



**Bericht für Zinnwald Lithium plc &
Zinnwald Lithium GmbH
Zusammenfassung der Vormachbarkeitsstudie –
Zinnwald Lithium Projekt,
Sachsen, Deutschland
Projektnummer DI213310
März 2025**



Dieser Bericht wurde von Datamine Australia Pty Ltd (Snowden Optiro) ausschließlich zur Verwendung durch Zinnwald Lithium plc & Zinnwald Lithium GmbH gemäß einer Vereinbarung zwischen Snowden Optiro und Zinnwald Lithium plc & Zinnwald Lithium GmbH und nicht für andere Zwecke erstellt.

© 2025

Alle Rechte an diesem Dokument sind in Übereinstimmung mit den Bedingungen des Vertrags zwischen Snowden Optiro und Zinnwald Lithium plc & Zinnwald Lithium GmbH vorbehalten.

Herausgegeben von:	Büro Perth
Doku Ref:	167-RPT-GEN-019 Rev0
Zuletzt bearbeitet am:	30/03/2025 3:21 PM

BÜROSTANDORTE

PERTH BRISBANE
JOHANNESBURG
LONDON
BELO HORIZONTE
VANCOUVER

www.snowdenoptiro.com snowden@snowdengroup.com

Snowden Optiro ist eine Geschäftseinheit der Datamine Software Gruppe.

Inhaltsübersicht

1	KURZFASSUNG	5
1.1	Einführung.....	5
1.2	Beschreibung des Projekts.....	7
1.3	Standort.....	7
1.4	Rechtliche Fragen und Landbesitz	8
1.5	Geologie und Mineralisierung	9
1.6	Schätzung der Mineralreserven	13
1.7	Bergbau.....	14
1.8	Verarbeitung	18
1.9	Metallurgische Untersuchungen.....	21
1.10	Layout und Infrastruktur des Verarbeitungsstandorts.....	22
1.11	Umwelt- und Genehmigungsaspekte.....	24
1.12	Gemeinschaften und soziale Leistung	26
1.13	Lithiummarkt und Preise.....	26
1.14	Kapitalkosten	27
1.15	Betriebskosten	29
1.16	Finanzielle / wirtschaftliche Analyse.....	31
1.17	Projektdurchführung	34
1.18	Risiken.....	35
1.19	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	35
1.20	Künftige Arbeit.....	36
2	REFERENZEN.....	39

Zahlen

Abbildung 1.1	Lageplan des Projekts	5
Abbildung 1.2	Karte der Zinnwald-Lizenzgebiete, Standort Bergwerk und Aufbereitungsanlage	8
Abbildung 1.3	Regionale geologische Gegebenheiten	9
Abbildung 1.4	Übersicht aller Bohrungen in der Zinnwald-Lizenz nach 2012.....	11
Abbildung 1.5	Schrägsicht des Ressourcenblockmodells mit Li-Gehalt (ppm).....	12
Abbildung 1.6	Geplantes Untertagebergwerk	15
Abbildung 1.7	Relative Lage des Abbauportals, der Mine und der Aufbereitungsanlage	15
Abbildung 1.8	Zeitplan für den kombinierten Abbau von Phase 1 und 2	16
Abbildung 1.9	Flussdiagramm des Prozessblocks	20
Abbildung 1.10	Vorgeschlagener Standortplan.....	23
Abbildung 1.11	Projektkontext in Bezug auf Natura 2000-Netzwerk und Welterbestätten	25
Abbildung 1.12	Sensitivitätsanalyse für das Projekt.....	34
Abbildung 1.13	Übersicht des Projektzeitplans	35

Tabellen

Tabelle 1.1	Qualifizierte Personen	6
Tabelle 1.2	Beitragende Autoren und Gutachter	6
Tabelle 1.3	Mineralressourcenerklärung für das Zinnwald Lithium-Projekt, gültig ab 5. Juni 2024	13
Tabelle 1.4	Angabe der Mineralreserven für das Zinnwald Lithium-Projekt, Stand 31. März 2025.	14
Tabelle 1.5	Kombinierter Abbauzeitplan für Phase 1 und 2.....	17
Tabelle 1.6	Gesamtmassenbilanz (basierend auf 50:50-Mix Albit-Granit : Quarz-Greisenglimmer, nur Phase 1)	18
Tabelle 1.7	Empfohlene Parameter für die Auslegung des Drehrohrofens	21
Tabelle 1.8	Mitwirkende an der Kapitalkostenschätzung.....	28
Tabelle 1.9	Aufschlüsselung der geschätzten Kapitalkosten des Projekts	28
Tabelle 1.10	Opex nach Hauptbetriebsbereichen	30
Tabelle 1.11	Opex nach Kostenkategorien pro Jahr	30
Tabelle 1.12	Opex nach Kostenkategorie pro produzierter Tonne LHM	31
Tabelle 1.13	Gesamtzahl der Arbeitskräfte und Kosten.....	31
Tabelle 1.14	Wichtige Inputs für das Finanzmodell.....	31
Tabelle 1.15	Bergbau und Produktionsanstieg (kt/a)	32
Tabelle 1.16	Annualisierte Einnahmen im Finanzmodell.....	32
Tabelle 1.17	Projektwirtschaftlichkeit nach Phasen.....	33
Tabelle 1.18	Primäre Finanzmodell-Kennzahlen	33

1 ZUSAMMENFASSUNG

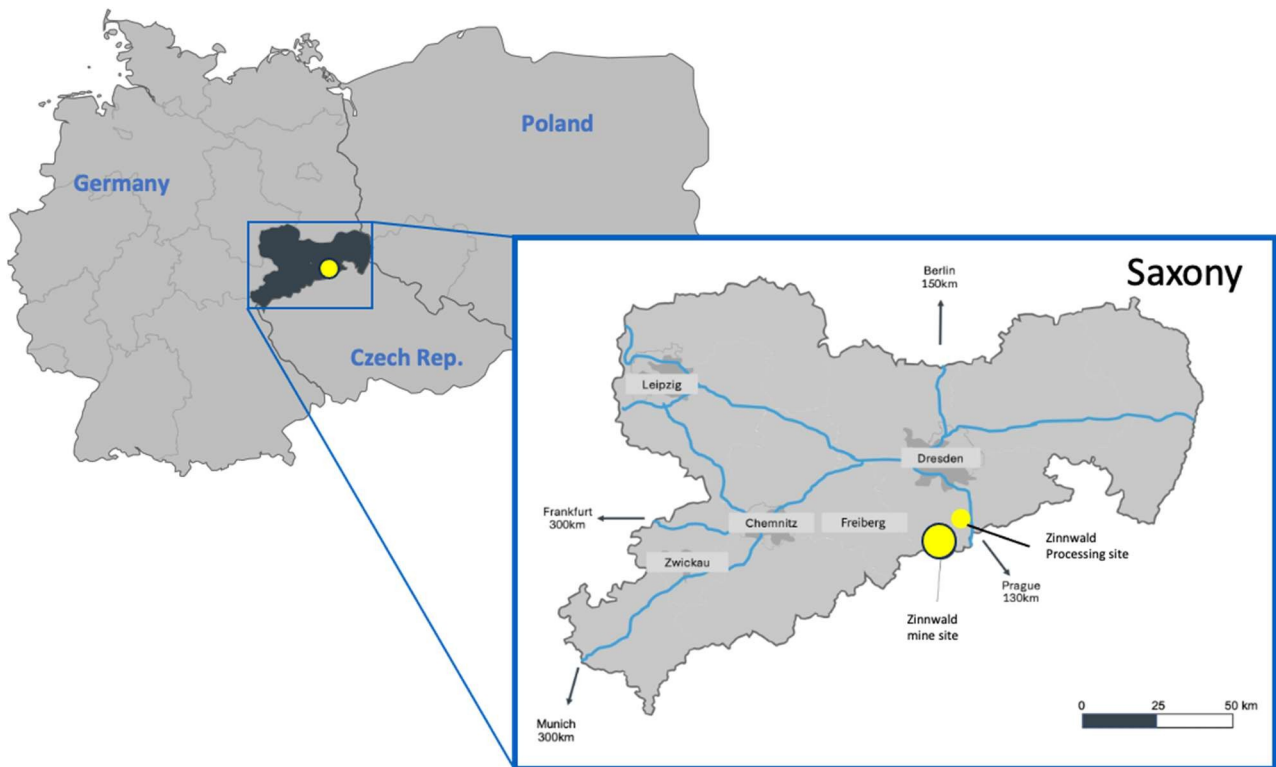
1.1 Einführung

Die Zinnwald Lithium GmbH (das Unternehmen oder die ZLG) hat diesen technischen Bericht über die Vormachbarkeitsstudie (die PFS oder der Bericht) in Bezug auf das zu 100 % in ihrem Besitz befindliche Lithiumprojekt Zinnwald (das Projekt) in Sachsen, Deutschland, in Auftrag gegeben (Abbildung 1.1). Im Oktober 2020 erwarb Zinnwald Lithium Plc (ZLP), eine am AIM-Markt der Londoner Börse notierte Aktiengesellschaft, zunächst 50 % des Unternehmens. Anschließend, im Juni 2021, erwarb ZLP die restlichen 50 %. Da das Unternehmen von ZLP gesteuert und finanziert wird und sich letztlich zu 100 % in ihrem Besitz befindet, ist dieser Bericht auch an ZLP gerichtet.

Das Projekt befindet sich in der Nähe der Stadt Altenberg, 35 km südlich von Dresden und nahe der Grenze zur Tschechischen Republik. Es liegt in einem historischen Bergbaugebiet mit guter Infrastruktur, Dienstleistungs- und Handwerksgewerbe, öffentlichen Einrichtungen und Zufahrtsstraßen. Die Strom- und Wasserversorgung erfolgt über gut ausgebaute regionale Netze. In dem Gebiet wurde in der Vergangenheit in großem Umfang Zinn und Wolfram abgebaut, wobei das Bergwerk des VEB Zinnerz bis 1991 in Betrieb war. Vor kurzem, Ende 2024, erhielt ein neues Untertage-Zinnbergbauprojekt in der Region seine allgemeine Betriebsgenehmigung.

Die ZLG ist seit 2011 im Besitz von Lizenzgebieten in Zinnwald und hat von 2011 bis 2023 verschiedene Bohrkampagnen zur Abgrenzung einer Mineralressource durchgeführt. Die letzte Aktualisierung der Mineralressourcenschätzung (MRE) erfolgte im Juni 2024. Die ZLG verfügt über eine Bewilligung für das Zinnwalder Kerngebiet (die Lizenz) von 2,57 km², die bis Dezember 2047 befristet ist (vorbehaltlich des Erhalts von Betriebsgenehmigungen).

Abbildung 1.1 Lageplan des Projekts



Hinweis: Karte oben links - Lage des Freistaates Sachsen in Deutschland. Karte Mitte - Lage des Standorts des Lithiumprojekts Zinnwald im Freistaat Sachsen mit Angabe der wichtigsten Städte.

Im September 2022 wurde ein technischer Bericht zur vorläufigen wirtschaftlichen Bewertung (die PEA) veröffentlicht. Die nominale Produktionskapazität des Projekts gemäß der PEA wurde auf ca. 12.000 t/a Lithiumhydroxid-Monohydrat (LHM) festgelegt.

In den Jahren 2023 und 2024 führte die ZLG eine umfassende Überprüfung der Mineralressourcen des Projekts durch, einschließlich einer neuen Bohrkampagne. Die Bohrkampagne umfasste 84 neue Bohrlöcher mit insgesamt 27.000 Metern. Diese Arbeiten ermöglichten die Veröffentlichung einer aktualisierten Mineralressourcenschätzung (MRE) im Juni 2024, die eine deutlich größere Ressource definierte, als in der MRE 2018 und der PEA in Betracht gezogen worden war.

Die Erhöhung der Ressourcen hat das Potenzial, ein größeres, skalierbares Projekt zu realisieren. Die Abwägung des zuvor vorgeschlagenen Standorts Bärenstein in Bezug auf die verfügbare Gesamtfläche, die Topografie und die Genehmigungsaufgaben führte zu dem überarbeiteten Projektkonzept, das in dieser PFS zusammengefasst ist. Das Unternehmen hat zusammen mit Metso ein umfangreiches Testprogramm durchgeführt, um die Anwendbarkeit des alkalischen Laugungsprozesses von Metso (der Metso-Prozess) für das Projekt zu testen. Auf der Grundlage dieser Testarbeiten wurde festgestellt, dass das Metso-Verfahren im Vergleich zu dem in der PEA untersuchten Sulfatlaugungsprozess gewisse Vorteile in Bezug auf den Energieverbrauch und vor allem eine wesentlich geringere Reststoffproduktion bietet. Es wurde ein alternativer Standort außerhalb der Ortschaft Liebenau identifiziert, der über eine ausreichende Fläche verfügt, um die Kapazitätssteigerung der Produktion sowie die Lagerung des Quarzsandes, der als Nebenprodukt des Aufbereitungsprozesses anfällt, zu ermöglichen. Die Lage mit direktem Anschluss an die Autobahn A17 sowie die unmittelbare Nähe zu einem geplanten Solarpark, der voraussichtlich einen wesentlichen Anteil des Strombedarfs des Projektes aus erneuerbaren Energien decken kann, stellen günstige Standortfaktoren dar.

Das Projektentwicklungskonzept/Planungskonzept wurde als mehrstufiger Ansatz konzipiert. In Phase 1 sollen die erforderliche Infrastruktur geschaffen, das Bergwerk erschlossen und etwa 18.000 Tonnen LHM pro Jahr produziert werden. In Phase 2 ist eine Verdopplung der Produktionskapazität vorgesehen mit einem Produktionsmaximum von ca. 35.100 Tonnen LHM pro Jahr. Dabei wird auf die bereits bestehende Bergbau- und Tunnelinfrastruktur zurückgegriffen, wodurch Skaleneffekte genutzt werden können.

Die wirtschaftliche Analyse der PFS belegt die finanzielle Tragfähigkeit des Projekts. Die Produktionskosten der Phase 1 werden auf 8.158 EUR/t LHM geschätzt und im weiteren Projektverlauf auf 8.403 EUR/t LHM über die gesamte Lebensdauer des Bergwerks (LOM). Auf der Grundlage der in diesem Bericht dargelegten Annahmen ergibt sich für das Projekt ein Nettobarwert vor Steuern (NPV8) von 3,3 Mrd. EUR und eine interne Rendite vor Steuern (IRR) von 23,6 %. Der NPV8 nach Steuern beträgt 2,2 Mrd. EUR und der IRR nach Steuern 19,8 %. Das Projekt hat eine Lebensdauer von über 40 Jahren, einschließlich Phase 1 und Phase 2, und eine Amortisationszeit von fünf Jahren nach Beginn der Produktion, ohne Reinvestition der Erlöse in die Erschließung von Phase 2.

Die abgeschlossene PFS bildete die Grundlage für den technischen Bericht, der für dieses Projekt erstellt wurde. Der technische Bericht folgt den Richtlinien des Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum (CIM) Definition Standards - For Mineral Resources and Mineral Reserves (erstellt vom CIM Standing Committee on Reserve Definitions), das vom CIM Council am 10. Mai 2014 angenommen wurde (CIM, 2014). Darüber hinaus folgt der technische Bericht dem Format, das von der Ontario Securities Commission (OSC) in Kapitel 5, NI 43-101 Standards of Disclosure for Mineral Projects, Form 43-101F1 Technical Report and Related Consequential Amendments 24 June 2011 (OSC, 2011) und der inoffiziellen Konsolidierung aller Änderungen des National Instrument 43-101 Standards of Disclosure for Mineral Projects, die am 9. Mai 2016 in Kraft getreten ist (OSC, 2016), vorgeschrieben ist (zusammenfassend als NI 43-101 bezeichnet).

Der Bericht wurde unter der Leitung der in Tabelle 1.1 und Tabelle 1.2 genannten qualifizierten Personen und Autoren erstellt.

Tabelle 1.1 Qualifizierte Personen

Qualifizierte Person	Unternehmen	Qualifikationen	Verantwortlich für die Sektion(en)
Herr Laurie Hassall	Snowden Optiro	MSci Geologie, FIMMM, QMR, FGS	4. Geologie, Mineralressourcen und Mineralressourcenschätzung. Qualifizierte Person: Mineralische Ressource.
Herr Rodrigo Pasqua	Snowden Optiro	FAusIMM, BEng (Bergbau)	6. Geotechnik, 7. bergbautechnische Planung, Entwurf und Mineralreservenschätzung (mit Ausnahme der Abschnitte 7.8, 7.12, 7.13.2 und 7.14.2, die sich auf die Verfüllung beziehen). Qualifizierte Person: Mineralische Reserve.

Tabelle 1.2 Mitwirkende Autoren und Gutachter

Autoren/Gutachter	Unternehmen	Qualifikationen	Verantwortlich für die Sektion(en)
Mitwirkender Autor			
Herr Cherif Rifaat	Zinnwald Lithium	MA, ACA (ICAEW)	3. Hintergrund und Projektbeschreibung, 15. Kapitalkosten, 16. Betriebskosten, 17. Vermarktung und Abnahmen, 18. Projektdurchführung, 19. Wirtschaftliche Analyse, 20. Risikomanagement im Projekt.

Autoren/Gutachter	Unternehmen	Qualifikationen	Verantwortlich für die Sektion(en)
Herr Paul Heaney	ERM	MSc (HydroGeol), BSc (NatSci), PGeo	5. Hydrologie und Hydrogeologie.
Herr Robert Quensel	K-UTEC	BEng, MSc., EUR ING	7. Bergbau (nur Unterabschnitte 7.8, 7.12, 7.13.2 und 7.14.2 über die Verfüllung).
Herr David Lunt	Stirling Process Engineering Ltd	BSc (Chem. Eng.), B.COM, FIMMM, QMR	8. Metallurgische Versuche, 9. Verarbeitung.
Herr David Niggemann	Fichtner Water & Transportation	B.-Sc., Ms.-Sc. Angewandte Geologie, EurGeol	10. Infrastruktur und Service (Oberflächeninfrastruktur - Abschnitte 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 und 10.5).
Herr Andreas Bischoff	DMT	Dipl.-Ing., MBA, PMP	10. Infrastruktur und Service (unterirdische Strom- und Kommunikationsnetze - Abschnitte 10.6 und 10.7).
Herr Brian Lyons	Dr. Sauer & Partner	BEng, CEng MICE	10. Infrastruktur und Service (Liebenau-Tunnel - Abschnitt 10.8).
Herr Richard Elmer	Knight Piésold	BSc, MSc, CEng MIMMM, MCSM	11. Abraum- und Reststoffwirtschaft.
Frau Elizabeth van Zyl	Zylwood Consulting Ltd	MEng, CEnv, MIEMA	12. Umwelt, 14. Gemeinschaften und soziale Leistung.
Herr Thomas Meier-Bading	Zinnwald Lithium	Rechtsanwalt	13. Rechtliche Aspekte und Grundbesitzverhältnisse.
Gutachter			
Herr Julian Aldridge	Snowden Optiro	MSc Mining Geology (MCSM), MESci (Oxon), CGeol FGS, MIMMM	Abschnitt 4 (Geologie und Mineralressourcen) der PFS.
Frau Sarah de Vries	Snowden Optiro	MBA, BEng (Mining, First Class Honours), MAusIMM	Abschnitt 6 (Geotechnik) und 7 (Bergbau und Mineralreserven) der PFS.

1.2 Projektbeschreibung

Das in dieser PFS beschriebene Projekt umfasst ein Untertagebergwerk mit der dazugehörigen Verarbeitung des abgebauten Erzes zur Herstellung von LHM in Batteriequalität. Der Transport des Erzes von dem Bergwerk zur Aufbereitungsanlage erfolgt über einen 9,1 km langen Stollen, der im Rahmen des Projekts mit einer Tunnelbohrmaschine (TBM) gebaut wird. Die Verarbeitung einschließlich Aufbereitung, Pyrometallurgie und Hydrometallurgie wird in einer Industrieanlage erfolgen, die in der Nähe des Ortes Liebenau errichtet wird.

In Phase 1 wird das Projekt ca. 1,6 Mio. t/a aus dem Bergwerksbetrieb (ROM) liefern, ca. 300.000 t/a aufbereitetes Konzentrat bereitstellen und ca. 18.000 t/a LHM produzieren. In Anbetracht der Größe der Ressource und der Kapazität der geplanten Aufbereitungsanlage sieht das Projekt eine Erweiterung durch die Entwicklung von Phase 2 vor, wodurch sich die Kapazität verdoppeln und die Produktion einen Spitzenwert von ca. 35.100 t/a LHM erreichen wird, unter Berücksichtigung einer prognostizierten Verringerung des Aufbereitungsgrads über die Lebensdauer des Bergwerkes. Der Projektdurchführungsplan sieht die Genehmigung und den Ausbau von Phase 1 vor, um die Rentabilität des Projekts zu demonstrieren, bevor mit Phase 2 fortgefahren wird, die im Jahr 7 in Betrieb genommen werden soll.

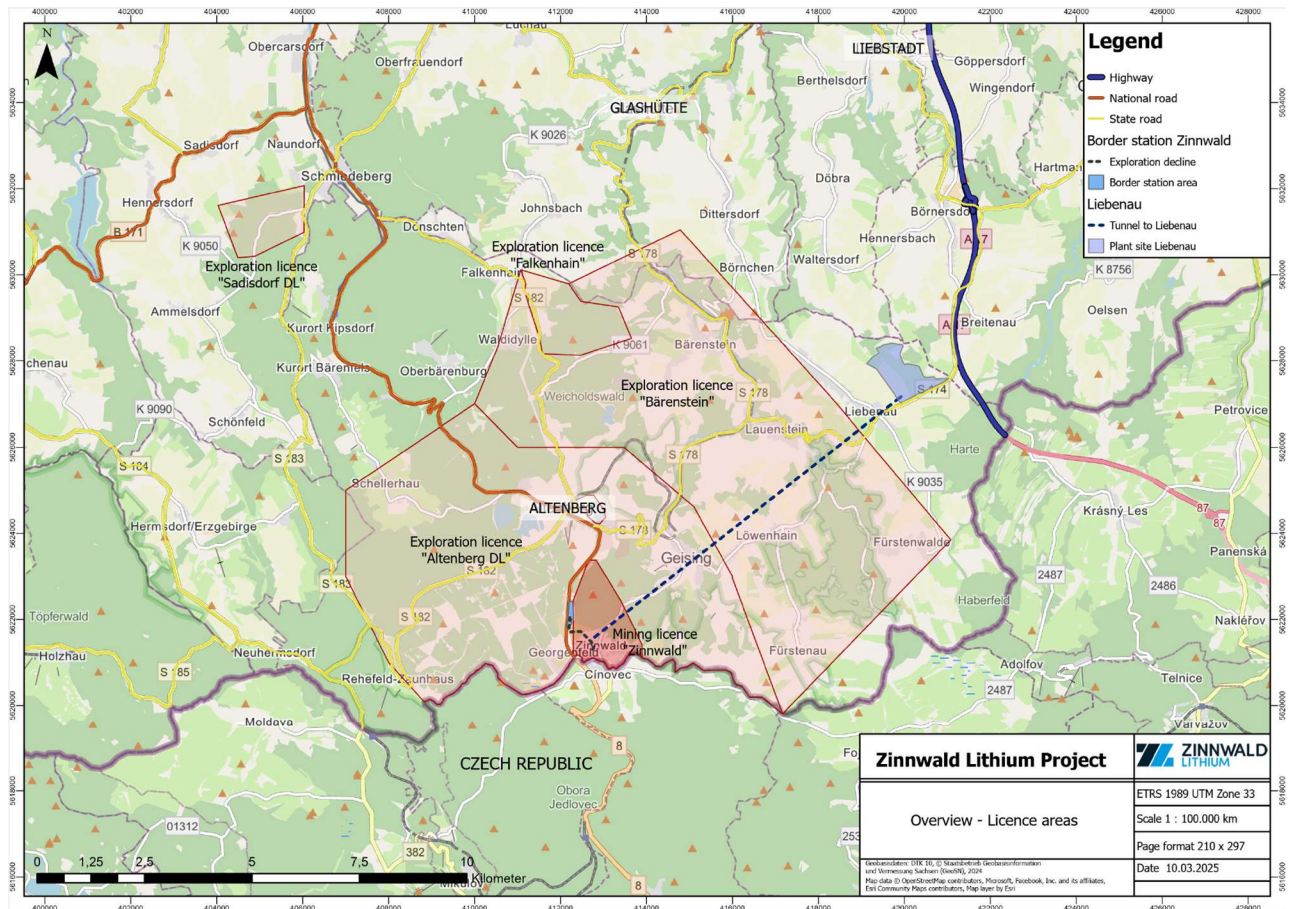
1.3 Standort

Das Projekt liegt vollständig in der Gemeinde Altenberg, die eine Fläche von 145,8 km² umfasst. Im Jahr 2023 hatte die Gemeinde 7.851 Einwohner. Der Erzkörper, auf den sich die Bewilligung der ZLG bezieht, befindet sich unterhalb der Ortschaft Zinnwald, welche etwa 4 km südlich der ehemaligen Bergbaustadt Altenberg liegt. Altenberg ist mit 1.968 Einwohnern (Stand 2023) der größte Ort der Gemeinde.

Der vorgeschlagene Standort der Aufbereitungsanlage befindet sich nördlich des Ortes Liebenau. Das Gelände steigt nach Süden hin allmählich an und bildet eine natürliche Barriere zwischen dem Ort und dem Standort der Anlage. Liebenau ist eine Ortschaft, die ebenfalls zur Gemeinde Altenberg gehört und etwa 7 km nordöstlich der Stadt Altenberg liegt.

Neben der Bewilligung, die die Grundlage für das Projekt bildet, besitzt die ZLG vier Erlaubnisfelder in unmittelbarer Nähe. Diese decken zusammen ein Gebiet von 10.000 ha (100 km²) rund um die Bewilligung ab. Der Standort des Projekts ist in Abbildung 1.2 dargestellt.

Abbildung 1.2 Karte der Lizenzgebiete, Standort des Bergwerks und der Aufbereitungsanlage



1.4 Rechtliche Fragen und Landbesitz

Nach dem deutschen Bundesberggesetz (BBergG) ist ein Grundstückseigentümer nicht Eigentümer der Bodenschätze unterhalb der Oberfläche seines Grundstücks. Dementsprechend ist aufgrund des unterirdischen Charakters des Bergwerks der Besitz der Grundstücke an der Oberfläche oberhalb der unterirdischen Grubenbaue nicht erforderlich. Das Projekt verfügt über eine bestehende 257 Hektar (2,57 km²) große Bewilligung für die Mineralreserve im Rahmen des Bergbaulizenzgebiets, die ursprünglich im Oktober 2017 erteilt wurde und zunächst bis 2047 für eine Reihe von Mineralien, einschließlich Lithium, befristet ist.

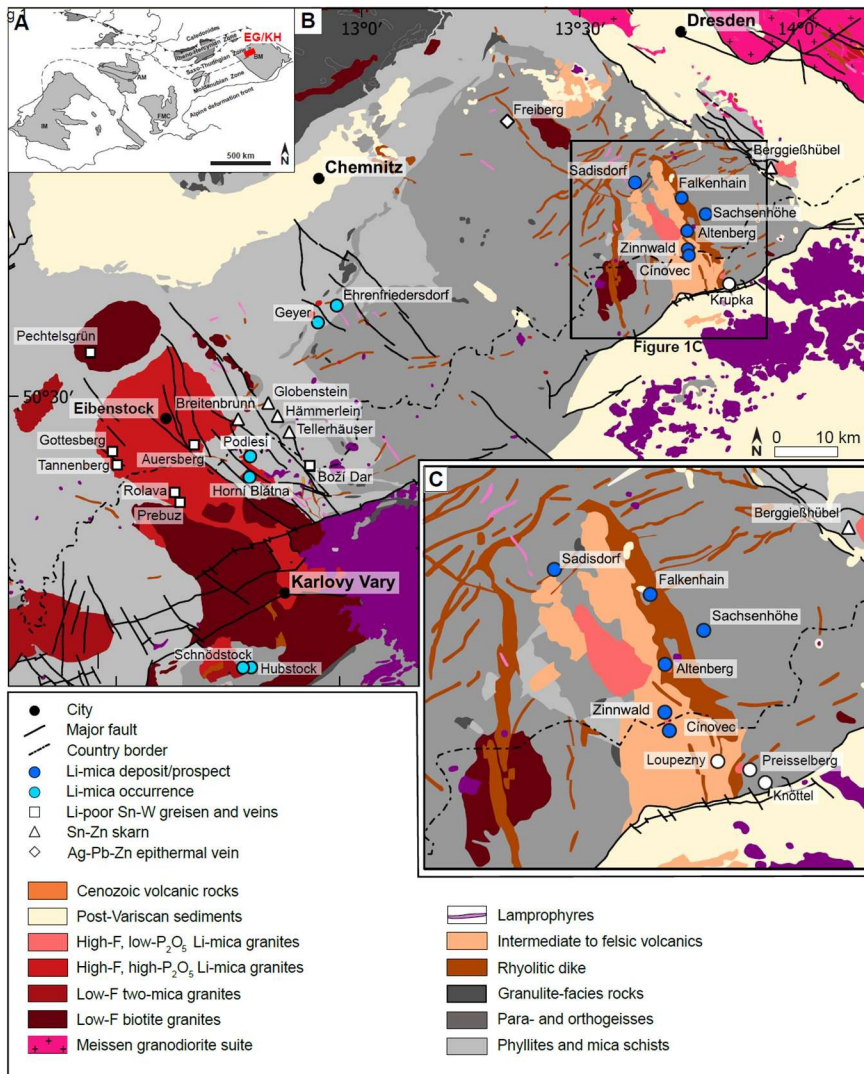
Für das Projekt müssen sowohl am Standort Liebenau als auch an der ehemaligen Grenzzollstation Zinnwald Grundstücke erworben werden. Das Gelände der ehemaligen Grenzzollanlage befindet sich im Besitz der Stadt Altenberg und das Projekt hat bereits Verhandlungen aufgenommen, um sich die erforderliche Fläche von etwa sechs Hektar zu sichern. In Liebenau hat das Projekt eine Fläche von insgesamt 115 Hektar (1,15 km²) identifiziert. Das Gelände ist weder bebaut noch bewohnt und derzeit an eine örtliche landwirtschaftliche Genossenschaft verpachtet. Die ZLG wird mit den Landeigentümern in Kontakt treten, um dieses Land und die erforderlichen Ausgleichsflächen auf freiwilliger Basis zu erwerben. In Kürze wird das Unternehmen seinen formellen Rahmen für den Zugang zu Land, den Erwerb und die Entschädigung von Land (LAACF) veröffentlichen. Sollte dieser Prozess längerfristig nicht erfolgreich sein, kann das Unternehmen als letztes Mittel von den Bestimmungen des BBergG Gebrauch machen, die einen Enteignungsprozess zu Marktpreisen ermöglichen, sobald es die erforderlichen Genehmigungen erhalten hat.

1.5 Geologie und Vererzung

Die Zinnwald-Lagerstätte ist die Typlokalität für eine Lithiumgreisen Lagerstätte, wobei der Zinnwaldit-Glimmer das lithiumführende Mineral darstellt. Der Begriff Vergreissung stammt aus der sächsischen Bergmannssprache und beschreibt die Bildung des Glimmerminerals Zinnwaldit, wobei Zinnwald gleichzeitig die Typlokalität dieses Minerals darstellt. Die Lagerstätte Zinnwald-Cínovec ist somit auch die Typlokalität für alle greisengebundene Zinnwaldit-Vorkommen. Greisengebundene Lithium-Glimmer-Systeme kommen im gesamten Erzgebirge vor. Diese treten in Nordost-Südwest-Richtung, senkrecht zum allgemeinen Erzgebirgstrend auf. (Burisch, et al., in Überarbeitung). Die Lithiumglimmer-Greisen sind häufig mit G4 Graniten vergesellschaftet, die sich im Allgemeinen durch hohe F- und niedrige P₂O₅-Gehalte auszeichnen. Bei diesen Graniten handelt es sich um jüngere, stark fraktionierte Granite, welche charakteristischerweise in ältere Rhyolite oder Granite intrudiert sind.

Das vorherrschende Gestein, welches innerhalb des Bewilligungsfeld an der Oberfläche ansteht, ist der Teplice-Rhyolith. Dieser wird im Zentralbereich vom Aufschluss des zinnwaldhaltigen Albitgranits durchtrennt. Der Albitgranit bildet einen in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Intrusionkörper, der in den Rhyolith intrudiert. Der Kontakt ist scharf und gut definiert. Die Ausmaße des Oberflächenaufschlusses des Albitgranits betragen etwa 1,4 km x 0,3 km; auf der deutschen Seite der Lizenz ist dieser jedoch auf 0,4 km x 0,25 km reduziert. Der Granit fällt flach zwischen 10° und 30° nach Norden, Osten und Süden ein (der südliche Schenkel wird von der Landesgrenze zur Tschechischen Republik abgeschnitten). Der westliche Kontakt des Granits fällt in einem steileren Winkel, zwischen 50° und 80° ein (Burisch, et al., in Überarbeitung). Der Granit bildet im Wesentlichen eine kuppelförmige Struktur, die unter den Orten Zinnwald und Cínovec liegt. Die regionale geologische Situation ist in Abbildung 1.3 dargestellt.

Abbildung 1.3 Regionale geologische Gegebenheiten



Anmerkung: A - Lage der Erzgebirgsregion in Europa. B - Erzgebirgsregion. C - Lokale Geologie um Zinnwald / Cínovec.

Quelle: (Burisch, et al., in Überarbeitung)

Die vertikale Fraktionierung und die anschließende Alteration innerhalb der Intrusion steuern die Häufigkeit von Haupt- und Nebenmineralen, sowie die Verteilung der seltenen Metalle. Die vertikale Zonierung kann wie folgt beschrieben werden:

- Oberste 30 Meter: feinkörniger Albitgranit mit lithiumführendem Lepidolith-Glimmer, welcher in der Lagerstätte Zinnwald aufgrund des nach Norden einfallenden Granits nicht zu beobachten ist. Vorgefunden bei Cínovec.
- Oberste 700 Meter: mittelkörnige und porphyrische Varianten des Albitgranits mit Zinnwaldit als dominierendem Lithiumglimmer. Zonen von Mikrogranit sind offensichtlich. Die Anreicherung von Zinnwaldit steht in Verbindung mit dem Vergreisungsgrad; und einen Glimmerübergang in etwa 700 Meter Tiefe. Die durchschnittliche mineralogische Zusammensetzung beträgt 35 % Albit, 33 % Quarz, 23 % Alkalifeldspat, 6 % Zinnwaldit und 2 % Muskovit.
- 700 Meter bis >1.600 Meter Tiefe: mittelkörniger Albitgranit mit Eisen-Lithium-Annit als vorherrschendem dunklen Glimmer. Keine Vergreisung und eine geringere Albitisierung.

Die Vergreisung ist der wichtigste hydrothermale Umwandlungsprozess und für die Lithiumanreicherung verantwortlich. Es handelt sich um eine Hochtemperatur-Alterationsfolge, die häufig mit der endgültigen Abkühlung des felsischen Magmas einhergeht. Zu den wichtigsten Mineralneubildungen gehören Quarz und Muskovit, wobei je nach den Bedingungen Lithiumglimmer, Fluorit, Topas und Turmalin als weitere Mineralien auftreten.

Die Lithiummineralisierung tritt vollständig im Albitgranit auf und steht in engem Zusammenhang mit Greisenlagern (vollständige Verdrängung der ursprünglichen Granitstrukturen und -mineralien) oder der Vergreisung des Granits (schwächere Alteration und im Allgemeinen geringere Lithiumgehalte).

Die Zinn- (Kassiterit) und Wolframmineralisierung (Wolframit) steht ebenfalls in Zusammenhang mit den Greisenlagern, ist jedoch selten und die Gehalte beider Mineralisierungen nehmen mit der Tiefe ab. Die Zinn- und Wolframmineralisierung ist zoniert, tritt vorwiegend in Richtung der Dachzone des Albitgranits auf und ist im Allgemeinen in Quarzgängen enthalten.

Eine mäßige Vergreisung des Granits ist üblich und kann über Dutzende von Metern lateral und vertikal durchgängig sein. Die Intensität der Vergreisung ist direkt proportional zum Anstieg des Zinnwaldit-Glimmer-Gehalts bzw. des Lithium-Gehalts und kann sich über kurze Entfernungen abrupt ändern (Burisch, et al., in Überarbeitung).

Hochgradige Greisen-Alteration tritt in schmalen Schichten oder Linsen auf. Diese Schichten sind in der Regel 1 bis 10 Meter dick und können sich seitlich über 10 bis 100 Meter erstrecken. Die Greisenlager liegen flach oder spiegeln die Neigung des Granit-Rhyolith-Kontakts wider. Greisenlager können sowohl in ausgedehnten Zonen des vergreisten Granits als auch in nicht vergreisten Granit vorkommen, wobei erstere als interne Greisen und letztere als externe Greisen bezeichnet werden.

Alterationen im Nebengestein treffen häufig lokal auf und stehen in der Regel mit flach liegenden Greisenlagern oder vertikalen Verwerfungsstrukturen in Verbindung. Zu den üblichen Alterationen gehören Kaolinisierung, Serizitisierung und Hämatisierung.

Der vorherrschende Lithiumträger ist Zinnwaldit-Glimmer. Eine Alteration des Glimmers ist nicht üblich aber vorhanden und erfolgt in der Regel entlang der Korngrenzen, was zu einem Verlust von Eisen und Lithium führt.

1.5.1 Geschichte der Lagerstättenerkundung

Das Konzessionsgebiet Zinnwald hat eine lange Geschichte des Metallbergbaus und der Mineralienexploration, was typisch für das sächsische Erzgebirge ist.

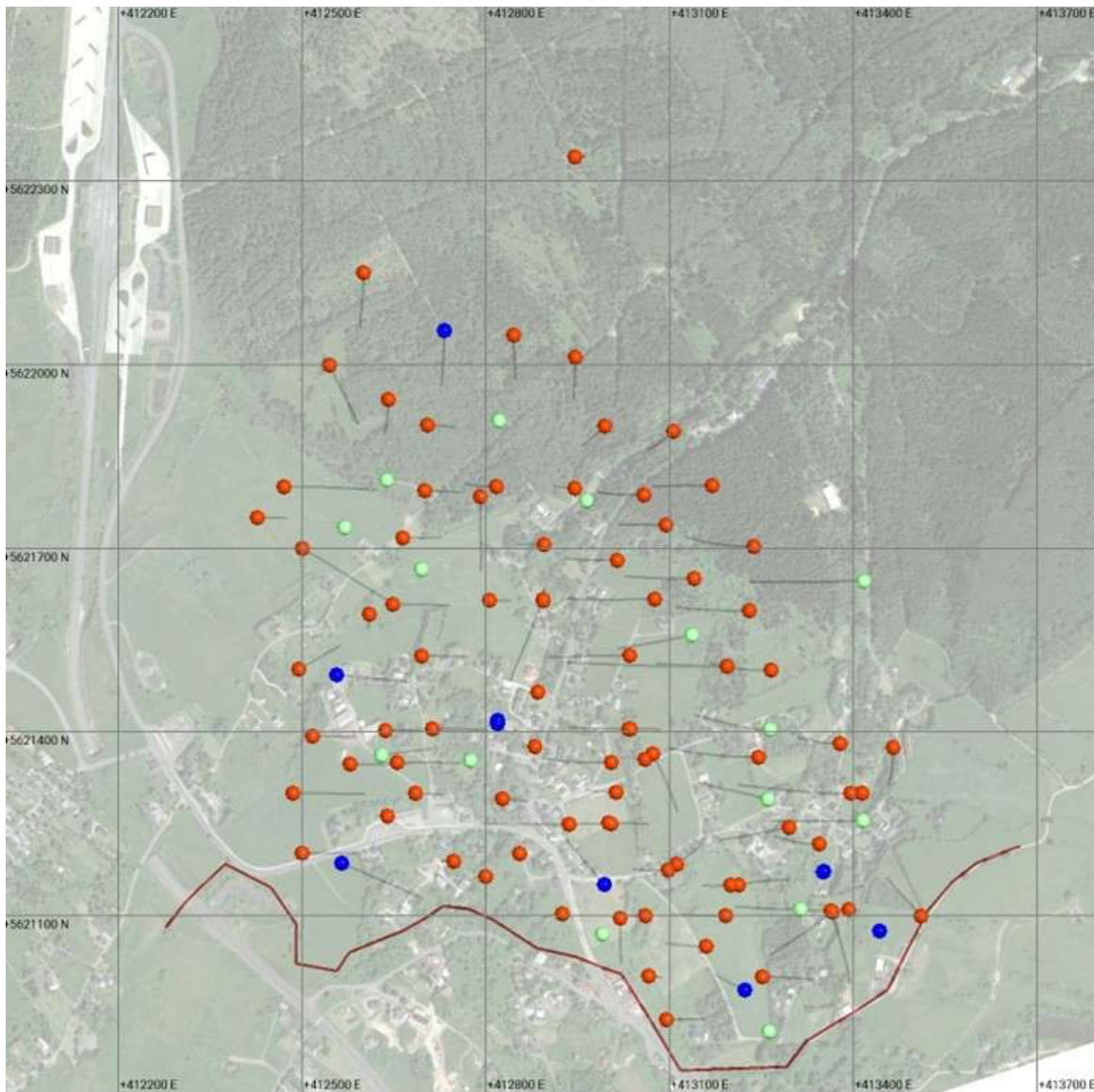
Die kombinierte Lagerstätte Zinnwald (deutsche Seite) und Cínovec (tschechische Seite) ist seit mindestens dem 13. Jahrhundert eine sehr wichtige Quelle für Zinn und Wolfram. In den ersten 400 Jahren (nach der Entdeckung) lag der Schwerpunkt ausschließlich auf der Produktion von Zinn (Kassiterit). Die Produktion von Wolfram (Wolframit) begann in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts (Schilka & Baumann, 1996). Die erste nachgewiesene Produktion von Lithiumglimmer stammt aus dem Jahr 1890, wurde aber bis zu dem Ende des Zweiten Weltkriegs nicht in wirtschaftlichem Umfang betrieben. Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs wurde die Produktion von Lithium und allen anderen Metallen eingestellt und seitdem hat es keine Produktion oder Entwicklung mehr gegeben.

Die Exploration der Zinnwald-Lizenz ist das Ergebnis des historischen Untertageabbaus von Zinn, Wolfram und in jüngerer Zeit auch von Lithium. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts lag der Schwerpunkt auf der Suche nach Erweiterungen der Greisenlager und Quarzgängen, die sich unter den alten Abbaugebieten von Zinnwald als auch von Cínovec befinden. Dies geschah größtenteils durch Diamantbohrungen von der Oberfläche sowie aus den zugänglichen Ebenen der alten Stollen. Die historischen Bohrungen auf dem Lagerstättenfeld stammen aus der Zeit zwischen 1917 und 1989.

Zwischen 1989 und 2012 gab es eine Unterbrechung der Explorations- und Bohrtätigkeit. Die Liegenschaft und das Projekt wurden von der Solarworld Solicium GmbH (SWS) erworben und die erste Bohrkampagne wurde von 2012 bis 2013 von diesem Unternehmen durchgeführt. Die Bohrungen wurden von dem SWS-Nachfolger, der Deutschen Lithium GmbH (DLG) - jetzt bekannt als Zinnwald Lithium GmbH (ZLG) - fortgesetzt. Bohrkampagnen fanden in den Jahren 2017 sowie zuletzt 2022-2023 statt.

ZLG hat im Laufe der Jahre 2022 und 2023 insgesamt 84 Bohrungen (alle Diamantkernbohrungen) abgeteuft. Das Hauptziel der Bohrkampagne bestand in der Verdichtung des bestehenden Bohrrasters zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Mineralressourcenschätzung sowie die Abgrenzung und Definition des massigen vergreisten Albitgranites, des als Mineralisationszone bezeichnet wird. Die Bohrungen im Lizenzgebiet belaufen sich auf insgesamt 196 Bohrungen mit 55.830 Metern. Für die Ressourcenschätzung wurden die Bohrungen aus den Jahren 2012 bis 2023 herangezogen, da die historischen (vor 2012 durchgeführten) Kampagnen nicht verifiziert werden konnten (Abbildung 1.4). Insgesamt wurden 109 Löcher und 33.973 Meter verwendet. Für die Abschätzung des Lithiumgehaltes wurden insgesamt 19.537 Proben mit Lithiumanalysen herangezogen und für die Dichteschätzung und -zuordnung insgesamt 1.656 Proben mit Dichtemessungen verwendet.

Abbildung 1.4 Übersicht aller Bohrungen nach 2012



Anmerkung: Blau= SWS 2012-2013; grün= DLG/ZLG 2017; rot= ZLG 2022-2023. Die rote Linie kennzeichnet die Landesgrenze.

1.5.2 Schätzung der Mineralressourcen

Die Mineralressource (MRE) (Stand: 5. Juni 2024) für das Projekt ist in Tabelle 1.3 dargestellt. Die Mineralressource beläuft sich auf insgesamt 193,5 Mt mit 2.220 ppm Li (429 kt enthaltenes Lithiummetall) in der nachgewiesenen und indizierten Kategorie bei einem Cut-off-Gehalt von 1.100 ppm Li. Die Annahme realistischer wirtschaftlicher Gewinnungsperspektiven (RPEEE) wurde durch die Einschränkung mittels eines Abbauoptimierungsmodells durchgeführt, wobei die verwendeten Parameter auf Ergebnisse technischer und wirtschaftlicher Studien basieren.

Die MRE von Snowden Optiro vom Juni 2024 hat den mineralisierten Granit (Zone des durchgängig vergreisten Granit) einbezogen wobei die sich in dieser Zone befindlichen internen Greisenlager mit aufgenommen wurden (Abbildung 1.5). Metallurgische Testarbeiten und eine Bergbaustudie – einschließlich der Umstellung auf Sublevel-Stoping als Abbaumethode – rechtfertigen die Einbeziehung des vertikal und horizontal durchgängig mineralisierten Albitgranits. Dies ermöglichte die Festlegung einer höheren Produktionsrate und resultiert in einem niedrigeren Cut-off-Gehalt im Vergleich zur MRE von 2018 (Bock, Kühn, & Gowans, 2019).

Abbildung 1.5 Schrägansicht des Ressourcenblockmodells mit Li-Gehalt (ppm)

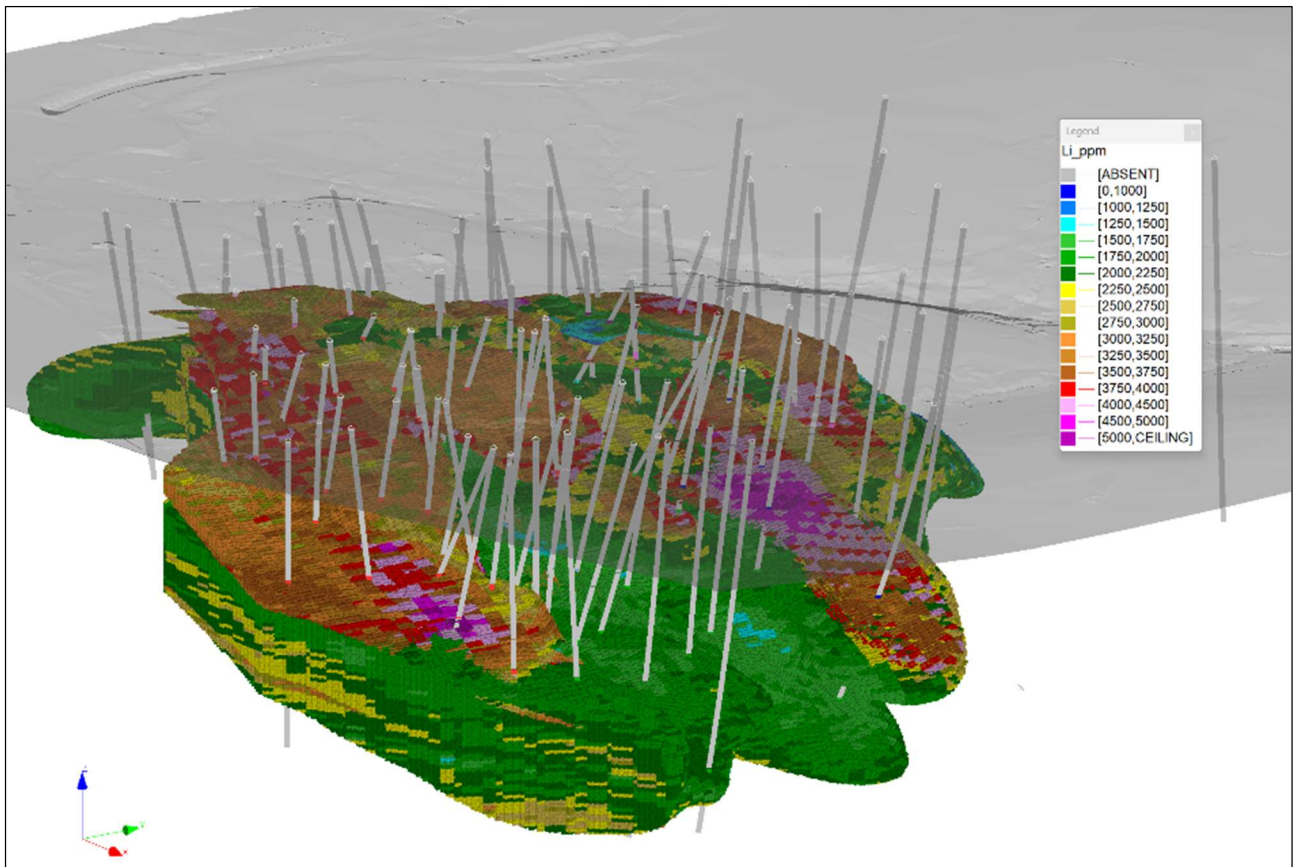


Tabelle 1.3 Mineralressourcenerklärung für das Lithiumprojekt Zinnwald, Stichtag 5. Juni 2024

Klassifizierung	Bereich	Tonnen (Mt)	Mittlere Note		Enthaltenes Metall	
			Li (ppm)	Li2O (ppm)	Li (kt)	LCE (kt)
Nachgewiesen	Externe Greisen (1)	11.3	3,420	7,360	39	206
	Mineralisierte Zone (2)	25.0	2,090	4,490	52	277
	• Interne Greisen	1.5	3,240	6,970	5	27
	• Mineralisierter Granit	23.5	2,020	4,340	47	250
	Zwischensumme (1) und (2)	36.3	2,500	5,380	91	483
Indiziert	Externe Greisen (1)	2.1	3,510	7,560	7	40
	Mineralisierte Zone (2)	155.1	2,130	4,590	331	1,762
	• Interne Greisen	13.2	3,330	7,170	44	234
	• Mineralisierter Granit	141.9	2,019	4,350	287	1,528
	Zwischensumme (1) und (2)	157.2	2,150	4,630	338	1,802
Nachgewiesen + Indiziert GESAMT		193.5	2,220	4,780	429	2,285
Abgeleitet	Externe Greisen (1)	0.8	3,510	7,560	3	15
	Mineralisierte Zone (2)	32.5	2,110	4,540	68	364
	• Interne Greisen	0.6	2,880	6,200	2	9
	• Mineralisierter Granit	31.9	2,090	4,500	67	355
	Zwischensumme (1) und (2)	33.3	2,140	4,610	71	379
Abgeleitet GESAMT		33.3	2,140	4,610	71	379

Anmerkungen:

- Die Erklärung über die Mineralressourcen ist bis ab dem Stichtag vom 5. Juni 2024 gültig.
- Es wird eine Mineralressource mit einem Cut-off-Gehalt von 1.100 ppm Li berichtet, die unter folgenden Annahmen berechnet wurde: Lithiumhydroxid-Monohydratpreis von 23.800 US\$/t, Betriebskosten von 121,5 US\$/t ROM; Lithiumausbringung von 69 %; Bergbaubedingte Verdünnung und Ausbringung von 10 %.
- Die Anforderung an eine angemessene Aussicht auf eine letztlich wirtschaftliche Gewinnung wird durch eine minimale Modellbreite für mineralisierte Zonen, einen Cut-off-Gehalt basierend auf abgemessenen Annahmen sowie ein wirtschaftliches Bindungsvolumen erfüllt, das sich für ein potenzielles Szenario der unterirdischen Gewinnung unverdünnter In-situ-Ressourcen eignet.
- Die Ausweisung der Mineralressource berücksichtigt einen Mindestabstand von 20 m unterhalb des Altbergbaus (um eine Beeinträchtigung durch den Altbergbau zu vermeiden) und erfolgt ausschließlich innerhalb Deutschlands.
- Alle Mengenangaben sind in trockenen metrischen Tonnen angegeben.
- Kleine Abweichungen können aufgrund von Rundungsdifferenzen und der Verwendung geeigneter signifikanter Faktoren auftreten.
- LCE (Lithiumcarbonat-Äquivalent) Umrechnung = $5,323 \times \text{Li-Metall}$. $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Lithiumhydroxid-Monohydrat) Umrechnung = $6,045 \times \text{Li-Metall}$.
- Mineralressourcen, die keine Mineralreserven sind, haben keine nachgewiesene wirtschaftliche Tragfähigkeit. Eine abgeleitete Mineralressource hat einen geringeren Zuverlässigkeitsgrad als eine angezeigte Mineralressource und darf nicht in eine Mineralreserve umgewandelt werden. Es ist davon auszugehen, dass ein Großteil der abgeleiteten Mineralressourcen bei fortgesetzter Exploration zu indizierten Mineralressourcen aufgewertet werden könnte.
- Die Ergebnisse der Abbauoptimierung dienen ausschließlich dem Zweck, die "begründeten Aussichten für einen wirtschaftlichen Abbau" mit Untertagemethoden zu testen, und stellen keinen Versuch dar, Mineralreserven zu schätzen. In dieser Ressourcenaktualisierung gemäß NI 43-101 werden keine Mineralreserven gemeldet. Die Ergebnisse dienen als Orientierungshilfe bei der Erstellung einer Mineralressourcenerklärung und bei der Auswahl eines geeigneten Cut-off-Gehalts für die Ressourcenmeldung. Die Abbauoptimierung stellt keine wirtschaftliche Studie dar.
- Die Schätzung der Mineralressourcen kann durch Umwelt-, Genehmigungs-, Rechts-, Eigentums-, Steuer-, sozio-politische, Marketing- oder andere relevante Fragen wesentlich beeinflusst werden.
- Der Autor ist sich keiner bekannten Bergbau-, Verarbeitungs-, Metallurgie-, Umwelt-, Infrastruktur-, Wirtschafts-, Genehmigungs-, Rechts-, Eigentums-, Steuer-, sozio-politischen oder Vermarktungsprobleme oder anderer relevanter Faktoren bewusst, welche die aktuelle MRE wesentlich beeinflussen könnten.

1.6 Schätzung der Mineralreserven

Die in diesem Abschnitt vorgestellte Schätzung der Mineralreserven wurde von Snowden Optiro unter Anwendung von Methoden erstellt, die mit den in den CIM Definition Standards for Mineral Resources and Mineral Reserves (CIM, 2014) beschriebenen Richtlinien übereinstimmen. Die Schätzung basierte auf dem Modell der Mineralressource. Für die Erstellung der Bergwerksplanung, der Auswertung des Blockmodells und die Abbauplanung wurde branchenübliche Software verwendet.

Der Stichtag der Schätzung der Mineralreserven ist der 31. März 2025.

Die Mineralreserve wurde unter Anwendung anerkannter Branchenpraktiken für Untertagebergwerke geschätzt, wie in diesem Bericht beschrieben. Die identifizierte wirtschaftliche Mineralisierung wurde einer detaillierten Bergwerksplanung, Zeitplanung und der Entwicklung eines Cashflow-Modells unterzogen, das technische und wirtschaftliche Prognosen für das Bergwerk über die gesamte Dauer des Reserven-Szenarios enthält und als Basis-Szenario für den Abbau dient.

Die Mineralreservenschätzung ist in Tabelle 1.4 zusammengefasst und in Abschnitt 7 des PFS-Berichts ausführlich beschrieben.

Tabelle 1.4 Angabe der Mineralreserven für das Lithiumprojekt Zinnwald, Stand 31. März 2025

Klassifizierung	Tonnen (Mt)	Klasse		Enthaltenes Metall	
		Li (ppm)	Li ₂ O (ppm)	Li (kt)	LCE (kt)
Nachgewiesen	27.2	2,188	4,711	60	317
Wahrscheinlich	100.9	2,021	4,351	204	1,085
Insgesamt	128.1	2,056	4,428	263	1,402

Anmerkungen:

- Der Standard für die Meldung von Mineralreserven für das Projekt nach Abschluss der erforderlichen technischen Studien entspricht den Richtlinien NI 43-101 und den CIM-Definitionsstandards 2014 und ist ab dem Stichtag 31. März 2025 gültig.
- Die Mineralreserve wird mit einem Cut-off-Gehalt von 1.700 ppm Li ausgewiesen, der auf der Grundlage der geschätzten Abbaukosten, der Verarbeitungskosten sowie der allgemeinen und administrativen Kosten berechnet wurde.
- Alle Mengenangaben sind in trockenen metrischen Tonnen angegeben.
- Die Gesamtsummen entsprechen aufgrund von Rundungsanpassungen und der Verwendung geeigneter signifikanter Faktoren nicht unbedingt der Summe der Komponenten. Eine Rundung führt naturgemäß zu Fehlertoleranzen; wo diese auftritt, hält die QP sie nicht für wesentlich.
- Verwendete LCE-Umrechnung = $5,323 \times \text{Li-Metall}$.
- Snowden Optiro geht davon aus, dass die unterirdische Lagerstätte Zinnwald für den Abbau mittels Langkammerabbau geeignet ist.
- Eine Inspektion der Lagerstätte wurde von Rodrigo Capel Pasqua, einer geeigneten "unabhängigen qualifizierten Person" gemäß NI 43-101, durchgeführt.

Die QP ist sich keiner bekannten Bergbau-, Verarbeitungs-, Metallurgie-, Umwelt-, Infrastruktur-, Wirtschafts-, Genehmigungs-, Rechts-, Eigentums-, Steuer-, soziopolitischen oder Marketingprobleme oder anderer relevanter Faktoren bewusst, die die aktuelle Mineralreserveschätzung wesentlich beeinflussen könnten.

1.7 Bergbau

Das geplante untertägige Bergwerk wurde als konventioneller Langkammerabbau mit Versatzeinbau konzipiert, wobei regionale Pfeiler bestehen bleiben, um die Senkungsrisiken an der Oberfläche zu verringern. Angesichts der massiven Beschaffenheit des Erzkörpers besteht der Bergwerksplan in erster Linie aus Querstollen um die Gewinnung und die betriebliche Effizienz zu maximieren. Die allgemeinen Gesteinsgegebenheiten im gesamten Bergwerk sind sehr günstig und bieten ein hohes Maß an Stabilität. Diese positive Einschätzung erlaubt einen optimistischen Planungsansatz in bestimmten Bereichen des Bergwerks. Für diese PFS wurde ein konservativer maximaler hydraulischer Stollenradius von 6,5 m festgelegt. Es ist vorgesehen, diesen im Rahmen der Machbarkeitsstudie in bestimmten Bereichen gegebenenfalls zu erhöhen, sobald detailliertere, mehr lokal spezifische Informationen zur Verfügung stehen.

Für das untertägige Bergwerk sind zwei Bergwerkszugänge geplant: ein Zugang (6 Meter Breite und 5,5 Meter Höhe) von der Oberfläche zum oberen Teil des Bergwerks (über die Rampe zur ehemaligen Grenzzollanlage in Zinnwald) und ein Stollen von der unteren Sohle des Bergwerks zur oberirdischen Anlage in Liebenau (Abbildung 1.6). Der Zugang zum oberen Teil des Bergwerks wird zunächst als Erkundungsstollen bis auf 695 Meter über N.N. ausgebaut. Die Erschließung des Erzkörpers wird von der Erkundungsstrecke aus weiter in die Tiefe geführt und mit einer Zwischenebene auf 420 Meter über N.N. verbunden. Die Infrastrukturebene wird die untertägige Versatanlage und den untertägigen Vorebrecher enthalten und mit dem Stollen nach Liebenau verbunden sein.

Der Zugang über die Rampe zur ehemaligen Grenzzollanlage in Zinnwald wird zunächst für den Erz- und Bergetransport, den Materialtransport und den Personenzugang genutzt, bevor der Stollen in Richtung Liebenau angeschlossen und die

Infrastrukturebene errichtet wird. Nach der Errichtung der Infrastrukturebene werden Erz und Berge über ein bidirektionales Förderband durch den Stollen nach Liebenau transportiert, wobei der Personenzugang und der Transport von Verbrauchsmaterialien weiterhin über die Rampe zur ehemaligen Grenzzollanlage in Zinnwald erfolgen. Abbildung 1.7 zeigt schematisch die Lage des Rampenmundlochs in Zinnwald, das Bergwerk (wo sich der Brecher befinden wird) und die Aufbereitungsanlage in Liebenau.

Abbildung 1.6 Geplantes Untertagebergwerk

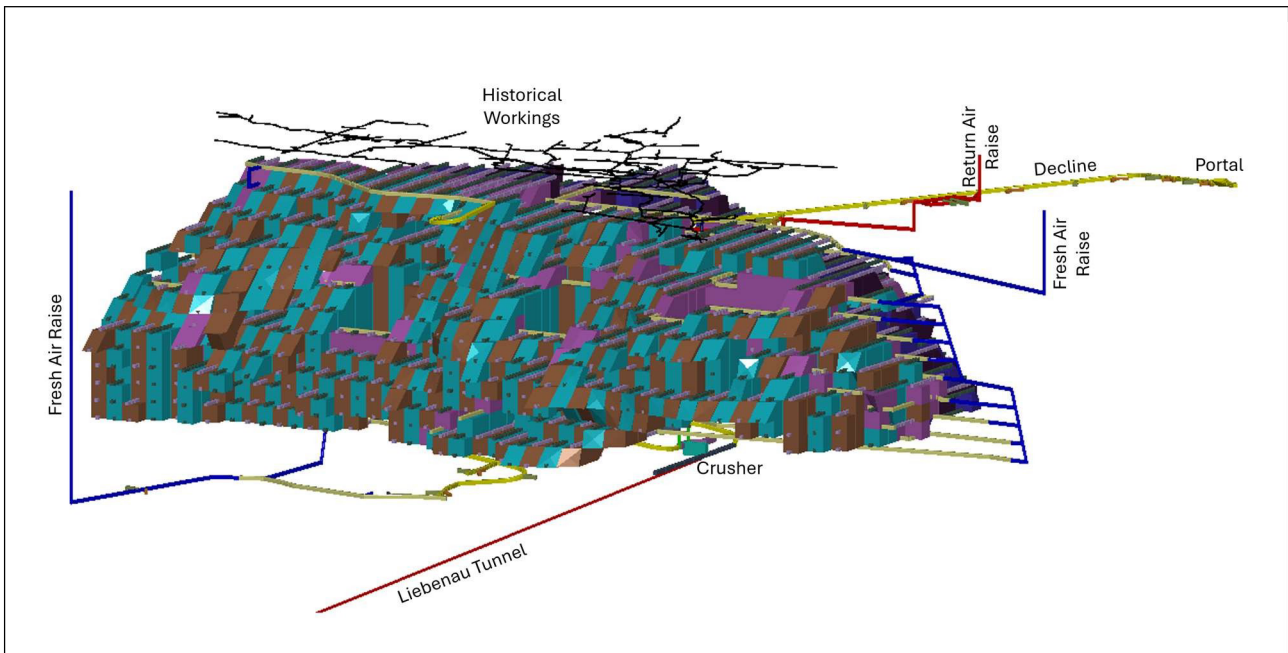
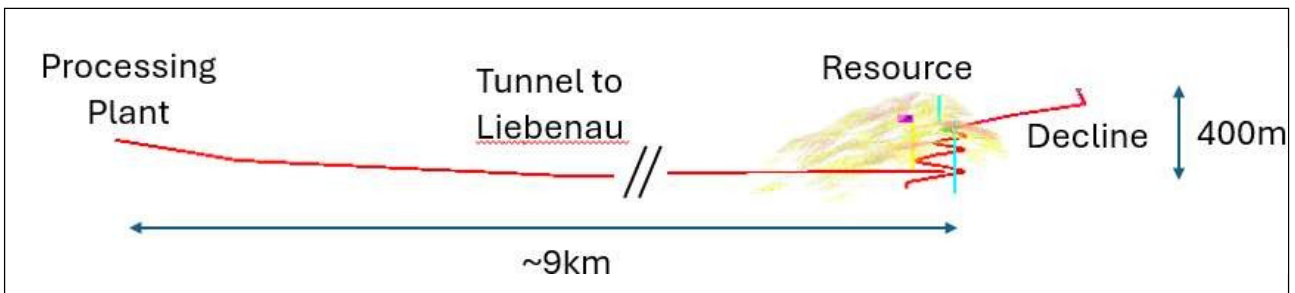


Abbildung 1.7 Relative Lage des Zugangs, des Bergwerkes und der Aufbereitungsanlage



Der Liebenau Stollen mit einer Länge von 9,1 Kilometern und einem Durchmesser von 6,5 Metern wird mit einer Tunnelbohrmaschine (TBM) aufgeföhrt, um die Verbindung zum unteren Teil des Bergwerkes herzustellen, welcher nach dem Anschluss als Materialtransportsystem dient. Erz und Berge werden darüber zu Tage geföhrt. Nicht verkaufsfähige feste Reststoffe aus der Laugung sowie ein Teil der feinkörnigen Aufbereitungsreststoffe gelangen über den Förderstollen, in die untertägige Versatzmischanlage zur Rückverfüllung.

Ausgewählte unterirdische Bergbauausrüstung umfasst konventionelle Jumbo-Bohrmaschinen für Bohrarbeiten und die Verankerung des Ausbaus in den Abbaukammern sowie Langloch-Bohrgeräte für die Bohrarbeiten während des Stollenvortriebs. Das Laden und die Förderung wird mit Ladern und Muldenkippern durchgeführt; das Material wird von den Ladern auf Lkw geladen, die es auf jeder Sohle zur zentralen Erzrolle transportieren, von wo es in den untertägigen Brecher eingeleitet wird. Das gebrochene Erz wird anschließend durch den Förderstollen zur Aufbereitungsanlage nach Liebenau beföhrt.

Die Hauptgrubenlüfter werden untertage installiert und in mittels eines Überdrucksystem betrieben, um Radonemissionen zu reduzieren und zu kontrollieren sowie Lärmbelästigungen an der Oberfläche zu vermeiden. Das Bergwerk wird auch die notwendige untertägige Infrastruktur umfassen, darunter z.B. Werkstatt- und Tankstationen sowie ein Sprengmittelmagazin, die alle durch übertägige Infrastruktur unterstützt werden.

Es wurde ein Abbauplan entwickelt, um in den ersten Jahren der Bergbautätigkeit möglichst viel reichhaltiges Material zu gewinnen. Der Zeitplan wurde so gestaltet, dass die Kapazitäten der Aufbereitungs-, pyrometallurgischen und hydrometallurgischen Anlage effektiv genutzt werden. Die Mineralreserve ermöglicht einen Förderzeitraum von mehr als 75 Jahren im Fall von Phase 1 allein und von mehr als 40 Jahren, wenn sowohl Phase 1 als auch Phase 2 ausgeföhrt werden.

Die Projektphase 2 ist ab Jahr 7 nach Produktionsaufnahme vorgesehen, um ausreichend Zeit für die Inbetriebnahme und Bewährung der Phase 1 zu lassen. Abbildung 1.8 zeigt die Abbaumengen und Gehalte über die Betriebsdauer des Bergwerkes unter der Annahme von Phase 1 und 2. Tabelle 1.5 enthält Einzelheiten zum Zeitplan des Bergwerkes.

Abbildung 1.8 Zeitplan für den kombinierten Abbau von Phase 1 und 2

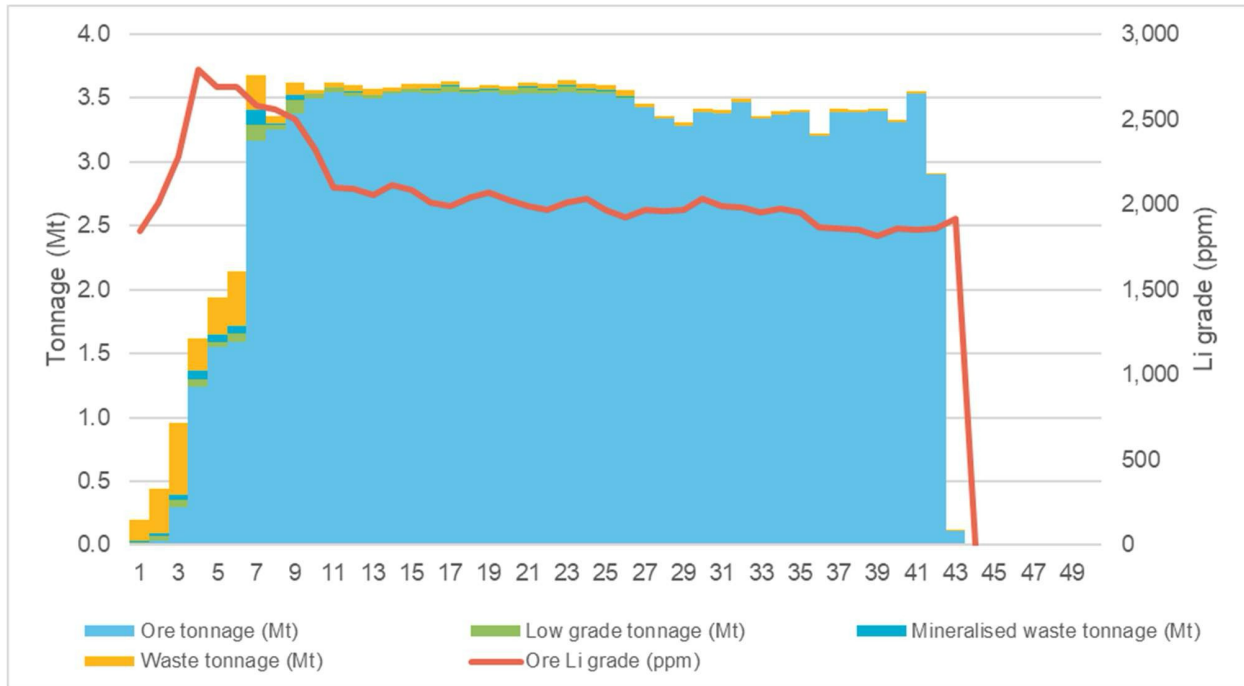


Tabelle 1.5 Kombiniertes Abbauplan für Phase 1 und 2

Beschreibung	Einheit		1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr	5. Jahr	6. Jahr	7. Jahr	8. Jahr	9. Jahr	10. Jahr	11. bis 15. Jahr	16. bis 20. Jahr	21. bis 25. Jahr	26. bis 30. Jahr	31. bis 35. Jahr	36. bis 40. Jahr	41. bis 45. Jahr
Materialbewegungen																			
Material insgesamt	Mt.	133.2	0.2	0.4	1.0	1.6	1.9	2.1	3.7	3.4	3.6	3.6	18.0	18.0	18.1	17.1	17.1	16.8	6.6
Erz (insgesamt)	Mt.	128.1	0.0	0.0	0.3	1.2	1.6	1.6	3.2	3.2	3.4	3.5	17.6	17.7	17.7	16.9	16.9	16.7	6.5
Li-Gehalt Erz- (insgesamt)	ppm	2,056	1,842	2,009	2,280	2,793	2,687	2,693	2,580	2,555	2,501	2,322	2,089	2,028	1,994	1,971	1,970	1,850	1,855
Li Metall Erz (insgesamt)	t	263,388	31	62	665	3,454	4,172	4,270	8,170	8,296	8,439	8,103	36,851	35,870	35,266	33,375	33,369	30,862	12,135
Armerz	Mt.	1.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Verdünnung	Mt.	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Berge	Mt.	3.4	0.2	0.4	0.6	0.3	0.3	0.4	0.3	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
Vorrichtung																			
Insgesamt	km	242.4	2.1	5.3	11.4	11.5	11.4	11.2	14.0	8.3	12.4	10.8	37.0	34.9	34.4	14.8	10.8	10.0	2.3
Erz	km	100.9	0.2	0.4	3.9	5.4	5.7	3.3	4.6	4.8	6.9	7.5	20.9	18.5	16.5	2.5	0.0	0.0	0.0
Armerz	km	15.3	0.1	0.6	0.8	0.9	0.5	1.0	1.9	0.6	1.6	0.7	1.9	2.2	2.4	0.2	0.0	0.0	0.0
Verdünnung	km	8.1	0.0	0.2	0.6	1.0	0.8	1.0	1.8	0.2	0.5	0.1	0.5	0.5	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0
Berge	km	30.9	1.8	4.1	6.2	3.2	3.5	5.3	3.8	0.4	1.0	0.0	0.5	0.3	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0
Hilfsgrubenbaue	km	87.3	0.0	0.0	0.0	0.9	0.8	0.7	2.0	2.2	2.3	2.6	13.1	13.5	14.2	11.8	10.8	10.0	2.3
Material nach Typ																			
Erz aus Abbaukammern	Mt.	121.4	0.0	0.0	0.0	0.9	1.2	1.4	2.9	2.9	2.9	3.0	16.3	16.5	16.6	16.8	16.9	16.7	6.5
Erz aus Vorrichtung	Mt.	6.7	0.0	0.0	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	1.4	1.2	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0
Armerz aus Vorrichtung	Mt.	1.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Verdünnung aus Vorrichtung	Mt.	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Berge aus Vorrichtung	Mt.	2.5	0.2	0.4	0.6	0.3	0.3	0.4	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hilfsgrubenbaue	Mt.	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0

1.8 Aufbereitung

Die Aufbereitung ist für die Verarbeitung einer Mischung aus Albitgranit- (AG) und Quarz-Glimmer-Greisen(QMG) ausgelegt, wie im Abbauplan vorgesehen. Der geplante Durchsatz der Aufbereitungsanlage beträgt 1,77 Mio. t/a. Der Aufbereitungskreislauf wird bei dieser Durchsatzrate 302 kt/a Konzentrat mit einem durchschnittlichen Gehalt von 1,14 % Li für die nachgeschaltete Weiterverarbeitung produzieren. Die Lithiumextraktion erfolgt durch Kalzinierung des Konzentrats und hydrometallurgische Verarbeitung, um in Phase 1 eine geplante Produktion von 17,1 kt/a LHM (Lithiumhydroxid-Monohydrat) mit Batteriequalität zu gewinnen. Dabei wird ein 50:50-Mischungsverhältnis von AG und QMG angenommen.

Als Nebenprodukte fallen an: Analcim, Kalziumsilikat, Kalziumfluorid, Kalziumkarbonat und Kaliumchlorid. Die Prozessanlage ist so konzipiert, dass keine Abwässer in die Umwelt gelangen. Daher sind Einrichtungen für die Wasseraufbereitung zur Wiederverwendung und der vollständigen Verdampfung der flüssigen Ableitungsströme vorgesehen. Die geplanten Verarbeitungskapazitäten nach Bereichen und Stoffströmen sind in Tabelle 1.6 zusammengefasst.

Tabelle 1.6 Gesamtmassenbilanz (basierend auf einem 50:50-Mix aus AG und QMG, nur Phase 1)

Prozessstrom	Volumen des Produkts (t/h)	Volumen des Produkts (t/a)	Li-Gehalt (%)	Li-Rückgewinnung (%)	Gesamtauslastung (h/a)
Durchsatz der Aufbereitungsanlage					
Kapazität		1,770,000	NA		8,000
Leistung der Aufbereitungsanlage Konzentrat					
Nominell	32.82	262,581	1.14	81.3 - 87.4%	8,000
Design	37.75	301,968			
Pyrometallurgische Anlagenbeschickung Konzentrat					
Nominell	35.01	262,581	1.14		7,500
Design	40.26	301,968			
Leistung der pyrometallurgischen Anlage Kalzinieren					
Nominell	34.49	258,642	1.14	100	7,500
Design	39.66	297,438			
Hydrometallurgische Anlagenbeschickung Kalzinieren					
Nominell	34.49	258,642	1.14		7,500
Design	39.66	297,438			
Leistung der hydrometallurgischen Anlage LHM					
Nominell	1.99	14,905	Batterie	83.8	7,500
Design	2.29	17,141	Klasse		
Lithium-Gesamtrückgewinnung				68.1% - 73.2%	

Testarbeiten zeigen, dass bei der Aufbereitung von QMG- und AG-Erz ein Ausbringen von 87,4 % bzw. 81,3 % erzielt werden kann. Das Ausbringen der Kalzinierung und des hydrometallurgischen Abschnitts ist robust gegenüber Schwankungen bei der Erzart. In diesen Aufbereitungsschritten wird eine durchschnittliche Lithiumausbringung von 83,8 % erzielt. Die wichtigsten Faktoren für die Lithiumgewinnung sind die Magnetscheidung bei der Aufbereitung und die Laugung/Bikarbonisierung im hydrometallurgischen Kreislauf.

Das Verfahrensfließbild ist in Abbildung 1.9 schematisch dargestellt. Die Funktionen der wichtigsten Abschnitte der

Prozessanlage lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Aufbereitung: Die Zerkleinerung des Erzes erfolgt durch dreistufiges Brechen und Mahlen auf eine Körnung von 644 µm. Dadurch wird das Mineral Zinnwaldit vom tauben Gestein freigesetzt. Die Abtrennung des Zinnwaldits vom tauben Gestein erfolgt durch nasse Hochintensitäts-Magnetabscheidung (WHIMS), ohne den Einsatz von Chemikalien, wie Mineralsäuren o.ä. Das paramagnetische Zinnwaldit wird so als Konzentrat gewonnen. Bei Testarbeiten an gemischtem Erz mit der angestrebten Korngröße wurde ein Magnetscheider SLon 100[®] mit einem magnetischen Fluss von 1,0 T (Tesla) auf dem Primär- und 1,2 T auf dem sekundären Magnetkreislauf eingesetzt. Damit wurde ein Lithiumkonzentrat mit einem Gehalt von 1,14 % Li erzielt. Das kommerzielle Konzept sieht jedoch SLon 3000[®] und 2500[®] Hochgradientenmagnetscheider (HGMS) vor, die mit bis zu 1,3 T arbeiten können. Die Rückstände der Aufbereitung werden danach entwässert. Ein Teil der feingemahlenen Rückstände wird als Untertageversatz verwendet, während die groben Bestandteile und die verbleibenden feinen Rückstände auf der Reststoffhalde (TSF) gelagert werden. Das entwässerte Konzentrat wird der Kalzinierung zugeführt.

Pyrometallurgie: In diesem Schritt wird das kristalline Zinnwaldit in eine amorphe Form überführt, um das Mineral für die nachfolgende wässrig-alkalische Laugung zugänglich zu machen. Die Kalzinierung erfolgt bei einer Zieltemperatur von 925 °C. Für die Umwandlung wird ein Drehrohrofen verwendet, wobei eine genaue Temperaturkontrolle erforderlich ist, um eine starke Agglomeration der Charge zu vermeiden. Diese Kontrolle wird durch eine parallele Strömung von Feststoffen und heißem Gas erleichtert, wodurch die Temperaturdifferenz zwischen Gas und Feststoffen minimiert wird. Das Abgassystem sorgt für die Entstaubung und Rückgewinnung sowie die Übertragung der Abwärme zum Energierectycling. Die Gaswäsche erfolgt mit Kalkaufschlammung, um verflüchtigten Fluorwasserstoff in unlösliches Kalziumfluorid umzuwandeln. Das gewaschene Abgas wird über einen Schornstein in die Atmosphäre abgegeben und erfüllt die Anforderungen des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG). Die Rückstände der Gaswäsche, die CaF₂ enthalten, werden gefiltert und stellen ein marktfähiges Nebenprodukt dar. Das gekühlte Kalzinat wird vor der hydrometallurgischen Anlage in ein Zwischenlager gegeben.

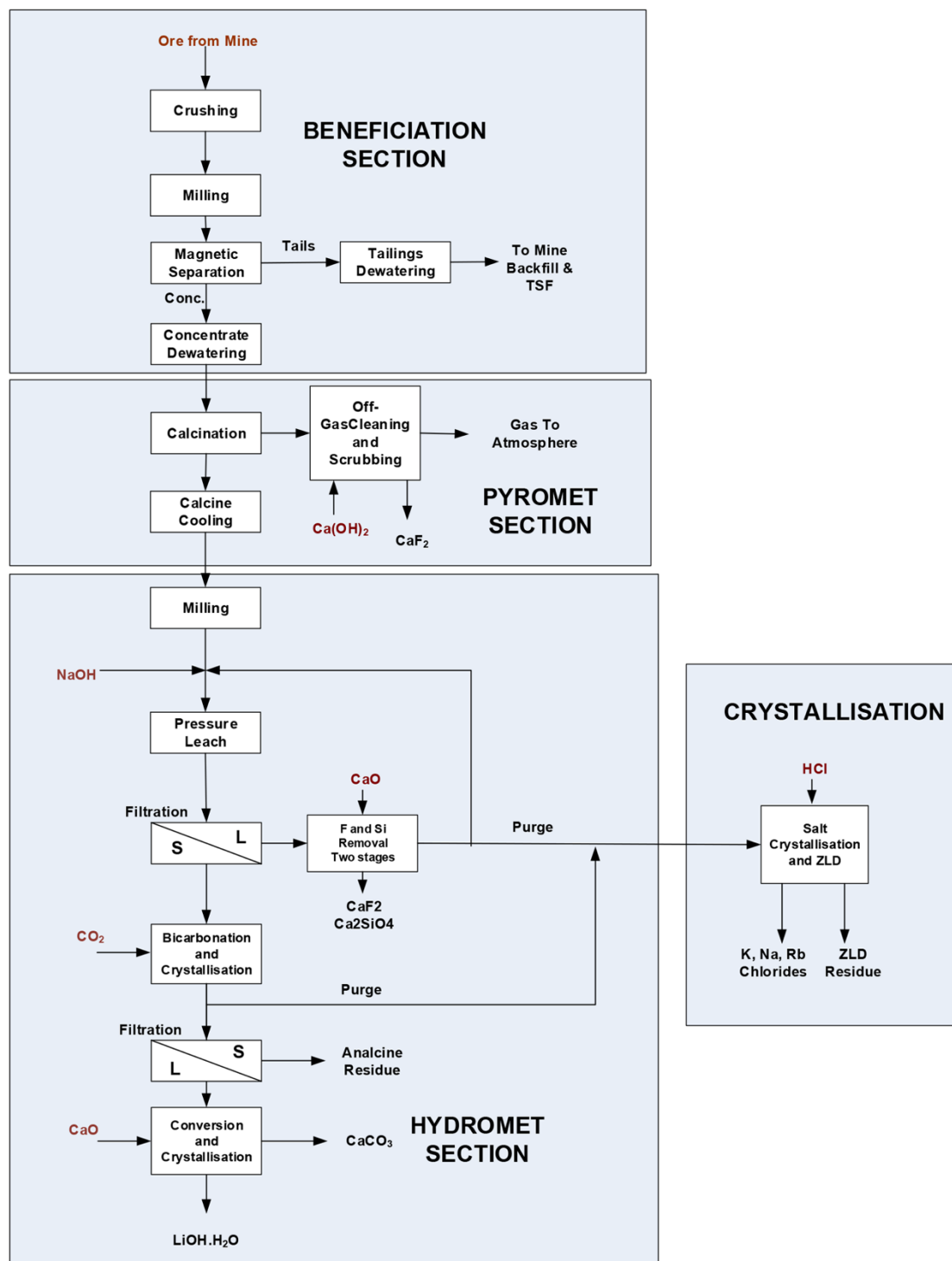
Hydrometallurgischer Prozess: Dies ist das Kernstück des Prozesses und basiert auf der firmeneigenen Technologie von Metso. Er umfasst eine Reihe von Schritten zur Gewinnung von Lithium als LHM in Batteriequalität. Die wichtigsten Schritte umfassen:

- Drucklaugung von Kalzium bei 200 °C mit Natronlauge, um Lithium in die Metasilikatform umzuwandeln, die sich für die Bikarbonisierung und Rückgewinnung eignet.
- Filtration des Laugungsrückstandes mit Rückführung der Lösung in die Laugung durch Entfernung von Verunreinigungen, um den Natronlaugeverbrauch zu senken und die Lithiumausbeute zu erhöhen.
- Bikarbonisierung zur Umwandlung von Lithiummetasilikat in gelöstes Lithiumbikarbonat durch Reaktion mit Kohlendioxid. Anschließend werden die restlichen Feststoffe in Form von potenziell verkaufsfähigem Analcim gefiltert.
- Umwandlung von Lithiumbikarbonat in Carbonat durch Kristallisation bei erhöhter Flüssigkeitstemperatur. Das entstandene CO₂ wird zur Bikarbonisierung zurückgeführt.
- Umwandlung von Lithiumcarbonat in Lithiumhydroxid durch Reaktion mit Kalkmilch.
- Weitere Reinigung der Lauge durch Einsatz von Ionenaustauscher und anschließende Kristallisation von LHM in Batteriequalität.

Verdampfung und Kristallisation. Die Abflussströme verlassen den hydrometallurgischen Prozess. Die Durchflussmengen und die Zusammensetzung dieser Ströme werden durch die Notwendigkeit bestimmt, den Gehalt an Verunreinigungen/Nebenprodukten zu kontrollieren und den Gesamtwasserhaushalt aufrechtzuerhalten. Zu den auszuleitenden Stoffen gehören Kalium und Rubidium als Nebenprodukte sowie Natrium-, Silikat- und Lithiumreste. Lithium wird in den Prozess zurückgeführt. Die wichtigsten Schritte in diesem Kreislauf sind:

- Aufbereitung der überschüssigen Lauge aus dem Lithiumbikarbonat-/Carbonatkreislauf zur Rückgewinnung und Rückführung von Lithium in den Hauptkreislauf.
- Aufbereitung der Rückstände aus dem Hauptdrucklaugungskreislauf, um Silikate zu entfernen, die die Verdampfungsanlage verkalken könnten.
- Neutralisierung des Filtrats mit Salzsäure zur Bildung von Natrium-, Kalium- und Rubidiumchloriden.
- Salzkristallisation zur Herstellung von Natriumchlorid und einem gemischten Kalium-/Rubidiumsalm, sowie > 95% KCl als marktgängiges Nebenprodukt.
- Eindampfen des endgültigen Rückstandes, um einen relativ geringen Massenausstoß an Restsalm zu erzeugen.

Abbildung 1.9 Flussdiagramm des Prozessblocks



Zu den Strömen, die den Prozess verlassen, gehören das Produkt - LHM, Bergematerial und Reststoffe zur Aufhaldung und Rückverfüllung des Bergwerks sowie Nebenprodukte, die marktgängig sind. Das produzierte LHM wird verpackt und ab Werk verkauft werden.

1.9 Metallurgische Untersuchungen

Die Aufbereitungsversuche umfassten umfangreiche Labor- und Pilotprogramme zur Entwicklung und Validierung des Verfahrensablaufs für die Behandlung von AG- und QMG-Erzen sowie Mischungen daraus. Ziel war es, ein robustes Fließschema zu entwickeln, das die Lithiumgewinnung und damit den Konzentratgehalt maximiert, während gleichzeitig die Auswirkungen unterschiedlicher Erzzusammensetzungen und Betriebsparameter bewertet werden konnten. Im Rahmen dieser Testarbeiten wurde erfolgreich ein Prozessflussdiagramm entwickelt, welches die Magnetabscheidung als primäre Aufbereitungsmethode verwendet. Zu den wichtigsten Herausforderungen, die identifiziert wurden, gehören Variationen in der Mineralogie und die Auswirkungen der Mineralfreisetzung auf die Effizienz des metallurgischen Prozesses. Die Betriebsparameter wurden für die wichtigsten Verarbeitungsparameter bestimmt, darunter die Korngrößenverteilung nach der mechanischen Zerkleinerung und die Stärke und Frequenz des genutzten Magnetfeldes.

Die pyrometallurgischen Tests zielten darauf ab, die Betriebsbedingungen für die kommerzielle Anlage festzulegen, um Kalzinate zu erzeugen, welche für die nachgelagerte hydrometallurgische Lithiumgewinnung geeignet sind. Dies geschah auf der Grundlage der Materialverfügbarkeit, welche repräsentativ für die Verarbeitung ist, die in den ersten Jahren des Anlagenbetriebs vorherrschen wird. Die ersten Tests ergaben, dass bei hohen Temperaturen, d. h. über 950 °C, ein potenzielles Problem im Zusammenhang mit einer verstärkten Erweichung der Feststoffe besteht, die zu einem erhöhten Grad an Agglomerationen infolge der Drehbewegung des Drehrohrofens führt. Tabelle 1.7 fasst die Konstruktion und die Betriebsparameter des Drehrohrofens für QMG-Konzentrat zusammen. In der Pilotphase der nachfolgenden Machbarkeitsstudie werden zusätzliche Tests durchgeführt, um die Variabilität je nach Erztyp zu ermitteln und die endgültigen Auslegungsdaten festzulegen.

Tabelle 1.7 Empfohlene Parameter für die Auslegung des Ofens

Konstruktion des Ofens	Paralleler Fluss
Zieltemperatur	925°C
Ziel-Haltezeit	30 min
Maximale Materialtemperatur	935°C
Zeit im Temperaturbereich	30 min
Potenzielle Li-Extraktion	90%

Bei den Versuchen wurden auch diejenigen Stoffe ermittelt, die sich im Abgas des Ofens verflüchtigen und die die in der „TA Luft“ (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) festgelegten Konzentrationen für die Ableitung aus dem Abgassystem überschreiten. Das Abgasreinigungssystem umfasst daher jetzt Abscheidungsrichtungen, die zur Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen führen.

Das hydrometallurgische Programm umfasste Testkampagnen im Labormaßstab und im Großmaßstab, die beide im Chargenbetrieb durchgeführt wurden. Bei den Tests im Labormaßstab wurden die alkalische Auslaugung, die Entfernung von Verunreinigungen/Nebenprodukten, die Bikarbonisierung und die Lithiumkarbonatkristallisation untersucht, um die wichtigsten Betriebsparameter für diese Prozessschritte zu ermitteln. Auf diese Weise wurde auch der Wirkungsgrad der Lithiumextraktion ermittelt. In großtechnischen Versuchen wurden alle genannten Verfahrensschritte getestet. Eines der Ziele der großtechnischen Batch-Tests war es, ausreichend Ausgangsmaterial (Li_2CO_3) zu erzeugen, um die LiOH -Umwandlung und die $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ -Kristallisation (LHM) zu testen. Weitere Ziele waren die Erzeugung einer reinen $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ -Produktprobe und die Herstellung der erforderlichen Menge an Nebenprodukten und Rückstandsschlamm für Entwässerungstests. Das produzierte $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ hatte einem Li-Gehalt von 16,98 %. Zu den Bestandteilen, die die Industriespezifikation überstiegen, gehörten K, Cl, CO_2 und Si. Eine zweistufige Kristallisation (Wiederauflösung und Rekristallisation von $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$) wird den Gehalt an Verunreinigungen verringern und die Reinheit der $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ -Kristalle bis zur Zielspezifikation erhöhen. Weitere Möglichkeiten zur Verringerung der Verunreinigungen sind die Modifizierung des Auslaugungsschritts und ein verstärkter Abzug der Mutterlauge aus der Kristallisation.

Erdalkalisalze sind in der aus dem hydrometallurgischen Prozess abfließenden Lauge enthalten. Die erfolgreiche Abtrennung dieser Salze als ihre jeweiligen Chloride wurde durch Phasenausbringungsstudien und durch Tests mit synthetischen Lösungen getestet. Die Chloridsalze des Kaliums sind potenziell verkaufsfähig.

Für die nächste Phase ist ein umfangreiches Programm von Variabilitätstests nach geometallurgischen Bereichen geplant, welches alle wichtigen Prozessschritte abdecken wird. Weitere Pilotversuche werden endgültige Kriterien für die Prozessgestaltung liefern.

1.10 Layout des Verarbeitungsstandorts und Infrastruktur

Der vorgeschlagene Verarbeitungsstandort liegt östlich des Ortes Liebenau, etwa 9 km nordöstlich von Altenberg. Das Gebiet wird derzeit landwirtschaftlich genutzt (hauptsächlich für den Anbau von Futtermitteln für Rinder) und ist von einigen landwirtschaftlichen Wegen durchzogen. Das Gelände ist im Allgemeinen flach und fällt leicht nach Norden ab. Südlich des Standorts verläuft parallel zur Staatsstraße S174 ein Grüngürtel (aus Hecken und Bäumen), die das vorgeschlagene Gebiet von der Straße abschirmt. Das Gelände steigt nach Süden hin allmählich an und bildet eine natürliche Barriere zwischen dem Ort Liebenau und dem geplanten Werksgelände.

Der gesamte Standort Liebenau umfasst eine Fläche von ca. 115 ha (1,15 km²); ca. 42 ha (0,42 km²), die direkt an die Staatsstraße S174 angrenzen, werden für die Projektinfrastruktur genutzt, welche die Aufbereitungs-, pyrometallurgischen und hydrometallurgischen Anlagen, die dazugehörige Infrastruktur sowie die Verwaltungseinrichtungen umfasst. Der Rest des Geländes wird für eine Reststoffhalde (TSF) genutzt, in dem die Quarzsande aus der Aufbereitungsanlage gelagert werden.

Der Standort bietet ausreichend Fläche zur Umsetzung von Phase 1 als auch Phase 2. Abbildung 1.10 veranschaulicht das vorgeschlagene Anlagenlayout des Standorts und zeigt die angestrebte Reststofflagerung unter der Annahme, dass die vorgeschlagene Verwertungsstrategie für Nebenprodukte umgesetzt werden kann.

Die Standorte Liebenau und Zinnwald sind gut an das regionale und nationale Straßenverkehrsnetz angebunden und ermöglichen dadurch eine effiziente logistische Anbindung des Projekts über den Straßenverkehr. Die Autobahn A 17 (E 55), die Dresden mit Prag in der Tschechischen Republik verbindet, verläuft etwa 1 km östlich des Standortes Liebenau. Der nächstgelegene Anschluss an das nationale Eisenbahnnetz befindet sich in Heidenau (bei Dresden), etwa 20 km entfernt. Diese Bahnstrecke ist die Linie 22 des transeuropäischen Verkehrsnetzes (TEN-T).

Das gesamte Gebiet ist hinsichtlich der regionalen Strom-, Abwasser-, Wasser- und Gasnetze gut erschlossen. Strom, Gas und Trinkwasser sind in der Region verfügbar. Ein flächendeckender Ausbau des Breitband-Internetz befindet sich in der Umsetzung und die Mobilfunkabdeckung durch deutsche und tschechische Netzbetreiber ist verlässlich.

Das Projekt geht derzeit davon aus, dass der Anschluss an das nationale Stromnetz über eine 110 kV-Leitung in Altenberg und eine 30 kV-Verbindung zur Aufbereitungsanlage in Liebenau erfolgen wird, die über das Bergwerk und den Förderstollen hergestellt werden soll. Eine mögliche Alternative ist der Anschluss an eine Photovoltaikanlage (PV), die in Waltersdorf, ca. 1 km vom Standort Liebenau entfernt, errichtet werden soll und über die PV-Anlage an das nationale Stromnetz angeschlossen wird. Diese Option bietet potenziell erhebliche Vorteile im Hinblick auf geringere Investitionskosten und weniger Zeit für die Herstellung des Netzanschlusses sowie die Bereitstellung einer kohlenstoffarmen Energiequelle. Die ZLG hat eine Absichtserklärung mit dem Entwickler dieser PV-Anlage unterzeichnet, um diese Option in der Machbarkeitsstudie näher zu untersuchen.

Die nächstgelegene Hauptgasleitung verläuft südlich von Dresden und das lokale Verteilungsnetz erstreckt sich bis nach Zinnwald und Lauenstein. Der Standort Liebenau wird an das lokale Verteilungsnetz angeschlossen und der Versorger stellt eine Leistung von 65 MW Gas bereit, was für Phase 1 als ausreichend angesehen wird.

Mögliche Optionen für die Wasserversorgung der Aufbereitungsanlage in Liebenau werden sorgfältig geprüft, um eine nachhaltige und verantwortungsvolle Wasserbewirtschaftungsstrategie zu gewährleisten. Dazu gehört die Wiederverwendung von Prozesswasser, die Entwässerung aus dem Förderstollen, die Sammlung von Niederschlagsabflüssen auf dem Werksgelände und der TSF sowie, falls erforderlich, sorgfältig regulierte Quellen wie Wasserbohrungen, lokale Flüsse/Bäche oder Hochwasserrückhaltedämme (Lauenstein und Gottleuba). Es wird erwartet, dass sich der primäre Ansatz auf die Bergwerksentwässerung und das Wasserrecycling konzentriert und der Bedarf an externen Wasserquellen minimiert wird. Alle Optionen werden unter den Umwelt- und Gesetzesanforderungen gründlich geprüft. Die aktuelle standortweite Wasserbilanz deutet darauf hin, dass der Prozesswasserbedarf unter durchschnittlichen Bedingungen durch Prozesswasserrecycling, Entwässerung und Niederschlagsabfluss am Standort Liebenau gedeckt werden kann.

Für die Abwasserentsorgung ist der Bau einer separaten, von der ZLG betriebenen Wasseraufbereitungsanlage (WTP) geplant und in der Investitionsschätzung für das Projekt enthalten.

Abbildung 1.10 Vorgeschlagenes Layout der Aufbereitungsanlage und TSF



1.10.1 Reststoffe, Versatz und Nebenprodukte

Das Projekt wird eine Reihe von Rest und Nebenproduktströmen erzeugen, die aus der Verarbeitung des lithiumhaltigen Erzes resultieren. Die Aufbereitungsanlage erzeugt zwei Arten von Rückständen: Rückstände aus der Magnetabscheidung und Rückstände aus der Laugung. Bei der Magnetabscheidung fällt ein Spülrückstand an, der in diesem Bericht als Aufbereitungsrückstände bezeichnet wird und eine Größe von 0,00 mm bis 0,85 mm aufweist. Diese Rückstände werden weiter in feine (0,00 mm bis 0,30 mm) und grobe (0,30 bis 0,85 mm) Körnungen unterteilt. Die feinen Partikel werden mit Hilfe eines Eindickers und einer Filterpresse zu einem sogenannten Filterkuchen verarbeitet, während die groben Partikel mit einem Entwässerungssieb entwässert werden. Beide Körnungen werden getrennt verwaltet.

Die Lagerung der Aufbereitungsrückstände am Standort Liebenau soll in erster Linie auf einer Reststoffhalde (TSF) erfolgen, während der nicht verkaufsfähige Laugungsrückstand und ein Teil der feinen Aufbereitungsrückstände als Versatzmaterial untertage verwendet werden sollen. Die grobe Körnung der Aufbereitungsrückstände kann potenziell als nützliches Baumaterial verwendet werden und das Unternehmen hat die Absicht, Abnehmer für dieses Material zu finden. Die Reststoffhalde hat jedoch eine ausreichende Kapazität für 18 Jahre Material im Falle von Phase 1 und 11,5 Jahre im Falle von Phase 1 und 2, falls keine Restmaterialien verkauft werden. Darüber hinaus ist der primäre Reststoffstrom aus dem Laugungsprozess ein Analcim-Produkt, das als Klinkerersatz für die Zementindustrie verwendet werden kann. Das Projektteam hat Gespräche mit potenziellen Nutzern dieses Materials geführt und wird diese Option in den nächsten Phasen des Projekts weiter untersuchen.

Die wichtigsten wirtschaftlich verwertbaren Nebenprodukte des Prozesses sind Kalziumsilikat, gefälltes Kalziumkarbonat, Kalziumfluorid und Kaliumchlorid. Insgesamt tragen die Nebenprodukte etwa 4 % zum Gesamtumsatz des Projektes bei.

1.11 Umwelt- und Genehmigungsaspekte

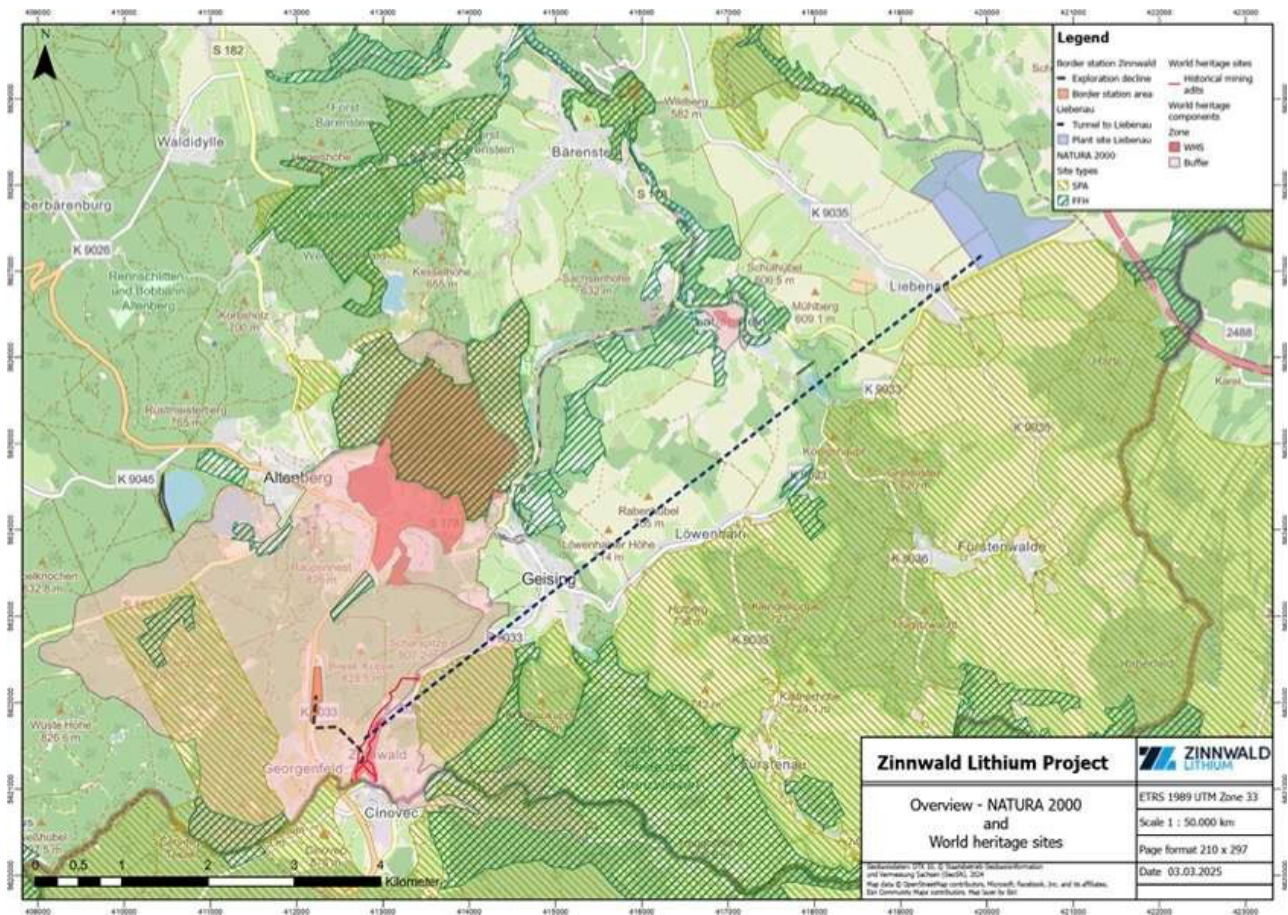
1.11.1 Bereiche mit potenziellen Umweltauswirkungen

In der Nähe des Projekts gibt es verschiedene lokale, nationale und europäische Schutzgebiete. Diese werden im Folgenden identifiziert, zusammen mit den Strategien zur Minimierung der Auswirkungen auf sie durch den Betrieb:

- Naturschutzgebiet (Landschaftsschutzgebiet). Das Projekt fällt in das Naturschutzgebiet Oberes Erzgebirge und erfordert den Schutz und die umsichtige Nutzung bei jeder Entwicklung in diesem Gebiet. Für das Projekt wird eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und eine Umwelt- und Sozialverträglichkeitsprüfung (ESIA) durchgeführt, um über die normalen Genehmigungsverfahren hinausgehende spezifische Anforderungen zu erfüllen.
- Hochwasserentstehungsgebiet. Das Projekt befindet sich im Überschwemmungsgebiet Geising-Altenberg und es besteht die Anforderung, natürliche Wasserinfiltrations- und Wasserrückhaltekapazität zu erhalten und zu verbessern. Das Projekt entwickelt seine Wassernutzungs- und Bedarfsmodellierung als Teil des Genehmigungsverfahrens.
- Natura-2000-Netz (europäische Schutzgebiete gemäß der Vogelschutzrichtlinie und der Habitatrichtlinie). Natura-2000-Gebiete sind nicht direkt von der vorgeschlagenen oberirdischen Projektinfrastruktur betroffen. Die Wahl eines Tunnels für den Materialtransport zwischen dem Bergwerk und der Aufbereitungsanlage in der Nähe von Liebenau ist speziell darauf ausgerichtet, direkte Auswirkungen auf diese zu vermeiden. Eine Bewertung der potenziell betroffenen Gebiete in der Nähe des Projekts wurde jedoch mit der unteren Naturschutzbehörde und lokalen Experten abgestimmt.
- UNESCO-Welterbestätte, die in Anerkennung des über 800 Jahre alten regionalen Bergbauerbes geschaffen wurde. Die übertägigen Anlagen der Grenzzollanlage Zinnwald liegen innerhalb der Pufferzone, beschränken sich aber auf die Nutzung der bestehenden ehemaligen Grenzzollanlage, um mögliche Auswirkungen zu minimieren. Das Bergwerk selbst ist vollständig unterirdisch und die Wahl eines Tunnels für den Materialtransport zwischen dem Bergwerk und der Aufbereitungsanlage in der Nähe von Liebenau ist speziell darauf ausgerichtet, weitere Auswirkungen zu vermeiden.

Abbildung 1.11 zeigt das Projekt im Zusammenhang mit dem Natura-2000-Netz und den Welterbestätten und wie das Projekt konzipiert ist, so dass potenzielle Auswirkungen auf beide Schutzgüter minimiert werden.

Abbildung 1.11 Projektcontext in Bezug auf das Natura 2000-Netzwerk und die Welterbestätten



1.11.2 Umweltstudien

Zur Unterstützung der Genehmigung des Explorationstunnels und im Vorgriff auf die Umweltverträglichkeitsprüfung und die allgemeine Betriebsplanung wurden grundlegende Umweltstudien durchgeführt. Diese Umweltstudien konzentrierten sich auf Flora und Fauna sowie auf die Auswirkungen auf das Wasser. Sowohl die Scoping-Studienphase der Umweltverträglichkeitsprüfung als auch die 12-monatigen Basisstudien zu Flora und Fauna in Liebenau begannen im Oktober 2024. Im Jahr 2022 wurden im Rahmen des Projekts acht Grundwassermessstellen im Gebiet von Zinnwald eingerichtet und im November 2024 erteilte das Sächsische Oberbergamt (SOBA) die Genehmigung, mit dem Bau und dem Beginn des Messprogramms zu beginnen. Im Rahmen des Projekts wurde auch ein numerisches, grenzüberschreitendes hydrogeologisches Modell fertiggestellt, um die Bewertung möglicher Auswirkungen des Bergbaus zu unterstützen. Für den Standort Liebenau hat ERM eine umfassende Desktop-Studie über mögliche Wasserversorgungsoptionen für die geplante Aufbereitungsanlage in Liebenau durchgeführt, die zu dem Schluss kam, dass eine Kombination von Wasserversorgungsquellen den potenziellen Wasserbedarf decken kann. Dies wird durch ein hydrogeologisches Überwachungsprogramm für den Tunnelkorridor und den geplanten Standort der Reststoffhalde weiter unterstützt.

1.11.3 Genehmigungsrahmen

Die Genehmigungen für das Projekt werden in einem einzigen übergreifenden Zulassungs- und Genehmigungsverfahren erteilt, welches durch das SOBA koordiniert und beschieden wird. Gemäß § 51 BBergG wird die ZLG beim SOBA zunächst eine allgemeine Rahmenbetriebsplangenehmigung (GOP) beantragen, die für mindestens 30 Jahre Bergwerksbetrieb gültig sein wird. Sobald die GOP-Genehmigung vorliegt, wird das Projekt Genehmigungen für Hauptbetriebspläne (MOP) und Sonderbetriebspläne (SOP) beantragen, die bestimmte Aktivitäten abdecken. Diese MOP- und SOP-Genehmigungen sind zwischen zwei und vier Jahren gültig und können laufend verlängert werden, sofern die Zulassungsbedingungen eingehalten werden. Das Rahmenbetriebsplanverfahren umfasst ein vollständiges UVP-Verfahren, bei dem die Auswirkungen auf die Menschen und die menschliche Gesundheit, auf Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt, auf Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, auf das kulturelle Erbe sowie auf die Interaktion mit Schutzgebieten berücksichtigt werden. Das Rahmenbetriebsplanverfahren umfasst alle erforderlichen Genehmigungen für die Errichtung, den Betrieb und die Stilllegung des Bergbau- und Aufbereitungsbetriebs - einschließlich Genehmigungen für Emissionen, Wasserversorgung und -einleitung, Hochwasserschutz, Gebäude, Biotope, Schutzgebiete (Natura 2000) und Straßennutzung. Die erste Stufe des Rahmenbetriebsplanverfahren, bei der es sich um eine Raumverträglichkeitsprüfung handelt, wurde bereits initiiert und das Projekt geht davon aus, dass das Ergebnis im zweiten Quartal 2025 zur Stellungnahme veröffentlicht wird.

Der zunächst beantragte Rahmenbetriebsplan deckt Phase 1 der Produktion ab. Wenn das Projekt zu Phase 2 fortschreitet, müssen weitere Genehmigungen beantragt werden, um die Ausweitung der Produktion zu ermöglichen. Dies schließt Fragen zu Emissionen und Wasserbedarf ein, ebenso wie zusätzlich benötigte Flächen, die für die Reststoffhalde benötigt werden, falls der unzureichende Verkauf von Bergematerial an Dritte bedeutet, dass die Reststoffhalde die erweiterte Produktionskapazität nicht abdecken kann. Möglicherweise muss für das Projekt auch eine zweite Umweltverträglichkeitsprüfung vorgelegt werden, um alle Bereiche abzudecken, die in Phase 1 nicht berücksichtigt wurden.

Für das Projekt sind Hauptbetriebspläne für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerks sowie eine Genehmigung der unteren Wasserbehörde erforderlich. Für das Projekt sind außerdem Sonderbetriebspläne für bestimmte Betriebsbereiche erforderlich, z. B. für den allgemeinen Bergbau, Sprengungen, Belüftung, unterirdische Brecher, Förderanlagen, Aufbereitungsanlagen, chemische Weiterverarbeitungsanlagen usw. Im Rahmen des Projekts werden auch ein detaillierter Abschlussbetriebsplan und ein Abfallbewirtschaftungsplan erstellt.

1.12 Gemeinschaften und soziale Leistungen

Das Projekt liegt in der Gemeinde Altenberg mit 7.851 Einwohnern (2023). Die ZLG ist sich darüber im Klaren, dass ihre „Social License to Operate“ ein wesentlicher Bestandteil des Projekterfolgs sein wird. Das Projekt wird letztlich eine beträchtliche Anzahl von Arbeitsplätzen vor Ort schaffen und hat das Potenzial, erhebliche Steuereinnahmen zu generieren, von denen ein großer Teil direkt an die Gemeinde Altenberg fließen wird. Die ZLG ist sich der Tatsache bewusst, dass das Projekt potenzielle soziale Auswirkungen auf die örtliche Gemeinde und andere Interessengruppen haben wird und ist der Ansicht, dass eine sinnvolle Einbindung und Offenlegung von Informationen von wesentlicher Bedeutung sind, um die Akzeptanz des Projekts zu fördern.

Dementsprechend wird im Rahmen des Projekts eine vollständige Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) auf dem Niveau durchgeführt, das für die Beantragung von Finanzmitteln bei internationalen Finanzinstituten, die die Äquator-Prinzipien unterzeichnet haben, erforderlich ist. Das Environmental & Social Impact Assessment (ESIA) wird die aus der UVP hervorgegangenen Arbeiten und zusätzliche Studien umfassen. Insbesondere die Anforderungen an soziale Aspekte und die Einbindung von Interessengruppen sowie die Leitlinien für ESIA, wie sie in den internationalen Finanzierungsstandards festgelegt sind, erfordern zusätzliche Aufwendungen und einen deutlich größeren Umfang als die nationalen Anforderungen. Wo es Lücken gibt, will das Projekt die strengeren Anforderungen erfüllen.

Zu den wichtigsten Maßnahmen im Bereich der sozialen Aspekte, die derzeit durchgeführt werden, gehören:

- Formelle ESIA-Scoping-Studie, die dem SOBA vorgelegt und an andere Interessengruppen verteilt wird, um eine umfassende öffentliche Konsultation zu ermöglichen. Sie wird auch auf der neuen Website des Projekts veröffentlicht, um eine direkte Beteiligung zu ermöglichen. Sie wird Folgendes enthalten:
 - Detaillierte Aufgabenstellung für die vollständige ESIA, einschließlich identifizierter Überschneidungen mit dem UVP-Verfahren, um die Beteiligung der Gemeinschaft am Scoping zu gewährleisten.
 - Es werden grundlegende soziale Studien und der Umfang der Folgenabschätzung festgelegt, welche die sozioökonomischen Bedingungen, die menschliche Gesundheit, die Gesundheit der Gemeinschaft, die Sicherheit, das kulturelle Erbe, den Landerwerb, geschlechtsspezifische Aspekte und die in der ESIA identifizierten gefährdeten Gruppen abdecken.
 - Zum Schutz der Arbeitnehmer, der lokalen Bevölkerung und anderer Interessengruppen, die von dem Projekt betroffen sein könnten, werden Sozialmanagementpläne (SMP) entwickelt. Dazu gehört auch ein Plan zum Management des kulturellen Erbes, um die Auswirkungen auf Gebiete wie das Weltkulturerbe zu minimieren und zu überwachen.
 - Bewertung der Anwendbarkeit anderer internationaler Konventionen, z. B. der Aarhus- und Espoo-Konventionen.
- Die Einbeziehung aller relevanten Stakeholder, inklusiver einer Analyse der jeweiligen Interessengruppen und die Erstellung eines Plans zur Einbindung der Stakeholder (SEP).
- Vorbereitung des Rahmenwerks für den Zugang, den Erwerb und die Entschädigung benötigter Flächen und Grundstücke (LAACF).

1.13 Lithiummarkt und Preise

Der Lithiummarkt hat sich sehr schnell von einem relativ kleinen Nischenmarkt zu einem in Bezug auf Bedeutung und Wert bedeutenderen Markt entwickelt. Dies ist zum Teil die Folge davon, dass die Preise für Lithium in der Vergangenheit bei kurzfristiger Betrachtung sehr volatil waren. Der Preis neigt dazu, kurzfristig sowohl nach oben als auch nach unten zu überschießen, wie die Schwankungen zwischen 2021 und 2024 zeigen. Allerdings liegen die Preise heute immer noch deutlich über den Preisen, die während des vorangegangenen zyklischen Tiefs von 2018 bis 2019 verzeichnet wurden.

Es wird erwartet, dass das Wachstum sehr stark bleiben wird, da Kommentatoren wie Benchmark Mineral Intelligence sowie wichtige Branchenteilnehmer wie Contemporary Amperex Technology Co. Limited (CATL) von einem durchschnittlichen jährlichen Nachfragewachstum von mehr als 20 % und einem zunehmenden Defizit zwischen Angebot und Nachfrage zum Ende des Jahrzehnts ausgehen.

Das Projekt hat die jüngsten Preisannahmen anderer Projekte in einem ähnlichen Entwicklungsstadium sowie Gespräche mit Finanzanbietern und Analysten in der Lithiumbranche untersucht, um den in dieser PFS verwendeten langfristigen Preis zu bestimmen. Was die Preisprognosen betrifft, die von integrierten Lithiumprojekten veröffentlicht wurden, die sich derzeit in der Entwicklung befinden (d.h. ohne Konzentrathersteller), so zeigt die nachstehende Tabelle die Preisannahmen für jene Projekte, die seit Anfang 2023 Studien veröffentlicht haben, als die Preise ihren außergewöhnlichen Höchststand im Jahr 2022 verließen. Das Projekt wird ein LHM-Produkt in Batteriequalität produzieren; die Vergleichsunternehmen in der nachstehenden Tabelle produzieren entweder Lithiumcarbonat oder LHM. In der Vergangenheit wurde LHM mit einem leichten Aufschlag gegenüber Lithiumkarbonat gehandelt, obwohl sich dies in den kommenden Jahren ändern könnte und von der sich ständig weiterentwickelnden Batteriechemie abhängig ist.

Die Finanzen des Projekts wurden unter der Annahme eines erzielbaren Preises von 20.000 EUR/t LHM (ab Werk) für die ersten fünf Jahre (einschließlich Bau) und danach eines langfristigen Preises von 26.500 EUR/t LHM (ab Werk) bewertet, was im Einklang mit anderen Marktteilnehmern und kürzlich erstellten Berichten für 2023 / 2024 von anderen Lithiumprojekten steht.

Angeichts der mangelnden Homogenität hochreiner Lithiumprodukte (unterschiedliche Verunreinigungsgrade usw.) und der Notwendigkeit, die Produkte bei bestimmten Kunden zu qualifizieren, führt dies dazu, dass Abnahmevereinbarungen, die zu weit vor der endgültigen Produktion abgeschlossen werden, zwangsläufig etwas ungewiss sind und daher keine wesentliche Unterstützung für die traditionelle Fremdfinanzierung des Projekts darstellen. Obwohl das Projekt mehrere Gespräche mit potenziellen Abnehmern in Europa geführt hat, bestand die Strategie darin, die Abnahme so lange wie möglich "frei" zu halten, damit der Wert dieses strategischen Aspekts des Projekts maximiert werden kann. Das Ziel des Projekts ist es, einen Abnahmepartner zu finden, der sich zu einer bedeutenden Vorauszahlung auf die Abnahme und/oder zu einer bedeutenden Investition in das Projekt verpflichtet, die er bis zur Produktion aufrechterhalten muss. Das Projekt wird im Rahmen zukünftiger Arbeitsphasen auch kontinuierliche Testläufe in der Pilotanlage durchführen, um den Produktionsprozess und die Produktqualität zu demonstrieren.

Für die in großen Mengen anfallenden Nebenprodukte, wie z. B. Aufbereitungsrückstände und Analcim, wurden im Rahmen des Projekts bereits erste Verhandlungen mit Anbietern von Zuschlagstoffen, insbesondere aus der lokalen Umgebung, aufgenommen. Insbesondere für das Analcim-Produkt ist beabsichtigt, im Rahmen der geplanten künftigen Pilotanlage größere Proben dieses Produkts herzustellen, damit diese von potenziellen Partnern bewertet werden können. Auch bei den industriellen chemischen Produkten wird das Projekt in der Lage sein, mit potenziellen Abnehmern in Kontakt zu treten, sobald nach der Pilotphase größere Muster dieser Produkte zur Verfügung stehen.

1.14 Investitionskosten

Tabelle 1.8 zeigt die Hauptkategorien der Investitionskosten und nennt die beteiligten Berater, die die einzelnen Kostenschätzungen für das Projekt erstellt haben. Die Schätzungen basieren auf dem Standard der Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE), wobei die Schätzungen der Klasse 4 mit einer Genauigkeit zwischen -15 % und +50 % der endgültigen Projektkosten und die der Klasse 3 mit einer Genauigkeit zwischen -10 % und +30 % erstellt wurden.

Tabelle 1.8 Beteiligte an der Investitionskostenschätzung

Bereich	Beitragende	AACE-Niveau in PFS
Bergbau - Ausrüstung und Infrastruktur	Snowden Optiro	Klasse 3
Bergbau - Explorationstunnel Zinnwald	Fichtner / Snowden Optiro	Klasse 3
Bergbau - Elektrik und Kommunikation	DMT	Klasse 4
Bergbau - Versatzanlage	K-UTEC	Klasse 4
Tunnel	Dr. Sauer & Partner	Klasse 4
Aufbereitungsanlage	Metso	Klasse 3
Reststoffhalde	Ritter Piesold	Klasse 4
Pyrometallurgische Anlage	Metso	Klasse 4
Hydrometallurgische Anlage	Metso	Klasse 4
Bauarbeiten und allgemeine Infrastruktur	Fichtner	Klasse 4

Die Investitionsschätzungen basieren auf der Vorplanung für alle Bereiche des Projekts und werden durch Listen der mechanischen Ausrüstung und technische Zeichnungen unterstützt. Die Kosten für diese Posten wurden aus einer Kombination von Kostenvoranschlägen von Anbietern und Mengenberechnungen abgeleitet. Der Bezugszeitraum für die Kostenschätzungen ist Q1 2025.

Die geschätzten Gesamtkosten des Projekts sind in Tabelle 1.9 zusammengefasst. Die Kosten sind in Euro angegeben, da die meisten Posten voraussichtlich direkt in Euro beschafft werden. Phase 1 umfasst die anfänglichen Kosten, um eine jährliche Produktion von 18.000 t LHM zu erreichen. Die Kosten für Phase 2 umfassen die ersten Schätzungen für zusätzliches Kapital, das erforderlich ist, um die Kapazität zu verdoppeln und einen Spitzenwert von 35.100 t/Jahr LHM zu erreichen.

Zu den nachhaltigen Investitionen gehören zukünftige Bergbauausrüstungen und -entwicklungen, Weiterentwicklungen der Reststoffverwertung bzw. -lagerung und ein Zuschlag von 2,5 % pro Jahr für die anfänglichen Ausrüstungskosten, die in der Kapitalschätzung in den Bereichen Prozessanlagen, Tunnel und Infrastruktur enthalten sind, um den Austausch von Ausrüstung zur Aufrechterhaltung der Produktionskapazität zu berücksichtigen. Dies spiegelt vergleichbare Projekte wider und wird als angemessen für die Art der verwendeten Ausrüstung und Anlagen erachtet.

Tabelle 1.9 Aufschlüsselung der geschätzten Investitionskosten des Projekts

Aufschlüsselung der Kosten	Phase 1 (in Mio. EUR)	Phase 2 (in Mio. EUR)	Nachhaltig (EUR Mio.)	Abschluss (EUR Mio.)	LOM (MIO. EUR)
Direkte Kosten					
Bergbau	123.0	39.4	342.5	-	504.9
Tunnel	81.1	-	16.0	-	97.1
Verarbeitung	616.9	514.6	462.1	11.0	1,604.6
Zwischensumme	821.0	554.0	820.6	11.0	2,206.6
Indirekte Kosten und Kosten des Eigentümers					
Indirekte Kosten (EPCM, Ersatzteile usw.)	115.0	41.5	-	-	156.5
Grunderwerbskosten	12.0	-	-	-	12.0
Kosten des Eigentümers	23.0	11.5	-	-	34.5
Kontingente	77.0	46.8	-	-	123.8
Zwischensumme	227.0	99.8	-	-	326.8
Insgesamt	1,048.0	653.8	820.6	11.0	2,533.4

Der Abbau erfolgt vollständig unter Tage im großflächigen Untertageabbau mit anschließender Verfüllung. Die Vorzerkleinerung wird unter Tage erfolgen. Die Bauphase für die unterirdischen Kammern und Stollen wird über eine Verlängerung des Explorationsstollens erfolgen, der an der ehemaligen Grenzzollanlage Zinnwald beginnen soll und derzeit im Genehmigungsverfahren ist. Die Infrastruktur für die Wartung und Instandhaltung des Bergwerks wird an der Grenzzollanlage aufgebaut. Die Bergwerksausrüstung wird zunächst mit Dieselmotoren betrieben.

Ungefähr 266 kt Erz, die während der Bergwerkserschließung vor Beginn der Produktion abgebaut werden, sollen an der Oberfläche gelagert und im ersten Betriebsjahr verbraucht werden. Die Erschließungskosten für das Bergwerk

in Höhe von insgesamt ca. 30 Mio. EUR sind in den Betriebskosten und nicht in den oben genannten Investitionskosten enthalten.

Der Tunnel nach Liebenau soll mit einer Tunnelbohrmaschine errichtet werden, um die Beeinträchtigung der örtlichen Bevölkerung sowohl während der Bau- als auch der Produktionsphase zu minimieren. Er ist auch ein wichtiger Faktor für die mögliche Ausweitung der Produktion in Phase 2. Die Kosten umfassen auch das Förderband für den Transport des Erzes vom Bergwerk zur Aufbereitungsanlage.

Die Sachinvestitionen umfassen Aufbereitungs-, pyrometallurgische und hydrometallurgische Anlagen sowie die dazugehörige Infrastruktur einschließlich der Reststoffhalde. Die Aufbereitungsanlage umfasst den ersten Untertagebrecher und weitere übertägige Brecher, die Nassmagnettrennanlage, Eindicker, Flotations- und Haldenanlagen. Die pyrometallurgische Anlage ist um einen direkt befeuerten Drehrohrofen mit zugehörigen Kühlern, Filteranlagen, Wäschern und Abgasanlagen herum aufgebaut. Die hydrometallurgische Anlage umfasst das von Metso entwickelte alkalische Drucklaugungssystem sowie verschiedene Filtrations- und Kristallisationskreisläufe. Alle Anlagenkosten beinhalten die direkten Errichtungskosten der einzelnen Anlagen und der entsprechenden Gebäude.

Reststoffe und Wassermanagement umfassen die Kosten für die Reststoffhalde in Liebenau sowie die Kosten für eine Wasseraufbereitungsanlage zur Optimierung der Rückgewinnung und des Managements des im Prozess verwendeten Wassers.

Die Bau- und Infrastrukturkosten umfassen die Kosten für die Standortvorbereitung, die Standortlogistik, die Versorgungseinrichtungen und die Regenwasserbewirtschaftung, die Rohbauten und Fundamente für die verschiedenen Anlagen sowie die Gebäude für allgemeine Unterstützungs- und Lagerfunktionen. In erster Linie wird davon ausgegangen, dass der Ofen in der pyrometallurgischen Anlage mit Gas betrieben wird und das Bergwerk, die Aufbereitungsanlage und die hydrometallurgische Anlage elektrisch betrieben werden. Der Gasanschluss soll über eine 3 km lange Leitung aus dem örtlichen Verteilungsnetz erfolgen. Der elektrische Anschluss erfolgt über eine Verbindung zur Hochspannungsleitung in Altenberg über den Tunnel. Im Rahmen des Projekts wurde kürzlich eine Absichtserklärung für eine in der Nähe geplante Photovoltaik-Anlage als mögliche alternative Stromquelle unterzeichnet.

Die Investitionskosten spiegeln eine Ausführungsstrategie für Engineering, Beschaffung und Baumanagement (EPCM) wider, bei der ein Generalauftragnehmer die Planung und das Baumanagement für alle Elemente, die sich auf den Prozess und die damit verbundene Infrastruktur beziehen, erbringt. Dies umfasst auch die Beschaffungsaktivitäten für Teile des Projekts, wobei umfangreiche Unterstützung bei der Planung, dem Bau und der Inbetriebnahme durch Lieferanten geleistet wird. In der Kostenschätzung sind die Beschaffungskosten in den direkten Kosten enthalten. Für die gesamte Prozessanlage machen Engineering und Baumanagement etwa 11% der direkten Kosten aus.

Die Kosten für den Grunderwerb beziehen sich auf die in Liebenau benötigten Grundstücke und eine erste Schätzung der gesetzlich vorgeschriebenen Entschädigungsflächen für diese Art Erwerb. Der endgültige Preis wird sich nach dem Marktpreis und einem eventuellen Mehrpreis richten, der nach Rücksprache mit den Grundstückseigentümern festgelegt wird.

Die Personalkosten umfassen in erster Linie das Projektmanagementteam, das direkt für die Durchführung des Projekts verantwortlich ist, sowie die Teams für Projektmanagement, Betriebsbereitschaft, Inbetriebnahme und Leistungstests. Dazu gehören Kommunikation, Gesundheit und Sicherheit, Versicherung, Ausgaben vor der Inbetriebnahme und laufende Umwelt- und Gemeinschaftsaktivitäten.

Für jeden Projektbereich wurde je nach Vertrauensebene ein Kapitalkostenvorbehalt von 5-10 % angesetzt.

Die Schließungskosten in Höhe von 11 Mio. EUR umfassen die Ausgaben, die für die Stilllegung der Projektanlagen am Ende der Laufzeit des Projekts und für die Wiederherstellung eines natürlichen Zustands des Geländes erforderlich sind. Der Bergwerksplan selbst sieht einen Untertagebergbau mit Rückverfüllung vor, so dass der Erzkörper im Projektverlauf wieder aufgefüllt wird und keine direkten Abbaugebiete an der Oberfläche zu sanieren sind. Die Reststoffhalde wird im Zuge des Projektfortschritts in mehreren Phasen errichtet, weshalb die Kosten für die Sanierung und Abdeckung als Teil der laufenden Kosten berücksichtigt werden. Die Anlagen werden stillgelegt, demontiert und die Ausrüstung und Gebäude entfernt; das Gelände wird im Rahmen der Bergwerksschließung vertikutiert und neu begrünt.

1.15 Betriebskosten

Die Schätzungen der Betriebskosten basieren auf den technischen und planerischen Arbeiten, die von verschiedenen Beratern für das Projekt durchgeführt wurden. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Projekt von den Eigentümern eigenständig betrieben wird und alle Arbeitskräfte direkt im Rahmen des Projekts beschäftigt werden. In der nächsten Phase des Projekts wird eine weitere Bewertung vorgenommen, insbesondere im Hinblick auf die Option der Einbeziehung von Subunternehmern zur Durchführung des Abbaus. Es wurden keine Rückstellungen oder Zuschüsse für Betriebskosten berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass die variablen Betriebskosten im Großen und Ganzen linear mit der Steigerung der Produktion in Phase 2 ansteigen werden. Es wird angenommen, dass die fixen Verarbeitungskosten in Phase 2 um einen Faktor von 75 % steigen werden. Der Bezugszeitraum für die Kostenschätzungen ist Q1 2025.

Die geschätzten Gesamtbetriebskosten sind in Tabelle 1.10 zusammengefasst, sowohl ohne als auch mit den Erlösen für Nebenprodukte.

Tabelle 1.10 Betriebskosten nach Hauptbetriebsbereichen

Beschreibung	Phase 1		Phase 2		LOM		
	EUR M/a	EUR/t LHM	EUR M/a	EUR/t LHM	EUR M/a	EUR/t LHM	%
Bergbau	58.0	3,219	78.3	2,750	75.7	2,798	29
Aufbereitung	16.4	910	32.0	1,122	30.1	1,115	12
Verarbeitung	90.2	5,008	156.9	5,507	148.6	5,494	58
Allgemeine Verwaltungskosten	2.6	144	2.6	93	2.6	98	1
Zwischensumme	167.2	9,281	269.8	9,472	257.0	9,505	
Erlöse für Nebenerzeugnisse	(20.2)	(1,123)	(31.3)	(1,101)	(29.8)	(1,102)	
Nettobetriebskosten	147.0	8,158	238.5	8,371	227.2	8,403	
pro geförderter Tonne		93.7		71.5		72.7	
pro t Konzentrat		486.8		443.8		447.9	
pro Tonne LHM		8,158		8,371		8,403	

Die Betriebskosten des Bergbaus gehen von einem eigentümergeführten Bergbaumodell und nicht von einem Subunternehmermodell aus. Darin enthalten sind alle Kosten für die Lieferung des zerkleinerten Erzes an die Aufbereitungsanlage sowie für die Rückverfüllung der abgebauten Gebiete.

Die Kosten für die Aufbereitung umfassen alle Kosten für die Lieferung des Konzentrats an die pyrometallurgische Anlage sowie für die Verbringung der Aufbereitungsrückstände, die nicht auf der Reststoffhalde gelagert werden.

Die Betriebskosten für die Aufbereitung umfassen die pyrometallurgischen und hydrometallurgischen Anlagen. Sie umfassen alle Kosten für das Kalzinieren des Zinnwaldit-Konzentrats, den alkalischen Laugungsprozess und die Kristallisationsphase zur Herstellung von LHM sowie die Kosten für die Verfüllung des ausgelaugten Röstproduktückstands. Außerdem sind Rückstellungen für Wartung, Verbrauchsmaterial und Ersatzteile enthalten.

Die Schätzung der Verwaltungskosten wurde vom Team des Projekteigentümers entwickelt. Sie umfasst alle Materialien, Dienstleistungen und Personalkosten im Zusammenhang mit der Standortverwaltung.

Die direkten Gesamtkosten nach Kostenkategorien sind in Tabelle 1.11 und Tabelle 1.12 aufgeführt.

Tabelle 1.11 Betriebskosten nach Kostenkategorien pro Jahr

Kostenkategorie	Phase 1 (EUR Mio./Jahr)	Phase 2 (EUR Mio./Jahr)	LOM (EUR Mio./Jahr)	%
Personal	30.1	42.9	41.4	16
Elektrizität	30.2	53.0	50.1	20
Diesel	4.7	5.9	5.7	2
Gas	14.1	25.1	23.7	9
Reagenzien	40.4	76.4	71.9	28
Wartung	24.0	37.9	36.3	14
Verbrauchsmaterial/Lager	20.1	23.0	22.5	9
Gemeinkosten	3.6	5.6	5.4	2
Insgesamt	167.2	269.8	257.0	

Tabelle 1.12 Betriebskosten nach Kostenkategorie pro produzierter Tonne LHM

Kostenkategorie	Phase 1 (EUR/t LHM)	Phase 2 (EUR/t LHM)	LOM (EUR/t LHM)	%
Personal	1,673	1,508	1,532	16
Elektrizität	1,677	1,861	1,853	20
Diesel	261	206	211	2
Gas	782	881	876	9
Reagenzien	2,240	2,683	2,659	28
Wartung	1,329	1,330	1,341	14
Verbrauchsmaterial/Lager	1,117	807	834	9
Gemeinkosten	202	196	199	2
Insgesamt	9,281	9,472	9,505	

Tabelle 1.13 gibt einen Überblick über die Gesamtzahl der Mitarbeiter für das Projekt.

Tabelle 1.13 Gesamtzahl der Arbeitskräfte und Kosten

Kategorie	Einheiten	Phase 1	Phase 2	LOM
Bergbau	#	303	344	339
Verarbeitung	#	255	446	424
Allgemeines und Verwaltung	#	15	15	15
Insgesamt	#	573	805	778
Personalkosten	EUR M/a	30.1	42.9	41.4

1.16 Finanzielle / wirtschaftliche Analyse

Für das Projekt wurde ein Finanzmodell entwickelt, das die zuvor beschriebenen Investitionskosten- und Betriebskosten-Schätzungen enthält. Das Finanzmodell wird in Euro angegeben, da der Großteil der Kosten in dieser Währung anfallen und die Produkte in Euro verkauft werden. Der Startzeitraum für das Finanzmodell ist zeitlich nicht festgelegt, da er davon abhängt, wann das Projekt alle relevanten Betriebsgenehmigungen erhält, was zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht endgültig bestimmt werden kann.

Tabelle 1.14 zeigt die wichtigsten Eckdaten des Finanzmodells unter dem Basisszenario, das eine anfängliche zweijährige Bauzeit und 41 Jahre Produktion umfasst. Das Finanzmodell geht davon aus, dass Phase 1 auf eine durchschnittliche LHM-Produktion von 18.000 Tonnen pro Jahr hochgefahren wird.

Phase 2 wird von den Erfahrungen aus Phase 1 in den Bereichen Technik, Baumanagement, Inbetriebnahme und Betrieb profitieren. Die schrittweise Erschließung des Bergwerks und der Bau der Verarbeitungsanlage in Phase 2 werden für die Jahre 5 und 6 angenommen, wobei die Nennkapazität ab dem 7. Jahr mit einer Spitzenproduktion von 35.100 t/Jahr LHM und einer durchschnittlichen Produktion von 28.900 t/Jahr LHM erreicht wird. Das Modell geht bei Abbau und Aufbereitung von insgesamt 128,1 Mio. t Erz über die gesamte Lebensdauer des Bergwerks bei einem durchschnittlichen Gehalt von 2.060 ppm Li aus.

Tabelle 1.14 Eckdaten des Finanzmodells

Kategorie	Einheiten	Phase 1		Phase 2		LOM	
		Insgesamt	Jährlich	Insgesamt	Jährlich	Insgesamt	Jährlich
Aufbereitung	kt	3,138	1,569	123,375	3,334	128,089	3,124
	ppm	2,693		2,036		2,060	
Pyrometallurgie	kt	603.9	302.0	19,881.7	537.3	20,797.4	507.3
	%	1.18		1.05		1.05	
LHM-Produktion	kt	36.0	18.0	1,054.0	28.5	1,108.5	27.0

Jährlich und insgesamt für Phase 1 und Phase 2 ohne Anlaufzeit.

1.16.1 Produktion und Erlöse

Tabelle 1.15 zeigt den Abbau- und Produktionsanstieg während der ersten zehn Betriebsjahre, einschließlich des Übergangs von Phase 1 zu Phase 2. Das gesamte Konzentrat wird in der metallurgischen Verarbeitungsanlage zu LHM verarbeitet.

Tabelle 1.15 Bergbau- und Produktionsanlauf (kt/a)

Beschreibung	Jahr 1	Jg. 2	Jg. 3	Jg. 4	Jg. 5	Jg. 6	Jg. 7	Jg. 8	Jg. 9	Jg. 10
Abgebautes Erz	17.0	30.8	291.4	1,236.7	1,552.8	1,585.3	3,166.4	3,246.7	3,374.4	3,489.5
Konzentrat	0.0	0.0	55.9	255.8	302.0	302.0	603.9	603.9	603.9	603.9
LHM	0.0	0.0	3.2	15.2	17.8	18.2	34.7	34.6	35.0	34.3

Tabelle 1.16 zeigt die im Finanzmodell angenommenen jährlichen Einnahmen für die wichtigsten Produktionsströme in Phase 1, Phase 2 und über die gesamte Lebensdauer des Bergwerks.

Tabelle 1.16 Jährliche Erlöse im Finanzmodell

Beschreibung	Phase 1 (EUR/a)	Phase 2 (EUR/a)	LOM (EUR/a)
Lithiumhydroxid	419.7	754.9	710.7
Nebenerzeugnisse	20.2	31.3	29.8
Erlöse insgesamt	439.9	786.2	740.5

1.16.2 Besteuerung

Die wichtigsten Steuern, die für das Projekt gelten, betreffen die Körperschaftssteuern. Diese teilen sich in eine an den Bund zu zahlende Körperschaftsteuer von 15,825 % und eine Gewerbesteuer von 13,65 % auf, welche direkt an die Gemeinde Altenberg gezahlt wird.

Das Projekt kann verpflichtet sein, eine jährliche Förderabgabe für die im Laufe des Jahres abgebauten Mineralressourcen in Höhe von bis zu 10 % des Marktwerts dieser abgebauten Ressourcen zu zahlen. Der tatsächlich anzuwendende Satz wird vom Freistaat Sachsen festgelegt und das Projekt hat mit den sächsischen Behörden bereits Kontakt aufgenommen. Für die Zwecke dieses Finanzmodells ist es für das Unternehmen zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich den Wert der Förderabgabe ausreichend genau abzuschätzen.

Der Gesamtbetrag der zu zahlenden Steuern vor Zinsabzug wird auf 5,3 Mrd. EUR geschätzt, davon 2,8 Mrd. EUR Körperschaftsteuer an die Bundesbehörden und 2,4 Mrd. EUR Gewerbesteuer an die Gemeinde Altenberg.

1.16.3 Nettobarwert und interne Rendite vor Steuern

Die wirtschaftliche Analyse wurde unter Anwendung eines Realzinssatzes von 8 % auf die Cashflows vor und nach Steuern vor der Finanzierung berechnet. Das Unternehmen ist der Ansicht, dass dies ein angemessener Zinssatz ist, der vergleichbar mit ähnlichen Lithiumprojekten in Europa angewendet werden kann. Das Finanzmodell wurde auf einer realen Basis berechnet. Das Modell schließt Schulden und Finanzierungskosten, Kosten für die Unternehmenszentrale und Projektentwicklungskosten aus.

Das Finanzmodell zeigt, dass das Projekt eine Amortisationszeit von 5 Jahren ab Produktionsbeginn hat. Die wirtschaftliche Analyse ergibt einen realen Kapitalwert vor Steuern von 3.328 Mio. EUR mit Rendite vor Steuern von 23,6%. Der Kapitalwert nach Steuern beträgt 2.187 Mio. EUR und die Rendite nach Steuern 19,8 %.

Tabelle 1.17 Projektwirtschaftlichkeit nach Phasen

Beschreibung	Einheit	Phase 1	Phase 2	LOM
Lithiumhydroxid	kt	581	527	1,108
Erlöse insgesamt	EUR M	15,815	14,545	30,361
Betriebskosten insgesamt	EUR M	(5,545)	(4,992)	(10,536)
EBITDA	EUR M	10,271	9,554	19,825
Anfangsinvestitionen	EUR M	(1,048)	(654)	(1,702)
Nachhaltiger Investitionsaufwand	EUR M	(458)	(374)	(832)
Betriebskapital	EUR M	(3)	3	-
Cashflow vor Steuern	EUR M	8,762	8,529	17,291
Bezahlte Steuer	EUR M	(2,588)	(2,560)	(5,148)
Cashflow nach Steuern	EUR M	6,174	5,969	12,144

1.16.4 Zusammenfassung des Finanzmodells

Tabelle 1.18 zeigt eine Zusammenfassung der wichtigsten Kennzahlen des Finanzmodells.

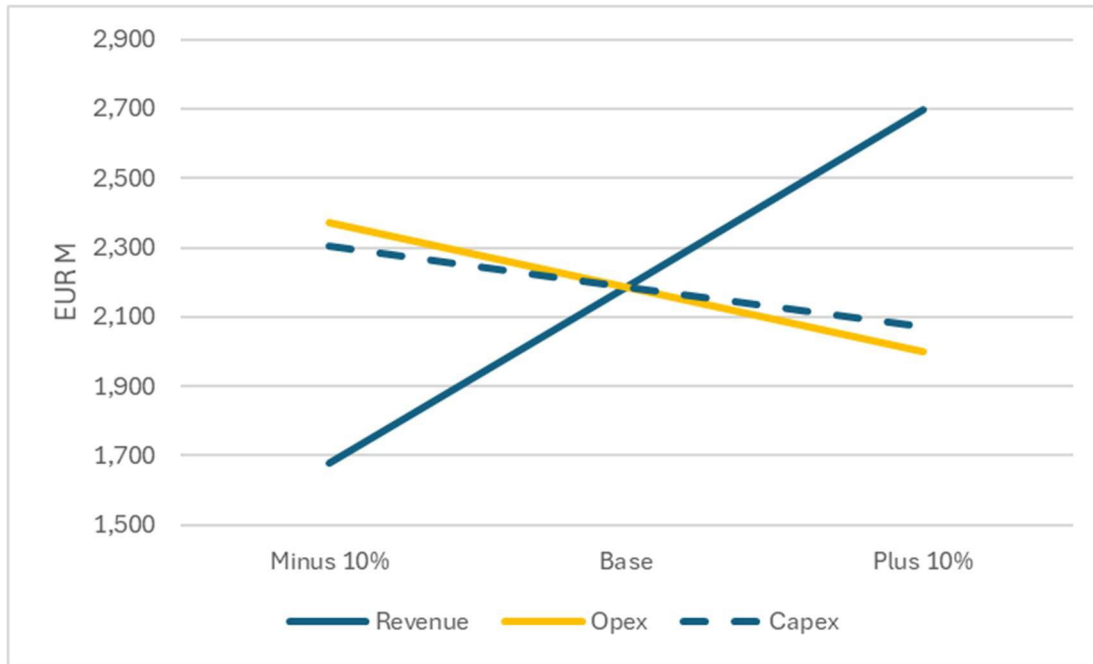
Tabelle 1.18 Primäre Finanzmodell-Kennzahlen

Beschreibung	Einheit	Wert
NPV vor Steuern (bei 8% Abschlag)	EUR M	3,328
IRR vor Steuern	%	23.6
NPV nach Steuern (bei 8% Abschlag)	EUR M	2,187
IRR nach Steuern	%	19.8
Einfache Amortisation*	Jahre	4.6
Anfängliche Bauinvestitionen	EUR M	1,048
Durchschnittliche LOM-Betriebskosten (vor Nebenproduktgutschriften)	EUR/t LHM	9,505
Durchschnittliche LOM-Betriebskosten (nach Nebenproduktgutschriften)	EUR/t LHM	8,403
Durchschnittliche LOM-Erlöse	EUR M pa	741
Durchschnittliches jährliches EBITDA (nach Gutschriften für Nebenerzeugnisse)	EUR M pa	484
Jährliche durchschnittliche LHM-Produktion	kt/a	27
Durchschnittlich erzielter LHM-Preis	EUR/t LHM	26,288

1.16.5 Sensitivitätsanalyse

Das Finanzmodell wurde zur Erstellung einer Sensitivitätsanalyse für den Kapitalwert vor und nach Steuern des Projekts verwendet. Die Sensitivitätsanalyse bestimmt, wie der Kapitalwert durch die Änderung einer einzelnen Variable beeinflusst wird, während die anderen Variablen konstant gehalten werden. Die Sensitivitätsanalyse wurde für den Preis von Lithiumhydroxid, die Investitionsausgaben und die Betriebskosten durchgeführt. Bei der Modellierung wurden Variationen von +10% bis -10% für jede Variable verwendet. Die Analyse zeigt, dass das Projekt empfindlicher auf den Lithiumhydroxidpreis reagiert als auf die Investitions- oder Betriebskosten.

Wie in Abbildung 1.12 dargestellt, erhöht ein Anstieg des durchschnittlich erzielten Lithiumhydroxidpreises um 10% von 26.288 EUR/t auf 28.916 EUR/t den Kapitalwert nach Steuern von 2.187 Mio. EUR auf 2.697 Mio. EUR und ein Rückgang um 10% auf 23.659 EUR/t verringert den Kapitalwert nach Steuern auf 1.677 Mio. EUR.

Abbildung 1.12 Sensitivitätsanalyse für das Projekt


1.17 Projektausführung

Um das Risiko zu beherrschen und die Ressourcennutzung zu optimieren, wird das Projekt im Anschluss an diese PFS in fünf Phasen entwickelt:

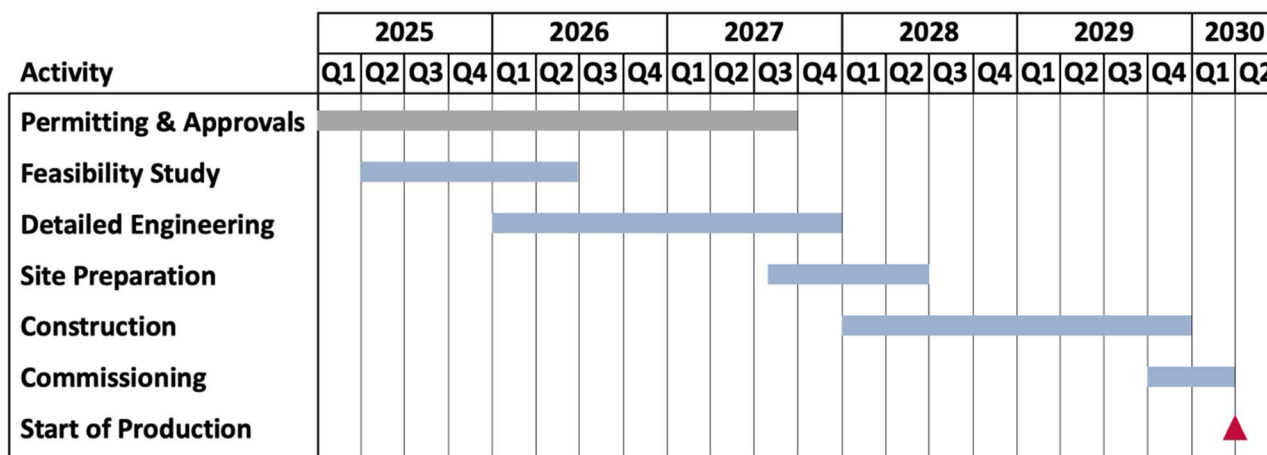
- Stufe 1: Finale Machbarkeitsstudie einschließlich Basic Engineering.
- Stufe 2: Detailplanung.
- Phase 3: Vorbereitung des Standorts, Einrichtung der Infrastruktur und Bauarbeiten.
- Phase 4: Inbetriebnahme der Aufbereitungsanlagen und des Bergbaubetriebs. Vorproduktion.
- Phase 5: Hochfahren des Bergbaubetriebs und der Produktion bis zur kontinuierlichen Volumenproduktion.

Phase 1 (Machbarkeitsstudie) wird sich auf eine detaillierte Lückenanalyse, eine erweiterte Datenerfassung, insbesondere für eine detailliertere Modellierung und Domänenbestimmung, Testarbeiten im Pilotmaßstab, eine kontinuierliche Prozesssteuerung und eine Risikobewertung in allen in der PFS berücksichtigten Bereichen konzentrieren. Die Ergebnisse werden die Erfüllung der NI 43-101-Kriterien und der AACE Class 3-Standards sicherstellen und ein robustes Wirtschaftsmodell unterstützen.

Das Projekt wird ab Phase 2 ein EPCM-Modell anwenden, das die Überwachung durch Experten in allen kritischen Phasen gewährleistet. Dieser Ansatz bietet Flexibilität, Transparenz und Skalierbarkeit während des Projektfortschritts. Der EPCM-Auftragnehmer wird die Planung, die Beschaffung, den Bau und das Vertragsmanagement des Projekts übernehmen.

Es wurde ein übergeordneter Zeitplan für das Projekt entwickelt, der sich auf die wichtigsten Aktivitäten konzentriert, die zu einem Produktionsbeginn im ersten Quartal 2030 führen, wie in Abbildung 1.13 dargestellt.

Abbildung 1.13 Zeitliche Übersicht des Projekts



1.18 Risiken

Das Projekt hat in Zusammenarbeit mit Snowden Optiro und weiteren mitwirkenden Beratern die wahrgenommenen und realen Risiken in Bezug auf technische, betriebliche und finanzielle Aspekte für das Projekt detailliert identifiziert und jeweils mit einer Einschätzung zur Eintrittswahrscheinlichkeit, sowie Schwere der potenziellen Einflüsse versehen. Abgesehen von den inhärenten Risiken aller Bergbau- und Aufbereitungsprojekte, wie Gesundheit und Arbeitssicherheit sowie die Herausforderung von Personal-/ Fachkräftebindung, oder externe Risiken, die außerhalb der Kontrolle des Projekts liegen, wie die makroökonomischen Angebots- und Nachfrageentwicklungen in der Lithiumindustrie und ihre daraus resultierenden Auswirkungen auf den Lithiumpreis oder die Entwicklung alternativer Batteriequellen, wurden folgende zentrale Risiken festgestellt:

- **Technische Entwicklung des Projekts.** Die Mitwirkenden haben konkrete technische Risiken identifiziert und Maßnahmen zu der Minimierung vorgeschlagen. Diese beinhalten weitere erforderliche Konstruktions- und Testarbeiten, die im Rahmen der Machbarkeitsstudie und der geplanten Pilotanlage abgeschlossen werden sollen.
- **Genehmigungen und Gemeinden.** Verzögerungen bei den Genehmigungen oder erheblicher Widerstand gegen das Projekt seitens der örtlichen Gemeinden und Interessengruppen könnten das Projekt erheblich gefährden. Um dieses Risiko zu mindern, arbeitet das Unternehmen frühzeitig und regelmäßig proaktiv mit den zuständigen Behörden und der örtlichen Gemeinde zusammen. Das Unternehmen hat ein ESIA-Verfahren eingeleitet, das über die behördlichen Genehmigungsanforderungen (die eine UVP beinhalten) hinausgeht und sicherstellen soll, dass die Bedenken der lokalen Interessengruppen berücksichtigt werden.
- **Finanzen und Finanzierung.** Das Risiko, dass die anfänglichen Investitionskosten oder die laufenden Betriebskosten das Projekt wirtschaftlich unrentabel oder nicht finanzierbar machen. Um dieses Risiko zu mindern, wird das Projekt sicherstellen, dass alle Annahmen der Studie auf Angeboten von mehreren Anbietern/Lieferanten beruhen, um im Verlauf des Projekts die entsprechende Genauigkeit zu erreichen. Das Projekt wird sich bemühen, in der unteren Hälfte der globalen Kostenkurve zu liegen. Das Unternehmen wird weiterhin mit bestehenden und potenziellen Investoren und anderen Geldgebern wie Banken, Abnehmern und Lizenzgebern in Kontakt bleiben.

1.19 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die im Juni 2024 veröffentlichte MRE weist das Projekt als eine der größten Lithiumressourcen in Europa aus. Die technischen Angaben dieser PFS beruhen auf Testarbeiten, die in international anerkannten Einrichtungen unter Anwendung allgemein anerkannter Verfahren durchgeführt wurden. Die für das Projekt entwickelten Investitions- und Betriebskostenschätzungen entsprechen den AACE-Klassen 3 und 4 mit einer Genauigkeit von -10 % bis +30 % für Klasse 3 und -15% bis +50% für Klasse 4.

Die Genehmigungs- und Umweltaspekte des Projekts wurden bewertet und es gibt einen Zeitplan, der von anerkannten Beratern in Zusammenarbeit mit dem Projektmanagementteam entwickelt wurde, um die wichtigsten Genehmigungen zu erhalten. Das Projekt wurde auch dahingehend optimiert, um die ökologischen und sozialen Auswirkungen zu minimieren.

Die Ergebnisse dieser PFS bestätigen, dass das Projekt die Entwicklung eines Untertagebergwerks mit einer Abbaukapazität von über 3 Mio. t/a und einer Lebensdauer von über 40 Jahren gewährleisten kann. Die geologischen Bedingungen unterstützen den untertägigen Abbau, insbesondere den Langkammerabbau mit Versatz, der in der Regel kostengünstiger ist als die in früheren Iterationen des Projekts in Betracht gezogenen Raum- und Pfeilertechnik.

Die Aufbereitung des Erzes wird an einem einzigen Standort in der Nähe des Ortes Liebenau erfolgen. Der Erztransport wird über einen neuen, 9,1 km langen Stollen erfolgen, der das Bergwerk mit dem geplanten Aufbereitungsstandort verbindet. Die Kosten für die Errichtung des Tunnels sind beträchtlich, machen jedoch weniger als 5 % der kombinierten Investitionskosten für das Projekt aus, wenn sowohl Phase 1 als auch Phase 2 durchgeführt werden. Darüber hinaus ermöglicht der Förderstollen einen effizienten, umweltfreundlichen Erztransport mittels elektrischer Förderanlagen und minimiert die Beeinträchtigung der lokalen Bevölkerung, da der Straßentransport und die Überlandinfrastruktur erheblich reduziert werden können. Der Tunnel ermöglicht auch einen effizienten Rücktransport des Verfüllmaterials, in erster Linie Reststoffe aus der Weiterverarbeitungsanlage, zum Bergwerk. Die Stollenverbindung wird als ein wesentlicher Faktor angesehen, der es ermöglicht, das Projekt zu vergrößern und gleichzeitig die Auswirkungen auf die örtlichen Gemeinden zu begrenzen.

Die Aufbereitung umfasst die Konzentration des Erzes durch Nassmagnetische Abscheidung, gefolgt von einer Pyrometallurgischen und Hydrometallurgischen Aufbereitung, um ein LHM mit Batteriequalität herzustellen. Als Verarbeitungsmethode wurde das alkalische Drucklaugungsverfahren von Metso gewählt. Die im Rahmen des Projekts durchgeführten Testarbeiten haben die Anwendbarkeit dieses Aufbereitungsverfahrens für Zinnwaldit nachgewiesen.

Während der Machbarkeitsstudie wird ZLG die geplante Technologie des alkalischen Drucklaugungsverfahrens weiterentwickeln. Weitere Testarbeiten sind erforderlich, um die Auswirkungen von Schwankungen der Erzqualität zu verifizieren und es wird ein kontinuierlicher Pilotversuch erforderlich sein, um die Produktqualität zu demonstrieren und eine Grundlage für detaillierte Produktions- und Leistungsgarantien zu schaffen. Weitere Arbeiten werden auch auf Aspekte des Prozessschemas angewandt, um das Potenzial zur Erzeugung verkaufsfähiger Produkte aus derzeit als Reststoff behandelten Nebenströmen zu testen. Die ZLG wird auch alternative Technologien in Bereichen des Prozessschemas, wie z. B. der Kalzinierung, testen, in denen sich die Möglichkeit für effizientere und kostengünstigere Optionen, wie z. B. Tunnelöfen, im Vergleich zum derzeitigen Design mit dem Drehrohröfen ergibt.

Die PFS stellt eine wesentliche Weiterentwicklung gegenüber früheren Versionen des Projekts dar und die ZLG sieht erhebliches Optimierungspotenzial hinsichtlich der hier vorgestellten Planung. Diese Optimierung in Bereichen wie der zusätzlichen stufenweisen Entwicklung der Anlage, der Vereinfachung des Prozessflussdiagramms, der Reduzierung von Redundanzen, der Nutzung sauberer und kostengünstiger Energiequellen und der wettbewerbsfähigen Beschaffung von Ausrüstungsgegenständen dürfte das Potenzial haben, erhebliche Einsparungen bei den Investitions- und Betriebskosten zu erzielen und zudem die Möglichkeit bieten, den CO₂-Ausstoß pro Tonne des Endprodukts zu senken.

Das Unternehmen hat bereits mit der Vorbereitung der Umweltverträglichkeitsprüfung, den allgemeinen Genehmigungsverfahren (einschließlich Grundlagenstudien) und der ESIA begonnen. Diesem Bereich wird in den kommenden Quartalen hohe Priorität eingeräumt.

Mit dem Übergang des Projekts in die nächsten Phasen – einschließlich weiterführender Testarbeiten, der Erstellung einer Machbarkeitsstudie sowie der detaillierten technischen Planung und Projektentwicklung – ist eine signifikante Erweiterung des Owner-Teams erforderlich. Dies hat für ZLG hohe Priorität und steht im fortlaufenden Fokus.

1.20 Künftige Arbeit

1.20.1 Geologie

Das Unternehmen hat einen Genehmigungsantrag für den Bau eines Explorationsstollens eingereicht, um den Erzkörper von der derzeit ungenutzten Grenzzollstation bei Zinnwald aus zu erschließen. Der Zweck dieses Stollens ist es, einen direkten Zugang zum Erzkörper zu schaffen, der die Entnahme einer repräsentativen Erzprobe ermöglicht, um weitere metallurgische Testarbeiten durchführen zu können. Außerdem werden Daten über die Gesteinsverhältnisse gewonnen, die in die geotechnischen Modelle einfließen und eine weitere Verfeinerung der Bergwerksplanung ermöglicht.

Darüber hinaus beabsichtigt die ZLG, weitere geotechnische und hydrogeologische Bohrungen am geplanten Standort Liebenau sowie entlang des geplanten Stollenkorridors durchzuführen, um die für die Detailplanung erforderlichen Informationen zu erhalten.

Das Projekt verfügt über einen Bestand an repräsentativen Erzen aus früheren Bohrkampagnen. Sollte weiteres Material für Testarbeiten benötigt werden, könnte eine begrenzte Kernbohrkampagne mit großem Durchmesser erforderlich sein, um weitere Erzproben zu erhalten.

- Weitere Arbeiten zur Erzvariabilität sind erforderlich, um festzustellen, wie sich die verschiedenen Erztypen im Prozessschema verhalten und welche Auswirkungen dies auf die Lithiumausbeute haben könnte.
- Es werden zusätzliche Arbeiten empfohlen, um die Kontinuität der verschiedenen Erztypen und Erzgrenzen zu untersuchen, damit ein optimales Qualitätskontrollprogramm für den Lithiumgehalt entwickelt werden kann.

1.20.2 Bergbau

Optimierung des Abbauplans, um die Auslastung der Aufbereitungsanlagen durch eine umfassende Bergwerk-zu-Anlagen-Strategie zu optimieren.

Die Verfeinerung der Bergwerksplanung würde Folgendes umfassen:

- Auf der Grundlage weiterer Kartierungen und Informationen über die Ressource und insbesondere die Verwerfungseigenschaften können die Parameter für die Bergwerksplanung weiter verfeinert werden.
- Wenn technisch möglich, sollten Abbaukammern vertikal zusammengelegt werden, um Doppelabbau zu schaffen, die weitere Flexibilität im Zeitplan und Kostensenkungen bieten könnten.
- Neubewertung und Bestätigung der Abbaukammerdimensionen nach Abschluss zusätzlicher Belastungstests vor Ort, detaillierter numerischer Modellierung und Testarbeiten zur Rückverfüllung.
- Testen verschiedener lokaler Pfeilerkonfigurationen, um deren Metallgehalt zu minimieren. Außerdem Durchführung alternativer geotechnischer Modellierungsszenarien, um die Auswirkungen des Abbaus der Pfeiler am Ende der Laufzeit des Bergwerkes zu untersuchen.
- Weitere Optimierung in Bereichen wie Entwässerung, Belüftung und Geräteversorgung.
- Für die Erzreserve sollten zusätzliche Untersuchungen zu den modifizierenden Faktoren durchgeführt werden, wobei der größte Einflussfaktor der Lithiumhydroxidpreis ist.

1.20.3 Verarbeitung

Zur Optimierung und Verfeinerung des Prozessschemas sind verschiedene Testprogramme erforderlich, bevor mit der für die Machbarkeitsstudie erforderlichen technischen Planung begonnen werden kann.

- Aufbereitung: Es besteht die Möglichkeit, die Ausbeute im Aufbereitungskreislauf zu verbessern, indem die Feldstärke des Magnetabscheiders erhöht wird, was Tests erfordert.
- Pyrometallurgie: Es sind weitere Variabilitätstests erforderlich, um die Leistung über eine Reihe von Erzmischungen (QMG vs. AG-Verhältnisse) zu bestätigen. Andere Ofenoptionen (z. B. Tunnelöfen) sollten ebenfalls untersucht werden, um das Potenzial zur Verringerung des Betriebsrisikos und zur Verbesserung der Effizienz zu testen.
- Hydrometallurgie: Weitere Studien zur Bewertung und Optimierung der Nebenproduktströme sind erforderlich, einschließlich der Möglichkeit, den primären Laugungsrückstand (Analcim) als verkaufsfähiges Produkt zu vermarkten.
- Kontinuierlicher Pilotversuch: Ein kontinuierlicher Pilotversuch ist erforderlich, um die für die technische Planung erforderlichen Parameter zu finalisieren, Musterprodukte bereitzustellen und damit die Grundlage für Leistungsgarantien zu schaffen.
- Optimierung: Untersuchung von Möglichkeiten zur Optimierung der Wärme- und Energierückgewinnung während des gesamten Prozesses.

1.20.4 Standort und Infrastruktur

Die weiteren Arbeiten im Zusammenhang mit dem Standort und der Infrastruktur umfassen:

- Zusammenarbeit mit Landbesitzern und -nutzern der benötigten Flächen.
- Durchführung geotechnischer Studien an den Standorten als Grundlage für eine detailliertere Planung und zum Verständnis der mit der Standortplanung verbundenen Gesamtmengen an Abtrag und Aufschüttung.
- Vorverhandlungen über Dienstleistungsverträge für Strom und Erdgas mit örtlichen Energieversorgungsunternehmen sowie über Lieferverträge für benötigte Reagenzien und Materialien.
- Vorabbewertung des Potenzials für die Stromversorgung durch Photovoltaikanlagen in unmittelbarer Nähe des Standorts der Prozessanlage.
- Durchführung eines detaillierten hydrogeologischen Programms zur Unterstützung des standortweiten Wassermanagementplans.
- Optimierung des gesamten Infrastrukturplans im Hinblick auf einen geringeren Platzbedarf der Anlagen und geringere Materialmengen.

1.20.5 Genehmigungen, Umwelt- und Bürgerbeteiligung

Fragen der Genehmigung, des Umweltschutzes und der Einbindung der lokalen Gemeinschaft sind ein entscheidender Aspekt für den Fortschritt des Projekts. Die folgenden Aspekte sollten bei der weiteren Entwicklung des Projekts vorangetrieben / verbessert werden:

- Vervollständigung der Umweltverträglichkeitsprüfung als Teil des umfassenderen Rahmenbetriebsplanverfahrens. Dazu gehören auch die verschiedenen erforderlichen Basisuntersuchungen für die in Frage kommenden Gebiete.
- Fertigstellung einer umfassenden ESIA-Studie, welche die potenziellen Auswirkungen des Projekts quantifiziert und Maßnahmen zur Reduzierung, Minimierung, Vermeidung oder Behebung negativer Auswirkungen auf die Umwelt und die Gemeinden vorsieht, unter besonderer Berücksichtigung von:
 - biologischer Umwelt, einschließlich der Bewertung möglicher Auswirkungen auf das Natura-2000-Netz und andere Schutzgebiete
 - Kulturerbe, einschließlich der Vermeidung von Auswirkungen auf das UNESCO-Welterbe
 - physischer Umwelt, wie Auswirkungen auf Wasserressourcen, Luftqualität, Lärm und Vibrationen, Landschaft usw.
 - sozioökonomischen und gesundheitlichen Auswirkungen auf die lokalen Gemeinschaften.
- Fortsetzung und Intensivierung der Bemühungen um die Einbeziehung lokaler Interessengruppen, einschließlich öffentlicher Anhörungen zum Umfang der ESIA. Diese müssen mit dem Ziel durchgeführt werden, ein besseres lokales Verständnis für das Projekt und seine potenziellen Vorteile und Risiken zu erreichen.

2 REFERENZEN

- Bock, W.-D., Kühn, K., & Gowans, R. (2019). *Zinnwald Lithium Project Technical Report on the Feasibility Study*.
- Burisch, M., Leopardi, D., Guilcher, M., Sesulka, V., Dittrich, T., & Lehmann, B. (In Review). Greisen-Lithium-Ressourcen des Erzgebirges / Krusné Hory Province (Deutschland und Tschechische Republik). *Gesellschaft der Wirtschaftsgeologen (IN ÜBERARBEITUNG)*.
- CIM. (2014). *CIM DEFINITION STANDARDS - For Mineral Resources and Mineral Reserves*. Vorbereitet durch das CIM Standing Committee on Reserve Definitions. Angenommen vom CIM-Rat am 10. Mai 2014. Kanadisches Institut für Bergbau, Metallurgie und Petroleum.
- OSC. (2011). *Kapitel 5, NI 43-101 Standards of Disclosure for Mineral Projects, Form 43-101F1 Technical Report and Related Consequential Amendments 24 June 2011*. Ontario Securities Commission.
- OSC. (2016). *Eine inoffizielle Konsolidierung aller Änderungen des National Instrument 43-101 Standards of Disclosure for Mineral Projects, gültig ab dem 9. Mai 2016*. Ontario Securities Commission.
- Snowden Optiro. (2024). *240514_DI207861_Zinnwald Lithium NI 43-101 MRE (FINAL)*. Perth: Snowden Optiro.