

# Geschichte vom Wulfenit

Erich Schroll

## Zusammenfassung

Das nach Franz Xaver Wulfen benannte Mineral Wulfenit, chemisch Bleimolybdat ( $\text{PbMoO}_4$ ), ist sowohl in Sicht seiner wissenschaftlichen Erforschung als auch seiner Nutzung als Erz zur Gewinnung des Metalls Molybdän in Bezug auf Kärnten von besonderem historischem Interesse. So sind Kristallstufen mit Wulfenit aus Kärnten noch immer begehrte Objekte für mineralogische Sammlungen. Die Wulfenitvorkommen Kärntens haben zum wissenschaftlichen Fortschritt erheblich beigetragen, nicht zuletzt durch die bergbauliche Tätigkeit, die bereits selbst zum Gegenstand der Montangeschichte geworden ist. In zwei Weltkriegen war Wulfenit ein gesuchtes Erzmineral. Es mangelte aber an fundiertem Wissen über die Herkunft des Molybdäns und die Bildung des Wulfenits, um Wulfenitlagerstätten suchen und bewerten zu können. Heute ist ein hoher Wissensstand erreicht. Molybdänit aus riesigen Lagerstätten anderer Erdteile hat in der Nachkriegszeit den Wulfenit als Rohstoff ersetzt.

## Einleitung

Die Geschichte des Wulfenits handelt von einem Mineral, das von Anfang an wegen seiner prächtigen, vielfältigen und farbigen Kristalle die Aufmerksamkeit des Ästheten und Sammlers herausgefordert hat, gleichzeitig über nahezu ein Jahrhundert in Zentraleuropa ein gesuchtes Erzmineral war und der Wissenschaft das Rätsel aufgab, Herkunft und Bildungsweise zu klären. Zur Frühgeschichte der Mineralogie des Wulfenits liegen ausgezeichnete Veröffentlichungen vor (u. a. Niedermayr (1989) und Aufsätze in „Die Eisenblüte“ 1980/2), so dass dieses Kapitel kurz gefasst werden konnte.

## Entwicklung mineralogischer Erkenntnis

Der Wulfenit gilt als das Mineral Kärntens, da sich die bedeutendsten Wulfenitvorkommen auf Altkärntner Boden befanden. Die Tücke der Geschichte wollte es, dass die Erstbeschreibung durch Ignaz von Born 1772 zunächst unter dem Mineralnamen „*Plumbum spatiosum flavo-rubrum*“ aus dem Fundort „Annaberg, Österreich“ erfolgte (Meixner, 1950 u. a.). Annaberg in Österreich unter der Enns, heute Niederösterreich, war zu dieser Zeit wegen des Vorkommens von Silbererzen im kalkalpinen Alpenvorland für kurze Zeit bergbaulich genutzt. Die Klassifizierung der Minerale wurde noch nach dem Linné'schen System vorgenommen und wie bei Pflanzen wurde nach äußeren Kennzeichen unterschieden. Es gab daher für ein und dasselbe Mineral viele Namen. Aus dieser Frühzeit hat sich in der Mon-

tanliteratur die Bezeichnung „Gelbbleierz“ am längsten gehalten.

Die Erstbeschreibung dieses „Bleispates“ durch Born veranlasste Franz Xaver von Wulfen zur Niederschrift der 1785 erschienenen „*Abhandlung vom kärnthnerischen Bleispate*“. Diese berühmt gewordene monographische Beschreibung dieses für Bleiberg typischen Minerals wurde in einer Zeit verfasst, in der Wissenschaft und Poesie noch nicht weit auseinander lagen. Im Text der weitschweifenden Abhandlung Wulfens kommt die Freude über die Schönheit dieser Mineralstufen überschwänglich zum Ausdruck. Bekannt sind auch die kolorierten Handzeichnungen des Buches, in dem Kristallstufen aus Bleiberg abgebildet sind. Wulfen konnte jedoch die chemische Zusammensetzung des „*Bleispates*“ nicht ermitteln, da das Element Molybdän noch unbekannt war. Erst Klaproth fand 1792: „*Bleyerde und Molybdänsäure machen also die Bestandtheile des gelben Bleypaths von Bleyberg in Kärnthten aus.*“ und erstellte 1794 die erste Analyse mit 34,25 %  $\text{MoO}_3$  und 59,23 %  $\text{PbO}$ . Der endgültige Mineralnamen Wulfenit kam erst ein halbes Jahrhundert später in Gebrauch, nachdem Haidinger (1841) ihn erstmals verwendet hatte. Die erste kristallographische Studie geht auf Haiüy (1801) zurück. Bis zur Einführung röntgenographischer Methoden war dies die einzige Möglichkeit, Kristallarten zu klassifizieren und Verwandtschaften zwischen chemisch verschiedenen Kristallarten abzuleiten. Beschränkt waren auch die Möglichkeiten der Mineralchemie, wie das Beispiel des hundertjährigen Rätselratens über die Ursache der Färbung des Wulfenits beweist. Nach Dittler (1914, 1915) wurden für die Mineralfarbe Gelb bis Rot verschiedene Spurenelemente wie Vanadium, Phosphor, Chrom, ferner organisches Pigment, Calcium verantwortlich gemacht. Dittler kam mit Schmelzversuchen zu keinem gesicherten Ergebnis. Erst Haberlandt und Schroll (1950) erbrachten mit der chemischen und spektralanalytischen Analyse des Minerals, ergänzt durch Schmelzsynthesen, den Nachweis, dass der Einbau von Chrom in das Kristallgitter die gelbe und rote Mineralfarbe verursacht.

## Entwicklung der Erkenntnis über Bildung und Herkunft des Molybdäns

Warum und wie sich Wulfenit bildet, gehörte lange Zeit zum Gewinnspiel, bei dem die Natur den Quizmaster stellt und der Zufall mitspielt. Für genetische Überlegungen standen nur mineralparagenetische Beobachtungen und experimentelle Mineralsynthesen zur Verfügung. Die chemische Mineralanalytik war auf klassische Methoden beschränkt, die Geochemie des Molybdäns noch unbekannt. Das Vorkommen von Molybdänglanz (Molybdänit) war zu sehr mit der Gesteinsart Granit gedanklich assoziiert. Allein die Molybdänführung des Mansfelder Kupferschiefers hätte Sedimentgesteine, die reich an organischer Sub-

stanz sind, als Molybdänträger diskutabel erscheinen lassen.

Nicht so abwegig war die ursprüngliche Vermutung von Bischof (1855), dass Gelbbleierz aus Weißbleierz (Cerussit) hervorgegangen sei, da in der Paragenese von 17 Wulfenitfundorten auch „*kohlensaures Bleioxyd*“ vorkomme. Hupfeld (1897) kam der Lösung des Problems der Molybdänherkunft ziemlich nahe: „*Die Art der Bildung, speziell die Herkunft des Molybdäns, ist noch unsicher; man sollte vermuthen, dass in den Erzen primär Molybdänglanz vorkommt, hat aber bisher davon nichts finden können.*“ Auch Cornu (1909) war auf dem richtigen Weg, als er in der Oxidationszone von Bleiberg und anderen Fundorten Ilsemannit ( $\text{Mo}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) als neues Mineral beschrieb. Er vertrat die Ansicht, dass Ilsemannit sich durch Einwirkung von Schwefelsäure oder Eisen(II)-Sulfat auf Wulfenit oder Molybdänglanz bilde. Auf der richtigen Spur war auch Dittler (1914, 1915), als er es für möglich hielt, dass Ilsemannit als Oxidationsprodukt „*aus dem metamorphosierten Bleiglanz beigemengten Molybdänglanz*“ gebildet werde. Er bemerkte auch, dass Bleiglanz von einer „*erdigen Molybdänockerhülle*“ bedeckt sei.

Die Überbewertung mineralogischer Studien hat alle weiteren Überlegungen zur Genese des Wulfenits in eine falsche Richtung gelenkt, wie Krusch (1918) bereits festgestellt hatte. Césaró (1905) fand, dass unlösliche Bleisalze, wie Wulfenit, in Kalilauge löslich sind und bei Sättigung der Lösung mit Kohlensäure auskristallisieren. Himmelbauer (1907) erkannte richtig, dass nach mineralogischen Beobachtungen zwar Hinweise auf einen Oxidationsprozess gegeben seien, aber in Bezug auf den Zufallsversuch von Césaró aus der Tiefe stammende hydrothermale alkalihaltige „*Molybdänsäurelösungen*“ den Bleiglanz angegriffen hätten. Danach seien „*diese Lösungen in Berührung mit kohlensäurehaltigen Tagwässern ausgefällt worden*“. Vorgefundene „*Gangfüllungen*“ mit grobkristallinem Wulfenit von der Bleiberger Sonnseite ebenso wie das Vorkommen von Wulfenit in größeren Teufen wurden als Argumente für eine hydrothermale Bildungsweise angesehen. Experimentelle Untersuchungen von Dittler (1914, 1915) und Beobachtungen bei einer Exkursion „*in den Bleigruben von Bleiberg und Raibl*“ bekräftigten diese Hypothese mit der Begründung, dass der Nachweis eines Molybdängehaltes im Bleierz fehle. Damit wurde die Hypothese der epigenetisch-hydrothermalen Herkunft des Wulfenites für ein halbes Jahrhundert zur anerkannten Lehrmeinung erhoben. Lagerstättengeologen, wie Tornquist (1927), Holler (1935), Schneiderhöhn (1944), W. Petrascheck (1945) übernahmen diese Hypothese von den Mineralogen kritiklos. Hintze (1930) schrieb in seinem Handbuch: „*Wahrscheinlich ist die Ansicht richtig, dass sich der Bleiglanz unter dem Einschluß von CO<sub>2</sub>-haltigen Wässern zunächst in Schwarzbleierz, dann in Weißbleierz umwandelt. Durch aus der Tiefe aufsteigende Molybdän-*

*säurelösungen bildet sich daraus Gelbbleierz.*“ Nur Krusch (1918) vertrat eine besser fundierte These: „*Es besteht also nach meiner Meinung keine Veranlassung, die Herkunft der Molybdänsäure durch Tiefenlösungen zu erklären. Nach allen Beobachtungen in der Natur ist Wulfenit ein typisches Erz der Oxidationszone, ganz gleich in welcher Form es auftritt: ob als rezente Bildung auf dem Versatz des alten Mannes oder als Kruste auf Weißbleierz und Bleiglanz eventl. zusammen mit Gelen, oder als seidenglänzende einheitliche Ausfüllungsmasse in wenig mächtigen Gängen des Kalks ohne Bleiglanz.*“ Man wusste damals schon, dass Wulfenit nicht nur oberflächennah zu finden ist, sondern auch in größerer Teufe, soweit oxidierende Wässer aktiv sein können. Als Ursache für die erheblichen Unterschiede in der Intensität der Wulfenitmineralisation gab Krusch „*mit dem wechselnden Grade der Gletscherabrasion*“ an. Krusch (1938) fasste den damaligen Wissensstand in einer ausführlichen und kritischen Abhandlung zusammen: „*Man ist also nicht nötig, das analoge gangförmige Auftreten des Wulfenites als primäres, etwa dem Bleiglanz gleichaltriges und gleichwertiges anzusehen.*“

Meixner (1935) hat das Verdienst, als Erster, angeregt durch eine Veröffentlichung von Newhouse (1934), den chemischen und spektralanalytischen Nachweis von Molybdän in den Sulfidmineralen von Bleiberg und Mieß versucht zu haben. Nur dieser Versuch blieb ergebnislos, da sich die gewählte spektralanalytische Methode für Spurenanalysen ungeeignet erwies. Meixner (1935) schloss sich folglich der Hypothese Dittlers von der hydrothermalen Herkunft des Molybdäns an, obwohl er seinen Zweifel mit der Bemerkung anmeldete: „*... doch erscheint es merkwürdig, auf so vielen Bleilagerstätten aller Kontinente nach der „eisernen Hutbildung“ eine ganz jugendliche Mo-Förderung annehmen zu müssen.*“ Wir wissen heute, dass der Gehalt der Pb-Zn-Erze von Bleiberg bei 1g/t Mo liegt, viel zu wenig, um den Molybdäninhalt in der Oxidationszone zu erklären. Wesentlichen Fortschritt erbrachten dann geochemische Untersuchungen von Siegl (1947), Hegemann (1949) und Schroll (1949a), wonach bituminöse Gesteine einen höheren Spurengehalt an Molybdän aufweisen. Hegemann (1949) hatte im zweiten Weltkrieg mit geochemischen Studien in Mieß, Bleiberg und Dirstentritt (Nordtirol) begonnen. Die optische Spektralanalyse hatte es möglich gemacht, einschlägige Spurenelemente in Mineralen und Gesteinen zu erfassen. Dies führte zu der Aussage: „*Die beiden Hauptbestandteile des Wulfenites, das Blei und die Molybdänsäure, sind also verschiedenen Ursprungs. Das Pb entstammt vorwiegend den älteren Blei-Zinklagerstätten, wogegen das Mo und mit ihm das V, As, Cu und Cr aus den hangenden Schichten dieser Lagerstätten zugeführt worden sind.*“ Siegl (1947) erbrachte auf einfache Weise den Nachweis des Molybdäns im bituminösen Gestein mit einem organischen Reagenz. Schroll (1949a) vertiefte diese Erkenntnis und richtete vor allem das Augen-

merk auf die Bindung des Molybdäns an das Gesteinsbitumen. Er wies darauf hin, dass reiche Wulfenit-mineralisationen „oft unmittelbar mit einer starken Zersetzung des Nebengesteins durch saure Oxydationswässer verbunden sind“. Ferner: „Die Bildung von Molybdän- und Vanadiummineralen auf der Bleiberger Lagerstätte ist nur durch Mobilisation des Schwermetallgehalts der Sedimentgesteine zu erklären.“

Es war schier ein Zufall, dass 1949 am 5. Lauf (Maschinkluftgang) der Grube Rudolfschacht in Bleiberg Ilsemannit in Mineralparagenese mit Jordisit (kolloidales Molybdänsulfid) und Molybdänit gefunden wurde. Man erinnerte sich, dass schon Höfer (1871) Ilsemannit von Kreuth beschrieben hat und Ilsemannit in anderen Lokalisationen in Nordtirol und zuletzt nördlich Kreuth in Rubland (Canaval, 1925) gefunden worden war. Holler (1949) berichtete vom Neufund, dass „eine ältere Zinkblende-Vererzung von einer jüngeren MoS<sub>2</sub>-führenden NS-Kluft abgeschnitten“ sei. Dennoch, die alte Hypothese von der gemeinsamen hydrothermalen Herkunft von Mo, Pb, Zn und Ba lebte wieder auf: „Damit ist nachgewiesen, dass, wie Holler ... einst vermutet hat, Molybdän in sulfidischer Bindung zur Bleiberger Vererzung dazugehört, wenn auch nicht in feinsten Verteilung, bzw. Beimengung in Bleiglanz, Zinkblende oder Pyrit-Markasit.“ (Meixner, 1950). Schroll (1949a, 1949b) widersprach dem mit der Begründung, dass sich die Jordisitbildung jünger erweist als die bereits erzfreie Kalkspatmineralisation und dass das Molybdänsulfid als tiefthermale Bildung ebenso gut anderer Herkunft sein kann. In der Folge ist in Bleiberg Jordisit und Molybdänglanz optisch und röntgenographisch nachgewiesen, stets aber als selbstständige Mineralisation und überwiegend fern von der Blei-Zink-Vererzung, vorzugsweise in Brekzien oder Ruschelzonen innerhalb bituminöser Karbonatgesteinschichten (Kostelka, 1956). Die geochemischen Fakten führten eindeutig zur Erkenntnis, dass eine bitumengebundene Grundanreicherung vorhanden ist (Schroll 1949a). Betriebsanalysen, vor allem auch an Bohrkernprofilen bestätigten störungsgebundene Mo-Anreicherungen (BBU, unveröffentlichte Daten). Nur ein einmaliger Fund von Molybdänit in Mežica (Mieß) lieferte eine abweichende Beobachtung, wonach Molybdänsulfid als Bestandteil einer Vererzung der Carditaschichten nachgewiesen wurde (Duhovnik, 1954). Im Einklang mit der damals vorherrschenden, unitaristischen Denkschule wurde dieser Fund zunächst als Beweis für die magmatogen-hydrothermale Herkunft für Mo, Pb und Zn angeführt, da doch eine im nahen Grundgebirge befindliche Lagerstätte eine geringfügige Molybdänitführung aufweise (Duhovnik, 1954). Jedoch, einen spektakuläreren Beweis für die sedimentäre Herkunft kann es nicht geben, als dass die Geochemische Karte Österreichs in den Bachsedimenten der Lienzer Dolomiten eine deutliche positive Molybdänanomalie zeigt. Der

Hauptdolomit ist bitumenreich, Pb-Zn-Vererzungen sind dort nicht bekannt.

In heutiger Sicht sind Molybdänsulfidanreicherungen in bituminösen Karbonatgesteinsserien auf diagenetische Prozesse zurückzuführen (Schroll, 1997). Die Molybdänanreicherung in der Oxidationszone der Pb-Lagerstätten der ostalpinen Trias ist demnach von primärem Mo-Gehalt der Gesteinsserien, sekundären Prozessen der Sulfidanreicherungen und von der Intensität tiefgreifender Oxidationsprozesse abhängig. Dies erklärt das extensive Vorkommen von Wulfenit in bleiführenden Vererzungen des anisichen Muschelkalks oder stratigraphisch älteren Horizonten und die intensiven Wulfenitanreicherungen in der karnischen Stufe bis zu 10<sup>3</sup> t Mo in Bleiberg und Mežica.

Wulfenit kann sich fortwährend bis heute und zukünftig bilden. Rezente Wulfenitausscheidungen in Dirstentritt/Imst (Nordtirol) erwähnt Isser (1919) und beschreibt Schroll (1949a). Wulfenitbildung kann auch durch schwachtemperierte Wässer erfolgen, wie in Mežica (Mieß), wo die Isotopen einer bestimmten Calcitgeneration in Paragenese mit Wulfenit dies andeuten lassen (Dolenec et al., 1983). Aktivitäten von Thermalwässern sind sowohl in Bleiberg als auch in Mežica bekannt.

### Erzminerale Wulfenit

Wulfeniterz wurde in Bleiberg seit 1879–1957 unter- und obertags gewonnen, in Mieß (Mežica) setzte die Gewinnung schon 1877 ein. Produktion wird kurzzeitig nur von Eisenkappel (Obir) und Rubland berichtet (Wießner 1951). Die Gesamtproduktion in Kärnten (einschließlich Mieß/Mežica) verfehlte wahrscheinlich knapp 1000 t. Exakte Zahlenwerte sind kaum möglich, da Gewichtsangaben nicht für alle Molybdänerkonzentrate überliefert sind. Ihre MoO<sub>3</sub>-Gehalte liegen zwischen 2–38 %, Molybdänschlacken bis 15 %. Für die seinerzeitige Suche nach Molybdän-erz wäre das heutige Wissen wohl hilfreich gewesen. Eklatante Fehlplanungen wären vermeidbar gewesen. Das Debakel bei der Erschließung von Rubland als Molybdänlagerstätte (Köstler 2003) war nach Zeitzeugen zusätzlich auf unsachgemäße Beprobung zurückzuführen. Die Molybdänvorräte in ostalpinen Wulfenitvorkommen sind bescheiden. Sie reichen vom Mineralfund bis zu 10<sup>3</sup> t Mo. Die Gesamtproduktion an Mo in Bleiberg wird vom Autor auf 300 t Mo geschätzt. Haldenvorräte in Bleiberg mit 0,16 % Mo ergaben 1952 sichtbare Vorräte von 120 t Mo. Im Vergleich zu den riesigen Molybdänanreicherungen in Porphyrlagerstätten, die in jungen Orogenen mit der Wiederaufschmelzung von Teilen der Erdkruste verbunden sind, z. B. Climax (Colorado, USA) mit 2,180.000 t Mo, und zur Weltproduktion 2001 mit 135.619 t Mo erscheinen diese Daten aus Kärnten geringfügig. Daher sind unsere Wulfenitvorkommen unwirtschaftlich geworden. Dennoch, vor hundert Jahren war das

Kärntner Molybdänerz ein Rohstoff für den Aufbruch ins Industriezeitalter und in zwei Weltkriegen dringend gesucht von der Stahlindustrie. Die Wirtschaftsgeschichte der Molybdänproduktion in Kärnten muss noch geschrieben werden.

### Schlusswort

Die Bergbaugeschichte des Wulfenits in Kärnten ist abgeschlossen, die wissenschaftliche Erkenntnis weit gediehen. Einige Wissenslücken sind noch zu schließen. Wissenschaftliches Neuland ist die Erkenntnis, dass Mikroorganismen an den sedimentären Anreicherungsprozessen des Molybdäns maßgeblich beteiligt sind. Wissensentwicklung und heutiger Stand der Erkenntnis sind in Abb. 1 dargestellt. Rückblickend ist zu sagen, dass ein halbes Jahrhundert vergehen musste, bis die richtige Antwort auf die Frage nach der Herkunft des Molybdäns gegeben werden konnte. Die Lehrmeinung, dass die Metallherkunft nach dem unitaristischen Modell der Metallogenese an Magmatismus gebunden ist, hat das Ihre dazu beigetragen. Die „Geschichte vom Wulfenit“ ist ein Lehrbeispiel dafür, dass für die Nutzung eines Rohstoffes exakte Geowissenschaft von ausschlaggebender Bedeutung sein kann.

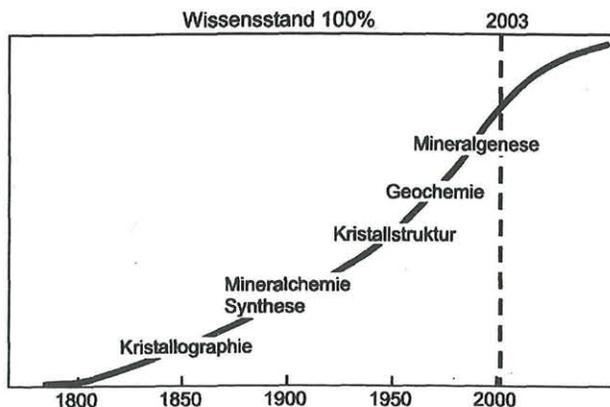


Abb. 1: Die Entwicklung unseres Wissens über den Wulfenit bis heute (als Schätzung)

### Literaturverzeichnis

- Bischof (1855): Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. II/3. Bonn.
- Canaval, R. (1925): Der Blei-, Molybdän- und Zinkerzbergbau Rubland in Kärnten. In: Berg- u. hüttenmänn. Jb. 73, S. 177–194.
- Césaro, G. (1905): Réproduction de la crocoise et de la mélinoise cristallisées per l'action de l'anhydride de l'air sur la dissolutions alcalines des sels de plomb correspondants. In: Acad. Roy. de Belge, Bull. de la classe de sciences, S. 327–328.
- Cornu, F. (1909): Die Bedeutung gelartiger Körper in der Oxydationszone der Erzlagerstätten. In: Z. f. prakt. Geol. 17, S. 84.

- Dittler, E. (1914): VIII. Versuche zur synthetischen Darstellung von Wulfenit. In: Z. Krystallographie u. Mineralogie 53, S. 158–166.
- Dittler, E. (1915): Weitere Versuche zur synthetischen Darstellung von Wulfenit. In: Z. Krystallographie u. Mineralogie 53, S. 332–340.
- Dolenec, T., Kušej, J. & Pezdič, J. (1983): The isotopic composition of oxygen and carbon in lead and zinc deposits from northern Karavanke. In: Mineral deposits of the Alps and of the Alpine epoch in Europe, S. 177–188. Springer, Berlin.
- Duhovnik, J. (1954): O izvoru molibdena v svinčevem in cinkovem rudišču Mežica. In: Geologija 2, S. 113–117. Ljubljana.
- Haberlandt, H. & Schroll, E. (1950): Färbung und Fluoreszenz des Wulfenites im Zusammenhang mit dem Gehalt an Chrom und anderen Spurenelementen. In: Experientia 9, S. 89–91. Birkhäuser, Basel.
- Häüy (1801) zitiert in Hintze (1930).
- Hegemann, F. (1949): Die Herkunft des Mo, V, As und Cr in Wulfeniten. In: Heidelberger Beiträge z. Min. u. Petr. 1, S. 690.
- Himmelbauer, A. (1907): Gelbbleierz aus Kärnten. In: Tschermaks min. petr. Mitt. 26, S. 491.
- Hintze, K. (1930): Handbuch der Mineralogie. Bd. 1, Abt. 3, Hälfte 2. Sulfate, Chromate, Molybdate, Wolframate, Uranate. De Gruyter, Berlin/Leipzig.
- Holler, H. (1935): Vanadium-Mineralie und ihre genetische Position in der Bleiberger Lagerstätte. In: Richard Canaval Festschrift (Carinthia II, Sh. 3), S. 120–125.
- Holler, H. (1949): Molybdänglanz auf der Bleiberger Lagerstätte. In: Karinthin 4, S. 49–59.
- Höfer, H. (1871): Studien aus Kärnten. In: N. Jahrbuch f. Mineralogie, S. 566–577. Schweizerbarth, Stuttgart.
- Hupfeld (1897): Der Bleiberger Erzberg. In: Ztschr. f. prakt. Geologie, S. 232–247. Springer, Berlin.
- Isser, M. (1919): Mitteilungen über neuerschlossene Erzvorkommen in den Alpenländern. (Die Blei- und Molybdänerz-Vorkommen im Oberinntal in Tirol.) In: Bergbau u. Hütte 5, S. 91–98.
- Klaproth, M. H. (1792): Chemische Untersuchung des gelben kärntenschen Bleispates. In: Schriften d. Ges. Naturforschender Freunde 10, S. 95–105.
- Kostelka, L. (1956): Neue Molybdänsulfidvorkommen von Bleiberg-Kreuth. In: Karinthin 31/32, S. 129–132.
- Köstler, H. J. (2003): Kriegswirtschaftlich wichtige Erze in Österreich („Ostmark“) 1938–1945. In: Geschichte der Erdwissenschaften in Österreich. 4. Symposium (22.–25. Oktober 2003) Klagenfurt (Berichte der Geol. Bundesanst. 64), S. 44–46.
- Krusch, P. (1918): Über die Stellung des Gelbbleierz

(Wulfenits) in der Reihe der Leiterze im Lichte der im Kriege geschaffenen Aufschlüsse. In: Z. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 66, S. 56–69.

Krusch, P. (1938): Molybdän, Monazit, Mesothorium (Die Metallischen Rohstoffe 2). Enke, Stuttgart.

Meixner, H. (1935): Woher stammt das Molybdän auf den Blei-Zink-Lagerstätten? In: Richard Canaval Festschrift (Carinthia II, Sh. 3), S. 132–136.

Meixner, H. (1950): Über Jordisit (amorphes Molybdänsulfid) von Bleiberg in Kärnten. In: Carinthia II 139–140/58–60, S. 39–51.

Newhouse, W. H. (1934): The source of V, Mo, W and Cr in oxydised deposits. In: American Mineralogist 19, S. 209–220.

Niedermayr, G. (1989): Der Wulfenit – ein Kärntner Mineral? In: Carinthia II 179/99, S. 29–45.

Petrascheck, W. (1945): Die alpine Metallogenese. In: Jahrbuch d. Geol. B.-A. 90, S. 129–149.

Schneiderhöhn, H. (1944): Erzlagerstätten (Kurzvorlesungen). Fischer, Jena.

Schroll, E. (1949a): Über die Anreicherung von Mo und V in der Hutzone der Pb-Zn-Lagerstätte Bleiberg-Kreuth in Kärnten. In: Verh. Geol. B.-A., S. 138–157.

Schroll, E. (1949b): Wulfenite von Nassereith/Dirstentritt (Tirol) und Bleiberg (Kärnten). In: Tschermarks min. petr. Mitt. 1, S. 325–341.

Schroll, E. (1997): Geochemische und geochronologische Daten und Erläuterungen. In: Weber, L. (Hrsg.),

Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs (Archiv für Lagerstättenforschung 19), S. 395–542. GBA, Wien.

Siegl, W. (1947): Zur Wulfenitbildung in manchen Blei-Zinklagerstätten. In: Berg- u. hüttenm. Mh. 92, S. 108–111.

Tornquist, A. (1927): Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Bleiberg-Kreuth in Kärnten. Springer, Wien.

Wießner, H. (1951): Geschichte des Kärntner Bergbaues. II. Geschichte des Kärntner Buntmetallbergbaues (Arch. f. vaterländ. Geschichte u. Topographie 36/37). Klagenfurt.

#### Anschrift des Verfassers

Univ.-Prof. Dr. Erich Schroll  
Universität Wien  
Institut für Mineralogie und Kristallographie  
Althanstraße 14  
1090 Wien

#### Privatanschrift:

Haidbrunnegasse 14  
2700 Wiener Neustadt  
erich.schroll@univie.ac.at

#### Anmerkung der Redaktion:

Dieser Beitrag wurde als Referat beim 4. Symposium der Arbeitsgemeinschaft Geschichte der Erdwissenschaften in Österreich vom 22. bis 25. Oktober 2003 in Klagenfurt gehalten und wird in Verbundenheit mit der Arbeitsgruppe und aufgrund des Kärntenbezugs seines Inhalts in diesem Jahrbuch abgedruckt.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Rudolfinum- Jahrbuch des Landesmuseums für Kärnten](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [2003](#)

Autor(en)/Author(s): Schroll Erich

Artikel/Article: [Geschichte vom Wulfenit. 395-399](#)