



ACAMONTA

Zeitschrift für Freunde und Förderer der
Technischen Universität Bergakademie Freiberg

29. Jahrgang 2022

Sn-Polymetall- und Li-Sn-Lagerstätten im Ost- und Zentral-Erzgebirge - 2021 (Sn-Li ERZGEB - 2021)

Lagerstätten-Praktikum und -Exkursion
der Professur für Lagerstättenlehre und
Petrologie an der TU Bergakademie Freiberg

Thomas Seifert

ACAMONTA 29 (2022)
S. 91-97
Sonderdruck

Sn-Polymetall- und Li-Sn-Lagerstätten im Ost- und Zentral-Erzgebirge - 2021 (Sn-Li ERZGEB - 2021)

Lagerstätten-Praktikum und -Exkursion der Professur für Lagerstättenlehre und Petrologie an der TU Bergakademie Freiberg

Thomas Seifert



Abb. 1: Exkursionsgruppe Sn-W-Li ERZGEB – 2021 Teil 1 Altenberg-Zinnwald mit Ing. Horst Giegling am Huthaus des Besucherbergwerks "Vereinigt Zwitterfeld zu Zinnwald", Osterzgebirge: von links nach rechts: Fabian Gotsch, Anna Katharina Franken, Barbara Flora Namburete, Julia Mehner, Antonio Albertino Jose, Frank Reichel, Christin Schulz, Sebastian Triebert, Ingo Kiefl, Jana Kalmbach, Daniel Perplies, Paul Bohlender, Ing. Horst Giegling (Vereinigt Zwitterfeld zu Zinnwald, Geising), Emre Bagci und Iaroslav Gorban.

Vom 9. bis zum 20. August 2021 führte die Professur für Lagerstättenlehre und Petrologie an der TU Bergakademie Freiberg (TUBAF) eine lagerstättengeologische Exkursion mit Feldpraktikum im Erzgebirge durch. An der Exkursion nahmen 14 Studierende des Masterstudiengangs Geowissenschaften / Studi-

enrichtung Lagerstättenlehre (Economic Geology) teil (Abb. 1). Die Exkursion erfolgte unter Leitung von Prof. Dr. Thomas Seifert - mit freundlicher Unterstützung durch Dipl.-Ing. Christian Schröder (Direktor des Bergbaumuseums Altenberg), Ing. Horst Giegling (Altbergbauspezialist und Hobymineraloge; Geising, Zinnwald), M. Sc. Nikolas Trischler (Explorationsgeologe, TUBAF / Deutsche Lithium GmbH), Dr. Thomas Dittrich (Chefgeologe der Deutschen Lithium GmbH) und Frank Ihle (Bergmann und Mineraloge; Ehrenfriedersdorf, Thalheim). Schwerpunkt des Praktikums waren die Geologie, Mineralogie und Metallogenie von Seltenmetall-Lagerstätten im Exkursions-Gebiet 1 / Osterzgebirge: Altenberg (Sn, W, Mo,

Li), Zinnwald (Li, Sn, In?), Hegelshöhe/Schenkenshöhe (Li, Sn) und im Exkursions-Gebiet 2 / Mittleres Erzgebirge: Ehrenfriedersdorf und Geyer (Sn, W, Mo, Li, Ag, In; Abb. 2).

Die metallogenetische Provinz Erzgebirge/Krušné hory/Vogtland zählt aufgrund ihres bedeutenden, unikalen historischen Ag-, Sn-, Co-, W-, U- und Flußspat-Bergbaus und des für Europa einzigartigen Explorationspotentials für Sn-, Li-, W-, In- und Fluorit/Baryt-Ressourcen zu den wirtschaftlich bedeutendsten Einheiten der Varisziden (Baumann et al. 2000; Kuschka 1997; Seifert & Kempe 1994; Seifert 2008). Im Raum Erzgebirge-Krušné hory-Vogtland sind verschiedene Typen von Sn-W-Li-Polymetall-Lagerstätten ausgebildet (Greisen, Trümerzonen, kompakte Gänge, Skarne). Metallogenetisch sind die o.g. Lagerstätten an spät-variszische Sn-W-Mo-Li-Polymetall-Mineralisationen (Alter: ca. 315 - 290 Ma) gebunden, die sehr wahrscheinlich mit sog. „Small Intrusion Li-F-Graniten“ assoziiert sind (Seifert & Kempe 1994; Seifert 2008; unveröff. Material Th. Seifert 2022; Abb. 2).

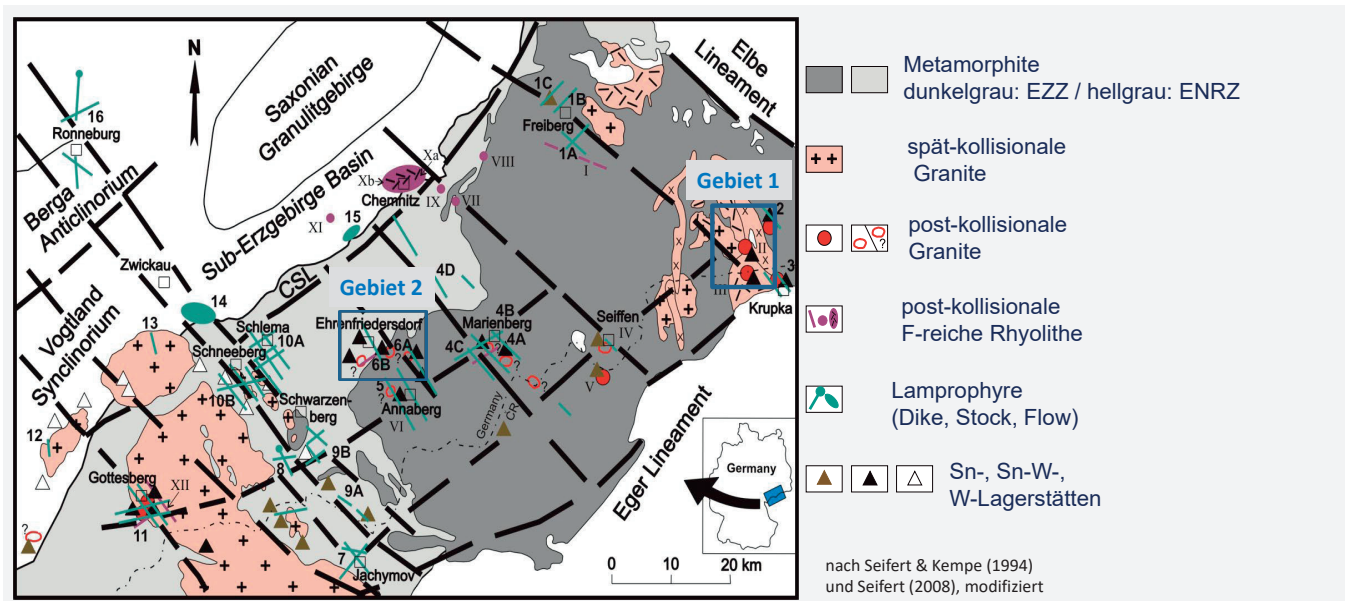


Abb. 2-1: Spät-Variszischer Magmatismus und Sn- / Sn-W- / W-Lagerstätten in der Region Erzgebirge-Vogtland (stark vereinfacht) und Lage der Exkursionsgebiete Sn-W-Li ERZGEB – 2021 im Ost-Erzgebirge (Gebiet #1: 9.-14.08.) und Mittleren Erzgebirge (Gebiet #2: 15.-20.08.). Nach Seifert & Kempe (1994) und Seifert (2008), modifiziert.

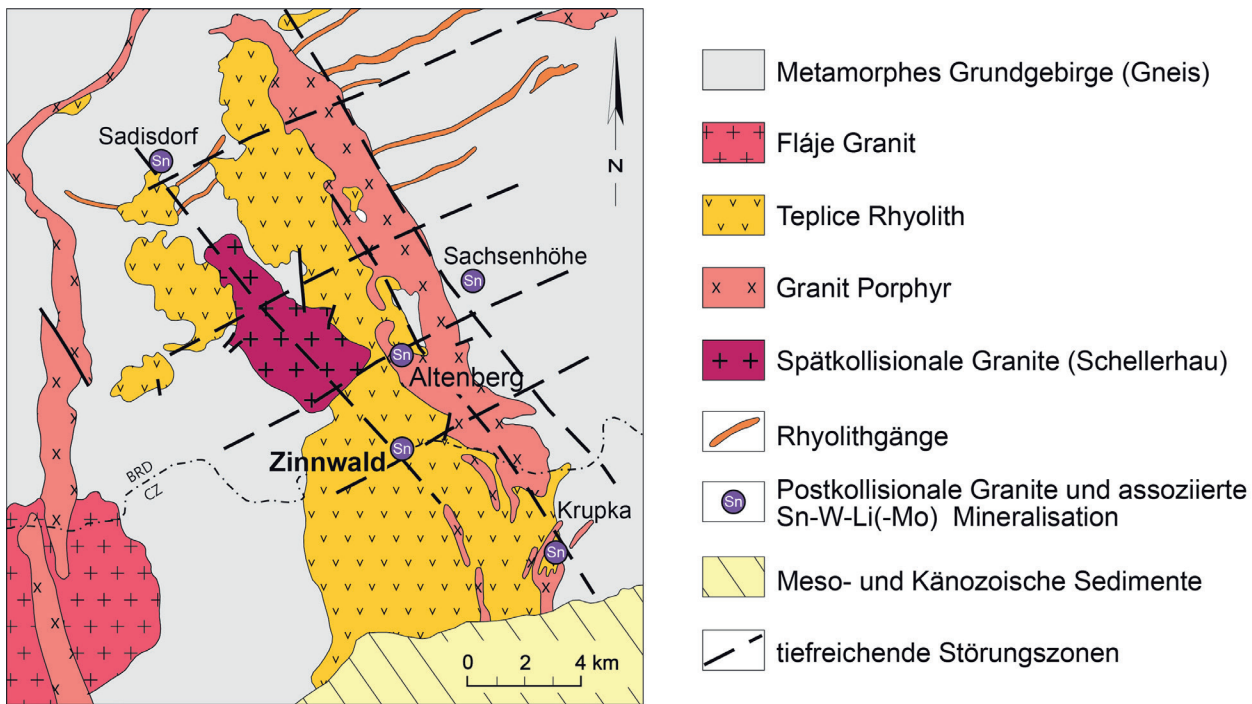


Abb. 2-2: Geologie und Sn-W-Li (-Mo)-Lagerstätten im Altenberg-Teplice Volcanic Complex / Osterzgebirge (s. auch Abb. 2-1, Gebiet 1). Nach Seifert & Kempe (1994), umgezeichnet von Neßler et al. (2015).

Exkursions-Gebiet 1 / Osterzgebirge

Sn-Polymetall-Lagerstätte Altenberg, Pinge und Bergbaumuseum

Das Lagerstättenpraktikum Sn-Li ERZGEB - 2021 begann am 9. August 2021 mit einer ausgedehnten Führung durch das Bergbaumuseum Altenberg. Ein Highlight waren die Maschinen für die historische Erzaufbereitung im Revier Altenberg, die von Christoph Schröder auch in ihrer Funktion vorgeführt und detailliert erläutert wurden. Danach befuhrt die Exkursionsgruppe den Neubeschert-Glück-Stollen (Abb. 3) und begutachtete von einer Aussichtsplattform aus

die Altenberger Pinge, die die Dimension der Sn-Polymetall-Lagerstätte Altenberg in beeindruckender Weise zeigt (Abb. 4).

Der Greisenerz-Körper der Sn-Polymetall-Lagerstätte Altenberg (Abb. 5) hat eine Anschnittsfläche von ca. 300 x 220 m, was dafür spricht, dass der ursprüngliche Erzkörper in der Kreide und im Tertiär partiell erodiert wurde (Weinhold 2002). Günter Weinhold (2002) diskutiert, dass sich der ursprüngliche Sn-Inhalt demnach auf mehr als 400.000 t Sn-Metall belaufen haben könnte. Auch ohne die Einbeziehung dieser Hypothese zählt die Lagerstätte Altenberg mit einer nachweislichen Förderung

von 32 Mio. t Sn-Erz @ 0,76 wt.% Sn im Zeitraum von 1446 bis 1991 (1446-1546: 2,4 wt.% Sn; 1547-1620: 1,6 wt.% Sn; 1621-1946: 1,1 wt.% Sn; 1947-1991: 0,34 wt.% Sn), was einem Sn-Inhalt von 240.000 t entspricht (Weinhold 2002), und den noch vorhandenen Vorräten von 27 Mio. t Sn-Erz @ 0,27 wt.% Sn (72.400 t Sn-Inhalt; Weinhold 2002) zu den *Giant Tin Deposits* im Weltmaßstab. Die höchste Roherzförderung in der 545-jährigen Bergbaugeschichte von Altenberg gab es im Jahr 1988 mit 1.051.600 t @ 0,34 wt.% Sn bei einem Ausbringen von 60,2 % und einem Metallinhalt i. Konz. von 2.180 t Sn (Weinhold 2002).



Abb. 3: Dipl.-Ing. Christoph Schröder (Direktor des Bergbaumuseums Altenberg) erläutert im Neubeschert-Glück-Stollen (Erkundungsstollen von 1802 – 1849, mit Unterbrechungen) den Schubortabbau der Zinnerz-Bruchmassen.



Abb. 4-1: Pinge im Bereich der Sn-W-Li-Lagerstätte Altenberg (Blick von Nord nach Süd); Durchmesser ca. 400 m, Tiefe: ca. 160 m, Fläche: ca. 12 ha; Resultat des großen Pingenbruchs 1620 und des folgenden Bergbaus bis 1991. Im Hintergrund der Arno-Lippmann-Schacht vom VEB Zinnerzbetrieb Altenberg (Hauptförderschacht von 1963 bis 1991 mit einer Förderung von 0,5 bis 1 Mio. t Sn-Erz pro Jahr).



Abb. 4-2: Nord- und Ost-Wand der Altenberger Pinge (Blick von Süd nach Nord). Im Hintergrund der Geisingberg (Vulkankuppe: Olivin-Augit-Nephelinit; Alter: ca. 30 Ma). Weißes Gebäude mit grauem Spitzdach halbrechts im Hintergrund: Wetterüberhauen 20.

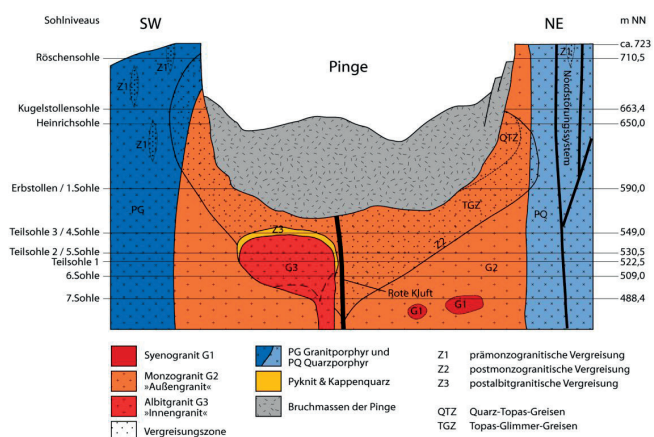


Abb. 5: Geologisches NE-SW-Profil der Sn-W-Li-Lagerstätte Altenberg. Nach Wolfgang Schilka (2008).

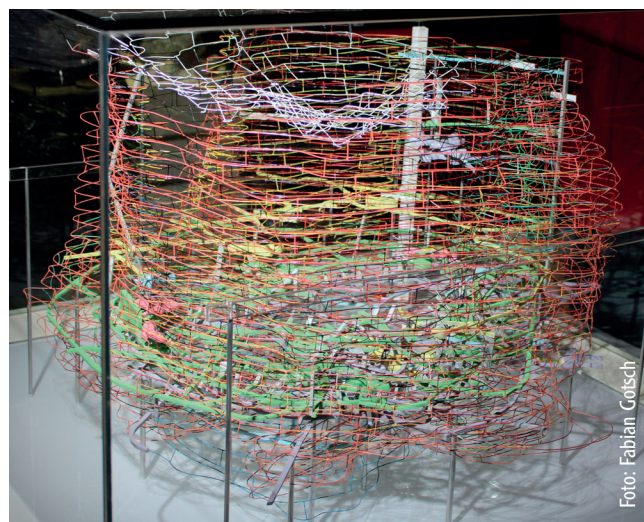


Abb. 6: 3 D-Modell der Zinnerz-Lagerstätte Altenberg mit Erztypen, Sohlen und Schächten und Kontur der Pinge (Status: 1968) zur zukünftigen Planung des Teilsohlenbruchbaus, der ab 1976 die Mitgewinnung der anstehenden Zinn-Erze ermöglichte (1620-1975 nur Gewinnung der Pingebruchmassen). VEB Zinnerzbetrieb Altenberg, 1968; Standort des Drahtmodells: Bergbaumuseum Altenberg.

Die Haupt-Sn-Vererzung ist an Topas-Glimmer-Greisen (TGZ / Dunkelgreisen) und weniger an Quarz-Topas-Greisen (QTZ / Hellgreisen) gebunden. Beide Greisentypen sind bevorzugt im steil einfallenden Monzogranit-Stock (G2 / „Außengranit“) im Zentrum der Lagerstätte ausgebildet (cf. Baumann et al. 2000; W. Schilka 2008; Abb. 5). Die postmonzogranitische Vergreisung erfasst im Kontaktbereich des Monzogranits auch den Altenberger Granitporphyr (PG) und den Rhyolith von Teplice (PQ). Typisch für den Vergreisungsprozess im Bereich der Lagerstätte sind intensive Hämatit-Mineralisationen, die in den anstehenden Sn-Greisenerzen in der Altenberger Pinge und im Untertage-Abbau verbreitet sind (Abb. 4). Nach der Hauptvergreisung (Z2) intrudierte in den Monzogranit ein stockförmiger Albitgranit (G3 / „Innengranit“), dessen Stockscheider (Randpegmatit) von pneumatolytischen Fluida (Z3) überprägt wurde und jetzt als mineralogische Besonderheit in Form von Pyknit vorliegt (typisch die grünlich-gelben, grobstengligen Topas-Aggregate, die

mit Quarz, Dunkelglimmer, Hämatit, Fluorit, Kasserit und Molybdänit verwachsen sind).

Im Bergbaumuseum Altenberg befindet sich ein 3 D-Modell des VEB Zinnerzbetrieb Altenberg aus dem Jahr 1968, das die zukünftige Planung der Erzgewinnung mit einer neuen Abbaumethode – dem Teilsohlenbruchbau – visuell unterstützen sollte (Abb. 6).

Li-Sn-Lagerstätte Zinnwald

Am 10., 12., und 13. August 2021 befuhr die Exkursionsgruppe Sn-Li ERZGEB – 2021 das Grubenfeld „Vereint Zwitterfeld zu Zinnwald“ im Niveau des Tiefen Bünau-Stollens. Nach einer umfangreichen Befahrung aller relevanten Aufschlüsse am 10. folgte am 12. und 13. August ein umfangreiches Kartierungspraktikum in vier Gruppen.

In den Altenberg-Teplice-Eruptiv-Komplex intrudierte vor ca. 320 – 315 Ma ein „small intrusion Li-F-Granit“ (cf. Štemprok et al. 1994; cf. Seifert & Kempe

1994; Seifert et al. 2011; Abb. 2), der an der Oberfläche eine N-S-Erstreckung von ca. 1300 m und eine E-W-Ausdehnung von ca. 300 m zeigt und als Albitgranit das Neben- bzw. Trägergestein der Sn-W-Li-Vererzungen bildet (cf. Nebler et al. 2017). Voraussetzung für den erfolgreichen Betrieb der zahlreichen kleinen Zinn-Zechen im Erzfeld Zinnwald-Cinovec war der im 16. Jh. aufgefahrene „Obere Bünau-Stollen“ (780 m ü. NN) und der Vortrieb des „Tiefen Bünau-Stollens“ (Beginn 1686, 750 m ü. NN). Nach 1815 sank die Zinn-Produktion rapide ab; daraufhin erfolgte 1852 der Zusammenschluss der noch verbliebenen acht Zechen zu „Vereint Zwitterfeld zu Zinnwald“. Gleichzeitig wurde der tiefste Stollen im Revier Zinnwald, der „Tiefe Hilfe Gottes Stollen“ (720 m ü. NN), zur Gewinnung tieferer Sn-Erzkörper („Flöze“) vorangetrieben (cf. Nebler et al. 2016).



Abb. 7: Bemusterung von Li-Sn-Metaalbitgranit-Greisen mit flacheinfallendem Quarz-Zinnwaldit-Kasseritgang. Besucherbergwerk "Vereint Zwitterfeld zu Zinnwald", Tiefe Bünau-Stollensohle.



Abb. 8: Massive Zinnwaldit-Mineralisation (in Verwachsung mit Quarz, Topas und Fluorit) im Bereich eines flach einfallenden Erzgangs („Flöz #6“) im Metaalbitgranitgreisen (vermutlich Begleitgreisen). Besucherbergwerk "Vereint Zwitterfeld zu Zinnwald", Tiefe Bünau-Stollensohle.



Abb. 9: Kartierungspraktikum im Bereich des Flözes #8 mit Li- und Sn-Reicherzonen (Gruppe 4: v.r.n.l.: Iaroslav Gorban, Fabian Gotsch, Thomas Kürschner; Unterstützung durch Ing. Horst Giegling). Besucherbergwerk "Vereint Zwitterfeld zu Zinnwald", Zwischenetage Tiefe Bünau-Stollensohle.



Abb. 10: Zinnwaldit-reiche Zone im Quarz-Glimmer-Topas-Greisen. Repräsentiert vermutlich schlauchförmige Zufuhrkanäle aus tieferen Reservoirs Li-reicher pneumatolytischer Fluida. Besucherbergwerk "Vereinigt Zwitterfeld zu Zinnwald", Tiefe Bünau-Stollensohle, neuer Grenzschaft-Flügel, nahe Brandklüfter Morgengang.



Abb. 11: Massiver Li-Glimmer-Quarz-Topas-Metabasitgranit-Greisen im Bereich einer Großprobenahe-Lokalität durch die Bergsicherung Freital für mineralogisch-geochemische Untersuchungen und Aufbereitungsversuche (vormals SolarWorld Solicium GmbH, aktuell Deutsche Lithium GmbH). Ein steil- bis mittelsteil einfallendes Quarz-Trum der Sn-W-Assoziation (bis 0,1 m mächtig) durchschlägt den Greisenkörper am Oststoß und an der Firste. Besucherbergwerk "Vereinigt Zwitterfeld zu Zinnwald", Tiefe Bünau-Stollensohle.



Abb. 13: Pingen- und Haldenfeld im Altbergbau- und Explorationsgebiet Hegelshöhe, ca. 3,5 km N der Sn-Li-Lagerstätte Altenberg.

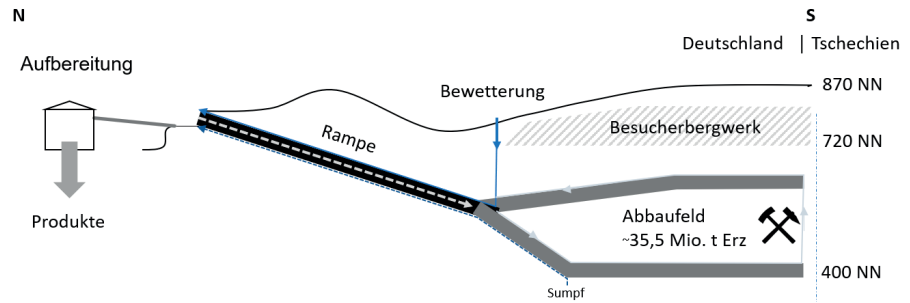


Abb. 12: Projektskizze des geplanten Abbaufelds in der Li-Sn-Lagerstätte Zinnwald (www.deuschelithium.de 2022)

**Erztyp 1 („Flöze“):
Flach-einfallende Sn-W-reiche Quarz-Zinnwaldit-Topas-Gänge:**

Zahlreiche zur Granitkontur parallel verlaufende und damit umlaufend streichende Klüfte wurden im Rahmen postmagmatischer Mineralisationsprozesse durch Kassiterit- und Wolframit-führende Quarz-Zinnwaldit-Topas-Gänge mineralisiert und waren Grundlage für den historischen Sn- und W-Bergbau im Raum Zinnwald-Cínovec (Abb. 7 - 9). Aufgrund ihrer flachen Lagerung und der hohen lateralen Kontinuität erhielten diese für das Erzgebirge unikalen Erzkörper in Anlehnung an den Kohlebergbau die bergmännische Bezeichnung „Flöz“.

**Erztyp 2 („Massive Greisenkörper“):
Li-Sn-reiche Dunkelglimmer-Quarz-Topas-Fluorit-Greisen:**

Wirtschaftlich bedeutende Li-Mineralisationen sind an flach lagernde Zinnwaldit-führende Greisen-Erzkörper gebunden, die durch den Altbergbau (Abb. 10 und 11) und zahlreiche Bohrungen im oberen Abschnitt der Zinnwalder Granitkuppel erschlossen und dokumentiert wurden (cf. Seifert & Kempe 1994; cf. Neßler et al. 2013, 2016, 2017; Deutsche Lithium GmbH 2022). Die o.g. Greisenkörper folgen - ähnlich den "Flözen" - umlaufend dem Granitkontakt und sind als flache, linsenförmige und irregulär begrenzte Erzkörper mit Mächtigkeiten von 1 m bis 30 m - stellenweise bis 50 m - ausgebildet. Sie erstrecken sich in einem Teufenbereich bis mindestens 400 m unter Gelände (Neßler et al. 2017; Deutsche Lithium GmbH 2022). Geringmächtige Greisen (i. d. R. < 2 m) sind zusätzlich als begleitender Saum im Liegenden und/oder Hangenden der "Flöze" und steilstehender Gänge entwickelt (Abb. 8).

Mit dem steigenden Bedarf an Lithium rückt die Li-Sn-(W)-Lagerstätte Zinnwald aufgrund bedeutender Li-Ressourcen erneut in den Fokus der Exploration. Lithium ist an das Mineral Zinnwaldit/

($\text{KLiFe}^{2+}\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2)$ gebunden. Die International Mineralogical Association (IMA) beschreibt Zinnwaldit als eine Gruppe von Li-führenden, trioktahedralen Dunkelglimmern der Siderophyllit-Polyolithionit-Serie (Rieder et al. 1998). Der nach der Typlokalität im 19. Jahrhundert benannte Zinnwaldit hat einen Li-Gehalt von ca. 1,59 wt.%. Im Rahmen der von der TUBAF koordinierten „Li-Initiative Freiberg“ sind seit November 2009 die Li-Sn-Mineralisationen im Erzfeld Zinnwald-Cínovec im Fokus der Forschungsarbeiten des Bereichs Lagerstättenlehre und Petrologie (cf. Seifert & Gutzmer 2010; Seifert et al. 2011). Daraus entwickelte sich ab 2011 eine fruchtbringende

Snowball-Quarz

*Indikator für die Exploration von Sn-W-Li-Lagerstätten.
Typisch für den G V-Granit sind sog. „Snowball-Quarze“ (Trischler et al. 2022), die als Indiz für stark fraktionierte Magmen diskutiert werden (Müller et al. 2011). Die Bildung der Snowball-Quarze erfolgt in flach lagernden Magmenkammern, in denen durch laminares Fließen eine Rotationsbewegung erfolgt und vorwiegend tafelförmige Albite in den Quarz aufgenommen werden. Durch periodisches Entgasen der Magmenkammern entstehen in den Snowball-Quarzen Wachstumszonen mit radial angeordneten Einschlüssen der tafelförmigen Albit-Aggregate (Abb. 15). Die so gebildeten Snowball-Quarze sind in eine Matrix aus Quarz, Albit und Zinnwaldit eingebettet. Durch das schnelle Mineral-Wachstum werden das primär SiO_2 -reiche Fluid untersättigt und die hexagonalen Snowball-Quarze im Randbereich wiederum korrodiert.*

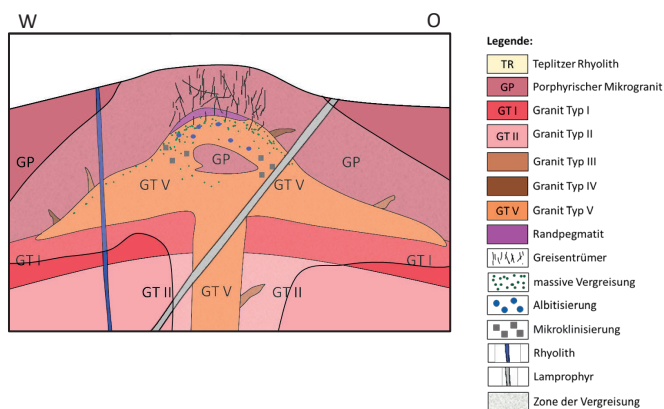


Abb. 14: Lagerstättenmodell der Li-Sn-Lagerstätte Schenkeshöhe-Hegelhöhe (nach Trischler et al. 2022 und weiteren Referenzen darin, modifiziert).

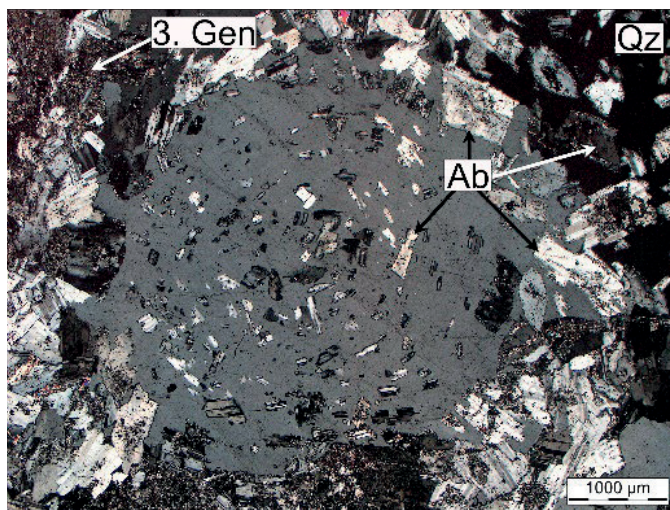


Abb. 15: Typischer „Snowball-Quarz“ (mittelgrau) mit Einschlüssen radial angeordneter tafelförmiger Albit-Aggregate (Ab) im Bereich der Wachstumszonen. Matrix: Quarz, Albit, Li-Glimmer (großtaflig) und Serizit (3. Glimmer-Generation / 3. Gen). Erkundungsbohrung Li-Sn-Lagerstätte Hegelhöhe, Bereich GV-Granit (aus Trischler et al. 2022)

Zusammenarbeit mit der SolarWorld Sollicium GmbH (Neßler et al. 2016, 2017) und ab 2018 mit der Deutschen Lithium GmbH. Beide Firmen führten umfangreiche Explorationsarbeiten mittels Kernbohrungen und Bemusterung von Großproben im Besucherbergwerk Zinnwald durch (Abb. 11). Der erkundete Vorrat der Li-Sn-Lagerstätte Zinnwald (Status 2022) wird mit 35,5 Mio. t Roherz und einem Inhalt von 125.000 t Li-Metall angegeben (www.deuschelithium.de 2022; Abb. 12). Damit hat sich der Li-Vorrat im Vergleich zu den Angaben von 2009 verdreifacht.

Li-Sn-Erzfeld Schenkeshöhe-Hegelhöhe

Am 11. August 2021 befuhr die Exkursionsgruppe das Altbergbau- und Explorationsgebiet Hegelhöhe im südlichen Teil des Erzfeldes (Altbergbau 1553 - 1856; Abb. 13). Aktuell wird das Gebiet von der Deutschen-Lithium GmbH im Rahmen des „Falkenhain-Projekts“ exploriert. Typisch für das Haldenmaterial im Altbergbauggebiet Hegelhöhe sind massive Meta-Granitporphyr-Dunkelgreisen, die den oberen Bereich der La-

gerstätte in Form von trümer- oder gangförmigen Greisenzonen im Granitporphyr (GP) bilden (Abb. 14). Die Pingenzüge folgen NW-SE- und NE-SW-Störungen. Der Abbau auf Sn, W, Cu und Ag erfolgte bis in eine maximale Teufe von ca. 100 m. Aus den hydrothermal überprägten, massiven gangförmigen Greisenzonen wurden im Altbergbau ca. 71 t Sn gewonnen (cf. Trischler et al. 2022).

Der teilweise vergreiste Granit Typ V (Albitgranit / G V) ist bis zu einige hundert Meter mächtig und intrudierte kuppelförmig zwischen den Granit Typ I (GT I) und GP (Abb. 14). Im Apikalbereich von GV wurden von der Erz- und Spatgruppe des VEB Geologische Forschung und Erkundung (GFE) Freiberg massive Li-Sn-Greisenkörper nachgewiesen, die mit den massiven Li-Sn-Metaalbitgranit-Greisen in Zinnwald vergleichbar sind (cf. Trischler et al. 2022). Die Kalkulation der Vorräte, die auf zahlreichen Kernbohrungen der 1970er und 80er Jahre (GFE Freiberg; cf. Baumann et al. 2000)

und dem aktuellen „Falkenhain-Projekt“ basiert, belaufen sich auf 30.800 t Li, 42.780 t Sn und 6.126 t W (Deutsche Lithium GmbH 2022).

Exkursions-Gebiet 2 / Mittleres Erzgebirge

Sn-W-Lagerstätte Geyer (Pinge)

Am 16. August 2021 befuhr die Exkursionsgruppe die Pinge der Sn-W-Lagerstätte Geyer und bemusterte die typischen gangförmigen Quarz-Topas-Glimmer-Kassiterit-(Wolframit)-Greisen im Bruchmaterial des Granit-Greisen-Stocks am Geyersberg, der einen Durchmesser von 200-250 m aufweist (Abb. 16 und 17). Die NE-SW bis ENE-WSW-streichenden Greisenzonen im Granitstock Geyersberg (2 bis 6 m mächtig) sind mit Trümmern und Gängen durchsetzt und zeigen z. T. beachtliche Sn-Reicherz-Nester (Stelzner 1865; Bolduan 1963; Hösel



Abb. 16: Pinge Geyer mit „Großen Knauer“ in der Mitte (davor der „Kleine Knauer“). Angeschlossene Abbaue des Altbergbaus (Feuersetzen) durch den Pingenschlucht sichtbar. Im Hintergrund Mitte: Fichtelberg und Keilberg.



Abb. 17: Bemusterung der Sn-W-führenden Metagranit-Greisen im Bereich zwischen der nördlichen Pingenschlucht (links) und dem „Kleinen Knauer“ (rechts) durch die Exkursionsgruppe. Pinge Geyer.



Abb. 18: Kartierung des Greifenstein-Granites und kontakt-metamorph veränderter Schieferschollen im vermuteten Dachbereich der Intrusion. Der Greifenstein-Granit entspricht der Hauptphase des Ehrenfriedersdorfer Granites, der durch den Bergbau in ca. 300 – 350 m Teufe aufgeföhren wurde und Trägergestein der Sn-Greisen (Ost- und Westgreisen) ist.



Abb. 19: Gruppenfoto am Sauberg Haupt- und Richtschacht. Links: Unterstützer der Exkursion Teil 2 Bergmann Frank Ihle (Besucherbergwerk Zinngrube Ehrenfriedersdorf); rechts: Prof. Dr. Thomas Seifert (Exkursionsleiter TUBAF).



Abb. 20: Bildmitte: Unbenannter Gang mit post-Variszischer hydrothermaler Quarz-Baryt-Fluorit-Calcit-Mineralisation; rechte Bildhälfte: Skamlinse im Quarz-streifigen Glimmerschiefer: Überprägung durch spät-Variszische Sn-W-Mineralisationen (Sn-Träger: Cassiterit; W-Träger: Scheelit). Besucherbergwerk Zinngrube Ehrenfriedersdorf, 2. Sohle, Bereich Aufbruchbühne.



Abb. 21: Pneumatolytische Quarz-Wolframit-Kassiterit-Molybdänit-Mineralisation, Leimgrübler-Morgengang Nord, Besucherbergwerk Zinngrube Ehrenfriedersdorf, 2. Sohle.

et al. 1996). Bis zur 150 m- / 200m-Sohle ist ein klein- bis mittelkörniger porphyrischer Granittyp B das Trägergestein der Greisenzonen, in den ein klein- bis mittelkörniger, gleichkörniger Granit Typ C intrudiert ist, der deutlich weniger Greisen-Mineralisationen zeigt (cf. Bolduan 1963; cf. Hösel et al. 1996). Der Sn-Bergbau im Erzfeld Geyer begann um 1395 und erreichte seine Blütezeit um 1740 mit 17 Zechen, 25 Pochwerken und Wäschen und vier Zinn-Hütten und einem nachweislichen Sn-Ausbringen von ca. 3.600 t im Zeitraum 1692 bis 1847 (cf. Bolduan 1963). Aufgrund sinkender Sn-Preise fand Ende des 18. Jh. ein Raubbau statt, woraufhin es zwischen 1791 und 1807 sieben große Pingenbrüche gab. Nachdem 1851 der Bergbau eingestellt worden war, führten steigende Sn-Preise 1907 zur erneuten Aufnahme des Bergbaus bis in eine Teufe von 113 m; 1913 endete dieser erneute Bergbauversuch aufgrund Kapitalmangels (cf. Bolduan 1963). Die letzten Explorations-Aktivitäten im Bereich der Sn(-W)-Greisenlagerstätte Geyer erfolgten 1957-1960 im Rahmen der „Zinnprognose Erzgebirge“, in der umfangreiche Erkundungsar-

beiten bis zur 200 m-Sohle durch den Geologischen Dienst Freiberg erfolgten. Dabei nahm der Sn-Gehalt von der 113 m- (0,21 wt.%) über die 150 m- (0,19 wt.%) bis zur 200 m-Sohle (0,01 wt%) im tiefsten Bereich (unter der 150 m- bzw. 200 m-Sohle: jüngerer Granittyp C, cf. Hösel et al. 1996) stark ab (cf. Bolduan 1963).

Greifensteingranit

Am 16. August 2021 kartierte die Exkursionsgruppe das Granitmassiv der Greifensteine einschließlich kontaktmetamorph veränderter Schieferschollen, die im Dachbereich der Intrusion vor ca. 320 - 315 Ma in die granitische Schmelze eingesunken sind und kontaktmetamorph in Hornfels umgewandelt wurden (Abb. 18). Im Greifensteingebiet treten über- und untertage alle aus dem Lagerstättendistrikt Ehrenfriedersdorf-Geyer bekannten Granit-Typen sowie bedeutende Mineralisationen der Sn-W-Assoziation auf (Hösel et al. 1994; Jung & Seifert 1996). Die weitaus größte Verbreitung hat der klein- bis mittelkörnige, gleichkörnige Typ C-Granit / Hauptmonzogranit, der auch in den Tiefbausohlen der verschiedenen Grubenfelder der

Sn-W-Lagerstätte Ehrenfriedersdorf der Hauptgranittyp ist und im gesamten mittelerzgebirgischen Antiklinalbereich in Erkundungs- und Forschungs-Bohrungen mit z. T. erhöhten Sn-, Li- und F-Gehalten nachgewiesen wurde (cf. Seifert & Baumann 1994).

Sn-W-Lagerstätte Ehrenfriedersdorf (Grubenfeld Sauberg), Mineralmuseum der Zinnerzgrube

Nach einer Befahrung aller relevanten Aufschlüsse im Bereich der ausschließlich im Glimmerschiefer aufgefahrenen 2. Sohle des weit verzweigten Grubenfeldes Sauberg im Besucherbergwerk Zinngrube Ehrenfriedersdorf am 17. August, wurde am 18. und 19. August 2021 in vier Gruppen ein umfangreiches Kartierungspraktikum in ausgewählten Bereichen der 2. Sohle durchgeführt (Abb. 19-24).

Der Zinnbergbau in Ehrenfriedersdorf wurde urkundlich erstmals 1278 erwähnt (cf. Baumann et al. 2000). Das Sn-W-Mo-Li-Ag-In-Erzfeld Ehrenfriedersdorf-Geyer zeigt die im Erzgebirge größte Vielfalt von spät-variszischen Mineralisationen und Erztypen der Sn-W-Assoziation und nachgeordnet auch lo-



Abb. 22: Bemusterung eines Lamprophyr-Dikes (Typ LD1 – prä-monzogranitisch) während des Kartierungspraktikums Teil 2. Besucherbergwerk Zinngrube Ehrenfriedersdorf, 2. Sohle.



Abb. 23: Sn-Reicherzone mit Cassiterit-Kristallen (z.T. Zwillinge) in Verwachsung mit Quarz und Topas. Gang 17 mit Meta-Aplit-Sn-Reicherzone, Besucherbergwerk Zinngrube Ehrenfriedersdorf, 2. Sohle. Bildbreite ca. 0,5 m.



Abb. 24: Vorführung bergmännischer Vortriebstechnik durch Bergführer Frank Ihle. Besucherbergwerk Zinngrube Ehrenfriedersdorf, 2. Sohle.

kale Sn-Polymetallsulfid-Reicherzonen (Kumann 1985; cf. Hösel et al. 1994; Seifert & Kempe 1994; Jung & Seifert 1996; cf. Baumann et al. 2000):

1. Typ Trümerzug (z. B. Gang 20¹)
2. Typ kompakte Erzgänge (z. B. Leimgrübner-Morgengang; Abb. 21)
3. verschiedene Sub-Erztypen vererzter Aplite (z. B. Gang 17; Abb. 23)
4. Typ stockwerkartige Sn-Li-F-Metagrinit-Greisen (z. B. Ost- und Westgreisen)
5. Gang- und nestförmige sulfidische In-reiche Sn-Zn-Cu-Erzkörper (Greifensteine-NE/Röhrenbohrerfeld)
6. pneumatolytisch überprägte Kalksilikat-Lager (Sn, W; Abb. 20).

Der Erztyp (4) ist bevorzugt im Endokontakt des Ehrenfriedersdorfer Granits ausgebildet, während die Erztypen (1), (2), (3) und (6) ausschließlich im Exokontakt (Glimmerschiefer) nachzuweisen sind. Erztyp (5) ist sowohl im Greifenstein-Granit als auch in dessen Exokontakt ausgebildet.

Post-Variszische Gang-Erze der Bi-Co-Ni-Ag-Assoziation wurden im Altbergbau vor allem in den Grubenfeldern Sauberg und Westfeld auf Ag-Erze abgebaut. Silber-Reicherze sind meist auf Strukturen älterer post-Variszischer Gangmineralisationen der Fluorit-Baryt-Assoziation bevorzugt im Exokontakt des Ehrenfriedersdorfer Granits zu finden (Abb. 20)

Im Rahmen der Bildung der „Vereinigt Feld-Fundgrube“ begann 1847 das Abteufen des Sauberg Haupt- und Richtschachtes (Abb. 19). Nach dem 2. Weltkrieg erlebte der Sn-Bergbau im Distrikt Ehrenfriedersdorf-Geyer einen enormen Aufschwung; von 1949 bis 1990 wurden 9,75 Mio. t Roherz gefördert, mit einem Metallinhalt der Konzentrate von ca. 10.650 t Sn (cf. Hösel et al. 1994). Nach der Einstellung des Bergbaus in diesem Distrikt im Jahr 1990 wurde folgender Vorratsstand an Sn-Erzen ausgewiesen (cf. Hösel et al. 1994): Sauberg / Westfeld (3,2 Mio. t @ 0,20 wt. % Sn), NW-Feld (5,5 Mio. t @ 0,18 wt. % Sn), Röhrenbohrerfeld (2,9 Mio. t @ 0,20 wt. % Sn), Greifensteine-Süd (3,8 Mio. t @ 0,32 wt. % Sn) und Neundorf (1,7 Mio. t @ 0,21 wt. % Sn).

Danksagung

Ein herzlicher Dank für die freundliche Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung der Exkursion „Sn-

¹ durchschlägt LD1-Lamprophyre; Abb. 22)

Li ERZGEB - 2021“ gilt Herrn Dipl.-Ing. Christian Schröder (Bergbaumuseum Altenberg), Herrn Ing. Horst Giegling (Geising, Zinnwald) und dem gesamten Team des Besucherbergwerkes „Vereinigt Zwitterfeld zu Zinnwald“, Herrn M. Sc. Nikolas Trischler (Deutsche Lithium GmbH / TUBAF), Herrn Dr. Thomas Dittrich (Deutsche Lithium GmbH), Herrn Frank Ihle und Herrn Dipl.-Ing. Erik Ahner und dem gesamten Team des Besucherbergwerkes „Zinngrube Ehrenfriedersdorf“ sowie Frau Doreen Fischer (TUBAF, Sekretariat der Professur für Lagerstättenlehre und Petrologie). Für die freundliche Unterstützung bei der Veröffentlichung im 29. Jahrgang von ACAMONTA danken wir vielmals Frau Annett Wulkow Moreira da Silva (TUBAF, ZUV, Archiv), Frau Petra Meister (Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg e.V.) und Herrn Karsten Seidel (Dzierzon Druck, Freiberg).

Referenzen

- Baumann L, Kuschka E, Seifert Th (2000). Lagerstätten des Erzgebirges. Enke im Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York: 303 pp.
- Bolduan H (1963): Geologie und Genese der Zinn-Wolframlagerstätte Geyer (Erzgeb.). - Freiburger Forschungs-Hefte, C 167, Leipzig: 7-34.
- Deutsche Lithium. 2022. www.deuschelithium.de (Zugriff am 17. Januar 2022).
- Hösel G, Fritsch E, Josiger U, Wolf P (1996). Das Lagerstättengebiet Geyer. Bergbaumonographie - Bergbau in Sachsen, Band 4, LfUG Sachsen, SOBA: 112 pp.
- Hösel G, Hoth K, Jung D., Leonhardt D., Mann M, Meyer H., Tägl U. (1994). Das Zinnerz-Lagerstättengebiet Ehrenfriedersdorf / Erzgebirge. Bergbaumonographie - Bergbau in Sachsen, Band 1, LfUG Sachsen, SOBA: 195 pp. + Anlagen
- Jung D, Seifert Th (1996). On the metallogeny of the late Hercynian tin deposit "Röhrenbohrer field"/Greifenstein area, Sn-W district Ehrenfriedersdorf-Geyer, Erzgebirge, Germany. Freiburger Forschungshefte, C 467, Freiberg, Germany: 131-150.
- Kumann R (1985). Lagerstätten-tektonische und -paragenetische Bearbeitung der Zinngänge im Raum Ehrenfriedersdorf. Unpublished Dissertation, Bergakademie Freiberg, Germany. 81 pp. + Anlagen.
- Kuschka E (1997). Atlas der Hydrothermalite des Vogtlandes, Erzgebirges und Granulitgebirges. Geoprofil 7, LfUG Freiberg, 151 pp.
- Müller A, Leis B, Ullemeyer K, Breiter K (2011). Lattice-preferred orientations of late-Variscan granitoids derived from neutron diffraction data: implications for magma emplacement mechanisms. *Int J Earth Sci*, 100: 1515-1532
- Neßler J, Seifert Th, Gutzmer J, Müller A, Stute S, Kühn K (2013). Lithium-Erkundung in Zinnwald, Osterzgebirge. ACAMONTA - Zeitschrift Verein für Freunde und Förderer

- der TU Bergakademie Freiberg, 20: 33-35.
- Neßler J, Seifert Th, Gutzmer J, Müller A, Bachmann T, Henker J, Stute S, Kühn K, Hartsch J, Helbig M, Sennewald R, Herklotz G (2016). Die historische Sn-W-Li-Lagerstätte Zinnwald: neue Aspekte zum Rohstoffpotential des Osterzgebirges. In: Groß, U. (Hrsg.) „Glanzlichter der Forschung an der TU Bergakademie Freiberg - 250 Jahre nach ihrer Gründung“, Chemnitz Verlag: 22-37
- Neßler J, Seifert Th, Gutzmer J, Müller A (2017). Beitrag zur Erkundung und metallogenetischen Charakteristik der Li-Sn-W-Greisenlagerstätte Zinnwald, Osterzgebirge, Deutschland. Freiburger Forschungshefte C 552 - Geowissenschaften, TU Bergakademie Freiberg, Germany: 390 pp. + Anlagen
- Rieder M et al. (1998). Nomenclature of the Micas. *Canadian Mineralogist* 36, pp. 905-912.
- Schilka W (2008). Geologisches NE-SW-Profil der Sn-W-Lagerstätte Altenberg. www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Geologisches%20Portrait/Lagerst%C3%A4tten/Lange%20Seite (Zugriff: 09.01.2022)
- Seifert Th (2008). Metallogeny and Petrogenesis of Lamprophyres in the Mid-European Variscides - Post-Collisional Magmatism and Its Relationship to Late-Variscan Ore Forming Processes (Bohemian Massif). IOS Press BV, Amsterdam, Netherlands: 303 pp.
- Seifert Th, Baumann L (1994). On the Metallogeny of the Central Erzgebirge Anticlinal Area (Marienberg District), Saxony, Germany.- In: von Gehlen, K; Klemm, DD (Eds.), Mineral deposits of the Erzgebirge/Krušné hory (Germany/Czech Republic): Reviews and results of recent investigations. Monograph Series on Mineral Deposits, 31: 169-190.
- Seifert Th, Gutzmer J (2010). Li-reiche Sn(-W)-Polymetall-Greisenlagerstätten im Freistaat Sachsen / Li-rich Sn(-W-polymetallic) deposits in Saxony. In: Voigt W. (ed), Freiburger Forschungsforum: 61. Berg- und Hüttenmännischer Tag, 9.-11. Juni 2010, TU Bergakademie Freiberg, FK 3: „Lithium for Li-Ion Batteries - Resources and Recovery“, abstracts volume Fachkolloquium 3.
- Seifert Th, Kempe U (1994). Zinn-Wolfram-Lagerstätten und spätvariszische Magmatite des Erzgebirges. Beihefte zum European Journal of Mineralogy, vol. 6, No. 2, Stuttgart: 125-172.
- Seifert Th, Atanasova P, Gutzmer J, Pfänder J (2011). Mineralogy, geochemistry and age of greisen mineralization in the Li-Rb-Cs-Sn-W deposit Zinnwald, Erzgebirge, Germany. *Mineralogical Magazine*, 75(3), p. 1833.
- Stelzner AW (1865). Die Granite von Geyer und Ehrenfriedersdorf, sowie die Zinnerz-Lagerstätten von Geyer. Verlag Gerlach, Freiberg.
- Štemprok M, Novák JK, David J (1994). The association between granites and tin-tungsten mineralization in the eastern Krušné hory (Erzgebirge), Czech Republic. In: v. Gehlen, K., Klemm, D.D. (Eds.), Mineral deposits of the Erzgebirge/Krušné hory (Germany/Czech Republic). Monograph Series on Mineral Deposits, 31: 97-129
- Trischler NM, Seifert Th, Dittrich T, Gilbricht S, Giegling H (2022): The Schenkenshöhe und Hegelshöhe lithium-tin-tungsten greisen deposits in the eastern Erzgebirge / Germany - satellite deposits of Zinnwald. 16th SGA Biennial Meeting, Rotorua, New Zealand, 28 - 31 March, 2022, abstract volume
- Weinhold G (2002). Die Zinnerz-Lagerstätte Altenberg/Osterzgebirge. Bergbaumonographie - Bergbau in Sachsen, Band 9, LfUG Sachsen, SOBA: 275 pp. + Anlagen

ISSN 2193-309X