

DIE BLEIGLANZ-ZINKBLENDE-LAGERSTÄTTE
THUMERSBACH BEI ZELL AM SEE
(NÖRDLICHE GRAUWACKENZONE SALZBURG)

Von

J. G. HADITSCH (Leoben) und H. MOSTLER (Innsbruck)

1. Einleitung

Blei-Zinkvorkommen sind in der nördlichen Grauwackenzone sehr selten. So verzeichnete O. M. FRIEDRICH (1953: 395) in seiner Lagerstättenkarte nur zwei Vorkommen. Es sind dies: Hachau bei Mandling und Thumersbach bei Zell am See. Beide liegen im Westabschnitt der nördlichen Grauwackenzone und sind ausschließlich an altpaläozoische Gesteine gebunden.

Thumersbach ist eine der vielen kleinen Lagerstätten rund um Zell am See. Diesen Lagerstättenraum wollen wir "Zeller Lagerstättenraum" nennen und somit von dem Mitterberger Revier im Osten und dem Leoganger-Kitzbüheler Lagerstättenraum im Westen abtrennen, obwohl eine Reihe von Lagerstätten zwischen beiden vermitteln.

Die Vererzung setzt sich von Thumersbach nach Norden, d. h. in Richtung Maishofen fort, von dort über die Zeller Furche hinweg nach Viehhofen, Sausteigen und Weikersbach.

Angaben über die Lagerstätte Thumersbach finden sich bei C. EHRlich (1850: 83), E. FUGGER (1878: 10), E. HABERFELNER-H. HABERFELNER (1950), E. v. PREUSCHEN (1953) und R. PITTIONI (1957: 43). Aus dem erwähnten Schrifttum geht hervor, daß, nach der Form einer Halde zu schließen, in Thumersbach möglicherweise bereits in vorgeschichtlicher Zeit ein Bergbau bestanden hat. Diese Vermutung konnte aber bisher durch Funde noch nicht belegt werden, auch wenn H. LOACKER (1962: 84) in den Wiesen unterhalb der Aberg-Alm Kupferschlacken entdeckte.

Sicher wurde hier erst zwischen den Jahren 1690 und 1739 von den bekannten Rosenbergnern Bergbau auf einen silberhaltigen Bleiglanz betrieben. Der Abbau wurde jedoch bald wegen Unergiebigkeit wieder eingestellt.

Erst viel später, im Jahre 1907, hat man – wie eine Tafel über dem Stollenmundloch bezeugt – mit Schurfarbeiten im kleinen, parallel zum Michelbach verlaufenden Pichlgraben begonnen. Ob diese Lagerstätte auch während des 1. Weltkrieges abgebaut wurde, entzieht sich unserer Kenntnis.

Die vielen Stollen wurden immer wieder von Mineraliensammlern besucht, die nach Klinozoisiten, Zoisiten und Kluft-Adularen in Verbindung mit Erzen suchten, die Stollen z. T. noch etwas weiter vortrieben und hiebei nicht unbedeutende Mengen hereingewannen.

2. Kurzer geologischer Überblick des Zeller Lagerstättenraumes

Zum Zeller Lagerstättenraum zählen wir Thumersbach (mit den Vorkommen im Michelgraben, am Pichlkopf und auf der Brettschneider Alm), weiters die Vorkommen südöstlich von Maishofen und – westlich der Zeller Furche – drei Vorkommen im engeren Gebiet um Viehhofen sowie Sausteigen und – nördlich davon – Weickersbach.

Nahezu alle diese genannten Erzvorkommen sind an Grüngesteine gebunden, diejenigen mit einer Blei-Zink-Vererzung konnten bisher ohne Ausnahme nur in Grüngesteinen angetroffen werden (siehe Tafel 1).

Die Grüngesteine, die als Erzträger eine große Rolle spielen, sind den Wildschönauer Schiefen bzw. de-

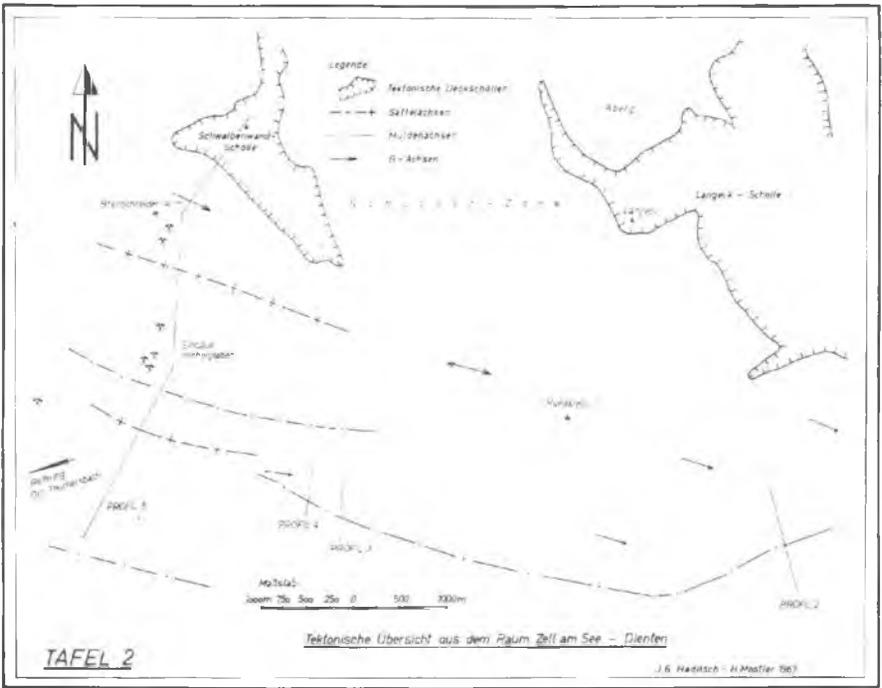
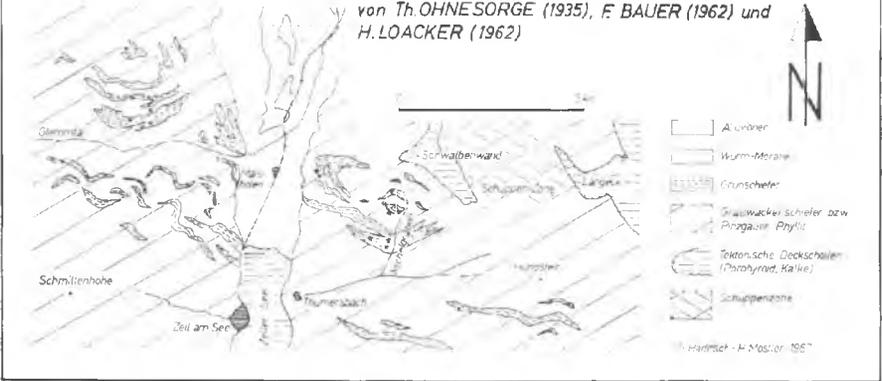
ren etwas höher metamorphen Äquivalenten, den Pinzgauer Phylliten, konkordant eingeschaltet. Nach den stratigraphischen Untersuchungen von H. MOSTLER 1968 ergibt sich für den basischen bis intermediären Vulkanismus dieses Raumes ein ordovizisches Alter, nur ausnahmsweise können intermediäre Tuffe als Nachhall des hochordovizisch bis tiefsilurischen sauren Vulkanismus (Porphyroid) bis in das höhere Llandovery reichen.

Die weit über den Raum von Zell am See hinausreichende ordovizische Tonschiefer-Grünschiefer-Serie, welche zunächst für den kartierenden Geologen sehr eintönig wirkt, bietet petrographisch eine recht bunte Folge, vor allem was die Grünschiefer betrifft. Es sind dies, um nur die petrographisch weit gefaßten Gesteinsglieder zu nennen: Diabase, "Andesite", Albitite, Keratophyre⁺⁾ , Proterobase, Proterobas-Spilitite und Diabas-Spilitite. Während sich die Tonschiefer-Grünschiefer-Serie westlich der Zeller Furche bis über Mittersill hinaus zum Paß Thurn ausdehnt, wird sie östlich davon bald von stratigraphisch höheren Serien überlagert oder tektonisch überfahren. Aus dem Verlauf der z. T. noch erhaltenen Mulden- und Sattelzüge, die sich gerade im Bereich westlich der Zeller Furche recht gut verfolgen lassen (auf sie wird im folgenden noch speziell eingegangen), muß vorerst der Schluß gezogen werden, daß diese Schichtfolge über die Zeller Furche nach Westen ohne erkennbare Störung hinübersetzt. Aus diesem Grunde kann man auch vorläufig der Zeller Furche keine große tektonische Bedeutung zumessen, wenngleich betont werden soll, daß hier die Untersuchungen erst am Anfang stehen.

⁺⁾ Für die freundliche mündliche Mitteilung danken wir herzlich Herrn Prof. Dr. H. MEIXNER, der zur Zeit an Keratophyren dieses Raumes arbeitet.

TAFEL 1

Geologische Übersichtskarte der Umgebung von Zell am See (unter Benützung der Karten von Th. OHNESORGE (1935), F. BAUER (1962) und H. LOCKER (1962))



3. Geologie des engeren Lagerstättenbereichs von Thumersbach

Um die geologischen Verhältnisse, vor allem aber die tektonische Situation einigermaßen gut erfassen zu können, war es notwendig, nach Osten bis in die Nähe des Dientner Baches auszugreifen. Von sehr großem Vorteil war es, daß dieses Gebiet von Innsbruck aus durch F. BAUER und H. LOACKER 1962 geologisch im Maßstab 1 : 25.000 aufgenommen wurde. Ein Teil dieser ausgezeichneten Kartierung (bis 1962 gab es über diesen Raum keine geologische Karte) wurde von H. MOSTLER 1967 stratigraphisch überarbeitet, um den Bau der Lagerstätte so gut wie möglich klären zu können (siehe: Tafel 2).

Mit Hilfe von Conodonten konnten normale und inverse Schichtfolgen recht gut erfaßt werden. Dabei stellte es sich heraus, daß im südlichen Abschnitt noch recht gut erhaltene Mulden und Sattelzüge bestehen, während im Norden zwei inverse Deckschollen ("Schwalbenwand-Scholle" und "Langeck-Scholle", aufgebaut aus ordovizischen Pinzgauer Phylliten im Hangenden, darunter Porphyroide mit Porphyroidkonglomeraten höchstordovizischen bis tiefstsilurischen Alters, vertikal abgelöst von zuunterstliegenden Kalken obersilurischen Alters) mit einem Schuppenland dazwischen die herrschendsten tektonischen Elemente darstellen.

Für den Lagerstättenbereich Thumersbach ist die schon von F. BAUER (1962: 43) erkannte Steigwand-Mulde von Bedeutung. Das Liegendglied stellt die Tonschiefer-Grünschiefer-Serie (ordovizischen Alters) dar. Darüber bauen sich schwarze Tonschiefer silurischen Alters mit den im Hangenden, z. T. allmählich daraus hervorgehenden, Kalken hochsilurischen bis ?unterdevonischen Alters auf. Auf

Grund der generell gegen ESE abtauchenden Achsen hebt die Steigwandmulde, nachdem sie vorher noch stark zusammengepreßt wurde, südlich des Michlgrabens aus (siehe: Tafel 3). Der an sie anschließende Sattel gehört bereits der stark gestauchten erzführenden Zone an. Die Hauptvererzung steckt in der darauffolgenden steilgestellten, eng zusammengepreßten Mulde, erstreckt sich aber noch über den anschließenden, recht weit gespannten Sattel und taucht schließlich unter die Schwalbenwand-Scholle hinab. Da die Tonschiefer-Grünschiefer-Serie nördlich der Schwalbenwand-Scholle, südwestlich von Maishofen, wieder mit derselben Blei-Zink-Vererzung auftaucht, scheint diese Struktur sich unter der Deckenscholle fortzusetzen, ist aber auf Grund der schlechten Aufschlußverhältnisse nördlich dieser Scholle nicht mit Sicherheit zu belegen.

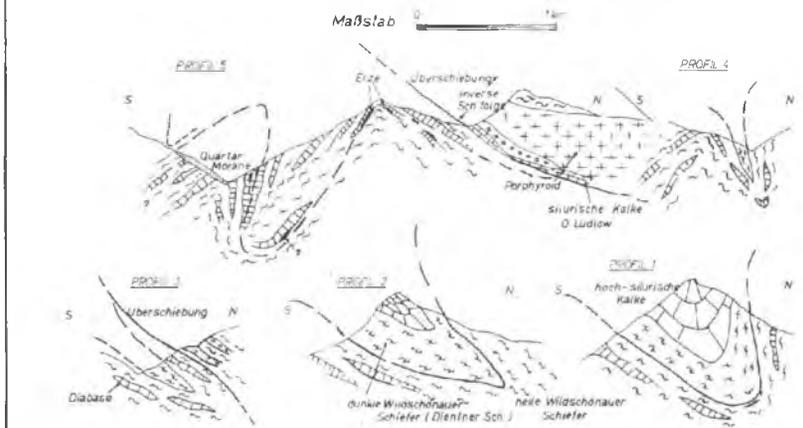
4. Erzführende Gesteine

Als Erzträger treten vorwiegend Grünschiefer auf. Was die Blei-Zink-Vererzung angeht, sind es ausschließlich Grüngesteine, wie Diabase, Proterobase, Proterobas-Spilite und Diabas-Spilite. Im engeren Lagerstättenraum Thumersbach sind es Proterobase und Diabas-Spilite. Von den 13 daraus angefertigten Dünnschliffen seien die wichtigsten Merkmale der beiden Gesteinstypen hier, kurz zusammengefaßt, beschrieben.

Diabas-Spilite:

Plagioklas: Hypidiomorphe, meist breitleistig entwickelte Albite (An-Gehalt zwischen 5 und 10 %, seltener unter 5 %). Ein Teil der Albite ist nur einfach verzwilligt, vor-

Profilserie von E nach W um das Ausheben der Steigwandmulde darzustellen, die im W (SW der Lagerstätte Thumersbach) eng zusammengepreßt wird (Profil 4)

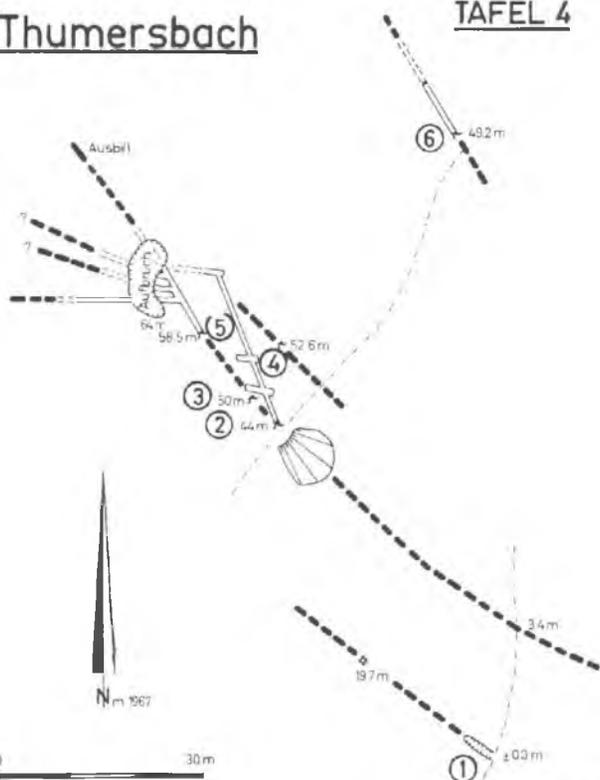


TAFEL 3

J.G. Haditsch - H. Mostler 1957

Thumersbach

TAFEL 4



J.G. Haditsch - H. Mostler 1957

herrschend jedoch ist eine polysynthetische Verzwilligung (Albit- und Periklingesetz).

Die Albite weisen fast immer eine unregelmäßige Bestäubung auf und sind reich an Einschlüssen: Erze (Magnetit, Magnetkies, Ilmenit), vor allem aber sehr viele idiomorphe Apatitkristalle.

Hin und wieder findet man um die breitleistigen, bestäubten Albite einen schachbrettalbitähnlichen Saum. Manchmal ist es auch ein klarer Albitsaum.

Sehr auffallend sind Plagioklas-Antiperthite, und zwar durchwegs als Fleckenantiperthit entwickelt (Abbildung 1).

Kalifeldspat: Als Saum um die Plagioklase oder als Flecken im Plagioklas. Sehr oft mikropegmatitisch mit Quarz verwachsen (siehe: Abbildung 2).

Pyroxen: Es handelt sich z. T. um idiomorphe, meist aber hypidiomorphe Augite ($Z/c = 40-44^\circ$), schwach pleochroitisch; hellbräunliche Töne vorherrschend. Z. T. werden die Augite randlich in Hornblende und diese wiederum in Chlorit umgewandelt (siehe Abbildungen 3, 4).

Biotit: Nur spärlich vorhandene rotbraune Biotite. Hin und wieder sproßt etwas Stilpnomelan auf.

Titanomagnetit: Mit Ilmenitentmischungen, z. T. in eine leukoxenartige Substanz umgewandelt.

Bemerkungen:

Recht ähnliche Gesteine beschrieb F. ANGEL (1955: 1, 8) von Saalfelden (Salzburg) und von der Spielbergalm (Tirol). Allerdings handelt es sich bei den Saalfeldner Grünschiefern um Proterobas-Spilite, da mit den Pyroxenen zusammen immer primäre braune Hornblende auftritt. Daß diese Typen eng miteinander verbunden sein können, zeigen Dünn-

schliffe aus Handstücken von Grünschiefern bei Maishofen, wo ganz analoge Gesteine als Proterobas-Spilitite angesprochen werden können. Weitere Diabas-Spilitite mit Kalifeldspat-Anwachssaum und mikropegmatitische Verwachsungen von Quarz und Feldspat wurden auch in der Nähe von Leogang von einem der Verfasser gefunden (H. MOSTLER 1966).

Proterobase

Hornblende: Rotbraune Hornblende, dem Kaersutit stark ähnlich. Meist – soweit sich dies aus den Relikten feststellen ließ – kurzsäulig entwickelt. Nach den noch gut zu erkennenden buchtig in die Kristalle vorgreifenden, scharfen Begrenzungen kann man auf eine ursprünglich magmatische Korrosion schließen. An den Enden der Hornblende wächst orientiert eine farblose (aktinolithische) Hornblende weiter. Scharf von dieser abgesetzt, gibt es noch einen feinen Hornblendefilz, der z. T. in das ihn umgebende Plagioklas-Gebälk hineinspießt.

Augit?: Ob Augit primär tatsächlich vorhanden war, läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen, doch könnten der im Feldspatzwickel auftretende Chlorit und Großkornepidot, die beide stets miteinander vergesellschaftet sind, aus Augit hervorgegangen sein. Sichere Pseudomorphosen von beiden eben genannten Mineralen nach Augit wurden nicht beobachtet. Das gemeinsame Auftreten von Titanomagnetit mit Chlorit und Epidot läßt eine ursprüngliche Beteiligung von Augit vermuten. Hornblende wird jedenfalls nicht in Chlorit und Epidot umgesetzt, denn sie zeigt keine Anzeichen einer Umbildung.

Plagioklas: Es handelt sich um Albite (An-Gehalt zwischen 3 und 10 %). Sie bauen ein prächtig erhaltenes Plagioklas-Gebälk auf. Die Albite sind mit Serizit und Klinozoi-

sit gefüllt; dazu kommen Einschlüsse von Apatit, Erzen und Epidot; teilweise wird Albit völlig von eisenarmem Epidot bzw. Zoisit pseudomorph verdrängt.

Recht häufig sind Titanomagnetit, Ilmenit und Leukoxen vertreten. Ilmenit weist gerne breite Leukoxen-Ränder auf. Der Titanomagnetit ist z. T. auch stark leukoxenisiert, oft sind noch gut erhaltene Ilmenit-Entmischungs-Lamellen erhalten.

Die Gesteine mit der oben gegebenen Zusammensetzung lassen sich am ehesten als Proterobase ansprechen, denn es gibt weiter im Norden (schon außerhalb des Lagerstättenbereichs) ganz ähnliche Typen, die noch Pyroxen neben der braunen Hornblende führen. Auf Grund der echten Fülle im Sinne von ANGEL muß man für den Albit einen basischen Ausgangsplagioklas annehmen, was natürlich ausschlaggebend für den Gebrauch des Terminus Proterobas war.

5. Die Einbaue bei Thumersbach im engeren Sinn

Die einzigen, heute noch gut befahrbaren Einbaue finden sich, auf einen engen Raum beschränkt, im Michelgraben, vom Bauerngehöft oberhalb der Einmündung des Michelgrabens an der orographisch rechten Seite etwa 500 m entfernt. Der Michelgraben, der sich im letzten Drittel seines Verlaufs tief in die nahezu senkrecht stehende Tonschiefer-Grünschiefer-Folge einschneidet, eignet sich sehr gut für eine lückenlose Feinprofilaufnahme. Unzählige kleine, z. T. etwas ausgelinste Quarzgänge, die den Graben queren, führen nicht unbedeutende Magnetkies-Kupferkies-Vererzungen. Nach den ersten 150 m im Bach setzen die mächtigen

Proterobaslagen ein. In ihnen treten auch schon Quarz-Karbonat-Gänge mit abwechselnd Bleiglanz und Zinkblende auf, seltener kommen – soweit sich dies megaskopisch ausnehmen läßt – beide zusammen vor. Der Magnetkies tritt in diesen Gängen sehr stark zurück, teilweise scheint er ganz und gar zu fehlen; Kupferkies ist meist mit den beiden zuerst genannten Erzen vergesellschaftet. Diese Lagergänge sind im Bach zwischen 1040 und 1065 m Höhe zunächst nur 10–20 cm mächtig. Erst mit den mächtigeren Gängen im Bach bei der Kote 1070 stößt man auf die ersten Einbaue, die den in engen Abständen aufeinanderfolgenden Lagergängen folgen. Hier war auch das Hauptabbaugebiet, denn innerhalb von 90 m treten vier Lagergänge mit Mächtigkeiten von 80 bis maximal 210 cm auf. Die Gesteine weisen hier ein generelles Streichen von N 40–50 W (140–130/320–310°) auf und fallen steil gegen Südwesten ein. Der mittlere Gang (siehe Tafel 4 mit den Stollenmundlöchern 2, 3 und 5) spaltet etwa 30 m nordwestlich des von Thumersbach zur Brettschneider-alm führenden Weges in drei an sich noch immer mächtige (70–120 cm) Gänge auf, wie sich das deutlich in einem dort befindlichen Aufbruch erkennen läßt. Hier fand und findet man z. T. heute noch eine sehr schöne Reicherz-Zone. Das Aufspalten des Ganges hängt mit einer Interntektonik zusammen, die sich gerade hier sehr stark bemerkbar macht, denn die Proterobase wurden hier von einer Schieferung erfaßt. Die an sich recht starren Proterobas-Körper, die in der eng gepreßten Mulde keine Internfaltung mitmachten, werden nur am Rande zu den Pinzgauer Phylliten hin in eine Faltung (Zehnermeter- bis Meterbereich) einbezogen. Jedenfalls hält sich die Vererzung immer streng an die vorgezeichneten Strukturen, zum weitaus überwiegenden Teil an die Großstrukturen, in speziellen Fällen an die Internfaltung.

Schließlich sei noch erwähnt, daß im NE-Abschnitt der Lagerstätte die Grünschiefer-Tonschiefer-Serie wieder in das generelle N 70 bis 80 W- (110-100/290-280⁰-) Streichen einschwenkt.

Die weiteren vielen Einbaue entlang des Weges zur Brettschneider-Alm und auf der Alm selbst sind verbrochen und oft nur noch an kleinen Pingen oder stark überwachsenen Halden erkennbar. Insgesamt ließen sich bis hinauf zur Brettschneider-Alm zwölf verbrochene Stollenmundlöcher feststellen, was auf eine ehemals rege Bergbautätigkeit hinweist. Die auf den Halden gesammelten Proben zeigen immer wieder dieselbe Erzparagenese: Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Magnetkies und Pyrit; auch die Gangart aus Quarz und Karbonat, oft mit Zoisit vergesellschaftet, bleibt immer dieselbe. In einzelnen Gängen kann Zoisit über ein Drittel der Gangart bilden. Recht auffallend sind in den meist eisenarmen, reinweißen Karbonaten hin und wieder auftretende pechschwarze Kalzite (diese sind bisher noch nicht näher untersucht).

In dem westlich des Michelbachgrabens und zu diesem parallel verlaufenden Graben (Pichlgraben)⁺⁾ findet sich ein noch befahrbarer Stollen, in dem nur Kupferkies, Pyrit und Magnetkies gefunden wurden. Eine Pinge mit einer alten, stark verwachsenen, im Sommer 1967 durch den Bach frisch angeschnittenen Halde zeigte, daß auch hier Zinkblende und Bleiglanz ausgebaut wurden, also die gleichen Erze wie im Michelbachgraben. Beim genaueren Studium der Vererzung des Pichlgrabens zeigte sich auch, daß die Kupfererze alleine vor allem an Diabastuffe gebunden sind.

⁺⁾ Da der Graben auf den topographischen Karten keinen Namen trägt, wurde er von uns nach dem Gehöft Pichlbauer benannt.

Zwei weitere Einbaue, die aber schon nach einem Vortrieb von nur einigen Metern stillgelegt wurden, konnten im Graben südwestlich vom Grießbauer nachgewiesen werden. Man findet dort hauptsächlich Pyrit neben wenig Kupferkies.

6. Erzmikroskopische Untersuchungen

Die bisher aus dem Schrifttum bekanntgewordenen Erzminerale sind: Kupferkies, (silberhaltiger) Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit. PITTIONI untersuchte 1957 (p.43) drei Erzproben aus dem Michelgraben auf ihren Gehalt an Spurenelementen. Neben dem hohen Silber-, Blei- und Zn-Gehalt einer Kupferkies-Pyritprobe, der aus der Verwachsung mit Bleiglanz und Zinkblende erklärlich ist, fällt vor allem der Arsengehalt und das völlige Fehlen von Gold in den Thumersbacher Erzen auf.

Vom südlichsten Gang, in dem auch der heute noch an seiner Mundlochpinge kenntliche Stollen 1 aufgefahren wurde, stammen mehrere Proben, von denen vier Anschliffe (H 110, H 111, H 112, H 113) folgendes zeigen:

Zu den ältesten Mineralen des Ganges zählt ein grobspätiger, eisenfreier Kalkspat (I) mit feinen, verbogenen Zwillingslamellen (Abb. 6). In seinen Klüften gibt es ein teilweise recht grobes, teilweise sehr feinkörniges Pflaster von miteinander verzahnten, seltener schön verzwillingten Kalkspatkörnern (II). In diesem Kalkspat schwimmen unregelmäßig geformte, amöbenartige Quarze, die anscheinend ein altes s markieren.

Örtlich setzt über die früher geschilderten zwei älteren Kalkspatgenerationen eine äußerst grobkörnige, nicht verzwilligte Rekrystallisation, die besonders einzel-

nen Zwillingslamellen folgt, über (Kalkspat III). Diese Rekristallisation gehört offensichtlich bereits dem eigentlichen Vererzungsvorgang an. Sehr spärlich auftretende, rundliche, 0'007–0'023 mm große Pyritkörner gehören offenbar ebenfalls dem Altbestand an. Magnetkies ist nur sehr selten festzustellen. Die Haupterze bestehen aus Bleiglanz, hellbrauner Zinkblende und Kupferkies. Der Bleiglanz verkittet Klüfte im älteren Spat und Quarz, dringt auch ab und zu in die Grenz-fuge zwischen beiden ein, verdrängt den Spat manchmal dabei auch ein wenig. Die Zinkblende kann entweder in Form rundlicher, maximal 0'2 mm großer Körner in der Gangart schwimmen, auch mit Bleiglanz lappig verwachsen sein oder auch bis zu 1'5 mm dicke und 8 mm lange Schollen oder Linsen bilden, die voneinander durch den rekristallisierten Kalkspat (III) getrennt sind. Der Kupferkies schließt entweder Bleiglanztröpfchen ein oder kommt in Form feiner Tröpfchen im Bleiglanz und in der Zinkblende vor. Am Salband des Ganges füllt der Kupferkies (wie übrigens auch die Blende und der Bleiglanz) in Form einer feinen Imprägnation (maximale Korngröße: 0'079 mm) die Intergranularen des Nebengesteins. Der Bleiglanz enthält besonders dort, wo er Rupturen des Nebengesteins verheilt, viele kleine lanzettförmige, anisotrope, härtere Idioblasten. Ihre Korngröße betrug an einer Stelle 0'031x 0'003 mm. Nach dem Dünnschliffbefund handelt es sich bei diesen Körnern, die ihre Bildung zweifellos einer teilweisen Umsetzung des Nebengesteins im Zuge der Vererzung verdanken, teilweise um Zoisit, teilweise um Klinozoisit (Abb. 7, 8). Es steht auch außer Zweifel, daß es während der Vererzung zu einer SiO_2 -Zufuhr oder -Umsetzung kam.

Ein Anschliff von einem Handstück aus dem Stollen 2 (H 114) zeigt weitere Einzelheiten: Der Magnetkies ist stark zerbrochen, zeigt eine Druckverzwillingung und eine

undulöse Auslöschung und ist, da seine Bruchstücke mit Kupferkies verkittet sind, älter als dieser. Örtlich schwimmt der Magnetkies nur mehr in Form eines aufgelösten Streifens vielfach zerbrochener Schollen im Kupferkies.

Das Karbonat dieses Anschliffes ist ankeritisch und älter als die Pb-Zn-Cu-Vererzung. Man kann erkennen, daß syngenetisch das Karbonat zerbrochen und wieder mit dem gleichen Karbonat verheilt wurde. Der Kupferkies ist lamellar verzwillingt und enthält etwas Bornit in Form unregelmäßiger, länglicher, maximal $0\cdot050 \times 0\cdot021$ mm großer Körner. Die Bornitkörner zeigen eine Regelung nach den Kupferkieslamellen. An der Grenze des Kupferkieses gegen den Magnetkies treten hellgelb reflektierende, bei nicht genau gekreuzten Polarisatoren sehr schwach anisotrope, $0\cdot014$ mm große Körner eines nicht näher bestimmbar Mineral auf. Die Körner haben eine größere Ritzhärte als der Kupferkies, eine etwa gleich hohe Schleifhärte wie dieser, sind aber weicher als der Magnetkies. An einer Stelle verdrängt ein büschelförmiges Aggregat dieser Körner von der Kupferkiesgrenze aus den Magnetkies.

Ein Schliff (H 115) von einem Erzbrocken, der auf der Halde des Stollens 2 aufgesammelt worden war, zeigt, daß der Kupferkies teilweise von Kupferindig verdrängt wird.

Drei Anschliffe vom Stollen 5 (H 116, H 117, H 118) zeigen weitere Einzelheiten: Das feinkörnige, etwas verschieferte Paläosom enthält einen primären Kiesgehalt (Magnetkies, Pyrit) sowie $0\cdot003-0\cdot004$ mm, in Erznähe bis zu $0\cdot015$ mm große Körnchen von ?Titanit, in dem wieder helle, um $0\cdot001$ mm große Körnchen mit weißen Innenreflexen (Anatas?) auftreten. Einzelne Schollen dieses Nebengesteins schwimmen in einer Quarz-Kalkspatmasse. Syn-

genetisch in Bezug auf den z. T. idiomorphen Quarz kam es zur Bildung bis zu 1'14 mm langer Zoisite und zu einer Chloritisierung.

Unmittelbar vor der Vererzung kam es zu einer leichten Durchbewegung. Der Bleiglanz verkittete die zerdrückten Quarze und verdrängte ab und zu auch den Kalkspat. Am Salband kam es zur Füllung voneinander isolierter Zwickel. Die Form der Zwickel läßt im Anschliff noch gut die Richtungen besserer Wegsamkeit erkennen. Die hier dunkelrotbraune Zinkblende enthält runde Bleiglanztropfen, die in ihr manchmal in Zügen angeordnet sind. Ein Teil des Bleiglanzes ist jünger als die Zinkblende, denn er heilt Risse der Blende aus. Der Bleiglanz ist, wie der Cerussit beweist, schon etwas angewittert. Pyrit tritt in Form von Pentagondodekaedern (Korngröße: 0'004 mm) und Würfeln (in der Zinkblende; Kantenlänge: 0'006 mm) auf.

In einem Anschliff vom Stollen 6 (H 119) zeigt der grobkörnige Magnetkies schon alle Übergangsstadien zum "Vogelaugen"-Pyrit, der auch schon teilweise limonitisiert ist. Der frische Magnetkies wird hier von den 0'3 bis 0'47 mm breiten Rissen von einer 0'012 mm dicken Schicht von Markasit verdrängt. Der Kupferkies dringt auch in die Risse der braunen Zinkblende ein, ist also hier etwas jünger als die Blende.

In einem Handstück (H 120), das von der Grenze des Proterobases gegen den Pinzgauer Phyllit stammt, zeigt der Kies (Magnetkies, Markasit) eine einfache polygonale Kornverbindung ohne Verzahnung. Der Markasit folgt hier teilweise der Grenze zwischen dem Kalkspat I und II, teilweise greift er aber auch über die Grenze hinweg, ist also offensichtlich jünger als der Kalkspat II.

Abbildung 1	Abbildung 2
Abbildung 3	Abbildung 4
Abbildung 5	Abbildung 6
Abbildung 7	Abbildung 8

Erläuterung der Abbildungen

Abbildung 1:

Plagioklas—Antiperthit. — Vergrößerung: 61'6 x.

Abbildung 2:

Mikropegmatitische Verwachsung Kalifeldspat—Quarz. —
Vergrößerung: 61'6 x.

Abbildung 3:

Augit, randlich in Hornblende bzw. Chlorit umgewandelt. —
Kein Nic.; Vergrößerung: 61'6 x.

Abbildung 4:

Der gleiche Augit wie in Abbildung 3, nur in veränderter
Lage. — + Nic.; Vergrößerung: 61'6 x.

Abbildung 5:

Anschliff H 120. Kalkspat, teilweise verzwillingt, und Ma-
gnetkies (weiß). — 1 Nic.; Vergrößerung: 54'7 x.

Abbildung 6:

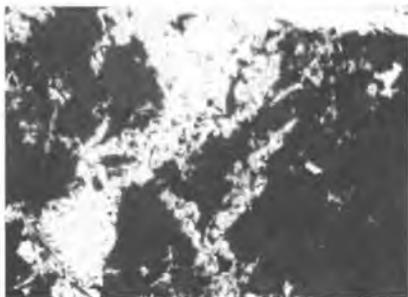
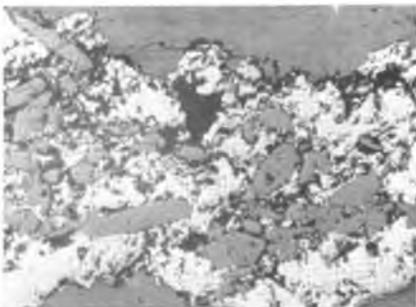
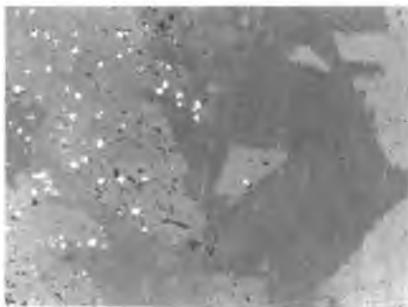
Anschliff H 113. Am oberen Bildrand verzwilligter Kalk-
spat I. In der Bildmitte Zinkblende (hellgrau) mit einem
helleren Einschluß von Kupferkies. In der Zinkblende ein
Gehäufte von Zoisit oder Klinozoisit (grau). — 1 Nic.; Ver-
größerung: 21'7 x.

Abbildung 7:

Anschliff H 110. Am oberen Bildrand einschlußfreier Blei-
glanz (weiß). Wo der Bleiglanz in geringmächtigen Gängen
den Quarz und das Karbonat durchsetzt, finden sich in ihm
feine Zoisitdioblasten (grau, linke untere Bildecke). — 1 Nic.
Vergrößerung: 54'7 x.

Abbildung 8:

Anschliff H 110. Ausschnitt aus der vorigen Abbildung.
Bleiglanz (grau) mit feinen länglichen Zoisitdioblasten (grau).
1 Nic.; Vergrößerung: 347 x.



Somit erhält man zusammenfassend folgendes Bild:

Mineralbestand vor der Pb–Zn–Cu-Vererzung:

Pyrit, Magnetkies, ?Titanit, Karbonat (Kalkspat I, II; z. Teil auch ankeritisch), Quarz, Chlorit.

Vererzung:

Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Bornit, Pyrit, Zoisit, Klinozoisit, Kalkspat III, Quarz (z. T. idiomorph).

Zementation und Oxydation:

Covellin, Cerussit, "Vogelaugen"-Pyrit, Limonit.

7. Genese und Alter der Vererzung

Sehr auffallend ist die Gebundenheit der Erze an die Grünschsteine, sodaß sich zunächst die Frage erhebt, inwiefern zwischen beiden eine Verbindung besteht. Betrachtet man zunächst den gesamten Zeller Lagerstättenraum, in dem die Vererzung in Diabasen, Spiliten und Keratophyren auftritt, so denkt man unwillkürlich an Kieslagerstätten der "Spilit–Keratophyr"-Grünsteinflolgen (D. S. KORSHINSKIJ 1965: 147), die mit den alpinen Kieslagerstätten (O. M. FRIEDRICH 1953: 385) ident sind.

Obwohl zwischen Zell am See und Mittersill entlang der Salzachtal-Linie eine Reihe von alpinen Kieslagerstätten vorkommt, wurden diese von unseren Betrachtungen ausgeklammert, da eine unmittelbare Verbindung zu unserer Blei–Zinkblende-Vererzung nicht gegeben ist. Außerdem ist es noch sehr fraglich, inwieweit unsere alpinen Kieslager auf eine postmagmatische Vererzung in Verbindung mit einer Propylitisierung zurückzuführen sind, die zur Bildung von Grünstein-"Spiliten–Albitophyren–Keratophyren–Porphyriten" (D. S. KORSHINSKIJ 1965: 149) führ-

te, denn in der Grauwackenzone ist die Spilitbildung entweder eine primäre, oder im Zuge der metamorphen Einformung vor sich gegangen.

Propylitisierungen werden daher, falls sie wirklich bei den Vererzungen der Kieslagerstätten beteiligt gewesen sein sollten, sehr schwer nachweisbar sein.

Wenn wir uns die Frage stellen, welche Deutungsmöglichkeiten uns für die Genese der Lagerstätte Thumersbach zur Verfügung stehen, müssen wir auch die Propylitisierung als eine rein theoretische Möglichkeit zu den folgenden mitzählen:

- a) Das Erz gehört zum primären magmatischen Bestand. Dies trifft sicher für die Erzminerale Magnetit, Magnetkies und z. T. auch für Pyrit zu.
- b) Postmagmatische, mit einer Propylitisierung Hand in Hand gehende Vererzung. Dafür gibt es keine Anhaltspunkte.
- c) Eine Vererzung in Verbindung mit autometasomatischen Vorgängen. Dieser Deutungsversuch ist insofern möglich, als man Minerale, die im Zuge eines autometamorphen Vorganges entstanden z. T. mit den Erzen in engster Vergesellschaftung findet.
- d) Bildung der Erze in Verbindung mit einem orogenen Vorgang. Dies ist am wahrscheinlichsten, da sich einerseits die Vererzung an den Großfalten; z. T. auch Internfaltenbau hält, andererseits die meisten neugesproßen Minerale der Grüngesteine in den Gängen mitauftreten.

Man käme also zu einem Vererzungsbild, wie es O. M. FRIEDRICH (1936: 149) für die Kieslager des Großartales (Schieferhülle) entwirft. Der primäre Erzbestand der Grüngesteine (Magnetit, Magnetkies, Pyrit, möglicherweise auch disperser Kupfergehalt) ist geradezu prädesti-

niert, die durchströmenden hydrothermalen Lösungen, die in Verbindung mit orogenen Äußerungen auftreten, zu fällen bzw. anzureichern.

Eine Alterseinstufung der Vererzung von Thumersbach vorzunehmen ist nach Ansicht der Verfasser verfrüht, denn hiezu müßte eine Reihe von wichtigen Punkten geklärt werden:

- a) Greift die Tauernkristallisation über die Salzachtal-Linie hinweg in die Grauwackenzone?
- b) Inwieweit ist es möglich, Mineralzonen innerhalb der Grauwackenzone zwischen Mitterberg im Osten und Mittersill im Westen aufzustellen?
- c) Läßt sich in der Grauwackenzone die variszische Kristallisation von der alpidischen trennen?

ad a):

Es ist recht auffallend, daß die Metamorphose mit der Annäherung an die Tauern – besser gesagt: zur Salzachtal-Linie hin – zunimmt, sodaß zwischen der Schieferhülle südlich davon und der Grauwackenzone nördlich davon kein oder kaum ein Metamorphose-Hiatus gegeben ist. Dies ist aber noch keine Indiz dafür, daß es sich um die gleiche Kristallisation handelt. Für die Vererzung in Thumersbach wäre die Klärung dieser Frage deshalb wichtig, weil die Kristallisation und damit auch die Vererzung ja auch variszisch sein könnte. Jedenfalls haben wir mit der Umwandlung eines Teiles der Plagioklase in Großkornepidot, Klinozoisit und Zoisit, die auch in den Erzen vorkommen (einerseits als Gangart, andererseits in Form von Einschlüssen) eine Mineralasoziation, die ganz der Tauern-Kristallisation entspricht, vor uns.

ad b):

Hiefür gibt es nur spärlich Hinweise. Einer der Verfasser

(H. MOSTLER) fand im Kitzbühler Raum zwischen Wildschönau und Paß Thurn gebietsweise nur Stilpnomelan- oder nur Biotit-Sprossung, wobei die Biotitführung meist im Südabschnitt der Grauwackenzone auftritt.

ad c):

Es ist ein sehr schwieriges Unternehmen, innerhalb der Grauwackenzone die Minerale, die alpidisch gesproßt sind, von denen variszischer Zeit abzutrennen. G. GABL (1964) H. UNGER (1967) und H. MOSTLER (1968) konnten in der oberkarbonen bis permischen Transgressionsserie über dem Altpaläozoikum folgende Minerale alpidischen Alters nachweisen: Hellglimmer, Chlorit, Albit, Epidot, Klinozoisit, Ankerit und Anhydrit. Wie steht es nun mit der Mineral sprossung in den eindeutig altpaläozoischen Gesteinen, die noch weitere Minerale wie Chloritoid, Stilpnomelan, Zoisit, aktinolithische Hornblende und Biotit führen? Ein Teil dieser eben aufgezählten Minerale wurde von H. MOSTLER^{†)} in Komponenten von Konglomeraten permischen Alters, die sich nur aus Material der Grauwackenzone zusammensetzen, gefunden, sodaß wir es sicher mit polymetamorphen Gesteinen zu tun haben und nur noch nicht wissen, wie wir die beiden Kristallisationen voneinander trennen können.

Daher kann eine Aussage über die zeitliche Einstufung der Lagerstätte Thumersbach nur eine rein spekulative sein. Der Vergleich mit Lagerstätten im Osten (Mitter-

^{†)} MOSTLER, H.: Über Altersfragen der Vererzung einiger Kupferkies-Fahlerzlagerstätten aus dem ostalpinen Paläozoikum (Dieser erste kurze Überblick wurde beim Lagerstättensymposium in Trient als Co-Referat zum Vortrag von H. UNGER über die Kupferlagerstätte Mitterberg gegeben).

berg) und im Westen (Nöckelberg, Bartholomäberg) läßt an ein variszisches Alter der Lagerstätte Thumersbach denken: Da diese Vererzungen bis in das Perm hinaufreichen können, ist es eine Sache der Definition, ob man in diesen Fällen noch von variszischen oder schon von alpidischen Vererzungen spricht.

Literaturnachweis

- ANGEL, F.: Über die spilitisch-diabasische Gesteinssippe in der Grauwackenzone Nordtirols und des Pinzgaues. - Mitt. Geol. Ges. Wien, 48, 1955: 1-15.
- BAUER, F.: Beiträge zur Geologie der Dientner Berge zwischen Dientner Bach und Griesser-Graben. - Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck, 1962: 97 p.
- EHRlich, C.: Ueber die nordöstlichen Alpen. Ein Beitrag zur näheren Kenntnis des Gebietes von Oesterreich ob der Enns und Salzburg in geognostisch-mineralogisch-montanistischer Beziehung. - Linz, 1850: 94 p.
- FRIEDRICH, O.M.: Zur Geologie der Kieslager des Großartales. - Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl., Abt. I, 145, 1936: 121-152.
- : Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. - Radex-Rdsch. 7/8, 1953: 371-407.
- FUGGER, E.: Die Mineralien des Herzogthumes Salzburg. - Jahresber. K. K. Oberrealsch. Salzbg., 11, 1878: 124 p.
- GABL, G.: Geologische Untersuchungen in der westlichen Fortsetzung der Mitterberger Kupfererz-lagerstätte. - Archiv f. Lagerstförschg. Ostalpen, 2, 1964: 2-31.
- HABERFELNER, E. - HABERFELNER, H.: Übersicht über die urkundlich erwähnten Bleiglanz- und Galmeibergbaue und Schürfe im Lande Salzburg. - Unv. Manuskript, 1. 3. 1950: 5 p.
- KORSHINSKIJ, D.S.: Abriß der metasomatischen Prozesse. - Schriftenreihe des praktischen Geologen, Berlin (Akademie-Verlag), 1965: 195 p.

- LOACKER, H.: Zur Geologie der Dientner Berge zwischen Zeller-Fruche und Griesser-Graben. - Unveröff. Diss., 88 p., Innsbruck, 1962.
- MOSTLER, H.: Zum Lagerstättenraum Leogang (Salzburg). - Unveröff. Gutachten der Lagerstättenabteilung Pennarroya, Paris, 1966.
- : Der Zeller-Lagerstättenraum. - Unveröff. Gutachten der Lagerstättenabteilung Pennarroya, Paris, 1967.
 - : Anhydrite and gypsum in low-grade metamorphic rocks along the northern margin of Grauwackenzone (Tirol, Salzburg). - Symposium on the Geology of Saline Deposits, Hannover, 1968 a (in Druck).
 - : Das Silur im Westabschnitt der nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg). - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 18, Wien, 1968 b (in Druck).
- PITTIONI, R.: Urzeitlicher Bergbau auf Kupfererz und Spurenanalyse. Beiträge zum Problem der Relation Lagerstätte-Fertigobjekt. - Arch. A., Beiheft 1, 1957: 76 p.
- PREUSCHEN, E. v.: Notiz betr. Erzvorkommen Michei-Graben. - Univ. Manuskript, 10.6.1953: 1 p.
- UNGER, H.: Geologische Untersuchungen im Kupferbergbau Mitterberg in Mühlbach/Hochkönig (Salzburg). - Unveröff. Diss., 60 p., Innsbruck, 1967.

Anschrift der Verfasser:

Doz. Dr. J.G. HADITSCH, Institut für Mineralogie und Gesteinskunde, Montanistische Hochschule, 8700 Leoben.

Dr. H. MOSTLER, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Innsbruck, 6020 Innsbruck, Universitätsstraße 4/II.