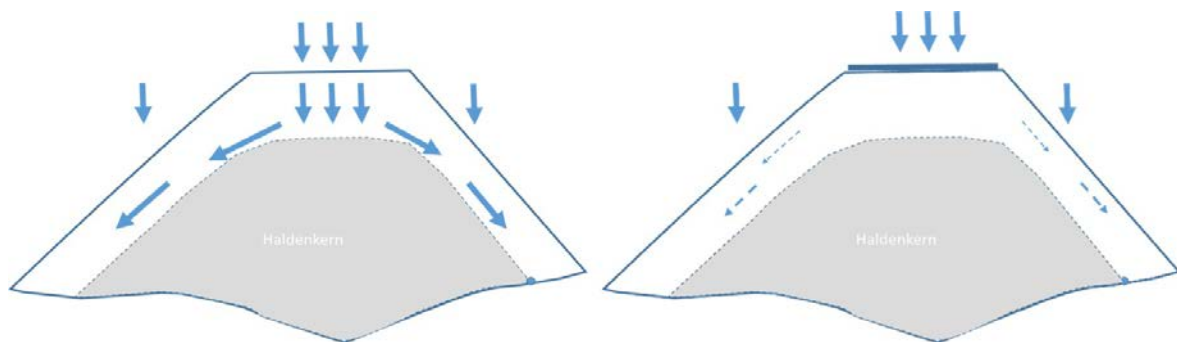


Abbildung 8-4 Schematischer Schnitt durch die ESTA-Halde Hattorf (West-Ost) mit dargestellten Fließwegen im Haldenmantel; linkes Bild: Ist-Zustand; rechtes Bild: unter Berücksichtigung eines Polders auf dem Haldentop

Eine Abschätzung bezüglich der quantitativen Wirkung der Sickerwasserminimierung wird in Band 1.3E vorgenommen.

8.2 Vegetationsuntersuchungen

Im Umfeld der Werksstandorte Unterbreizbach und Hattorf wurden zwischen 2010 und 2013 insgesamt 14 Dauerbeobachtungsflächen angelegt, davon zwei im FFH-Gebiet „Stöckig-Ruppertshöhe“. Die Selektion der Beobachtungsstandorte wurde anhand der Ausbreitungsberechnung /Immissionsprognose des TÜV auf Bereiche mit den höchsten zu erwartenden Immissionsbeiträgen je Berechnungsparameter sowie auf Flächen ohne bedeutsame Immissionen (Referenzstandorte) vorgenommen. Die Dauerbeobachtungsflächen werden hinsichtlich der Vegetation jedes Jahr sowie in Bezug auf den Boden alle drei Jahre untersucht. Damit könnten bei Feststellung von negativen Umweltauswirkungen ggf. geeignete Maßnahmen ergriffen werden. Die Ergebnisse des Monitorings sind in Band 3.27E dargestellt.

Zudem erfolgen seit 2016 durch Fachmitarbeiter der K+S gemäß Überwachungsplan regelmäßig während der Vegetationsperiode von April bis September Gehölzkontrollen im

Haldenrandbereich und Randbereich des benachbarten FFH-Gebietes Stöckig-Ruppertshöhe, um mögliche Beeinflussungen frühzeitig zu erkennen und entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten zu können. Bedarfsweise wird ein Baumsachverständiger hinzugezogen, um die Ursache bei auftretenden Baumschäden zu bewerten.

8.3 Standsicherheitsmonitoring an der Bestandshalde

Zur Überwachung der Standsicherheit der Halde werden regelmäßig Deformationsmessungen durchgeführt. Im untertägigen Bereich der Halde handelt es sich um Konvergenzmessungen, welche einer halbjährigen Berichtspflicht unterliegen.

Seit 1996 werden mit Inklinometern die Auswirkungen der Aufhaldung auf die Erdgasleitung beobachtet.

Art und Umfang der Überwachung der Langzeitstabilität der Halde und des Untergrundes für den hessischen Bereich sind dargestellt im SBP HA-10/01 "Bewegungsmessungen im Randbereich der Rückstandshalde Hattorf", zugelassen am 01.02.2002 (AZ.: 44/Hef 76 d 40-11-314-21/12, DVS 3000107).

Auf Thüringer Seite wurden zur Überwachung des Untergrundes seit Juni 1996 Bewegungsmessungen im Haldenvorfeld mittels vier Inklinometern vorgenommen.

Mit dem SBP HA-08/05 „Bewegungsmessungen im Randbereich der Rückstandshalde Hattorf - Thüringischer Teil“ vom 16.11.2005 (DVS 3001776) wurde die Einrichtung von zwei Messbereichen an der Erdoberfläche beantragt, welches ein Abstandsmessprogramm zur Erfassung der oberflächlichen relativen Bewegung sowie die Leitungsmesspunktreihe 3 entlang der an der südlichen Flanke verlaufenden Erdgasleitung beinhaltet.

Das derzeitige Monitoringprogramm umfasst folgende Inhalte: Die Gasleitung Nr. 9506 vor der südlichen Haldenflanke wird durch die Leitungsmesspunktfolgen 2 und 3 überwacht. Die flächenmäßige Deformationsüberwachung am Haldenfuß erfolgt alle zwei Monate durch Scanner Messungen (5. Änderung des SBP HA-10/01, zugelassen am 29.09.2014). Im Haldenvorfeld sind weiterhin Inklinometermessstellen im Einsatz. An der Süd-Ost-Flanke sind zwei Abstandsmesslinien eingerichtet: die Linie im Weg zu den Inklinometerbohrlöchern 4 und 5 ist seit 2006 vermarktet, eine weitere seit 2014 im Bereich der Inklinometer 6 und 7.

Im Oktober 2016 wurden an der Süd-West-Flanke der Halde zusätzlich 4 Permanentmessstationen eingerichtet, die seitdem tagesaktuelle Verschiebungsdaten liefern.

Die Ergebnisse des Standsicherheitsmonitorings werden im Rahmen von Quartalsberichten und einem Jahresbericht dokumentiert (siehe dazu auch Band 1.1E).

8.4 Staubmonitoring

Per NB 4.5.2 des Planfeststellungsbeschlusses 2004 sind im Umfeld der Halde während der Aufhaldung Staubmessungen durchzuführen.

Im Jahr 2011/2012 erfolgten Immissionsmessungen zur Ermittlung der Vorbelastung gemäß TA Luft im Umfeld der Betriebsstandorte Wintershall, Hattorf und Unterbreizbach sowie den drei Schachtstandorten Hera, Herfa und Zentralwerkstatt.

Die Staubimmissionen werden gemäß Überwachungsplan quartalsweise erfasst und ausgewertet und die Ergebnisse jährlich an die Bergbehörde gemeldet. Die Jahresmittelwerte der Salzstaubdepositionen lagen in den vergangenen Jahren deutlich unterhalb des Immissionswertes zum Schutz vor erheblichen Belästigungen und Beeinträchtigungen von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ der TA Luft. Ein optimiertes Messnetz gemäß Sonderbetriebsplan „Betrieb eines Messnetzes zur Bestimmung von (Salz-) Staubdepositionen im Umfeld des Werkes Werra“ vom 04.09.2015, zugelassen mit Bescheid vom 08.12.15 (Az.: 34/Hef-76 d 352 – 13/7), wurde im Jahr 2016 realisiert.

9 Zusammenfassung

Der Stand der Technik zur Vorbereitung der Aufstandsfläche und das technische Konzept zur Minimierung von Auswirkungen der ESTA-Rückstandshalde hat sich im Laufe der vergangenen vier Dekaden kontinuierlich weiterentwickelt. Während zu Beginn der Auffahrung der ESTA-Rückstandshalde die Aufstandsfläche vor Überschüttung nicht vergütet wurde, erfolgte im Zuge der Einführung des § 22a ABergV sowie im Hinblick auf die Nebenbestimmung 4.2.2.6 des Planfeststellungsbeschlusses aus 2004 die Prüfung und Umsetzung diverser Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen im Haldenbetrieb, um nachteilige Auswirkungen auf Gewässer oder den Boden durch Haldensickerwässer gemäß den Anforderungen an die Entsorgung von bergbaulichen Abfällen soweit wie möglich zu vermeiden.

Gemäß den genehmigungsrechtlichen Vorgaben war mit Inanspruchnahme der in 2004 planfestgestellten Haldenerweiterung für die gesamte Aufstandsfläche eine Durchlässigkeit von $\leq 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$ sicherzustellen.

Zum Schutz der Untergrundvergütung vor Frosteinwirkung und Erosion bis zur Überschüttung wird seit 2012/2013 ein Witterungsschutz aufgebracht.

Haldenwässer, die über die Haldenmantelfläche zum Abfluss gelangen, werden im Haldenrandgraben gefasst und abgeleitet. Sowohl auf der Ost- als auch auf der Westseite der Halde bestehen jedoch nach innen einfallende Gefälleverhältnisse, so dass ein Teil des Haldensickerwassers aus dem Haldenmantelbereich nicht auf kurzem Weg in den Randgraben gelangt. Die zur Ableitung dieser Wässer an der Haldenostseite im Bereich der Teilabschnitte 4 und 5 errichteten haldeninternen Entwässerungselemente parallel zum Haldenfuß haben sich als sehr wirksam erwiesen.

Vergleichsweise erhöhte Wegsamkeiten für den Eintrag von Haldensickerwasser in den Untergrund stellen die Bereiche im Südwesten der Bestandshalde dar. In Folge der Verformungen erhöhte sich der Instandhaltungsaufwand zum Erhalt der Funktionstüchtigkeit des Randbereichs, insbesondere der Durchzügigkeit des Haldenrandgrabens, erheblich. Es wurden mehrere Kampagnen zur Anpassung der Infrastruktur in 2011/12, 2014 und 2016/17 durchgeführt; und auch in der Zwischenzeit erfolgte eine kontinuierliche Anpassung der Randgräben.

Im Jahr 2012/2013 wurde auf hessischer Seite der ESTA-Rückstandshalde an der West- und Südseite der Halde unmittelbar hinter der haldenabgewandten Seite des Randgrabens im umlaufenden Befahrungsweg eine Tiefendrainage bis in durchschnittliche Tiefen von 2,0 bis 2,5 m u. GOK geplant und errichtet. Sie fasst relevante Sickerwassermengen.

Vor Errichtung der Drainage sowie in der Zeit, in der die Funktionsfähigkeit der Dränage eingeschränkt war, ist davon auszugehen, dass der Eintrag in diesem Bereich höher war, wenngleich eine Aussage zur konkreten Eintragshöhe nicht plausibel ableitbar ist.

Als weitere Ursachen der Grundwasserbeeinflussung wurden in der vorliegenden Historie die Verformungen im Bereich von Haldenfuß und Haldenvorland, die Einträge aus den Althaldenbereichen und der bestehenden ESTA-Rückstandshalde, die Überschüttung der Quelle 4, die Restinfiltration durch die ungedichtete bzw. vergütete Haldenaufstandsfläche, der Einfluss von Wasserscheiden bei fortschreitender Beschüttung sowie die Mobilisierung von Schwermetallen unter dem Einfluss von Haldensickerwasser beleuchtet.

Im Sinne einer kontinuierlichen Weiterentwicklung möglicher Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen in Hinblick auf die Auswirkungen der ESTA-Rückstandshalde wurden im Zuge der aktuellen Genehmigungsplanung weitergehende Maßnahmen entwickelt, um die Auswirkungen der Rückstandshalde auf ein Minimum zu reduzieren. Diese sind in Band 1.1E des in Genehmigung befindlichen Rahmenbetriebsplans umfassend beschrieben.

10 Literaturverzeichnis

- BDG Ecosax GmbH & Jungk Consult GmbH. (2017). *Geochemische Modellierung und Prognose der (Schwer-) Metallmigration im Abstrom einer Bergbauhalde*. Berlin, Dresden.
- Beer, D. W., & Niessing, D. S. (2009). *Eigenbericht 2008 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der Halde Hattorf*. Kassel: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Bergamt Bad Hersfeld. (1977). *Zulassungsverfügung zum Rahmenbetriebsplan vom 23. November 1976 des Kaliwerkes Hattorf für die Erweiterung der Rückstandshalde*. Az. 76 d 40-11-314/12/36. Bad Hersfeld.
- Bezirksausschuss zu Kassel. (1919). *Genehmigung zur Errichtung einer Fabrik zur Verarbeitung von Kalirohsalzen auf Chlorkalium, schwefelsaure Kalimagnesia, schwefelsaures Kali-Kieserit, Düngesalze und Brom und zur Einleitung der entstehenden Abwässer in die Ulster*. B.A.V. No. 12/19. Kassel.
- Bodenforschung, H. L. (1977). *Gutachten des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung über die Erweiterung des Kaliwerkes Hattorf, Philippsthal (Werra), Kreis Hersfeld-Rotenburg*. TK 25 Blatt 5125 Friedewald. 321-1905/76 Fkw-Lae-PZ/St-Tl. Wiesbaden.
- DAS BAUGRUND INSTITUT Dipl.-Ing. Knierim GmbH. (2017). *Erkundung des Untergrundes im NSG- und FFH-Gebiet „Stöckig-Ruppershöhe“ an der Grenze zur ESTA-Rückstandshalde der K+S KALI GmbH*. Kassel.
- Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V. . (2018). *Ergebnisbericht - Bewertung der laufenden Maßnahmen zur Gefahrenabwehr an der Halde Hattorf der K+S KALI GmbH auf Thüringer Gebiet*. Dresden.
- Gerling, D. R. (2009). Strategien zur Vermeidung und Entsorgung von festen und flüssigen Rückständen in den Kaliwerken an Fulda und Werra. *Kali und Steinsalz*(2).
- Hess. Landesamt für Bodenforschung. (1977). *Gutachten über die Erweiterung der Rückstandshalde des Kaliwerkes Hattorf, Philippsthal (Werra), Kreis Hersfeld-Rotenburg*. Wiesbaden.
- IfG . (2014). *Stellungnahme zur Standsicherheit der ESTA-Rückstandshalde Hattorf*. Leipzig.
- IGU. (2012). *Bewertung technischer Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung des Eintrages von Haldenwasser in den oberflächennahen Untergrund; Teil 1: Standort Hattorf*. Philippsthal.
- IK. (2017). *Stellungnahme zu den Ergebnissen der messtechnischen Überwachung der Bestandshalde Hattorf*.
- Jungk Consult GmbH. (2016). *Hydrogeologisches Gutachten zu den Quellen 10 und 11 in Unterbreizbach - Herbst 2016*. Berlin.
- K+S. (1999). *Anlage A9 des RBP 02/00 Schreiben vom 27.08.21999 an den RP, Dez. Bergaufsicht, Stellungnahme der K+S zum Quellaustritt am Schüttungsfuß der Rückstandshalde Hattorf*.

- K+S KALI GmbH. (2012). *Abfallbewirtschaftungsplan gem. § 22a Abs.2 ABergV (DVS-Nr. 3001945)*. Philippsthal: K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf.
- K+S KALI GmbH. (2016). *Erweiterung der Rückstandshalde des Werkes Werra, Standort Hattorf in Philippsthal Bergrechtliches Planfeststellungsverfahren. Schreiben vom 24.09.2015 bzgl. Schreiben des Dez. 34 (Zeichen 34/Hef 76d 40-11-314-30/161 vom 11.06.2015), Anlage 3*. Philippsthal.
- K+S KALI GmbH. (2017). *Nachhaltiges Rückstandsmanagement am Standort Hattorf; Erwiderung zur Fachlichen Stellungnahme HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH vom 29.05.2017*. Philippsthal.
- K+S KALI GmbH, Werk Werra. (2001). *Ergänzungsband zur Antragsunterlage zum Rahmenbetriebsplan HA 19/99 Erweiterung der Rückstandshalde Hattorf, Anlage E-3*. Philippsthal.
- KALI und SALZ AG. (1974). *Rahmenbetriebsplan für die Rückstandshalde "IM KESSEL" (Halde IV), Notiz zur Beseitigung von Fabrikrückständen, Anlage 13*. Heringen.
- KALI und SALZ AG. (1974). *Rahmenbetriebsplan für die Rückstandshalde "IM KESSEL" (Halde IV)*. Heringen.
- Kali und Salz AG. (1976). *Rahmenbetriebsplan vom 23.11.1976 zur Erweiterung der Halde des Werkes Hattorf*. Philippsthal/Werra.
- KALI UND SALZ AG. (1992). *Antrag zur Änderung des 16. SBP vom 16.06.1982 "Rückhaltebecken für Haldenwasser" (Az.: 79 f 12 - 03 - 312/21/8) - Entwässerung südlicher Haldenfuß ESTA-Halde*. Philippsthal.
- Kali und Salz GmbH. (2000). *Rahmenbetriebsplan Erweiterung der Rückstandshalde Hattorf, RBP HA-19/99, DVS 3001583, 30.05.2000*. Philippsthal.
- Karger, K., & Huttel, D. (2018). *Untersuchungen zu möglichen Auswirkungen der ESTA-Rückstandshalde Hattorf der K+S KALI GmbH auf Philippsthal-Röhrigshof und den Zellersbach*. Philippsthal: K+S KALI GmbH.
- Kluge, D. S., & Thönelt, S. (2007). *Eigenbericht 2006 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der Halde Hattorf*. Kassel: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Kluge, D. S., & Thönelt, T. (2006). *Eigenbericht zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der Halde Hattorf*. Kassel: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Kluge, D. S., & Thönelt, T. (2008). *Eigenbericht 2007 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der Halde Hattorf*. Kassel: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Metzlaff, G. (2013). *Eigenbericht 2012 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf*. Philippsthal: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Metzlaff, G. (2014). *Eigenbericht 2013 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf*. Philippsthal: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Metzlaff, G. (2016). *Eigenbericht 2015 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf*. Philippsthal: Werk Werra, Standort Hattorf.

- Metzlaff, G., & Helm, J. (2015). *Eigenbericht 2014 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf*. Philippsthal: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Metzlaff, G., & Huttel, P. (2016). *Grundwasserbeobachtung im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf - Ergebnisse von Laborversuchen zu pH-Werten und Schwermetallgehalten im Schwebenden Grundwasserleiter*. Philippsthal: K+S KALI GmbH, Werk Werra.
- Metzlaff, G., & Jungmann, O. (2012). *Eigenbericht 2011 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf*. Philippsthal: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Metzlaff, G., Karger, K., & Hahn, F. (2018). *Eigenbericht 2017 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf*. Philippsthal: K+S KALI GmbH, Werk Werra, Standort Hattorf.
- Metzlaff, G., Lohmeier, S., Helm, J., & Artschwager, C. (2017). *Eigenbericht 2016 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der ESTA-Rückstandshalde Hattorf*. Philippsthal: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Münz, C., & Dr. Niessing, S. (2010). *Eigenbericht 2009 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der Halde Hattorf*. Kassel: K+S KALI GmbH.
- Münz, C., & Jungmann, O. (2011). *Eigenbericht 2010 zur Grundwasserbeobachtung im Umfeld der Halde Hattorf*. Philippsthal: Werk Werra, Standort Hattorf.
- Preußisches Oberbergamt. (1942). *Genehmigungsurkunde zum Betrieb der Fabrik in Philippsthal zur Verarbeitung von Kalirohsalz auf Chlorkalium, Kalidüngesalze, Schwefelsaure Kali- und Magnesiumsalze sowie Brom (G.Nr. I 8484/42)*. Clausthal-Zellerfeld.
- RP Kassel. (2004). *Planfeststellungsbeschluss für die Erweiterung der Kalirückstandshalde Hattorf der Firma K+S KALI GmbH Werk Werra, Gemeinden Hohenroda und Philippsthal in den Gemarkungen Ransbach und Philippshtal, Landkreis Hersfeld - Rotenburg*.
- RP Kassel. (2016). *Zulassung der 4. Ergänzung SBP HA-15/08, DVS 3001979.5: Verlängerung der Frist des Rückbaus der Kieserithalde und die Verlängerung der Kieseritaufhaldung bis 31.12.2017 (AZ 34/HEF 76 d 40-11-314-4/72)*. Bad Hersfeld.
- RPKS. (2004). *Planfeststellungsbeschluss für die Erweiterung der Kalirückstandshalde Hattorf der Firma K+S KALI GmbH Werk Werra, Gemeinden Hohenroda und Philippsthal, Landkreis Hersfeld - Rotenburg. AZ 44/HEF-76 d 40 - 11-314-14/170. 25.11.2004*. Bad Hersfeld.
- Schroth, D. H.-E. (1977). *Die Errichtung einer Großhalde unter umweltschützenden Bedingungen. Kali und Salz (Juli)*.
- TABERG GmbH. (1999). *UVS-Anhang 4 Schutzgut Wasser zur Erweiterung der Rückstandshalde am Standort Hattorf des Werkes Werra (RBP 19/99)*. Kassel.

TLBA. (2004). *Planfeststellungsbeschluss für die Erweiterung der Kalirückstandshalde Hattorf der Firma K+S KALI GmbH Werk Werra, in die Gemarkung Unterbreizbach, Wartburgkreis, Bescheid Nr. 958 / 2004 (AZ Kr 76 d 12 31) . Gera.*

Anlage 1:

Ausschnitt aus dem Tageriss – Übersicht der
Haldenentwicklung Rückstandshalde Hattorf