

KSL
Kupferschiefer Lausitz GmbH

Burgstrasse 1
03130 Spremberg

Technische Vorplanung

als Bestandteil der Unterlage für das Raumordnungsverfahren zur

**Feststellung der Raumverträglichkeit und der
raumordnerischen Umweltverträglichkeit
für das bergbauliche Vorhaben
„Kupferbergwerk inklusive Aufbereitung in Spremberg“**

Stand: 13.03.2023

Inhaltsverzeichnis

1	Zweck des Vorhabens.....	10
2	Schacht- und Tagesanlagen.....	11
2.1	Doppelschachtanlage mit Förderturm	12
2.2	Versatzanlage	15
2.3	Nebenanlagen zum Bergwerk	15
2.4	Aufbereitungsanlage	16
2.5	Stromversorgung.....	17
2.6	Wärmeversorgung.....	19
2.7	Brauchwasser	21
2.8	Trink- und Abwasser.....	21
2.9	Löschwasser.....	22
3	Äußere Erschließung des Standortes	23
3.1	Straßenanschluss.....	23
3.2	Standorterschließung mit den Medien Trinkwasser, Abwasser, Gas.....	23
3.3	110 kV-Anschluss.....	24
3.4	Gleisanschluss.....	28
4	Transportlogistik.....	29
4.1	Bauphase	29
4.2	Betriebsphase.....	30
5	Arbeitskräfteeinsatz	33
5.1	Bauphase	33
5.2	Betriebsphase.....	34
6	Technologische Beschreibung für das Bergwerk und die Erzaufbereitung.....	37
6.1	Allgemeine Angaben.....	37
6.2	Bergbau und Abbauplanung.....	38
6.3	Aufbereitungstechnologie	45
6.3.1	Grundlagen zur Aufbereitung.....	46

6.3.2	Flotation	51
6.3.3	Planung der Aufbereitung	57
7	Varianten zur Ablagerung und Verwahrung der Aufbereitungsrückstände	58
7.1	Mögliche Ablagerungsräume und Standorte	58
7.2	Bisher untersuchte Varianten	61
7.3	Entwicklungsstand und Perspektiven der derzeitigen Varianten	64
7.4	Zusammenfassung zum Planungsstand Verwahrung der Aufbereitungsrückstände	66
8	Wassermanagement, Grubenwasserhaltung und Gewässereinleitung.....	68
8.1	Bisherige Wasserbilanz.....	68
8.2	Prognostizierte Wassermengen	69
8.3	Umgang mit dem Grubenwasser.....	70
8.4	Einleitung der Grubenwässer in die Vorflut (Fließgewässer).....	72
8.5	Alternativen zur Grubenwassereinleitung	77
8.5.1	Anteilige Einleitung in die Spree.....	77
8.5.2	Verpressen in den geologischen Untergrund.....	77
8.5.3	Zwischenstapelung und zeitverzögerte Abgabe in die Vorflut.....	77
8.5.4	Technische Entsalzung des Grubenwassers	78
8.5.5	Rückverfüllung in den bergmännisch geschaffenen Grubenraum.....	80

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage der Erzfelder mit den entsprechenden Bewilligungsgrenzen in Brandenburg und Sachsen [Quelle: KSL intern].....	10
Abb. 2: Temperaturverlauf während eines Gefriervorgangs (beispielhaft) [DHSS 2011]	13
Abb. 3: Prinzipskizze zum Schachtabteufen [Quelle: KSL intern]	14
Abb. 4: Trassenverlauf für die Variante Erdgasversorgung [Quelle: KSL intern].....	20
Abb. 5: Entwicklung der Trink- und Abwassermengen in den ersten 5 Jahren [Quelle: KSL intern]	22
Abb. 6: Mastbild Masttyp A 3.0/04 [Quelle: KSL intern]	26
Abb. 7: Fundamentarten [Quelle: KSL intern]	27
Abb. 8: Prinzipskizze Gleisanschluss [AMEC 2012].....	29
Abb. 9: Personalentwicklung in den ersten 5 Jahren [Quelle: KSL intern]	35
Abb. 10: Entwurf Schichtplan für 4 Schicht-Mannschaften [Quelle: KSL intern]	36
Abb. 11: Prinzipskizze eines Schachtsicherheitspfeilers mit Doppelschachanlage im Zentrum und umgebenden Erzfeldern.....	40
Abb. 12: Darstellung der geplanten Aus- und Vorrichtung beider Abbaufelder [AMEC 2012].....	42
Abb. 13: Beispiel für Room & Pillar (Kammer- und Pfeilerbau) aus Atlas Copco Drills AB, 2000.....	44
Abb. 14: Fließbild zum Aufbereitungsprozess [Quelle: KSL intern].....	48
Abb. 15: Verfahrensfließbild zur Erzaufbereitung – Vorklassierung und Optische Sortierung [Quelle: KSL intern]	49
Abb. 16: Verfahrensfließbild zur Erzaufbereitung – Grobflotation der Sandsteinerzfraktion [Quelle: KSL intern]	50
Abb. 17: Ansicht einer Flotationszelle [ahoepler.de, zuletzt aufgerufen: 13.01.2023]	52
Abb. 18: Zugabe der Reagenzien in den laufenden Flotationsprozess [Quelle: KSL intern]	54
Abb. 19: Stoffströme der Erzaufbereitung [Quelle: KSL intern]	55
Abb. 20: Prinzipskizze der möglichen Varianten zur Mineralstoffverwahrung [GUB TM 2013]	62
Abb. 21: Prinzipskizze zum Einspülen des Tailingsmaterials in den entstehenden Tagebausee Nochten. Das Material wird über ein Rohr bis zum Boden des Tagebausees befördert und dort niedrigerenergetisch abgelagert.....	65
Abb. 22: Übersicht möglicher Einleitstellen für Grubenwasser mit dem geplanten Betriebsstandort der KSL [IWB 2022]	73
Abb. 23: Behandlungsschema für das RO-Konzentrat des Grubenwassers der Steinkohlenzeche in Debiensko/Polen [IWB 2022]	80

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Aufbereitungsreagenzien [Quelle: KSL intern]	31
Tab. 2: Mengengerüst Mineralstoffmanagement mit planmäßigen Versatzanteil von 30% [GUB TM 2022].....	56
Tab. 3: Mengengerüst Mineralstoffmanagement bei minimalem Versatzanteil non 5% [GUB TM 2022]	56
Tab. 4: Charakterisierung der Untersuchungsvarianten aus [GUB TM 2022]	59
Tab. 5: Räumliche Einordnung der Standorte [GUB TM 2022]	60
Tab. 6: Transportoptionen in Abhängigkeit von der Mineralstoffbeschaffenheit [GUB TM 2013]	60
Tab. 7: Bisher untersuchte Varianten [GUB TM 2022]	63
Tab. 8: Zahlengerüst über die Salzbelastung der Grubenwässer nach 20 Jahren Betriebsdauer des Kupferbergwerks KSL [UIT 2011]	70
Tab. 9 Mögliche Einleitstellen für das Grubenwasser der KSL in regionale Fließgewässer aus [IWB 2022]	72
Tab. 10: Maßgeblich Eckzahlen der Fließgewässer zur Bewertung der Einleitung von Grubenwasser durch KSL aus [IWB 2022].....	74
Tab. 11: Vergleich der Einleitvarianten des salinaren Grubenwassers des geplanten Kupferbergwerkes KSL in Spremberg [IWB 2022].....	76
Tab. 12: Prognosezahlen für Volumenstrom und Beschaffenheit des Grubenwassers der KSL nach 20 Jahren + Vor- und Nachbetriebszeit.....	78

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Übersichtskarte (ÜK) Bergwerksstandort	M 1 : 25 000
Anlage 2:	Übersichtsplan (ÜP) Schacht- und Tagesanlagen	M 1 : 3 000
Anlage 3:	ÜP Schachtteuf- und Nebenanlagen übertage	M 1 : 400
Anlage 4:	Plan und Profil Groberzhalde	M 1 : 500
	a) Erzzuführung vom Schacht	
	b) Erzabführung zur Vorklassierung	
Anlage 5:	Aufbereitungshalle	
	a) Plan	M 1 : 250
	b) Profil 1	M 1 : 200
	c) Profil 2	M 1 : 200
Anlage 6:	ÜP Schacht- und Tagesanlagen inkl. Infrastruktur	M 1 : 3 000
Anlage 7:	ÜK Infrastruktureinrichtungen	M 1 : 25 000
Anlage 8:	Plan und Profil Straßenanschluss	M 1 : 1 000
Anlage 9:	ÜP Gleisanschluss	M 1 : 3 000
Anlage 10:	ÜP Schacht- und Nebenanlagen untertage	M 1 : 500
Anlage 11:	Schachtsumpf und Nebenanlagen	M 1 : 250
Anlage 12:	Sprengstofflager untertage	M 1 : 100
Anlage 13:	Tankstation	M 1 : 100
Anlage 14:	Frühstücks- und Fluchtraum	M 1 : 100
Anlage 15:	Werkstatt und Wartungsräume	M 1 : 100
Anlage 16:	Bergbauplan mit Tiefenangaben	
Anlage 17:	R&P-Verfahren ohne Versatz (mit einfachem Zugang)	
Anlage 18:	R&P-Verfahren mit Versatz (mit einfachem Zugang)	
Anlage 19:	Grundfließbild Aufbereitung und Tailingsvarianten	
Anlage 20:	Liste mechanischer Ausrüstung	
Anlage 21a:	ÜK Ablagerungsräume und Korridore	M 1 : 100 000
Anlage 21b:	ÜK Raumordnungsrelevante Ablagerungsvarianten	M 1 : 100 000
Anlage 22:	ÜP Tailingsverwahrung Süd	M 1 : 1 250

Quellenverzeichnis

- AMEC 2012 AMEC Americas Ltd.: KSL Report on Preliminary Mine Design. Toronto, 2012
- AMEC HG 2011 Shepley: Deep Hydrogeological Inflow Assessment. Report in KSL Report on Preliminary Mine Design, AMEC Americas Ltd., Toronto, 2011
- AMEC TM 2011 Ritchie: Preliminary Site Selection and Tailings Management Alternatives Study. Technical memorandum in KSL Report on Preliminary Mine Design, AMEC Americas Ltd., Toronto, 2011
- AMEC WB 2011 Schwartz: Site Surface Water Balance. Technical memorandum in KSL Report on Preliminary Mine Design, AMEC Americas Ltd., Toronto, 2011
- CUPRUM 2010 Przyborowski, Butra: Conceptual design of Spremberg-Graustein Mine Construction Part. CUPRUM PROJEKT Sp. z o.o., Polen, 2010
- DHSS 2011 Oellers: PreFS – Shaft Sinking and Lining Final Hoisting Equipment. DEILMANN-HANIEL SHAFT SINKING GmbH. Dortmund, 2011
- DWD 2011 Amtliches Gutachten: Klimadaten und hydrometeorologische Spezialdaten für den vorgegebenen Untersuchungsstandort im Raum Spremberg. Deutscher Wetterdienst, Berlin, 2011
- EVDL 2008 Dr.-Ing. von der Linden: Development of the Spremberg-Graustein-Schleife Kupferschiefer Mine. KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH, WISUTEC u. a., Spremberg, 2008
- GUB TM 2013 G.U.B. Ingenieur AG: Tailingsmanagement für das Kupferbergwerk Spremberg. Zwickau, 2013
- GUB VP 2013 G.U.B. Ingenieur AG: Verkehrsprognose für das Kupferbergwerk Spremberg. Zwickau, 2013
- GUB TM 2022 G.U.B. Ingenieur AG: Fortschreibung und Aktualisierung der Konzeption des Mineralstoffmanagements. Zwickau, 2022
- IMN 2010 IMN Institut für Nichteisen-Metallurgie: The studies into enrichment of the ore of Lusatia copper deposit. IMN Report No 6925/10, Gliwice, Polen, 2010
- IWB 2013 Dr. Uhlmann, Schurink: Bestimmung der Lösekinetik der Aufbereitungsrückstände des Kupferbergwerkes Spremberg. Arbeitsgemeinschaft IWB Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann und ERGO Umweltinstitut GmbH. Dresden, 2013
- IWB 2022 IWB Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann: Fachgutachten Kupferschieferbergwerk Spremberg: Umweltverträgliche Verbringung von Abraum und Erzaufbereitungsrückständen sowie bergbauliches und nachbergbauliches Wassermanagement. Dresden, 2022

LEAG 2021	Unterlagen zur Tagebauplanung für die Tagebaue Nochten und Welzow Süd. Hauptverwaltung LEAG Cottbus, 2021
MK 1973	Wasserzuflüsse in der Kupfererzlagerstätte Spremberg/Graustein. 1. Überarbeitung. Bearbeiter: G. Hlawatschke. VEB Mansfeld Kombinat W. Pieck, 1973. VD T/59/73/2/1-7 (MK Archiv-Nr. 0049)
MK 1974a	Hydrogeologische Untersuchungen Spremberg. Teilbericht Grubenwasserbeseitigung Kupfererzschachtanlage Spremberg. Bearbeiter: G. Hlawatschke. VEB Mansfeld Kombinat W. Pieck, März 1974. VD T/102/74/1-10 (MK Archiv-Nr. 0036)
MK 1974b	Hydrogeologische Untersuchungen Spremberg. Einschätzung der Wasserzuflüsse zur Kupfererzlagerstätte Spremberg. Bearbeiter: G. Hlawatschke. VEB Mansfeld Kombinat W. Pieck, Mai 1974. VD T/115/74/1-15 (MK Archiv-Nr. 0434)
MK 1974c	Abschlussbericht zum F/E-Thema „Hydrogeologische Untersuchungen für TÖS Spremberg“. Bearbeiter: G. Hlawatschke. VEB Mansfeld Kombinat W. Pieck, Eisleben, 31.10.1974. VD T180/74/71-89 (MK Archiv-Nr. 0213)
MK 1976	VEB Mansfeld Kombinat Wilhelm Pieck: Kupferschieferbergwerk Thomas Münzer. Übersichtsriß/ Traufenriß, M 1:10 000, 1976
MANSF 1999	Verein Mansfelder Berg- und Hüttenleute: Mansfeld – Die Geschichte des Berg- und Hüttenwesens. Mansfelder Berg- und Hüttenleute e. V., Lutherstadt Eisleben, und Deutsches Bergbau-Museum, Bochum, Band 1, 1999
PAN 2019	Panagopoulos,A.; K.-J. Haralambous and M. Loizidou: Desalination brine disposal methods and treatment technologies. – A review, Science of the total Environment, Athen, 2019
REUT 2010	Prof. Dr.-Ing. Reuther: Lehrbuch der Bergbaukunde. Erster Band. VGE Verlag GmbH Essen, 12. Auflage, 2010
RWTH 2012	Prof. Dr. Martens, Dr. Rattmann: Gutachten zur Bestimmung des optimalen Schachtstandortes zum untertägigen Abbau der Kupferlagerstätte Spremberg/Graustein. RWTH Aachen, Institut für Bergbaukunde I, Aachen, 2012
SGS PEA 2011	SGS Geostat Ltd.: Economic Section Preliminary Economic Assessment Study KSL Project. SGS Canada Inc., Member of SGS Group (SGS SA), Blainville, Québec Canada, 2011
SGS TRP 2011	SGS Geostat Ltd.: Technical Resource Report – May 2011-Rev July – Spremberg-Graustein-Schleife – KSL Project. SGS Canada Inc., Member of SGS Group (SGS SA), Blainville, Québec Canada, 2011
SROKA 2022	Prof. Anton Sroka: Endbericht Senkungsgutachten für den geplanten Kupferabbau im Bereich der Lagerstätte Spremberg – Graustein zur Bewertung der abbaubedingten Auswirkungen auf die Objekte der Tagesoberfläche. Dresden, 2022

UIT 2011	UIT Umwelt- und Ingenieurtechnik GmbH: Update of UIT conception of mine water treatment plant. Project-No.: 1180-179, Dresden, 2011
VEM 2013	Protokoll zur Besprechung am 10.07.2013 zwischen Vattenfall Europe Mining AG, G.U.B. Ingenieur AG und KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH, Cottbus, 2013
WIKI FC 2013	Wikipedia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flotation_cell.jpg
WIKI SP 2013	Wikipedia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bergwerk_Schoenberg_Freiburg_Breisgau_Riss_Sicherheitspfeiler.jpg
WÜN 1973	Wünsche: Wasserwirtschaftliche Grobstudie. VEB Projektierung Wasserwirtschaft, Außenstelle Cottbus, 1973
XEV 2020	Xevgenos D.; Tourkodimitri K. P.: Demonstration of an advanced technique for eliminating coal mine wastewater (brines) combined with resource recovery, Deliverable A.2 Preliminary Circular Economy Plan for the coal mine sector in poland, LIFE PROGRAMME der Europäischen Kommission, LIFE18 ENV/GR/000019, September 2020, https://brinemining.eu/wp-content/uploads/2021/05/A.2.pdf [zuletzt aufgerufen am 14.02.2022]
ZECH 2012	Zech: Untersuchung verschiedener Möglichkeiten für die Wärmeversorgung des zukünftigen Kupfererzbergwerkes Spremberg. Diplomarbeit, HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 2012

1 Zweck des Vorhabens

Die KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH, deutsches Tochterunternehmen der MINERA S.A., bereitet seit 2008 die Kupferlagerstätte Spremberg-Graustein zum Abbau vor.

Die Lagerstätte befindet sich im südlichen Brandenburg sowie im nördlichen Sachsen, unmittelbar nördlich bzw. östlich der Stadt Spremberg (s. Abb. 1). Diese Erzlagerstätte ist seit den 1960er Jahren bekannt und teilweise erkundet. So wurden z.B. mehr als 130 Bohrungen abgeteuft und dokumentiert, umfangreiche geophysikalische Messungen durchgeführt (2D- und 3D-Seismik, Magnetotellurik, Bohrlochmessungen u.a.m.) sowie zahlreiche Berichte und Studien abgeschlossen.

Aus den vorliegenden Berichten und daraus resultierenden Lagerstättenmodellen können z. Z. ca. 130 Mio. t sulfidisches Kupfererz in einer flözartigen Lagerstätte von ca. 25 km² Ausdehnung als sicher nachgewiesen werden. Daneben besteht noch ein erhebliches Potential für eine Lagerstättenerweiterung.

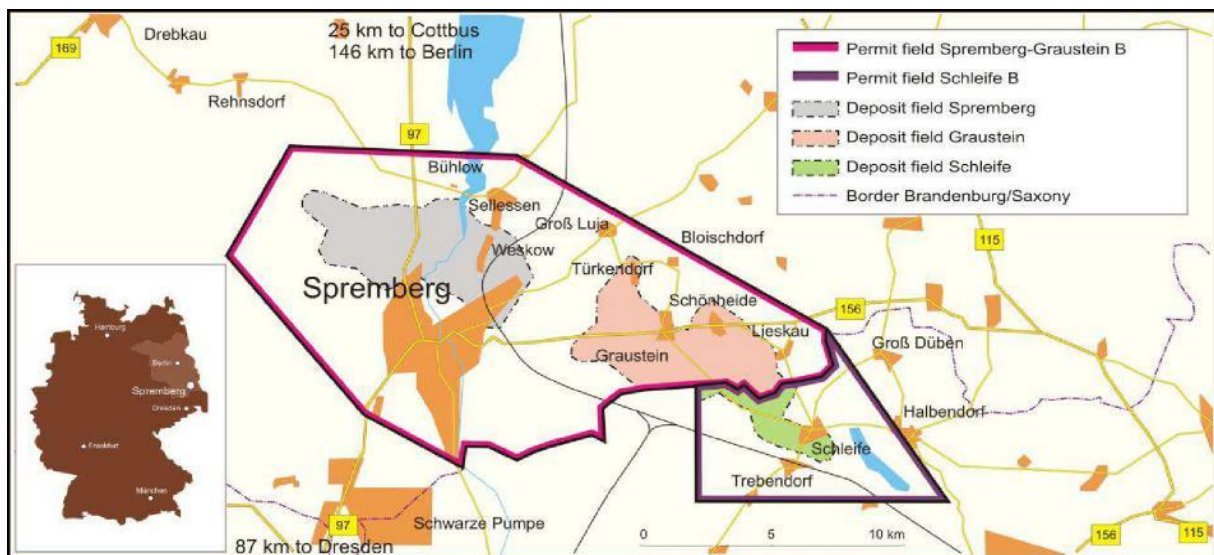


Abb. 1: Lage der Erzfelder mit den entsprechenden Bewilligungsgrenzen in Brandenburg und Sachsen [Quelle: KSL intern]

Die bisherigen konzeptionellen Planungen sehen die Entwicklung eines Bergbaubetriebes mit einer jährlichen Förderkapazität von mindestens 5 Mio. t Kupfererz vor. Das untertägig abgebaute Roherz soll durch Flotationsverfahren zu einem Kupferkonzentrat aufbereitet und angereichert werden. Anschließend wird dieses Konzentrat an interessierte Hüttenbetriebe zur Weiterverarbeitung verkauft.

Für die Errichtung der Schacht- und Tagesanlagen einschließlich der Erzaufbereitungsanlage steht innerhalb des untersuchten Bereiches ein ausreichend großes Grundstück östlich von Spremberg zur Verfügung (Anlage 1).

Grundlage der hier vorliegenden Technischen Vorplanung, als Bestandteil der Unterlagen zum Raumordnungsverfahren, bilden hauptsächlich der Technische Bericht der Fa. AMEC aus dem Jahr 2012 [AMEC 2012] sowie KSL-interne Unterlagen.

2 Schacht- und Tagesanlagen

Die Tagesanlagen des Bergwerkes einschließlich der Aufbereitung werden ca. 3 km östlich von Spremberg, südlich der Bundesstraße B 156, entstehen. Der geplante Flächenbedarf für die gesamten Tagesanlagen liegt derzeit bei 45 ha, auf denen sämtliche Gebäude und Anlagen errichtet werden sollen. Parkplätze und Zufahrtstraßen werden versiegelt. Die restlichen Flächen sollen versickerungsfähig gestaltet werden.

Verkehrstechnisch soll das Kupferbergwerk Spremberg an die Bundesstraße B 156 angebunden werden. Das eingezäunte Werksgelände ist über eine gesicherte Toreinfahrt zu erreichen. Ein lokales Betriebsstraßensystem verbindet alle betrieblichen Anlagen des Bergwerksstandortes miteinander. Neben dem Straßensystem wird im südlichen Teil des zukünftigen Betriebsgeländes ein Bahnanschluss an das öffentliche Bahnnetz der Deutschen Bahn AG hergestellt, ausgerüstet mit einer entsprechenden Be- und Entladetechnik. Der Abtransport des Kupferkonzentrates sowie die Lieferung von Betriebs- und Hilfsstoffen soll größtenteils über das Schienennetz erfolgen.

In den Anlagen 2 und 6 sind die Tagesanlagen nachzeitigem Kenntnis- und Planungsstand entsprechend dem Technischen Bericht der Fa. AMEC [AMEC 2012] dargestellt. Die endgültige Anordnung und Ausführung der einzelnen Gebäude erfolgt in der weiteren Entwurfs- und Genehmigungsplanung für die Antragsunterlage zum Planfeststellungsverfahren.

Im Ergebnis der Erkundung des Schachtstandortes werden möglicherweise noch geringe Anpassungen bzgl. des Standorts und der Lage der Schächte zueinander erforderlich sein.

Im Zuge der weiteren Anlagenplanung wird auch der Flächenbedarf optimiert. Die endgültige Anordnung der Gebäude ist abhängig der Steigungen der innerbetrieblichen Gurtbandförderanlagen, welche sich zudem die Gebäudehöhen auswirkt.

Die Tagesanlagen setzen sich nach heutigem Planungsstand wie folgt zusammen (vgl. dazu Anlage 2):

1	Doppelschachtanlage mit Förderturm und Erzbunker	ca. 2.000 m ²
2	Kauen/ Sozialgebäude	ca. 4.500 m ²
3	Gebäude für HVAC-(Heating, Ventilation, Air Condition)	ca. 2.100 m ²
4	Labor	ca. 600 m ²
5	Verwaltung	ca. 900 m ²
6	Magazin	ca. 750 m ²
7	Werkstatt	ca. 300 m ²
8	Groberz-Vorratshalde für 34.400 t	ca. 7.800 m ²
9	Feinerz-Vorratshalde für je 2 mal 2.400 t	ca. 500 m ²
10	Aufbereitungsanlage	ca. 25.000 m ²
11	Vorratshalde für Konzentrat für ca. 2.800 t	ca. 300 m ²
12	Konditionierungsanlage für Tailingsmaterial	ca. 2.000 m ²
13	Bahnverladungsstation	ca. 750 m ²
14	Grubenwassersammelbecken (Tiefe 2-8 m)	ca. 26.000 m ²

15 Grubenwasser-/Wasseraufbereitung	ca. 2.000 m ²
16 Regenwasserbecken (Tiefe 2-4 m)	ca. 7.600 m ²
17 Parkplatz für ca. 300 Autos	ca. 16.000 m ²

2.1 Doppelschachtanlage mit Förderturm

Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen sollten die Tagesanlagen, und hier vor allem die Schächte, möglichst außerhalb der Lagerstätte errichtet werden. Ein durch die Bergbehörde festzulegender, unter Tage konisch verlaufender Schachtsicherheitspfeiler soll die Schachtröhren und Tagesanlagen vor Abbaueinwirkungen schützen (s. Kap. 6.2 Unterpunkt Schachtsicherheitspfeiler). In Abhängigkeit von der Teufe der Schächte ist unter Tage zwischen Lagerstätte und Schächten ein Abstand von ca. 800 m einzuhalten (siehe Kap. 6.2).

Der Bereich des optimalen Schachtstandortes wurde in einem Gutachten der RWTH Aachen, Institut für Bergbaukunde BBK I [RWTH 2012], herausgearbeitet. Da es aus sicherheitstechnischen Gründen gesetzlich verboten ist (§ 15 Abs. 1 Nr. 1 Allgemeine Bundesbergverordnung), ein Bergwerk mit nur einem Schacht zu erschließen, werden nach Berechnung der benötigten Wettermenge für das Bergwerk Spremberg zwei entsprechend dimensionierte Schächte geplant. Die beiden Schächte werden nach derzeitigem Planungsstand als Doppelschachtanlage auf dem Betriebsgelände realisiert. Der Abstand zwischen den beiden Schächten ergibt sich nach gebirgsmechanischen Berechnungen als Ergebnis der Auswertung der Schachtvorkernbohrungen und wird etwa 100-150 m betragen.

Am Bergwerksstandort werden zwei Fördertürme mit ca. 75 m für den Hauptschacht I bzw. ca. 40 m für den Nebenschacht II [CUPRUM 2010] errichtet, die folgende Funktionen haben werden:

- Bewetterung (1 Frischwetterschacht, 1 Abwetterschacht),
- Erzförderung,
- Materialtransport,
- Personaltransport,
- Notbefahrung und Fluchtweg.

Beide Schächte werden unter Anwendung des sogenannten Gefrierverfahrens abgeteuft. Dazu wird der Boden mindestens bis in den mittleren Buntsandstein (ca. 450 m tief) mit einem Durchmesser bis zu 25 m um den geplanten Schachtmittelpunkt herum eingefroren (Abb. 2 und 3). Grundwasserabsenkungen sind nicht vorgesehen. Anlage 3 zeigt die Tagessituation am vorgesehenen Schachtstandort während der Teufarbeiten [DHSS 2011].

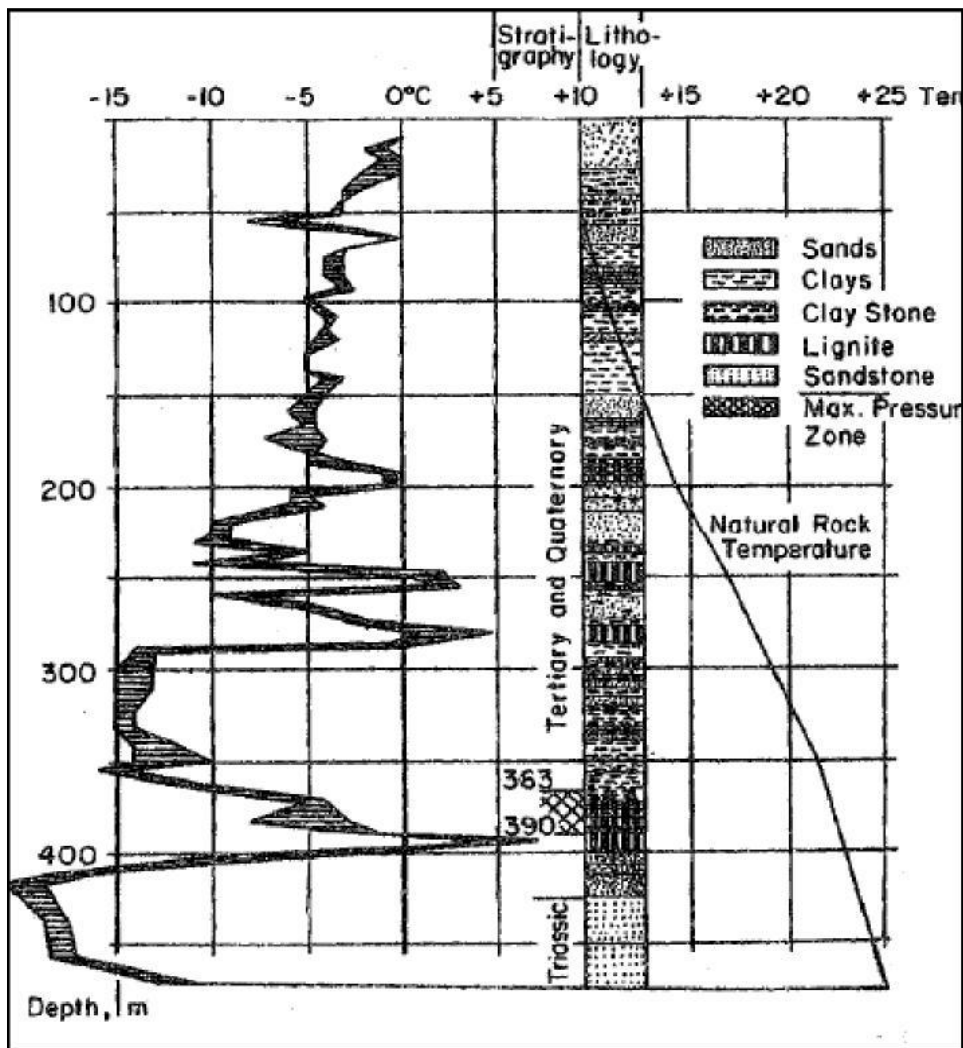


Abb. 2: Temperaturverlauf während eines Gefriervorgangs (beispielhaft) [DHSS 2011]

Für den Gefriervorgang werden die Gefrierbohrungen doppelwandig verrohrt. Im Innenrohr wird eine an der Tagesoberfläche im Kühlaggregat gekühlte Sole in die Bohrungen geleitet und in den Mantelrohren wieder nach oben geführt. Dabei nimmt das Kältemedium die Wärme der umgebenden Gesteinsschichten auf, die damit mindestens bis unter die Gefriertemperatur des Grundwassers gekühlt werden. Die genaue Gefriertiefe hängt von den geologisch-hydrogeologischen sowie den tektonischen Verhältnissen am geplanten Schachtstandort ab. Die dazu notwendigen Informationen liefern die Schachtvorkernbohrungen. Die Herstellung der erforderlichen Gefrierstabilisierung beginnt mindestens 1 Jahr vor dem eigentlichen Schacht abteufen und wird über die gesamte Bauzeit des Schachtes aufrechterhalten.

Der Ausbruchdurchmesser der Schächte beträgt ca. 10 m. Nach dem Schachtausbau ergibt sich für die Schachtröhren ein lichter Durchmesser von 7,5 m (Hauptschacht I) bzw. 6,5 m (Nebenschacht II). In Abb. 3 ist in einer Prinzipskizze schematisch der Prozess des Schachtabteufens dargestellt.

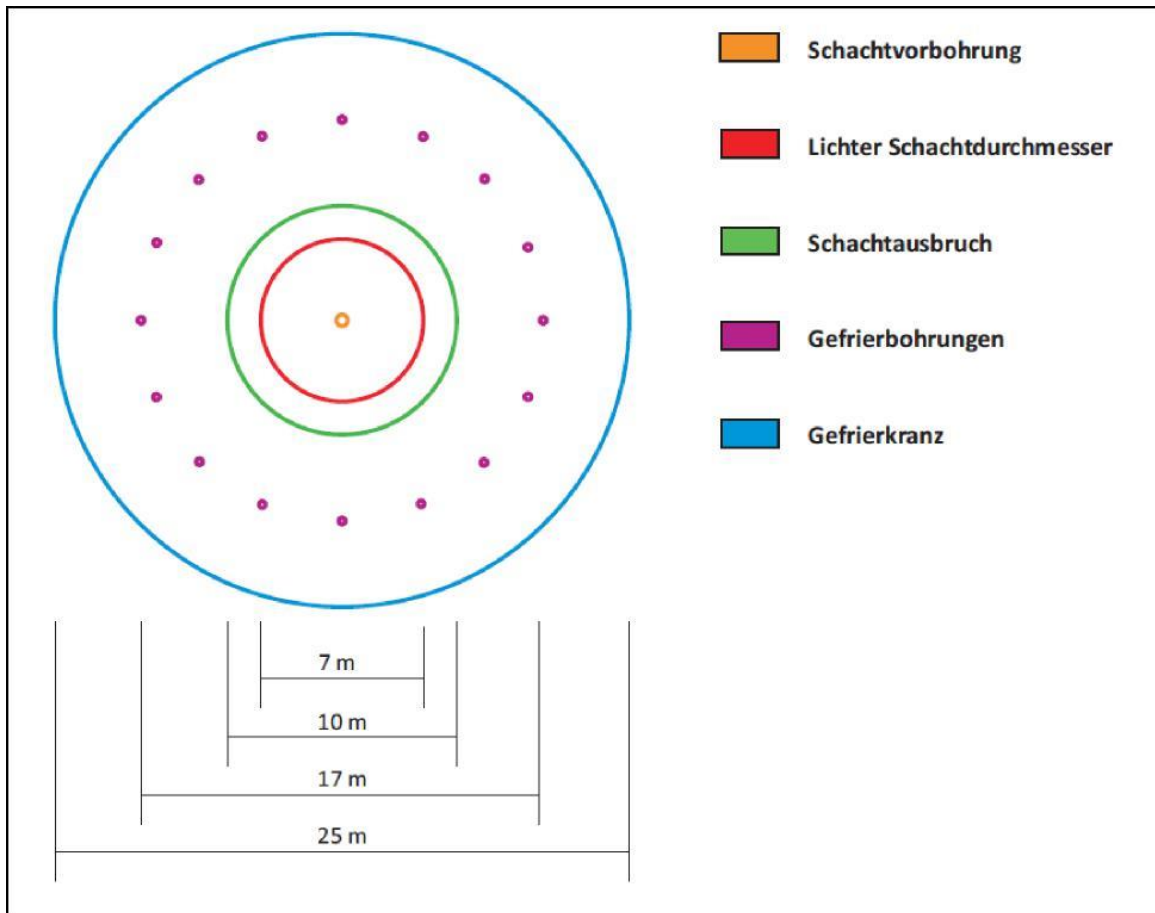


Abb. 3: Prinzipskizze zum Schachtabteufen [Quelle: KSL intern]

Der Hauptschacht I wird ca. 890 m tief und vereint die Funktionen Förderung mit Skip-Gefäßen, Material- sowie Personaltransport. Der Nebenschacht II wird ca. 830 m tief. Er dient der Notfahrgang und Bewetterungszwecken. Über Bandstrecken werden beide Lagerstättenbereiche (Spremburg bzw. Graustein) erschlossen und ausgerichtet.

Während der Abteufarbeiten für die Doppelschächte und der Aus- und Vorrichtung der Lagerstätte fallen ca. 1 Mio. m³ taubes Gesteinsmaterial, sogenannte Berge (Nebengestein) an. Es handelt sich vor allem um Sande, Kiese, Sandstein, Schluff- und Tonsteine, Anhydrite, Steinsalz und Kalksteine. Dieses Material soll nach entsprechenden Qualitätssicherungsplänen der Verwertung bzw. Beseitigung zugeführt werden. Als mögliche Verwertung für ca. 95.000 m³ Material aus der Schachtteufe kommen z. B. Maßnahmen zur Geländeregulierung, für den Wegebau oder den Bau von Sicht- und Lärmschutzwällen im Baufeld der Tagesanlagen in Betracht. Denkbar ist auch die Materialvorhaltung für die Herstellung der Anlagen (Flächen, Böschungen, Dämme) oder zur Tailingsverwahrung und deren sukzessiven Abdeckung.

Von der Gewinnung bis zum Abtransport zur Verwertung bzw. Beseitigung müssen diese Massen auf dem Gelände der Tagesanlagen zwischengelagert werden. Dafür werden während der Bauphase entsprechend hergerichtete Flächen zur Verfügung gestellt, die nach Abschluss der Schachtabteufarbeiten bebaut werden können.

Dauerhaft zu verwahrende Aushubmassen des Schachtbaus sowie taube Ausrichtungsberge sollen vorzugsweise auf den Flächen, die zur Tailingsverwahrung vorgesehen sind, eingelagert werden. Deshalb müssen diese Flächen bis zum Beginn der Bergwerksausrichtungsphase entsprechend vorbereitet sein.

Im unmittelbaren Bereich des Schachtgebäudes sind neben Förderturm und der Fördermaschine noch die Hängebank und die Ackersohle (hierbei handelt es sich um verschiedene Arbeitsebenen mit unterschiedlichem Niveau) auszubauen. Weiterhin befindet sich ein Erzbunker in Schachtnähe, welcher die mithilfe der Skipanlage geförderten Erze aufnimmt (siehe Kap. 6.2). Danach wird das Erzmaterial zur Weiterverarbeitung an die entsprechenden Anlagen verteilt.

2.2 Versatzanlage

Die Errichtung einer Versatzanlage ist ca. 100 m östlich der Schächte geplant, in welcher nach einer genau abgestimmten Rezeptur ein Versatzstoff produziert wird, der Untertage in ausgewählte bergmännische Hohlräume verfüllt werden soll (siehe auch Kap. 6.2 - Versatz & Auswirkung auf die Oberfläche).

2.3 Nebenanlagen zum Bergwerk

Bevor das Erz in die Aufbereitungsanlage gelangt, wird es aus den schachtnahen Erzbunkern abgezogen und über eine Bandanlage auf eine Groberz-Vorratshalde (max. Korngrößen von 250 mm) abtransportiert. Auf einer Fläche von ca. 7.800 m² können mindestens 34.000 t Erzmaterial zwischengelagert werden, was einer Produktion von 2-3 Tagen in der Aufbereitung entspricht (Anlage 4). Die maximal mögliche Bevorratung mit Erz beträgt an diesem Standort 150.600 t.

Weitere für den Bergwerksbetrieb notwendige Nebenanlagen sind die Anlagen für Heizung, Bewetterung und Kühlung. Die Anlagen dafür befinden sich zu einem großen Teil in einem Gebäude in unmittelbarer Nähe zum Schacht. Auf einer Fläche von ca. 2.100 m² werden neben Kühl- und Heizungsaggregaten auch die sogenannten Hauptgrubenlüfter installiert, welche die benötigten Wettermengen für das untertägige Bergwerk produzieren. Für diesen Teil liegt noch keine Gebäudeplanung vor, dies soll zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Für die Belegschaft wird unmittelbar neben dem Schacht auf einer Fläche von ca. 4.500 m² ein komplexes Kauen- und Sozialgebäude errichtet. Dazu gehören neben der Kaue (Schwarz / Weiß) und der sich anschließenden Lampenstube mit Übergang zum Schacht noch die Küchen-, Speise- und Sozialräume sowie der Bereich für Erste Hilfe.

Hierfür ist die Errichtung einer eingeschossigen, vorgefertigten Stahlbaukonstruktion mit isoliertem Dachausbau vorgesehen. Die Gründung erfolgt auf Einzel- und Streifenfundamenten. Die vorläufigen Außenmaße des Gebäudes betragen 30 m in der Breite, 100 m in der Länge und 9 m in der Höhe. Mehrere Einzelgebäude für Magazin, Werkstatt, Garagen und Labor (ca. 1.700 m²) sowie ein Verwaltungsgebäude (ca. 900 m²) werden an der Eingangsperipherie des Bergwerksstandortes errichtet (Anlage 2 und 6).

- **Magazin:**
Eingeschossige, vorgefertigte Stahlbaukonstruktion für Außen- und Innenwände (23 m breit, 32 m lang, 14 m hoch), Dachisolation, gegründet auf Einzel- und Streifenfundamenten, 2 Rolll Tore (5 m x 5 m) jeweils an den Stirnseiten des Gebäudes, Bereiche für Regale und Gestelle, Büro- und Waschräume.
- **Laborgebäude:**
Eingeschossige, vorgefertigte Stahlbaukonstruktion (20 m breit, 30 m lang, 5 m hoch), gegründet auf Einzel- und Streifenfundamenten, Mauerwerkskonstruktion, das Dach wird isoliert und besteht aus einer vorgefertigten Metaldachkonstruktion.
- **Werkstatt und Garagen:**
Eingeschossige, vorgefertigte Stahlbaukonstruktion (12 m breit, 24 m lang, 8 m hoch), Dachisolation, gegründet auf Einzel- und Streifenfundamenten, insgesamt 3 Rolll Tore (4,5 m x 4,5 m), dazu gehören Lager-, Büro- und Waschräume.
- **Verwaltungsgebäude:**
Zweigeschossige, vorgefertigte Stahlbaukonstruktion für Außen- und Innenwände (20 m breit, 45 m lang, 8 m hoch), Dachisolation, gegründet auf Einzel- und Streifenfundamenten, mit Büroräumen für das Management, die Grubenleitung, die Buchhaltung, für Ingenieure und wissenschaftlich Angestellte, Steiger, Sicherheitsingenieure sowie Ausbilder und Techniker; Tagungs- und Ausbildungsräume, Rezeption, Computer-/Drucker- und Servicerräume, Cafeteria, Frühstücksräume, Toiletten und Waschräume, kleine Werkstätten und diverse Lagerräume.
- **Sprengstoffmagazin:**
Diese Einrichtung liegt außerhalb des eigentlichen Betriebsstandortes und ist besonders gesichert (Sicherheitszaun mit Außenbeleuchtung), extern erreichbar über eine 6 m breite Straße, ein Wachgebäude mit Büro, Wasch- und Frühstücksraum.

Zum Bergwerksbetrieb gehört weiterhin ein Grubenwassersammelbecken mit einer Fläche von ca. 26.000 m² und einer Tiefe von 2 – 8 m. Hier sollen die Untertage anfallenden und nach Übertage gepumpten Grubenwässer gesammelt und anschließend einem Vorfluter bzw. zuvor erforderlichenfalls einer Aufbereitung zugeführt werden. Für eine Wasseraufbereitungsanlage wird im nördlichen Betriebsgelände eine Fläche von ca. 2.000 m² für den Fall bereitgehalten, dass die Einleitungsbedingungen nicht mehr eingehalten werden können und das Grubenwasser zu entsalzen ist.

Eine Anlage zur Konditionierung von Tailingsmaterial, welche insbesondere der Herstellung von Versatzstoffen für untertägige Grubenräume dient, benötigt ebenfalls ca. 2.000 m².

2.4 Aufbereitungsanlage

Von der Groberz-Vorratshalde (max. Stück- bzw. Korngröße 250 mm) wird das Erzmaterial über einen ca. 95 m langen Tunnel mit Bandanlage der Vorklassierung (Anlage 4) und weiter der Vorbrecheranlage zugeführt. Hier wird das Erzmaterial so weit gebrochen, dass es der anschließenden Aufbereitungsstufe der optischen Sortierung zugeführt werden kann. Die optimale Korngröße für diese Technologie beträgt zwischen 15 mm und 100 mm. Die Erzmaterialien <15 mm (Feinkorn) gehen direkt in einen von insgesamt zwei Feinerz-Vorratsbehältern mit einem Speichervolumen von je 2.400 t und werden von dort dem Aufbereitungsprozess zugeführt.

Nach der optischen Sortierung werden die Erzmaterialien jeweils einer separaten Nachsiebung und -zerkleinerung zugeführt und danach in den schon beschriebenen zwei separaten Feinerz-Vorratsbunkern zwischengelagert. Damit wird die kontinuierliche Belieferung der Aufbereitungsanlage gewährleistet, in der die nachfolgenden Verfahrensschritte bis zur Herstellung des Konzentrats ablaufen (Anlage 5).

In der Aufbereitungshalle (Anlagen 5a bis 5c) wird das gesamte Maschinenequipment, welches für die Aufbereitung benötigt wird, untergebracht. Dazu gehören Brecher, Mühlen-, Klassier- und Siebanlagen, zahlreiche Flotationszellen und Hilfsequipment. Weiterhin sind Eindicker-Anlagen und Filterpressen für das Kupferkonzentrat bzw. für die Aufbereitungsrückstände (Tailings) vorgesehen. Außerdem enthält das Gebäude Büro- und Kontrollräume, Frühstücks- und Waschräume, Werkstätten und Lagerräume. Für die Aufbereitungsanlage insgesamt besteht ein Flächenbedarf von ca. 25.000 m². Bei dem Gebäude handelt es sich um eine mehrgeschossige Stahlbaukonstruktion (ca. 120 bis 140 m lang, ca. 50 bis 60 m breit, ca. 25 bis 30 m hoch) mit verschiedenen Arbeitsebenen, Stahlbauplattformen, Arbeitsgruben und Bunkern, gegründet auf Reihen-, Streifen- und Einzelfundamenten. Die verschiedenen Arbeitsplattformen sind untereinander verbunden, mehrere Brückenkräne werden in die Stahlbaukonstruktion der Halle integriert.

Das täglich produzierte Konzentrat kann auf einer Fläche von ca. 300 m² zwischengelagert werden. Die Kapazität für diese Konzentrat-Vorrats Halle beträgt ca. 2.800 t. Über die im Süden des Betriebsgeländes geplante Bahnverladestation wird das Konzentrat verladen und zu einer Kupferhütte abtransportiert (Anlage 2).

2.5 Stromversorgung

Die Stromversorgung des gesamten Bergwerksbetriebes erfolgt über einen 110 kV-Freileitungsanschluss mit zwei Drehstromkreisen vom Umspannwerk Graustein (siehe Kap. 3.3).

In einem neu zu errichtenden, innerbetrieblichen Umspannwerk (UW) wird der ankommende Strom durch zwei Transformatoren auf 20 kV-Betriebsspannung transformiert, wobei jeder Transformator im Fall eines Ausfalles des anderen Transformators die insgesamt erforderliche Leistung erbringen kann. Das Umspannwerk (Anlage 2) befindet sich nah an der Aufbereitungsanlage, die die größten Leistungsabnehmer umfasst, um Kabelkosten und Durchleitungsverluste zu minimieren. Es beinhaltet neben den Transformatoren auch die Hauptschaltanlagen für die Stromverteilung. Die Leitungen vom UW führen in Kabeltrassen auf Rohrbrücken, erdverlegt in Kabelkanälen oder als Freileitungen zu den einzelnen Anlagen/ Gebäude. Innerbetrieblich erfolgt die Verteilung als Dreiphasen-Wechselstrom, 50 Hz, 20 kV. Direkt an den Anlagen wird dann der Strom weiter auf die jeweils erforderliche Spannungsebene heruntertransformiert. Als Kabel kommen ummantelte Kupferleitungen zur Anwendung.

Die innerbetrieblichen 20 kV-Freileitungen sollen den Strom zu weiter entfernt liegenden Verbrauchern liefern, z. B. zur Konzentrat Verladung, zum Verwaltungsgebäude, zum Prüflabor, zur Werkstatt und zum Magazin. Diese Leitungen verlaufen in der Peripherie zur Erzaufbereitung und zu den Bergwerksanlagen, um räumliche Anordnungsprobleme zu vermeiden. So sind z. B. vertikale Abstände bei Straßenquerungen für die Nutzung durch große Bergbaufahrzeuge und Kräne einzuhalten. In

Leitungskorridoren führen Stromleitungen immer auf der den Rohrleitungen gegenüber liegenden Seite entlang, bei Straßen auf der entgegengesetzten Straßenseite.

Um Installationskosten zu minimieren, befinden sich die Räumlichkeiten für die Elektrotechnik ebenfalls nah an den Hauptabnehmern auf dem gesamten Betriebsgelände. Die Räume halten 60 Minuten einer Brandbeanspruchung stand, alle Öffnungen sind mit hochfeuerhemmenden Materialien wasser- und staubdicht verschlossen. Diese Räume bei den Hauptabnehmern besitzen immer zwei Ausgänge, versehen mit Sicherheitsbeleuchtung. Rohrleitungen für Flüssigkeiten oder Gase führen nicht durch die klimatisierten, nach den geltenden Vorschriften hergerichteten Räume.

In Gebäuden, die nicht den Bergwerks- und Aufbereitungsanlagen zuzuordnen sind, bilden eventuell erforderliche Räume für die Unterbringung von Elektrotechnik integrale Bestandteile des Gebäudes mit den entsprechenden brand- und explosionsschutztechnischen Vorkehrungen.

Kritische Kontroll- und Regelsysteme benötigen eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (UPS), welche das sichere Abschalten bei Netzausfall ermöglicht und die Wiederherstellung des normalen Netzbetriebs erleichtert. UPS-Einheiten sind eigenständig und nicht Teil des elektrischen Verteilersystems. Sie befinden sich demzufolge direkt bei den Verbrauchern in Form von Batterien oder Akkumulatoren und sind mit einem Alarmsystem ausgestattet, welches Funktionsstörungen des Systems signalisieren soll.

Zur Notstromversorgung elektrisch betriebener Bergwerks- und Aufbereitungsausrüstung sind vom übergeordneten Stromnetz unabhängige Stromerzeuger am Standort vorgesehen. Es handelt sich dabei um drei Dieselgeneratoren mit jeweils 2 MW, welche den maximalen Notstrombedarf liefern können. Diese Generatoren bilden voneinander unabhängige Einheiten mit Dieseltanks, Kontroll- und Kühlsystemen, untergebracht in separaten Gehäusen im innerbetrieblichen UW, und liefern eine Spannung von 6,6 kV. Sie sind mit den Hauptschaltanlagen über Aufwärtstransformatoren verbunden.

Folgende Ausrüstungen müssen bei Netzausfall mit Notstrom versorgt werden:

- Grubenbewetterung,
- Grubenentwässerung,
- Förderkäfige in jedem Schacht,
- Kritische Belastungen/Anlagenkomponenten in der Aufbereitung.

Ein Prozesskontrollsystem sichert die Notstromleistung an den verschiedenen Verbrauchern ab, regelt beispielsweise Ein- und Ausschaltvorgänge von Anlagenkomponenten wie Schmierpumpen an den großen Mühlen, Tankbefüllungen usw.

Für die Bauphase ist eine Stromversorgung unterhalb der 110-kV-Ebene zu errichten, die später für das Bergwerk als zusätzliche Notstromversorgung dienen kann. Dafür erfolgt der Anschluss an das bestehende Netz der Stadtwerke Spremberg im Industriegebiet Ost. Sofern erforderlich können zusätzliche Dieselgeneratoren gemietet werden.

2.6 Wärmeversorgung

Zur Wärmeversorgung des Betriebsstandortes wurden im Rahmen einer Diplomarbeit [ZECH 2012] erste Betrachtungen ausgearbeitet und vier Versorgungsvarianten in die Untersuchungen einbezogen:

1. Versorgung über das städtische Fernwärmenetz der Stadt Spremberg
2. Wärmeerzeugung durch Erdgas
3. Nutzung der in den ausziehenden Wettern enthaltenen Wärmemenge mittels Wärmetauscher

Die Variante 2 „Wärmeerzeugung durch Erdgas“ wird aufgrund der aktuellen geopolitischen Situation weiter geprüft.

Anlagentechnisch beinhaltet das Nahwärmenetz ein isoliertes Rohrleitungssystem zur Anbindung der einzelnen Gebäude am Projektstandort. Des Weiteren werden Umwälzpumpen und Ausdehnungsgefäße zur Druckhaltung bzw. Druckkompensation, Komponenten zur zentralen Warmwasserbereitstellung und Wasseraufbereitung sowie verschiedene Armaturen zum Absperren, Entleeren und Entlüften des Systems benötigt. Hinzu kommen diverse sicherheitstechnische Einrichtungen wie z. B. Leck Warnsysteme, Einrichtungen gegen das Überschreiten zulässiger Vorlauftemperaturen und Betriebsdrücke, die durch Sicherheitsventile, Minimal- und Maximaldruckbegrenzer sowie Temperaturwächter technisch umgesetzt werden.

Aus den Ergebnissen der Nutzwertanalyse sowie der Investitionsbewertung wurde in AMEC 2012 als Vorzugsvariante klar die Nutzung einer mit Erdgas betriebenen Wärmeversorgungsanlage favorisiert. Diese Variante allein kommt aber nicht der Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich des zu verwendenden Anteils erneuerbarer Energien (GAG - Gebäudeenergiegesetz) nach und muss aufgrund der aktuellen Situation überarbeitet werden. 2012 wurde eine Kombinationslösung aus der Abwetternutzung am Abwetterkanal (warme Grubenwetter) und einer mit Erdgas gefeuerten Heizanlage empfohlen. Da die Nutzung der warmen Luft am Füllort des Schachtes hohe Aufwendungen an elektrischer Hilfsenergie mit sich bringt, ist die Nutzung der Wärmepumpe am Abwetterkanal optimaler einzuschätzen.

Nach derzeitigem Stand der Technik sind weitere regenerative Energieanwendungen zu prüfen, so z.B. eine zusätzliche Nutzung solarer Strahlungsenergie oder Geothermie. Die optische Auffälligkeit der Nutzung von solarthermischen Anlagen z. B. auf den Gebäudedächern zeigt eine nachhaltige und umweltschonende Betriebsführung auch für Nichtbetriebsangehörige, was der Reputation der Gesamtanlage zugutekommen würde. Hier ist ebenfalls die weitere Prüfung zur Nutzung der ausziehenden Wetter zu nennen, da diese eine sehr innovative und umweltschonende Möglichkeit zur Wärmeversorgung darstellt. Im Fall eines erhöhten Wärmebedarfes kann auch der Einsatz einer KWK-Anlage (KWK=Kraft-Wärme-Kopplung), die gleichzeitig als Notstromaggregat dient, geprüft werden.

Das Erdgasnetz der Städtischen Werke Spremberg erstreckt sich auf das gesamte Stadtgebiet von Spremberg, einschließlich sämtlicher dazugehöriger Ortsteile. Die Versorgung wird durch die ONTRANS VNG Gastransport GmbH über ein vorgelagertes Gasnetz sichergestellt und im Ortsteil Bloischdorf über eine Gasdruck- und Messanlage (GDRMA), als Übernahmestation realisiert. Nach erfolgtem Transport

über eine Hochdruckgasleitung ins Stadtgebiet wird über die GDRMA am Spremberger Hauptbahnhof der Netzdruck auf 4 bar heruntergeregelt und steht dem vorhandenen Gasringnetz zur Verfügung. An dieses sind insgesamt 10 GDRMA angeschlossen, die die Versorgung beim Endverbraucher sicherstellen. Die derzeitige Netzstruktur lässt eine Leistungsbereitstellung am Industriegebiet Ost von 5,5 MW und am Gewerbegebiet Süd-West sowie Sellessen mit je 1,0 und 4,5 MW zu. Damit kann eine 4 MW Versorgung über eine neu zu errichtende Hochdruck-Erdgastrasse mit Anschluss an das Industriegebiet Ost erfolgen. Der Transport erfolgt dann über eine 4 bar-Erdgastrasse mit einer Länge von ca. 1.500 m und einer Hochdruck-PE-Rohrleitung mit einem Rohraußendurchmesser von 160 mm (Abb. 4).

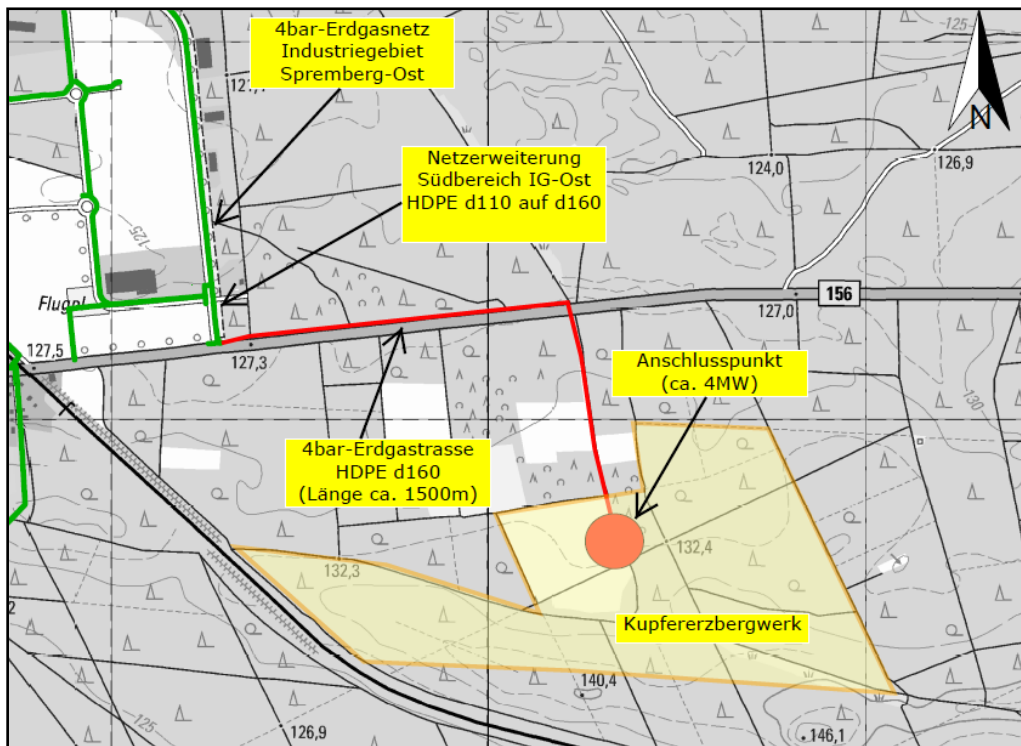


Abb. 4: Trassenverlauf für die Variante Erdgasversorgung [Quelle: KSL intern]

Bautechnisch relevant ist lediglich die Unterführung der Bundesstraße 156. Es bestehen keine zusätzlichen Problembereiche zur Trassenführung wie etwa bei einer Fernwärmetrasse (Querung der Spreeaue). Das Erdgas wird über 2 Gas-Brennwertkessel in Nutzenergie in Form von Heizwasser umgewandelt. Die Brennwertkessel bestehen aus einem Großwasserraumkessel sowie einem Gasbrenner. Die beiden Kessel werden mit 65% des benötigten Gesamtwärmebedarfs ausgelegt, um einen dauerhaften Vollastbetrieb zu vermeiden und im Falle einer Störung oder Komplettausfalls eines Kessels weiterhin die Wärmeerzeugung zu gewährleisten.

Zusätzlich ist durch die Verbrennung des gasförmigen Brennstoffes ein System zur Abgasabführung notwendig. Aufgrund der fast vollständigen Verbrennung und Ausnutzung des Heizwertes des Erdgases ist keine zusätzliche Anlagentechnik für Reinigung und Beseitigung von festen Feuerungsresten erforderlich. Der CO₂-Ausstoß hat ein sehr geringes Niveau. Trotz der geringen CO₂-Emissionen im Vergleich zu festen Brennstoffen erfüllt diese Form der Wärmeversorgung nicht die Bedingungen des EE-WärmeG, welches einen Einsatz erneuerbarer Energien erfordert. Somit kommt nur die anteilige Nutzung von solarer Strahlungsenergie, Geothermie oder Umweltwärme in Frage. Des Weiteren unterliegt

die erdgasbetriebene Heizanlage den Vorgaben der Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) sowie der Brandenburgischen Feuerungsverordnung (BbgFeuV).

2.7 Brauchwasser

Die Brauch- und Prozesswasserversorgung für den Betriebsstandort „Kupferbergwerk Spremberg“ soll über eine 2011/2012 neu verlegte Brauchwasserleitung abgesichert werden. Diese Brauchwasserleitung verläuft über das zukünftig geplante Betriebsgelände der KSL, ist insgesamt ca. 12 km lang und beliefert seit 2016 u. a. den Industriestandort Schwarze Pumpe mit qualitativ gutem Brauchwasser. Diese Brauchwasserfassungen in Groß Luja befinden sich ca. 4 km nördlich des geplanten Betriebsstandortes der KSL. Das hier gewonnene Wasser eignet sich grundsätzlich auch als Frischwasser für den Betrieb der Erzaufbereitungsanlage. Um Wasserverluste zu minimieren, werden die Brauch- und Prozesswässer möglichst im Kreislauf geführt.

Nach derzeitigem Kenntnisstand muss die KSL kein Prozesswasser durch Rohrleitungen oder eigene Versorgungsbrunnen dauerhaft beziehen. Auf Grundlage der vorliegenden Wasserbilanz [AMEC 2012, IWB 2022] wird ersichtlich, dass Brauch- und Prozesswasser nur am Anfang der Lebenszeit des Bergwerkes zugekauft werden muss, insbesondere für die Inbetriebnahme der Aufbereitung. Es ist nicht damit zu rechnen, dass mit Beginn der Erzförderung größere Mengen an Grundwasser dem Grubengebäude zulaufen und somit den Brauch- und Prozesswasserbedarf abdecken können. Für den Wasserbezug aus der Brauchwasserleitung müssen mit dem Betreiber entsprechende Vereinbarungen getroffen werden. Auch hinsichtlich der Leitungsführung sind im Verlauf weiterer Planungen Abstimmungen zu erforderlichen Verlegungen oder Umrüstungen, insbesondere unter den Gleisanlagen, erforderlich.

2.8 Trink- und Abwasser

Die benötigten Trinkwassermengen können derzeit nur abgeschätzt werden, sind aber, wie die häuslichen Schmutzwassermengen, von der Mitarbeiteranzahl abhängig. Überschlägig können die Mengen aus Abb. 5 für die Planung des Trink- und Abwassersystems angesetzt werden.

Der Spremberger Wasser- und Abwasserzweckverband (SWAZ) kann die schätzungsweise erforderlichen 150 m³/d Trinkwasser ab dem Industriegebiet Ost (Bereich Tuchmacherallee) zur Verfügung stellen. Möglicherweise werden Druck- und Fließtests zur Bestätigung der vorhandenen Kapazitäten im Leitungsnetz erforderlich.

Von der Tuchmacherallee wird eine Leitung DN 225 entlang der Straßentrassen zu den Schacht- und Tagesanlagen geplant. Am Eingang zum Betriebsgelände erhält die Leitung einen Wasserzähler und verteilt dann das Trinkwasser über ein internes System an die verschiedenen Verbraucher (Anlage 6).

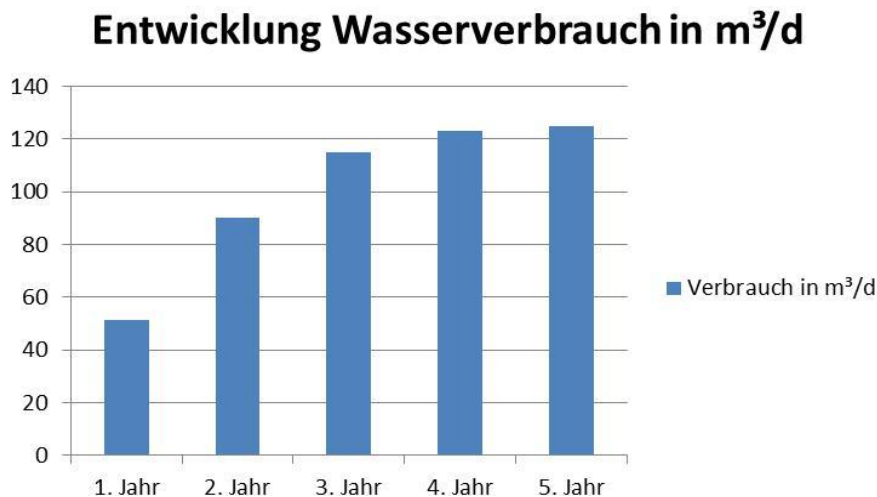


Abb. 5: Entwicklung der Trink- und Abwassermengen in den ersten 5 Jahren [Quelle: KSL intern]

Das Abwassersystem ist an dieses System angeglichen. Durch eine Freispiegelleitung wird das sanitäre Abwasser zu einem auf dem Betriebsgelände befindlichen Abwasserpumpwerk geleitet, von dort über eine Druckleitung DN 150 zum Sammelsystem im Industriegebiet Ost gepumpt und der kommunalen Kläranlage in Spremberg zugeführt.

Ein auf dem Betriebsgelände geplantes Regenwassersammelbecken besitzt eine Fläche von ca. 7.600 m². Das hier gesammelte Niederschlagswasser der versiegelten Flächen der Tagesanlagen (ca. 8.000 m³/Monat) kann je nach Bedarf in die Prozesswasserführung eingebunden werden bzw. zur Bereitstellung von Löschwasser dienen.

2.9 Löschwasser

Die Versorgung mit Löschwasser erfolgt ebenfalls über die Trinkwasserleitung, welche aus dem Industriegebiet Ost an das Gelände der Tagesanlagen herangeführt wird (siehe oben). Damit steht ca. 48 m³/h Löschwasser zur Verfügung.

Noch vor dem Wasserzähler zweigt eine Löschwasserleitung von der Trinkwasserleitung ab und bildet ein Ringsystem, welches über Hydranten die Verteilung über das gesamte Betriebsgelände ermöglicht (Anlage 6). Eine Leitung DN 150 führt zum abseits gelegenen Sprengstofflager.

Für den untertägigen Bergbau können erhöhte Anforderungen an Löschwasserkapazitäten gelten und einen zusätzlichen Lagerbehälter erforderlich machen. Sammelteiche für Niederschlagswasser sind bei der weiteren Planung zur Löschwasserbereitstellung ebenfalls zu berücksichtigen.

3 Äußere Erschließung des Standortes

Die Schacht- und Tagesanlagen des Bergwerkes einschließlich der Aufbereitung werden ca. 3 km östlich von Spremberg und südlich der Bundesstraße B 156 in einem Waldareal entstehen. Entsprechend dieser Standortauswahl sind die Anbindungspunkte der äußeren Erschließung zu wählen (Anlage 7).

3.1 Straßenanschluss

Verkehrstechnisch soll das Bergwerk Spremberg an die Bundesstraße B 156 angebunden werden. Das eingezäunte Werksgelände wird mit einer bewachten Toreinfahrt abgeschlossen sein. Als Verbindung zwischen dieser Toreinfahrt und der B 156 dient eine Zufahrtsstraße, die an die Bundesstraße B 156 mittels Ampelregelung oder eines Kreisverkehrs angebunden werden kann.

Für die Zufahrtsstraße soll die bestehende Trasse eines bereits vorhandenen Waldweges ausgebaut werden, um den Flächenbedarf zu minimieren. In der Karte der Anlage 7 sind als Option 1 eine östliche Anbindung und als Option 2 eine westliche Anbindung dargestellt.

Die Zufahrtsstraße hat bei beiden Optionen eine durchschnittliche Länge von ca. 500 m. Nach der Richtlinie für die Anlage von Straßen wird die Straßenanbindung eine Breite von ca. 7,5 m inkl. Randstreifen besitzen (einbahniger Regelquerschnitt RQ 7,5). Diese Straße besitzt damit eine rechnerische Leistungsfähigkeit von ca. 3.000 Fahrzeugen täglich (Anlage 8). Zusätzlich ist eine Radweganbindung an den Siedlungsraum Spremberg vorgesehen. Ein internes Netz von Werkstraßen verbindet auf dem Betriebsgelände die einzelnen Anlagenbereiche untereinander.

3.2 Standorterschließung mit den Medien Trinkwasser, Abwasser, Gas

Im Zuge der Standorterschließung werden die Versorgungs- und Entsorgungsleitungen für Trinkwasser, Gas und soziale Abwässer vom Ortsausgang Spremberg über das Industriegebiet Ost zum geplanten Bergwerksstandort gelegt. Für die Verlegung der Versorgungs- und Entsorgungsleitungen wird die Trasse der neuen Werkstraße von der B 156 zu den Tagesanlagen des Bergwerkes genutzt. In der Anlage 7 sind die möglichen Anschlusspunkte für Trink- und Abwasser im Industriegebiet Ost dargestellt.

Überschüssiges Grubenwasser, welches nicht als Brauch- oder Prozesswasser in der Erzaufbereitung Verwendung finden kann, soll entsprechend der vorgeschriebenen Einleitbedingungen in den vorhandenen Vorfluter Spree abgeführt werden. Zu weiteren möglichen Einleitstellen in die lokale Vorflut (Lausitzer Neiße, Schwarze Elster, Oder) wurden mehrere Untersuchungen durch Fachgutachter durchgeführt [IWB 2022]. Diese sind im Kapitel 8 und 6.3 der Technischen Vorplanung kurz beschrieben. Weiterhin soll bei Nichteinhaltung der vorgegebenen Grenzwerte (Chlorid, Sulfat) in den Vorfluter Spree eine Entsalzungsanlage geplant werden (siehe Kapitel 8.5).

Für eine mögliche Direkteinleitung überschüssiger Grubenwässer in die Spree unter Einhaltung der Einleitwerte wurden zwei Trassenvarianten betrachtet (vgl. auch Anlage 7), welche erst im Planfeststellungsverfahren weiter diskutiert werden.

- Option 1 sieht vor, die Wasserleitung gemeinsam in einer Trasse mit der bereits vorhandenen Brauchwasserleitung, die von der Fassung in Groß Luja zum Industriepark Schwarze Pumpe führt, zu verlegen.
- Option 2 führt die Wasserrohrleitung entlang der Zufahrtsstraßen und der Bahnschiene Cottbus-Weißwasser Richtung Norden, bis diese nördlich von Spremberg an eine bereits bestehende Leitung anschließt. Da es sich bei dieser vorhandenen Leitung um ein Betonrohr DN 800 handelt, welches derzeit der Ableitung von Regenwasser aus einem Wohngebiet dient, ist es für eine Nutzung mit mineralisierten Betriebswässern vermutlich nicht geeignet. Deshalb wird in der bestehenden Leitungstrasse bis zur Spree ein separates Rohr verlegt.

3.3 110 kV-Anschluss

Das Bergwerk Spremberg, inkl. sämtlicher Tages- und Aufbereitungsanlagen, hat einen Leistungsbedarf von max. 86,6 MW. Um diesen Leistungsbedarf abzudecken, muss ein 110-kV-Freileitungsanschluss erfolgen. Dazu wurden bereits zwischen 2012 bis 2014 Absprachen mit dem Betreiber des Umspannwerkes in Graustein, der Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH (MITNETZ), geführt. Um die Gültigkeit dieser ersten Absprachen mit der MITNETZ zu verifizieren erfolgten im Mai 2022 erneute Absprachen, die die prinzipielle Durchführbarkeit bestätigten.

Für den Anschluss des KSL-Umspannwerkes soll die 110-kV-Freileitung auf einer möglichst kurzen Trasse verlaufen, um einerseits die Eingriffe in Natur und Landschaft auf das unbedingt erforderliche Maß zu reduzieren und andererseits die Leitungsverbindung so kostengünstig wie möglich herzustellen (Anlage 7).

Trassenbeschreibung Option 1:

Option 1 soll auf direkter Trasse geradlinig zwischen dem Umspannwerk KSL und Mast 4 der 110-kV-Freileitung Graustein - Neuendorf, Bl. 6960 verlaufen.

Zum Abzweigen des neuen Leitungsanschlusses soll der Mast 4 in der Trassenachse der vorhandenen 110-kV-Freileitung Graustein - Neuendorf, Bl. 6960 genutzt werden. Dieser Mast ist bereits als Kreuztraversenmast zum Abzweig der 110-kV-Freileitung Einschleifung Döbern, Bl. 6965 ausgelegt und kann durch Anpassungen ebenfalls zum Abzweigen der Anschlussleitung KSL genutzt werden.

Option 1 beginnt am Mast 4 der 110-kV-Freileitung Graustein – Neuendorf und quert die 110-kV-Freileitung Großräschen – Graustein in der Nähe von Mast 150. Zwischen Mast 150 und dem UW KSL entspricht die Option 1 der Option 2.

Eine Über- bzw. Unterkreuzung der Leitung Großräschen – Graustein ist wegen des geringen Abstandes der parallel verlaufenden Leitungen jedoch technisch nicht einfach zu lösen.

Die technische Realisierbarkeit muss unter Beachtung der einzuhaltenden Sicherheitsabstände in der weiteren Planung geprüft werden. Die neu zu errichtende 110-kV-Hochspannungsfreileitung Anschluss KSL hat bei Nutzung der Option 1 eine Länge von rd. 1.800 m.

Trassenbeschreibung Option 2:

Sollte die technische Prüfung im weiteren Planungsverlauf ergeben, dass eine Anbindung an Mast 4 der 110-kV-Leitung Graustein - Neuendorf mit vertretbarem technischem Aufwand nicht möglich ist, soll die Leitung vor der 110-kV-Freileitung Großräschen – Graustein nach Süden abschnellen und parallel zu den zwei bestehenden Freileitungen als Option 2 bis zum Umspannwerk Graustein verlaufen. Vor dem Umspannwerk können durch Neubau eines Mastes für die Leitung Graustein – Neuendorf Umschnellungen der bestehenden Leitungen erfolgen, wodurch die Neubauleitung ohne Kreuzung in das UW Graustein geführt werden kann.

Durch den parallelen Verlauf der Neubautrasse zu den beiden bestehenden Freileitungen kann eine Trassenbündelung und damit ein weiteres Zerschneiden der Landschaft verhindert werden.

Bei Realisierung sind Erweiterungsbaumaßnahmen im Umspannwerk Graustein erforderlich. Bei Option 2 beträgt die geplante Länge der Anschlussleitung KSL insgesamt ca. 2.800 m.

Option 2 beginnt im UW Graustein und wird nach Süden herausgeführt. Dies ist durch die Lage der Portale im UW bedingt. Die Leitung verläuft parallel zu zwei bestehenden Freileitungen. Bei Mast 150 der Leitung Großräschen – Graustein wird die Anschlussleitung KSL nach Westen abgeschwenkt und verläuft über rd. 1800 m bis zum geplanten Umspannwerk KSL.

Beide Optionen verlaufen in einem Waldgebiet. Zwischen Mast 150 und dem UW KSL muss eine neue Leitungsschneise im Wald angelegt werden. Bei Nutzung der Option 2 muss die bestehende Leitungsschneise zwischen UW Graustein und Mast 150 gegebenenfalls verbreitert werden.

Die Trassenführung wurde gewählt, um eine möglichst kurze Leitungsverbindung herzustellen und unnötige Eingriffe in Natur und Umwelt zu vermeiden. Verkehrswege werden vom Leitungsverlauf nicht gekreuzt.

Technische Beschreibung

Das von MITNETZ STROM betriebene Hochspannungs-Freileitungsnetz zur überörtlichen Stromversorgung arbeitet auf der Spannungsebene von 110.000 Volt. Dieses Freileitungsnetz sichert geringe Leistungsverluste, kostengünstige Wartung sowie hohe Versorgungssicherheit und ermöglicht eine

preiswerte Energieversorgung. Die Leitungsplanung berücksichtigt die vorhandenen Leitungen der übrigen Ver- und Entsorgungsträger.

Masten

Für den Bau und Betrieb der 110-kV-Hochspannungsfreileitung ist beiderseits der Leitungsachse ein Schutzstreifen von je 25 m erforderlich, damit MITNETZ STROM die nach der EN 50341/DIN VDE 0210 geforderten Mindestabstände zu den Leiterseilen sicher und dauerhaft gewährleisten kann.

Für den Bau und Betrieb der geplanten Hochspannungsfreileitung werden Stahlgittermasten (ca. 12 Masten, Typ A 3.0/04) aus verzinkten Normprofilen errichtet. Die Masten des Masttyps A 3.0/04 sind statisch für eine Belegung mit zwei 110-kV-Stromkreisen bemessen.

Die Masthöhe beträgt ca. 22 m. Eine schematische Darstellung des Masttyps A 3.0/04 zeigt Abb. 6.

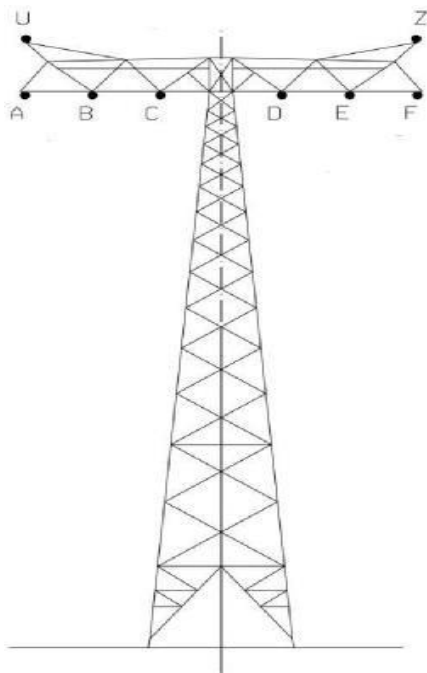


Abb. 6: Mastbild Masttyp A 3.0/04 [Quelle: KSL intern]

Diese Masten tragen die Leiterseile bei geradem Trassenverlauf. Die Leiterseile sind an lotrecht hängenden Isolator Ketten befestigt und üben auf den Mast im Normalbetrieb keine in Leitungsrichtung wirkenden Zugkräfte aus. Tragmasten können daher gegenüber Winkel-/ Abspannmasten leicht ausgeführt werden.

Winkelmasten müssen dort eingesetzt werden, wo die geradlinige Linienführung verlassen wird. Die Winkelmasten werden statisch so gerechnet und verstärkt, dass sie Differenzzüge aufnehmen können, die durch unterschiedlich große oder einseitig fehlende Leiterseilzugkräfte der ankommenden oder abgehenden Leiterseile entstehen.

Fundamente

Je nach vorgefundenen Bodenverhältnissen kommen Rammpfahlgründungen oder Plattengründungen zum Einsatz.

Plattengründungen werden insbesondere bei tragfähigem Boden angewendet. Die Plattenfundamente werden nach Fertigstellung mit einer mindestens 80 cm dicken Bodenüberdeckung versehen, so dass nur noch die an jedem Eckstiel des Mastes befindlichen, zylinderförmigen Betonköpfe, die einen Durchmesser von ca. 1 m haben, über die Erdoberkante herausragen. Damit beschränkt sich die bleibende Bodenversiegelung wie bei den Pfahlfundamenten auf die Bereiche der Masteneckpunkte ($4 \times 1 \text{ m}^2$). Prinzipzeichnungen der Fundamentarten zeigt Abb. 7. Die Ermittlung der exakten Fundamentgröße und -art erfolgt im Zusammenhang mit der Erstellung der Bauausführungsunterlagen.

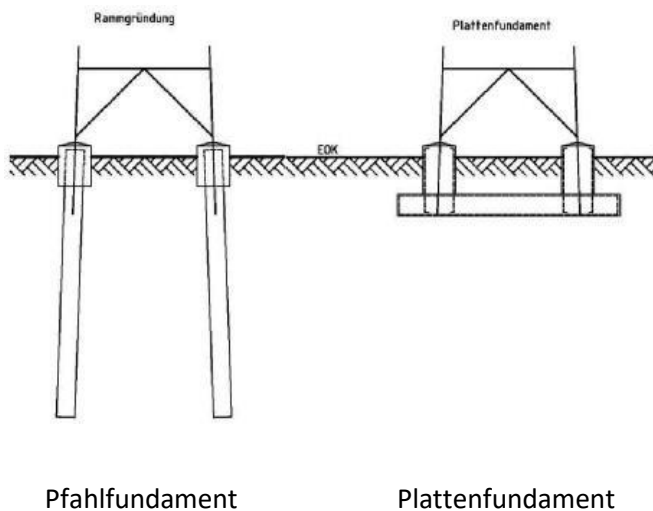


Abb. 7: Fundamentarten [Quelle: KSL intern]

Die geplanten Freileitungsmaste werden statisch und geometrisch für die Belegung mit zwei 110-KV-Drehstromkreisen mit jeweils drei Leiterseilen ausgelegt. Für die Übertragung des Stroms der beiden 110-kV-Drehstromkreise werden somit sechs Leiterseile auf den Traversen aufgelegt.

An den Tragmasten sind die Leiterseile an nach unten hängenden Isolatoren (Tragketten) und bei Abspannmasten an in Leiterseilrichtung liegenden Isolatoren (Abspannketten) angebracht.

Neben den stromführenden Leiterseilen wird ein Blitzschutzseil (Erdseil) mitgeführt. Das Erdseil soll verhindern, dass Blitzeinschläge in die stromführenden Leiterseile erfolgen und dadurch Zerstörungen an der Freileitung und den Betriebsmitteln in den angrenzenden Umspannwerken hervorgerufen werden. Das Erdseil ist ein dem Leiterseil ähnliches Aluminium-Stahl-Seil. Der Blitzstrom wird mittels der Erdseile auf die benachbarten Maste und über diese weiter in den Boden abgeleitet.

Im Betriebsgelände wird eine Umspannstation errichtet, die den Strom von 110 kV auf 20 kV transformiert. Des Weiteren ist für die Baustelle eine Stromversorgung unterhalb der 110-kV-Ebene zu errichten, die im Anschluss für das Bergwerk als zusätzliche Notstromversorgung dienen kann.

3.4 Gleisanschluss

Material- und Produktlieferungen erfolgen vorrangig auf dem Schienenweg. Die Lieferung von Betriebs- und Hilfsstoffen (Sand, Zement, Stahl, Holz etc.) ist ebenfalls, wenn möglich, mittels Bahn vorgesehen.

Das Hauptprodukt des Kupferbergwerkes KSL ist das Kupferkonzentrat in einer Größenordnung von 300.000 bis 330.000 t pro Jahr. Dieses Konzentrat wird auf dem Schienenweg an die Kupferhütten im näheren Umfeld transportiert. In den Hütten erfolgt das metallurgische Ausbringen von metallischem Kupfer und anderen Metallen.

Das Kupferbergwerk Spremberg soll mit einem Anschlussgleis an das öffentliche Bahnnetz der Deutschen Bahn AG an die Strecke Cottbus - Görlitz angebunden werden. Als Gleisanbindung des Bergwerkes dient ein vorhandener Gleisanschluss am Bahnhof Graustein genutzt werden. Von der Einbindung am Bahnhof Graustein verläuft ein ca. 575 m langes Anschlussgleis zum Werksgelände des Kupferbergwerkes Spremberg. Eine Darstellung des Anschlussgleises ist in der Anlage 9 ersichtlich.

Nach ersten Planungen fächert sich das Gleis auf dem Werksgelände in vier parallele, 500 m lange Ein- und Ausfahrtsgleise und im Anschluss daran wieder in vier parallele, 500 m lange Be- und Entladegleise auf. Eine Prinzipskizze des Gleisanschlusses ist ebenfalls in Abb. 8 dargestellt. Alle an- und abzutransportierenden Güterwagen benutzen dieses Anschlussgleis.

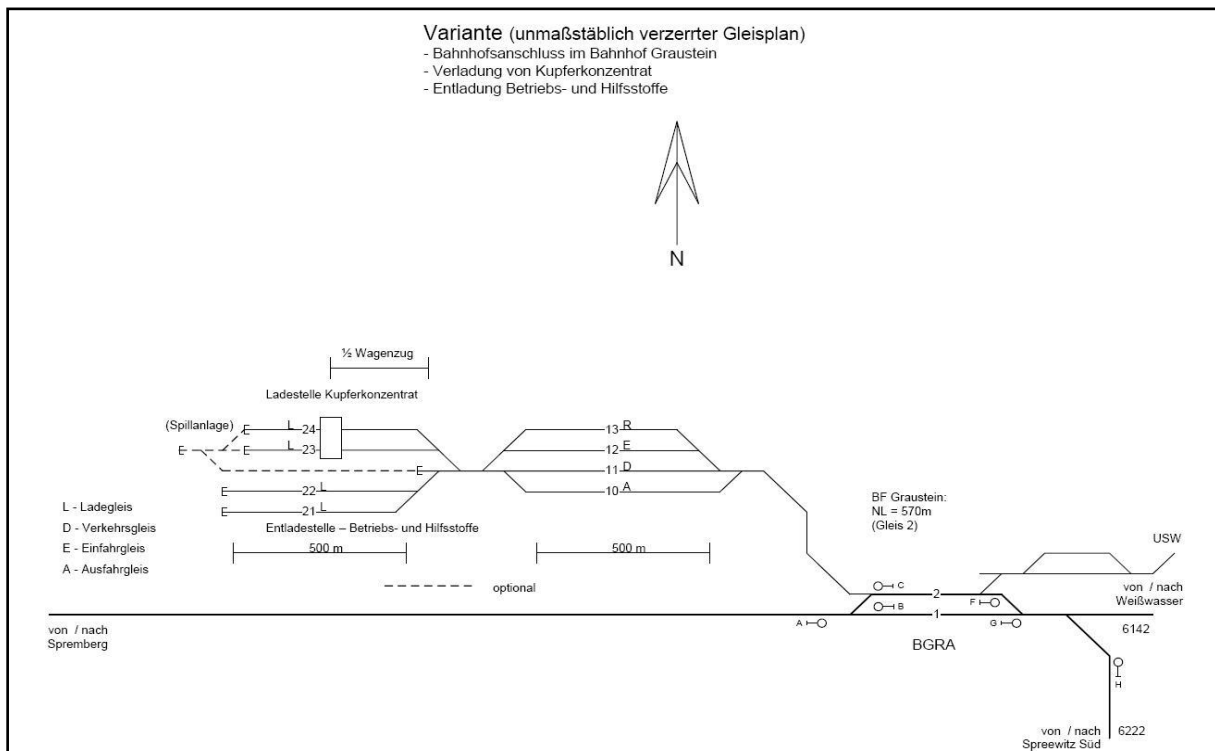


Abb. 8: Prinzipskizze Gleisanschluss [AMEC 2012]

4 Transportlogistik

Für die Errichtung und den laufenden Betrieb des Kupferbergwerkes Spremberg bildet neben der Anbindung der verschiedensten Medien der Ver- und Entsorgung die verkehrstechnische Erschließung des geplanten Bergwerksstandortes eine Grundvoraussetzung. Dabei sind sowohl Anbindungen an das vorhandene Straßennetz als auch an das Schienennetz der Deutsche Bahn AG vorgesehen (vgl. Kap. 3).

Die G.U.B Ingenieur AG erstellte bereits 2013 eine Verkehrsprognose für das geplante Kupferbergwerk östlich von Spremberg. An dieser Stelle sollen dafür bereits vorhandene Planungsdaten dargestellt werden. Das zu erwartende Verkehrsaufkommen ist zwischen Bau- und Betriebsphase zu unterscheiden.

4.1 Bauphase

Die Bauphase unterteilt sich in verschiedene Bauabschnitte. In der Bauphase können, je nach Bauabschnitt, bis zu mehrere 100 Personen an der Errichtung der Schächte, Tagesanlagen und Aufbereitungsanlagen beteiligt sein, die überwiegend von externen Firmen bereitgestellt werden und größtenteils nicht in der Region ansässig sind. Die Bauarbeiten werden im Schichtsystem durchgeführt. Materialtransporte wurden im Rahmen der Verkehrsprognose abgeschätzt [GUB VP 2013]. Zu rechnen ist mit größeren Materialmengen aus dem Schachtabteufen sowie der Herstellung der Rodungsflächen und

der Baufeldvorbereitung. Angeliefert werden Baustoffe und Stahlbauelemente, später Anlagenkomponenten und Gebäudeausrüstungen.

Bauphasen:

1. Bauabschnitt: Geländefreimachung und Baufeldvorbereitung
Bauzeit ca. **6 Monate**
2. Bauabschnitt: Technische Medienerschließung der Tagesanlagen mit Straßenanschluss an die B156, Medienanschlüsse für Wasser, Brauchwasser, Abwasser und Gas, 110-KV- Freileitungsanschluss und Gleisanschluss
Bauzeit ca. **18 Monate**
3. Bauabschnitt: Schachtvorkern- und Gefrierbohrungen zum Abteufen der Doppelschächte
Bauzeit ca. **24 Monate**
4. Bauabschnitt: Abteufen und Bau der Doppelschachthanlage mit Förderturm und Erzbunker inkl. der Technischen Ausrüstung
Bauzeit ca. **48 Monate**
5. Bauabschnitt: Gebäude und Industriebauten mit Kauen / Sozialgebäude, Gebäude für Heizung, Lüftung, Kühlung, Laborgebäude, Verwaltung, Magazin und Werkstatt,
Bauzeit ca. **18 Monate**
6. Bauabschnitt: Aufbereitungsanlagen und Konditionierungsanlagen
Bauzeit ca. **24 Monate**

Die Bauabschnitte verlaufen zum Großteil parallel bzw. zeitversetzt parallel. Die Gesamtbauzeit wird z.Z. auf ca. 6 Jahren geschätzt. Für die nachfolgenden bergmännischen Arbeiten zur Aus- und Vorrichtung der Lagerstätte sind noch einmal ca. 2,5 Jahre einzuplanen.

4.2 Betriebsphase

Personaltransport

In der Betriebsphase entstehen mit Erreichen der vollen Produktionskapazität (ca. im 5. Betriebsjahr) ca. 1000 direkte Arbeitsplätze. Die Mitarbeiter arbeiten im 3-Schichtbetrieb 7 Tage die Woche und verteilen sich auf die Hauptbetriebsbereiche wie folgt:

- Bergbau 800 AN
- Aufbereitung 130 AN
- Zentrale Dienste/Verwaltung 70 AN

Gegenwärtig werden folgende Grundprämissen für die verkehrstechnische Erschließung des Betriebsgeländes angenommen, welche durch den technischen Vorplanungsstand belegt sind:

Der Straßenanschluss (siehe auch Kap. 3.1) an die Bundesstraße B 156 soll im Regelquerschnitt RQ 7,5 eine Breite von 7,5 m incl. Randstreifen haben und besitzt damit eine rechnerische Leistungsfähigkeit von 3.000 Fahrzeugen pro Tag.

Von dieser Zufahrtsstraße ausgehend wird ein internes Bau-/Betriebsstraßennetz errichtet, welches die einzelnen Betriebsbereiche untereinander verbindet. Dazu gehören u. a. die Baustelleneinrichtung, Lagerplätze, Werkstätten, Schächte, Kauen, Verwaltung, Magazin, Umspannwerk, Aufbereitung und Bahnverladung.

Für den Berufs- und Individualverkehr sind am Betriebsgelände vorgesehen:

- Anschluss an den ÖPNV mit Bushaltestelle
- ca. 300 Parkplätze
- Anbindung an das Radwegenetz

Materialtransport

Per Bahntransport sollen insbesondere die Massengüter umgeschlagen werden. Der Schienenanschluss (Pkt. 3.4) ist über ein ca. 575 m langes Anschlussgleis zwischen dem Betriebsgelände und der Bahnstrecke Cottbus-Görlitz der DB AG im Bereich des Bahnhofes Graustein vorgesehen. Für die Abwicklung aller schienengebundenen Transporte sind externe Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) vorgesehen.

Vom Erzkonzentrat werden ca. 1000 t pro Tag erzeugt. Über Verladestationen, Verlade- und Nebengleise ist der Versand von jeweils 2000 t aller zwei Tage vorgesehen. Auf dem Schienenweg sollen aber auch Materialien wie Stahl, Holz, Sand/Kies, Zement/Bindemittel u. ä. angeliefert werden.

Anlieferungen geringerer Mengen erfolgen meistens per LKW. Dazu zählen z. B. die Reagenzien in der Erzaufbereitung (Tabelle 1), aber auch Sprengstoff mit ca. 5000 t/a und Dieselmotorkraftstoff mit 540 m³/Monat.

Tab. 1: Aufbereitungsreagenzien [Quelle: KSL intern]

Reagenzien	t/d	t/a
Polyglycolbutylether	1,5	500
Ethyl- und Isobutyl-Xanthate	3,7	1.250
Dextrin	30	10.000
Magnafloc-Polymer	0,2	60

Konzentratverladung

Für die Konzentratverladung wird eine Bahnverladestation im Süden des Betriebsgeländes errichtet. Dabei werden folgende Parameter angenommen:

- ca. 1.000 t/d Kupferkonzentrat,
- mindestens 500 m Nutzlänge für das Ladegleis.

Das Konzentrat soll in gedeckten Schüttgutwagen des Typs „Talns“ verladen und transportiert werden, welche Kippentladung besitzen. Diese Wagen haben üblicherweise 65 t Nutzlast und maximale Achslasten von 22,5 t. Die gedeckten Schüttgutwagen verhindern eine Zunahme des Feuchtegehaltes des Erzkonzentrates sowie eine Aufwirbelung und Windabtrag während des Transportes. Die in Frage kommenden Eisenbahnlinien von Spremberg zu den potenziellen Abnehmern nach Hamburg oder Niederschlesien besitzen die Schienenklasse/Streckenategorie D 4. Diese Streckenategorie lässt Achslasten von 22,5 t zu und ist ausgelegt für maximale Güterverkehrsgeschwindigkeiten von 120 km/h für Leerzüge und 100 km/h für Vollzüge. Die Talns-Güterwagen eignen sich daher für den Einsatz auf diesen Bahnlinien.

Basierend auf einer Produktionsmenge von 1.000 t Erzkonzentrat pro Tag werden jeden Tag 16 Wagen zur Verladung und bei einer Wagenlänge von 12,6 m damit 202 m Gleislänge (ohne Lokomotive) benötigt. Die Gleisstrecke unter der Verladestation ist daher so zu bemessen, dass mindestens 250 m Gleislänge westlich der Verladestation aufzubauen sind. Geplant ist, dass jeden zweiten Tag ein Ganzzug mit 32 Wagen (ca. 2.000 t) die Verladung verlässt.

Betriebsablauf

Der Betriebsablauf ist wie folgt vorgesehen:

- Ein Güterzug mit 32 Wagen wird zur Verladestation gebracht.
- 16 Wagen davon werden westlich der Verladung abgehängt.
- Die restlichen 16 Wagen werden auf dem Nebengleis abgestellt.
- Wenn die ersten 16 Wagen beladen sind, werden sie aus dem Beladegleis gezogen und an die 16 leeren Wagen im Nebengleis angekoppelt. Diese Zugeinheit mit 32 Wagen wird auf das Beladegleis geschoben, um die nächsten 16 leeren Wagen zu beladen.
- Während der Beladung der zweiten 16 Wagen wird der nächste 32-Wagen-Leerzug auf dem Nebengleis abgestellt. Dieser wird dann am 3. Tag des Zyklus' mit 16 Wagen beladen.
- Wenn die Beladung der 16 Wagen am Tag 2 des Zyklus' abgeschlossen ist, wird der 32-Wagen-Ganzzug vom beauftragten Schienenverkehrsunternehmen abgeholt und zur Hütte transportiert.
- Am dritten Tag werden nun die ersten 16 Wagen des auf dem Nebengleis bereitgestellten Leerzuges auf dem Beladegleis beladen. Der Zyklus beginnt von vorn.

Mit fortschreitendem Projektstadium sind weitere Untersuchungen zum Bahnbetrieb sowie zu den Typen der Güterwagen zu führen. Außerdem sollte überlegt werden, den Bahnbetrieb mit einem externen Partner vertraglich zu binden.

Konzentratverladestation

Die Konzentratverladestation soll kontinuierlich arbeiten. Von der Konzentratvorratshalde, die in der Nähe der Aufbereitungsanlage vorgesehen ist, wird kontinuierlich Konzentrat zur Verladung geliefert.

Zwei Lagerbehälter (Bunker) mit einer Kapazität von jeweils 200 t werden für das Endprodukt im Bereich der Bahnverladestation errichtet. Sie dienen als Puffer für die Lagerung des Konzentrates und zur Überbrückung von Notfällen. Jeder Lagerplatz (Bunker) hat für etwa 4 Stunden Lagerkapazität.

Die Bahnverladestation wird aus einer Stahlrahmenkonstruktion mit vorgefertigten isolierten Metalldachplatten errichtet und teilweise mit isolierten Wandverkleidungen versehen, die auf Fundamenten ruhen. Stahlbaubühnen und zugehörige Stahlelemente (Treppen, Bunker) unterstützen die Verladetechnologie und ermöglichen den Zugang zu den erforderlichen Stellen.

5 Arbeitskräfteeinsatz

Für das Kupferbergwerk sind nach derzeitigem Planungsstand direkt insgesamt ca. 1.000 Arbeitskräfte geplant. Damit wird die KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH zu den Großunternehmen im Raum Spremberg gehören.

Dies bringt weitere positive Effekte für die Wirtschaft. Es ist davon auszugehen, dass im Zusammenhang mit den ca. 1.000 direkten Arbeitsplätzen zwischen 2.000 bis 3.000 weitere Arbeitsplätze in den Bereichen Instandhaltung, Versorgung, Zulieferung bzw. Transport sowie Dienstleistungsunternehmen entstehen.

5.1 Bauphase

In der Bauphase werden externe Arbeitskräfte benötigt, um die entsprechenden Gebäude und Anlagen herzustellen. Dafür sind u.a. folgende Leistungen notwendig:

- Architekten- und Ingenieurleistungen
- Bohrleistungen / Schachtbau
- Schachtausbau/-ausrüstungen / Füllortauffahrungen
- Bergmännische Aus- und Vorrichtung
- Lieferung und Einbau von Bergbaumaschinen/-ausrüstungen
- Heizung / Lüftung / Klima / Sanitäranlagen
- Stahlbau
- Tief- und Hochbau
- Rohrleitungsbau

- Anlagenbau
- Aufbereitungstechnik
- Elektrische Anlagen
- Technische Ausrüstung
- Gleisbau
- Logistik technische Erschließung / Medien

Der Start der Bauphase liegt ca. 6 bis 7 Jahre vor der eigentlichen Gewinnungsphase. Als erstes wird mit dem Schachtbau begonnen, speziell mit den Gefrierbohrungen. Für den Bau der Doppelschachtanlage (inklusive Gefrierbohrungen) werden ungefähr 100 externe Arbeitskräfte gebunden. Mindestens 1 Jahr später startet die Errichtung der Tagesanlagen. Dazu gehören die Gebäude und Anlagen, die Verkehrs- und die Medienerschließung. Weiterhin erfolgt der Bau des Bahnanschlusses an das Schienennetz der Deutschen Bahn AG.

Für den Bau des Bergwerkes einschließlich der Herstellung der infrastrukturellen Anlagen werden bis zu 1000 Arbeitskräfte notwendig sein, entweder direkt vor Ort oder bei den entsprechenden Baufirmen und Zulieferbetrieben.

5.2 Betriebsphase

Für die Gewinnungsphase sind mit Erreichen der vollen Produktionskapazität ca. 1000 direkte Arbeitsplätze geplant. Diese verteilen sich wie folgt:

- | | |
|-------------------------------|---------|
| • Bergbau | ca. 800 |
| • Aufbereitung | ca. 130 |
| • Zentrale Dienste/Verwaltung | ca. 70 |

Nach derzeitigem Planungsstand wird der maximale Personalbedarf von insgesamt 1000 direkten Arbeitsplätzen voraussichtlich bereits im 5. Jahr der Gewinnungsphase erreicht werden. Abbildung 9 zeigt die Personalentwicklung innerhalb der ersten 5 Jahre der Gewinnungsphase bis zum Erreichen der maximalen Anzahl.

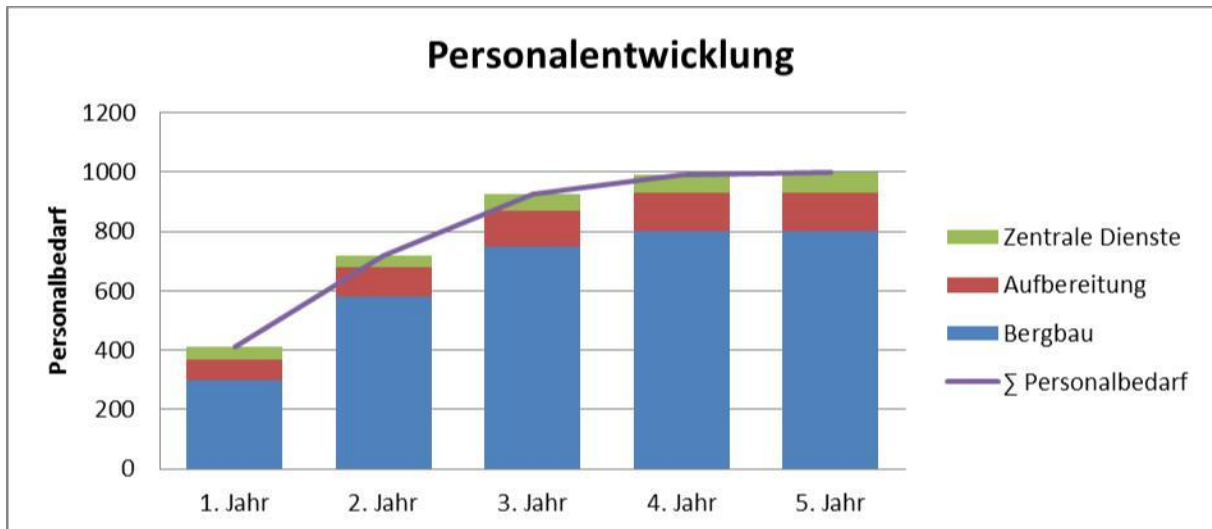


Abb. 9: Personalentwicklung in den ersten 5 Jahren [Quelle: KSL intern]

Arbeitskräfteeinsatz

Die Förderung des Erzes sowie die Aufbereitung desselben sollen in einem kontinuierlichen 3-Schichtbetrieb erfolgen, um eine optimale Ausnutzung der Anlagen zu erzielen. Der kontinuierliche Schichtbetrieb bedeutet Erzgewinnung und Erzförderung an 7 Tagen pro Woche, die Schichtdauer beträgt 8 Stunden.

Bergbau

Im Bereich Bergbau erfolgt der Einsatz der Arbeitskräfte im Rhythmus 5:2, d.h. es wird ein Rhythmus mit 5 Tagen Arbeit und 2 Frei-Tagen angestrebt. Um diesen Rhythmus und den 3-Schichtbetrieb zu gewährleisten, werden 5 Schicht-Crews benötigt, die durch den rotierenden Einsatz den kontinuierlichen Abbau sowie die Ausrichtung mit Streckenvortrieb durchführen können.

Im Untertagebereich sind im Abbau und im Streckenvortrieb nach gegenwärtigem Planungsstand pro Schicht 122 Arbeitskräfte (AK) vorgesehen.

Zusammengefasst resultieren daraus pro Tag rund 505 Arbeitskräfte im Bereich Bergbau, die sich wie folgt zusammensetzen:

- Abbau/Streckenvortrieb 366 AK/Tag
- Technisches Personal 59 AK/Tag
- Leitungs-/Büropersonal 80 AK/Tag

Das Technische Personal wird auf die 3-Schichten verteilt. Leitungs- und Büropersonal sind hauptsächlich in der Tagschicht tätig.

Aufbereitung

Der Arbeitskräfteeinsatz in der Aufbereitung unterscheidet sich zum Bergbau dahingehend, dass hier mit 4 Schicht-Crews gearbeitet wird (Abb. 10). In der Aufbereitung sind pro Schicht durchschnittlich 30 Arbeitskräfte im Einsatz. Nachfolgend eine Darstellung für einen möglichen Schichtplan.

Schicht/Tage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Schicht (7:00 - 15:00)	1				3				2				4				1				3				2				4														
2. Schicht (15:00 - 23:00)	2	4				1				3				2				4				1				3				2													
3. Schicht (23:00 - 7:00)	3	2				4				1				3				2				4				1				3													
Mannschaft 1	1. Schicht				2. Schicht				3. Schicht				1. Schicht				2. Schicht				3. Schicht																						
Mannschaft 2	2	3. Schicht				1. Schicht				2. Schicht				3. Schicht				1. Schicht				2. Schicht																					
Mannschaft 3	3. Schicht				1. Schicht				2. Schicht				3. Schicht				1. Schicht				2. Schicht				3. Schicht																		
Mannschaft 4	2. Schicht				3. Schicht				1. Schicht				2. Schicht				3. Schicht				1. Schicht																						

Abb. 10: Entwurf Schichtplan für 4 Schicht-Mannschaften [Quelle: KSL intern]

Diese Schicht-Crews bestehen aus 27 Arbeitskräften. Zusätzlich gibt es 11 Service-/Wartungskräfte, die entsprechend der Notwendigkeit eingesetzt werden und in der momentanen Planung der ersten Schicht-Crew zugeordnet sind. Das Leitungs-/Büropersonal (insgesamt 10 AK) ist, wie im Bereich Bergbau, hauptsächlich in der Tagschicht beschäftigt.

Indirekte Arbeitskräfte

Zusätzlich sind auch in der bergmännischen Gewinnungsphase Neben- und Hilfsarbeiten notwendig, welche ein entsprechendes Arbeitskräftewachstum zur Folge haben werden.

Dazu gehören u. a. Leistungen und Lieferungen nachfolgenden Bereichen, die nicht durch eigenes Personal bzw. eigene Leistungserbringung abgedeckt werden können:

- Ingenieurleistungen
- Bergbauspezialgesellschaften
- Bergbaumaschinenhersteller
- Instandhaltung
- Elektrotechnische Ausstatter
- Anbieter für Betriebs- und Hilfsstoffe
- Bergbau-Verbrauchsmaterialien
- Büro-Ausstatter
- Wartungsarbeiten
- Transportunternehmen

- Laborausstattung
- Wäscherei usw.

Mit der Entstehung der ca. 1000 direkten Arbeitsplätze können 2000 bis 3000 indirekte Arbeitsplätze in Zulieferbetrieben sowie vor Ort in Handwerks- oder Dienstleistungsunternehmen generiert werden.

6 Technologische Beschreibung für das Bergwerk und die Erzaufbereitung

6.1 Allgemeine Angaben

Für die Bergwerks- und Bergbauplanung spielt die Ausbildung der Lagerstätte eine entscheidende Rolle. Die Hauptfaktoren sind dabei Lage, Aufbau und Größe der Lagerstätte, ihre Erzvorratsmengen und die geochemisch-mineralogische Zusammensetzung sowie die Qualität des Erzmaterials. Diese Parameter haben einen wesentlichen Einfluss auf die Lebensdauer und Rentabilität des Bergwerksvorhabens.

Für sedimentär gebildete Lagerstätten, in denen mehrere Lithotypen vererzt sein können und das Erz selbst vom Nebengestein makroskopisch nur schwer zu unterscheiden ist, werden die Grenzen der Lagerstätte auf Grund von Bilanzkriterien bestimmt. Die Metallgehalte (z. B. %Cu nur für Kupfer oder %CuEq für alle Wertmetalle inklusive Kupfer) sowie die Kupfermenge pro Quadratmeter in der Lagerstättenfläche (kg/m^2) müssen wirtschaftlich begründet werden können.

Die Vorratsgröße, die Lagerstättenstruktur (Mächtigkeit, Fläche, geologisch-hydrogeologischer Aufbau) sowie Streichen und Fallen der Lagerstätte sind die wichtigsten Einflussgrößen bei der Bergwerksplanung. Die Anzahl und Funktion der Schächte stellen die grundlegenden Elemente der Bergwerksplanung dar und ergeben sich aus den wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen. Bei der Projektierung des Bergwerks und der Bestimmung des technischen Potenzials (Durchmesser und Teufe des Schachtes bestimmen die tägliche Fördermenge) ist es günstig, sich auf vorliegende Erfahrungen aus ähnlichen Lagerstätten und Bergwerken zu beziehen. Die Lebensdauer eines Bergwerks hängt von der Vorrats- und der Fördermenge ab. Die Gewinnungszeit eines untertägigen Bergwerkbetriebes sollte nicht weniger als 17 Jahre betragen.

Zurzeit können ca. 130 Mio. t sulfidisches Kupfererz in einer flözartigen Lagerstätte von ca. 25 km^2 Ausdehnung als sicher nachgewiesen werden [SGS TRP 2011]. Es besteht jedoch noch ein erhebliches Potential für eine Lagerstättenerweiterung.

Die Lagerstätte streicht von WNW nach ESE über eine Länge von ca. 12 km. Das Generaleinfallen ist nach NNO ausgerichtet, im Einfallen besitzt die Lagerstätte eine Ausdehnung von 2 - 4 km. Die Lagerstätte liegt zwischen 800 bis 1500 m unter der Tagesoberfläche. Die durchschnittliche Erzmächtigkeit beträgt etwa 2,5 m, wobei die Mächtigkeiten stark schwanken können (zwischen 0,5 bis 8,0 m). Die Vererzung tritt an der Basis des salinaren Zechstein-Zyklus (Werra-Zyklus) auf, mit wirtschaftlich interessanten Metallgehalten im Kupferschiefer, in den hangenden Karbonatgesteinen und dem liegenden

Sandstein und Konglomeraten. Die Gehalte betragen im Mittel 1,4 % Kupfer, daneben Silber als wesentlichem Nebenbestandteil. Alle Angaben zur Vererzung aus den Modellrechnungen basieren auf einem zu Grunde gelegten Mindestgehalt COG (Cut-off Grade) von 1,3 % CuEq. Vererzungen mit Gehalten unter 1,3 % CuEq werden z. Z. aus wirtschaftlichen Gründen nicht mit bilanziert [SGS PEA 2011].

Die bisherigen konzeptionellen Planungen sehen die Entwicklung eines Bergbaubetriebes mit einer Jahreskapazität von mindestens 5 Mio. t Kupfererz vor. Das untertägig abgebaute Roherz soll dann durch das gängigste Aufbereitungsverfahren für Kupfererze weltweit, das Flotationsverfahren, aufkonzentriert und anschließend an einen Hüttenbetrieb zur Weiterverarbeitung weiterverkauft werden.

6.2 Bergbau und Abbauplanung

Entsprechend den Ergebnissen der geologischen Erkundung zielt die bergbauliche Entwicklung auf Erschließung und Gewinnung der Lagerstätte ab. Die Planung und Entwicklung eines Bergwerkes im Bereich der Lausitzer Kupferlagerstätte mit seinen Vorratsfeldern Spremberg, Graustein und Schleife (Sachsen) ist ein iterativer Prozess. Nach derzeitigem Planungsstand werden die Vorratsfelder Spremberg und Graustein nicht aber Schleife abgebaut.

Seit Beginn des Projektes 2007 wird die Bergbauplanung durchgeführt und fortwährend vervollständigt. In den einzelnen Entwicklungsschritten wurden verschiedene Abbauverfahren betrachtet. Vom I. Quartal 2011 bis in das II. Quartal 2012 wurden mehrere Abbauverfahren in einer vorläufigen Bergwerksplanung (nach dem nordamerikanischen Standard NI43-101) nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet. Weiterhin wurden im Rahmen dieser Planung konkrete Verfahren, wissenschaftliche Untersuchungen und Planungen zu den Themen

- Aus- und Vorrichtung der Lagerstätte,
- Abbautechnologien und Bewetterung,
- Grubenwasserhaltung und -aufbereitung,
- Versatztechnologien und -rezepturen,
- Tailings-Management und
- Bodenbewegungen und Geomechanik

entwickelt und durchgeführt. Die ausgewählten und zur Anwendung kommenden Abbauverfahren werden nachfolgend in dem Rahmenbetriebsplanverfahren ausführlicher beschrieben.

Doppelschachtanlage und Lagerstättenaufschluss (Aus- und Vorrichtung)

Tiefliegende Lagerstätten werden generell über mehrere Schächte mit entsprechenden Füllörter in unterschiedlichen Niveaus aufgeschlossen. Das Niveau der Füllörter wird bestimmt durch die Lage zum Erzkörper und durch montantechnische und bergbautechnologische Fragestellungen (u. a. Lage und Niveau von Transport- und Förderstrecken, Streichen und Fallen der Lagerstätte, tektonisch-

geomechanische Verhältnisse im unmittelbaren Schachtbereich). Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse am Standort bestimmen die Abteuftechnologie für die Schächte und die Ausbautart der Schachtröhren. Beim Durchteufen von stark wasserführenden Schichten kommt beim Schachtabteufen das Gefrierverfahren zur Anwendung. Die Anzahl der zu errichtenden Schächte wird neben der Förderkapazität maßgeblich von den benötigten Wettermengen bestimmt, die zur Bewetterung der untertägigen Grubenbaue notwendig sind. Die erforderlichen Wettermengen errechnen sich aus der täglichen Erzfördermenge, der tiefenabhängigen Temperaturprognose und dem geplanten Abbaufverfahren. Vorliegende Erfahrungswerte aus dem polnischen Kupferbergbau gehen von einer Wettermenge zwischen 2 bis 4 m³/min pro geförderter Tonne Erz aus. In der 2012 abgeschlossenen Studie [AMEC 2012] wurde ein Hauptgrubenlüfter an der Tagesoberfläche direkt neben dem Schacht mit einer errechneten Leistung von 470 m³/s geplant. Diese Wettermenge würde für eine tägliche Erzförderung von 13.700 t ausreichen.

In Abhängigkeit des Schachtdurchmessers und der Ausrüstung innerhalb der Schachtröhre kann die Wettergeschwindigkeit berechnet werden, mit der die Wettermengen durch die Schachtröhre nach untertage transportiert werden müssen. In den Vorschriften für die Bewetterung von Gruben und die zugelassenen Wettergeschwindigkeiten in Schächten werden für die Seilfahrt- bzw. Personenschächte 12 m/s als zulässige Wettergeschwindigkeit zugelassen. Für Nebenschächte, wie z. B. Wetterschächte, gibt es solche Beschränkungen nicht. In der Praxis werden doppelt so hohe Wettergeschwindigkeiten angelegt bzw. bei der Wetterplanung berücksichtigt. Durch diese Erhöhung der Wettergeschwindigkeiten können die Schachtdurchmesser für solche Wetterschächte verringert werden.

Aus montanwirtschaftlichen Gründen sollten die Tagesanlagen möglichst außerhalb der Lagerstätte (Erzfelder Spremberg und Graustein) errichtet werden. Ein durch die verantwortliche Bergbehörde festzulegender Schachtsicherheitspfeiler soll dabei die Schachtröhren und die Tagesanlagen vor Abbaueinwirkungen schützen. Als Sicherheitspfeiler bezeichnet man im Bergbau generell einen Bereich, in dem zum Schutz verschiedener Objekte kein Abbau stattfinden darf. Ein Sicherheitspfeiler wird durch die Bergbehörde festgelegt und darf ohne deren Genehmigung nicht abgebaut oder durchörtert werden [REUT 2010]. Je nach dem zu schützenden Gut unterteilt man die Sicherheitspfeiler im Bergbau wie folgt:

- Markscheidesicherheitspfeiler,
- Deckgebirgssicherheitspfeiler,
- Schachtsicherheitspfeiler,
- Bauwerkssicherheitspfeiler,
- Sicherheitspfeiler für bestimmte Einrichtungen unter Tage.

Markscheidesicherheitspfeiler

Sie verlaufen parallel zur Markscheide (Grenze zwischen Bergwerksrevieren) und haben eine bestimmte Stärke (im Mansfelder Kupferbergbaurevier und im Ruhrgebiet häufig 20 Meter beidseitig der Markscheide).

Schachtsicherheitspfeiler

Um die Schachtröhre und die Tagesanlagen vor den Abbaueinwirkungen zu schützen, wird ein Bereich um die Schachtröhre zum Schachtsicherheitspfeiler erklärt. In der Regel ist dieser kreisrund und hat an der Tagesoberfläche einen Radius von 50 Metern um den jeweiligen Schachtmittelpunkt. Daraus ergibt sich auch der Mindestabstand bei einer geplanten Doppelschachtanlage von >100 m zwischen den Schächten. Eine Bemessung des Schachtsicherheitspfeilers für die geplante Doppelschachtanlage östlich von Spremberg wurde durchgeführt [SROKA 2022].

Da sich Senkungen mit einem bestimmten Neigungswinkel bis zur Tagesoberfläche fortsetzen, wird für den Schachtsicherheitspfeiler ein ebensolcher Neigungswinkel festgesetzt, der in der Regel 75° beträgt. Dadurch entsteht um den Schacht ein Kegel, der nach der Teufe zu immer größer wird.

Für die Schächte der KSL würde bei einer Schachttiefe von ca. 1000 m ein Sicherheitspfeiler von ca. 750 m [SROKA 2022] angenommen werden, in dem untertägig kein Abbau stattfinden darf. Die genaue Festlegung und Dimensionierung erfolgt durch den zugelassenen Markscheider des verantwortlichen Landesbergamtes. Ist die Lagerstätte gestört oder fällt stärker als 15° ein, so wird der Neigungswinkel an diese Bedingungen angepasst, wodurch sich für den Kegel eine elliptische Form ergeben kann. Eine schematische Darstellung zum Sicherheitspfeiler ist der Abbildung 11 zu entnehmen.

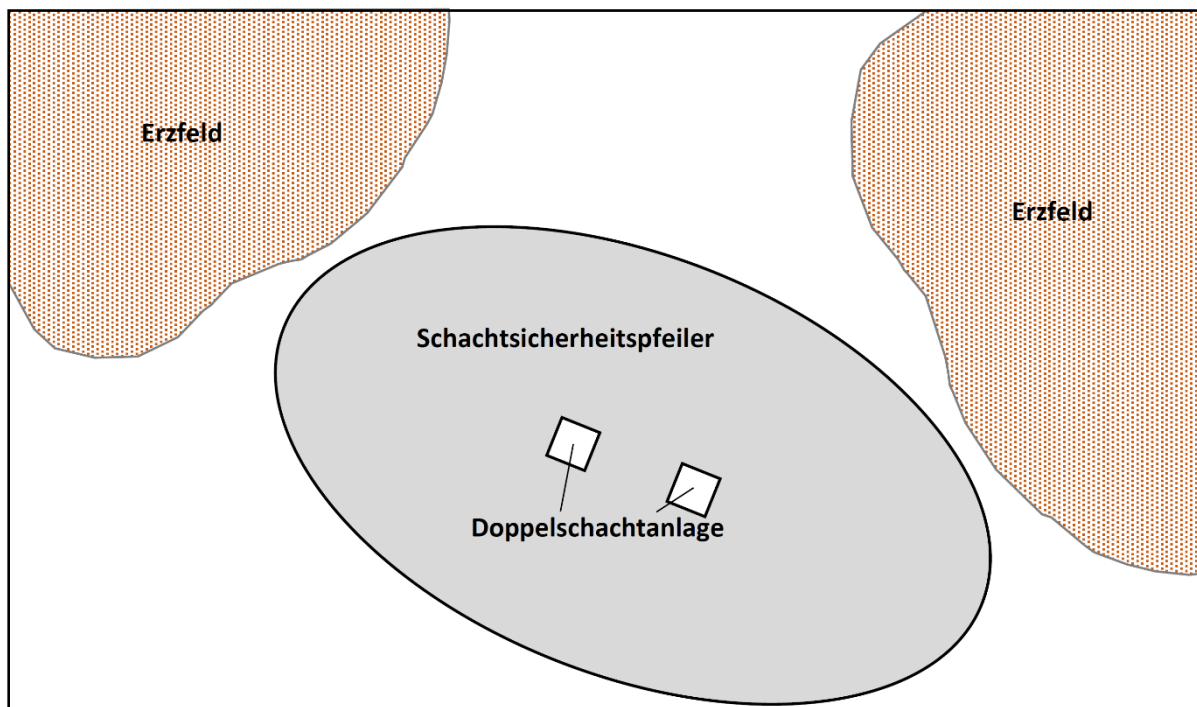


Abb. 11: Prinzipskizze eines Schachtsicherheitspfeilers mit Doppelschachtanlage im Zentrum und umgebenden Erzfeldern.

Bauwerkssicherheitspfeiler

Befinden sich über Tage besonders schützenswerte Bauwerke wie z. B. Eisen- oder Autobahnen, Brücken, Türme oder denkmalgeschützte Gebäude, so kann für diese ebenfalls ein Sicherheitspfeiler festgelegt werden. Abstand und Form werden dem Einzelfall angepasst.

Untertägige Sicherheitspfeiler

Hauptgrubenbaue, die eine lange Standdauer haben sollen (z.B. Füllorte, Hauptstreckensysteme, Sprengstoffmagazine, etc.), werden häufig durch einen eigenen Sicherheitspfeiler geschützt. Diese Sicherheitspfeiler werden in ihrer horizontalen und vertikalen Ausdehnung und Gestalt individuell festgelegt.

Sicherheitspfeiler haben auch wirtschaftliche Auswirkungen. Durch Sicherheitspfeiler treten Abbauverluste ein, da innerhalb eines Sicherheitspfeilers kein Abbau betrieben werden darf. Bei einer Doppelschachanlage ist für beide Schächte nur ein Sicherheitspfeiler notwendig, der zwar größer als der Sicherheitspfeiler eines Einzelschachtes, aber wesentlich kleiner als zwei Einzelsicherheitspfeiler ist. In diesem Fall werden die beiden Kreise um die Schachtmittelpunkte tangential miteinander verbunden, der Sicherheitspfeiler erhält dadurch eine ovale Form. Die o.g. untertägigen Einrichtungen werden, soweit möglich, im Schachtsicherheitspfeiler angelegt.

Sicherheitspfeiler haben große Auswirkungen auf die Tagesoberfläche, da im Übergangsbereich zwischen abgebauter und unverritzter Lagerstätte die größten Zerrungen und Pressungen auftreten, die hauptsächlich für Bergschäden verantwortlich sind.

Grundlage für die Bergwerksplanung ist das Gutachten von AMEC von 2012. Dabei wird der Hauptschacht (Schacht I) ca. 890 m tief und vereint die Funktionen Förderung mit Skip-Gefäßen, Material- sowie Personaltransport. Der Nebenschacht (Schacht II) wird ca. 830 m tief. Er dient der Notfahrgang und Bewetterungszwecken. Die Differenz in den Tiefenangaben für die Schachtteufe wird durch das Unterseil der Fördereinrichtung sowie die Installation der Fördereinrichtung im Hauptschacht hervorgerufen. Im unteren Bereich der Schächte werden Füllörter und eine Beschickungseinrichtung für das Fördergefäß im Schacht aufgefahren.

In der Anlage 2 wird die gesamte übertägige Infrastruktur inklusive der Schachtstandorte dargestellt. Anlage 10 zeigt die untertägige Infrastruktur im unmittelbaren Schachtbereich. Deutlich wird hier die Konzentration von Betriebsnebenstätten wie Grubenwasserhaltung (Pumpensumpf, Pumpenraum, Pumpenstrecken), Werkstattbereiche, Lagerräume für Sprengstoffe und Explosionsmittel, Lagerräume, Tankstelle, Büros und Aufenthaltsräume. In Anlage 11 bis Anlage 15 sind diese Betriebsstätten detaillierter dargestellt.

Über sogenannte Bandberge werden die beiden Lagerstättenbereiche, die Erzfelder Spremberg bzw. Graustein, erschlossen und ausgerichtet. Die Anlage 16 zeigt einen generalisierten untertägigen Grubenriss mit dem Standort der Doppelschachtanlage sowie den Hauptausrichtungstrecken.

Diese Ausrichtungstrecken stellen ein 3-teiliges Streckensystem dar und verlaufen parallel. Sie sind mehrere km lang und schließen die einzelnen Lagerstättenfelder im Westen (Feld Spremberg) und Osten (Feld Graustein) an die Schächte an. Der Querschnitt jeder Strecke beträgt 20 m². Die 3 Strecken dienen der Erzförderung mittels Förderbänder, dem Personen- und Materialtransport sowie der Wetterführung für Frischwetter. In einem rückläufigen 2-teiligen Streckensystem von den Erzfeldern zum Schacht werden hauptsächlich die verbrauchten Wetter zum Wetterschacht abtransportiert bzw. für Materialtransporte genutzt.

Die Abbildung 12 zeigt die geplante jährliche Streckenauffahrung für die Aus- und Vorrichtung jeweils für die Erzfelder Spremberg und Graustein. Der Beginn im Jahr 1 nach Fertigstellung der Schächte ist pink dargestellt und macht deutlich, dass im ersten Jahr vor allem die untertägige Schachtinfrastuktur sowie die ersten Kilometer des 3-teiligen Streckensystems in Richtung der Erzfelder aufgefahren werden sollen. Im zweiten Jahr werden die Erzfelder erreicht und es kann mit der Vorrichtung der Abbaupanels begonnen werden, so dass ab diesem Zeitpunkt der Erzabbau beginnt.

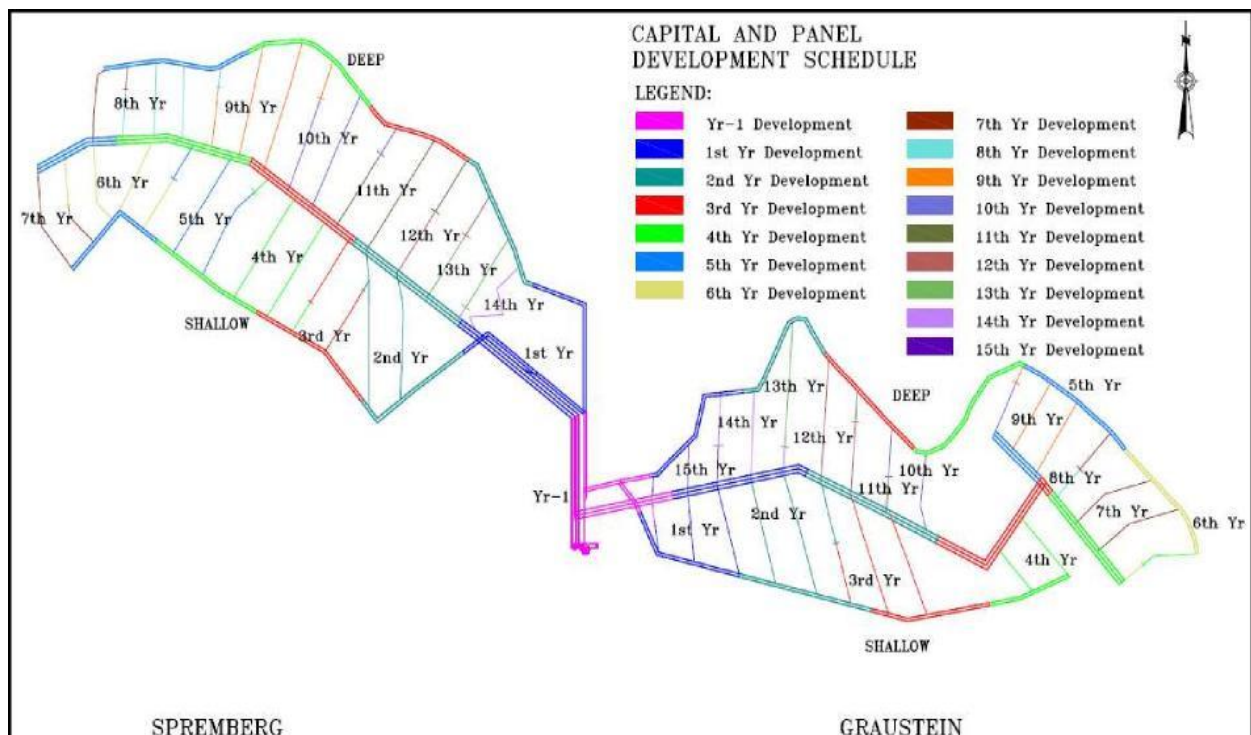


Abb. 12: Darstellung der geplanten Aus- und Vorrichtung beider Abbaufelder [AMEC 2012]

Abbauplanung und Abbautechnologie

AMEC verglich insgesamt 13 Abbauverfahren miteinander und bewertete diese [AMEC 2012]. Das Room & Pillar- Verfahren (Kammer- und Pfeilerbau) erhielt am Ende den Vorrang und wurde in zwei Varianten, mit sowie ohne Versatz, betrachtet. Die Anzahl der im aktiven Abbau stehenden Felder bzw. Abbauorte (Panels) richtet sich nach der örtlichen Erzmächtigkeit sowie dem Kupfergehalt. Planungen gehen vom gleichzeitigen Abbau in 3 bis 4 Panels aus, jeweils zwei im Feld Spremberg und zwei im Feld Graustein.

Die Planungsparameter für das **Feld Graustein** sehen für ein Panel vor:

- Breite des Panels: 400 m
- Länge des Panels: zwischen 600 bis 1200 m
- Abbaumächtigkeit: ca. 2,5-3 m, vereinzelt über 5 m
- Ausbringen: zwischen 3800-4000 t/Tag

Im **Feld Spremberg** ist ein Panel wie folgt dimensioniert:

- Breite des Panels: 400 m
- Länge des Panels: zwischen 600 bis 1200 m
- Abbaumächtigkeit: ca. 2,0-2,5 m
- Ausbringen: zwischen 3800-4000 t/Tag

Die Jahresproduktion für ein Panel beträgt damit ca. 1,3 Mio. t Erz. Mit 4 Panels werden somit mindestens 5 Mio. t Erz gefördert.

Room & Pillar (R&P) ohne Versatz mit Entspannung des Hangenden

Bei Erzmächtigkeiten bis zu 4 m sieht die AMEC-Studie als Abbauverfahren Room & Pillar (Kammer-Pfeiler-Bau) mit einer kontrollierten Entspannung des Hangenden vor. Die Vorrichtung bzw. der Abbau des Panels erfolgt über 7 m breite Strecken und das Stehenlassen von Pfeilern mit den Anfangsdimensionen in der Breite von 7 m bis 10 m und in der Länge von 8 m bis 38 m. Diese Dimensionierung ist abhängig von den vorliegenden geologischen und gebirgsmechanischen Bedingungen. Bei Vorschreiten des Abbaus in Abbaurichtung wird mit dem Abstand von zwei Pfeilerlängen begonnen, die Pfeiler durch Schießarbeit oder durch Bereißen auf ca. 4-6 m Breite zu verkleinern.

Durch die steigende Entfernung zu den Abbauorten und die begrenzte Lebensdauer der Pfeiler erfolgt eine systematische Entspannung des Gebirges und ein kontrolliertes Absenken des Hangenden. Die Restpfeiler werden sukzessive verkleinert. Die erwartete Restpfeilergröße bei diesem Vorgang beträgt ca. 12 m². Diese Variante wird im polnischen Kupferbergbau bei KGHM teilweise angewendet (Abb. 13). Bei Erzmächtigkeiten größer 5 m (bevorzugt im Erzfeld Graustein) muss ein Abbau in Scheiben erfolgen. Dies wird im Bereich der Schwächungszonen durchgeführt, indem im Liegenden durch Rampenbildung gesenkt wird.

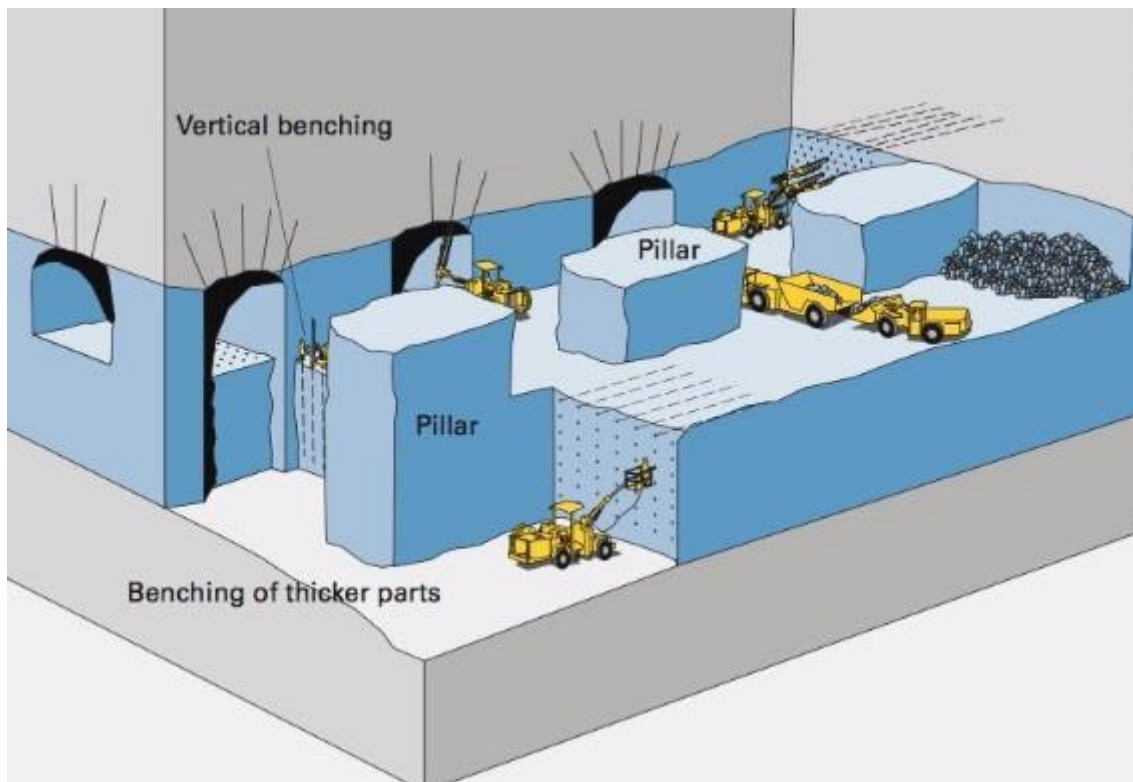


Abb. 13: Beispiel für Room & Pillar (Kammer- und Pfeilerbau) aus Atlas Copco Drills AB, 2000

Room & Pillar (R&P) mit Versatz

Die Anwendung des Verfahrens mit Versatz erfordert im Vergleich zum Abbau mit Entspannung des Hangenden eine unterschiedliche Vorrichtung des Panels. Durch Streckenauffahrung mit einer Breite von 7 m werden Pfeiler mit einer Breite von 28 m und einer Länge von 10,5 m erstellt. Die breiten Seiten der Pfeiler zeigen hier in Abbaurichtung. Bei Fortschreiten des Abbaus, jedoch in nicht mehr als 80 m Entfernung zu den Abbauorten, wird begonnen, die Pfeiler zu gewinnen. Die maximale Weite des nicht durch einen Pfeiler abgestützten Bereichs beträgt 17,5 m. Nach dem erfolgten Abbau werden die entstandenen Hohlräume verfüllt. In der Anlage 18 ist das Verfahren R&P mit Versatz über einen einfachen Panelzugang detailliert dokumentiert.

Bei Erzmächtigkeiten zwischen zwei und zehn Metern ist der Abbau in einer Scheibe möglich, ab fünf Metern Mächtigkeit aber auch der Abbau in zwei Scheiben. Hier erfolgt in der oberen Scheibe zusätzlich der Einbau eines Damms, um das Einbringen des Versatzes zu ermöglichen.

Versatz & Auswirkung auf die Oberfläche

Der Abbau unter Verwendung des Versatzverfahrens lässt nur minimale Bodenbewegungen zu. Bei Anwendung der kontrollierten Hangendabsenkung ist mit höheren Senkungsbeträgen zu rechnen. Das Einbringen von Tailingmaterial aus der Aufbereitung nach einer vorliegenden Mischungsrezeptur als untertägiges Versatzmaterial ist in Teilbereichen möglich und vorgesehen. Bei einer maximalen Menge einzubringenden Versatzes können große Teile des Tailingmaterials wieder verwendet werden. Die verbleibenden Restmengen werden entsprechend der Aussagen aus dem Fachgutachten zum Tailings-Management abgelagert und sicher verwahrt.

Von einem im deutschen Bergbau anerkannten Sachverständigen für Bergbausenkungen, Prof. Anton Sroka, wurde ein Senkungsgutachten [SROKA 2022] für den geplanten Kupferabbau im Bereich der Lagerstätte Spremberg – Graustein zur Bewertung der abbaubedingten Auswirkungen auf die Objekte der Tagesoberfläche angefertigt, welches sehr ausführlich und detailliert auf diese Problematik eingeht. Es wird der geplante Bergbau mit und ohne Versatz eingehend beschrieben. Die Berechnung der infolge des geplanten untertägigen Abbaus in den Feldern Spremberg und Graustein zu erwartenden Bodenbewegungen wurde mittels des Vorausberechnungsverfahrens durchgeführt. Das Verfahren befindet sich seit fast 70 Jahren in der breiten praktischen Anwendung und ist das Standardverfahren zur Vorausberechnung abbaubedingter Bodenbewegungen nicht nur im polnischen Kupferbergbau, sondern auch im Steinkohlen- und Salzbergbau u.a. in Polen, Tschechien, Deutschland, USA und China. Bei der Festlegung der zur Vorausberechnung notwendigen Kennwerte des Verfahrens wurden die langjährigen Erfahrungen und Erkenntnisse des polnischen Kupferbergbaus berücksichtigt.

Nach dem jetzigen Planungsstand ist Teilversatz geplant. Das heißt, in den Bereichen des Bergwerkes wo mit Senkungen gerechnet werden muss, wird mit Versatzmaterial aufgefüllt, sodass die geomechanische Integrität des umliegenden Gesteins gesichert werden kann.

6.3 Aufbereitungstechnologie

Die zentralen Eingangsdaten für die Aufbereitung werden durch die Qualität und Quantität der geförderten Erzmengen bestimmt. Dabei sind folgende Eckwerte von Bedeutung:

- 13.700 t Erz täglich; Jahresfördermenge ca. 5 Mio. t Erz,
- durchschnittlicher Kupfergehalt von 1,54% bei einem minimal angesetzten COG (cut of grade) von 1,3% CuEqNew, für Silber werden 25,3 g/t im Erz angenommen,
- C_{org}-Gehalt (organischer Kohlenstoff) ist für den Aufbereitungsprozess von Bedeutung, schwankt stark in Abhängigkeit vom vererzten Gesteinstyp, im Kupferschiefer am höchsten.

Entsprechend der Bergwerks- und Abbauplanung verhält es sich auch bei der Planung und Entwicklung der Aufbereitungsanlagen. Dieser iterative Prozess zieht sich über einen längeren Zeitraum. In der 2012 fertig gestellten Pre-FS Studie mit Vorplanung von [AMEC 2012] wurde die Aufbereitung des Kupfererzes unter verfahrenstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet. Dazu zählen Verfahrensentwicklungen und deren laufende Optimierung unter Einbeziehung folgender Fachthemen:

- Optische Sortierung (sensorgestützte Sortierung der 3 vererzten Lithotypen),
- Brechen und Mahlen,
- Aufbereitung inkl. Flotation,
- Prüfung des Einsatzes von hydrometallurgischen Verfahren.

Die zur Anwendung kommenden Aufbereitungsverfahren werden in dem nachfolgenden Rahmenbetriebsplanverfahren noch detaillierter beschrieben und genauer dargelegt. Wichtig für die Festlegung des anzuwendenden Aufbereitungsverfahrens sind die geologisch-geochemisch-mineralogischen Parameter der vorhandenen Gesteine und Minerale innerhalb der Lagerstätte. Petrographisch setzt sich die Lagerstätte aus bituminösen Schiefern, Sandsteinen, mergeligen Sandsteinen, mergeligen Kalksteinen und Mergelschiefern mit entsprechenden Kupfermineralisierungen zusammen. Die wichtigsten kupferführenden Erzminerale sind:

- Bornit,
- Chalkopyrit,
- Chalkosin,
- Covellin und
- Digenit.

Die Aufbereitung besteht deshalb aus den klassischen Anreicherungsschritten für Erze mit Kupfersulfiden. Zusätzlich zur Kupfermineralisation enthalten die Erze noch Silber, Blei, Zink, Spuren von Platin-Gruppen-Elementen, Kobalt, Nickel, Molybdän, Vanadium, Chrom, Selen, Rhenium, Germanium, Arsen und andere Metalle. Diese Elemente finden sich nach der Aufbereitung in dem Endprodukt wieder und werden als das (Kupfer-)Konzentrat an eine Kupferhütte veräußert.

6.3.1 Grundlagen zur Aufbereitung

Die Korngrößen der Erzminerale schwanken zwischen $<10\ \mu\text{m}$ bis $>150\ \mu\text{m}$. Dabei sind die Erzkörner im Kupferschiefer und in den vererzten Karbonaten (Kalksteine bzw. Dolomit-Gesteine) generell kleiner als die in den vererzten Sandsteinen. Nach zahlreichen mineralogischen Untersuchungen in den letzten Jahren (u. a. Mansfeld Kombinat, UVR FIA Freiberg, IMN Gliwice/Polen, SGS/Kanada) wurde für die Kupferminerale in den vererzten Sandsteinen ein D_{80} von $75\ \mu\text{m}$ und für die Kupferminerale im Kupferschiefer/Karbonatgestein ein D_{80} von $25\ \mu\text{m}$ ermittelt. Die unterschiedlichen Korngrößen der Erzminerale in den verschiedenen Lithotypen spielen bei den Mahlprozessen eine wichtige Rolle und

sind von großer Wichtigkeit bei der Einstellung der Parameter für die Aufbereitung als auch für die Wirtschaftlichkeit.

Die geplanten Verfahrensschritte zum Aufbereitungsprozess für sulfidische Kupfererze beginnen mit einer Bevorratung und einem ersten Siebprozess. Dabei dient die Erzvorratshalde der Bevorratung und Steuerung des Aufbereitungsprozesses. Danach erfolgt die optische Sortierung als Trennverfahren für die unterschiedlich vererzten Lithotypen (Sandsteine und Konglomerate, Kupferschiefer, Karbonatgesteine).

In Anlage 19 und Abb. 14 wurde diese Stufe als Verfahrensfliessbild beispielhaft für den gesamten Aufbereitungsprozess dargestellt. Im Ergebnis der optischen Sortierung werden anschließend 2 Prozesslinien in der weiteren Aufbereitung gefahren: eine für die vererzten Sandsteinmaterialien und die zweite für den Kupferschiefer und die vererzten Karbonatgesteine. In jeder Linie schließen sich mehrere Brech- und Mahlprozesse an (Abb. 15), bevor das sortierte Erz dem Flotationsprozess (Abb. 16) zugeführt wird. Hier kommt es zur Aufkonzentrierung der verschiedenen Metalle zu einem Endprodukt.

Am Ende der Prozesskette der Aufbereitung wird ein Erzkonzentrat mit ca. 26% Kupfer erzeugt.

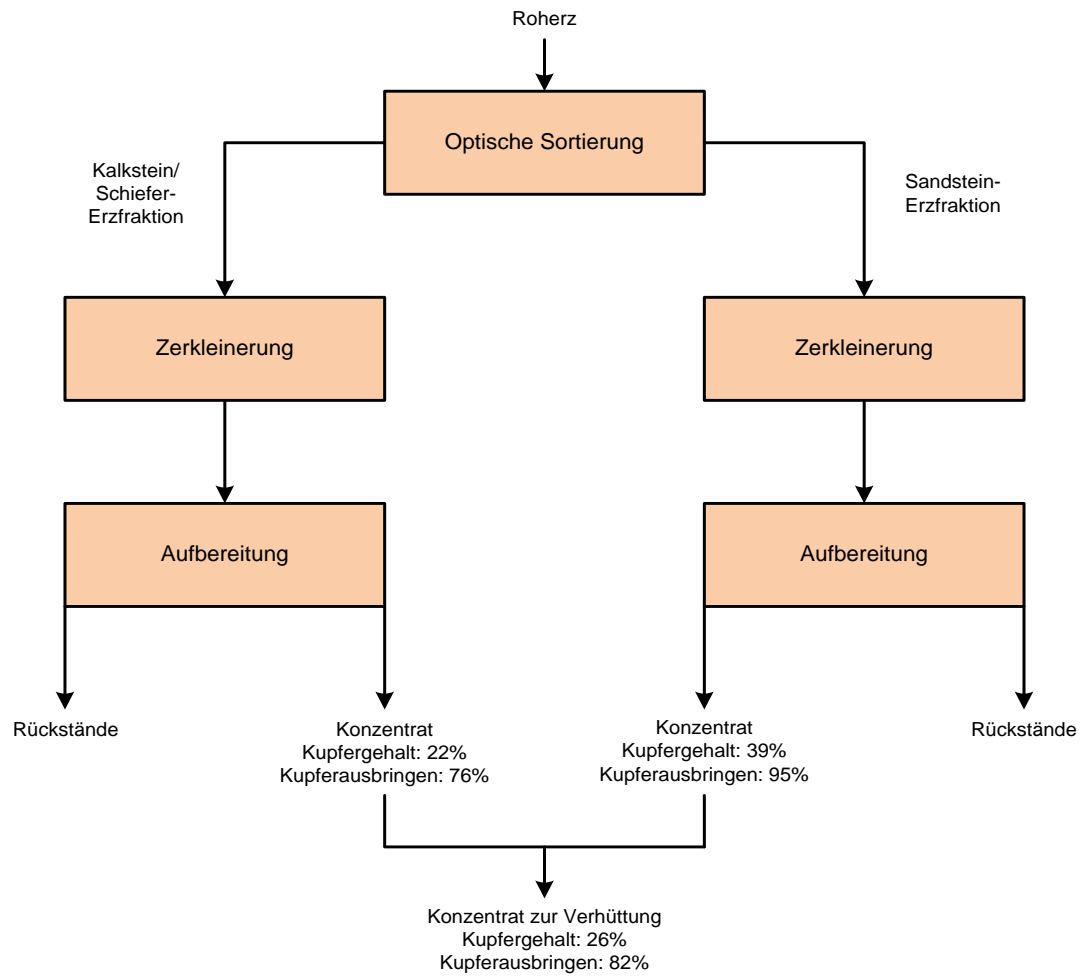


Abb. 14: Fließbild zum Aufbereitungsprozess [Quelle: KSL intern]

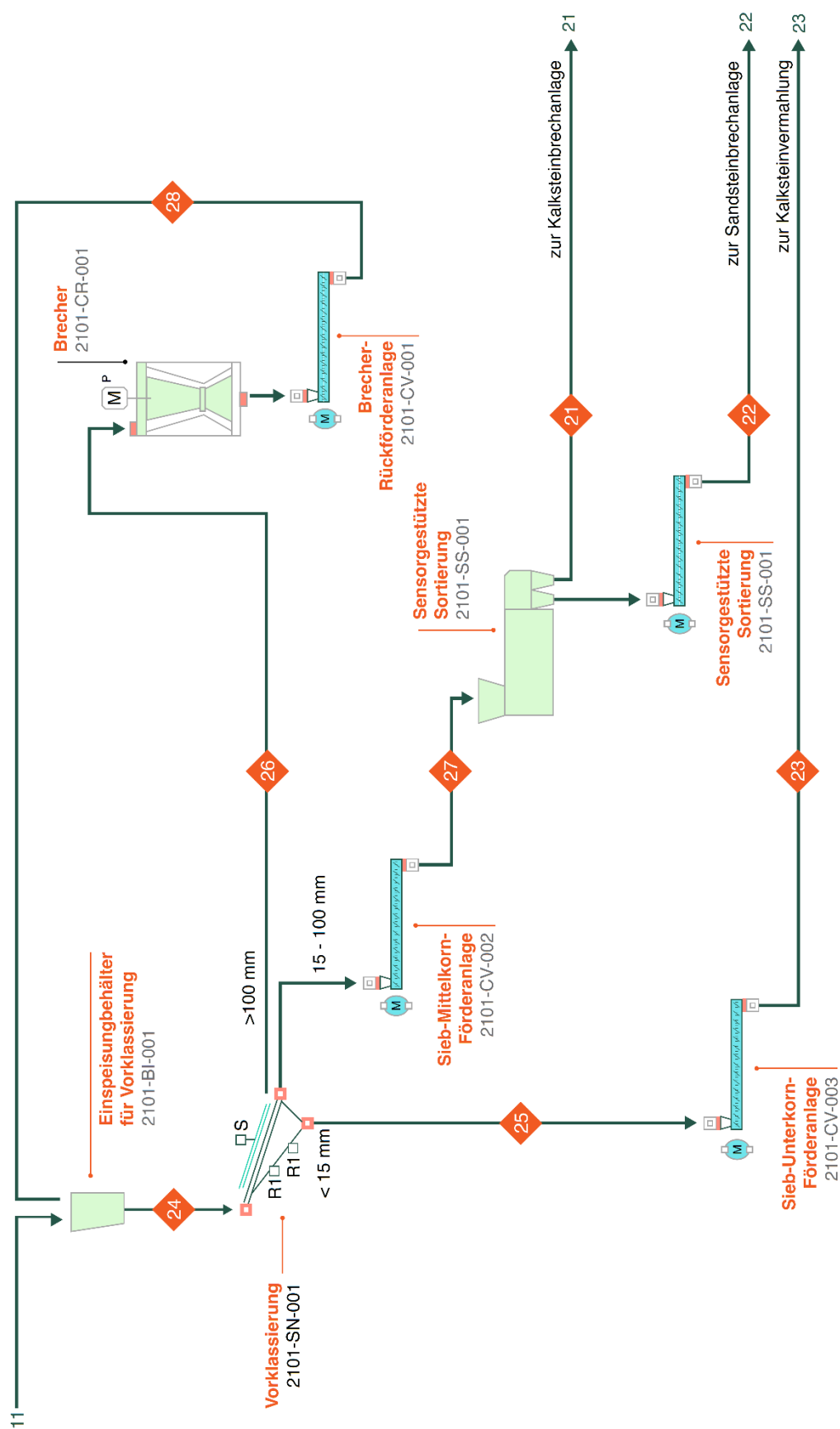


Abb. 15: Verfahrensfließbild zur Erzaufbereitung – Vorklassierung und Optische Sortierung [Quelle: KSL intern]

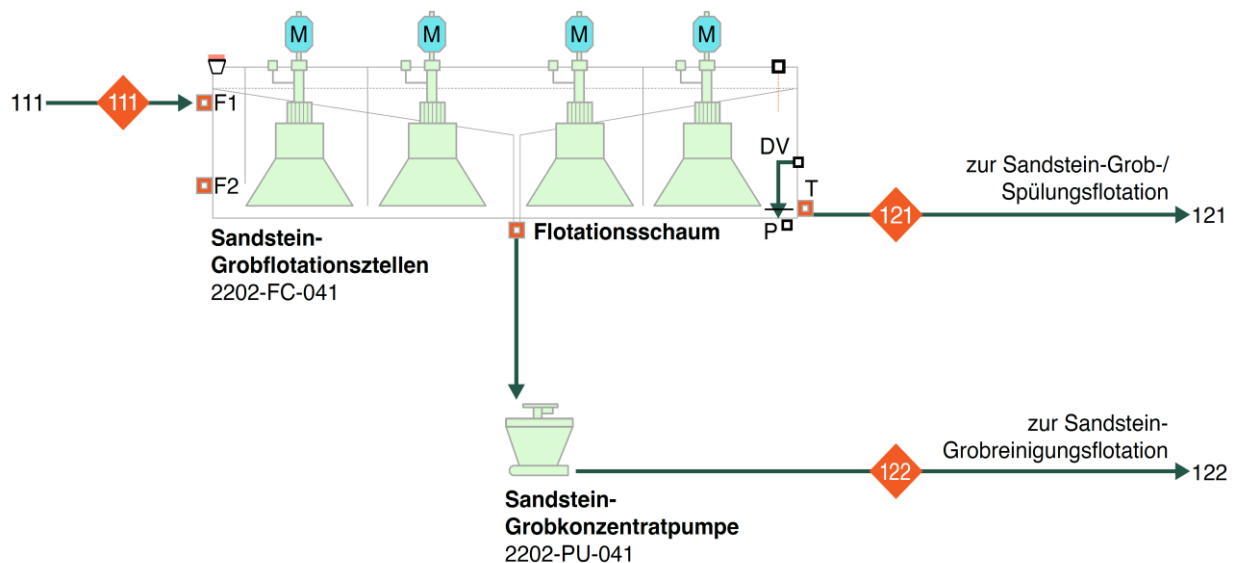


Abb. 16: Verfahrensfließbild zur Erzaufbereitung – Grobflotation der Sandsteinerzfraktion [Quelle: KSL intern]

An der RWTH Aachen wurden mehrere Versuche im Labor und Technikum zur weiteren Verbesserung der Erzaufbereitung mit Hilfe der sensorischen bzw. optischen Sortierung durchgeführt. Das untersuchte Material stammte von der Ablenkerbohrung A2 der Stammbohrung CuSp 131/09. Bei dem Material handelte es sich um einen Viertelkern aus dem Bereich der vererzten Zone zwischen 969 m bis 986 m Tiefe, in Summe also 17 m Kernmaterial.

Für die großtechnischen Versuche wurden 10 t Erzmaterial aus dem polnischen Kupferbergbau des Konzerns KGHM eingekauft. Ziel war die Trennung der unterschiedlich vererzten Lithotypen unter Anwendung der unterschiedlichsten Sensormethoden. Dabei fanden folgende Methoden Anwendung:

- Optische Sortierung und Auswahl über Kameras (Farben, Glanz, Helligkeit, Reflexionen),
- Infrarotnahe Sensorik (spezifische Absorption und Reflexion),
- XRF-Sensorik (elementare Zusammensetzung).

Weitere anwendbare Sensoren zur Sortierung und Detektion sind:

- Induktionssensoren (Leitfähigkeit, z. B. für die Erkennung sulfidischer Erze),
- XRT-Sensorik (röntgentomographische Analytik),
- Sensorik hinsichtlich Mikrowellen und Infrarot (Leitfähigkeit und organischen Inhalt).

Der Durchsatz der sensorbasierten Sortierung wird begrenzt durch die Anzahl der Partikel pro Sekunde, das bedeutet, je größer die Partikel sind umso größer ist der Durchsatz. Die Korngröße der gelieferten Erzmaterialien kann max. 300 mm betragen, das Minimum liegt zwischen 10-20 mm. Im Ergebnis der optischen Sortierung konnten die nachfolgenden Lithotypen erfolgreich identifiziert und getrennt werden:

- Karbonat (Dolomit mineralisiert),
- Karbonat (nicht mineralisiert),
- Sandstein,
- Kupferschiefer.

Mit der infrarotnahen Sensorik (NIR-Sortierung) mit Wellenlängen zwischen 1000 nm bis 2500 nm konnten ebenfalls die 3 Lithotypen erfolgreich getrennt werden. Es wurden verschiedene Reflexionsgrafen für die einzelnen Erztypen ermittelt. Für die Materialien mit höherem Grad (dunkles Material) ist die Reflexion abnehmend. Die Unterscheidung von Kupferschiefer und dunkel gefärbten, mineralisierten Karbonaten ist schwierig, jedoch in Verbindung mit der optischen Sortierung erfolgsversprechend.

Im Ergebnis der XRF-Sortierung konnten anhand der Ermittlung der elementaren Zusammensetzung die 3 vererzten Lithotypen ebenfalls identifiziert und getrennt werden.

6.3.2 Flotation

Die Flotation ist ein physikalisch-chemisches Trennverfahren für feinkörnige Feststoffe, welches auf der unterschiedlichen Oberflächenbenetzbarkeit der Mineralpartikel basiert. Dabei wird sich zunutze gemacht, dass sich Luftblasen leicht an hydrophobe, d. h. durch Wasser schwer benetzbare Oberflächen anlagern und den Partikeln damit Auftrieb verleihen, so dass diese aufschwimmen. Unter diesen Bedingungen sammeln sich an den hydrophoben Partikeloberflächen die ebenfalls hydrophoben Gasblasen. Laut Definition gemäß VDMA-Einheitsblatt 24430 handelt es sich um ein Trennverfahren, bei dem in Wasser dispergierte oder suspendierte Stoffe durch anhaftende Gasblasen an die Wasseroberfläche transportiert und dort mit einer Räumereinrichtung entfernt werden.

Erzhaltige Partikel lassen sich, wenn fein vermahlen, schlechter mit Wasser benetzen und haften daher besser an den Luftblasen. Diese Partikel schwimmen mit den Luftblasen auf und können mit dem Schaum abgeschöpft werden. Die übrigen Partikel verbleiben in der Trübe und werden am Ende des Flotationsprozesses eingedickt und als Aufbereitungsrückstände (Tailings) nach einer eventuellen weiteren Entwässerung einer Verwertung oder Verwahrung zugeführt.

Bei der Flotation werden verschiedene Hilfsstoffe eingesetzt, die das sogenannte Flotationsmedium bilden. Bei den meisten Anwendungen wird das Flotationsmedium (z. B. Wasser, Öl usw.) im Verarbeitungsprozess zurückgeführt, d. h. wiederverwendet. Verluste des Flotationsmediums, die durch Anhaftung an den flotierenden Stoffen entstehen, werden meistens durch geeignete Maßnahmen ausgeglichen. Die Hilfsstoffe können wie folgt eingeteilt werden:

- Schäumer dienen zum Stabilisieren der Luftblasen.
- Sammler machen den im Schaum auszubringenden Gemengeanteil wasserabstoßend (hydrophob), während die anderen Komponenten wasseranziehend (hydrophil) bleiben sollen.

Sammler sind entscheidend für die Wirksamkeit des Verfahrens. Als Sammler eignen sich bestimmte Schwefelverbindungen (wie Xanthogenate, Dithiophosphate, Mercaptane), Amine, Alkylsulfonate, sowie manche Fettsäuresalze.

- Regler wie pH-Regulatoren, Flockungsmittel und andere dienen zur Optimierung und selektiven Trennung von Erzgemischen.
- Drücker (z. B. Natrium- und Kaliumsilikat bei der Kunststoffflotation) verbessern die Benetzbarkeit (Hydrophilie) und beschleunigen das Absinken im Trennmedium.

Die folgende Abb. 17 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer typischen Flotationszelle, wie sie heute weltweit in der Erzaufbereitung zur Anwendung kommen.

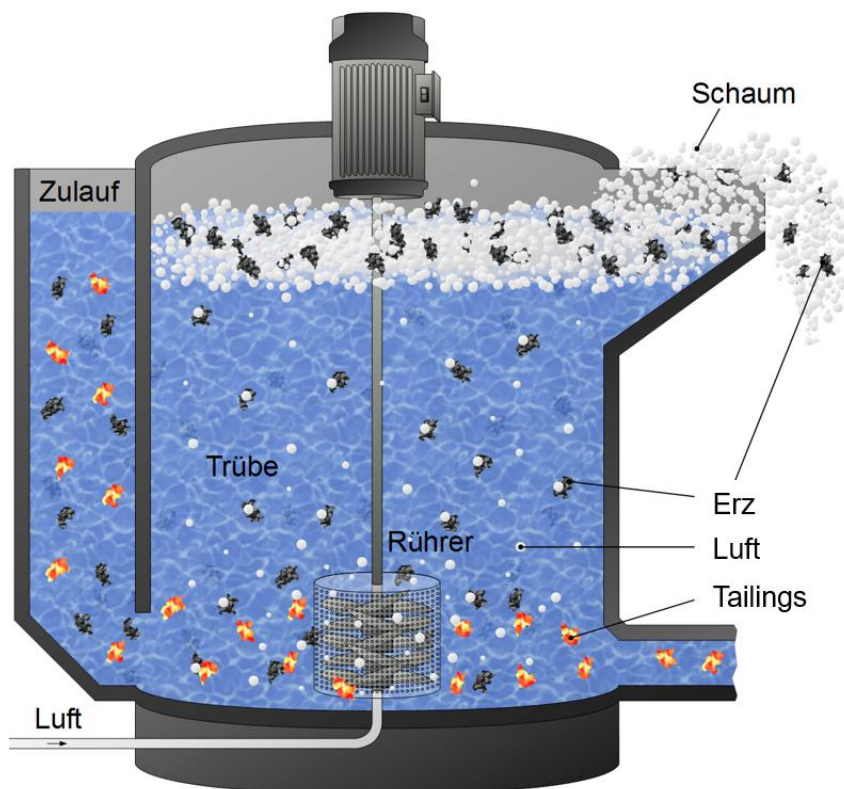


Abb. 17: Ansicht einer Flotationszelle [ahoefer.de, zuletzt aufgerufen: 13.01.2023]

Aufbereitungsversuche des IMN Gliwice in 2010/11

Im Rahmen der in Polen beim Institut IMN Gliwice durchgeführten Aufbereitungsuntersuchungen an den Bohrkernmaterialien der neuen Explorationsbohrung CuSp 131/09, insbesondere den Ablenkerbohrungen A1 und A2, konnte die generelle Aufbereit- und Flotierbarkeit der Erze nachgewiesen und bestätigt werden [IMN 2010].

Es wurden jeweils die einzelnen vererzten Lithotypen (Sandstein, Kupferschiefer, Karbonatgestein) getrennt als auch das Gesamterz im Sinne einer Allflotation entsprechend aufbereitet und flотиert. Hierbei wurden bewusst die Erfahrungen des polnischen Instituts für Nichteisen-Metallurgie IMN Gliwice genutzt, die Technologieträger für die polnische Kupferindustrie sind.

Im Ergebnis dieser Untersuchungen konnte ein Konzentrat mit 26% Kupfer erzeugt werden. Das Ausbringen für Kupfer lag bei den Einzelversuchen zwischen 80 bis 84,5%.

Nachfolgend werden die Flotationsreagenzien, wie sie 2010 bei den durchgeführten Flotationsversuchen in Polen [IMN 2010] zum Einsatz kamen, aufgeführt:

- Sammler: Mixtur aus Ethyl- und Isobutyl-Xanthaten (aus den Laborversuchen optimierte Menge liegt bei 250 g/t Erz)
- Schäumer: Mixtur aus Polyglycolether bzw. Alkoxyalkanen (aus den Laborversuchen optimierte Menge liegt bei 100 g/t Erz)
- Drücker: Spezielle Mixtur des Instituts IMN Gliwice, im Wesentlichen Dextrin (aus den Laborversuchen optimierte Menge liegt bei 2 x 1000g/t Erz)

Im Ergebnis der zahlreichen Flotationsuntersuchungen des Institutes IMN Gliwice kann beispielhaft die finale Testreihe 451-454 aufgeführt werden:

- Kernmaterial der Bohrung CuSp 131/09 aus der Ablenkerbohrung A1.
- Zusammensetzung der gemischten Erz-Probe: 25,55% Karbonat (Dolomit), 5,49% Kupferschiefer und 69,06% Sandstein mit durchschnittlich 1,73% Kupfer.
- Ergebnis für das Endkonzentrat: 31,8% Kupfer bei einem Gesamtausbringen von 84,52% des Gesamtkupfers.

AMEC bestätigte die von IMN Gliwice 2011 erreichten Untersuchungsergebnisse aus den Aufbereitungs- und Flotationsversuchen. Als Bestandteil einer Pre-FS Studie wurde ein erweitertes Aufbereitungskonzept erstellt [AMEC 2012]. In Abbildung 18 wird daraus beispielhaft der Einsatz der verschiedenen Reagenzien in den verschiedenen Prozessstufen gezeigt.

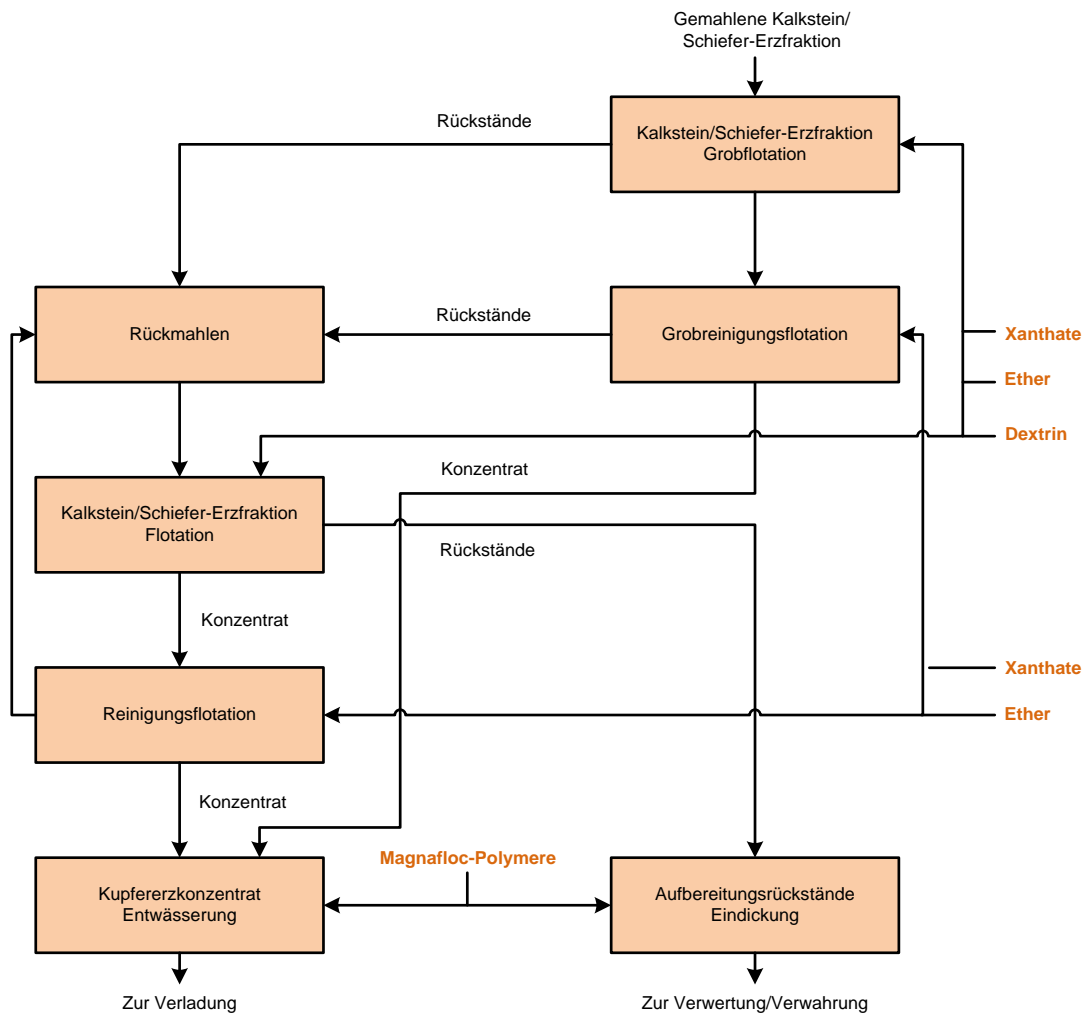


Abb. 18: Zugabe der Reagenzien in den laufenden Flotationsprozess [Quelle: KSL intern]

Technologische Planung

Das Erz wird bereits untertägig auf <20 cm vorgebrochen, dann nach Übertage befördert und in weiteren Stufen in den entsprechenden Brecheranlagen zerkleinert, um anschließend der optischen Sortierung zugeführt zu werden. Hierbei wird die tägliche Erzfördermenge in zwei Linien getrennt und weiterverarbeitet. Entscheidend für die Trennung in 2 Verarbeitungslinien sind die unterschiedlichen mineralogischen Eigenschaften und Korngrößen der Erzkörner in den verschiedenen Gesteinsformationen. Im Gegensatz zu den anderen vererzten Gesteinen besitzt der vererzte Kupferschiefer mit seinem hohen organischen Kohlenstoffanteil (C_{org}) eine besondere Bedeutung.

Der hohe Kohlenstoffanteil im Kupferschiefer und im geringen Umfang auch in den Karbonatgesteinen erfordert spezielle Technologien und Zusätze von Flotationsmitteln beim Aufbereitungsprozess. Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse können in den nun folgenden Brech- und Mahlprozessen die abgetrennte Sandsteinfraktion auf <80 μm ($D_{80} = 75 \mu m$) und die Kupferschiefer-Karbonatfraktion auf <30 μm ($D_{80} = 25 \mu m$) separat ausgemahlen werden.

Als Flotationsreagenzien werden eine Mischung aus Ethyl- und Isobutyl-Xanthaten (Sammler) mit 250 g/t Erz, eine Mixtur aus Polyglycolether bzw. Alkoxyalkane (Schäumer) mit 100 g/t Erz und 2 x 1000 g/t Dextrin (Drücker) verwendet.

Die Konzentrate werden durch eine Kombination von Eindickern und Vakuumfiltern auf ca. 92 Gew.-% Feststoffanteil entwässert und bis zur Verladung zwischengelagert. Bei der Entwässerung der Aufbereitungsrückstände entscheiden die Technologie der Verwertung bzw. Verwahrung und der für die Verwahrung vorgesehene Standort über den erforderlichen Grad der Entwässerung. Eindicker erreichen unter Zugabe von Flockungsmitteln (12 g/t Magnafloc-Polymere) ca. 65 Gew.-% Feststoffanteil, Filteranlagen ca. 83 Gew.-% Feststoffanteil (Anlage 19).

Die Aufbereitungsrückstände können anteilig mit Flugasche (und/oder Zement) gemischt als Versatzmaterial in die untertägigen Grubenräume eingebracht werden. Die gröber anfallende Sandsteinerzfraktion soll nach der Extraktion des Kupferkonzentrates bevorzugt als Versatzmaterial im Bergwerksbetrieb eingesetzt werden. Derzeitig wird in den Planungen ein Versatzanteil von 30 Gew.-% der Roherzförderung angestrebt.

Die entstehenden Aufbereitungsrückstände (Mineralstoffe bzw. Tailings) setzen sich aufgrund der wassergebundenen Aufbereitung aus festen Bestandteilen und Prozesswasser zusammen. Der Wasseranteil in den Rückständen kann in bestimmten Grenzen technisch eingestellt werden.

Für die Erzaufbereitung sind die in Abb. 19 schematisch dargestellten Stoffströme relevant:

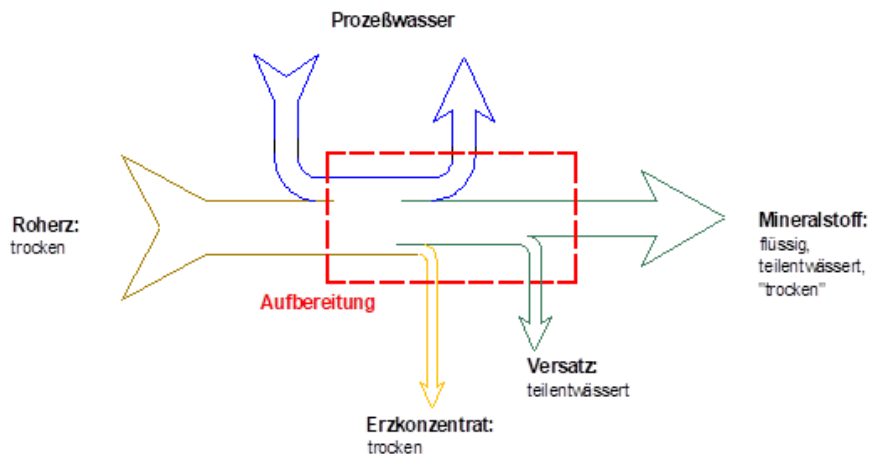


Abb. 19: Stoffströme der Erzaufbereitung [Quelle: KSL intern]

Die in den Tab. 2 und 3 angegebenen Mengen zeigen die prognostizierten Mengen der abzulagernden mineralischen Reststoffe (Tailings) in Abhängigkeit von verschiedenen Materialzuständen, die für verschiedene Ablagerungs- und Transportoptionen maßgeblich sind.

Unter Beachtung der gegenwärtig geplanten Laufzeit des Kupferbergwerks von ca. 20 Jahren ergibt sich folgendes Mengengerüst für das Mineralstoffmanagement bei einem planmäßig angenommenen Versatzanteil im Grubenfeld von 30%:

Tab. 2: Mengengerüst Mineralstoffmanagement mit planmäßigem Versatzanteil von 30% [GUB TM 2022]

Ablagerungsmengen													
Roherz- förder- menge	Erz- kon- zentrat	Versatz	abzu- lagernde Rück- stände	Wasser- gehalt Rück- stände	Zustand / Konsistenz Rück- stände	Wasser- anteil Rück- stände	Trocken- dichte Rück- stände	Roh- dichte Rück- stände	Masse Rück- stände	Volumen Rück- stände	Masse Rückstände (gerundet)	Volumen Rückstände (gerundet)	Situation
tägl.	tägl.	Anteil 30%	tägl.	%	-	tägl.	t/m³	t/m³	tägl.	m³/d	20,0 Jahre t	20,0 Jahre m³	-
t/d	t/d	t/d	t/d	%	-	t/d	t/m³	t/m³	t/d	m³/d	t	m³	-
13700	685	3905	9111	85,0%	flüssig	51626	0,82	1,11	60737	54963	443.000.000	401.000.000	Rohrleitungs- transport
13700	685	3905	9111	35,0%	teilent- wässert	4906	1,40	1,70	14016	8243	102.000.000	60.000.000	Rohrleitungs- transport
13700	685	3905	9111	20,0%	gesättigt	2278	1,77	2,03	11388	5615	83.000.000	41.000.000	Ablagerungs- volumen nach Sedimentation
13700	685	3905	9111	18,0%	erdfeucht, verdichtet	2000	1,83	2,08	11110	5337	81.000.000	39.000.000	Einbau Stack
13700	685	3905	9111	18,0%	erdfeucht, geschüttet	2000	1,44	1,70	11110	6536	81.000.000	48.000.000	Transport Stack

(Die in der letzten Zeile der Tabelle angegeben Mengen / Volumina resultieren aus der Schüttdichte und sind für Transportprozesse in trockener Form relevant.)

Im Vergleich dazu ergeben sich für einen minimalen Versatzanteil von 5 Gew.-% folgende Ausgangsmengen:

Tab. 3: Mengengerüst Mineralstoffmanagement bei minimalem Versatzanteil non 5% [GUB TM 2022]

Ablagerungsmengen													
Roherz- förder- menge	Erz- kon- zentrat	Versatz	abzu- lagernde Rück- stände	Wasser- gehalt Rück- stände	Zustand / Konsistenz Rück- stände	Wasser- anteil Rück- stände	Trocken- dichte Rück- stände	Roh- dichte Rück- stände	Masse Rück- stände	Volumen Rück- stände	Masse Rückstände (gerundet)	Volumen Rückstände (gerundet)	Situation
tägl.	tägl.	Anteil 5%	tägl.	%	-	tägl.	t/m³	t/m³	tägl.	m³/d	20,0 Jahre t	20,0 Jahre m³	-
t/d	t/d	t/d	t/d	%	-	t/d	t/m³	t/m³	t/d	m³/d	t	m³	-
13700	685	651	12364	85,0%	flüssig	70064	0,82	1,11	82428	74593	602.000.000	545.000.000	Rohrleitungs- transport
13700	685	651	12364	35,0%	teilent- wässert	6658	1,40	1,70	19022	11187	139.000.000	82.000.000	Rohrleitungs- transport
13700	685	651	12364	20,0%	gesättigt	3091	1,77	2,03	15455	7620	113.000.000	56.000.000	Ablagerungs- volumen nach Sedimentation
13700	685	651	12364	18,0%	erdfeucht, verdichtet	2714	1,83	2,08	15078	7243	110.000.000	53.000.000	Einbau Stack
13700	685	651	12364	18,0%	erdfeucht, geschüttet	2714	1,44	1,70	15078	8870	110.000.000	65.000.000	Transport Stack

Das Mengengerüst geht von fünf unterschiedlichen Materialzuständen (Konsistenzen) aus, die zu bestimmten Transportoptionen führen. Flüssige und teilentwässerte Rückstände sind hydraulisch mit Rohrleitungssystemen transportierbar. Entsprechende Korridore werden betrachtet und untersucht. Radgebundene Transportsysteme und Transporte über Gurtfördersysteme erfordern einen erdfeuchten („trockenen“) Zustand der Aufbereitungsrückstände.

Der Vergleich der Tabellen 2 und 3 zeigt, dass niedrige Versatzanteile zu deutlichen Ausweitungen der über Tage zu handhabenden Ablagerungs- und Transportvolumen führen. Untertägiger Versatz trägt maßgeblich zur Ressourcenschonung bei der übertägigen Ablagerung von Tailingsmaterial bei. Ihm sind jedoch technische und ökonomische Grenzen gesetzt, deren Ausmaß derzeit noch nicht abzuschätzen sind.

Entwässerungstechnologie

Entscheidend für die Konsistenz (Feststoff- bzw. Wassergehalt) der Aufbereitungsrückstände ist die angewandte Entwässerungstechnologie. Generell können 4 Technologien zur Anwendung kommen, die auch in [AMEC TM 11] beschrieben wurden:

- Hydrozyklone mit einem Überlauf (feines Material, mit 10-20% Feststoffgehalt) und einem Unterlauf (gröberes Material, mit 65-70% Feststoffgehalt),
- Eindicker zur Schlammerzeugung,
 - Standard-Eindicker (mit 30 - 40% Feststoff),
 - Hoch-Eindicker (mit 45 - 60% Feststoff),
 - Hochverdichtungs-Eindicker (mit 60 - 65% Feststoff).
- Tiefbett-Eindicker zur Erzeugung von pastösen Rückständen (mit > 65% Feststoffgehalt),
- Filterpressen für stark entwässerte Rückstände, die als trocken bezeichnet werden (mit 75 - 90% Feststoffgehalt).

Außer den mittels Filterpressen entwässerten Aufbereitungsrückständen (stark entwässerte bzw. gefilterte „trockene“ Rückstände) mit 75 – 90% Feststoffanteil können alle anderen Rückstände, einschließlich der pastösen, gepumpt werden.

6.3.3 Planung der Aufbereitung

Derzeit vorliegende Planungen gehen von einer mindestens 20 Jahre andauernden produktiven Phase des Kupferbergwerkes aus. Die Leistungsdaten des Bergwerkes bzw. die tägliche Roherzfördermenge bleibt weiterhin bestehen. Das Aufbereitungswerk wird für einen Durchsatz von 5 Mio. t/a Roherz mit einem durchschnittlichen Kupfer-Gehalt von 1,54 % geplant. Die Brecher und Mühlen als auch die Flotation einschließlich aller Nebenanlagen werden an 7 Tagen in der Woche betrieben, 20 Stunden pro Tag die Brecher und Mühlen und 24 Stunden pro Tag die Aufbereitung mit den Flotationszellen.

Die gesamte, derzeit für Bergwerk und Aufbereitung geplante, mechanische Ausrüstung ist in Anlage 20 mit wesentlichen Kennwerten zusammengefasst. Die Aufbereitungstechnologie für das hier vorliegende Kupfererz muss den Besonderheiten dieser Lagerstätte Rechnung tragen. Diese sind u. a. die Heterogenität des Erzes und der relativ hohe Anteil des organischen Kohlenstoffs, insbesondere im Kupferschiefer. Deshalb ist großer Wert auf ein hohes Ausbringen der Wertmetalle zu legen, wofür ein standortspezifisches Konzept zu entwickeln ist. Grundlagen dafür sind die Untersuchungen und Studien zwischen 2010 bis 2022.

7 Varianten zur Ablagerung und Verwahrung der Aufbereitungsrückstände

7.1 Mögliche Ablagerungsräume und Standorte

Die Teilflächen des Untersuchungsgebietes „Mineralstoffverwahrung“ befinden sich im Bereich der naturräumlichen Großeinheit „Lausitzer Becken- und Heideland“. Hier wurden und werden durch den Braunkohlentagebau große Hohlformen in der Landschaft geschaffen, die teilweise wieder mit Abraum verfüllt und rekultiviert werden oder als Tagebaurestseen das Landschaftsbild mitprägen. Die Idee, massenhaft anfallende Reststoffe in diese Hohlformen einzulagern und dadurch den Landverbrauch zu minimieren, ist aus landesplanerischer Sicht naheliegend. Infolge des erheblichen Umfangs an Aufbereitungsrückständen, die in der Laufzeit des Bergbaubetriebes erwartet werden, ergibt sich je nach Verwahrungsvariante ein entsprechend großes Ablagerungsvolumen im Bereich von 40 Mio. m³ bis 50 Mio. m³. Dieser Raumbedarf ist mit einem Flächenbedarf von ca. 125 ha bei einer Stapelhöhe von 55 m für oberirdische Ablagerungsformen verbunden, der in die Raumordnung einzugliedern ist [GUB 2022, Tailingsmanagement]. Wie groß letztlich der Flächen- und Volumenbedarf sein wird, hängt maßgeblich von der gewählten Verwahrungsvariante, deren möglicher Stapelhöhe und der Menge des anfallenden Tailingsmaterials ab.

Infolge des benötigten Einlagerungsvolumens wurden im Vorfeld bereits verschiedene Standorte ausgeschlossen. Verwahrungsvarianten, die die Ablagerung an mehreren kleinen Standorten erfordern, werden als unwirtschaftlich und wenig umweltfreundlich eingestuft und sollen nicht weiter betrachtet werden. Damit ergeben sich folgende potenzielle Einlagerungsorte unterhalb der Geländeoberfläche

- in Betrieb befindliche Tagebauflächen,
- Tagebaurestlöcher wie Randschläuche und Innenkippen,
- in Flutung befindliche Restseen.

Die in Tabelle 4 aufgeführten Grundvarianten können miteinander kombiniert werden. Kombinationsvarianten ermöglichen die Nutzung verschiedene Ablagerungsorte in unterschiedlichen Zeiträumen. Dadurch kann eine bessere Synchronisierung der Betriebsentwicklung von KSL und den Tagebauen der LEAG erzielt werden.

Tab. 4: Charakterisierung der Untersuchungsvarianten aus [GUB TM 2022]

Lage zur GOK	Ablagerungsraum	Standorte	Verwahrungs-behälter, Containment	Einbring-verfahren	Milieu	Untersuchungs-varianten
unterirdisch	aktiver Tagebau	Welzow, Nochten	Absetzerkippe, AFB-Kippe (Direktversturz)	Mitverkipfung (trocken)	trocken, aerob, später: z.T. aerob, anaerob	E ...
	offen gelassener Tagebauraum	Welzow, Nochten	Randschlauch, auf AFB-Kippe	Trocken-ablagerung, Einspülung		A ...
	in Flutung befindlicher Resttagebau, Restsee	Spreetaler See, Restseen Nochten u. Welzow	Restsee	Einspülung	naß, anaerob	B ...
oberirdisch	Gelände im Umfeld der Aufbereitung	Tagesanlagen : TA Süd, TA Nord	Pond, Absetzbecken mit Ringdamm	Einspülung	naß, später: z.T. anaerob/ aerob	C ...
		Umfeld: TA Südwest, TA Südost	Stack, Halde	Trockenablagerung, Aufhaldung	trocken, aerob	D ...

Unter den aktuell gültigen zeitlichen Rahmenbedingungen des Kohlenausstieges wird die Nutzung von Resträumen in Tagebauen ermöglicht und verbessert. Im Umfeld des geplanten Bergwerksstandortes der KSL GmbH kommen dafür die aktiven Braunkohlentagebaue Welzow-Süd und Nochten der Lausitzer Energie AG (LEAG) in Betracht.

Der Tagebau Welzow-Süd befindet sich ca. 13 km westlich des Stadtzentrums von Spremberg im Bundesland Brandenburg, der Tagebau Nochten liegt südöstlich von Spremberg im Freistaat Sachsen. Beide sind in den Anlagen 21a und 21b dargestellt. Bezogen auf die aktuellen Lagen der Tagebaubetriebe befindet sich der geplante Standort des Kupferschieferbergwerkes etwa in der Mitte zwischen den Tagebauen. Luftlinie beträgt die Entfernung jeweils ca. 15 km bis ins Zentrum des Tagebaus. Nach Erreichen der Tagebauendstellungen werden mögliche Ablagerungsräume am östlichen Rand des Tagebaus Welzow und am westlichen Rand des Tagebaus Nochten entstehen.

Standorte für oberirdische Ablagerungsvarianten in Absetzbecken (Ponds) werden nicht weiter betrachtet. Sie wurden bereits in den bisherigen Untersuchungen [GUB TM 2013] ausgeschlossen. Für Trockenstapel (Stacks) bestehen maximal 4 Standorte zur Auswahl.

- TA Süd,
- TA Nord,
- TA Südwest,
- TA Südost

Den Standorten TA Südwest, TA Südost und TA Nord wird aktuell keine Bedeutung mehr beigemessen. Relevant bleibt der Standort TA Süd. In Tabelle 5 sind die Standorte für die Ablagerung von Tailingsmaterial ersichtlich.

Tab. 5: Räumliche Einordnung der Standorte [GUB TM 2022]

Standorte	Entfernung zu Tagesanlagen (Luftlinie)	Bundesland
Tagebau Welzow Süd	ca. 10 km	Brandenburg
Tagebau Nochten	ca. 9 km	Sachsen
Spreetaler See	ca. 12 km	Sachsen
TA Süd	ca. 1 km	Brandenburg

Für die beiden aktiven Tagebaue Welzow-Süd und Nochten ergeben sich weitere technologische Varianten wie die Verbringungen in Tagebauresträumen (z.B. Randschläuche) und die Mitverkipfung im laufenden Tagebaubetrieb. Damit verbunden sind auch verschiedene Teilräume innerhalb der Tagebaue. Für den Standort „Spreetaler Restsee“ ergibt sich allein die Verbringung der Rückstände auf den Seegrund. Standort und Einlagerungsraum sind damit auf die Seefläche festgelegt.

Die Art des Mineralstofftransports vom Entstehungsort zum Ablagerungsort wird im Wesentlichen durch ihre physikalische Beschaffenheit bestimmt und wird im Planfeststellungsverfahren eingehender betrachtet. Das Transportkonzept ist in Anl2-01-MV Anlage 3 ersichtlich und in Anl2-01-MV, Kapitel 5.1.4.2. angerissen. In Tabelle 6 sind die diesbezüglich die Optionen erfasst.

Tab. 6: Transportoptionen in Abhängigkeit von der Mineralstoffbeschaffenheit [GUB TM 2013]

Entwässerungsgrad	roh	eingedickt, teilentwässert	gefiltert
Transportzustand	flüssig, Suspension	breiig - pastös, Paste	erdfeucht, "trocken", stückig, Filterkuchen
Transportoption	Rohrleitung	Rohrleitung	SLKW, LKW, Bahn, Bandanlage
wirtschaftliche Transportdistanz ca.	0 ... 10 km	0 ... 5 km	SLKW (NL > 20 t) 0 ... 5 km LKW (NL ≤ 20 t) 0 ... 10 km Bahn > 5 km Bandanlage 0 ... 5 km

Die bereits eingedickten Aufbereitungsrückstände können als eine mögliche Transportoption zum Standort der Verwahrung gepumpt werden. Welcher Grad der Eindickung für die jeweilige Transportentfernung optimal ist, stellt eine weitere Optimierungsaufgabe dar und kann nicht allgemeingültig beantwortet werden.

Für die Führung einer Rohrleitung bestehen mehrere Optionen. Die Trassenkorridore hierfür sind in der Anlage 21a dargestellt. Die dafür vorgesehene Stahlrohrleitung erfordert voraussichtlich mehrere Pumpstationen. Die Auslegung der Rohrleitung erfolgt entsprechend der Verordnung über Anlagen

zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAUWS) vorsorglich oberirdisch und mit ausreichend dimensionierter Rückhalteeinrichtung bei Leckagen.

Überschüssiges Wasser am Verwahrungsort gelangt durch eine Rücklaufleitung und nach eventuell erforderlicher Reinigung wieder in den Erzaufbereitungsprozess zurück. Es werden also mindestens zwei Leitungen in den zu untersuchenden Trassen verlegt, die einschließlich eines parallel verlaufenden Weges eine Breite von max. 10 m aufweisen. Die Transportoption über Rohrleitungssysteme ist verfahrenstechnisch vorteilhaft für Nassverwahrungskonzepte wie die Verspülung in Tagebaurestlöchern oder Tagebaurestseen.

Daneben besteht als Alternative der „trockene“ Transport. Diese Option ermöglicht bzw. ist Voraussetzung für radgebundene Transportsysteme sowie Gurtfördersysteme und bedingt die weitgehende Trocknung der Aufbereitungsrückstände vor dem Transport. Damit findet sie vorrangig Anwendung für die Ablagerung in einer Mineralstoffhalde (Stack) oder bei Mitverkippsverfahren in Tagebauen.

Radgebundene Transportsysteme können weiter in Schienen- und Straßentransport unterteilt werden. Ein Bahntransport kommt primär als Massentransportsystem für größere Transportdistanzen in Frage, während LKW-Technik eher für die Kurzstrecke innerhalb von Betriebsgrenzen als Massentransportmittel geeignet ist. Auf öffentlichen Straßen ist der Einsatz von LKWs als Haupttransportsystem im Mineralstoffmanagement wegen der großen Umfänge weniger oder nicht geeignet.

In der Anlage 3 des Fachgutachtens „Konzeption des Mineralstoffmanagements“ (Anl2-01-MV / [GUB TM 2022]) sind die räumlichen Zusammenhänge der möglichen Standorte zur Übersicht dargestellt.

7.2 Bisher untersuchte Varianten

Als Varianten für die Mineralstoffverwahrung wurden bisher sowohl die Möglichkeiten der Verbringung in Tagebaugelände und in Tagebaurestseen als auch die Verwahrung auf der Erdoberfläche unter ökonomischen, operativen, umweltrelevanten und sozialen Gesichtspunkten untersucht. Dabei wurden nachfolgend dargestellte technologische Varianten (Abb. 20) betrachtet.

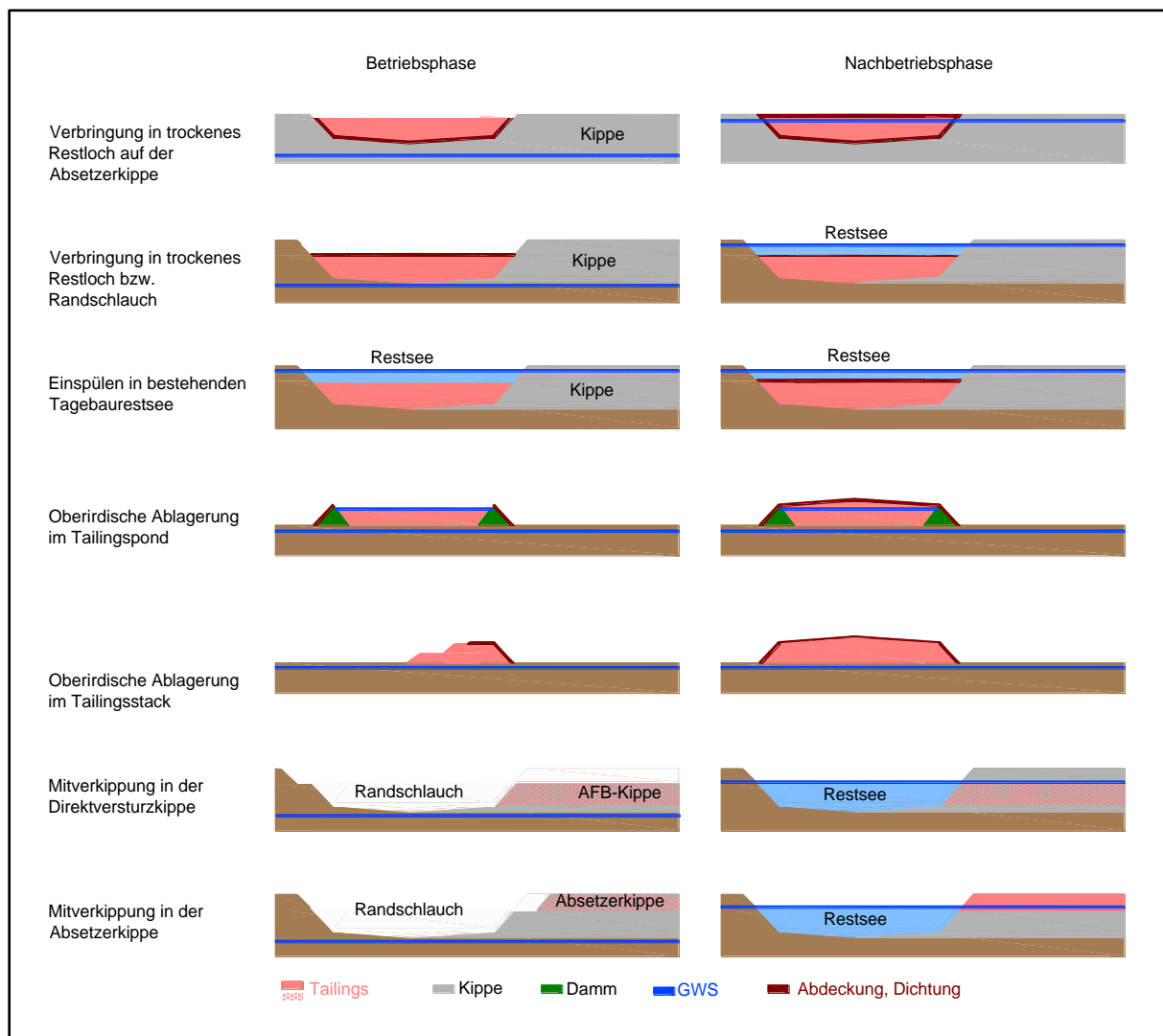


Abb. 20: Prinzipskizze der möglichen Varianten zur Mineralstoffverwahrung [GUB TM 2013]

Die Kombination von verfahrenstechnischen Optionen mit den möglichen Untersuchungsstandorten führte zu den in der nachfolgenden Tabelle 7 aufgeführten Varianten [GUB TM 2022].

Tab. 7: Bisher untersuchte Varianten [GUB TM 2022]

Variantenbezeichnung	Art der Verwahrung	Containment, Ort der Verwahrung	Lage/Standorte	Grundkonzept
A 1	Verbringung in trockenes Restloch	Randschlauch	RS TB Welzow Süd	Flotation, Tailingtransport als Originalschlamm, geschlossenes Pumpleitungssystem, Einspülen in zu errichtenden Tailingpond, später gesamtes Restloch, Wasserhaltung und Rückführung zur Aufbereitung, Endabdeckung oder Restsee, Rekultivierung
A 2		Innenkippe	IK TB Welzow Süd	Flotation, Filtration, Bahntransport, Umschlag/ Zwischenlager, erdbau-technischer Einbau, Endabdeckung, Rekultivierung
A 3		Randschlauch	RS TB Nochten	Analog A1
A 4		Innenkippe	IK TB Nochten	Analog A2
B1	Verbringung in Bergbaufolgesee	Restsee, Seeboden	Spreetaler See	Flotation, Tailingtransport als Originalschlamm, Pumprohrleitung (Zweiwegesystem) zum Spreetaler See, unterseeische Einspülung, abschließende unterseeische Abdeckung.
C 1	Oberirdische Ablagerung	Tailingpond	TA Nord	Flotation, Tailingtransport als Originalschlamm, geschlossenes Pumprohrleitungssystem, Direktverspülung in Tailingpond, (Sammeln der Sickerwässer und Rückführung in die Aufbereitung), Zwischen- und Endabdeckung, Rekultivierung
C 2			TA Süd	
C 3			TA Südwest	
C 4			TA Südost	
D 1	Oberirdische Ablagerung	Tailingstack	TA Nord	Flotation, Filtration, Transport mit Förderbändern od. Radtechnik, erdbautechnischer Einbau, Sammeln der Sickerwässer und Rückführung in die Aufbereitung, Endabdeckung, Rekultivierung
D 2			TA Süd	
D 3			TA Südwest	
D 4			TA Südost	
E 1	Mitverkipfung im Tagebaubetrieb	Innenkippe, Absetzerkippe	TB Welzow Süd	Flotation, Filtration (FS, trocken), Bahntransport, Zwischenlagerung, Einschleusen in Verkipfungsbetrieb Tgb (Vorschnitt)
E 2		Innenkippe, AFB-Kippe (Direktversturz)	TB Welzow Süd	Flotation, Filtration (FS, trocken), Bahntransport, Zwischenlagerung, Einschleusen in Brückenbetrieb Tgb (Brückenschnitt)
E 3		Innenkippe, Absetzerkippe	TB Nochten	Analog E1
E 4		Innenkippe, AFB-Kippe (Direktversturz)	TB Nochten	Analog E2

Im Rahmen der Konzepterstellung zum Mineralstoffmanagement [GUB TM 2013, GUB TM 2022] wurden die Varianten zur Ablagerung des Tailingsmaterials erarbeitet und bewertet. Die detaillierte Darstellung und Erläuterung der möglichen Tailingsvarianten ist [GUB TM 2022] zu entnehmen. Im nachfolgenden Kapitel 7.3 sind die derzeitigen (Stand 2022) Referenz- und Vorzugsvarianten kurz beschrieben.

7.3 Entwicklungsstand und Perspektiven der derzeitigen Varianten

Variante MV1: Einspülen in den Tagebaurestsee Spreetaler See (MV1)

Es bestehen zu dieser Variante technische Konzepte, wie der Transport und die Einlagerung des Mineralstoffes in den See erfolgen kann. Für das Raumordnungsverfahren sind die Korridore für die Rohrleitungstrasse und der Zugang zum See definiert. Technische Konzepte für die Nutzung zur subaquatischen Einlagerung im See bestehen.

Da sich der Spreetaler See noch in der Sanierung durch die LMBV befindet, sind die Rahmenbedingungen, unter denen eine entsprechende Nutzung erfolgen kann, auch aktuell noch nicht hinreichend definiert. Beim Spreetaler See handelt es sich um einen kleineren Restsee eines ehemaligen Tagebaus. Im Vergleich zu den in den Tagebauen Nochten und Welzow entstehenden Restseen ist das zur Verfügung stehende Stapelvolumen klein. Für größere Tailingsmassen ist eine Ablagerung möglicherweise nicht mehr möglich, ohne dass die verbleibende Wasserlamelle zu flach wird. Vor einer endgültigen Festlegung für den Spreetaler See sollte das noch verfügbare Stapelvolumen auf der Grundlage aktueller Daten überprüft werden [GUB TM 2022].

Das künftige Nutzungskonzept sieht eine touristische Nutzung der Seefläche mit Bootsverkehr vor. Die Definition der Bedingungen, unter denen der See durch KSL genutzt werden könnte, ist somit Voraussetzung für die Weiterentwicklung dieser Variante. Die Flutung des Sees geht ihrem Ende entgegen. Die touristische Entwicklung des Spreetaler Sees führt bis zum Anlaufen der Produktion bei KSL in mehr als einem Jahrzehnt möglicherweise zu Restriktionen bei der Nutzung als Ablagerungsraum für Tailingsmaterial.

Weitere Abstimmungen und Vereinbarungen mit den Rechtsträgern und dem zuständigen Planungsverband werden bei der Weiterverfolgung dieser Option zunehmend von entscheidender Bedeutung sein. Obwohl die Nutzung des Spreetaler Sees technisch gut zu realisieren wäre, ist diese Variante wegen der touristischen Nutzung auszuschließen [nach GUB TM 2022].

Ablagerungsvarianten in den umliegenden Tagebauen Nochten und Welzow Süd, die ein vergleichbares Ablagerungskonzept verfolgen, bieten perspektivisch mehr Entwicklungspotential und werden nachfolgend kurz beschrieben.

Varianten MV2 und MV4: Verbringung in Bergbaufolgeseen, Tagebaue Nochten (MV2) und Welzow (MV4)

Die Varianten MV2 und MV4 kombinieren zwei bisher getrennt betrachtete Ablagerungskonzepte und stellen Möglichkeiten zur Nutzung der Tagebauresträume dar. Eine Ablagerung in trockenen Resträumen der auslaufenden Tagebaue ergibt sich aus den zeitlichen Rahmenbedingungen bzw. dem Zustand des Tagebaurestloches zum geplanten Zeitpunkt der Erzproduktion von KSL [GUB TM 2022].

Das Ablagerungskonzept der Variante MV2 ist weitgehend tolerant gegenüber zeitlichen Verschiebungen. Letztere führen zu Änderungen bei Dauer der Verspülphasen in den trockenen Restraum und den entstehenden Restsee. Wichtige Zeitpunkte sind der Produktionsbeginn von KSL und der Zeitpunkt, ab dem Ablagerungsräume im Tagebau verfügbar werden. Der Restraum wird nach dem Ausräumen und der Verwahrung des Tagebaus verfügbar. Hierzu liegen noch keine gesicherten Angaben vor [GUB TM 2022].

Die Nutzung des Restraumes wird zu einem früheren Zeitpunkt möglich, wenn Hohlformen (Randschläuche) vom noch laufenden Tagebaubetrieb separiert werden können. Im Tagebau Nochten sind entsprechend nutzbare Bereiche erkennbar. Die technische Machbarkeit ist grundsätzlich gegeben. Die aktuellen Zeitplanungen [GUB TM 2022] bieten ebenfalls die Voraussetzungen dazu.

Mit der Vermeidung von Flächenverbrauch und der Nutzung beanspruchter Flächen bestehen neben anderen Sachverhalten weitere Synergien, die der Region, dem Abschluss der Braunkohlentagebaue und dem Kupferschieferprojekt insgesamt entgegenkommen.

Die Ablagerung der Rückstände in den Tagebaurestraum Nochten (Prinzipskizze Abb. 21) entsprechend der Kombinationsvariante K4 aus [GUB TM 2022] stellt somit insgesamt eine vorteilhafte Lösung dar. Eine Vielzahl betrachteter Kriterien sprechen für dieses Ablagerungskonzept. Deshalb sollte diese Variante mit hoher Priorität verfolgt und noch offene Fragenstellungen geklärt werden. Abstimmungen mit LEAG und weitere Präzisierungen sind Voraussetzungen für eine entsprechende Vorplanung.

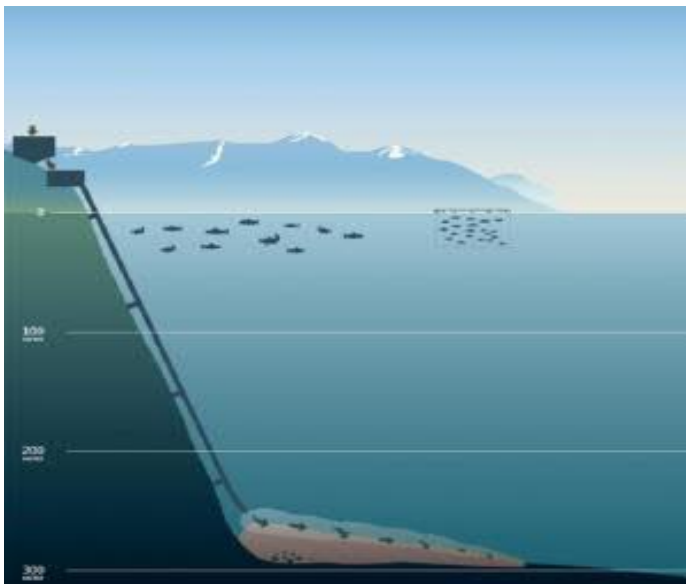


Abb. 21: Prinzipskizze zum Einspülen des Tailingsmaterials in den entstehenden Tagebausee Nochten. Das Material wird über ein Rohr bis zum Boden des Tagebausees befördert und dort niedrigerenergetisch abgelagert.

Das Ablagerungskonzept der Variante MV4 (Tagebau Welzow) ist analog der Variante MV2 aus [GUB TM 2022] angelegt. Unterschiede zwischen den Tagebauen Nochten und Welzow Süd ergeben sich aus

tagebauspezifischen Sachverhalten wie der zeitlichen Entwicklung, der Abbauführung und den örtlichen Gegebenheiten.

Die Erreichbarkeit des Ablagerungsraumes stellt sich im Tagebau Welzow ungünstiger dar, da die Entfernung in den Korridoren länger ist und durch dichter besiedeltes Gebiet führt. Die Ausstattung mit nutzbaren Hohlformen ist weniger vorteilhaft und flexibel als im Tagebau Nochten einzuordnen. Dem gegenüber steht der Vorteil der frühzeitigeren Nutzung bereits Anfang bis Mitte der 2030iger Jahre. Eine Entscheidung für oder gegen diese Variante ist jedoch erst sinnvoll, wenn gesicherte Planungen vorliegen. Es wird daher empfohlen die Varianten K4 und K5 aus [GUB TM 2022] im Raumordnungsverfahren mit gleicher Priorität vorzusehen.

Referenzvariante MV3.1 MV3.2: TA Süd (MV3.1) + TA Nord (MV3.2)

Die an dieser Stelle genannte Referenzvariante wird im Weiteren vorgestellt, um die Vorzugsvarianten MV2 und MV4 ins Verhältnis zu setzen, stellen nach jetzigem Planungsstand jedoch erst einmal Ausweichmöglichkeiten dar.

Mit den Untersuchungen zum Mineralstoffmanagement [GUB TM 2013, GUB TM 2022] liegt für TA Süd ein weiter entwickelter Planungsstand gegenüber den Vorzugsvarianten vor.

Der Stack TA Süd wurde im Rahmen einer Vorplanung [GUB TM 2013] in seiner Lage, maximalen Größe und Form für den Endzustand bemessen. Die geodätischen Grundlagen für die raumordnerische Einordnung liegen damit vor. Technologische Grundlagen zum Aufbau und Betrieb des Stacks für vertiefende Planungen wurden gelegt.

Für den Stack TA Nord ist dieser Stand noch nicht erreicht. Eine Vorbemessung zur Abschätzung geometrischer Daten erfordert die Vorgabe betrieblicher Planungen seitens KSL [GUB TM 2022], wird jedoch voraussichtlich nicht mehr verfolgt werden, wenn Stack TA Süd bis 55 m stapelbar sein sollte und die Flotation nicht mehr Tailingsmaterial auswirft als erwartet.

7.4 Zusammenfassung zum Planungsstand Verwahrung der Aufbereitungsrückstände

Die subaquatische Ablagerung im Tagebaurestsee [IWB 2022] gewinnt zunehmend an Bedeutung. Für den Restsee Spreetal wurde in der ersten Untersuchung zum Mineralstoffmanagement [GUB TM 2013] ein Konzept erarbeitet, das das Einspülen des Tailingsmaterials in den bestehenden See vorsieht. Die geplante touristische Nutzung des Spreetaler Restsees stellt an dieser Stelle jedoch ein Ausschlusskriterium dar. Das Konzept kann aber zur subaquatischen Einspülung des Tailingsmaterials in die Tagebaurestseen Nochten (Sachsen) und/oder Welzow (Brandenburg) Anwendung finden.

Die Konzepte sehen die Ablagerung des Tailingsmaterials in noch trockenen Hohlformen des auslaufenden Braunkohlenabbaus ab Mitte der 2030iger Jahre und die Verspülung in die sich füllenden Restseen vor. Die Größe der Resträume und die langen Flutungszeiträume ermöglichen das Ablagern des gesamten Tailingsaufkommens. Es bestehen in den Tagebauen Nochten und Welzow entsprechende Möglichkeiten, wobei Tagebau Nochten die insgesamt günstigeren Rahmenbedingungen bietet.

Die subaquatischen Varianten kommen nur unter Mitwirkung anderer Unternehmen (LE-B) und Organisationen (LMBV) des Braunkohlenbergbaus zustande. Durch frühzeitige Kooperation und Abstimmungen können bestehende Synergien nutzbar gemacht werden.

Für das Kupferschieferprojekt ist es aus unternehmerischer Sicht ebenfalls wichtig, eine eigenständige Variante zu entwickeln, die mit großer Sicherheit im anstehenden ROV realisierbar ist.

Die besten Voraussetzungen dafür bringt die Variante Stack TA Süd mit, die als Referenzvariante angesehen wird. Künftige Produktionsausweitungen müssten über die Schaffung weiterer Stapelfläche abgesichert werden. In diesem Fall bietet sich die Inbetriebnahme des weiter nördlich gelegenen Stack TA Nord als erweiterte Referenzvariante an, welche jedoch erst dann in einem Genehmigungsverfahren behandelt wird, wenn eine Produktionserweiterung absehbar ist. Zur Vermeidung von Schadensfällen (Siedlungsabstände u. a.) würden bei Priorisierung dieser Variante im Planfeststellungsverfahren weitere geotechnische Untersuchungen erfolgen.

Als subaquatische Ablagerungsformen ist die Ablagerung in den entstehenden Restseen Nochten oder Welzow zu benennen. Sie bieten Vorzüge, die der Variante Spreetaler Restsee vergleichbar sind, stellen jedoch komplexere Vorhaben mit Entwicklungspotenzial dar.

Somit werden die in [GUB TM 2022] aufgeführten Varianten zur Ablagerung des Tailingsmaterials für die Aufnahme in das Raumordnungsverfahren empfohlen:

- | | |
|----------------------------|---|
| • Variante MV1 | Verspülung in den Spreetaler Restsee, |
| • Variante MV2 | Verspülung im Restloch/ Randschlauch Nochten, |
| • Variante MV3.1 und MV3.2 | Oberirdische Ablagerung im TA Süd + TA Nord und |
| • Variante MV4 | Verspülung im Restloch/ Randschlauch Welzow. |

In Abhängigkeit einer Einigung mit den Unternehmen LE-B und LMBV und unter Einhaltung der ökologischen und wirtschaftlichen Ziele der KSL wird derzeit die Verspülung des Tailingsmaterials im langfristig entstehenden Tagebaurestsee Nochten priorisiert. Als Ausweichmöglichkeiten kommen derzeit die Verspülung im langfristig entstehenden Tagebaurestsee Welzow und die oberirdische Ablagerung in dem Stack TA Süd (und ggf. TA Nord) in Frage, während die Verspülung im Spreetaler Restsee zwar weiter diskutiert, jedoch nur unwahrscheinlich umgesetzt werden wird.

8 Wassermanagement, Grubenwasserhaltung und Gewässereinleitung

8.1 Bisherige Wasserbilanz

Die bisherige Projektplanung beinhaltet ein Betriebswassermanagement aus mehreren Quellen:

- Grubenwasser aus der Freihaltung des Bergwerks zur Ermöglichung der untertägigen Arbeiten, mit schwankender Salinität [IWB 2022, MK 1974 a-c, AMEC HG 2011],
- Wasser im Roherz,
- Niederschlagswasser von den Schacht- und Tagesanlagen und
- Abflusswasser von der Tailingsverwahrung.

Infolge der sandigen Böden am geplanten Bergwerksstandort existieren nur vereinzelt Oberflächengewässer, die zumeist in größerer Entfernung vom Betriebsstandort vorkommen. Es handelt sich dabei um die Spree, welche die Stadt Spremberg durch ein tief eingeschnittenes Flussbett durchquert und nördlich von Spremberg das System der Talsperre mit Vor- und Hauptstaubecken füllt. Südlich von Spremberg befinden sich mehrere Seen, die durch Flutung ehemaliger Braunkohlentagebaurestlöcher entstanden sind.

Der Standort weist laut DWD-Gutachten [DWD 2011] durchschnittlich eine jährliche Niederschlagsmenge von 670 mm auf. Monatliche Werte schwanken zwischen 40 mm im Oktober und 80 mm im August. Dagegen beträgt die durchschnittliche jährliche Verdunstung 635 mm. Basierend auf dem mittleren monatlichen Abfluss der Spree und ihrem Einzugsgebiet von 2092 km² Wasser verlassen schätzungsweise etwa 22% des eingegangenen Niederschlags das Einzugsgebiet über den Fluss [AMEC WB 2011].

Die Auswertung der hydrogeologischen Modellierung in den Festgesteinsschichten lässt Wasserzuflüsse in den untertägigen Grubenbau in der Schwankungsbreite von 60.000 bis 300.000 m³/Monat erwarten [AMEC HG 2011]. Dabei geht der hohe Wert von der Annahme aus, dass die Hauptstörungssysteme im Deckgebirge nicht verheilt und wasserdurchlässig sind, wogegen der minimale Betrag einzig aus dem Grundwasserdurchgang vom letzten tertiären Grundwasserleiter (GL 8) über das geringdurchlässige, teilweise aus Salzschiefer aufbaute Festgestein bis in das Bergwerk resultiert.

Mit dem Roherz werden monatlich zusätzlich 16.440 m³ Wasser gefördert. Die Niederschlagsmengen betragen auf einer 40 ha großen Fläche für die Tages- und Schachtanlagen entsprechend des DWD-Gutachtens 7.921 m³/Monat und ergeben skaliert auf den derzeit erwarteten Flächenbedarf von 45 ha etwa 8.911 m³/Monat. Bei einer aktiven, zu entwässernden Fläche von 80 ha Tailingsverwahrung (trockenes Einstapeln) fallen nach einem Modell der AMEC-Studie von 2011 ca. 21.272 m³/Monat Wasser an, welches für eine Verwertung in der Erzaufbereitung verwendet werden kann.

Die bislang betrachtete Wasserbilanz für den Betriebsstandort der KSL entstand mit der Absicht, die Abflussmengen von einer trockenen Tailingsverwahrung (z.B. vom Tailing Stack Süd) für die Erzaufbereitung zu nutzen und dort durch so viel Grubenwasser zu ergänzen, wie es technisch möglich ist, um

die Einleitung des überschüssigen Grubenwassers in Oberflächengewässer wie z.B. in die Spree zu reduzieren. Schätzungsweise 24.000 m³ Grubenwasser können im Monat bei der Erzaufbereitung eingesetzt werden. Die verbleibenden Grubenwassermengen sind nach einer eventuellen Aufbereitung/Entsorgung entsprechend dem im Kapitel 8.5 vorgeschlagenen Konzept zu reinigen und abzuleiten. Nach [AMEC 2012] und [UIT 2011] wurden Mengenangaben für die anfallenden Grubenwässer von 2.000, 6.000 und 10.000 m³/d angenommen. Bei den 6.000 m³/d handelt es sich um einen durchschnittlichen Grubenwasseranfall, der sich bei durchlässigen Störungssystemen nach einem Drittel der Gesamtlaufzeit für den Abbau der Lagerstätte einstellen kann. Dagegen bedeuten 10.000 m³/d (300.000 m³/Monat) eine maximal mögliche Grubenwassermenge, die gegen Ende des Abbaubetriebs möglich werden kann.

8.2 Prognostizierte Wassermengen

Zu den prognostizierten Mengen der anfallenden Grubenwässer innerhalb der Kupfererzlagerstätte wird das Gutachten der UIT von 2011 herangezogen. Die UIT hatte technologische und wirtschaftliche Betrachtungen zur Behandlung des Grubenwassers angestellt. Dazu lagen 2011 die gleichen Quellen [MK 1973] und [MK 1974b] vor, die auch 2022 zur Erstellung der jeweiligen Fachgutachten genutzt wurden. Von der UIT wurden anhand der vorhandenen Altunterlagen [MK 1973 und MK 1974] und der Pre-FS-Studie [AMEC 2012] zwei Fälle für die geohydraulischen Eigenschaften des Deckgebirges definiert:

- ein weitgehend undurchlässiges Deckgebirge mit geringem Störungsmuster (Fall 1) und
- ein stärker durchlässiges Deckgebirge infolge wassergängiger Störungen / Klüfte (Fall 2).

Als Bemessungsgrundlagen für die Behandlung des Grubenwassers wurden 1. ein Drittel der Abbauentwicklung und 2. die vollständige Abbauentwicklung der Kupferlagerstätte Spremberg- Graustein betrachtet (Tabelle 8). Je nach Kombination der Varianten ergab sich eine Grubenwassermenge zwischen 1,4 und 6,9 m³/min.

Tab. 8: Zahlengerüst über die Salzbelastung der Grubenwässer nach 20 Jahren Betriebsdauer des Kupferbergwerks KSL [UIT 2011]

Geohydraulische Eigenschaften des Deckgebirges	Spanne	1/3 Abbauentwicklung			Vollständige Abbauentwicklung		
		Volumenstrom	TDS	Fracht	Volumenstrom	TDS	Fracht
			g/L	kt/a		g/L	kt/a
Fall 1: undurchlässig	Min	1,4 m³/min	60	44	1,4 m³/min	100	73
	Max	oder 2.000 m³/d	90	66	oder 2.000 m³/d	150	110
Fall 2: durchlässig	Min	4,2 m³/min	30	66	6,9 m³/min	50	183
	Max	oder 6.000 m³/d	50	110	oder 10.000 m³/d	80	292

Der Fall 1 kann dabei als Best Case und der Fall 2 als Worst Case betrachtet werden. Ungeachtet dessen ist von einer noch bestehenden großen Unschärfe der Eingangsdaten für die Mengenangaben der anfallenden Grubenwässer auszugehen [IWB 2022).

Ältere Modellrechnungen des ehemaligen Mansfeld Kombines aus den Jahren 1972 bis 1974 [MK 1973 und MK 1974b] sowie der ehemaligen VEB Projektierung Wasserwirtschaft in Cottbus [WÜN 1973] ergeben maximale Volumenströme von 6,9 – 7,4 m³/min (nach 20 Jahren Abbau) und unterstützen das Worst-Case-Szenario des UIT Gutachtens, welches zukünftig für eine risikominimierte Bemessung herangezogen wird.

8.3 Umgang mit dem Grubenwasser

In den ersten Untersuchungen des Mansfeld Kombines [MK 1974a] bezüglich der Kupferlagerstätten Graustein und Spremberg wurden zum Umgang mit dem Gruben- bzw. Sumpfungswasser folgende Varianten erwogen:

- eine Entsalzung,
- die Ableitung mittels einer Solepipeline (zur Oder) und
- das Verpressen in den Untergrund.

Für eine Entsalzung (Variante I) wurden der Energiebedarf und die Kosten berechnet. Die Entsalzung wurde als grundsätzliche Option in Erwägung gezogen. Einen Stand der Technik für die Entsalzung von salzhaltigem Grubenwasser gab es in der DDR seinerzeit jedoch noch nicht. Die Autoren in [MK 1974a] verweisen auf entsprechende verfahrenstechnische Entwicklungen in der Volksrepublik Polen.

Für die Variante II wurde eine Einleitung des salzhaltigen Grubenwassers ausschließlich in die Oder bei Guben in Betracht gezogen. Den Erwägungen des Baus einer knapp 100 Kilometer langen Solepipeline lagen Abschätzungen zur Menge des Grubenwassers, zur Salinität und zu den Gesamtkosten vor.

Die Variante III, das Verpressen in den Untergrund, wurde aufgrund fehlender unterirdischer Speicherräume in der Umgebung der Kupfererzlagstätte ohne weitere Vertiefung verworfen.

Nach Evaluation der frühen Untersuchungen des Mansfeld Kombines, unter Berücksichtigung des aktuellen Zustandes des Braunkohlenbergbaus und unter Einbeziehung des neuen Standes der Technik wird das Grubenwassermanagement unter neuen Gesichtspunkten betrachtet bzw. die in Betracht kommenden Varianten erweitert. Dazu gehören:

1. die Einleitung in eine Vorflut,
2. die Entsalzung,
3. das Verpressen in den Untergrund,
4. die Einstapelung in eine Bergbauhohlform des Braunkohlenbergbaus sowie
5. die Rückverfüllung bzw. Flutung des Kupferbergwerkes.

Die Einleitung salinarer Wässer in die Vorflut (Variante 1) ist nach wie vor Stand der Technik in der Kali- und Salzindustrie. Die Kali- und Salzindustrie steht jedoch insbesondere wegen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie unter enormen umweltpolitischen Druck, so dass diese Option der KSL (Kapitel 8.4) voraussichtlich nicht mehr umfassend zur Verfügung steht. Da diese Option wirtschaftlich ist und sich ggf. mit anderen Optionen kombinieren lässt, wird sie dennoch mit betrachtet.

Zur Entsalzung salinarer Wässer (Variante 2) hat sich in den zurückliegenden 50 Jahren ein neuer Stand der Technik entwickelt (Kapitel 8.5). Neu sind vor allem physikalische Verfahren. Unverändert geblieben ist der hohe Energiebedarf für thermische Verfahren der Entsalzung. Die seinerzeit bei der Braunkohlenverstromung reichlich anfallende und kostengünstig verfügbare Abwärme steht nach dem Kohleausstieg 2038 für die KSL nicht mehr zur Verfügung.

Das Verpressen salinarer Wässer in den Untergrund (Variante 3) wurde bis vor kurzem noch von der Kali- und Salzindustrie praktiziert. Es setzt die Verfügbarkeit geeigneter Speichergesteine voraus. Die Untergrundverpressung steht unter einem vergleichbaren umweltpolitischen Vorbehalt wie die Einleitung salinarer Wässer in die Vorflut.

In der Bergbaufolgelandschaft des Braunkohlenbergbaus entstehen beträchtliche Hohlräume, die überwiegend geflutet und zu Bergbaufolgeseen gestaltet werden. Die Kubatur allein der in der Umgebung des künftigen Standortes des Kupferschieferbergbaus neu entstehenden Restseen (Nochten und Welzow-Süd) beträgt etwa 1,5 Mrd. m³ und bietet theoretisch genügend Stapelraum für das salinare Sumpfungswasser aus dem Kupferschieferbergbau (Variante 4).

Nach Abschluss des Kupferbergbaus verbleibt eine unterirdische Hohlform in der Lagerstätte, die sich über viele Jahre selbständig mit Grundwasser füllt. Die Rückverfüllung des Grubenbaus (Variante 5) kann durch Fremdfutung beschleunigt werden. Unter Berücksichtigung der Geochemie der Lagerstätte und der Hydrochemie des tiefen Grundwassers ist eine salinare Sole zur Flutung zu bevorzugen. Dazu kann einerseits die nach Variante 4 zwischen-gestapelte Sole verwendet werden. Andererseits können die nach der Entsalzung verbleibenden Rückstände (Variante 2) bereits während des Bergbaubetriebs in den Grubenbau eingelagert werden.

8.4 Einleitung der Grubenwässer in die Vorflut (Fließgewässer)

Das geplante Kupferbergwerk KSL liegt östlich der Stadt Spremberg und damit in unmittelbarer Nachbarschaft zum Hauptvorfluter Spree. Deshalb kommt für die Einleitung der Grubenwässer aus dem Kupferbergwerk der KSL GmbH die Spree in Betracht. In weiterer Entfernung stehen als Alternativen zur Grubenwassereinleitung neben der Spree die Lausitzer Neiße, die Schwarze Elster und die Oder zur Verfügung. Diese alternativen Einleitstellen für Grubenwässer wurden untersucht [IWB 2022] und in Abbildung 22 räumlich dargestellt.

Die vorgeschlagenen Einleitstellen wurden primär nach hydrologischen und hydrochemischen Kriterien festgelegt (vgl. Tab. 8). Aspekte der Wirtschaftlichkeit und Genehmigungsfähigkeit spielten bei der Auswahl keine Rolle. Auf die Auswahl und die Beschreibung der möglichen Einleitstellen für Grubenwasser wird im Kapitel 4.4 des Fachgutachtens von [IWB 2022] näher eingegangen.

Nach [IWB 2022] sind die wesentlichen Eckzahlen zur Bewertung der Einleitung von Grubenwässer der KSL in die Vorflut in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tab. 9 Mögliche Einleitstellen für das Grubenwasser der KSL in regionale Fließgewässer aus [IWB 2022]

Nr.	Fließgewässer	Einleitstelle	Entfernung vom Betriebsstandort (Luftlinie)	Betroffener Oberflächenwasserkörper	Gewässertyp nach LAWA
1	Spree	bei Spremberg	3 km	DESN_582-4	15g
2	Lausitzer Neiße	bei Bad Muskau	22 km	DESN_147497	17
3	Schwarze Elster	bei Schwarzheide	44 km	DEBB538_31_1	15g
4	Oder	bei Eisenhüttenstadt	61 km	DEBB6_3	20

Gleichzeitig sind Entwicklungstendenzen für die nächsten Jahre aufgezeigt, die für die Betriebszeit des Kupferbergwerkes Spremberg relevant sind. Die Änderungen sind im Wesentlichen mit dem Lausitzer Braunkohlenbergbau (voraussichtliche Schließung bis 2038) verbunden. Von Bedeutung ist die Erkenntnis, dass es neben den in allen Fließgewässern zu erwarteten Limitierungen für Chlorid auch Limitierungen für Sulfat gibt, und zwar in der Spree und in der Schwarzen Elster [IWB 2022]. Die Oder

hat als durchflussstärkstes Fließgewässer andererseits bereits eine hohe Vorbelastung mit Chlorid durch die polnischen Industriebetriebe (vgl. Tab. 10).

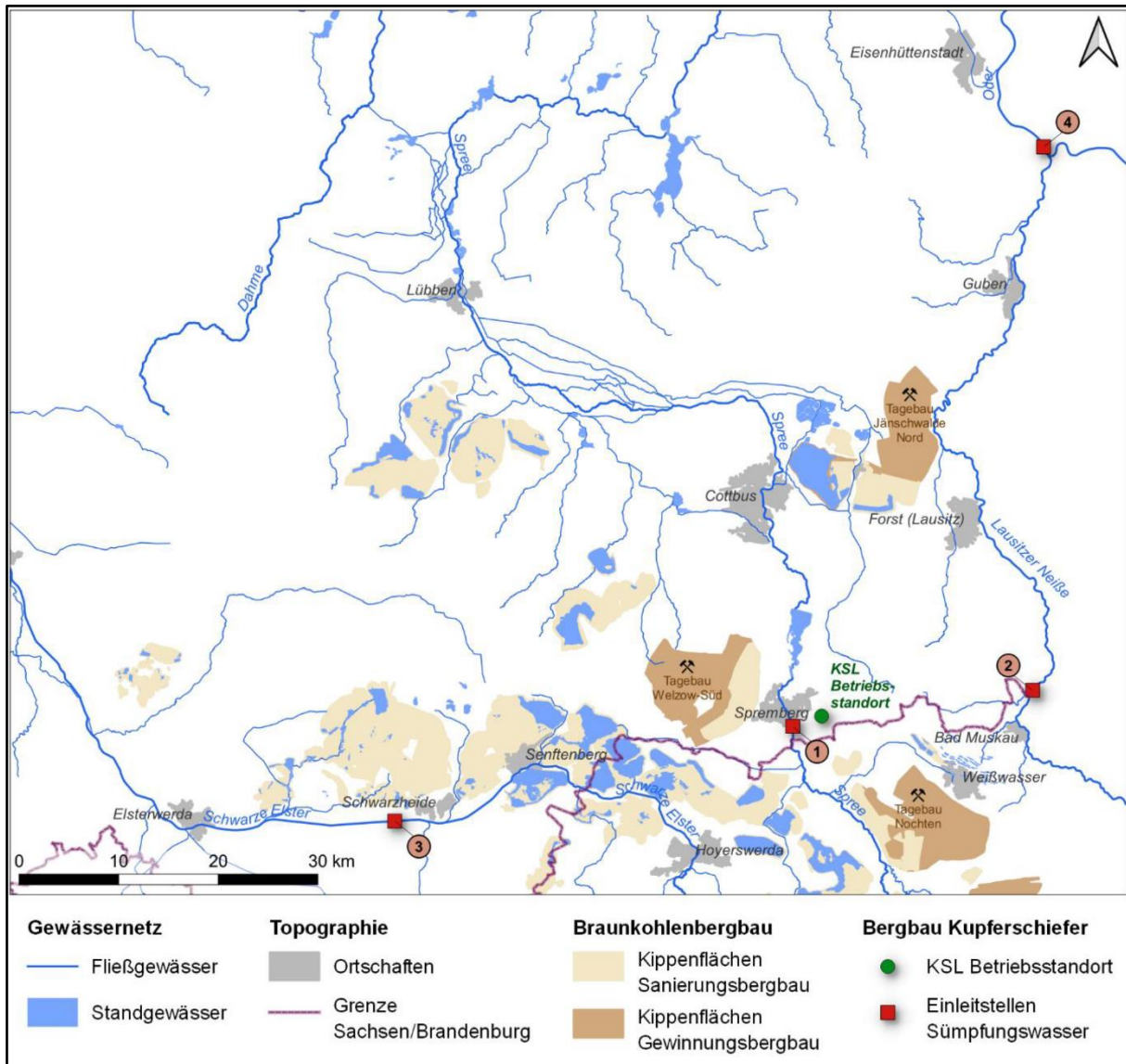


Abb. 22: Übersicht möglicher Einleitstellen für Grubenwasser mit dem geplanten Betriebsstandort der KSL [IWB 2022]

Tab. 10: Maßgeblich Eckzahlen der Fließgewässer zur Bewertung der Einleitung von Grubenwasser durch KSL aus [IWB 2022]

Fließgewässer	Einleitstelle	Durchfluss		Vorbelastung (Mittelwerte)		Chemisches Limit für die Einleitung	
		MNQ	MQ	Sulfat	Chlorid	Sulfat	Chlorid
		m³/s	m³/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Spree	bei Spremberg	10,5 ↘	14,2 ↘	391 ↘	31 =	■	■
Lausitzer Neiße	bei Bad Muskau	12,1 ↘	20,3 ↘	77 =	29 =	---	■
Schwarze Elster	bei Schwarzheide	4,9 ↗	7,7 ↗	287 ↗	75 ↘	■	■
Oder	bei Eisenhüttenstadt	181 =	252 =	93 =	180 =	---	■

Erläuterung der Symbole:

↗	Steigend
↘	Sinkend
=	Gleichbleibend
■	Limitierend
---	Nicht limitierend

Für den Fall, dass die Grubenwässer des geplanten Kupferbergwerks ohne Limitation in die Fließgewässer eingeleitet werden, resultieren nach [IWB 2022] erhöhte Chlorid und Sulfatkonzentrationen in den Fließgewässern. Die Spanne reicht bei Chlorid von geringen Überschreitungen des Orientierungswertes der OGewV in der Oder, über eine vierfache Überschreitung desselben in der Neiße bzw. in der Spree bis zu hohen Konzentrationswerten in der durchflussschwachen Schwarzen Elster. Die Schwarze Elster scheidet daher als aufnehmendes Gewässer für die Grubenwässer der KSL praktisch aus. Für die Spree und Neiße lässt sich die Einleitung von Teilmengen des Grubenwassers oder mit begleitenden Maßnahmen, wie einen Zwischenspeicher, darstellen. Für die Oder bestehen aus stofflicher Sicht die günstigsten Voraussetzungen zur Einleitung von Grubenwässer aus dem Kupferbergwerk KSL.

Nachfolgend werden die Einleitvarianten einer vergleichenden Bewertung unterzogen [IWB 2022], die neben den quantitativen Aspekten weitere Kriterien berücksichtigt (vgl. dazu Tab. 11):

1. Die kürzeste Entfernung der Einleitstelle vom Betriebsstandort des Kupferbergwerkes Spremberg wird als Luftlinie ausgewiesen, da beim vorliegenden Stand der Untersuchungen eine Trassenfindung noch nicht vorgenommen werden muss. Die reale Trasse wird voraussichtlich etwa 50 % länger ausfallen als die Luftlinie.
2. Ein stoffliches Limit für die Einleitung der Grubenwässer ergibt sich aus dem Verschnitt zwischen der stofflichen Vorbelastung des aufnehmenden Fließgewässers und den Stofffrachten des anfallenden Grubenwassers. Das primäre stoffliche Limit stellt eine ggf. bereits

vorhandene oder die zuerst erreichte Überschreitung eines Orientierungswertes der OGewV Anlage 7 dar.

3. Mit der über die Betriebsdauer des Kupferbergwerkes zunehmenden Menge und Salinität des Grubenwassers [IWB 2022] können ggf. weitere Orientierungswerte bzw. Umweltqualitätsnormen (sekundäres Limit) überschritten werden.
4. Die Aufnahmekapazität der Fließgewässer ist der Anteil des Grubenwassers, der unter Beachtung des Orientierungswertes für Chlorid nach OGewV Anlage 7 im angegebenen Betriebsjahr in die Fließgewässer eingeleitet werden kann.
5. Die Wirkung eines in der Nähe der Einleitstelle bewirtschafteten Zwischenspeichers wird danach bewertet, ob damit die Einhaltung des Orientierungswertes der OGewV für Chlorid im Vergleich zu einer Direkteinleitung verbessert werden kann.
6. Das unter Pkt. 4 nicht in die Fließgewässer einleitbare salinare Grubenwasser kann während der Betriebszeit in einer bergbaulichen Hohlform in der Nachbarschaft des Kupferbergwerkes Spremberg eingestapelt werden (z.B. in die Randschläuche der stillzulegenden Braunkohlentagebaue Welzow oder Nochten), um es entweder zeitverzögert nach Abschluss des Kupferbergbaus weiter in die Fließgewässer kontrolliert abzuschlagen oder zur Flutung des Grubengebäudes nach Schließung und Beendigung des Kupferbergbaus zu verwenden. Die rechnerische Gesamtmenge des Grubenwassers beträgt nach 20 Jahren + Vor- und Nachbetriebszeit des Kupferbergwerks rund 51 Mio. m³.
7. Die mittlere Chloridkonzentration im Stapelraum für die anfallenden Grubenwässer nach 20 Jahren + Vor- und Nachbetriebszeit ergibt sich aus den zeitvariabel eingestapelten Grubenwässern. Da sich mit laufender Betriebszeit, zunehmendem Volumenstrom und erhöhten Salzkonzentrationen im Grubenwasser die Einleitbedingungen immer restriktiver gestalten, bildet sich im Stapelraum ein höher mineralisiertes Wasser.
8. Die Leerung des mit salinarem Grubenwasser unterschiedlich gefüllten Stapelraumes (siehe Pkt. 6) wird je nach Fließgewässer einen unterschiedlich langen Zeitraum beanspruchen. Der Volumenstrom für die Leerung des Stapelraumes wird unter Beachtung eines Zielwertes von 200 mg/L Chlorid in [IWB 2022] ermittelt.
9. Die Anhebung des Orientierungswertes für Chlorid ohne die Nutzung eines Zwischenspeichers wird auf ein mögliches 25. Betriebsjahr bezogen und auf volle hundert Milligramm der Chloridkonzentration gerundet. Eine Anhebung des Orientierungswertes ist im Falle der Oder mit 300 mg/L darstellbar und nimmt im Falle der anderen betrachteten Fließgewässer Größenordnungen an, die wasserrechtlich schwierig sind.
10. Für das zukünftige Genehmigungsverfahren ist von Bedeutung, dass die Lausitzer Neiße als auch die Oder Grenzgewässer zur Republik Polen darstellen.

Die Eingangsdaten der vergleichenden Bewertung sind mit unterschiedlich hohen Unsicherheiten behaftet. Die größten Unsicherheiten liegen in der Menge der anfallenden Grubenwässer, in deren Beschaffenheit und in der Darstellung der jährlichen Zuflussmengen. Zu berücksichtigen ist z.B. die direkte Abhängigkeit der Grubenwasserzuflüsse zur abgebauten Fläche und zur Kubatur der bergmännischen Hohlräume. Bei der Wahl des Umganges mit dem Grubenwasser (direkte oder indirekte Einleitung, Entsalzung, Stapelung bzw. Zwischenspeicherung, usw.) sollten deshalb Varianten favorisiert werden, die bzgl. dieser Unsicherheit weitgehend flexibel sind.

Tab. 11: Vergleich der Einleitvarianten des salinen Grubenwassers des geplanten Kupferbergwerkes KSL in Spremberg [IWB 2022]

Nr.	Kriterien	Spree	Lausitzer Neiße	Schwarze Elster	Oder
	Gewässertyp	15g	17	15g	20
	Orientierungswert für Sulfat in mg/L	200	200	200	200
	Orientierungswert für Chlorid in mg/L	200	200	200	200
1	Kürzeste Entfernung vom Betriebsstandort (Luftlinie)	3 km	22 km	44 km	61 km
2	Primäres stoffliches Limit für die Einleitung	(Sulfat)	Chlorid	Sulfat	Chlorid
3	Sekundäres stoffliches Limit für die Einleitung	Chlorid	---	Chlorid	---
4	Aufnahmekapazität für das Grubenwasser im 20. Betriebsjahr + Nachbetriebszeit in Bezug auf Chlorid nach OGewV Anlage 7	23 %	31 %	7 %	58 %
5	Wirkung eines Zwischenspeichers vor der Einleitung	Bis zum 2. Zeitschnitt (10 Jahre)	Keine relevante	Keine relevante	Keine relevante
6	Kumulative Kubatur bei Stapelung des nicht einleitbaren Grubenwassers [Mio. m ³]	29 (57 %)	25 (48 %)	44 (85 %)	20 (38 %)
7	Chloridkonzentration und Salinität ¹⁾ im Stapelraum [mg/L] nach 20 Betriebsjahren und Nachbetriebszeit	74.000 123.000	75.000 125.000	70.000 117.000	69.000 115.000
8	Zeitraum zur Leerung des Stapelraumes	33	21	152	11
9	Notwendige Anhebung des Orientierungswertes für Chlorid im 20. Betriebsjahr + Nachbetriebszeit zur Gewährleistung der Einleitung ohne Zwischenspeicher	1.000	900	3.600	300
10	Besonderheiten	---	Grenzwässer	---	Grenzwässer

8.5 Alternativen zur Grubenwassereinleitung

Neben der Einleitung der anfallenden Grubenwässer in die Vorflut (vorzugsweise die Spree) bieten sich folgende vollwertige Alternativen an, die einzeln oder in Kombination zur Ausführung gelangen können:

1. die anteilige Einleitung in die Spree,
2. das Verpressen in den geologischen Untergrund,
3. die Zwischenspeicherung des Grubenwassers und die zeitverzögerte Abgabe in die Vorflut,
4. die technische Entsalzung des Grubenwassers sowie
5. die Rückverfüllung in den bergmännisch geschaffenen Grubenraum.

8.5.1 Anteilige Einleitung in die Spree

Die Betrachtungen zur Einleitung in ein Fließgewässer in Abschnitt 8.4 und in [IWB 2022] haben gezeigt, dass über den gesamten Betriebszeitraum zumindest eine anteilige Einleitung des Grubenwassers der KSL in die Spree unter Einhaltung des Orientierungswertes für Chlorid von 200 mg/L möglich ist. Vor diesem Hintergrund wurde in [IWB 2022] geprüft, ob eine anteilige Ableitung des Grubenwassers in mehrere Fließgewässer unter Einhaltung des Orientierungswertes für Chlorid möglich ist. Aus praktischen Erwägungen kommt für diesen Ansatz nur die Spree in Frage.

8.5.2 Verpressen in den geologischen Untergrund

Das Verpressen von Grubenwasser setzt einen geeigneten Grundwasserleiter voraus, der in der Lage ist, das entsprechende Volumen aufzunehmen. In der Regel bieten sich hierfür ausgebeutete Erdgas- und Erdöllagerstätten an. Solche Lagerstätten sind in der näheren Umgebung der Kupferlagerstätte Spremberg jedoch nicht verfügbar, weshalb diese Methode nur unwahrscheinlich Anwendung findet.

8.5.3 Zwischenstapelung und zeitverzögerte Abgabe in die Vorflut

Eine Alternative zum Umgang mit salinaren Grubenwässern besteht darin, einen zulässigen Anteil in die Vorflut abzuschlagen und den „Rest“ zu stapeln, um diese nach Beendigung des Bergbauvorhabens zeitverzögert weiterhin dosiert in die Vorflut abzugeben. Dieses Konzept der Zwischenstapelung unterscheidet sich grundlegend von der Zwischenspeicherung an der Vorflut, die von einer zeitnahen Leerung der Speicher, idealer Weise innerhalb einer Saison, ausgeht.

Die Unwägbarkeit besteht auch darin, dass mit der Laufzeit des Bergwerkes sowohl die Grubenwassermenge als auch die Gesamtmineralisation zunehmen können oder stärker schwanken. Als Perspektiven für die Verwendung des gespeicherten salinaren Grubenwassers bieten sich an:

- (1) eine dosierte Entnahme und Einleitung in die Vorflut,
- (2) der Verbleib im Zwischenspeicher oder
- (3) die Verwendung zur Flutung der Grubenräume des Kupferschieferbergbaus.

8.5.4 Technische Entsalzung des Grubenwassers

Der überwiegende Teil von Solen wird weltweit unbehandelt entsorgt. Über 90 % aller Meerwasser-entsalzungsanlagen entsorgen die Solen durch Abschlag ins Meer. Die Solen des Kalibergbaus in Deutschland wurden bislang hauptsächlich in den Untergrund verpresst oder in Oberflächengewässer eingeleitet.

In den letzten Jahren hat sich der Fokus auf die technologische Behandlung von Solen verschoben. Bei der Aufbereitung der Sole wird diese in der Regel aufkonzentriert, um ein möglichst geringes Volumen des Abproduktes zu erzeugen, das anschließend entsorgt werden muss. Wenn bei der Behandlung als Abprodukt nur eine feste Phase anfällt, bezeichnet man die Behandlung als Zero Liquid Discharge (ZLD). Im idealen Fall kann die feste Phase verwertet werden. Ein typisches Verfahren für das sogenannte Zero Liquid Discharge (ZLD) besteht aus den drei Behandlungsstufen:

1. Aufkonzentrierung,
2. Verdunstung und
3. Kristallisation.

Wesentlichen Technologien zur Behandlung von Solen mit ihren Verfahrensgrenzen, ihrem spezifischen Energieverbrauch (SEC) und der prozentualen Ausbeute sind in [IWB 2022] dargestellt. Thermische Aufbereitungsverfahren sind generell energieintensiver als elektrische. Sie sind in der Regel nur wirtschaftlich, wenn Abwärme aus anderen Prozessen, z. B. aus der Energiegewinnung, verfügbar ist und günstig genutzt werden kann.

Nach [UIT 2011] und [UWB 2022] werden im Kupferbergwerk Spremberg die anfallenden salinaren Grubenwässer an die Verfahrensgrenzen der Membranverfahren reichen und deshalb mit diesen Verfahren nicht mehr effizient behandelt werden können. Membranverfahren taugen als vorbereitender Verfahrensschritt zur Eindickung der hoch mineralisierten Wässer (Solen). Ein ZLD lässt sich als Verfahrenskombination aus Umkehrosmose (RO), Solenkonzentrador (BC) und Solenkristallisator (BCr) umsetzen. Zur Verfahrensauswahl werden in [IWB 2022] als Bemessungsgrößen die Prognosezahlen für den Volumenstrom und die Beschaffenheit des Grubenwassers nach 20 Jahren + Vor- und Nachbetriebszeit zu Grunde gelegt (vgl. Tab. 12).

Tab. 12: Prognosezahlen für Volumenstrom und Beschaffenheit des Grubenwassers der KSL nach 20 Jahren + Vor- und Nachbetriebszeit

Kennwert	Einheit	Wert
Volumenstrom	L/s	125
Salinität	g/L	150
Chlorid	g/L	84,8
Sulfat	g/L	4,35

Aufgrund des hohen TDS-Gehaltes lassen sich die folgenden Ansätze als alleiniges Verfahren ausschließen:

- die Umkehrosmose (RO),
- die Hochdruckumkehrosmose (HPRO)
- die Elektrodialyse (ED/EDR): der Salzgehalt (TDS) im Zufluss muss für diese Zwecke bei derzeitigen Anlagen unter 80 g/L liegen

Aufgrund der energetischen Nachteile gegenüber einem herkömmlichen BC scheiden folgende Technologien aus wirtschaftlichen Gründen aus:

- die Vorwärtsosmose (FO) und
- die Membrandestillation (MD).

Weiterhin werden die mehrstufige Entspannungsverdampfung (MSF) und die Multi-Effekt-Destillation (MED) ausgeschlossen. Für diese gibt es zwar einen hohen Erfahrungsschatz bei der Entsalzung von Meerwasser, aber bei der Behandlung von Solen wird der Solenkonzentrator (BC) bevorzugt. Ein energetischer Vorteil gegenüber dem BC ist bei der MSF nicht und bei der MED nur geringfügig gegeben.

Der Markt von OARO-Systemen ist aktuell relativ klein. Diese Systeme werden von Hyrec und Gradiant angeboten (Stand Dezember 2021) und wurden auch erfolgreich als Pilotanlagen getestet. Für eine fundierte Aussage zur Anwendbarkeit mit Hinblick auf das anfallende Grubenwasser des Kupferbergwerkes Spremberg fehlen die Erfahrungswerte zu dieser Technologie.

Für die Auswahl eines geeigneten Verfahrens ist nach derzeitigem Kenntnisstand (Dezember 2021) ein Kombinationsverfahren bestehend aus BC und BCr die geeignete Wahl. Anlagenbauer wie SUEZ und Veolia Water Technologies haben global eine Vielzahl solcher Anlagen gebaut.

Als Beispiel hierfür kann die Wasseraufbereitungsanlage des Grubenwassers der Steinkohlenzeche in Debiensko in Polen genannt werden. Diese Anlage war das weltweit erste ZLD-System, das zur Behandlung von salinaren Grubenwasser aus dem Bergbau zum Einsatz gelangte. Die Anlage ist zur Behandlung von 14.000 m³/d mit einer Salinität von TDS = 8 bis 150 g/L ausgelegt [XEV 2020]. Das Behandlungsverfahren kann in drei Verfahrensschritte unterteilt werden:

1. eine Vorbehandlung,
2. eine RO-Anlage zur Eindickung der Sole sowie
3. eine thermische Anlage zur Behandlung der Sole der RO-Anlage.

Die thermische Anlage besteht aus zwei BC und einem BCr und behandelt einen Volumenstrom von 4.600 m³/d (\approx 53 L/s). In Abbildung 23 ist ein Fließbild der Wasserbehandlungsanlage mit der Massenbilanz dargestellt. Ein Teil der Wärme zur Verdunstung wird aus der Abwärme der Kohleverbrennung

gewonnen. Der BC ist als Fallfilmverdampfer in vertikaler Bauform ausgeführt. Ein Fallfilmverdampfer hat im Vergleich zu alternativen Technologien einen höheren Wärmeübertragungskoeffizient.

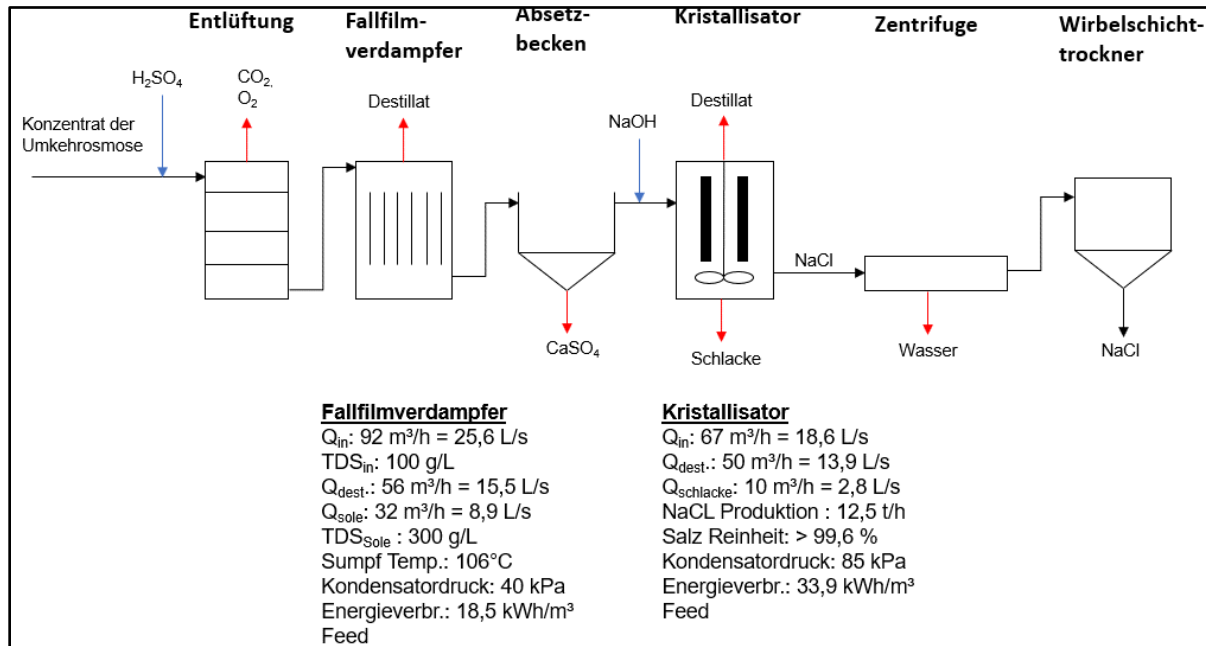


Abb. 23: Behandlungsschema für das RO-Konzentrat des Grubenwassers der Steinkohlenzeche in Debiensko/Polen [IWB 2022]

In [IWB 2022] wurden anhand der Bemessungsgrößen und anlagenspezifischer Daten der Energieverbrauch, die Salzproduktion und die Destillatproduktion für eine zukünftige Wasserbehandlungsanlage des Kupferbergwerkes Spremberg berechnet. Für die Berechnung wurden folgende Vereinfachungen und Annahmen getroffen:

- der gesamte TDS-Gehalt fällt in Form von NaCl aus,
- der TDS-Gehalt im Destillat ist 0 g/L,
- der TDS-Gehalt der Rückstandsschlacke des BCr beträgt 300 g/L und
- der gesamte Output der Sole des BC ist der Input des BCr.

Mit einem Zufluss von 10.800 m³/d muss die Aufbereitungskapazität etwa das Doppelte der Anlage in Debiensko (Polen) betragen. Als zu entsorgender Rückstand fallen ca. 9 L/s hochkonzentrierter Schlamm an.

8.5.5 Rückverfüllung in den bergmännisch geschaffenen Grubenraum

Nach Abschluss der Betriebsphase „Abbau und Produktion“ wird das Bergwerk geflutet werden. Dazu eignen sich zum Beispiel die Solen aus der Zwischenstapelung oder die Rückstände aus der Entsalzung. Weiterhin ist es möglich, nach Ende der Abbautätigkeiten, die überirdisch genutzten Flächen in den sog. Nullzustand zurückzusetzen.