

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

Band 3.7.1E: Fachgutachten

**Versatz von Fabrikrückständen, Teil I,
Ablagerung des Gesamtrückstandes der Fabrik Hattorf unter
Tage**

V o r h a b e n s t r ä g e r :

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




.....
Thomas Jacob


.....
Dirk Weigert

Impressum

Fassung vom 12.06.2021

Ansprechpartner Grube: Dirk Weigert
Telefon: +49 6620 79 3010
Mobil: +49 176 12348214
Fax: +49 561 930147402
e-Mail: Dirk.Weigert@k-plus-s.com
Web: www.k-plus-s.com



Untersuchungsgegenstand:

Verbringen des gesamten Fabrikrückstandes der Fabrik Hattorf in die Grube Hattorf-Wintershall für einen Zeitraum von rund 16 Jahren.

Ergebnisse im Überblick:

- Versatzhohlräume stehen nur für einen Teilstrom von 3,6 Mio. t/a zur Verfügung. Rund 4 Mio. t/a müssen weiterhin aufgehaldet werden.
- Vor dem Start des Versatzeinbringens ist eine Vorlaufphase von 5 Jahren erforderlich. Währenddessen ist eine weitere Aufhaldung der Gesamtrückstände notwendig.
- Durch das Verbringen von 3,6 Mio. t/a Rückstand nach unter Tage erhöht sich der Dieselmotorenverbrauch um über 2,7 Mio. l/a, der zusätzliche Elektroenergieverbrauch beläuft sich auf ca. 44 Mio. kWh/a, und die CO₂-Emissionen summieren sich auf 32.600 t/a.
- Die erforderliche zusätzliche Wettermenge in Höhe von 7.900 m³/Min. kann nur über einen neuen Wetterschacht oder mit einem neuen leistungstärkeren Hauptgrubenlüfter bereitgestellt werden.
- Für eine Laufzeit von 16 Jahren ergeben sich Gesamtaufwendungen in Höhe von ca. 1,12 Mrd. € (= rd. 19 €/t Versatz). Die Umsetzung des Konzeptes beeinflusst die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Hattorf stark negativ bzw. stellt diese in Frage.

Die Entsorgungsalternative ist ökologisch fragwürdig und ist mit sehr hohem technischen und finanziellen Aufwand verbunden. Die technische Machbarkeit konnte nicht zweifelsfrei geklärt werden.

Das Verbringen des Fabrikrückstandes über den Schacht Hattorf wird als äußerst kritisch und mit den bisherigen Mitteln nicht realisierbar bewertet. **Alternativen in Hessen und Thüringen wurden geprüft und verworfen** (siehe Teil II zu Band 3.7E).

Inhaltsverzeichnis

1	Untersuchungsvariante	6
2	Hohlraumbilanz.....	8
2.1	Nutzbarer Hohlraum alter Grubenbaue	9
2.2	Nutzbarer Hohlraum neuer Grubenbaue.....	12
2.3	Reihenfolge der Blockverfüllung unter Tage	14
2.4	Fazit für Rückstandsmanagement.....	16
3	Rückstandseigenschaften.....	17
4	Berücksichtigung eingelagerter Abfälle	18
4.1	Rechtliche Gegebenheiten	18
4.2	Konsequenzen.....	18
5	Rückstandsweg	20
5.1	Transport des Rückstandes zum Schacht (über Tage).....	20
5.2	Schachtfallleitung nach unter Tage	21
5.2.1	Anbindung unter Tage	22
5.3	Tagesbohrung	24
5.4	Transport unter Tage.....	26
5.4.1	Bandanlagen zum Streckentransport	26
5.4.2	Energieversorgung	27
5.4.3	Vorbereitung der Strecken	27
5.5	Versatzrevier zum Einbringen des Fabrikrückstandes	32
5.6	Einbau des Rückstandes in alte Hohlräume	35
5.7	Laughaltung und Laugentrückführung	39
6	Maschinen- und Personalbedarf unter Tage	40
6.1	Herrichtung und Vorbereitung der Hohlräume	40
6.2	Einbringen des Fabrikrückstandes	40
6.3	Gesamtbedarf	41
7	Wetterbedarf und Klima.....	42
7.1	Wetterbedarf.....	42
7.2	Klima.....	43
8	Energieverbrauch und CO₂-Bilanz.....	44
8.1	Energieverbrauch	44
8.1.1	Dieserverbrauch.....	44
8.1.2	Elektroenergieverbrauch	44
8.1.3	Schachtwetterheizung	44
8.2	CO ₂ -Bilanz	45
8.2.1	Dieselmotoremissionen	45
8.2.2	CO ₂ -Emissionen aufgrund von Elektroenergieerzeugung	45
8.2.3	CO ₂ -Emissionen aufgrund von Schachtwetterheizungen	45
8.2.4	Gesamt CO ₂ -Emissionen	45
9	Aufwendungen.....	47
9.1	Investitionen	47
9.2	Betriebskosten.....	48

Versatz von Fabrikrückständen, Teil I	2
9.3 Gesamtaufwendungen	48
10 Prüfung der Anwendbarkeit von Spülversatz	49
11 Zusammenfassung.....	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	80 % Verfüllgrad bei 3 m Streckenhöhe (Kippen + Schieben)	10
Abbildung 2-2:	Maschinenhöhe SLP-12 bei Auskippstellung	10
Abbildung 2-3:	12 t Lader in niedrigen Lagerstättenbereichen (li. 2m, re. 3m)	11
Abbildung 2-4:	Versatzblöcke auf der 1. und 2. Sohle	16
Abbildung 5-1:	Rückstandsweg über Tage.....	20
Abbildung 5-2:	Anschnitt Schacht unter Tage (Wetterstrecke Hattorf).....	23
Abbildung 5-3:	Bandanlagenschema und Abwurfstellen der ersten Sohle	28
Abbildung 5-4:	Bandanlagenschema und Abwurfstellen der zweiten Sohle	29
Abbildung 5-5:	Schematische Darstellung der Bandanlage im Versatzgebiet	30
Abbildung 5-6:	Bsp. Kippstellen im Versatzgebiet (Block 124+125)	31
Abbildung 5-7:	Funktionsweise des Rollochs	32
Abbildung 5-8:	Entwicklung der ersten Sohle.....	33
Abbildung 5-9:	Entwicklung der zweiten Sohle.....	34
Abbildung 5-10:	Auffüllen von Versatzmaterial.....	35
Abbildung 5-11:	Skizze Berauben auf aufgefülltem Versatzmaterial	36
Abbildung 5-12:	Schieben des Versatzsalzes unter die Firste	36
Abbildung 5-13:	Einbau des Versatzsalzes mit Schiebeschild 1	38
Abbildung 5-14:	Einbau des Versatzsalzes mit Schiebeschild 2.....	38
Abbildung 10-1:	Schacht Hattorf mit Reichweite einer Spülversatzanlage 1. Sohle	49
Abbildung 10-1:	Schacht Hattorf mit Reichweite einer Spülversatzanlage 2. Sohle	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Variantenvergleich.....	7
Tabelle 2-1:	Erforderliche Hohlräume.....	8
Tabelle 2-2:	Alte vorhandene Hohlräume.....	8
Tabelle 2-3:	Neu aufgefahrene Hohlräume Grubenfeld Hattorf	9
Tabelle 2-4:	Gesamthohlraumvolumen Grubenfeld Hattorf	9
Tabelle 2-5:	Nutzbarer Hohlraum alter Grubenbaue Grubenfeld Hattorf	11
Tabelle 2-6:	Ablagerbare Rückstandsmenge in alten Grubenbauen des Grubenfeldes Hattorf 12	
Tabelle 2-7:	Nutzbare neu aufgefahrene Hohlräume Grube HA.....	13
Tabelle 2-8:	Abgelagerte Rückstandsmenge in neuen Grubenbauen	13
Tabelle 2-9:	Wochen-Fahrweise des Rückstandes aus der Fabrik Hattorf.....	15
Tabelle 2-10:	Bilanz Ablagerungsmengen für das Grubenfeld Hattorf.....	16
Tabelle 3-1:	Rückstandseigenschaften aus der Fabrik Hattorf Daten 2019-2020 sowie Band 1.1.3E2 17	
Tabelle 5-1:	Grobzeitplan	21
Tabelle 8-1:	Jährlicher CO ₂ -Ausstoß.....	46
Tabelle 9-1:	Projekt Gesamtaufwendungen	48

Problem und Aufgabe

Im Rahmen der Erarbeitung der Genehmigungsunterlagen für die Erweiterung der Halde Hattorf ist zu prüfen, welche alternativen Entsorgungs- und Verwertungswege für das Rückstandssalz gegenüber einer Aufhaldung realisierbar sind. Nachzuweisen ist jeweils die technische und wirtschaftliche Machbarkeit unter dem Gesichtspunkt der Genehmigungsfähigkeit und Umweltverträglichkeit.

Derzeit werden sämtliche festen Rückstände der Fabrik Hattorf auf der Halde Hattorf aufgeschüttet. Für die Aufrechterhaltung der Produktion in der Fabrik Hattorf ist im Jahr 2023 eine Haldenerweiterung um zunächst 10,8 ha (Phase 2) ha erforderlich, die u.a. mit einer Prüfung aller Alternativen im Jahr 2021 beantragt wird. Die hier gegenständliche Betrachtung umfasst zusätzlich zur Phase 2 die sich anschließende geplante Erweiterung der Phase 3 (24,5 ha) des Gesamtvorhabens zur Haldenerweiterung Hattorf. Die Phase 1 des Vorhabens wurde im Jahr 2018 planfestgestellt. Die Flächenkapazität der Erweiterungsfläche der Phasen 2 und 3 wird bei vollständiger Verfüllung der Berme auf ca. 135 Mio. t Rückstand geschätzt, was bei einer jährlichen Rückstandsmenge von durchschnittlich 7,6 Mio. t eine Laufzeit von ca. 18 Jahren ergibt. Würde die Berme nicht verfüllt, betrüge die zu verbringende Rückstandsmenge nur 106,8 Mio. t (Tabelle 7-7, Band 1.1E des Antrags mit Stand 2018), entsprechend einer Laufzeit von 14 Jahren. Von daher wurde für die folgenden Betrachtungen eine mittlere Laufzeit von 16 Jahren, entsprechend 121,6 Mio. t zu entsorgendem Rückstandsmaterial, unterstellt. Eine Prüfung des Versatzeinbringens für die Laufzeit der Phase 2 von weniger als drei Jahren erübrigt sich, da die Investitionskosten für diese geringe Laufzeit unverhältnismäßig hoch sind.

Die Erforderlichkeit der Aufhaldung fester Rückstände aus der Produktion ergibt sich aufgrund fehlender Entsorgungsalternativen. Diese sind aufbauend auf dem letzten Gutachten von 2014 erneut zu analysieren und nach dem heutigen Stand der Technik zu bewerten. Zu untersuchen ist, ob der komplette Rückstandsstrom der Fabrik Hattorf unter Tage versetzt werden kann.

1 Untersuchungsvariante

Für das Verbringen des Fabrikrückstandes nach unter Tage gibt es mehrere technische Varianten. Geeignet dafür sind vor allem Bergwerke mit steiler Lagerung. Bei steiler Lagerung und entsprechenden Abbauverfahren wie z.B. Kammerbau, sind Hohlräume mit entsprechender Größe vorhanden, welche mit Hilfe der Schwerkraft verfüllt werden können. Die Rückstände können entweder ohne Flüssigkeitszusätze über eine Fallleitung nach unter Tage gebracht und anschließend über Gurtbandförderer zu den Hohlräumen transportiert werden oder mit Prozessabwässern aus der Produktion (z. B. MgCl_2 -Lösung) vermischt und als Spülversatz über Rohrleitungen direkt in die untertägigen Hohlräume geführt werden.

Der Transport nach unter Tage unterscheidet sich bei flacher Lagerung nicht. In „Room and Pillar“ Lagerstättenbereichen muss verhindert werden, dass sich die Flüssigkeit aus dem Rückstand im Bergwerk ausbreitet. Trockene bzw. Rückstände mit geringer Restfeuchte können versetzt und mit Fahrladern oder Raupen in die Hohlräume eingebaut werden. Bei Rückständen mit Restfeuchte muss eine geeignete Wasserhaltung berücksichtigt werden.

Im Verbundbergwerk Hattorf-Wintershall wurden alle Lagerstättenbereiche als Langkammern oder im „Room and Pillar“ Verfahren aufgefahren. Es sind keine großen kammerartigen Hohlräume wie in der steilen Lagerung vorhanden, so dass der Versatz nicht einfach verkippt werden kann. Deshalb müssen andere technische Lösungen für das Einbringen des Rückstandes angewendet werden, die wesentlich aufwändiger in der Herrichtung der Hohlräume und im laufenden Betrieb sind.

Erfahrungen mit hydraulischem Transport von Fabrikrückständen liegen in Unterbreizbach vor. Dort wurden die verflüssigten Fabrikrückstände unter Tage wieder entwässert und als Feuchtversatz in „Room and Pillar“ Lagerstättenbereichen mit Kuppenanstauungen abgelagert (Feld Pferdsdorf).

In der Tabelle 1-1 sind Varianten ersichtlich, von denen eine als technisch umsetzbar angesehen wird. Im Folgenden werden die Machbarkeit des Versetzens unter Tage untersucht sowie die Kosten der Ablagerung abgeschätzt. Alle anderen Varianten werden als nicht durchführbar bzw. nicht realistisch eingestuft und nicht weiter verfolgt. Größtenteils sind die Varianten nur in der steilen Lagerung sinnvoll durchführbar. Im Kapitel 10 erfolgt eine vertiefte Prüfung der Anwendbarkeit von Spülversatz im Grubenfeld Hattorf.

Überlegungen zum übertägigen Abtransport des gesamten Rückstandes in andere Bergwerke mit LKWs oder Güterwaggons würden pro Tag über 700 LKW- oder ca. 300 Waggonfahrten erfordern. Weiterhin müssten entsprechend Hohlräume zur Verfügung stehen. Gleiches gilt für den Transport per Gurtbandförderer oder Fernleitungen, die technisch ebenfalls denkbar sind, die Umsetzung aber zusätzlich an länderübergreifende Genehmigungen gebunden ist. Bei allen anderen genannten Verfahren ergeben sich gegenüber der betrachteten Variante deutliche Nachteile, so dass für die vorliegenden Randbedingungen in der Grube Hattorf-Wintershall nur der Feuchtversatz mit Fallleitung, Bandanlage und Fahrlader in Frage kommt.

Tabelle 1-1: Variantenvergleich

Nr	Abbauverfahren	Rückstand	Transport in die Grube	Untertagetransport	Einbringung	Bemerkung
1	Room & Pillar	Suspendierter Rückstand	Falleitung/ Suspensionsleitung	Rohre und Pumpen	freier Auslauf aus Rohrleitung + Rückpumpen Flüssigkeit	Reichweite ohne Zwischenpumpe max 5-7 km vom Schacht, zu wenig tiefer gelegene Abbaubereiche mit Muldenstruktur für 6,5 Mio. t/a vorhanden
2	Room & Pillar	Suspendierter Rückstand	Falleitung/ Suspensionsleitung	Rohre und Pumpen, Entwässerung des Rückstandes unter Tage, Weitertransport mit Bandanlagen	Lader/Raupe	das Einbringen erfolgt analog des entwässerten Versatzes UB Feld Pferdsdorf
3	Room & Pillar	Feuchter Rückstand	Falleitung	Bandanlage	Lader/Raupe	das Einbringen erfolgt analog des entwässerten Versatzes UB Feld Pferdsdorf
4	Room & Pillar	Feuchter Rückstand	Gestellförderung (Big Bags)	LKW/Tieflader	Stapler	Transportmenge nicht realisierbar, > 4 Mio. Bigbags/a
5	steile Lagerung	Feuchter Rückstand	Falleitung	Bandanlage/ Zugtransport	Verstürzen über Rolllöcher	analog Sigmundshall, Grube HW keine Kammern vorhanden
6	steile Lagerung	Suspendierter Rückstand	Falleitung/ Suspensionsleitung	Rohre und Pumpen	freier Auslauf aus Rohrleitung + Rückpumpen Flüssigkeit	Reichweite ohne Zwischenpumpe max 5-7 km vom Schacht, analog zu Unterbreizbach, Grube HW keine Kammern/Kuppen vor- handen
7	Room & Pillar, steile Lagerung	Feuchter Rückstand	Transport in eine andere Grube	Bandanlage/ Rohre, Pumpen	Bergwerksflutung (extern)/ Einleitung / Lader	Genehmigung schwierig, Zeitlich nicht machbar

Vorzugsvariante
Variante ausgeschlossen

2 Hohlraumbilanz

Bei einer jährlichen Rückstandsmenge von ca. 7,6 Mio. t/a und einem Betrachtungszeitraum von ca. 16 Jahren müssten im Fall des vollständigen Versetzens im Grubengebäude ca. 121,6 Mio. t Fabrikrückstand unter Tage eingebaut werden. Bei einer realisierbaren Einbaudichte von 1,5 t/m³ für Fabrikrückstand entspricht dies einem erforderlichen Netto-Hohlraum von ca. 81 Mio. m³ unter Tage.

Tabelle 2-1: Erforderliche Hohlräume

	pro Jahr	16 Jahre
Rückstandsmenge Fabrik HA	7,6 Mio. t	121,6 Mio. t
Erforderliches Netto-Hohlraumvolumen bei einer Einbaudichte von 1,5 t/m ³	5,07 Mio. m ³	81 Mio. m³

Für die Hohlraumbilanz der nächsten 16 Jahre werden die zurzeit zur Verfügung stehenden Hohlräume sowie Hohlräume, welche zukünftig innerhalb der nächsten 16 Jahre entstehen, berücksichtigt. Das Hohlraumvolumen wurde über die Grundfläche der Abbaublöcke, die Streckenhöhe und einer durchschnittlichen Extraktionsrate von 50 % ermittelt. Demnach beträgt das Gesamthohlraumvolumen der alten vorhandenen Grubenbaue der Grube Hattorf-Wintershall derzeit ca. 388 Mio. m³. Im Grubenfeld Hattorf beträgt das vorhandene Hohlraumvolumen ca. 228 Mio. m³ und im Grubenfeld Wintershall ca. 160 Mio. m³.

Tabelle 2-2: Alte vorhandene Hohlräume

	Alte Hohlräume
Grubenfeld Hattorf	ca. 228 Mio. m³
Grubenfeld Wintershall	ca. 160 Mio. m ³
Alte Hohlräume Grube Hattorf-Wintershall	ca. 388 Mio. m ³

Die Rohsalzförderung für die Fabrik Hattorf wird in den nächsten Jahren vorraussichtlich durchschnittlich ca. 9 Mio. t/a betragen. Im Grubenfeld Hattorf haben die Auffahrungen im Nebengestein einen Massenanteil von ca. 15-19 % jährlich, welche als Sofortversatz direkt eingebaut werden. Dies entspricht ca. 1,4 – 1,7 Mio. t/a (vgl. 3,0 Mio. t/a HW gesamt).

Zusätzlich zu den regulären Gewinnungstätigkeiten für die Rohsalzförderung in der Fabrik Hattorf muss durch das Auslaufen von Feldesteilen im Grubenfeld Wintershall zusätzlich Rohsalz im Grubenfeld Hattorf gewonnen werden. Die erforderliche Zufördermenge liegt zwischen 2.000 t/d und 10.000 t/d (im Mittel bei 6.000 t/d) in den nächsten 16 Jahren.

Somit ergibt sich eine Gesamtrohsalzmenge (Wertstoff plus Versatz) von ca. 12,3 Mio. t/a im Grubenfeld Hattorf. Mit einer in situ Rohsalzdichte von 2,1 t/m³ entstehen ca. 5,9 Mio. m³/a neue Hohlräume. Für einen Zeitraum von 16 Jahren ergeben sich somit ca. 94 Mio. m³ neu aufgefahrene Hohlräume.

Tabelle 2-3: Neu aufgefahrene Hohlräume Grubenfeld Hattorf

	pro Jahr	16 Jahre
Gesamtrohsalzmenge u. T. Grubenfeld Hattorf	ca. 12,3 Mio. t	ca. 197 Mio. t
Resultierender neu entstehender Hohlraum Grubenfeld Hattorf	ca. 5,9 Mio. m ³	ca. 94 Mio. m ³

Das Gesamthohlraumvolumen aus bestehenden alten Hohlräumen und neu aufgefahrenen Hohlräumen in den nächsten 16 Jahren beträgt im Grubenfeld Hattorf ca. 322 Mio. m³.

Tabelle 2-4: Gesamthohlraumvolumen Grubenfeld Hattorf

	16 Jahre
Neu entstandener Hohlraum Grubenfeld Hattorf	ca. 94 Mio. m ³
Alte Hohlräume Grubenfeld Hattorf	ca. 228 Mio. m ³
Gesamthohlraumvolumen alt und neu Grubenfeld Hattorf	ca. 322 Mio. m³

2.1 Nutzbarer Hohlraum alter Grubenbaue

Laut Fachgutachten /1/ wird davon ausgegangen, dass aus Gründen der First- und Stoßsicherheit, der Hohlraumverkleinerung durch Gebirgslast (Konvergenz) und den erforderlichen betriebsnotwendigen offenen Hohlräumen (z. B. für Wetterführung, Energieversorgung) weniger als 50 % der Althohlräume mit Fabrikrückstand versetzt werden können. Diese Hohlräume sind nur eingeschränkt zugänglich und müssen mit einem erheblichen Mehraufwand hergerichtet werden, was zu deutlich höheren spezifischen Kosten führt.

Um ein effektives Arbeiten mit der verfügbaren Maschinentechnik zu gewährleisten, werden bei der Ermittlung des nutzbaren Hohlraumes in alten Grubenbauen nur Strecken mit einer Streckenhöhe ≥ 3 m beim Zeitpunkt des Auffahrens berücksichtigt. Bereits verplante Flächen für die UTV Hattorf werden ebenfalls nicht berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass alte Grubenbaue mit einer Streckenhöhe von < 3 m aufgrund von Konvergenzen, herabgefallenen Firstlösern bzw. aufgewölbten Sohlen nicht mehr die erforderliche Streckenhöhe aufweisen, die für einen effektiven Maschineneinsatz notwendig ist.

Der realisierbare Verfüllungsgrad steigt mit zunehmender Streckenhöhe. Als Obergrenze für eine 3 m hohe Strecke ist ein Wert von ca. 80 % anzusehen (Abbildung 2-1). Dafür sind jedoch bereits zeitaufwändige Zusatzarbeiten notwendig, die insbesondere durch das Schieben des Versatzes unter die Firste entstehen (Kombination aus Kippen und Schieben).



Abbildung 2-1: 80 % Verfüllgrad bei 3 m Streckenhöhe (Kippen + Schieben)

Für das effektive Auskippen einer SLP-12/14 Schaufel sind mindestens 3 m Streckenhöhe erforderlich, damit der Hubarm ausgehoben und die Schaufel komplett entleert werden kann (siehe Abbildung 2-2). Die minimale Auskipphöhe beträgt 2,20 m und entspricht der Abmessung der Schaufelhöhe in Auskippstellung. Dann müsste der Schaufelinhalt jedoch im Rückwärtsgang flach über die Strecke verteilt werden, da der Hubarm nicht angehoben werden kann (Auskipphöhe nahezu Null). Um mit vertretbarem Aufwand (Kippen + Schieben mit Fahrlader) einen Verfüllgrad von 80 % zu erreichen, müssen die Hohlräume eine Streckenhöhe von mindestens 3 m haben. Der spezifische Aufwand für die Herrichtung und das Einbringen von Fabrikrückstand ist abhängig von der Streckenhöhe. Dabei nimmt der Aufwand nicht linear sondern überproportional zu.

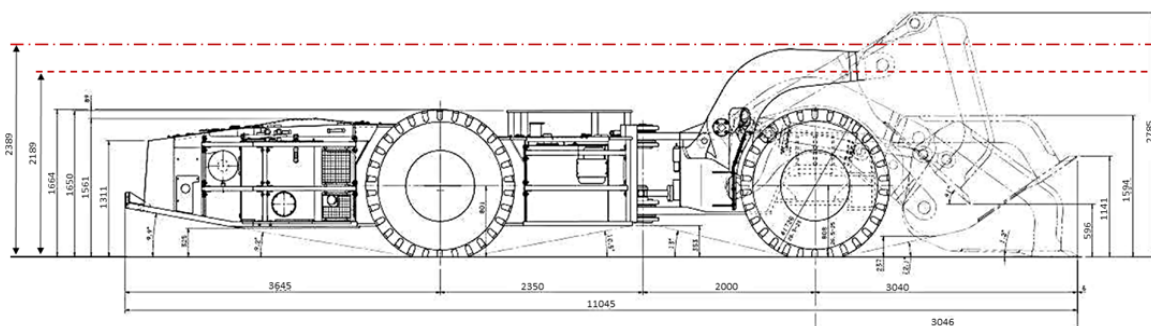


Abbildung 2-2: Maschinenhöhe SLP-12 bei Auskippstellung¹

¹ (2.785 mm + 200 mm Sicherheitsabstand zur Firste ergibt 2.985 mm ~ 3 m)

Um die entsprechenden Versatzleistungen effektiv zu erreichen, werden idealerweise überwiegend Lader mit einem möglichst großen Schaufelvolumen eingesetzt. Eine Vergrößerung des Schaufelvolumens hat den Vorteil, dass für die gleiche Versatzleistung weniger Treibstoff/Strom verbraucht und CO₂ erzeugt wird. Zur Veranschaulichung der Streckenhöhen sind in Abbildung 2-3 je eine Strecke mit ca. 2 Metern und mit ca. 3 Metern Höhe dargestellt.



Abbildung 2-3: 12 t Lader in niedrigen Lagerstättenbereichen (li. 2m, re. 3m)

Das Hohlraumvolumen des Grubenfeldes Wintershall wird hier nicht berücksichtigt. Die Verfüllung dieser Hohlräume wurde separat im Haldenerweiterungsverfahren der Halde Winterhall geprüft und geht nicht in die Hohlraumbilanz des Grubefeldes Hattorf mit ein.

Tabelle 2-5: Nutzbarer Hohlraum alter Grubenbaue Grubenfeld Hattorf

	Abzüge	Summe verbleibend
Alte Hohlräume insgesamt Grubenfeld Hattorf abzgl. UTV (HA Rev. 0 Rest)		228 Mio. m ³
Abzüglich Hohlräume kleiner 3 m Streckenhöhe	46 Mio. m ³	182 Mio. m ³
Nutzbarer Hohlraum alter Grubenbaue Grubenfeld Hattorf		182 Mio. m³

Der nutzbare Hohlraum alter Grubenbaue im Grubenfeld Hattorf mit Stand 2021 wurde in Blöcke eingeteilt. Jeder Block ist mit Abbaufäche, Streckenhöhe und Hohlraumvolumen (Extraktionsrate 50 %) ausgewiesen. Im Durchschnitt sind somit 50 % der Fläche als Pfeiler stehen geblieben.

Die tatsächlichen Streckenhöhen können sich inzwischen durch Konvergenz von den dokumentierten Streckenhöhen unterscheiden, so dass die ermittelten Abbaublöcke aufgrund niedrigerer Streckenhöhen eventuell später verworfen bzw. der verfügbare Hohlraum reduziert werden muss. Hohlräume, welche für Werkstätten genutzt werden bzw. bereits verfüllt sind, wurden nicht in die Gesamthohlraumbilanz einbezogen. Um den tatsächlich verfüllbaren Versatzhohlraum zu ermitteln, wurde von den Blöcken mit einer Streckenhöhe > 3 m ein Anteil von rund 10 % abgezogen (Erfahrungswert), der

wegen schwieriger Lagerstättenverhältnisse nicht oder nur sehr schwer versetzt werden kann (z. B. ansteigende Strecken > 20 %, starke Querneigungen). In den verbleibenden Strecken sind ca. 30 % des Hohlraumes bereits mit Sofortversatz verfüllt.

Mit den getroffenen Annahmen ergibt sich ausgehend von 182 Mio. m³ nutzbarem Hohlraum alter Grubengebäude im Grubenfeld Hattorf mit einer Höhe größer 3 m nach den beschriebenen Abzügen ein nutzbarer Hohlraum von ca. 92 Mio. m³. Dies entspricht bei einer Einbaudichte für Fabrikrückstand von 1,5 t/m³ einer Summe von ca. **138 Mio. t** Fabrikrückstand (Tabelle 2-6).

Tabelle 2-6: Ablagerbare Rückstandsmenge in alten Grubenbauen des Grubenfeldes Hattorf

	Abzüge	Summe verbleibend
Nutzbarer Hohlraum alter Grubenbaue Grubenfeld Hattorf > 3 m		182 Mio. m ³
Abzüglich Strecken mit Extremgefällen	18 Mio m ³	164 Mio. m ³
30 Vol.-% sind schon verfüllt (Versatz, Beraubesalz)	49 Mio. m ³	115 Mio. m ³
80 % Verfüllgrad (20% Abzug)	23 Mio. m ³	92 Mio. m ³
Nutzbarer Hohlraum alter Grubenbaue des Grubenfeldes Hattorf nach Abzügen		92 Mio. m ³
Mit Einbaudichte von 1,5 t/m ³ ablagerbare Rückstandsmenge		138 Mio. t

2.2 Nutzbarer Hohlraum neuer Grubenbaue

Aus der Gesamtrohsalzmenge im Grubenfeld Hattorf von 12,3 Mio. t/a (Wertstoff plus Versatz) und einer mittleren in situ Rohsalzdichte von 2,1 t/m³ ergeben sich jährlich 5,9 Mio. m³/a neu aufgefahrene Hohlräume. In den nächsten 16 Jahren entstehen somit ca. 94 Mio. m³ neu aufgefahrene Hohlräume. In der Hohlraumbilanz werden die neu aufgefahrenen Hohlräume ermittelt, deren Streckenhöhe ≥ 3 m ist.

Das Hohlraumvolumen der zukünftig aufgefahrenen Hohlräume mit Streckenhöhen ≥ 3 m beträgt ca. 1,1 Mio. m³ pro Jahr. In den restlichen Teilen der Lagerstätte wurden niedrigere Streckenhöhen exploriert (z. B. Marbach).

Tabelle 2-7: Nutzbare neu aufgefahrene Hohlräume Grube HA

	Abzüge	Summe verbleibend	
	pro Jahr	pro Jahr	16 Jahre
Neu aufgefahrener Hohlraum im Grubenfeld Hattorf		5,9 Mio m ³	94,4 Mio. m ³
Abzüglich Hohlräume < 3 m Streckenhöhe	4,8 Mio m ³ /a	1,1 Mio m ³	17,6 Mio. m ³
Nutzbarer Hohlraum neuer Grubenbaue im Grubenfeld Hattorf		1,1 Mio m ³	17,6 Mio. m ³

Nach Abzug der Hohlräume < 3 m verbleibt ein nutzbares Hohlraumvolumen in den neu aufgefahrenen Strecken von ca. 1,1 Mio. m³ pro Jahr. Es fallen jährlich durchschnittlich 17 %² Sofortversatz an, die ortsnah versetzt werden. Dabei ergibt sich ein Hohlraumabzug von 0,19 Mio. m³/a. Weiterhin werden ca. 30 % der Hohlräume als betriebsnotwendige Bereiche, z. B. für Infrastrukturstrecken, Fahr-, Flucht-, Wetterwege und Bandstrecken offen gehalten /1/. Analog zu der Betrachtung der alten Grubenbaue wird ein Volumenanteil von rund 10 % vom nutzbaren Hohlraum abgezogen, der wegen schwieriger Lagerstättenverhältnisse nicht versetzt wird.

Tabelle 2-8: Abgelagerte Rückstandsmenge in neuen Grubenbauen

	Abzüge	Summe verbleibend	
	pro Jahr	pro Jahr	16 Jahre
Nutzbarer Hohlraum neuer Grubenbaue		1,1 Mio. m ³	18 Mio. m ³
Benötigter Hohlraum zur Ablagerung Sofortversatz	0,2 Mio. m ³	0,9 Mio. m ³	15 Mio. m ³
30% Infrastruktur (Fahr- und Wetterwege, Bandstrecken)	0,3 Mio. m ³	0,6 Mio. m ³	10 Mio. m ³
Abzüglich Strecken mit Extremgefällen	0,1 Mio. m ³	0,6 Mio. m ³	9 Mio. m ³
Verbauter Versatzhohlraum mit 80 % Verfüllgrad	0,1 Mio. m ³	0,5 Mio. m ³	7 Mio. m ³
Mit Einbaudichte von 1,5 t/m ³ ablagerbare Rückstandsmenge		0,7 Mio. t	11 Mio. t

Das nutzbare Hohlraumvolumen aus neu aufgefahrenen Grubenbauen beträgt in den nächsten 16 Jahren insgesamt ca. 7 Mio. m³. Das bedeutet, dass jährlich maximal 0,7 Mio. t/a in neu aufgefahrenen Gruben Hohlräumen abgelagert werden können. Dafür wäre es erforderlich, einen relativ kleinen Teilstrom von weniger als 170 t/h über große Entfernungen in neu aufgefahrene Grubenbaue an der Abbaufont zu transportieren. Der unverhältnismäßig hohe technische und wirtschaftliche Aufwand dafür erbringt im Gesamtrückstandsmanagement keinen ausweisbaren Nutzen, weshalb ein effektives und wirtschaftlich tragbares Versetzen von diesen Hohlräumen als nicht sinnvoll angesehen wird. Das Gewinnen von Rohsalz im Room and Pillar Verfahren und ein gleichzeitiges Versetzen von Fabrikrückstand in neu aufgefahrene, abbaunahe Hohlräume ist kein Stand der Technik, wird aktuell aber von verschiedenen

² 17% ist die geplante Sollzahl für die nächsten Jahre

Forschungsvorhaben untersucht. Derzeit wird davon ausgegangen, dass das Gewinnen des Rohsalzes und das Versetzen des Fabrikrückstandes zeitlich so weit auseinander liegen, dass die Hohlräume zum Versatzzeitpunkt als Althohlräume betrachtet werden müssen. Die Hohlräume müssen dann vor der Verfüllung erneut hergerichtet und gesichert werden.

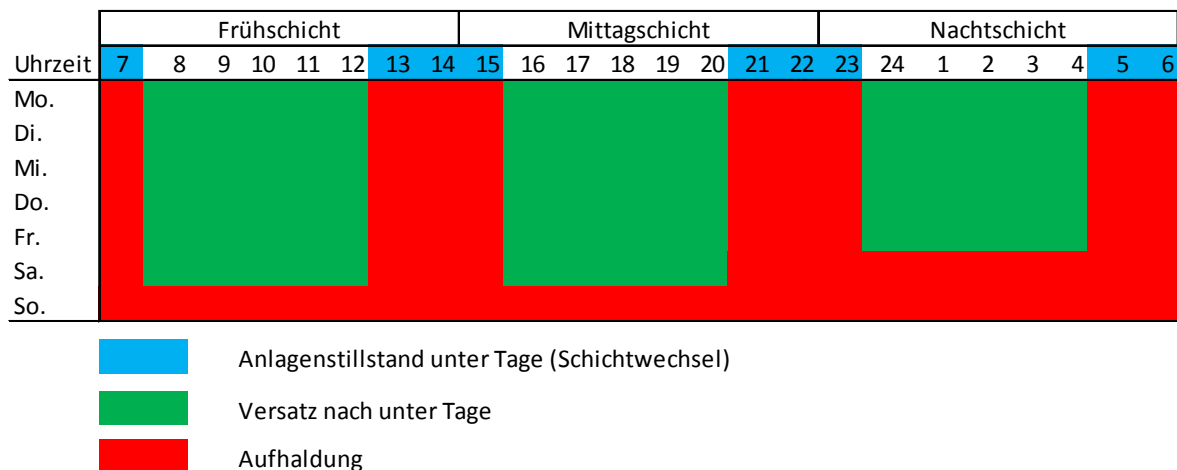
2.3 Reihenfolge der Blockverfüllung unter Tage

Um eine Rückstandsmenge nach unter Tage zu bringen und in Hohlräumen zu versetzen, ist abweichend vom aktuellen Gewinnungs-Schichtsystem unter Tage (16 Schichten/Woche) sowie 48 Arbeitswochen pro Jahr bei einem Rückstandsstrom aus der Fabrik von 900 t/h ein Versatz-Schichtsystem von 17 Schichten/Woche an 49 Arbeitswochen pro Jahr, eine Anlagenverfügbarkeit von 90 % und eine Arbeitszeit vor Ort von 5,5 h erforderlich. Es müssen ca. 4.500 t pro Schicht nach unter Tage gebracht werden. Somit ergibt sich eine maximale Rückstandsmenge von ca. 3,6 Mio. t/a.

Eine untertägige Zwischenspeicherung in einer Bunkereinrichtung ist für den Transport des gesamten Fabrikrückstandes mit einer Restfeuchte von ca. 4 M.% nicht vorgesehen. Aufgrund der Restfeuchte neigt das Rückstandsgut sehr schnell zur Zeitverfestigung und damit einhergehend zu Anbackungen in einem Zwischenspeicher. Über Schichtwechsel und an den Wochenenden wird kein Versatz nach unter Tage transportiert. Bei höheren Restfeuchten des Fabrikrückstandes, sowie sonstigen Störungen, die das Misch- und Mengenverhältnis verändern, muss der Rückstand ebenfalls auf die Halde gefahren werden (Tabelle 2-9).

Für das Versatzmanagement unter Tage wird ein möglichst effizientes Einbringen des Fabrikrückstandes angestrebt. Generell wird versucht, ein gleichzeitiges Versetzen der ersten und der zweiten Sohle zu realisieren, da dadurch ein Großteil einer notwendigen Infrastruktur der zweiten Sohle entfällt.

Tabelle 2-9: Wochen-Fahrweise des Rückstandes aus der Fabrik Hattorf



Die zweite Sohle kann über Rolllöcher an die erste Sohle angeschlossen werden, womit Bandstrecken und Abwurfpunkte im Gegensatz zu einem Einsohlenbetrieb deutlich reduziert werden können.

Bei einer Gruppierung der Hohlräume nach ihrer räumlichen Zusammengehörigkeit und Hohlraumgröße bzw. Verfülldauer zeigt sich, dass sich im Bereich des heutigen Betriebsteils GS3 die meisten nutzbaren Hohlräume befinden. In diesem Bereich ist ein Versetzen der oberen und unteren Sohle möglich.

Eine Anbindung der ersten Sohle des Bereiches GS3 über Bandanlagen und gleichzeitiges Versetzen der zweiten Sohle über Rolllöcher ist aufgrund der hohen möglichen Versatzmenge die sinnvollste Lösung. Daher eignet sich der Bereich GS3 als Startrevier für das Einbringen von Fabrikrückstand (3,6 Mio. t/a) am ehesten.

Anschließend können die Bereiche der heutigen Betriebsteile GS1 und GS2 mit eingegliedert bzw. angeschlossen werden. In Abbildung 2-4 sind die entsprechenden Flächen gekennzeichnet. Im Hohlraumvolumen eingerechnet sind bereits der Verfüllungsgrad von 80 % und die offen zu haltenden Strecken für Infrastruktur und Befahrung. Die Einbaudichte wurde mit 1,5 t/m³ angenommen.

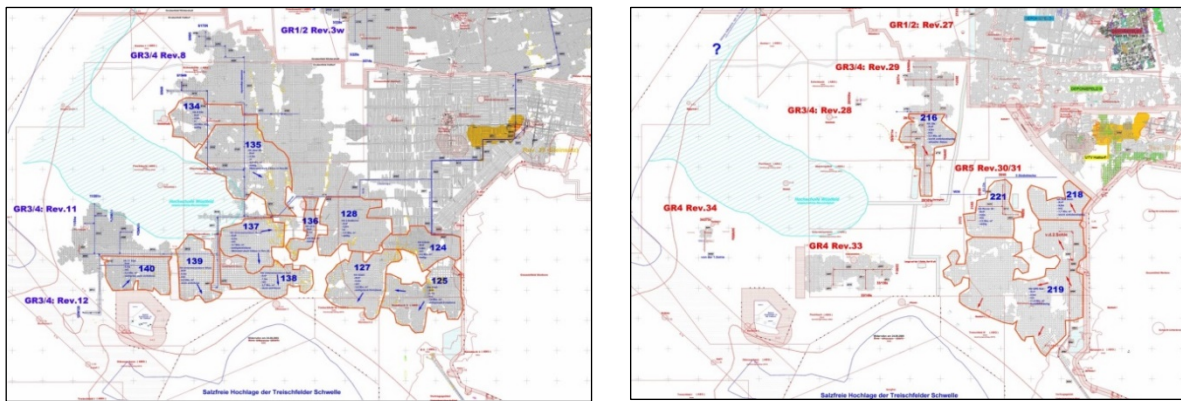


Abbildung 2-4: Versatzblöcke auf der 1. und 2. Sohle

Die Umstellungs- und anschließende Betriebsphase auf einen reinen Einsohlenversatzbetrieb wurde in dieser Ausarbeitung noch nicht berücksichtigt. Es ist aber davon auszugehen, dass sich der maschinelle und personale Aufwand dadurch nochmals steigern wird. Die spezifischen Kosten werden sich dadurch weiter erhöhen.

2.4 Fazit für Rückstandsmanagement

Das Einbringen von Fabrikrückständen in neue bzw. zukünftig aufzufahrende Hohlräume der Grube HW (z. B. Feld Marbach) wird aufgrund der prognostizierten niedrigen Streckenhöhe als technisch sehr aufwändig bewertet. In alten Gruben Hohlräumen können insgesamt ca. 138 Mio. t Fabrikrückstände versetzt werden. Bei 3,6 Mio. t Rückstand pro Jahr steht Hohlraum für eine Zeitspanne von ca. 38 Jahren zur Verfügung.

Tabelle 2-10: Bilanz Ablagerungsmengen für das Grubenfeld Hattorf

	pro Jahr
Ablagerungsmenge in alten Hohlräumen	3,6 Mio. t
Erforderlich (Gesamtrückstandsmenge)	7,6 Mio. t
Aufhaltungsmenge (wenn nur alte Hohlräume verfüllt werden)	4,0 Mio. t

Für die weitere Betrachtung wird als Fazit aus der Hohlraumbilanz festgehalten, dass pro Jahr ca. 3,6 Mio. t/a Rückstand in alte Grubenbaue verbracht werden können (47 %) und 4,0 Mio. t/a weiterhin aufgehaldet werden müssen (53 %).

3 Rückstandseigenschaften

Am Standort Hattorf kommen vier verschiedene Aufbereitungsverfahren zur Anwendung: ESTA®-Verfahren, Heißverlösung, Flotation und die Kainit-Kristallisation mit Flotation (KKF) (siehe Band 1.1.3E2). Der Gesamtrückstand der Fabrik setzt sich aus Rückständen aus den Aufbereitungsverfahren zusammen. In diesen Verarbeitungsprozessen fallen im Mittel folgende Rückstände an:

Tabelle 3-1: Rückstandseigenschaften aus der Fabrik Hattorf Daten 2019-2020 sowie Band 1.1.3E2

	Anteil [%]	Feuchte [M. %]	Temperatur [°C]
ESTA-Rückstand	ca. 43-45	ca. 0,3	Ca. 42°C
Löserückstand / KKF	ca. 32-34	ca. 4,3	Ca. 76°C
Flotationsrückstand	ca. 22-24	ca. 11,6	Ca. 46°C
Kieseritverlösung	Ca. <0,3	ca. 15,5	Ca. 26°C
Gesamtrückstand	100	ca. 4	Ca. 50°C

Separate Teilströme/Rückstandsströme aus den einzelnen Aufbereitungsverfahren (ESTA, Heißlöseverfahren, Flotation) können nicht abgetrennt werden, da sich dadurch die Aufhaltungseigenschaften des Gesamtrückstandes ändern und sich negativ auf die Standsicherheit der Halde auswirken. Die Stabilität des Haldenkörpers muss weiterhin gewährleistet werden.

4 Berücksichtigung eingelagerter Abfälle

Die Grubengebäude Hattorf-Wintershall des Bergwerkes Werra sind miteinander verbunden. Am Standort Herfa-Neurode (Grubenfeld Wintershall) befinden sich eine Untertagedeponie (UTD) und eine untertägige Abfallverwertung (UTV). Am Standort Hera (Grubenfeld Hattorf) befindet sich eine untertägige Abfallverwertung (UTV), in welche bergbaufremde Abfälle unterschiedlicher Art eingebracht, abgelagert und versetzt werden.

4.1 Rechtliche Gegebenheiten

Für die Errichtung, den Betrieb, die Stilllegung und die Nachsorge von Deponien zur Behandlung und (Ab-)Lagerung von Abfällen, die nicht bergbauliche Abfälle sind (insoweit gilt die Vorschrift des § 22a ABergV) gilt die Deponieverordnung (DepV). Die DepV unterteilt Deponien in die Klassen I bis IV. Zu letzterer (DK IV) zählen nach der Begriffsbestimmung (§ 2 Nr. 10) auch Untertagedeponien (UTD), in welcher Abfälle u.a. in einem Bergwerk mit eigenständigem Ablagerungsbereich, der getrennt von einer Mineralgewinnung angelegt ist, abgelagert werden.

Untertagedeponien (DK IV) dürfen ausschließlich in einem Salinar errichtet und betrieben werden (§ 3 Absatz 2 DepV). In ihnen dürfen u.a. keine Abfälle, die unter Ablagerungsbedingungen durch Reaktionen untereinander zu Volumenvergrößerungen, einer Bildung selbstentzündlicher oder explosiver Stoffe oder Gase oder zu anderen gefährlichen Reaktionen führen, soweit die Betriebssicherheit und die Integrität der Barrieren dadurch in Frage gestellt werden (§ 7 Abs. 2 Nr. 4 DepV) und keine Abfälle, die unter Ablagerungsbedingungen explosionsgefährlich, hoch entzündlich oder leicht entzündlich sind (§ 7 Abs. 2 Nr. 5 a DepV) abgelagert werden.

Des Weiteren gelten im Einzelnen die Anforderungen des Anhangs II für Anlagen der Deponiekategorie IV: Danach muss der Betreiber einer UTD einen Langzeitsicherheitsnachweis gegenüber der Behörde führen, in dem zu beschreiben ist, wie die Abfälle dauerhaft von der Biosphäre ferngehalten werden und die Ablagerung so erfolgen kann, dass keine Nachsorgemaßnahmen erforderlich sind. (Anhang II Ziffer 1). Hierzu zählt als ein wesentliches Kriterium, dass das Salzgestein als maßgebliche geologische Barriere gegenüber Flüssigkeiten und Gasen dicht sein muss (Anhang II Nr. 1.1). Die Anforderungen an eine UTV bezüglich der Langzeitsicherheit (Anlage 4 VersatzV) entsprechen annähernd denen an eine Deponie der Klasse IV. Auch hier ist ein vollständiger und dauerhafter Abschluss der Abfälle von der Biosphäre zu gewährleisten (VersatzV Anlage 4 1.1).

4.2 Konsequenzen

Ein Verbringen von Fabrikrückstand in Höhe von 3,6 Mio. t/a nach unter Tage mit einer Restfeuchte von einem Massenanteil von ca. 4,0 % bringt einen Feuchtigkeitseintrag von ca. 150.000 m³/a. Für einen Versatzzeitraum von 11 Jahren (unter Berücksichtigung einer Vorlaufzeit von 5 Jahren, siehe Kapitel 11) ergibt sich somit ein Flüssigkeitseintrag von 1,7 Mio. m³.

Während der Betriebsphase können ausgetretene Flüssigkeiten aus den eingebrachten Rückstandsmengen durch technische Maßnahmen beherrscht werden. Aus den bisherigen Erfahrungen ist davon auszugehen, dass ein überwiegender Teil zeitnah nach dem Einbringen (während der Betriebsphase) austritt.

In der Nachbetriebsphase kann eine geordnete Lösungshaltung nicht betrieben werden. Durch die auflaufende Konvergenz ist davon auszugehen, dass Flüssigkeiten aus den eingebrachten Rückstandsmengen nur sehr verzögert und somit in einer sehr geringen Rate austreten werden. Unterstellt man nur einen Anteil von 50 %, der im Versatzkörper verbleibt, ist in diesem Szenario von einem freien Lösungsvolumen von ca. 0,8 Mio. m³ auszugehen. Unter einem konservativen Ansatz von 60% ausgetretenem Lösungsvolumen während der Betriebsphase ist von einem Lösungsaustrittsvolumen <0,5 Mio. m³ über eine sehr lange Austrittszeitspanne auszugehen.

Da diese Flüssigkeitsmenge mit einer sehr geringen Auspressrate und entsprechend langer Kontaktzeit mit den kaliführenden Pfeilern im Versatzmassiv sich aufsättigt, finden keine relevanten Ablösungen an den mit Versatzmaterial umschlossenen Pfeilern statt. Damit bleibt die geotechnische Standsicherheit intakt und die Integrität der Schutzschicht wird nicht beeinträchtigt. Ebenso können Reaktionen der Abfälle infolge des „internen“ Flüssigkeitszutritts in der Nachbetriebsphase die Schutzschichten in Ihrer Funktion nicht gefährden. Da keine quelfähigen Abfälle nach unter Tage genommen werden dürfen, findet folglich kein Fracking statt und somit keine Beschädigung der Schutzschicht. Das Entstehen von Gasen infolge des Flüssigkeitszutritts stellt ebenfalls kein Ausschlusskriterium dar, da toxische Gase in der Nachbetriebsphase keine Rolle spielen und explosible Gas durch das Fehlen einer Zündquelle zu keiner Explosion führen können. Darüber hinaus ist die Wirkung einer hypothetisch angenommenen Explosion zu gering, um die Schutzschicht zu gefährden. Damit bleibt der vollständige und dauerhafte Einschluss der Abfälle erhalten und folglich gelangt kein Schadstoff in die Biosphäre.

Im Ergebnis dieser Risikoabschätzung stellt das Verbringen der Fabrikrückstände nach unter Tage, die derzeit bestehende Langzeitsicherheit sowohl der UTD als auch der UTV nach unserem heutigen Kenntnisstand nicht in Frage.

5 Rückstandsweg

Ausgehend von einem Massenstrom von 900 t pro Stunde Rückstand mit einer maximalen Feuchte von ca. 4 % und einer Temperatur von ca. 50°C (siehe Kapitel 3) wurden anschließend die technischen Möglichkeiten des Transportes zum Schacht und die verschiedenen Versatzverfahren unter Tage bewertet.

5.1 Transport des Rückstandes zum Schacht (über Tage)

Folgender Transportweg des Rückstandes ist denkbar. Der Teilstrom von Heißlöse-, Anhydrit- und Flotationsrückstand kann über den vorhandenen Transportweg zur ESTA befördert werden. Dort wird der Teilstrom mit dem ESTA-Rückstand für den untertägigen Versatz in einem Mischer homogen gemischt und mit einem Gurtbecherwerk auf das Dach des ESTA-Gebäudes angehoben. Von dort können zwei Bänder den Rückstand bis zum Mühlengebäude und ein weiteres Band bis zur Übergabestation 2 transportieren. In der Übergabestation 2 ist ein Notabwurf zum Leerfahren der Bandstrecke geplant. Ein Band kann den Rückstand vom Abzugsförderer zum Schachtgebäude transportieren. Der Rückstandsweg ist in Abbildung 5-1 dargestellt.



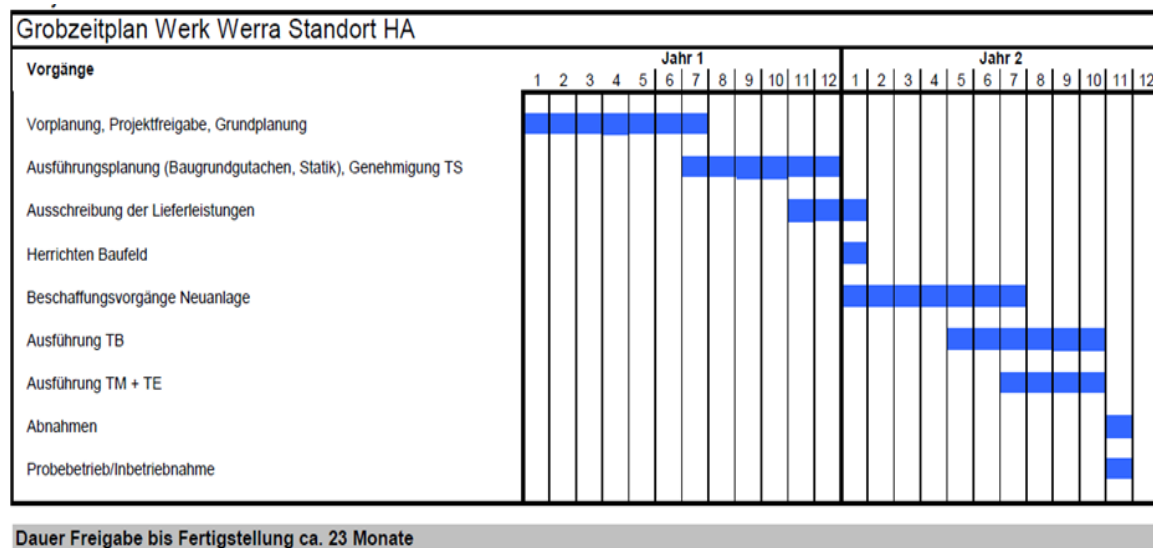
Abbildung 5-1: Rückstandsweg über Tage

Die Bandanlage besteht aus 4 Gurtförderern (Förderlänge gesamt ca. 350 m).

Die Planungs- und Bauzeit zur Errichtung der übertägigen Anlagen beträgt nach derzeitiger Abschätzung etwa 2 Jahre.

Der zeitliche Ablauf ist in Tabelle 5-1 dargestellt.

Tabelle 5-1: Grobzeitplan



5.2 Schachtfalleitung nach unter Tage

Um Fabrikrückstand nach unter Tage zu transportieren, muss der Förderschacht Hattorf genutzt werden. Eine weitere theoretische Möglichkeit wäre die Anbindung über eine ortsnahe Tagesbohrung.

Der Schacht Hattorf gehört zu den fördertechnisch am höchsten belasteten Schächten der K+S Minerals and Agriculture GmbH. Die Nutzung der Skipgefäße für den Transport von Versatz nach unter Tage scheidet bei der Betrachtung aus, da im Schachtgebäude ein Zwischenbunker für die Beschickung des Gefäßes sowie eine Gutentladung u. T. nicht zu installieren sind. Des Weiteren wird die Förderleistung des Schachtes erheblich reduziert, womit die gesamte Wirtschaftlichkeit des Standortes gefährdet ist.

Der Schacht Hattorf ist ein einziehender Förderschacht. Der Schachtdurchmesser beträgt 5,25 m und verengt sich auf 4,27 m. Für mögliche Falleitungen steht die östliche Seite des Schachtes zur Verfügung. Die Gesamtlänge einer Falleitung beträgt 648 m. Für die zu Grunde gelegten Leistungsannahmen (900 t/h) sind zwei Falleitungen mit einem Rohrleitungsdurchmesser von 7 5/8" notwendig. Daraus resultieren Lastannahmen für die Abfangung der Rohrleitung von über 1.500 kN (Rohrleitungsgewicht, Füllung, Druckstoß).

Für notwendige Fundamentgründungen zum Abfangen der Leitungen wurde in diesem Bereich bereits ein geotechnisches Gutachten durchgeführt. Die Baugrundaufschlüsse zeigen, dass bis in größere Tiefen bis ca. 6,70 m unter Geländeoberkante gering bis mäßig tragfähige und wenig verformungssteife Schichten (Auffüllungen, Schwemmhlehm und schluffige Sande) anstehen, die zu einem verformungsarmen Abtrag hoher, konzentrierter Bauwerkslasten nicht geeignet sind. Erst in einer Teufe von ca. 13 m unterhalb der Ackersohle steht hoch tragfähiger Baugrund an.

Bei Flachfundamenten ist mit Setzungen des Fundamentes zu rechnen, welche mit Hilfseinrichtungen ausgeglichen werden können. Für den Schacht ergibt sich allerdings ein zusätzlicher einseitiger Erddruck infolge des Lasteintrags der Fundamente, wodurch

die Standsicherheit im oberen Bereich der Schachtröhre nicht mehr garantiert werden kann, bzw. explizit nachgewiesen werden muss. Des Weiteren ist das Errichten von Fundamenten, welche mindestens in einer Tiefe von 6,7 m gegründet werden müssen, in der Schachthalle nach aktuellem Kenntnisstand sehr schwierig, da die tragfähigen Schichten für eine Flachgründung zu tief liegen. Bei laufender Förderung und den gegebenen Platzverhältnissen ist eine Gründung außerdem sehr schwierig zu realisieren.

In dem vorliegenden geotechnischen Gutachten wurde für die Abfangung solcher Lasten eine Pfahlgründung empfohlen.

Eine andere Abfangmöglichkeit für Falleleitungen ist, den Schachtring des Vorschachtes zu nutzen. Der Schachtring des Vorschachtes wurde aus Vollziegeln gemauert. Die Angaben zur Mauerstärke sind unterschiedlich und variieren zwischen 40 – 62 cm. Für die Nutzung des Schachtringes als Abfangung der Falleleitungen müsste eine statische Berechnung durchgeführt werden, worin die Eignung diesbezüglich nachgewiesen werden muss.

Das jetzige Führungsgerüst ist auf der Mauerung des Vorschachtes aufgelagert. Die Auflagerkräfte sind seitlich unterschiedlich. Die Gesamtkräfte aus dem Führungsgerüst betragen ca. 450 t. Eine mögliche Abfangung der Rohrleitungen über das Führungsgerüst sowie über den bereits belasteten Schachtring ist bei den gegebenen Lastannahmen ausgeschlossen.

Des Weiteren müssen bei allen möglichen Abfangungen bestehende Stromleitungen in Höhe der Ackersohle gekreuzt werden. Dabei besteht ein hohes Risiko diese zu beschädigen.

Die Nutzung des Schachtes Hattorf ist aus diesen Gesichtspunkten als äußerst kritisch zu bewerten. Es ist festzustellen, dass mit den bisherigen technischen Mitteln eine Abfangung am Schacht Hattorf nicht zu realisieren ist. Damit ist das Verbringen von Fabrikrückstand über den Schacht Hattorf ausgeschlossen.

Risiken / Einschränkungen:

- Platzverhältnisse Schachthalle
- Setzungen / Erddruck auf Schachtsäule bei Flachfundamenten
- Kreuzung / Beschädigung bestehender Versorgungsleitungen
- Detaillierter Nachweis / Berechnung der Abfangung und Standsicherheit der Schachtröhre

5.2.1 Anbindung unter Tage

Schachtfalleleitungen im Schacht Hattorf können nur über eine bestehende Wetterstrecke an das Grubengebäude angebunden werden.

Die Platzverhältnisse sind sehr beschränkt. Für das Einbringen von Fabrikrückstand sind die Platzverhältnisse für die notwendige Maschinenteknik (Schurren, Stahlbau, Aufgabe Band, Förderer, Zwischenspeicher) nicht ausreichend.



Abbildung 5-2: Anschnitt Schacht unter Tage (Wetterstrecke Hattorf)

Die Wetterstrecke unterliegt ebenfalls einer hohen Staubbelastung (einziehender Förderschacht), welche in regelmäßigen Abständen von Ladefahrzeugen freigefahren werden muss. Durch die hohe Wettergeschwindigkeit und der hohen Staubbelastung sind bei Ladevorgängen die Sichtverhältnisse stark eingeschränkt. Die Streckenbreite beträgt 8 m, wodurch sich daraus ebenfalls Einschränkungen für zu installierende Bandanlagen bzw. Rohrleitungen ergeben. Dementsprechend müssen die Wetterstrecke und der Schachtanschnitt vergrößert werden, um die notwendigen Platzverhältnisse zu schaffen.

Der gesamte Bereich liegt im Schachtsicherheitspfeiler, wodurch sämtliche Arbeiten einer besonderen Begutachtung und bergbehördlichen Genehmigung unterliegen. Für entsprechende Erweiterungen von Hohlräumen muss gutachterlich eine Auswirkung auf die Schachtsäule ausgeschlossen werden können.

Der Schachtpfeiler im näheren Umfeld der heutigen Füllsohle ist von zahlreichen alten und neueren Grubenbauen durchsetzt. Seit Aufnahme der Förderung im Jahr 1908 wurde die Schachtröhre mehrfach mit neuen Füllort- und sonstigen Infrastrukturmaßnahmen versehen, so Mitte der 20er Jahre sowie Mitte der 60er bis Anfang der 70er Jahre. Im Jahr 1994 erfolgte die Auffahrung einer Wetterstrecke im Niveau -412 bis -414 m NN.

Im Bereich der 1. Sohle des Schachtes Hattorf wurden in den Jahren um die Jahrtausendwende verstärkt Entspannungsbewegungen des Gebirges festgestellt. Um die Schachtröhre zu stabilisieren und die Standsicherheit der zur Förderung benötigten Grubenbaue und Einrichtungen für die geplante Nutzungsdauer zu gewährleisten, wurden die schachtnahen Hohlräume in diesem Bereich umfangreich verfüllt.

Eine notwendige Erweiterung der Wetterstrecke und des Schachtanschnittes zur Unterbringung des Stahlbaus und der Fördereinrichtungen für den untertägigen Anschluss muss aus diesen Gründen als kritisch bewertet werden.

Ein gebirgsmechanisches Gutachten ist vor einer Planung durchzuführen. Das geotechnische Gutachten muss die Standsicherheit der Schachtröhre nachweisen. Falls dieser Nachweis nicht erbracht werden kann, ist eine Nutzung des Schachtes Hattorf nicht möglich. Falls der Nachweis erbracht werden kann sind gegebenenfalls Ausgleichsmaßnahmen vorzusehen.

Risiken / Einschränkungen:

- Standsicherheit Schachtröhre bei Aufweitung des Schachtanschnittes und der Wetterstrecke (geotechnisches Gutachten)
- Fördertechnische Anbindung Schachtanschnitt

5.3 Tagesbohrung

Für einen Massestrom von 900 t/h sind theoretisch zwei 7 5/8" Leitungen notwendig. Eine Alternative zur Schachtfalleitung stellt der Transport des Rückstandsmaterials über separate Tagesbohrungen dar. Es ist hervorzuheben, dass Falleitungen (Feststoff) in Bohrungen nicht Stand der Technik sind. Eine visuelle Begutachtung der Leitung ist in diesem Fall nicht möglich. Vermessungen der Leitungen bzgl. der Wandstärke und des Verschleißes können nicht analog zu den Falleitungen in den Schächten ermittelt werden. Es stehen nur geophysikalische Messmethoden mittels Sonden zur Vermessung der Rohrleitung zur Verfügung.

Gelegentlich auftretende Verstopfer in der Leitung wären nur sehr schwer zu beseitigen. Während in Schächten über Befahrungen Zugang zur Leitung besteht und damit Verstopfer durch Klopfen u.a. Maßnahmen beseitigt werden können (Erfahrungen dazu liegen aus Schächten der Bergwerke der steilen Lagerung vor), wäre dies in einer Bohrung nicht möglich. Damit bliebe nur das Ziehen der gesamten Leitung bis zum Verstopfer und anschließenden Wiedereinbau. Für die entsprechende Zeit (mehrere Tage) stände die Leitung damit nicht für den Rückstandstransport zur Verfügung.

Eine Tagesbohrung würde eine Versatzeinbringung von der Förderung entkoppeln. Es käme zu keinerlei Einschränkungen am und im Schacht. Ein Risiko bzgl. der Schachtförderung und der Anbindung unter Tage mit gebirgsmechanischen Gutachten würde entfallen.

Je nach Lage muss der Versatz über ein abgedecktes Band zu der Bohrung gebracht werden. Bei der Anbindung mittels Tagesbohrung besteht Abhängigkeit mit dem Grubenbild unter Tage. Eine Bohrung sollte in unverritztes Gebirge erfolgen mit anschließendem Aufschluss unter Tage.

Für die Anbindung unter Tage sind je nach gewähltem Standort Streckenauffahrungen notwendig. Eine fördertechnische Anbindung muss nach Standortbestimmung überprüft werden.

Mittels Richtbohrungen können senkrechte Abweichungen gering gehalten werden. Eine vertikale Abweichung von $0,4 - 1,5^\circ$ ist durch die Nutzung von Richtbohrtechnik erreichbar. Bei einer Leitungslänge von ca. 600 Meter ist ein lotrechtes Hängen der Fallleitung jedoch nicht gegeben. Es ist daher mit deutlich höherem Verschleiß zu rechnen bzw. nicht abschätzbar, inwieweit sich die Abweichung und der erhöhte Verschleiß auf den sicheren Betrieb und die Standzeit der Rohrleitung auswirkt. Erfahrungswerte diesbezüglich liegen nicht vor.

Des Weiteren müssen für eine separate Tagesbohrung mit Zugang zu dem Grubengebäude folgende Voraussetzungen gegeben sein:

- Bergbehördliche Genehmigung
- Aktualisierung des Langzeitsicherheitsnachweises UTD/UTV

Der Langzeitsicherheitsnachweis für UTD/UTV wird von zwei Tagesbohrungen für Versatzfallleitungen nicht beeinflusst, falls

- die Bohrungen nicht in den UTD/UTV Bereich gehen,
- die Bohrungen so abgeteuft werden, dass sie mindestens genauso betriebssicher sind, wie die zur Zeit verwendeten Schächte in Bezug auf ein mögliches Versagen,
- die Bohrungen später langzeitsicher nach dem Stand der Technik verschlossen werden, analog zu den Schächten,
- der Langzeitsicherheitsnachweis für UTD und UTV vor dem Abteufen geführt wird,
- die Genehmigung des UTD- und UTV-Betriebes vorher geändert wird.

Die rechtlichen Unsicherheiten bzgl. der Genehmigung des UTD- und UTV-Betriebes müssen vor einer detaillierten Planung geklärt werden.

Folgende Risiken bestehen:

- Durchteufen von wasserführenden Schichten
- Abdichten der Bohrung im Salinar
- Erhöhter Verschleiß der Leitungen, wenn Fallleitung nicht lotrecht
- Überprüfungen der Rohrleitungen, Wandstärkemessungen, Beseitigung von Verstopfern

Es ist hervorzuheben, dass eine solche Tagesbohrung mit Anbindung an das Grubengebäude für eine Versatzleitung nicht Stand der Technik ist, deshalb liegen keinerlei Erfahrungswerte vor. Aus diesem Grund ist diese Variante abzulehnen.

5.4 Transport unter Tage

In der folgenden Betrachtung werden die Möglichkeiten des Transportes der Fabrikrückstände unter Tage näher untersucht. Gegenstand sind dabei die technisch möglichen sowie wirtschaftlich sinnvollen Handhabungsvarianten zur Umsetzung. Nach Einbringung des Rückstandsgutes durch den Schacht ergibt sich aufgrund der vorliegenden Rückstandseigenschaften für die Förderlogistik nur folgende Variante:

- direkte Weiterförderung des Rückstandes vom Schacht bis zum Versatzgebiet.

Eine untertägige Zwischenspeicherung in einer Bunkereinrichtung ist für den Transport des gesamten Fabrikrückstandes mit einer Restfeuchte von ca. 4 M.% nicht vorgesehen. Aufgrund der Restfeuchte neigt das Rückstandsgut sehr schnell zur Zeitverfestigung und damit einhergehend zu Anbackungen in einem Zwischenspeicher. Die Fahrweisen für ein Rückstandsmanagement sind in Punkt 2.4 – Fazit für Rückstandsmanagement ausgewiesen.

5.4.1 Bandanlagen zum Streckentransport

Aufgrund der in Kapitel 2.4 beschriebenen Kriterien wurden im ersten Versatzgebiet die Blöcke der ersten und zweiten Sohle des Bereiches GS3 ausgewählt. Der Streckentransport zur Verbringung des Rückstandes ins Versatzgebiet soll mittels standardisierter Bandanlagen erfolgen. Die Auslegung der Bänder wird dabei im Wesentlichen durch die anfallenden Fördermengen (durchschnittlich 900 t/h) bestimmt. Daraus abgeleitet werden die Hauptbänder mit einer Gurtbreite von 1.000 mm und die Verteilerbändern mit einer Gurtbreite von 650 mm ausgelegt.

Die Option, den Rückstand im Untertrum der Haupt- sowie Sammel- und Revierbandanlagen bis ins Abbaurevier zu fördern, stellt nach derzeitigem Kenntnisstand keine technisch sinnvolle Alternative dar.

Für den Transport des Fabrikrückstandes vom Schacht bis zum Versatzrevier muss im ersten Jahr eine neue Bandanlage mit einer Gesamtlänge von ca. 7 km installiert werden. Die Anbindung der 2. Sohle im Versatzrevier ist über eine Rollllochverbindung geplant. Die auf der 2. Sohle zu installierende Hauptbandanlage wird in einer Länge von ca. 0,5 km ausgeführt, um die hier geplanten Versatzhohlräume zu erreichen. In den beiden Folgejahren muss die Hauptbandanlage jeweils um ca. 1 km verlängert werden. Insgesamt sind daher in den ersten 3 Jahren ca. 9,5 km Hauptbandanlage neu im Grubengebäude zu installieren.

Zur Verteilung der Mengen in den Versatzrevieren kommen separate Verteilerbandanlagen (Stichbänder) zum Einsatz, welche über die Hauptbandanlage beschickt werden. Insgesamt sind in den ersten 3 Jahren 10 Abwurfbander mit einer Gesamtlänge von ca. 6,2 km auf der 1. Sohle sowie weitere 15 Abwurfbander mit einer Gesamtlänge von ca. 11 km auf der 2. Sohle zu errichten. Dabei entfallen auf das erste

Jahr 9 Verteilerbandanlagen mit einer Gesamtlänge von ca. 5,3 km. Im zweiten wie auch im dritten Jahr sind dann jeweils 8 weitere Verteilerbandanlagen mit einer jährlichen Gesamtlänge von ca. 5,5 km in Betrieb zu nehmen. Ein fördertechnisch optimierter Anschluss der 2. Sohle kann in den beiden Folgejahren über drei weitere Rolllochverbindungen geschehen.

5.4.2 Energieversorgung

Der Schachtbereich Hattorf wird über zwei 5 kV-Schachtkabel versorgt. Hier ist es nicht möglich, zusätzliche Bandantriebe mit Energie zu versorgen, da bereits jetzt Einschränkungen beim Betrieb der bestehenden Bandanlagen vorliegen.

Die Energieversorgung der Bandanlagen zum Streckentransport muss über Schacht Hattorf auf der 20 kV Ebene erfolgen. Für den Betrieb von Versatzbandanlagen sind zusätzliche Versorgungseinrichtungen herzustellen. Wegen des erhöhten Energieverbrauchs sind mindestens fünf 20/5 kV-Stationen an mehreren Bereichen der Bandachse notwendig.

5.4.3 Vorbereitung der Strecken

Verfahrensbedingt ist die Zugänglichkeit aller zu verfüllenden Hohlräume zu gewährleisten. Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Standzeit der abgeworfenen Grubenbaue im gesamten Versatzbereich sowie in den langlebigen Transportstrecken eine Firstberaubung mit vollständiger Nachankerung durchzuführen ist.

Zusätzlich wird bei 30 % der möglichen Transportwege eine Regulierung über Bohren/Sprengen und Firstberaubung vorgesehen. Hierbei handelt es sich vor allem um langfristig genutzte Infrastrukturstrecken. Zur Hohlraumvorbereitung können konventionelle Beraube- und Ankertechnik sowie Bohr- und Sprengfahrzeuge eingesetzt werden. In Bandstrecken und Fahrwegen muss vor Aufnahme der Versatzarbeiten Fahrbahnbau betrieben werden.

Restriktive Bedingungen, die sich aus den Eigenschaften des Fabrikrückstandes ergeben, sind der Restfeuchtegehalt und die Korngrößenzusammensetzung, die bei einem angedachten Bandtransport mit mehreren Übergaben zu Anbackungen und zum Zusetzen von Übergaben führen können.

In Abbildung 5-3 und Abbildung 5-4 sind schematisch die Bandsituationen mit verschiedenen Abwurfstellen dargestellt. Dabei wird der Fabrikrückstand über das Hauptband mit anschließenden Stichbändern zu den Abwurfpunkten transportiert und über Rolllöcher auf die zweite Sohle verstürzt.

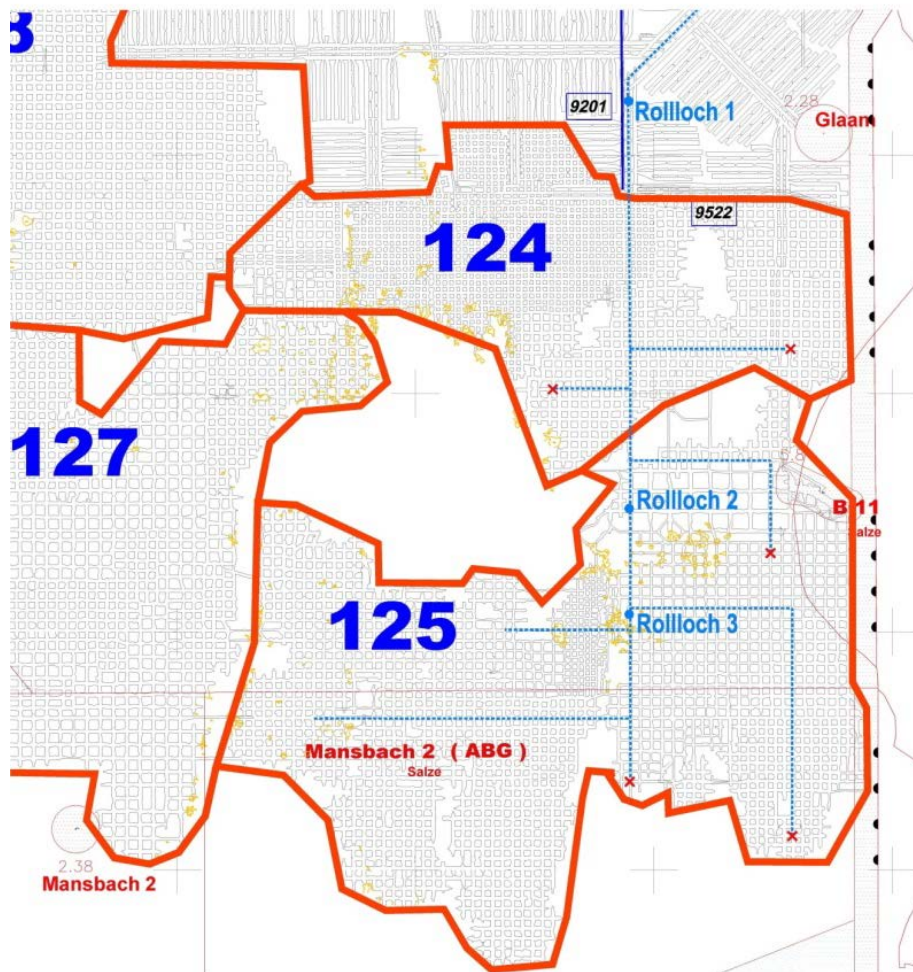


Abbildung 5-3: Bandanlagenschema und Abwurfstellen der ersten Sohle

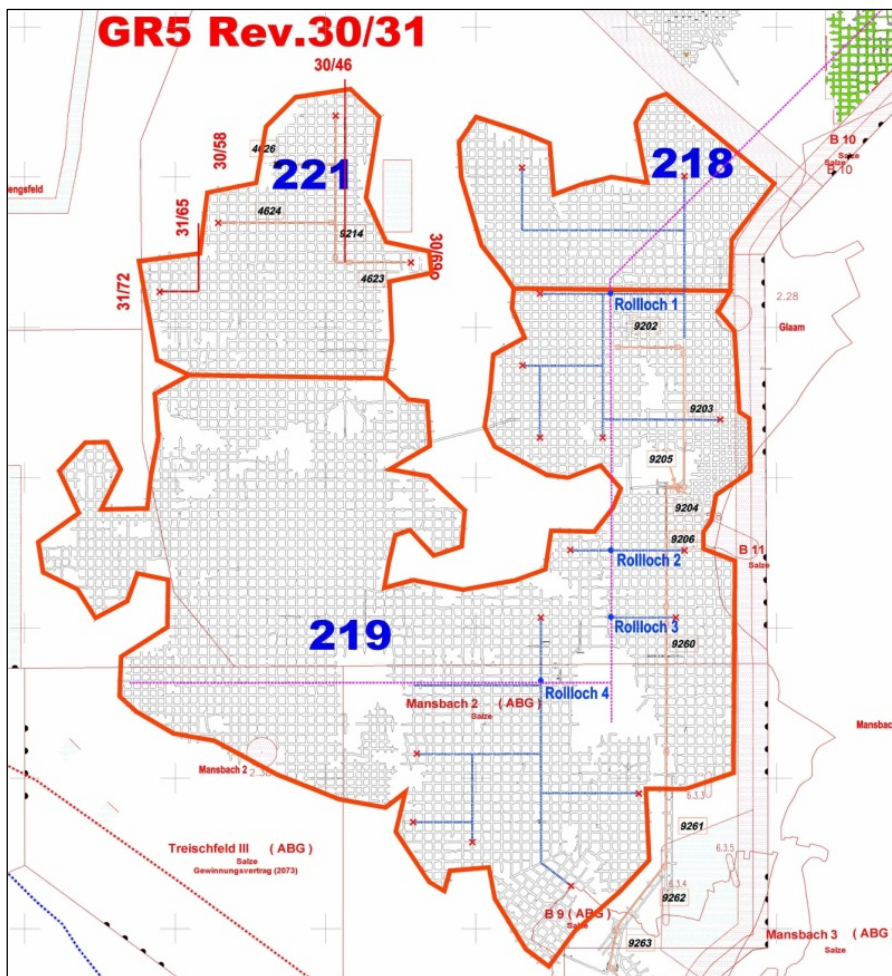


Abbildung 5-4: Bandanlagenschema und Abwurfstellen der zweiten Sohle

Um den großen Mengenstrom von 900 t/h möglichst effizient zu versetzen, wurde ein gleichzeitiges Einbringen von Fabrikrückstand auf der ersten und der zweiten Sohle betrachtet. Die Abbildung 5-5 zeigt schematisch die Verteilung des Massestroms auf die erste und die zweite Sohle. Mit Anbindung der zweiten Sohle über Rolllöcher entfällt ein Teil der notwendigen Infrastruktur.

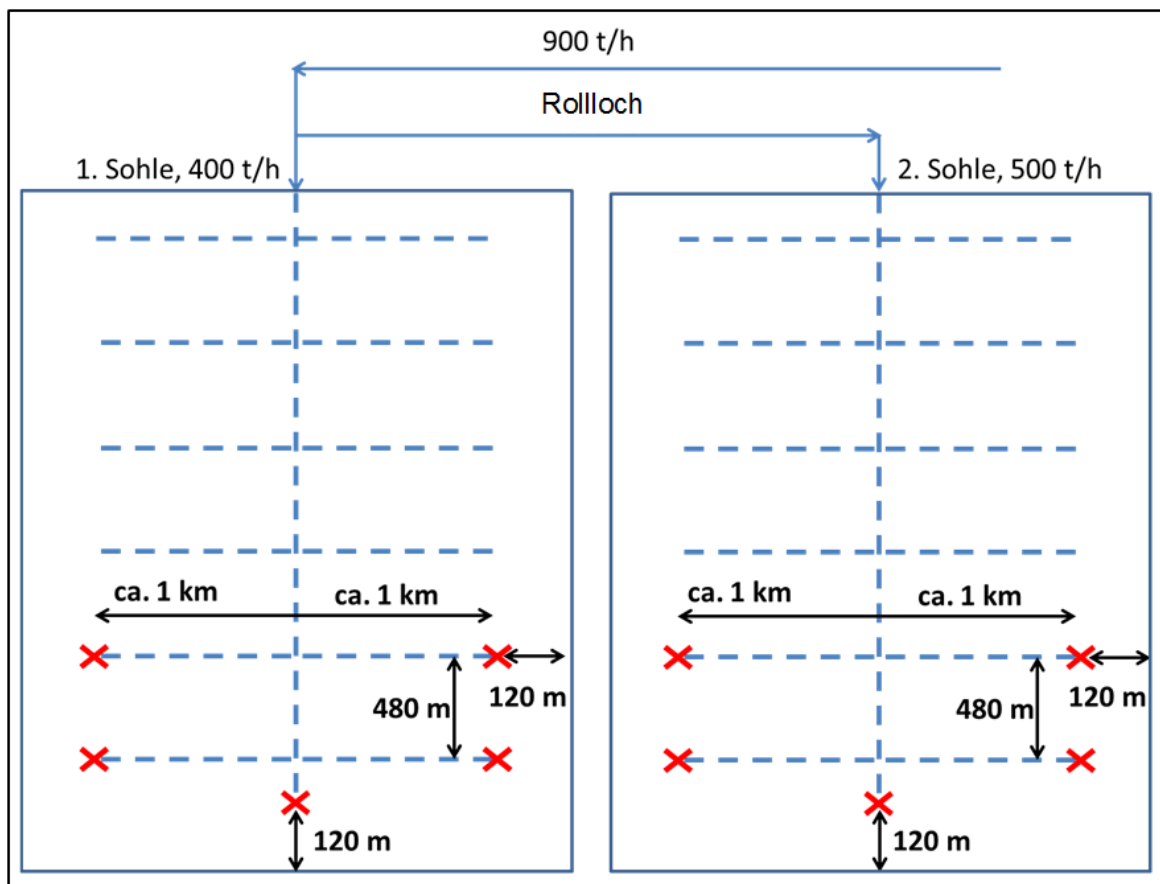


Abbildung 5-5: Schematische Darstellung der Bandanlage im Versatzgebiet

Der ankommende Mengenstrom wird nicht zu einem einzigen Abwurfpunkt geleitet, sondern auf mehrere Punkte verteilt. Die Abwurfpunkte befinden sich etwa zur Hälfte auf der unteren und oberen Sohle. Je nach zur Verfügung stehendem Hohlraum wird der Mengenstrom für die jeweilige Sohle angepasst.

Der Mengenstrom ist im weiteren Verlauf Richtung Abwurfpunkte weiter unterteilt. Ziel der Unterteilung ist, den Mengenstrom auf etwa 100 bis 200 t/h pro Abwurfpunkt einzustellen. Dieser Mengenstrom kann von 2 Ladern pro Abwurfpunkt bewältigt werden und stellt nach jetziger Planung die effektivste Einbaulösung dar. Pro Abwurfpunkt ergibt sich ein Speichervolumen (im Abwurfkegel) von ca. 300 t. Diese Speichermenge kann durch Hinzufügen von Abstreifern weiter erhöht werden.

Ein Abwurf deckt einen Bereich von etwa 480 Metern Breite und 120 Metern Länge ab. Aus den Abmessungen ergeben sich die Fahrwegslängen der Lader. Als Ziel wurden die Fahrwegslängen der Gewinnung als Grundlage gewählt, um einen effektiven Einsatz der Lader zu erzielen.

In Abbildung 5-6 ist beispielhaft der Aufbau für den Block 124/125 dargestellt. Die Lage der Bandanlagen im Versatzblock ist nach Möglichkeit den ursprünglichen Verläufen der Gewinnungsbandanlagen anzupassen. In diesen Strecken sind die entsprechenden Höhen für Übergaben und Abwürfe vorhanden. Ein Verlegen der Bandachsen in andere Strecken kann einen Zusatzaufwand zur Herrichtung der Strecken bedeuten.

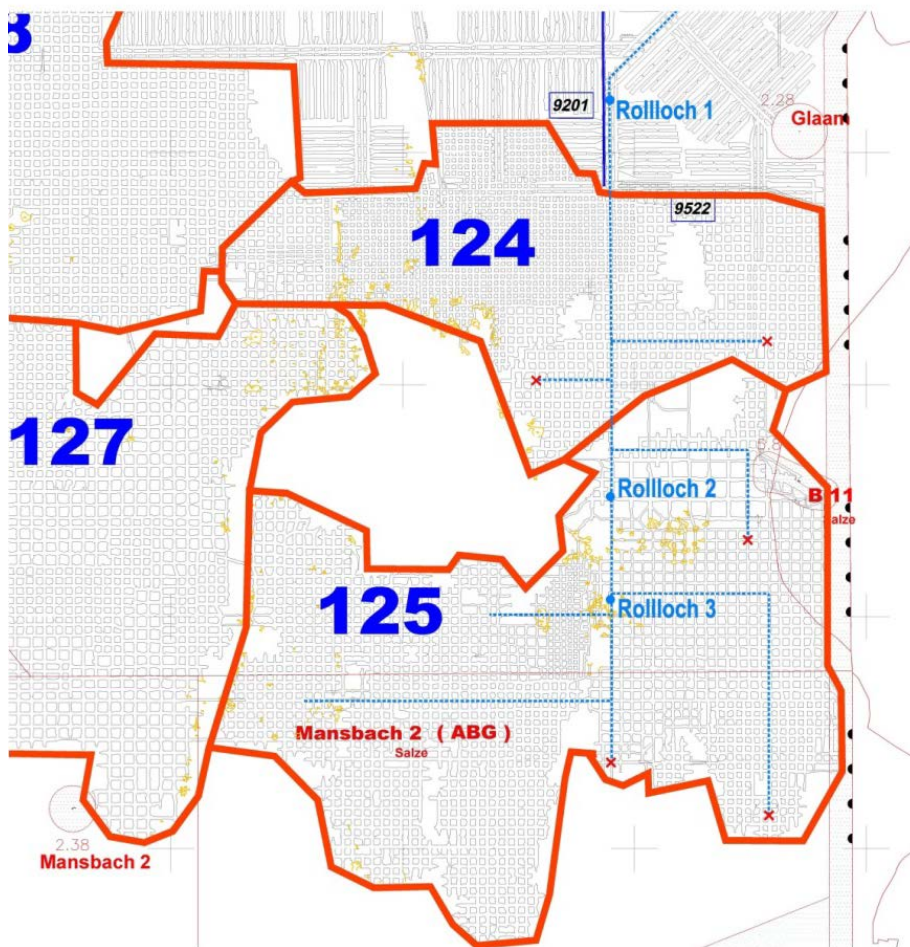


Abbildung 5-6: Bsp. Kippstellen im Versatzgebiet (Block 124+125)

Die genauen Abmessungen des „Muster Abwurfes“ (480 m x 120 m) sind ggf. der Vorort-situation anzupassen. Der Abbauverlauf wurde den Gegebenheiten der Lagerstätte angepasst und entspricht nicht immer der Darstellung in Abbildung 5-5. Um diese Bereiche auch verfüllen zu können, wurden bei der Maschinenplanung im weiteren Verlauf dieses Dokumentes neben Ladern mit Elektroantrieb auch Diesel-Lader in den Maschinenpark des Versatzgebietes aufgenommen.

Die Rolllöcher können nicht, wie in der Gewinnung üblich, über einen Abstreifer beschickt werden. Das Material hat aufgrund seiner Restfeuchte die Angewohnheit, in einem Rolloch an den Wandungen anzubacken und langfristig das Rolloch zu verstopfen. In Unterbreizbach und Sigmundshall wird für diesen Einsatzzweck eine Konstruktion über dem Rolloch installiert, die ein schubweises Beschicken des Rolloches ermöglicht (siehe Abbildung 5-7).

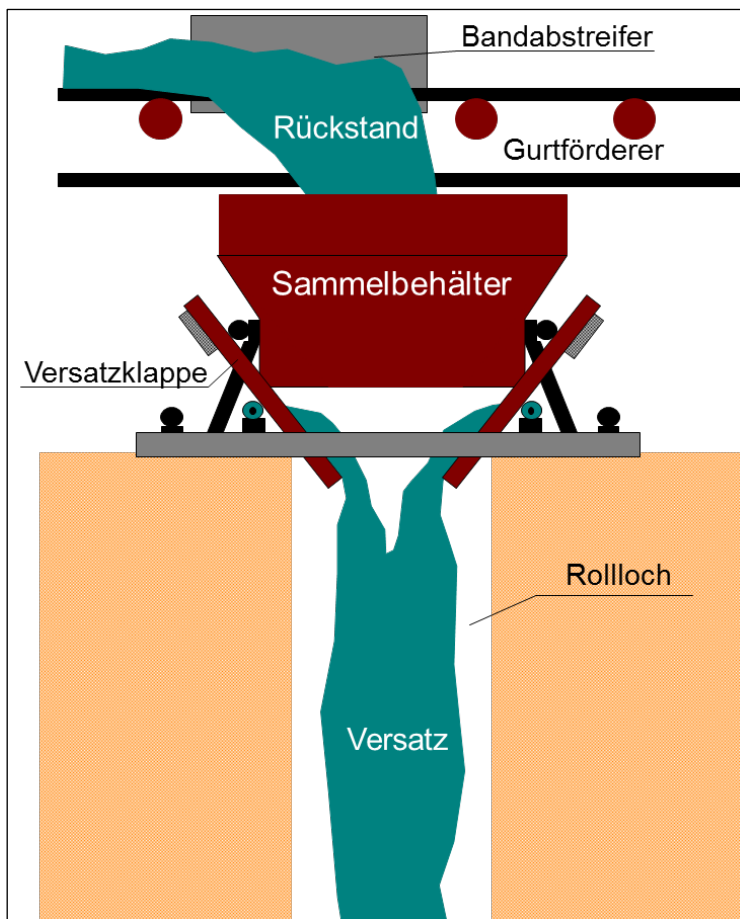


Abbildung 5-7: Funktionsweise des Rolllochs

Das Material wird in einen Sammelbehälter (siehe Abbildung 5-7) geworfen, der nach Erreichen eines bestimmten Füllstandes automatisch entleert. Die Erfahrungen der Schwesterwerke zeigen, dass die Problematik von Anbackungen mit dieser Technik vermieden werden können.

5.5 Versatzrevier zum Einbringen des Fabrikrückstandes

Ein Revier zum Einbringen von Fabrikrückstand muss als eigenständige Einheit fungieren und von der Gewinnung gelöst sein. Dabei muss das eigenständige Revier entsprechend aufgebaut und geplant werden. Ein gleichzeitiges Einbringen von Fabrikrückstand in ein Gewinnungsrevier ist mit der derzeitigen Arbeitsorganisation nicht zu bewältigen. Des Weiteren ist der Flächenverzehr bei Einbringen von Fabrikrückstand mit einer Leistung von 900 t/h deutlich größer als der neu erzeugte Hohlraum eines Gewinnungsreviers. Aus diesen Gründen muss das Einbringen von Fabrikrückständen eigenständig und von der Gewinnung losgelöst geschehen.

Organisatorisch muss ein Revier für das Einbringen von Fabrikrückstand in 2 Schwerpunktbereiche unterteilt werden. Die Vorbereitungsarbeiten müssen dem eigentlichen Einbringen des Rückstandes um etwa ein Jahr vorausseilen um sicherzustellen, dass nicht aufgrund fehlender Abwurfbereiche und Zugänge zu Hohlräumen das Einbringen

des Rückstandes ins Stocken gerät. Daraus resultieren ein Schwerpunktbereich mit den Verfüllungsarbeiten und ein weiterer, separater mit Vorbereitungsmaßnahmen. Zur Abschätzung der Größenordnungen wurde ein mögliches Revier beispielhaft für ein Jahr geplant. In Abbildung 5-8 ist die Entwicklung auf der ersten und Abbildung 5-9 die Entwicklung auf der zweiten Sohle dargestellt. Der in orange dargestellte Bereich ist der Teil, der während des ersten Jahres versetzt werden kann. Für das folgende Jahr muss zeitgleich ein Bereich vorbereitet werden, der in etwa der gleichen Größe entspricht.

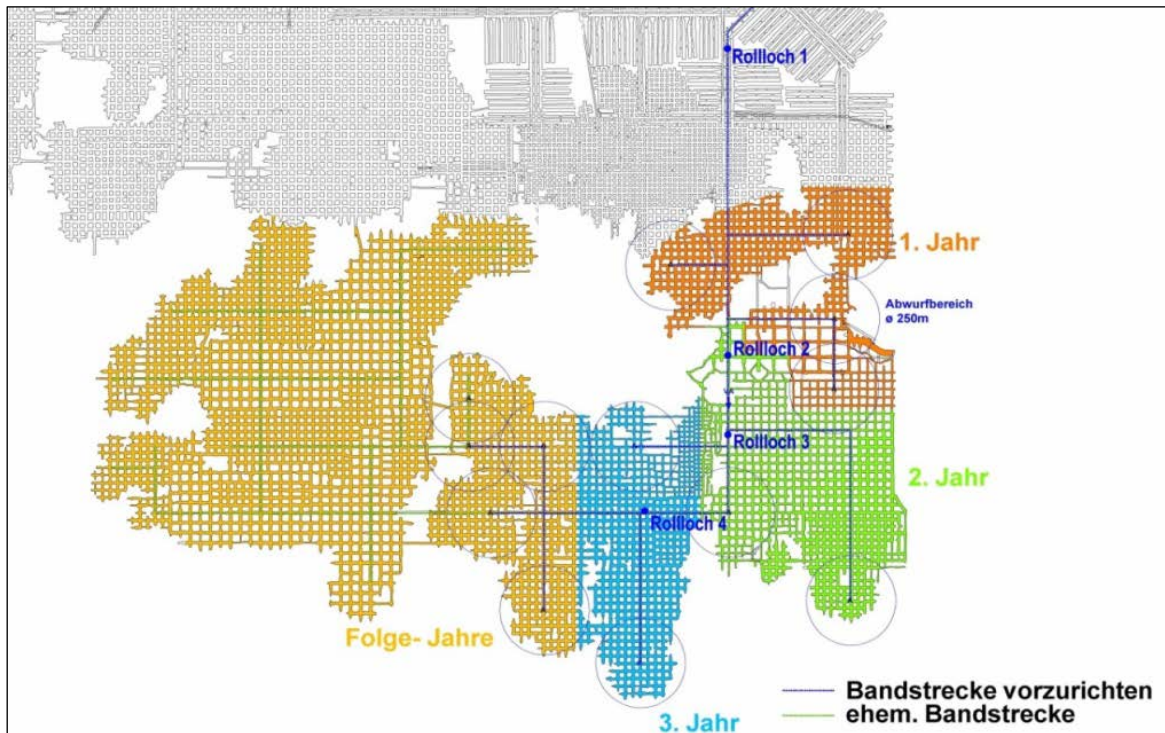


Abbildung 5-8: Entwicklung der ersten Sohle

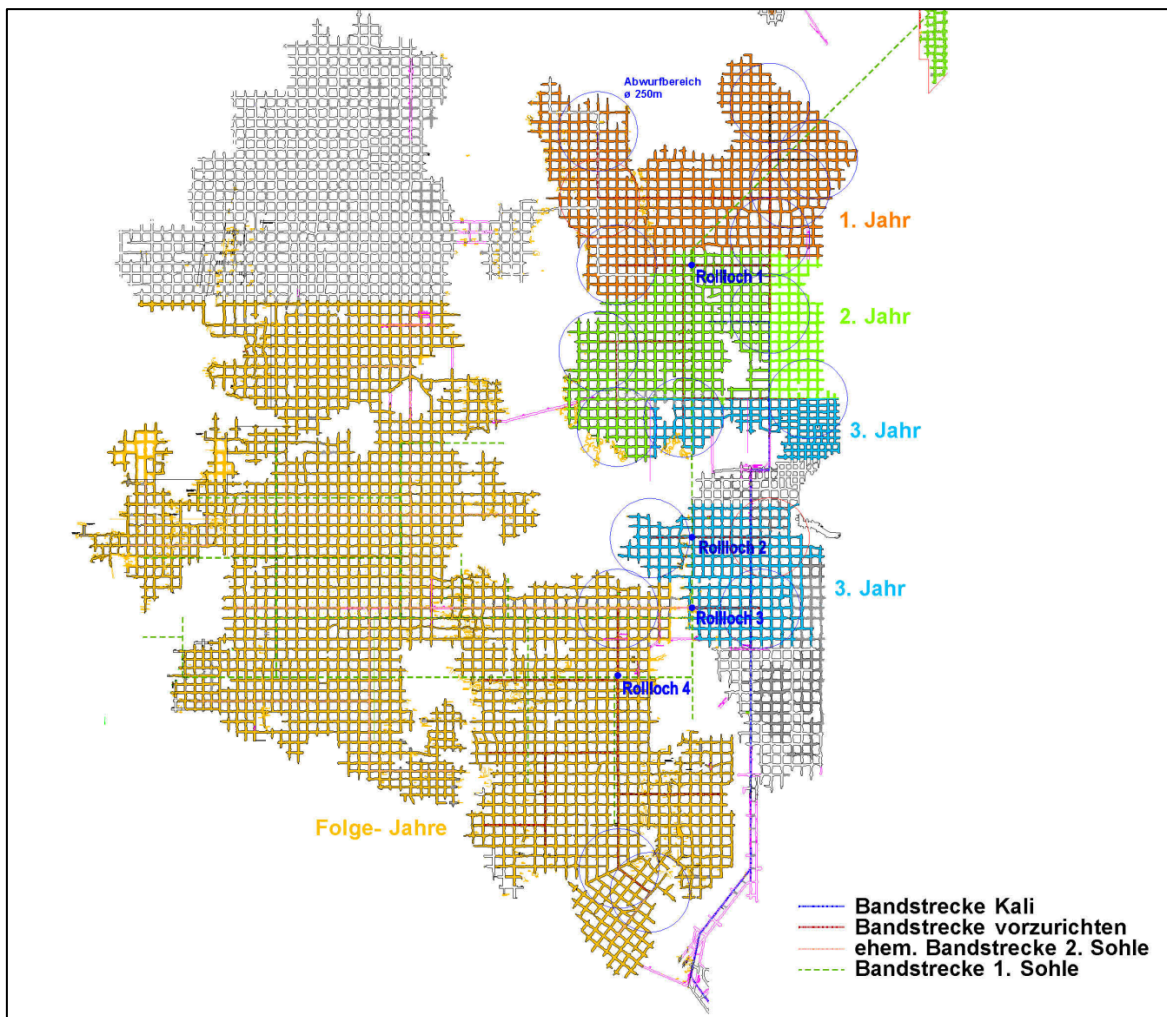


Abbildung 5-9: Entwicklung der zweiten Sohle

Zu den Vorbereitungsmaßnahmen gehören die Herstellung von Fahrwegen und Wetterstrecken sowie die Herrichtung von Bandstrecken und der Einbau von Bandanlagen. Die Fahrwegslängen und Versatzflächen berechnen sich aus der Länge der Bandachsen. Um die notwendige Infrastruktur zu gewährleisten, müssen pro Abwurfband drei Strecken hergerichtet werden. Die Bandstrecken müssen sowohl für die Abwurfbereiche (Stichbänder) als auch die Hauptbandachse vorgerichtet werden. Stichbänder müssen bis auf ihre Endlänge vorbereitet und eingebaut werden. Während der Verfüllungsphase müssen diese Bänder wieder zurückgebaut werden. Damit wird der Abwurf stückweise Richtung Hauptbandachse versetzt.

Die Herrichtung der Hohlräume für das Einbringen von Fabrikrückstand ist nicht in den Vorbereitungsarbeiten berücksichtigt. Diese müssen zeitnah mit den Versatzarbeiten durchgeführt werden. Der Bereich Verfüllungsarbeiten wird in Kapitel 5.6 beschrieben. Die notwendigen Maschinen für die Vorbereitungsarbeiten werden in Kapitel 6 dargestellt.

5.6 Einbau des Rückstandes in alte Hohlräume

Bezüglich der Restfeuchte des Materials ergeben sich keine weiteren Einschränkungen, die eine Veränderung des Maschinenparks zum Einbau notwendig machen. Im Nachfolgenden ist der Einbau des Materials dargestellt.

Nachdem der Rückstand an mehreren wettertechnisch getrennten Abwurfbereichen von der Versatzbandanlage auf einen oder mehrere Schüttkegel abgeworfen wird, muss das Material mit einem Fahrlader aufgenommen und in die zu versetzenden Hohlräume gebracht werden. Sind die Hohlräume bereits first- und stoßsicher, kann sofort versetzt werden.

Bei einer Streckenhöhe größer 11 m steigt der Aufwand der Wiederherstellung der Firstsicherung erheblich. Um die Firste zu erreichen, muss in diesen Bereichen zuerst die Sohle aufgefüllt werden. Dazu füllt der Lader die zu verfüllende Strecke unter der beraubten Fläche bis auf die notwendige Arbeitshöhe für den Berauber auf. Die Abkippkante wird auf der ganzen Breite mit einem Salzwall (ca. 1,2 m hoch) abgesperrt, um zu verhindern, dass diese überfahren wird (siehe Abbildung 5-10).

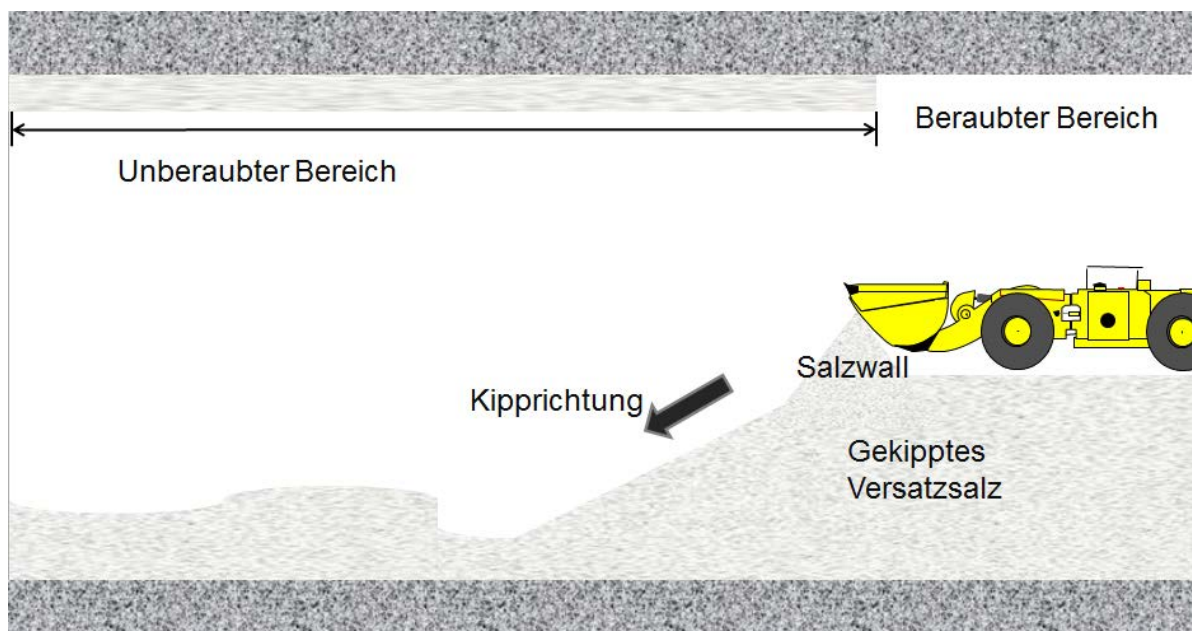


Abbildung 5-10: Auffüllen von Versatzmaterial

Spätestens wenn die Abkippkante auf der Höhe der letzten Berauberspuren ist, muss erneut beraubt und geankert werden. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis das Ende der Strecke erreicht ist. Es kann in mehreren Strecken parallel nebeneinander gearbeitet werden.

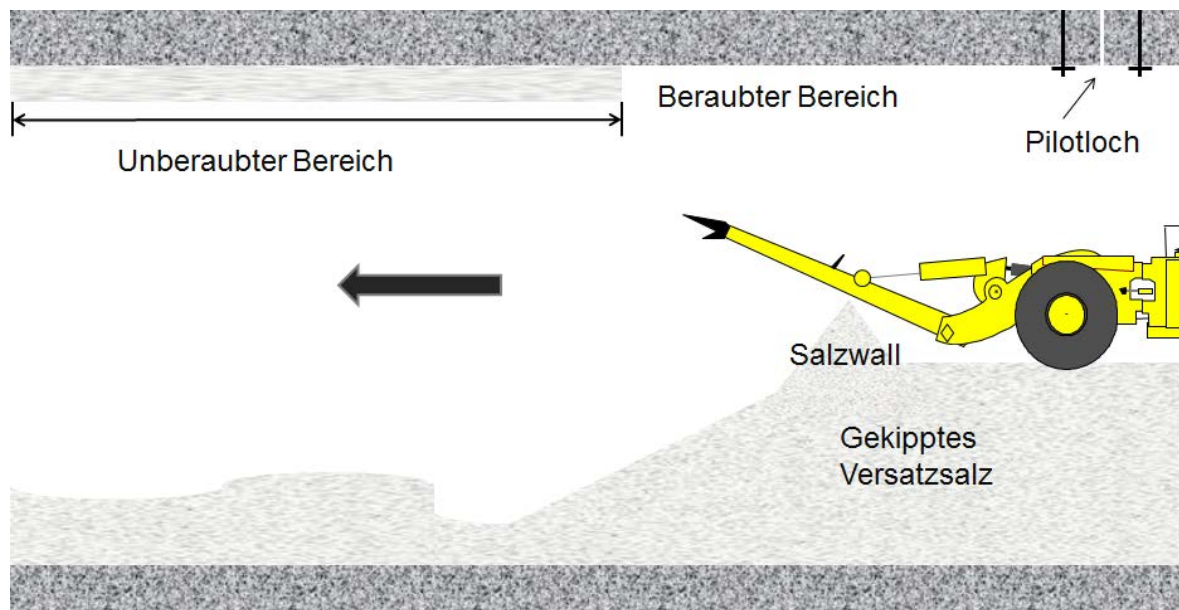


Abbildung 5-11: Skizze Berauben auf aufgefülltem Versatzmaterial

Als optionale Sicherungsmaßnahme können die Stöße angeböschet werden. Hierdurch werden Salzlöser vom Stoß vermieden. In der Mitte der Strecke muss ein Fahrweg für die Maschinen offen gehalten werden.

Nach Erreichen des Streckenendes wird die Strecke bis unter die Firste verfüllt. Der Lader schiebt das Salz, in der letzten Lage, das auf der Sohle liegt, mit der vollen Schaufel bis unter die Firste (siehe Abbildung 5-12).

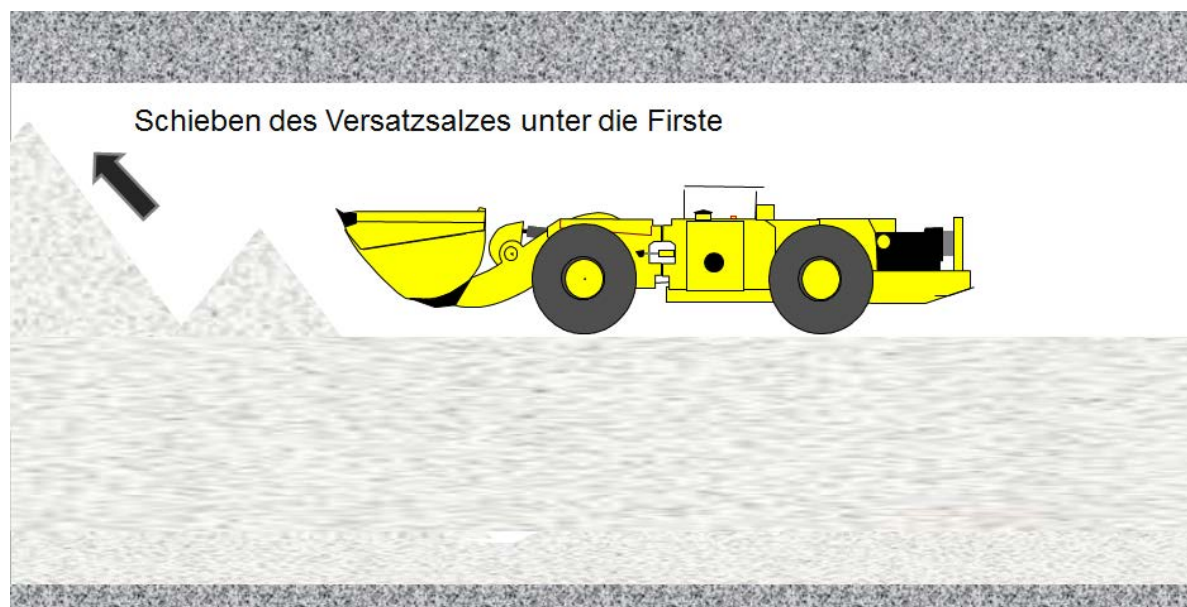


Abbildung 5-12: Schieben des Versatzsalzes unter die Firste

Es ist technisch nicht möglich, die Hohlräume allein mit der Laderschaufel vollständig zu verfüllen. Erfahrungsgemäß sind im Durchschnitt ca. 80% erreichbar, bei niedrigen Strecken < 3 m bis maximal 60 %.

Um den Verfüllungsgrad zu erhöhen, sind Zusatzmaßnahmen erforderlich. Dabei wird entweder mit einem Berauber mit Schiebeschild bzw. mit einer Raupe das Material weiter unter die Firste gedrückt, womit der Füllgrad auf maximal 95 % gesteigert werden kann (siehe Abbildung 5-13 und Abbildung 5-14). Dies erfordert aber einen erheblichen Mehraufwand.

Aufgrund des hohen Materialstromes wird eine Einbaulösung empfohlen, die nur eine Verfüllung mittels Laderschaufel anstrebt. Der Mehraufwand für eine fast vollständige Verfüllung der Hohlräume steigt durch Verringerung der Streckenhöhe deutlich an /2/.



Abbildung 5-13: Einbau des Versatzsalzes mit Schiebeschild 1



Abbildung 5-14: Einbau des Versatzsalzes mit Schiebeschild 2

5.7 Laugenhaltung und Laugenrückführung

Die Erfahrungen beim Umgang und Einbau mit feuchtem Material zeigen, dass eine Laugenhaltung für austretende Flüssigkeit aus dem zu versetzenden Material notwendig ist. Bei der geplanten jährlichen Rückstandsmenge ist von einem Flüssigkeitsaustritt von ca. 120 Tm³/a Salzlösung während der aktiven Betriebszeit von 11 Jahren auszugehen (siehe Kapitel 4.2). Diese müssen aus dem Grubengebäude an die Tagesoberfläche gepumpt werden.

Für die Laugenhaltung sind Entwässerungsgräben, Sammelbecken, Rohrleitungen und Pumpen notwendig. Diese könnten über die Zeit der Materialeinbringung installiert und betrieben werden. In der Nachbetriebsphase soll keine Laugenhaltung mehr erfolgen.

Der Transport nach über Tage erfolgt über den Schacht Hattorf. An der Tagesoberfläche wird die Flüssigkeit dem Entsorgungssystem der Fabrik Hattorf zugeführt.

6 Maschinen- und Personalbedarf unter Tage

In der Ausarbeitung der Entsorgungsalternative wurden nur Maschinen betrachtet, die dem heutigen Stand der Technik im deutschen Kalibergbau entsprechen. Spezialmaschinen und Sonderkonstruktionen mit aktiven Entleerungssystemen (z. B. Schiebekastenfahrzeuge) wurden nach einer ersten Kostenabschätzung verworfen.

Die benötigten Maschinen im Versatzgebiet lassen sich in zwei Schwerpunktbereiche unterteilen (siehe Kapitel 5.5). Bei der Berechnung der Maschinenanzahl wurde eine Maschinenverfügbarkeit von 70 % angenommen. Die ersten Bereiche verfügen über eine Streckenhöhe von durchschnittlich 5 m. Diese Streckenhöhe wurde als Berechnungsansatz für die Ermittlung des ersten Maschinensatzes angenommen, da sich die Streckenhöhe unmittelbar auf die benötigte Anzahl der Maschinen auswirkt.

In Kapitel 2 werden in der Hohlraumbilanz Bereiche mit Streckenhöhen < 5 m bis ≥ 3 m mit betrachtet. Somit müssen auch Bereiche versetzt werden, für die der Berechnungsansatz für 5 m Streckenhöhe nicht gilt. Aufgrund einer geringeren Streckenhöhe ergibt sich für diese Bereiche ein wesentlich größerer Flächenverzehr und somit ein erheblich größerer Maschinen- und Personalbedarf. Dieser Mehrbedarf wird mit angepassten Maschinen (niedrige Streckenhöhen) in den Gesamtkosten berücksichtigt. Des Weiteren wurde eine Lebensdauer der Maschinen von ca. 15-20 Jahren angenommen. Das Personal wird im 3-Schichtbetrieb eingesetzt.

6.1 Herrichtung und Vorbereitung der Hohlräume

Der Vorbereitungsaufwand beträgt in Summe jährlich ca. 340.000 m² Fläche, die beraubt und geankert werden müssen. Zur Berechnung der Fläche wurde eine durchschnittliche Streckenbreite von 13 m angenommen. Die Längen für die entsprechenden Strecken wurden aus dem Grubenriss übernommen.

Aus dieser Fläche errechnet sich der notwendige Maschineneinsatz, um die erforderlichen Vorbereitungen durchführen zu können (1 Jahr Vorlaufzeit). Für die Berechnungen wurde die Verfügbarkeit analog zu Gewinnungsmaschinen HW übernommen.

In Summe werden ca. 30 Großmaschinen und Hilfsgeräte sowie ca. 60 Mitarbeiter benötigt, die spätestens zu Beginn der Arbeiten mit den Maschinen zur Verfügung stehen müssen.

6.2 Einbringen des Fabrikrückstandes

Für das Einbringen von Fabrikrückstand in hergerichtete Hohlräume muss entsprechend Personal und Maschinen zur Verfügung gestellt werden. Die Art und Weise des Einbringens wurde bereits in Kapitel 5.6 dargestellt. In Summe werden ca. 100 Maschinen und Hilfsgeräte sowie ca. 200 Mitarbeiter benötigt.

Der Maschinenbedarf bezieht sich in Summe auf die erste und zweite Sohle. Die Lademaschinen sollten aufgrund der zur Verfügung stehenden Wettermenge soweit wie möglich als E-Maschinen beschafft werden.

6.3 Gesamtbedarf

Für ein effizientes Einbringen des Rückstandes mit Ladern sollten diese über einen möglichst hohen Schaufelinhalt verfügen. Für die Berechnungen wurde ein Anteil von 10 Elektroladern mit möglichst großem Schaufelinhalt bis 20 t und 7 Diesel-Ladern mit 12 t Schaufelinhalt angenommen. Ein gewisser Anteil von Diesel-Ladern ist notwendig, da diese deutlich flexibler einzusetzen sind als Elektrolader.

Die Anschaffung von in Summe über 130 neuen Fahrzeugen stellt einen größeren Beschaffungsvorgang dar, der technisch, logistisch und finanziell innerhalb eines Jahres kaum durchführbar ist.

Für ein eigenständiges Revier ergibt sich somit für alle notwendigen Arbeiten ein Personalmehrbedarf von ca. 260 Mitarbeitern. Krankenquote und Urlaub sind darin bereits berücksichtigt.

Eine zeitnahe Einstellung von externen Mitarbeitern aus der Region mit Bergbauerfahrung in dieser Größenordnung ist als schwierig anzusehen. Es ist davon auszugehen, dass der Personalbedarf innerhalb von 5 Jahren nicht gedeckt werden kann.

7 Wetterbedarf und Klima

7.1 Wetterbedarf

Ein eigenständiges Revier für das Einbringen von Fabrikrückstand mit dem in Kapitel 6 ermittelten Maschinenbedarf benötigt eine gewisse Frischluftmenge (Wetter), welche mit Hilfe der Hauptgrubenlüfter und Lüfterstationen entsprechend zur Verfügung gestellt werden muss. Für die ermittelte Maschinenanzahl wurde eine durchschnittliche Streckenhöhe von 5 m angenommen, welche auch für den Wetterbedarf zugrunde gelegt wurde.

Für die Berechnung der notwendigen Wettermenge wurden die Maschinenanzahl und die entsprechend vorgeschriebene Mindestwettermenge für jedes Fahrzeug berücksichtigt. Für die Berechnung wurden nur die tatsächlich, während einer Schicht im Einsatz befindlichen Maschinen berücksichtigt.

Somit ergibt sich einschließlich eines 15%-igen Aufschlages als Sicherheitsfaktor aufgrund von Schleichwettern und Messungenauigkeiten eine Mindestwettermenge von ca. 7.900 m³/min. Diese zusätzliche Wettermenge ist mit den vorhandenen Hauptgrubenlüftern nicht zu realisieren. Für die Erhöhung der Gesamtwettermenge sind folgende Varianten denkbar:

- Abteufen eines neuen Wetterschachtes
- Aufrüsten/Austauschen der vorhandenen Hauptgrubenlüfter

Der Tausch des Hauptgrubenlüfters zeigt sich nach einer Grobkostenabschätzung als die deutlich kosten- und zeitgünstigere Variante.

Bezüglich der Beeinträchtigung des Grubenklimas durch das Einbringen von Fabrikrückstand müssen nachstehende Aspekte genau betrachtet werden:

- Wärme- und Feuchtigkeitsabgabe des Fabrikrückstandes
- Wetterführung allgemein (Wetterbauwerke, Wetterbrücken, Lüfterstationen, etc.)
- Auswirkung auf die Schachtwetterheizung (Regelung und Wärmebedarf)

Eine Nachnutzung von Revierabwettern (z.B. Revier 30/31) durch das Versatzgebiet scheint kaum sinnvoll. Aufgrund unterschiedlicher Wettergeschwindigkeiten, möglichen CO₂-Belastungen von Revierabwettern und unterschiedlichem Flächenverzehr ist ein Revier zum Einbringen von Fabrikrückständen von den Gewinnungsrevieren auch wettertechnisch getrennt aufzustellen.

7.2 Klima

Nach Betrachtung der derzeit im Grubenbetrieb Hattorf-Wintershall herrschenden Temperaturen sowie den Luftfeuchtigkeitsbedingungen erscheint eine teilweise Beeinträchtigung des Grubenklimas aufgrund der Einbringung von Fabrikrückstand mit einer Restfeuchte mit einem Massenanteil von ca. 4 % und einer Temperatur von ca. 50 °C als möglich.

In den für die Versatzeinbringung eingeplanten Bereichen auf der zweiten Sohle beträgt die Temperatur zwischen 33°C und 36,8°C. Im Großteil der zweiten Sohle könnte es aufgrund von Temperaturerhöhungen innerhalb des Reviers zu Temperaturen über 37°C (Trockentemperatur) kommen, wodurch gemäß Klimabergverordnung eine zusätzliche Pause von 15 Minuten für die Belegschaft notwendig wäre. Dadurch erhöht sich der Personalbedarf, welcher aufgrund der Unsicherheiten bei der tatsächlichen Reviertemperatur noch nicht berücksichtigt wurde.

Da der Bereich GS3 und das mögliche Versatzrevier über den gleichen Frischwetterweg, welche auch die Bandstrecke beinhaltet, versorgt wird, würde die Wettertemperatur in den Revieren 35/36 ebenso beeinträchtigt. Auf der zweiten Sohle im Bereich von GS 3 beträgt die Temperatur max. 36°C. Durch das Einbringen von Fabrikrückstand mit ca. 50°C in die Grube könnte das gesamte Grubenklima im Bereich GS 3 beeinträchtigt werden. Auf der zweiten Sohle könnte somit ebenfalls die erste Stufe der Klimabergverordnung (37°C) überschritten werden. Somit würde eine zusätzliche Pause von 15 Minuten für die Bergleute und Schlosser im Bereich GS 3 (zweite Sohle) anfallen. Das bedeutet, der Personalbedarf des Bereiches GS 3 würde sich ebenfalls erhöhen. Der zusätzliche Personalbedarf wurde aufgrund des möglichen Schwankungsbereiches noch nicht in die Kostenrechnung einbezogen.

8 Energieverbrauch und CO₂-Bilanz

Um eine ökologische Bewertung durchzuführen, sind der notwendige Gesamtenergieeinsatz und der durch Versatz entstehende zusätzliche CO₂-Ausstoß zu ermitteln.

8.1 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch für ein zusätzliches Revier zum Einbringen von Fabrikrückstand setzt sich aus dem Dieserverbrauch für die dieselbetriebenen Maschinen, dem notwendigen elektrischen Energieaufwand (z.B. Grubenlüfter) für die Wetterführung sowie dem Zusatzaufwand für die Erwärmung des zusätzlichen Wetterstroms in den Schachtwetterheizungen zusammen.

8.1.1 Dieserverbrauch

Um den durch das Einbringen von Fabrikrückstand entstehenden zusätzlichen Energieverbrauch zu ermitteln, wird der Dieserverbrauch (l/Bh) einzelner Maschinen in Relation zu der jährlichen Einsatzzeit (Bh/a) angesetzt. Somit ergibt sich für das gesamte Versatzgebiet ein Dieserverbrauch von insgesamt ca. 2,7 Mio. l/a. Bei einem Dieserverbrauch von ca. 6 Mio. l/a in der Grube HW bedeutet dies eine deutliche Erhöhung des jährlichen Dieserverbrauchs.

Verringern sich die durchschnittlichen Streckenhöhen bzw. nimmt der Bereich mit Streckenhöhen zwischen 3-4 m signifikant zu, ändert sich der Bedarf an dieselbetriebenen Beraubern erheblich. Bei einer Streckenhöhe von 3 m steigt der Dieserverbrauch deutlich an.

8.1.2 Elektroenergieverbrauch

Gemäß den Leistungsdaten und den elektrisch betriebenen Einsatzzeiten ergibt sich ein Elektroenergieverbrauch für mobile Maschinen von annähernd 8 GWh/a.

Zusätzlich wird für den Ausbau der Wetterführung ein Elektroenergiebedarf von ca. 23 GWh/a benötigt.

Für den Betrieb der Bandanlagen werden unter Berücksichtigung der Einsparungen beim Energieverbrauch ü. T. ca. 14 GWh/a aufgewendet.

Das Versetzen von 3,6 Mio. t/a bedingt in Summe einen zusätzlichen Elektroenergieverbrauch von ca. 44 GWh/a.

Es wurde nicht geprüft, ob die aktuelle Kapazität der Kraftwerke ausreicht oder eine Erweiterung vorgesehen werden muss. Letzteres würde die Kosten weiter erhöhen.

8.1.3 Schachtwetterheizung

Der gesamte Frischwetterbedarf der Grube HW wird über vier einziehende Schächte realisiert. Zum Schutz der Schächte müssen die Frischwetter entsprechend den Gegebenheiten der einzelnen Schächte vorgewärmt werden. Ein Mehrbedarf an Frischwetter führt demnach auch zu einem erhöhten Aufwand bei den

Schachtwetterheizungen. Für die Schachtwetterheizungen der vier einziehenden Schächte ergibt sich ein Mehrbedarf von ca. 10.300 MWh/a (Wärmeleistung). Dies entspricht zusätzlichen Kosten von über 300 T€/a.

Es ist noch im Detail zu prüfen, ob die eingebauten Wärmetauscher in der Lage sind, den erforderlichen Wärmeleistungsbedarf zu übertragen. Ein erforderlicher Investitionsbedarf wurde nicht betrachtet, kann aber nicht ausgeschlossen werden.

8.2 CO₂-Bilanz

Um eine ökologische Bewertung durchzuführen, sind der notwendige Gesamtenergieeinsatz und der durch das Einbringen von Fabrikrückstand entstehende zusätzliche CO₂-Ausstoß zu ermitteln.

8.2.1 Dieselmotoremissionen

Bei der Ermittlung der CO₂-Bilanz wurde der CO₂-Ausstoß der einzelnen Maschinen (mit Dieselmotoren) ermittelt und die Summe in Tonnen pro Jahr (t/a CO₂) ausgewiesen. Grundlage für diese Berechnung ist die Angabe der Hersteller hinsichtlich des CO₂-Ausstoßes in Abhängigkeit der Maschinenleistung (in kW) und der Einsatzzeit (Bh/a).

Die Summe des zusätzlichen CO₂-Ausstoßes beträgt ca. 15.000 t/a CO₂.

8.2.2 CO₂-Emissionen aufgrund von Elektroenergieerzeugung

Aus ökologischer Sicht muss zusätzlich der CO₂-Ausstoß der Kraftwerke gesondert ermittelt werden. Als Grundlage für die Umrechnung wurde ein Emissionskennwert CO₂ von 0,35 g/kWh angenommen. Die Summe des zusätzlichen CO₂-Ausstoßes (umgerechnet aus der eingesetzten Leistung der Elektromotoren) beträgt somit ca. 15.500 t/a. Kosten für den zusätzlichen Erwerb von CO₂-Zertifikaten wurden in dieser Ausarbeitung nicht berücksichtigt.

8.2.3 CO₂-Emissionen aufgrund von Schachtwetterheizungen

Aufgrund des erhöhten Heizbedarfs für die Schachtwetterheizung ergeben sich ebenfalls erhöhte CO₂-Emissionen. Betrachtet man die Bildung von CO₂ bei Verbrennung fossiler Energieträger (Erdgas) entstehen pro kWh 0,2 kg CO₂. Dadurch errechnen sich für den Mehrbedarf von 10.300 MWh/a zusätzlich ca. 2.100 t/a CO₂. Kosten für den zusätzlichen Erwerb von CO₂-Zertifikaten wurden in dieser Ausarbeitung nicht berücksichtigt.

8.2.4 Gesamt CO₂-Emissionen

Die Summe des zusätzlichen CO₂-Ausstoßes wird in Tabelle 8-1 dargestellt. Demnach werden ca. 32.600 t/a CO₂ zusätzlich ausgestoßen.

Tabelle 8-1: Jährlicher CO₂-Ausstoß

	CO ₂ -Ausstoß [t/a]
Diesel Maschinen	15.000
Elektromaschinen	15.500
Schachtwetterheizung	2.100
Summe	32.600

9 Aufwendungen

Die Kosten sind nach derzeitigem Planungsstand für eine Laufzeit von 16 Jahren ermittelt. Die Projekt-Gesamtsumme ergibt sich aus den Investitionen, den Betriebskosten für 16 Jahre, sowie einem Aufschlag für Unvorhergesehenes von geschätzten 30 %.

9.1 Investitionen

Die Investitionen belaufen sich auf ca. 19,9 Mio. Euro über Tage und ca. 116,7 Mio. Euro unter Tage. In Summe werden Investitionen in Höhe von ca. 136,5 Mio. Euro benötigt. Dabei wurden zur Fassung Stand 2014 alle Kostenpositionen aktualisiert, so zum Beispiel die Preise für Maschinen sowie betriebliche Kosten für Streckensanierung und Streckenneuauffahrung.

Vom zeitlichen Ablauf müssten zu allererst die Detailplanung und Beschaffung erfolgen. Anschließend würde die Einrichtung der Wetterführung und die umfangreiche Streckensanierung erfolgen.

Die Investitionen für den Transport des Fabrikrückstandes zum Schacht sind mit rund 19,9 Mio. Euro veranschlagt.

Die Aufwendungen für die Streckensanierung und Streckenneuauffahrungen werden auf rund 27,2 Mio. Euro geschätzt. Die Sanierungen beinhalten die Bandstrecken, das Versatzrevier und die Wetterstrecken.

Die Investitionen für die Versatzbandanlagen, Verteilerbandanlagen und die Elektroinstallation belaufen sich auf rund 28,6 Mio. Euro. In den Investitionen enthalten sind neben den Hauptbandanlagen auch die Verteilerbänder für die ersten 2 Jahre.

Im Schachtbereich werden Investitionen von 5,3 Mio. Euro veranschlagt. Aufgrund des laufenden Schachtbetriebes werden sich die Arbeiten über 3 Jahre ziehen.

In Summe werden 5,5 Mio. Euro für die Elektroanlagen benötigt. Die Elektroanlagen beinhalten die Revierversorgung und alle notwendigen Maßnahmen zum Materialtransport vor Ort.

Im Bereich der Wetterführung werden Investitionen von 3,1 Mio. Euro veranschlagt.

Für die Reparaturen der Maschinen wird ein Wartungsplatz für 6,4 Mio. Euro benötigt. Der einzusetzende Maschinenpool ist deutlich größer als der eines einzelnen Abbaureviers.

Die zu beschaffenden Maschinen werden in 2 Blöcke unterteilt. Der Satz der Vorbereitungsmaschinen ist im ersten Jahr zu beschaffen und die Maschinen für die Rückstandsablagerung in den folgenden Jahren. Die Vorbereitungsmaschinen sind zwingend im ersten Jahr erforderlich, um die Streckensanierungen rechtzeitig zu bewältigen. Das Versatzrevier wird in Summe mit Maschinen für 40,6 Mio. Euro ausgestattet.

9.2 Betriebskosten

Die Betriebskosten für das Projekt belaufen sich am Anfang auf 8,6 €/t und steigen zum Ende hin auf 11,6 €/t. Die Aufteilung wird nachfolgend beschrieben.

Die Betriebskosten für den übertägigen Transport, Schachtransport und den Betrieb der Bandanlagen unter Tage wurden mit 1,0 €/t für den Startzeitpunkt abgeschätzt.

Der Großteil der Betriebskosten entsteht im Versatzrevier mit rund 7,57 €/t zu Beginn. Die Kosten werden primär von den Personalkosten sowie den Instandhaltungs- und Betriebskosten der Maschinen bestimmt. Die Betriebskosten steigen zum Ende der Laufzeit durch die geringeren Abbauhöhen an.

Zusätzlich zu den Betriebskosten des Versatzrevieres fallen jährlich Kosten für den Erwerb von CO₂-Zertifikaten an, die aufgrund der Mehrleistung der Kraftwerke benötigt werden. Diese wurden in den Berechnungen noch nicht berücksichtigt.

9.3 Gesamtaufwendungen

Im Laufe der Verfüllung müssen Anlagen und Maschinen nach einer bestimmten Betriebsdauer ersetzt werden; diese Kosten fließen unter Anlagenersatz ein.

Aufgrund der Größe des Versatzrevieres und der schnell voranschreitenden Versatzfront sind jährlich Verlängerungen der Bandanlagen, Erweiterungen des Elektonetzes und sonstige Arbeiten notwendig. Zusätzlich muss nach Verfüllung der Blöcke im Bereich GS 3 die Bandanlage an die neuen Versatzblöcke angeschlossen werden. Die Kosten für diese Aufwendungen fließen in Infrastrukturverweiterung ein.

Des Weiteren ist eine Position Unvorhergesehenes zu berücksichtigen, die die aktuell vorliegende Planungsgenauigkeit widerspiegelt. Der Prozentsatz ergibt sich aus internen Vorgaben und orientiert sich am internationalen Standard.

Tabelle 9-1: Projekt Gesamtaufwendungen

Investitionen Aufbau	137 Mio. Euro
Anlagenersatz/Mehrbedarf	91 Mio. Euro
Infrastrukturverweiterung	52 Mio. Euro
Betriebskosten 11 Jahre	578 Mio. Euro
Unvorhergesehenes (30%)	257 Mio. Euro
Summe	1.115 Mio. Euro

Somit betragen die Gesamtkosten für das Einbringen von 40 Mio. t (3,6 Mio. t/a) Fabrikrückstand **ca. 1,12 Mrd. Euro**. Damit ergeben sich geschätzte Gesamtkosten von 19,36 €/t.

Aus ökonomischer Sicht beeinflusst die Umsetzung des vorliegenden Konzeptes die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Hattorf stark negativ bzw. stellt diese sogar in Frage. Bei Betrachtung z.B. nur der jährlichen Betriebskosten wird eine Kostenerhöhung von über 40 € je Tonne kalihaltigen Verkaufsprodukts generiert. Im Vergleich zu den seitens K+S veröffentlichten Stückkosten des Geschäftsbereiches entspricht dies einer Steigerung von über 20%.

10 Prüfung der Anwendbarkeit von Spülversatz

Eine Spülversatsanlage funktioniert nach dem Prinzip der Schwerkraftförderung. Die horizontale Reichweite beträgt etwa 1 Kilometer je 100 m Schachtteufe bis zum Füllort. Bei einer Schachtteufe des Schachtes Hattorf von ca. 657 m bis zum Füllort auf der 1. Sohle beträgt die Reichweite ca. 6,5 Kilometer ringförmig um den Schacht.

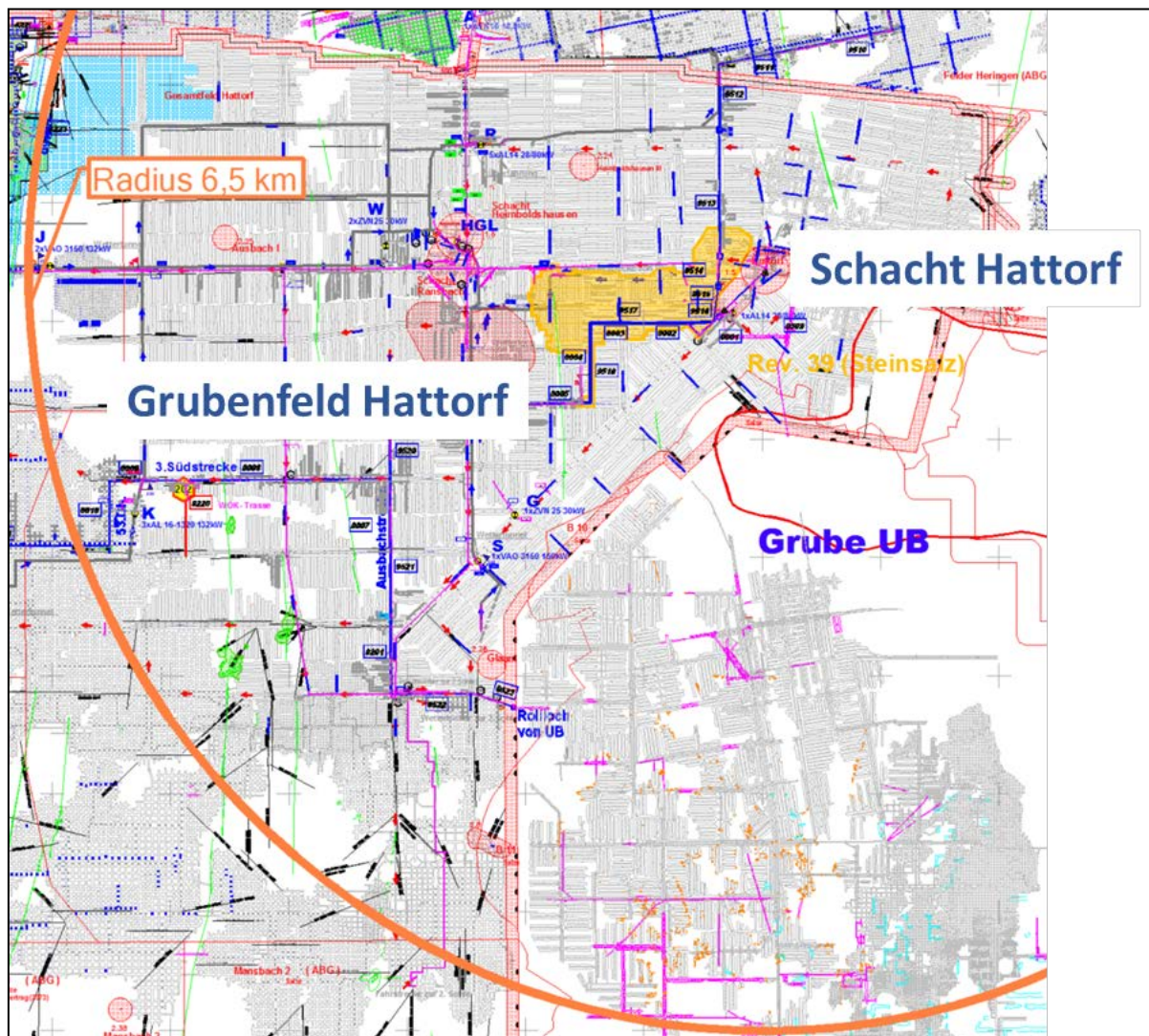


Abbildung 10-1: Schacht Hattorf mit Reichweite einer Spülversatsanlage 1. Sohle

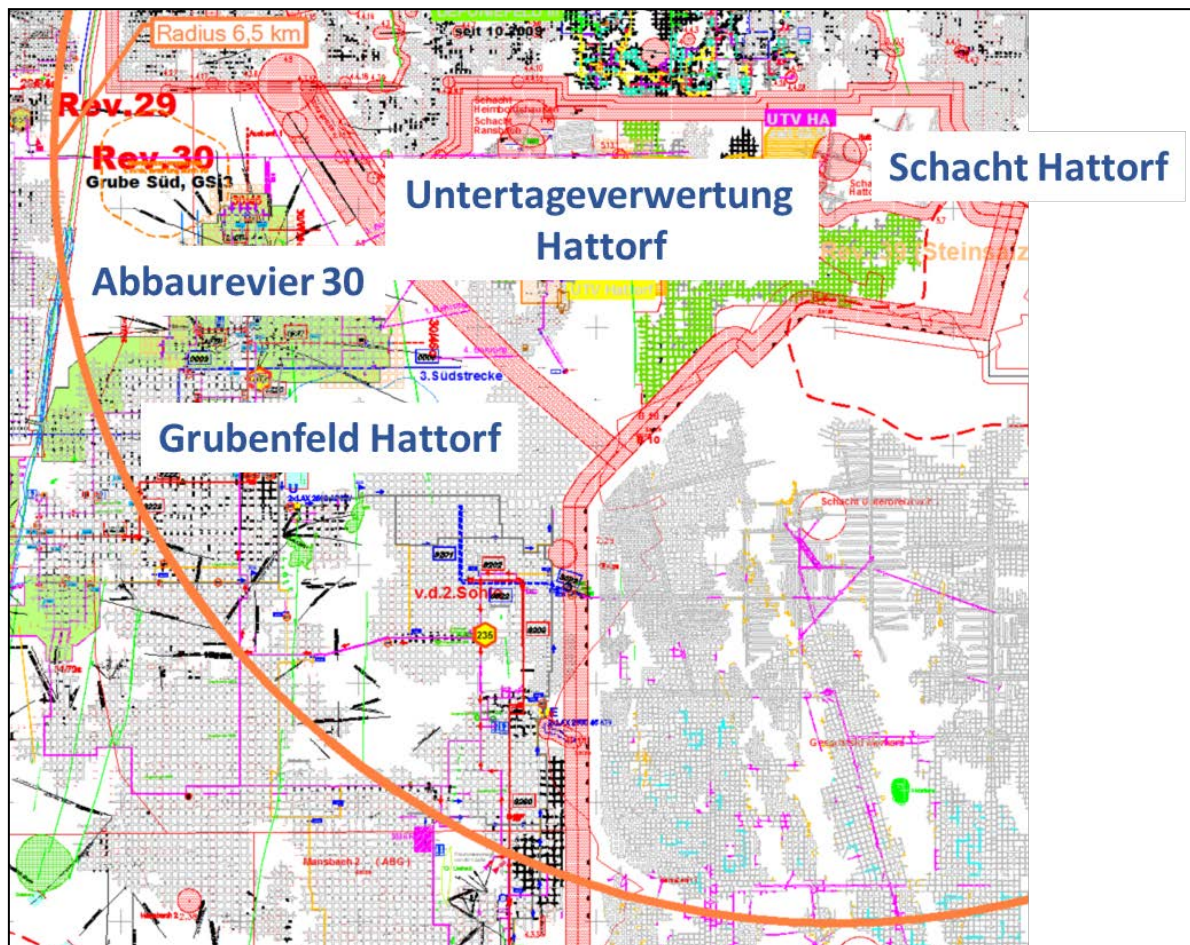


Abbildung 10-2: Schacht Hattorf mit Reichweite einer Spülversatzanlage 2. Sohle

In diesem Bereich des Grubenfeldes befindet sich ein Großteil der Grubeninfrastruktur. Das sind zum Beispiel

- Schächte für den Mannschafts- und Materialtransport mit den Hauptfahrstrecken in alle Feldesteile der Grube,
- Förderschächte mit Hauptbandtrassen und Bunkeranlagen,
- Hauptgrubenlüfter mit den zugehörigen Frisch- und Abwetterwegen und Hauptlüfterstationen sowie
- Stromtrassen von den Schächten zu den Arbeitsbereichen der Grube.

Hinsichtlich der Frisch- und Abwetterwege ist festzuhalten, dass diese in der Regel über mehrere Strecken und alte Grubenfelder geführt werden, um die Wetterwiderstände bei der großen Grubenausdehnung beherrschen zu können.

Ein großer Anteil des in Frage kommenden Bereiches ist im Rahmen der Untertageverwertung und Untertagedeponierung bereits belegt. Das betrifft den überwiegenden Teil der 2. Sohle. Hier befindet sich außerdem das Abbaurevier 30, welches für weitere ca. 10 Jahre zum Abbau vorgesehen ist. Abschließend ist festzustellen, dass auf der 2. Sohle im Wesentlichen keine Bereiche für einen möglichen Spülversatz zur Verfügung stehen.

Für die 1. Sohle existieren in den betreffenden Bereichen abgeworfene Hohlräume von ca. 44 Mio. m³. Es handelt sich um Hohlräume, die viele Jahrzehnte abgeworfen sind. Daher müssen vor Beginn von Arbeiten die Zugänglichkeit und die Sicherheit der Grubenbaue hergestellt werden.

Für die Ablage von Versatz aus Sanierungsarbeiten müssen aufgrund der gegebenen Umstände ca. 30 % des Hohlraums vorgesehen werden. In der flachen Lagerung beträgt der Anteil für offen zu haltende, länger lebige Grubenbaue für Befahrbarkeit, Wetterführung, Infrastrukturecken für Leitungstrassen sowie Lösungshaltung und -rücktransport mindestens 30 %. Damit sind nur ca. 40 %, das entspricht ca. 18 Mio. m³, des ausgewiesenen Hohlraums für einen möglichen Spülversatz nutzbar.

Unter der Annahme eines Füllgrades von 60 % ergibt sich ein potentiell nutzbares Volumen von ca. 10 Mio. m³. Wird von einer Spülversatzdichte von 1,7 bis 1,8 t/m³ ausgegangen, ergibt sich eine Masse von ca. 18 Mio. t. Ins Verhältnis gesetzt mit dem jährlichen Rückstandsaufkommen der Fabrik Hattorf von 7,6 Mio. t ergeben sich 2,4 Jahre. Mit einer Transportrate von ca. 200 t/h Feststoff könnten, bezogen auf das Vorhaben, theoretisch nur maximal ca. 20% des anfallenden festen Fabrikrückstandes nach untertage verbracht werden. Unter den Planungsprämissen 7.000 Betriebsstunden / Jahr, einer Verfügbarkeit von 80% und einer Nominalkapazität von 200 t/h können ca. 1,12 Mio. Tonnen / Jahr nach untertage verbracht werden. Dies entspricht ca. 15 % des Jahres- Fabrikrückstands von 7,6 Mio. t/a. Somit kann kein nennenswerter Anteil des Fabrikrückstandes als Spülversatz nach unter Tage verbracht werden.

Die Abbaue sind überwiegend von geringer bis mittlerer Mächtigkeit – im Mittel ca. 3 Meter hoch. Es handelt sich weitgehend um Langkammer- und Örterbaue. Das Flöz ist eben abgelagert. Es besteht ein geringes Generaleinfallen in west-südwestlicher Richtung. Die Hohlräume sind von Geometrie und Orientierung für die Anwendung eines Spülversatzes ungeeignet. Bei den beschriebenen Lagerungs- und Abbauverhältnissen wäre ein sehr hoher Aufwand für Abdämmung und Laugenhaltung erforderlich. Geeignet sind großvolumige Grubenbaue mit wenigen Zugangsstrecken.

11 Zusammenfassung

Das Verbringen von Fabrikrückstand nach unter Tage mit einer Jahresmenge von ca. 3,6 Mio. t wurde als alternativer Entsorgungsweg zur derzeitigen Aufhaldung untersucht.

Während der Betriebs- und Nachbetriebsphase gibt es aus rechtlicher Sicht keine Einschränkungen für die Untertagedeponie und die Untertageverwertung.

Die Frage der Abfangung von Fallleitungen bzw. die Gründung von Fundamenten am Schacht Hattorf konnte nicht zweifelsfrei geklärt werden. Ein geotechnisches Gutachten zeigt gering bis mäßig tragfähige Schichten, die zu einem verformungsarmen Abtrag hoher, konzentrierter Bauwerkslasten nicht geeignet sind. Eine Abfangung über den Schachtring und die Standsicherheit der Schachtröhre müsste ebenfalls gutachterlich nachgewiesen werden. Es ist fraglich, ob dieser Nachweis erbracht werden kann. Eine Pfahlgründung ist aus Platzgründen nach aktuellem Kenntnisstand bzw. unter den aktuellen Rahmenbedingungen im Schachtgebäude nicht durchzuführen.

Die untertägige Anbindung vom Schacht Hattorf wäre über eine bestehende Wetterstrecke möglich. Für eine notwendige Erweiterung der Wetterstrecke und des Schachtanschnittes zur Unterbringung des Stahlbaus und den Fördereinrichtungen muss zuerst ein gebirgsmechanisches Gutachten erstellt werden, worin die Standsicherheit der Schachtröhre nachgewiesen werden muss bzw. Ausgleichsmaßnahmen (z.B. Verfüllung schachtnaher Hohlräume) festgelegt werden. Falls der Nachweis nicht erbracht werden kann ist eine Nutzung des Schachtes Hattorf nicht möglich.

Für das Einbringen von Fabrikrückstand stehen ca. 92 Mio. m³ nutzbarer Grubenhohlraum zur Verfügung, worin ca. 138 Mio. t Rückstand eingebracht werden können. Vorrangig müssen Hohlräume versetzt werden, welche mit verfügbaren technischen Mitteln praktikabel verfüllt werden können und somit ein schnelles und effizientes Verfüllen erlauben. Dafür eignen sich ausschließlich Hohlräume mit Streckenhöhen über 3 Metern. Zur Bewältigung dieser Mengen könnte überwiegend ein 2-Sohlenbetrieb zum Einsatz kommen.

Vor dem Start des Versatzeinbringens ist eine Vorlaufphase von 5 Jahren erforderlich. Währenddessen ist eine weitere Aufhaldung der Gesamtrückstände notwendig.

Durch das Einbringen von 3,6 Mio. t/a Fabrikrückstand werden über 2,7 Mio. l/a Dieseldieselkraftstoff zusätzlich verbraucht. Der zusätzliche Elektroenergieverbrauch beläuft sich auch ca. 44 GWh/a. Die CO₂-Emissionen summieren sich auf ca. 32.600 t/a. Die erforderliche zusätzliche Wettermenge in Höhe von 7.900 m³/min kann nur über einen neuen Wetterschacht oder mit einem neuen leistungstärkeren Hauptgrubenlüfter bereitgestellt werden.

Eine erste wirtschaftliche Betrachtung ergibt Anlaufinvestitionen von ca. 137 Mio. € für Maschinen und Anlagentechnik. Die jährlichen durchschnittlichen Betriebskosten betragen für den 11-jährigen Betriebszeitraum im Mittel ca. 35 Mio. €. Mit Investitionen, Anlagenersatz, Betriebskosten sowie Unvorhergesehenem ergeben sich somit Gesamtaufwendungen in Höhe von ca. 1,12 Mrd. € für eine Laufzeit von 16 Jahren. Damit ergeben sich geschätzte Gesamtkosten von rd. 19 €/t Versatz.

Auch im Falle eines Versatzes wären weiterhin Aufhaldungskapazitäten im Betrachtungszeitraum (5 Jahre Vorlaufzeit, 11 Jahre Teilversatz) für ca. 82 Mio. t Rückstand erforderlich, verbunden mit einer entsprechenden Flächeninanspruchnahme. Damit sind die Gesamtkosten der Entsorgung aller Rückstände noch deutlich höher.

Die Prüfung der Anwendung des Spülversatzes zeigte, dass kein nennenswerter Anteil des Fabrikrückstandes als Spülversatz nach unter Tage verbracht werden kann. Die Hohlräume des Grubenfeldes Hattorf sind von Geometrie und Orientierung für die Anwendung eines Spülversatzes ungeeignet. Bei den beschriebenen Lagerungs- und Abbauverhältnissen wäre ein sehr hoher Aufwand für Abdämmung und Laugenhaltung erforderlich.

Aus ökonomischer Sicht beeinflusst die Umsetzung des vorliegenden Konzeptes die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Hattorf stark negativ bzw. stellt diese sogar in Frage.

Bei Betrachtung z.B. nur der jährlichen Betriebskosten wird eine Kostenerhöhung von über 40 €/je Tonne kalihaltigen Verkaufsproduktes generiert. Im Vergleich zu den seitens K+S veröffentlichten Stückkosten des Geschäftsbereiches entspricht dies einer Steigerung von über 20%.

Der ökologische Nutzen wird im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung bewertet. Im Rahmen des Haldenerweiterungsverfahrens ist die Verhältnismäßigkeit der Aufwendungen für das Einbringen von Versatz bei gleichzeitiger Aufhaldung eines Teilstroms sowie die auch in diesem Fall noch erforderliche Aufhaldung von ca. 53% der Rückstände gegenüber der beantragten Aufhaldung einschließlich der damit einhergehenden Maßnahmen zur zukünftigen Minimierung des Salzabwasseranfalls sowie entstehender Ewigkeitskosten abzuwägen.

Da das Verbringen des Fabrikrückstandes über den Schacht Hattorf äußerst kritisch und mit den bisherigen Mitteln nicht zu realisieren ist, wurde der übertägige fördertechnische Anschluss und der untertägige Förderweg inkl. Schachttransport für alternative Schächte in Teil II untersucht.

Literaturverzeichnis

- /1/ Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Martens Per Nicolai, Dipl.-Ing. Choné Jürgen; März 2009; Stellungnahme zum Beitrag zur Güteverbesserung in Werra und Weser durch untertägigen Versatz von festen und flüssigen Rückständen aus der Kaliproduktion (*Darstellung und Bewertung von technischen Lösungen*); Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, INSTITUT FÜR BERGBAUKUNDE I; Aachen
- /2/ Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl. -Wirt.Ing. Martens Per Nicolai, Dr. -Ing. Ludger Rattmann, René Randaxhe, Oktober 2013; Bewertung der Machbarkeit für das Einbringen von Versatz im Örtterbau in Hinblick auf die Streckenhöhe. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, INSTITUT FÜR BERGBAUKUNDE I; Aachen