

Über Jordisit (amorphes Molybdänsulfid) von Bleiberg in Kärnten.

(Sammelmitteilung)

Von Heinz Meixner.

Zusammenfassung: Unter freundlicher Mitwirkung v. a. der Herren Prof. Dr. Ing. O. Friedrich (Leoben), Dr. Ing. H. Holler (Klagenfurt), Dr. S. Koritnig (Göttingen), Doz. Dr. H. KRAINER (Kapfenberg), Dipl.-Ing. Dr. E. KRAJICEK (Graz) und Bergdirektor Dr. Ing. E. Tschernig (Klagenfurt) gelang es an der in Bleiberg von Dipl.-Ing. E. Hoffmann aufgefundenen neuen Ilsemannitfundstelle den dort danach von Dr. Holler entdeckten „Molybdänglanz“ näher zu untersuchen. Es handelt sich um röntgenamorphes Molybdänsulfid (MoS_2), für das der 1909 von Cornu geprägte Name Jordisit, als Mineralart nun bestätigt, verwendet werden kann. Anschliffbeschreibung (O. Friedrich), Pulveraufnahmen, chemisches Verhalten und Analysen.

Die Neuuntersuchung des Original-Ilsemannits von Kreuth (1871) erbrachte auch hier den Nachweis als Jordisitnachfahre; da in diesem Falle Jordisit als schwarzes, staubförmiges Pigment im Baryt sich findet, ist die Zugehörigkeit des Minerals zur Bleiberger Vererzung erwiesen.

Es erscheint nun möglich, daß mit der Auffindung des so un-
gemein leicht zu Ilsemannit ($\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) verwitternden Jordisits in
einigen Blei-Zink-Lagerstätten der Ostalpen die langgesuchte Molyb-
dänquelle zur Bildung des Wulfenits in den Oxydations-
zonen dieser Lagerstätten gefunden worden ist.

Allgemeine Bemerkungen:

Alles was bisher über „Natürliches kolloides Molybdänsulfid (Jordisit)“ veröffentlicht worden ist, hat die folgende, äußerst knappe Originalbeschreibung von F. Cornu (3, S. 190) zur Grundlage:

„Bei der Untersuchung des Ilsemannits von Freiberg ($\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot x\text{aq}$) forschte ich vergebens nach einem primären Molybdänminerale, das als die Ursprungssubstanz des Ilsemannits aufzufassen wäre. Später stellte sich heraus, daß der Ilsemannit aus schwarzem, staubförmigem, kolloiden Molybdänsulfid (Jordisit d. V.) entstanden ist. Der Fundort des Jordisits ist der Freieslebenstehende auf Himmelfürst in Freiberg“.

Erzmikroskopische und röntgenographische Untersuchungen um den amorphen Charakter und damit die Selbständigkeit des Jordisits als Mineral zu erweisen, sind, soweit mir bekannt, an diesem Material nie angestellt worden; über Vermittlung von Dr. K. Dette (Zweigstelle Halle der Geol. L. A.) erhielt ich sowohl von Prof. Dr. F. Leutwein (Min. Inst. d. Bergakademie Freiberg, Sa.), als auch von Dir. F. Edelmann (Mineralien-Niederlage der Staatl. Sächs. Bergakademie zu Freiberg) die Mitteilung, daß an diesen Instituten Jordisit (von Freiberg) nicht vorhanden ist. So muß diese Klärung allein mit dem neuen

Material von Bleiberg erfolgen. Festgehalten sei, daß Cornu mit „kolloid“ das bezeichnen wollte, was wir heute amorph nennen. Glasköfig-kugelförmige, schrottkorngroße Gebilde von Molybdänglanz, die wahrscheinlich bei ganz niedrigen Temperaturen aus Gelen entstanden sind, hat Ramdohr (20) in Mannsfelder Rücken nachgewiesen; da ist eindeutig festgestellt, daß heute Molybdänglanz und nicht Jordisit vorliegt.

Interessant sind die Angaben von Guichard (8 a, S. 919; 8 b, S. 182, 186), der amorphes MoS_2 hergestellt haben will, das sich im Vergleich zum kristallisierten MoS_2 viel reaktionsfreudiger verhält; doch scheint der „amorphe“ Zustand auch dieses MoS_2 röntgenographisch noch nicht überprüft worden zu sein.

Zur Auffindung des Bleiberger MoS_2 :

Im Sommer 1948 fand der Bleiberger Betriebsleiter Ing. Hoffmann wieder ein Ilsemannit-Vorkommen. Da ich schon lange die Überzeugung gewonnen hatte, daß sich Ilsemannit nicht, wie seinerzeit Höfer, Cornu, Canaval, Dittler u. a. vermutet hatten, aus Wulfenit bildete, bat ich den bekanntesten Bleiberger Lagerstättegeologen Dr. Ing. H. Holler, das Vorkommen an Ort und Stelle zu untersuchen und wenn irgend möglich das primäre Ursprungsmaterial festzustellen. Das gelang bereits wenige Tage später (Anfang November 1948) und Holler (14, S. 56) berichtete kurz über „Molybdänglanz in der Bleiberger Lagerstätte“. Dr. Holler verdanke ich auch das erste Untersuchungsmaterial, weiteres konnte ich an Ort und Stelle dank des Entgegenkommens von Bergdirektor Steiner unter Führung von Ing. Hoffmann entnehmen. Verschiedene von Molybdänglanz abweichende Beobachtungen zwangen mich bald nach einer anderen Lösung zu suchen, die mit „Jordisit“ gefunden wurde, vgl. dazu die Mitteilungen in (17, S. 109 u. 110) und (18, S. 38).

Fundort und geologische Verhältnisse:

Darüber entnehme ich der Mitteilung von Holler (14, S. 56 ff.) die folgenden Angaben. Im Maschinkluftgang über dem 5. Lauf der Bleiberger Grube Rudolf wurden feuchte, blauschwarze erdige Massen gefunden, die auf dem hellen Wettersteinkalk auffallend hellblaue Flecken hinterließen. Dieses „Ilsemannit“ angesprochene Verwitterungsprodukt entsteht aus einer höchstens 15 bis 20 cm starken, schwarzen, ungemein graphitähnlichen Ausfüllung („Kluftschiefer“, „Cardita-Tonschiefer“, für die sie anfangs gehalten wurde), die Holler nach ihrem Chemismus vorläufig mit „Molybdänglanz“ bezeichnete. Von besonderem Interesse ist die Beobachtung Hollers, daß das MoS_2 in einer relativ jungen, NS verlaufenden Kluft auftritt, die die ältere, hier überwiegend mit Zinkblende ver-

erzte Kluft abschneidet und verwirft und damit die MoS_2 -Verzierung als jünger gegenüber der Zinkblende zeigt.

Anschliffuntersuchung (nach Mitteilungen von O. Friedrich).¹⁾

Die Herstellung der Anschliffe gelang erst nach langwierigen Versuchen, durch Tränken mit Schellacklösung im Vakuum und Polieren unter Verwendung von Petroleum.

Mit freiem Auge ähneln die Schliffe sehr Graphitschliffen, zeigen aber einen etwas höheren, fast metallartigen Glanz, ohne jedoch irgendwie die leicht kenntliche Metallfarbe des Molybdänglances zu erreichen.

U. d. M. hat man ein brekzienartiges, zerdrücktes Haufwerk (makroskopisch erkennt man oft schön spiegelnde Harnische) aus dichten, graphitartigen Bröckchen vor sich, die sowohl in Luft wie in Öl etwas heller erscheinen als normaler Graphit. Auf Rissen und Sprüngen sitzt teilweise Karbonat. Von irgendwelchen Molybdänglance-schuppen ist auch bei stärkster Vergrößerung nicht eine Andeutung zu sehen. In Luft und besonders in Öl glaubt man mit einem Nicol Andeutungen von Bireflexion und unter gekreuzten Nicols Anisotropie zu erkennen. Das bezieht sich aber nicht auf abgrenzbare Schüppchen, sondern die einzelnen Bröckchen scheinen als Ganzes aufzuhellen. Um Risse oder um Inhomogenitäten sind rundliche, nierige Bezirke ausgebildet, die sehr schön das stehende Kreuz des Sphärolithenbaues zeigen. Das ganze erinnert an manche Anthrazite oder alpine Graphite, auch an Koks und wäre nicht der etwas hellere Glanz und die etwas violettstichige Farbtonung, würde man das ganze als kohlige, in Graphit übergehende Substanz ansehen.

Erhitzt man so ein Bröckchen auf einem Glimmerblättchen, so erhält man unter völliger Abbildung der ursprünglichen Form einen weißen „Aschenanteil“, der sich nach Abrauchen mit konz. Schwefelsäure als Molybdänoxid erweist.

Um festzustellen, ob nicht „kohlige Substanzen“ oder asphaltartige Verbindungen wie beim Patronit dem Material beigemischt seien, wurden von Frau Dr. Uhlen (Inst. f. Aufbereitung der Mont. Hochschule Leoben) qualitative und quantitative Untersuchungen angestellt, die aber alle vollkommen negativ verliefen. Durch sehr feine Kohlenstoff-Beimengungen kann der von Molybdänglanz deutlich abweichende Farbeindruck also nicht erklärt werden.

Abgesehen von diesen „ MoS_2 “-Bröckchen trifft man in den Schliffen immer wieder ein Körnchen Zinkblende, Spuren von

¹⁾ Eine gemeinsame Mitteilung über die Auflichtoptik des Jordisits wird in den Monatsheften des N. Jb. f. Min. erscheinen.

Bleiglanz, Häufchen und Einzelkörner von Eisenkies. Einige Zinkblendekörnchen sind zerdrückt und ihr Grus durch Bleiglanz verkittet. Vereinzelt trifft man Nester und Körnchen von Titanit.

Röntgenographische Untersuchung:

Dr. S. Koritnig (Min. Inst. d. Univ. Göttingen) verdanke ich die Anfertigung von Pulveraufnahmen des Bleiberger Materials und — zum Vergleich — von Molybdänglanz der Kna Bengrube (Südnorwegen). Das Bleiberger MoS_2 gab mit $\text{Cu}_{K\alpha}$ Strahlung (6 Stunden) keine Interferenzen außer einer ganz schwachen Andeutung eines Ringes bei etwa 1,54 Å, die man „mehr ahnen als sehen“ kann; Koritnig hält damit meine Vermutung des „amorphen Jordisits“ für erwiesen.

Eine Reihe weiterer Aufnahmen, diesmal mit $\text{Fe}_{K\alpha}$ -Strahlung, fertigte mir freundlichst Doz. Dr. H. Kra iner (Kapfenberg, Gebr. Böhler) an. Molybdänglanz aus Quebec, ebenso wie eine derartige Probe unbekannter Herkunft gaben bei 45^{min} Belichtung scharfe und linienreiche Diagramme. Molybdänsulfid von Bleiberg lieferte bei 50 und 80^{min} Durchstrahlung keine Interferenzen, erst bei Aufnahmen von 150^{min} Dauer treten ganz wenige, sehr schwache, stark verwaschene Linien, die bei Molybdänglanz bis auf eine Andeutung mit $d_{hkl} \sim 4,12 \text{ \AA}$ in den Testaufnahmen nicht vorkommen, auf. Die nach H a r c o u r t stärksten Linien des Molybdänglanz-Pulverdiagramms (8) 2,27, (7) 1,820 und (6) 1,530 Å waren auch in dieser Aufnahme nicht zu beobachten.²⁾ Die Hauptmasse des Bleiberger Molybdänsulfids ist also tatsächlich a m o r p h. Falls die schwache Andeutung einer Linie mit Netzebenenabstand um 1,54 Å in Koritnigs Aufnahme auf die drittstärkste Molybdänglanzlinie mit 1,53 Å zu beziehen ist, so wäre darin ein Hinweis auf beginnende Gitterordnung zu Molybdänglanz zu sehen und man erhielte damit Anschluß an die von R a m d o h r (20) fest-

²⁾ Nach unter anderen Bedingungen durchgeführten Röntgenaufnahmen von S c h r o l l (22, S. 339) sind diese Ergebnisse bestätigt worden: „Wiederholte Pulveraufnahmen (Cr-Strahlung, 10 m A, 20 KV und siebenstündige Belichtung) zeigen keine erkennbaren Reflexe.“

gestellten, ebenfalls aus dem Gelzustand gebildeten, heute feinkristallinen Molybdänglanzausscheidungen in den Erzen der Mannsfelder Rücken.

Chemische Untersuchungen:

Das Bleiberger Molybdänsulfid hat, verglichen mit normalem Molybdänglanz, auch im chemischen Verhalten ausgesprochen abweichende Eigenschaften.

a) Mit Salpetersäure ($d = 1,2$) reagiert Mo-Sulfid (Bleiberger) bereits in der Kälte; es tritt Auflösung unter starker Erwärmung ein. Molybdänglanz von Gastein zeigt bei solchen Bedingungen keine Veränderung und wurde auch in der Hitze nur geringfügig angegriffen.

b) Nach Kobell-Oebbecke (15, S. 29/30) überzieht sich Graphit bei Zinkkluppenhalterung in $\frac{1}{2}$ n CuSO_4 -Lösung sofort mit einem starken Überzug von metallischem Kupfer, während an Molybdänglanz sich erst nach längerer Zeit eine schwache Kupferschicht abscheidet. Graphit (Parainen) gab sofort diese Reaktion, Molybdänglanz (Gastein) zeigte nach einer Minute einen sehr schwachen Überzug, MoS_2 (Bleiberger) verhielt sich negativ.

c) Guichard (8 b, S. 186) gab an, daß sein synthetisch dargestelltes, amorphes MoS_2 zum Unterschied vom kristallinen MoS_2 bereits bei gewöhnlicher Temperatur mit reinem Fluor heftig reagiert, während mit kristallinem MoS_2 erst bei schwachem Erhitzen Entflammung eintritt. Mangels einer Einrichtung zur Darstellung von Fluor konnte das Verhalten des Bleiberger amorphen MoS_2 daraufhin leider nicht überprüft werden.

d) Bereits im Bergbau fiel die rasche Verwitterbarkeit zu blauem Molybdänoxid (Ilsemannit) auf. Diese Umsetzung geht auch an Sammlungstücken meist rasch weiter. Die ursprünglich an Verwitterungsprodukten freien Anschliffstücke wurden nach einigen Monaten matt, trieben auf und zerfielen. Bleiberger MoS_2 wurde im Becherglas solange mit Wasser ausgewaschen, bis die überstehende Flüssigkeit farblos war; schon nach einigen Tagen war um den MoS_2 -Bodensatz neue Molybdänblauentwicklung zu beobachten. Bei Molybdänglanz ist ein derartiges Verhalten nicht bekannt. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Verwitterungsprodukte des Bleiberger MoS_2 wurden neben Ilsemannit noch Gips, Eisenvitriol (Melantherit) und Bittersalz (Epsomit) nachgewiesen.

Vom Bleiberger MoS_2 sind die folgenden quantitativen Analysen vorhanden:

I. Auf Veranlassung von Dr. Ing. Holler (14, S. 58) im Labor des Bleiberger Antonischachtes.

II. verdanke ich Werksdir. Dr. Ing. Tschernig, der sie auf meine Bitte im Labor der Treibacher Chemischen Werke anfertigen ließ.

Beide Analysen wurden von Nichtmineralogen ausgeführt, worauf das Fehlen einer getrennten SO_3 -Bestimmung und des Wassergehaltes bei II zurückzuführen ist. — Der Fehlbetrag bei I wird von Holler mit mangels Probematerial nicht näher bestimmbarer „Gangart“ erklärt.

Graphitkohlenstoff, auf dessen mögliche Anwesenheit O. Friedrich besonders hingewiesen hatte, wurde weder im Treibacher Chemischen Labor, noch bei der Spezialuntersuchung durch Frau Dr. Uhlen (Lehrkanzel für Aufbereitung der Montanist. Hochschule Leoben) gefunden.

	I.	II. (in Gew.%)
Wasserlösl. Anteil des bei 110° getrockneten Erzes	—	45,12
wasserunlösl. Mo	38,06	28,99
wasserlösl. Mo	—	9,01
Fe	3,57	1,96
Al	n. b.	0,09
Zn	1,24	0,36
Ca	3,08	6,33
Mg	n. b.	0,72
SiO_2	n. b.	0,28
Gesamt-S	29,63	26,51
As	0,56	0,24
CO_3 “	n. b.	0,83

In „I“ sind teils in Anschliffen, teils in Pulverpräparaten außer dem Molybdänsulfid noch Pyrit, Zinkblende, Karbonat (Dolomit und Kalkspat), Spuren von Bleiglanz und Titanit gefunden worden. Das Arsen läßt sich nicht in den wenigen Prozenten Pyrit oder Zinkblende unterbringen. Arsenkies ist in diesen Anschliffen nicht beobachtet worden, dieses Erz ist aus der Bleiberger Lagerstätte aber auch sonst noch nicht bekannt. Nachdem nach (8 b, S. 210) synthetisches, amorphes MoAs_2 als schwarzes Pulver beschrieben ist, wird es hier zum Jordisit gezogen. Nach Abrechnung von Pyrit und Zinkblende ergibt sich ein Mo : (S, As)-Verhältnis von 397 : (779+8), also nahe 1 : 2. Da das Freiburger, angeblich amorphe Molybdänsulfid nie analysiert worden ist, synthetisch aber eine ganze Reihe (z. T. auch amorphe) Mo-S-Verbindungen (Mo_2S_3 , MoS_2 , Mo_2S_5 , MoS_3 , MoS_4 , MoO_2S u. dgl.) im Schrifttum zu finden sind, scheint aus dieser unvollständigen Analyse immerhin hervorzugehen, daß in Bleiberg amorphes MoS_2 vorkommt.

„I“ besteht also aus etwa 63,5 Gew. % Jordisit, 7,7% Pyrit, 1,85% Zinkblende, Rest Gangart.

Zu „II“ ist leider weitgehend zersetztes Material verwendet, H_2O nicht, SO_4 nicht getrennt bestimmt worden, sondern

nur im Gesamt-S enthalten. Außer „geringen Mengen von P und Mn“, sowie „Spuren Cu“ wurde der auf 100 fehlende Betrag als „Hydratwasser“ bezeichnet. Mineralogisch sind in solch zersetztem Jordisiterz außer Resten von Jordisit, Zinkblende, Karbonat, als Neubildungen Ilsemannit, Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Eisenvitriol ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) und Bittersalz ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) erkannt worden.

Mit der durch „I“ wahrscheinlichen Jordisitzusammensetzung $\text{Mo}(\text{S}, \text{As})_2$ läßt sich „II“ wie folgt berechnen, wobei, wie die Zahlen zeigen, es ziemlich gleichgültig ist, ob als Karbonat hier Kalkspat (a) oder Dolomit (b) angenommen wird. Für Gips, Eisenvitriol und Bittersalz wurden die beim Trocknen bei 110°C natürlich teilweise verloren gegangenen, theoretischen Wassergehalte eingesetzt, für Ilsemannit $\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (mittlerer Literaturwert) angenommen und dann auf die Summe 100,00 umgerechnet. 0,09% Al und 0,28% SiO_2 wurden unberücksichtigt gelassen.

	II a Gew. %	II b Gew. %
Jordisit	43,30	43,55
Zinkblende	0,47	0,48
Kalkspat	1,24	—
Dolomit	—	1,15
Gips	22,11	23,32
Bittersalz	6,59	5,07
Eisenvitriol	8,68	8,73
Ilsemannit	17,61	17,70
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00

Mit der Berechnung wurde gezeigt, daß die Analysenwerte sich weitgehend auf den beobachteten Mineralbestand beziehen lassen. Nicht unterbringbar sind lediglich etwa 1 Gew. % SO_4 oder 0,33% S; rechnerisch ließe sich dies mit der Annahme bereinigen, daß ein kleiner Teil des Fe noch als Pyrit zugegen ist. Das ist aber unwesentlich für folgende Feststellung: Schaller hat als Ilsemannitformel $\text{MoO}_3 \cdot \text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ angenommen; neuerdings findet die schwefelsäurefreie Schreibung (vgl. z. B. 19, S. 603) $\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ mehr Anklang. Aus der Durchrechnung von „II“ ersieht man, daß nach Abzug von Jordisit und der sicheren Sulfate nicht im entferntesten mehr die Schwefelsäuremengen vorhanden sind, die zum Aufbau der Schaller'schen Ilsemannitformulierung nötig wären. Man kann deshalb in dieser Analyse auch eine Bestätigung der Ilsemannitformel $\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ sehen.

Vanadium, nach dem im Bleiberger Labor besonders gesucht wurde, ist bisher nicht in den Jordisitproben gefunden worden; darüber und betreffs anderer Spurenelemente werden

wohl die spektrographischen, nach Mitteilung von Prof. Dr. H. Haberlandt (Min. Inst. d. Univ. Wien) in Angriff genommenen Untersuchungen Aufschluß geben.³⁾

Neuuntersuchung des Kreuther Original-
Ilsemannitfundes von 1871: Jordisit auch
hier das Muttermineral.

Höfer (11, S. 42; 12, S. 569) beschrieb den Ilsemannit — nach Cornu (4, S. 84) das einzige reversible Hydrosol des Mineralreiches — auf Grund eines Fundes des Bleiberger Verwalters Kröll und erkannte das Mineral nach qualitativen Reaktionen als „molybdänsaures Molybdänoxid“. Es bildet „eine blauschwarze bis schwarze, meist erdige Masse, welche umso mehr blau wird, je länger sie an der Luft liegt“ (Höfer, 12, S. 567). In Begleitung des Ilsemannits fanden sich Gipsausblühungen. Diese Sekundärminerale kamen mit etwas Bleiglanz führendem Baryt im Revier des Jakob- und Anna-Erbstollens in Kreuth (westlich von Bleiberg) vor. Damals war Wulfenit aus dem Kreuther Gebiet überhaupt noch nicht bekannt. Trotzdem folgerte Höfer (12, S. 569): „Es ist von vornherein zu vermuten, daß derselbe (Ilsemannit!) nur aus Wulfenit entstanden sein kann, da von Bleiberg sonst kein anderes Molybdänmineral bekannt ist.“ Diese unbewiesene Annahme ist irrtümlich mehrfach als „Tatsache“ in die Literatur eingegangen, z. B. „Originally described from Bleiberg, Carinthia, associated with Wulfenite (gesperrt v. Verf.), barite, and gypsum“ (19, S. 604).

Es ist mir im Schrifttum kein Vorkommen untergekommen, von dem Ilsemannit nach Wulfenit nachgewiesen ist. Für Bleiberg-Kreuth trifft Höfers Vermutung, der u. a. auch Canaval (2, S. 191) und Cornu (4, S. 84) folgten, sicher nicht zu.

Holler (14, S. 57) erwähnte, daß der letzte ihm bekannt gewordene Fund von Ilsemannit aus dem Jahre 1926 sich vom neuen „durch eine ausgesprochen dunkelviolette Färbung auf einer lichtgelben Wulfenitkruste über Wettersteinkalk“ deutlich unterschied. Ich habe schon in (18, S. 39) die Ansicht ver-

³⁾ Schroll (22, S. 340) berichtete nun dazu: „Als reichliches Spurenelement ist spektrographisch nur Arsen nachweisbar. Zn und Pb rühren von vermutlich mechanisch beigemengten Erzspuren her. Die sonst den sedimentären Zyklus charakterisierenden Elemente, wie z. B. V, Ni, Cr, Ti, Cu, B usw., sind nur in geringen Spuren vorhanden oder fehlen ganz“.

Da die mineralogische Bindung von Spurenelementen in komplexen Erzen von großem Interesse ist, oft aber nicht sicher festgestellt werden kann, möchte ich hier für den Fall des Ti auf Friedrichs erzmikroskopische Erkennung von Titanit im Jordisitzerz hinweisen.

treten, daß diese dunkelvioletten Überzüge nicht zum Ilsemannit gehören. Sie sind im Gegensatz zu Ilsemannit in Wasser unlöslich und scheinen einem neuen Molybdänmineral anzugehören; nach der methylvioletten Färbung könnte es sich eher um das schwarze Mo₂O₅, als um das dunkelviolette MoO₃ handeln.

Nachdem für den neuen Bleiberger Ilsemannitfund die Entstehung aus Jordisit nachgewiesen war, schien es von großem Interesse, auch die Genesis des Kreuther Original-Ilsemannits zu klären.

Da das Kärntner Landesmuseum keine Belege besitzt, bin ich Kollegen Krajicek (Min. Abt. d. steierm. Landesmuseums Joanneum) zu besonderem Danke für die leihweise Überlassung des einzigen alten Ilsemannits (Kreuth bei Bleiberg) dieser Sammlung verpflichtet.

Freund Friedrich untersuchte wiederum einige Splitter in Anschliffen: „Hauptmasse ist ein lichtiges, rechtwinkelig spaltbares, durchsichtiges Mineral (Anhydrit oder Baryt, im Anschliff ununterscheidbar) in recht großen Blättern, dicht vollgestopft mit schwarzem Pigment. Eine Anisotropie ist in der fast derben, dichten Pigmentmasse nicht feststellbar. Im Untergrund ab und zu ein durch Ilsemannit hervorgerufener Blauschimmer. Selten sind feinste Fünkchen von Pyrit oder Markasit erkennbar. Einige „Anhydrit“-Stengel sind ziemlich frei von Pigment, andere dicht voll. Was das ist, ist nach den Anschliffen allein nicht zu unterscheiden.“

Die Untersuchung des Materials in Pulverpräparaten bestätigte Höfers Angabe, daß der Ilsemannit mit Baryt zusammen vorkommt. Der schwarze Pigmentstaub erfüllt oft zonenweise den Baryt und verursacht dessen Grau- bis Schwarzfärbung. Schwarze Flecke sind öfters von einem lebhaft blauen Ilsemannithof umschlossen, doch scheint der Baryt das schwarze Pigment im allgemeinen gut vor der Umwandlung zu schützen.

Zur Sicherstellung, daß das Pigment wiederum Molybdänsulfid ist, wurden folgende Versuche, die in gleicher Weise mit Jordisit von Bleiberg gelangen, angestellt:

a) Bei leichtem Glühen v. d. L. wird der schwarze Baryt schnell weiß gefärbt. Molybdänblaufärbung nach Abrauchen mit konz. Schwefelsäure.

b) Mit Salpeter am Platinblech erhitzt, verpufft die Substanz unter lebhafter Feuererscheinung. Die Schmelze mit Salzsäure gekocht, liefert nach Verdünnen beim Umschütteln mit Zinn eine blaue Flüssigkeit. (15, S. 29/30).

c) Mengt man das feine Pulver mit Eisenfeilspänen, so ist es in verdünnter warmer Salzsäure unter lebhafter Schwefelwasserstoffentwicklung löslich, in der Lösung wurde kein Pb, wohl aber Mo gefunden.

Ilsemannit von Kreuth (Fund 1871) ist also ebenfalls aus Jordisit hervorgegangen; genetisch besonders beachtenswert, daß letzteres Mineral hier in Baryt eingewachsen erscheint.

Cornu's Jordisit von Freiberg ist gleichfalls in Form schwarzer, staubförmiger Aggregate aufgetreten, die sich auch zu Ilsemannit umsetzen.

Da Höfer (12, S. 567) schon die Beobachtung machte, daß die blauschwarze bis schwarze Masse, die er für reinen Ilsemannit hielt, je länger sie an der Luft liegt, umso blauer wird, ist es auffallend, daß Cornu (3, S. 190 bzw. 5, S. 143 und 4, S. 84), nachdem er für Freiberg die Ilsemannitherkunft im Jordisit gefunden hatte, nicht auch auf die Lösung des Kärntner Ilsemannitproblems kam, sondern am Dogma, daß Ilsemannit ein Verwitterungsprodukt des Wulfenits sei, im gleichen Jahre festgehalten hat.

Paragenetische Bemerkungen:

Auf eine Reihe grundsätzlicher Fragen ist schon anlässlich einer Zusammenstellung über die Molybdän-Paragenesen der Ostalpen eingegangen worden (18).

Zunächst ist es zweifellos von außerordentlichem Interesse, daß in einer Blei-Zink-Lagerstätte des Typus Bleiberg Molybdänsulfid in gar nicht ganz geringen Mengen gefunden worden ist.

Von Bedeutung ist, daß Holler (14) nachgewiesen hat, daß die MoS_2 -Vererzung jünger als die Bleiglanz-Zinkblende-Bildung sein muß.

Andererseits ergab die Neuuntersuchung des alten Kreuther Ilsemannitfundes wiederum Jordisit, doch diesmal als Pigment im Baryt. Ob der von Höfer (12, S. 567) nach einem einzigen, nun verschollenen Belegstück mitgemeldete Bleiglanz in dieselbe Vererzungsphase gehört, kann heute kaum entschieden werden. Barytische Gangart ist im Bleiburger Lagerstättenzug typische Erzbegleitung und zwar nach Tornquist (21, S. 80) sowohl von Bleiglanz, als auch von Zinkblende. Jordisitpigment im Baryt bezeugt dann aber die Zugehörigkeit der primären Molybdänvererzung zur Gesamtlagerstätte.

Besonders bemerkenswert ist, daß es sich nicht um normalen Molybdänglanz, sondern um wahrscheinlich bei niedrigen Temperaturen gelförmig ausgeschiedenes, ganz oder größtenteils noch röntgenamorphes Molybdänsulfid handelt.

Damit haben wir eine von Molybdänglanz unterschiedliche eigene Mineralart vor uns, für die trotz der äußerst knappen Beschreibung Cornu's (3, S. 190) der von ihm für „kolloidal“ (im Sinne von amorph) ausgeschiedenes MoS_2 geprägte Name Jordisit Verwendung finden kann.

An keinem der zahlreichen europäischen Molybdänglanz-Fundorte ist bisher Ilsemanit angetroffen worden. Einige diesbezügliche amerikanische Angaben müssen überprüft werden, ob dort nicht auch amorphes MoS_2 statt Molybdänglanz die Ursprungssubstanz des Ilsemanits ist.

Während im an Wulfenit in den Ostalpen reichsten Bergbaugebiet von Mieß-Schwarzenbach (abgetrenntes Kärnten, Jugoslawien) bisher niemals auch nur Spuren von Ilsemanit gemeldet worden sind, ist nach Mitteilung von Bergwerksdirektor Dr. Ing. Tschernig außer den zwei schon behandelten Bleiberg-Kreuther Funden in den letzten 20 bis 30 Jahren noch zweimal Ilsemanit durch Berghauptmann Holler, bzw. Hutmann Frey beobachtet worden.

Aus weiteren Pb-Zn-Lagerstätten der Ostalpen wurden folgende Vorkommen gemeldet:

Canaval (1, S. 157) nennt Ilsemanit von einer alten Halde über dem Schachtkopfstollen der Grube Silberleiten bei Imst-Nassereit (Tirol), in der nach Hammer (9, S. 272) Gelbbleierz noch nicht gefunden wurde.

Ebenfalls Canaval (2, S. 191) erwähnte rezente gebildete blaue Beschläge von Ilsemanit auf galmeiischen Haldenstücken der Gruben am Knappenbichel im Bärenthal bei Rubland in Kärnten.

Hegemann (10, S. 694) stellte eben Ilsemanit neben verwitterten Zinkerzen in der Oxydationszone der Pb-Zn-Lagerstätte am Rauschenberg bei Inzell (Südostbayern) fest.

Diesem Nachspüren nach durch Ilsemanit blau angefärbten Kalken, nach blaufarbigem Grubenwässern und nach seinem graphitähnlichen, unscheinbaren und doch so leicht verwitterbaren Muttermineral Jordisit kommt, wie ich glaube, große Bedeutung bei, denn damit gelangt man direkt zum Problem der Herkunft des Molybdäns zur Wulfenitbildung in den Oxydationszonen unserer Blei-Zink-Lagerstätten!⁶⁾

Eben ist dieser Fragenkomplex unter Vorlage eines großen spektro-chemischen Untersuchungsmaterials von Hegemann (10) eingehend diskutiert worden. Unsere Auffindung von Jordisit hat da aber eine ganz neue Sachlage geschaffen.

Nun sieht es so aus, daß in Bleiberg und Kreuth sicher, in anderen Pb-Zn-Lagerstätten der Ostalpen wahrscheinlich, wie Holler (13, S. 75/76) einst vermutete, Molybdän in sulfidi-

⁶⁾ A. Breithaupt (Die Paragenesis der Mineralien, Freiberg 1849, S. 243) schloß vor mehr als 100 Jahren in wahrhaft seherischer Weise seinen Abschnitt über die Bildung des Gelbbleierzes auf Blei-Zinklagerstätten mit dem Satze: „Unter solchen Umständen scheint es sehr wahrscheinlich, daß das Molybdän in einer leicht zersetzbaren chemischen Verbindung, als ein uns noch nicht erschienenes Mineral vorhanden war“.

scher Bindung in einer relativ späten, niedrig temperierten Phase zur Ausscheidung gelangte. Dieses MoS_2 , der Jordisit, verwittert ungemein schnell zum leicht in Wasser löslichen Ilsemannit. Damit ist eine Molybdänquelle gefunden, die dem fast steten Auftreten des Wulfenits in den Oxydationszonen der Pb-Zn-Lagerstätten gerecht wird.

Normaler Molybdänglanz ist, wie Dittler (6, S. 159) schon ausführte, zu solch einer Umwandlung zu stabil.

Hegemann (10, S. 698) fand in den von ihm untersuchten Wulfeniten 0,1 bis 0,7 % As, desgl. 0,015 % As und 0,02 % Mo in der bituminösen Cardita-Oolithbank von Bleiberg und Mieß, die er als eine der Wulfenit-Mo-Quellen ansieht; in diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, daß auch bei den Jordisitanalysen 0,56 und 0,24 % As gefunden worden sind.

Von mehreren Autoren, v. a. von Dittler (6, S. 161), vor 15 Jahren auch von mir (16, S. 134), sind besonders im Gebiet von Mieß-Schwarzenbach auf zerfressenem, limonitumkrustetem Bleiglanz aufgewachsene Wulfenitkristalle beobachtet worden. Der Bleiglanz ist hier kaum je mit Pyrit-Markasit so verwachsen, daß man damit die Limonitabscheidung erklären könnte. Dagegen haben Schaller (7, S. 689) und Dittler (7, S. 693/694) in ihren Ilsemannitanalysen bereits recht beträchtliche Eisensulfatbeimengungen gefunden. Die in dem vorliegenden Bericht gebrachte Analyse II des teilweise zersetzten Jordisits führt auf 8,55 % Eisenvitriol, die des unzersetzten Jordisiterzes auf 6,77 % Pyrit, der dort erzmikroskopisch auch beobachtet werden konnte. Wenn daher die zirkulierenden Ilsemannitlösungen Eisensulfat enthalten, so ist damit der Befund von zerfressenem, bis 1 cm dick durch Limonit überkrusteten Bleiglanz und darauf sitzenden Wulfenitkristallen gut in Übereinstimmung zu bringen.

Allen im Text genannten Damen und Herren danke ich herzlich für Hilfe und Unterstützung; nur durch diese Zusammenarbeit war es möglich, diese für das Wulfenitproblem doch aufschlußreiche Sammelmitteilung zusammenzustellen.

Knappenberg, 18. Februar 1950.

Schrifttum:

- (1) Canaval, R.: Über den Silbergehalt der Bleierze in den triadischen Kalken der Ostalpen. Zs. prakt. Geol., 22., 1914, 157 bis 163.
- (2) Canaval, R.: Der Blei- und Zinkerzbergbau Rubland in Kärnten. Berg- und Hüttenmänn. Jahrb., 73., Wien 1925, 177—194.
- (3) Cornu, F.: Natürliches kolloides Molybdänsulfid. Zs. f. Chemie und Industrie der Kolloide. 4., Dresden 1909, S. 190.
- (4) Cornu, F.: Die Bedeutung gelartiger Körper in der Oxydationszone der Erzlagerstätten. Zs. f. prakt. Geol., 17., 1909, 81—87.

- (5) Cornu, F.: Über die Verbreitung von Hydrogelen im Mineralreich, ihre systematische Stellung und ihre Bedeutung für die chemische Geologie und Lagerstättenlehre. Zs. f. prakt. Geol., 17., 1909, 143—144.
- (6) Dittler, E.: Versuche zur synthetischen Darstellung des Wulfenits. Zs. Krist., 53., 1914, 158—170.
- (7) Dittler, E.: Zur Natur und Genesis des Ilsemannits. Cbl. Min. 1922. 689—695.
- (8 a) Gmelin-Kreutz Handbuch der anorganischen Chemie. 3./1. Heidelberg 1912, S. 919.
- (8 b) Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Berlin 1935. S. 182, 186.
- (9) Hammer, W.: Über Gelbbleierz im Oberinntal. Zs. d. Ferdinandeums. 3. F. 59. Innsbruck 1915. 270—277.
- (10) Hegemann, F.: Die Herkunft des Mo, V, As und Cr im Wulfenit der alpinen Blei-Zinklagerstätten. Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrographie. 1. 1949. 690—715.
- (11) Höfer, H.: Die Mineralien Kärntens. Jahrb. d. naturhist. Landesmuseums von Kärnten. 10., Klagenfurt 1871. 1—84.
- (12) Höfer, H.: Studien aus Kärnten. II. Ilsemannit, ein natürliches Molybdänsalz. N. Jb. f. Min. 1871. 566—570.
- (13) Holler, H.: Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätte. VII. Sonderheft der Carinthia II. Klagenfurt 1936, 1—82.
- (14) Holler, H.: Molybdänglanz in der Bleiberger Lagerstätte. Der Karinthin, Beiblatt zur Carinthia II. Nr. 4. 15. 1. 1949. 56—59.
- (15) Kobell, F., von — Oebbeke, K.: Tafeln zur Bestimmung der Mineralien. 16. Aufl. München 1912.
- (16) Meixner, H.: Woher stammt das Molybdän auf unseren Blei-Zink-Lagerstätten? Carinthia II. Canaval-Festschrift. Klagenfurt 1935. 132—136.
- (17) Meixner, H.: Kurzbericht über neue Kärntner Minerale und Mineralfundorte II. Der Karinthin. Nr. 6. 15. 8. 1949. 108—120.
- (18) Meixner, H.: Wulfenit von der Gehrwand, einem alten Pb-Zn-Bergbau des Typus Achselalpe (Hohe Tauern, Salzburg) und Bemerkungen über die Molybdän-Paragenesen der Ostalpen. Berg- und Hüttenmänn. Monatshefte. 95. Wien 1950. 34—42.
- (19) Palache, C. — Berman, H. — Frondel, Cl.: Dana's System of Mineralogy. 7. Aufl. New York 1946.
- (20) Ramdohr, P.: Beobachtungen an opaken Erzen. Archiv f. Lagerstättenforschung d. preuss. Geol. L. A. 34., 1924 und Lehrbuch der Erzmikroskopie. 2. 1931. 92—97.
- (21) Tornquist, A.: Die Blei-Zinklagerstätte von Bleiberg-Kreuth in Kärnten. Wien 1927. 1—106.
- (22) Schroll, E.: Wulfenite von Nassereith/Dirstentritt (Tirol) und Bleiberg in Kärnten. Tschermarks min. u. petr. Mitteilungen, 3. Folge, 1./4. H., ausgegeben im April 1950. S. 325—341.

Dr. Heinz Meixner, Graz.

Für und wider den Eisschurf.

Von Sieghard Morawetz

Selbst in kleinen Gebirgsgruppen trifft man sowohl Belege, die für eine Glazialerosion sprechen, als auch wieder Anzeichen, die dem Gletscherschurf kaum eine Leistung zubilligen. So ist heute noch der Glazialschurf ein recht vieldeutiger Fragenkomplex; aber Ansichten werden selten, die eine zu große