

Mineralogisches zu Friedrichs Lagerstättenkarte der Ostalpen

Von H. Meixner, Knappenberg

(Lagerstättenuntersuchung der Österreichischen Alpine-Montangesellschaft)

(Beispiele der Bedeutung mineraltopographischer Forschung zur Erkennung von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Lagerstätten und Mineralvorkommen und zur Erläuterung der Lagerstätten- und Mineralisationsprovinz.)

(Examples of the importance of mineralo-topographical research having for its objective to ascertain the connection between the different deposits and occurrences of minerales and the extension of the zones of deposits to the area of mineralization of the Eastern Alps.)

(Exemples de l'importance des recherches mineral-topographiques aussi bien pour la connaissance des relations entre des différents gisements et des occurrences minérales, que pour une extension de la province de métallisation à une province de minéralisation.)

Die Erzmikroskopie ist ein recht junger Zweig mineralogischer Forschungsarbeit, ohne den Lagerstättenuntersuchungen heute kaum mehr denkbar sind. Sie liefert sowohl wertvollste Unterlagen für die Aufklärung einer Lagerstätte, wie für genetische Vergleiche, für die Erkennung von Zusammengehörigkeiten oder Verschiedenheiten zwischen verschiedenen Lagerstätten. Nach sehr frühzeitigen, tastenden, doch bald aufgegebenen Versuchen von B. Granigg (Leoben, muß man für die Mitte der zwanziger Jahre A. Tornquist (Graz) es als Verdienst werten, daß er in Österreich in ausgedehnterem Maße die erzmikroskopische Untersuchung von Lagerstätten nach Verfahren, die insbesondere von H. Schneiderhöhn und P. Ramdohr in Europa eingeführt worden sind, in Angriff genommen hat. Tornquists Bearbeitungen betreffen vorwiegend Einzellagerstätten und bei diesen wiederum erfolgte die Aneinanderreihung von Anschliffbeobachtungen an einem mehrminder vollständig oder willkürlich selbst aufgesammelten oder zufällig vorhandenen Probenmaterial. Mit deshalb haben sich manche von Tornquists genetischen Deutungen und Folgerungen nicht durchsetzen können. Friedrich hat in dieser Zeit zusammen mit Clar und Tornquist begonnen, sich in die erzmikroskopischen Untersuchungsverfahren einzuarbeiten, aus seinen in rascher Folge erschienenen erzmikroskopischen und lagerstättenkundlichen Bearbeitungen — Waldenstein (1929), Heuberggraben (1930), Lamprechtsberg (1932), Kliening (1933), Zinkwand u. a. Lagerstättengruppen — der Schladminger Tauern (1934), Rotgülden (1934), Reißbeckgruppe (1935), Schellgaden (1935), Kieslager Großarlal (1936), Vererzung des Nockgebietes (1936) —, die 1937 im „Überblick über die ostalpine Metallprovinz“ (9) ihre Zusammenfassung und Krönung gefunden haben, spricht eine wesentlich andere Arbeitsweise, als aus Tornquists Veröffentlichungen. Ich hatte in diesen Zeiten Gelegenheit, bei einigen dieser oft wochenlang dauernden Aufsammlungen und Untersuchungen Friedrichs in manchmal schwierigem Gelände, in gelegentlich gerade noch fahrbaren alten Gruben als stiller Begleiter mitzuwirken. Friedrichs Arbeitsweise bestand bei jeder gebietsweisen Bearbeitung darin, keine Mühe und keine Zeit zu scheuen, möglichst

jedem in der Literatur, in alten Gutachten verzeichneten oder gesprächsweise von Jägern und Hirten in Erfahrung gebrachten Erzvorkommen nachzugehen, die Ortsverhältnisse zu studieren, Proben in möglicher Vollständigkeit aufzusammeln. So kam das Material zustande, das ihm zur erzmikroskopischen Durcharbeitung diente, das ihn im Verein mit den teils vorhandenen, teils ergänzten geologischen Unterlagen, und Aufschlußbeobachtungen befähigte, einheitliche Lagerstättengruppen in bestimmten Bereichen auszuscheiden.

Überblickt man unser neueres Lagerstättenschrifttum aus dem Ostalpenraum, so findet man manche Einzelbearbeitungen darin, systematische Untersuchungen im oben aufgezeigten Friedrichschen Sinne sind kaum angedeutet. Große Gebiete existieren, die für erzmikroskopische Lagerstättenbearbeitungen noch als Neuland gelten können, die Friedrich naturgemäß auch nur aus Übersichtsbegehungen und vereinzelten Anschliffproben bekannt werden konnten. Um so mehr ist es zu begrüßen, daß Friedrich nun allein und ausgehend von seinen eigenen Untersuchungen das Wagnis unternommen hat, seine große Lagerstättenkarte, seinen Freunden und den Besuchern seines Institutes seit mehr denn zehn Jahren als „Stecknadelwandkarte“ bekannt, in die er alles ihm aus persönlicher Kenntnis, aus Literatur und Gutachten Zugängliche einordnete, der Öffentlichkeit zu übergeben. Die Zahl der darin enthaltenen rund 1400 Lagerstätten und Lagerstättchen zeigt eindringlich, daß es für einen einzelnen und auch für ein einzelnes Institut unmöglich ist, sie eingehend und modern zu untersuchen. Es ist zu hoffen, daß diese einzigartige Übersicht genug Anregungen zu gebietsweisen, ähnlich gründlichen mineralogisch-lagerstättenkundlichen Neubearbeitungen geben wird. Mögen sie zahlreich im Sinne erprobter Arbeitsmethoden erfolgen!

Ich bin gerne der Aufforderung Friedrichs nachgekommen, zu seiner Lagerstättenkarte mich zur Fragestellung zu äußern, inwieweit mineraltopographische Erkenntnisse jetzt und bei künftigen Untersuchungen in den Ostalpen die in der Karte enthaltenen Angaben ergänzen und vervollständigen können. Die folgenden Ausführungen dürften zeigen,

daß das sehr wohl der Fall und zur Gewinnung eines vollständigen Überblickes sogar notwendig ist. Die vorzubringenden Beispiele sind teilweise in der Literatur bereits veröffentlicht. Wenn ich dabei genötigt bin, vielfach eigene Arbeiten anzuführen, so liegt der Grund darin, daß sich heute eine sehr geringe Anzahl von Forschern mit derartigen Fragestellungen beschäftigt.

Grundlage zu solchen Untersuchungen liefern zunächst die jetzt zu Unrecht vielfach verpönten mineraltopographischen Zusammenstellungen, die „Landesmineralogien“, die im Ostalpenraum mehrfach bereits im letzten Jahrhundert ihre neueste Bearbeitung erfahren haben. Diese mineraltopographischen Lexika, die also keineswegs „bloß für Sammler“ Bedeutung haben, sind nun, 70 Jahre und mehr seit ihrem Erscheinen, naturgemäß reichlich unvollständig. Sehr viele neuere Angaben sind sehr verstreut in vielen mineralogischen, petrographischen, geologischen und montanistischen Arbeiten, in oft gar nicht leicht zugänglichen Zeitschriften veröffentlicht.

Friedrichs Lagerstättenkarte enthält auf einer dem Kartenmaßstab entsprechend vereinfachten geologischen Untermauerung die Erz- und einige Nichterzlagerstätten verzeichnet. Selbst bei der dabei erfolgten Beschränkung auf Vorkommen, die wenigstens beschürft wurden, sind in der Karte 1:500.000 oft in einem Lagerstättenzeichen, eine ganze Gruppe benachbarter, gleichartiger Vorkommen enthalten, die erst auf 1:100.000 oder 1:25.000 getrennt ausgeschieden hätten werden können. Für die genetische Erklärung eines Gebietes kann auch ihre genauere Aussonderung manchmal von Wert sein und dann wird man in einzelnen Fällen auch jene Erzfundstätten einbeziehen, die größenordnungsmäßig eben nur als „Mineralvorkommen“ zu verzeichnen sind. Ich denke z. B. an eine ganze Reihe von kleinen Kupferkies-Zinnober-Vorkommen im Paläozoikum von Graz links und rechts der Mur, wovon als „Quecksilberlagerstätte“ im oben erörterten Sinne nur „Dalakberg-Rein“ erfaßt werden konnte.

Es mögen jetzt etwa 450 Mineralarten sein, die aus dem Ostalpenraum bekannt geworden sind; meine Zusammenstellung von 1939 ist inzwischen auch schon recht unvollständig geworden (18). Selbstverständlich eignet sich durchaus nicht jedes Mineral zur Feststellung und Ergründung von genetischen Beziehungen. Der Mineralnachweis allein genügt nicht, immer soll die Gesamtparagenese mitbehandelt werden. Und genau so wie bei geologisch-stratigraphischen und geologisch-tektonischen Parallelisierungen nicht jedes Fossil oder jede Messung einer Faltenachse als „Leitelement“ übernommen werden darf, ist es auch mit den Mineralen. Nur sehr mit Auswahl kann gebietsweise in manchen Fällen von „Leitmineralen“ gesprochen werden.

Die Feststellung von Machatschki (1926), daß ein vorher für Phillipsit gehaltener Zeolith aus dem Basalt von Weitendorf (südlich Graz) Barium führt und somit Harmotom ist, hat z. B. Tornquist (26, S. 89/90) als Hauptbeweis für seine Auffassung gedient, daß die barytführenden Blei-Zinklagerstätten des Typus Bleiberg „Minerallösungen

aus einem Magma waren, aus welchem die pontischen Basalte am Ostrand der Alpen herzuleiten sind.“ Ich habe zwar selbst aus Hohlräumen des Weitendorfer Basalts viel später sogar Baryt nachgewiesen, trotzdem scheinen mir so weitgehende Folgerungen die einigermaßen überprüfbaren Zusammenhänge bei weitem zu übersteigen.

Aus Klüften im Chloritschiefer des Hollerbachtales (Hohe Tauern) ist auch Harmotom bekannt, trotzdem kann daraus ernstlich weder auf eine Zusammengehörigkeit dieses Gesteins mit dem Weitendorfer Basalt, noch auf Zusammenhänge zwischen den alpinen und den basaltischen Kluftmineralen geschlossen werden. An Erzen selbst ist aus Klüften des Weitendorfer „Basalts“ (richtiger basaltischer Trachyandesit oder Shoshonit) lediglich Pyrit in geringen Mengen bekannt geworden. In den oststeirischen Basalten (Stein, Steinberg, Hochstraden, Klösch) wurde selbst Pyrit noch nicht beobachtet. Keinerlei andere Vererzungen sind in diesen Gebieten in oder außerhalb der Basalte bisher gefunden worden. Der „Basalt“ (basaltische Andesit) von Kollnitz im Lavanttal fällt auch in dieser Hinsicht nicht aus der Reihe.

Auf Grund ganz andersartiger Überlegungen¹⁾, kam W. Petrascheck (1932) zur Meinung, daß die tertiäre Ostalpenvererzung auf einen andesitischen Vulkanismus zurückzuführen sei. Aus dem Gleichenberger Gebiet (Trachyandesit, Trachyt und „Liparit“) ist kein Vorkommen bekannt, das wenigstens als zeitweise beschürfte „Lagerstätte“ bezeichnet werden könnte. Auch in der Nachbarschaft treten keine derartigen Vererzungen auf. Ebensowenig weist der kürzlich entdeckte Biotitandesit aus dem Leithakalk von Retznei (Hauser, 1952), wie übrigens unsere gesamten, weitverbreiteten Leithakalke, keinerlei Vererzungen auf. Bezieht man „Mineralvorkommen“ mit ein, so ändert sich damit das Bild für die Gleichenberger Eruptivgesteine selbst, etwas, ohne daß daraus irgendwie weitreichendere Folgerungen begründet wären. Der „Quarztrachyt vom Typus Schaufelgraben“ (Angel—Marchet, 1939) enthält im bekannten Steinbruche an ein Kluftnetz gebunden, eine mineralogisch ziemlich reichliche, monomineralische Pyritvererzung. Aus winzigen Hohlräumen der heute Trachyandesit genannten Gesteine der Gleichenberger Klause hat schon Sigmund (1902) Siderit und Kalzedon angegeben; viel reichlicher kam ein stark manganhaltiger Eisenspat, neben Kalkspat und „Kalzedon“ (= Lussatit) um 1939 im gleichen Gebiete vor (Meixner, 1939). In der morphologischen Ausbildung (eigenartige Pseudomorphosen usw.) zeigt dieser Siderit überraschende Ähnlichkeiten mit einem von Rosický (1928) beschriebenen Vorkommen aus einem mährischen Andesit. Schouppé (1952) hat es recht wahrscheinlich gemacht, daß die heilsamen chemisch recht einheitlichen, hypotonischen Natronsäuerlinge des Gleichenberger Gebietes entgegen früheren Ansichten, nicht vom älteren Trachyt-, sondern vom jüngeren Basaltvulkanismus abzuleiten

¹⁾ „Im Alter, in ihrer weiten Verbreitung, deren letzte Ausläufer noch in die Ostalpen gehen, und der starken Förderung von Eisen und Magnesia, liegen Hinweise auf die Andesite vor.“

sind. Allein die am Nordausgang der Klause im Trachyandesit gelegene Stahlquelle fällt durch ihre Zusammensetzung als akratisher Eisensäuerling vollständig aus der übrigen Reihe. Mit einer ziemlich eindeutigen Beziehung zu ihr möchte ich die oben erwähnten Sideritabscheidungen im selben Gestein der Klause in Zusammenhang bringen. Damit sollen hier die Betrachtungen über, wenn auch kleine, doch sichtbare Vererzungen an unserem jungen, oststeirischen Vulkanismus beschlossen sein. Weitergehende Auswirkungen, wie sie jüngst Hiebleitner (12, S. 69) mit dem andesitischen Vulkanismus am Balkan erblickt hat, sind in unserem Raum mineraltopographisch derzeit nicht zu belegen.

Die weiteren Betrachtungen lassen sich ziemlich zwanglos gliedern, wenngleich gewisse Überschneidungen dabei selbstverständlich sind:

1. In einer Ausweitung der Lagerstättenübersicht, auf zwar vielfach bloß ganz kleine, doch sonst absolut gleichartige Erzvorkommen (Beispiel Molybdänglanz) und auf das Verfolgen bestimmter Erz- und Begleitminerale in Nachbargesteine und benachbarte Mineralparagenesen hinein unter Ableitung der sich daraus ergebenden Beziehungen.

2. In denselben Gebieten in der Ausdehnung auf Mineralparagenesen, die ihrer Zusammensetzung nach nicht Erz-, sondern Minerallagerstätten und -Vorkommen darstellen (Beispiele Lazulith, alpine Kluftminerale, Beryll u. a.). Eine solche Ergänzung, um von den Erzlagerstätten der „ostalpinen Metallprovinz“ unter Einbeziehung gewisser Minerallagerstätten zur Aufstellung einer „ostalpinen Mineralisationsprovinz“ zu kommen, habe ich 1939 bei der Betrachtung verschiedener Zeolithparagenesen schon angeregt (19, S. 259).

Zur Auswertung des vorliegenden mineraltopographischen Materials kann man aber auch von etwas andersartigen Problemstellungen ausgehen, sich etwa die Frage vorlegen, wo,

3. nach Anordnung und Paragenese ein jeweils bestimmtes Mineral (z. B. Spodumen, Scheelit, Beryll, Lazulith, Piemontit usw.) vorkommt, oder

4., noch allgemeiner, wo alle Minerale, die ein jeweils bestimmtes Element (z. B. Li, Be, Mo, W, Ni, Co, As, Bi usw.) als Hauptbestandteil enthalten, auftreten. Auch Nebenbestandteile (Spurenelemente) können, wenn genügend Beobachtungsmaterial vorliegt, in solche Betrachtungen einbezogen werden; zahlreiche Arbeiten von H. Haberlandt und Mitarbeitern und F. Hegemann gehen dieser Forschungsrichtung im Ostalpenraume nach. Durchläuferminerale und -Elemente dazu auszuwählen, wird im allgemeinen nicht erfolversprechend sein. Nach beiden Gesichtspunkten, nach 3. und 4. durchgeführte Untersuchungen liegen bereits vor, worauf noch zurückzukommen sein wird.

Gleichen Zielsetzungen diene „Über einige typomorphe Minerale in den Ostalpen“ (22), wobei, worauf mich Prof. Angel freundlichst aufmerksam machte, „typomorph“ von mir etwas abgewandelt verwendet wurde, als es Beckes und Eskolas Ge-

brauch in ihren Tiefenzonen- bzw. Faziesgliederungen entsprechen würde.

Zu 1.: Über die zahlreichen Vorkommen von Molybdänglanz aus dem Gebiete der Hohen Tauern und Zillertaler Alpen sind bereits möglichst vollständige Zusammenstellungen veröffentlicht worden (21, S. 36; 22, S. 198). Diese Häufung von Molybdänglanzfunden [1950 konnte ich 20, 1952 schon 23 aufzählen und jetzt sind wieder 2 neue, in der Goldlagerstätte Schellgaden (Ramdohr, 1952) und beim Scheelitvorkommen am Elschekamm (Kontrus, 1952) zu ergänzen] im Tauernbereich, von denen mehr als die Hälfte bezeichnenderweise erst in den letzten 20 Jahren aufgefunden worden sind, übersteigt jedes mögliche Ausmaß eines bloß zufälligen Beobachtungs- und Registrierungsergebnisses, wenn man gegenüberstellt, daß aus dem ganzen übrigen Österreich bloß 6 Molybdänglanzfunde (in bestimmten Pegmatiten bzw. Erzparagenesen) bekannt geworden sind. Weite Räume mit kristallinen und darunter zum Teil auch mächtig entwickelten granitischen Gesteinen (u. a. Öztaler Alpen, Silvretta, Ferwall, Kreuzeckgruppe, Gleinalpe, Wechsel . . .) sind bisher völlig frei davon. Im Tauernbereich finden wir den Molybdänglanz zunächst in Aplitgranit, Porphyrganit, pegmatoiden Schlieren des „Zentralgneises“ u. dgl., hier z. T. mit Beryll (Aquamarin); besonders bemerkenswert ist, daß Schroll (10, S. 94) kürzlich auch etwas Zinnstein als Paragenesengefährten von Molybdänglanz und Beryll beim bekannten Vorkommen nächst dem Hotel de l'Europe in Badgastein feststellen konnte. Dann treffen wir Molybdänglanz in den verschiedenen Untertypen der Tauern-Goldlagerstätten und schließlich noch ab und zu in reinen Quarzgängen. Besonders aufschlußreich sind uns Molybdänglanzfunde, wenn in den Tauerngranitbereichen das Erz in benachbarte Gesteine abgewandert ist: Molybdänglanz im Amphibolit von Riffelkees-Totenköpfe (21, S. 36), im Talkschiefer von Schellgaden, wo er wenige Meter entfernt, vorerst im Aplitgranit entdeckt worden ist (20, S. XXVIII; 21, S. 36) oder im Serpentin vom Rotenkopf-Ochsener (Zillertal). In solchen Fällen ist er als Zeuge für „granitische Restlösungen“ oder „Ichor“ zu werten. Dasselbe scheinen mir Blättchen von ged. Gold zu besagen, die z. B. in talkisierten Zonen eines Serpentin vom Happ (Venedigergruppe) gefunden wurden. Auf diesem Wege gewinnt man dann aber auch wertvolle Anhaltspunkte, ob ein schon vorher vorhandenes Gestein im Zuge der alpinen Metallisation beeinflusst worden ist und es kann gelingen, Akte der Mineral- und Gesteinsumprägung dieser begründbar zuzuordnen. Auf diesem Wege habe ich versucht, die Bildung der Listwänit-Talklagerstätte Schellgaden zu erklären (20).

Sehen wir uns nun die Verhältnisse beim Scheelit, unserem praktisch einzigen Wolframmineral in den Ostalpen an [von Wolframit hat neuerdings Ramdohr (1952) ein einziges Korn in einem Anschliff aus der Goldlagerstätte Schellgaden entdeckt]. In voller Übereinstimmung mit dem weltweit bekannten Zusammenvorkommen von W- und Mo-Mineralen, hier Scheelit und Molybdänglanz, sind auch bei uns diese Erze an einer ganzen Reihe von

Fundorten bereits paarweise nachgewiesen. Es muß besonders betont werden, daß alle 14 österreichischen Scheelitvorkommen (22. S. 198/199) aus dem Tauernbereich stammen. In (22) wurden bloß 10 angeführt; seither sind folgende dazugekommen: Steinbruch Hirschau bei Böckstein (H. Haberlandt, 1952), Nabfelder Goldstollen (desgl.), Paselstollen (Mitteilung K. Zschocke, 1953) und mehrere Funde an der Magnesitlagerstätte Lanersbach/Zillertal (Mitteilung P. Weiß). Scheelit findet sich also bei uns in pegmatoiden Bildungen des Zentralgranits, in verschiedenen Untertypen der Goldlagerstätten, in Quarzgängen und — als alpines Klufftmineral! Die zahlreichen Neufunde des Minerals aus den letzten Jahren zeigen, daß es früher leicht übersehen worden ist. Insbesondere durch Mitverwendung vom kurzwelligem U.V.-Licht hatten Schemintzky und Haberlandt (10, S. 94) mehrmals Erfolg. Scheelit gilt allgemein als Indikator für saure Zufuhr bei pegmatitisch-pneumatolytischen, kontaktmetasomatischen und hydrothermalen Bildungen. Nachdem sein Auftreten im Tauernbereich z. B. von der Goldlagerstätte Schellgaden über das Vorkommen am Elschekamm zu mehreren Funden in alpinen Klüften dem durchaus entspricht, erlangt der Nachweis von Scheelit in den eigenartigen Klufftbildungen (Olivin xx, Apatit xx, Magnetit xx, Kalkspat, Diospid, ged. Kupfer mit verschiedenen Nickelerzen, alles in Chrysotil eingebettet) vom Riffelkees-Totenkopf-Stubachitserpentin besonderes Gewicht.

Zu 2.: Als Musterbeispiel kann auf die Verbreitung des Phosphates Lazulith (17; 22, S. 198) verwiesen werden. Bei ihm ist im Tauernbereich kein unmittelbarer Zusammenhang mit irgendwelchen Erzlagerstätten festgestellt. Lazulith tritt in Gangquarz mehrfach um den Granatspitzkern und vielleicht auch im Zillertaler Bereich auf. Von besonderem Interesse bei diesem Mineral ist, daß weitere, paragenetisch vergleichbare Funde, einerseits um die „Grobgneise“ verbreitet in den Raabalpen, andererseits im Monte Rosa auftreten. In diesen beiden Gebieten existieren auch kleine Erzlagerstätten, die genetisch wieder mit solchen aus dem Tauernbereich vergleichbar sind. Auf Lazulith in den Werfener Eisenlagerstätten wird gleichzeitig in einem anderen Zusammenhange besonders eingegangen (23).

Es gibt zweifellos noch eine Menge anderer Minerale und Mineralparagenesen, die auf mineraltopographischer Basis regional ausgewertet werden können. Ganz besonders muß auf unsere „alpinen Klufftmineralparagenesen“ verwiesen werden, die u. a. gelegentlich mit ged. Gold, Kupferkies, Bleiglanz, Scheelit usw. auch bereits Beziehungen zu den Erzlagerstätten des Bereiches erkennen lassen. Seit der berühmten Übersicht von Weinschenk (28) hat vor allem Leitmeier (z. B. 13; 14; 15;) im Norden und Süden des Tauernraumes viele wertvolle Daten über das Vorkommen der „alpinen Klufftminerale“ zusammengetragen, wenngleich heute noch keine systematische genetische Untergliederung für diese Gruppe von Mineralagerstätten für die Ostalpen vorliegt. Auf Übergangsbildungen von Erzlagerstätten zu „alpinen Klufftmineralen“, die die letzteren wenigstens in einzelnen Fällen als Ausklang der Ver-

erzung zuordnen, hat Friedrich in seinen grundlegenden Arbeiten und auch der Verfasser mehrfach hingewiesen. Dabei hat es sich außerdem gezeigt, daß „alpine Mineralklüfte“ keineswegs auf Hohe Tauern und Zillertaler Alpen beschränkt sind, sondern auch in den Niederen Tauern und anderen Teilen der Ostalpen, zum Teil ebenfalls in Verbindung mit Erzlagerstätten, weite Verbreitung haben. In bezug auf Vollständigkeit der Paragenesen, auf Ausdehnung der Klüfte und auf Größe und Schönheit der Kristallbildungen stehen die Vorkommen in Tauernbereich und Zillertalern in den Ostalpen allerdings immer noch sonst unerreicht da, vergleichbares haben nur wieder gewisse Gebiete der Westalpen geliefert.

Zu 3.: Als Folge der schon einleitend angedeuteten natürlichen Überschneidungen kann hier nochmals auf die schon unter 1. behandelten Minerale Molybdänglanz und Scheelit oder auch auf Lazulith von 2. verwiesen werden. In ähnlicher Weise wurde auch schon das Auftreten aller österreichischen Wulfenitfunde (über 20 Vorkommen) mit ziemlich eindeutigen Ergebnissen diskutiert (21, S. 36/37). Als typisches Beispiel zu Punkt 3 dieser Gliederung ist auf die kürzlich erschienene „Genetische Übersicht über die österreichischen Flußspatvorkommen“ von Matz (16) hinzuweisen, worin die etwa 90 bekannten Flußspatfundstätten paragenetisch ausgewertet werden. Als „Lagerstätte“ von Flußspat ist davon höchstens die Achselalpe zu bezeichnen, doch wurde auch schon in Bleiberg daran gedacht, das Fluorid im Rahmen der flotativen Aufbereitung abzusondern. Alle anderen sind reine Mineralvorkommen, manche von ihnen liefern allerdings in Sammlerkreisen anerkannte, begehrte und schöne Stufen, Fundstätten, die darauf gelegentlich auch schon „fast bergmännisch“ ausgebeutet wurden. Eine Anzahl dieser Flußspatfundorte liegen in Erzlagerstätten, die natürlich als solche auch in Friedrichs Karte enthalten sind, andere fallen mit alpinen Mineralklüften zusammen; darüber hinaus konnten aber noch eine Reihe weiterer Flußspatparagenesen herausgearbeitet werden, trotzdem es sich auch hier wieder herausgestellt hat, daß manche Unterlagen leider als sehr vage und dürftig anzusehen sind.

Eine Arbeit mit ähnlicher Zielsetzung, doch einen viel größeren Raum umspannend, „Der Staurolith in den Alpen“, ist schon sehr frühzeitig von K. Weiß (29) veröffentlicht worden; seither sind gar manch neue Staurolithfundstätten allein in den Ostalpen aufgefunden worden. Da Staurolith wenigstens teilweise ein wichtiges Streßzonen- und Faziesmineral ist, wäre eine Neubearbeitung ein vielleicht lohnendes Unterfangen.

In recht verschiedenartigen Paragenesen tritt bei uns auch Andalusit auf: in Pegmatiten, in Quarzgängen, an Tiefen- und Ergußgesteinskontakten. Eine Zusammenstellung fehlt noch. Recht interessant sind die in einzelnen Teilen der Ostalpen verbreitete vorkommenden Paramorphosen von Disthen nach Andalusit. Für das Korralpengebiet sind sie von Czermak (8) zusammengestellt worden und es ist bemerkenswert, daß P. Beck-Mannagetta (3) in seiner geologischen Karte

des Rosenkogels bei Stainz sowohl die Fundpunkte solcher Paramorphosen, als auch die von Quarz-Disthenknollen verzeichnet hat.

Bei verschiedenen eigenen Untersuchungen hat es sich als nützlich und wertvoll erwiesen, sich des Minerals Skapolith anzunehmen und sein verschiedenartiges Auftreten in Marmoren des Altkristallins zu studieren.

Zum Abschluß dieses Abschnittes soll noch des Lithiumsilikates Spodumen gedacht werden. Die Fragestellung könnte auch lauten: Welche Li-Mineralie gibt es im Ostalpenraum und wo liegen sie? Sie fielen schon in die folgende Gruppe 4. Da Spodumen wenigstens vorläufig unser einziges Li-Mineral ist, kann auch schon hier darauf geantwortet werden. Er tritt stets in Pegmatiten auf. Von Ratschinges westlich Sterzing erwähnen ihn bereits Liebener und Vorhauser (1852); das ist Altkristallin der Laaser Serie (= Obere Gleinalmhülle). Vom Hüttenberger Erzberge nannte Seeland (1876) Spodumen; da kein Belegstück vorhanden war und auch nähere Bestimmungsdaten fehlten, stand ich lange dieser Angabe sehr skeptisch gegenüber, bis bei gemeinsamem Suchen auf der Albertstollenhalde Kollege Clar ein größeres Pegmatittrümmchen auffand, das mir die eindeutige Feststellung von Spodumen gestattete. Die hiesigen Pegmatite entstammen einer Serie mit Marmor, die wiederum der Gleinalpe zu parallelisieren ist, aber schon im Grenzbereich zum „Koralpenkristallin“ liegt. Die Pegmatite mit Spodumen unterm Schöcklkreuz ober Radegund bei Graz (Angel, 1934) lagern im Altkristallin, von dem es nicht ganz feststeht, ob zur Gleinalm- oder zur Koralmserie gehörig. Das schönste und reichste Spodumenvorkommen der Ostalpen entdeckte ich 1947 in einem Steinbruch in Edling bei Spittal an der Drau, die Schiefer, in denen der Pegmatit hier steckt, scheinen Schwinnners Lieser-Serie (= Koralpe) zuzugehören; doch fehlen nähere geologische Kartierungen in diesem Gebiete noch völlig. Durch ein uraltes Stück aus der Rosthorn-Sammlung war schließlich ein weiteres, der Literatur vorher entgangenes Spodumenvorkommen zu belegen: aus dem Barbaragraben bei Gutenstein (Meixner, 1950); dieses „Gutensteiner Kristallin“ zählt nach Kieslinger (1928) zur Bretsteingruppe der Gleinalmserie und er berichtete von einer „enormen pegmatitischen Durchtränkung, auch in jungen Quergriffen, die besonders östlich von Gutenstein dicht gedrängt auftreten.“

Das stimmt also alles genetisch gut zusammen, alte und neue Funde von Spodumen von Südtirol bis Südostkärnten kommen in Pegmatiten des Altkristallins sicher der Gleinalm-, vielleicht auch der Koralmserie und in Grenzgebieten vor.

Alte Salzburger Angaben (Rußegger; Ehrlich; Reißacher; Köchel; Fugger, 1878), die aber wahrscheinlich alle auf dieselbe Quelle zurückgehen, berichten nun, daß von Spodumen „schöne Krystalle und derb, stenglig, apfel- und berggrün, Glimmerblättchen enthaltend, im Quarz des Glimmerschiefers eingewachsen“. „In der Taurach im Seidelwinkel des Raurisenthal, in der Nähe des Tauernhauses“ gefunden worden sind. Berwerth und Wachter (4, S. 36) haben das noch übernommen. Ist schon eine solche Spodu-

menparagenese äußerst seltsam und auffällig, so ist es besonders wertvoll, daß schon Wachter (27, S. 48/49) diesen Irrtum berichtete und für dieses Vorkommen die Identität mit dem bereits von Breithaupt (1865) beschriebenen Rauriser Zoisit feststellte. Verwechslungen von Zoisit und Spodumen, sie ähneln äußerlich sich oft sehr, sind in der Literatur mehrfach enthalten. Nicht uninteressant ist es in diesem Zusammenhange, daß Rosthorn seinen Gutensteiner Spodumen offensichtlich ursprünglich als „Zoisit? im Granit von Prävali“ (Rosthorn und Canaval, 1853, S. 64) betrachtete. Die eingangs gestellte Frage findet also folgende Beantwortung: Li-Mineralie (Spodumen) kennen wir heute nur aus dem Altkristallin der Ostalpen. Dem Tauernbereich mit seinen alpidischen Metallisationen scheint Lithium fremd zu sein. Ähnlich dürfte es sich mit Niob und Tantal verhalten, doch liegen darüber noch besonders wenige Beobachtungen vor (Tapiolit und Columbit im Pegmatit von Spittal an der Drau, nicht näher bestimmte Nb-Ta-Erze der obigen Gruppen aus Pegmatiten Nieder- und Oberösterreichs). Wie leicht man infolge falscher Literaturangaben mit unrichtigen Mineralbestimmungen zu Fehlschlüssen gelangen kann, zeigt die Geschichte des „Spodumens“ aus der Rauris (Hohe Tauern!), die nur aus diesem Grunde hier eine so ausführliche Darstellung gefunden hat.

Zu 4.: Von den bereits vorhin unter 1. bis 3. gebrachten Beispielen kann wieder auf die Verbreitung der Elemente Molybdän (21; 22); Wolfram (22) und Lithium verwiesen werden. Es gibt aber außerdem schon einige ältere Arbeiten, die der gleichen Fragestellung nachgegangen sind. Die meines Wissens erste dieser Richtung in unserem Raum „Sulfidisch-arsenidisches Ni-Co auf alpinen Erzlagerstätten“ stammt von Hiebleitner (11); seine Zusammenfassung gibt Art und Ziel eindeutig wieder: „An Hand einer tabellarischen Übersicht des Auftretens und der Eigenarten der sulfidisch-arsenidischen Ni-Co-Erze auf alpinen Erzlagerstätten werden einige genetische Beziehungen erörtert“. Seinem sehr vorsichtig ausgedrückten Ergebnis, eine Alters- und Magmengemeinschaft für die verschiedenen, Ni-Co-führenden Lagerstätten im Tauernraum, in der Grauwackenzone und in den Muralpen für möglich zu halten, ist auch heute nichts hinzuzufügen. Die Zahl an seither neu entdeckten Ni-Co-Mineralvorkommen, auch in Lagerstätten, ist allerdings ziemlich angewachsen. Hierher fällt die Entdeckung von verschiedenen Nickel-, aber nicht Kobalterzen in einer Reihe von Serpentinien aus den Ostalpen. Das Auftreten von Ni wird vielfach als Anzeichen für Herkunft aus „basischen Gesteinen“ gewertet; da wir Co in diesen aber ebensowenig wie etwa Bi finden, in unseren Erzlagerstätten aber häufig die Gruppierung Ni-Co-Bi auftritt, ist die Herleitung aus Metabasiten alles weniger als zwingend.

Eine weitere Studie dieser Arbeitsrichtung ist Czermak-Schadlers „Vorkommen des Elementes Arsen in den Ostalpen“ (7). Mit bewunderungswürdiger Gründlichkeit haben die Verfasser für ein relativ häufiges Element (120 Vorkommen!) sowohl die Literatur eingehend durchgekämmt, als auch zahlreiche neue Daten aus eigenen Lagerstättenbegehun-

gen beigebracht. Sie haben ihr Material dann nach verschiedenen Gesichtspunkten geordnet und kamen für die Mehrzahl der Vorkommen zur Auffassung, daß das Element Arsen „kennzeichnend für die hydrothermale Phase einer magmatischen Abfolge“ ist. Diese Datensammlung von Czermak und Schadler (7) benützte kurz nachher Schwinner (25), um „Die Verbreitung des Elementes Arsen in ihrer Beziehung zum Gebirgsbau der Ostalpen“ zu diskutieren.

Hiebleitner (12) hat kürzlich, ausgehend von seinen Erfahrungen am Balkan, von den dort erkannten Zusammenhängen von Antimonvererzungen mit Andesitmassiven versucht, solche Verbindungen auch zu den Antimonvorkommen in den Ostalpen herzuleiten. Auch zu dieser Arbeit wurde viel mineralogische Literatur gesichtet. Sehr erschwert werden in diesem Falle genetische Schlüsse dadurch, daß auch nach meinen Erfahrungen eine beträchtliche Anzahl von alten „Antimonit“-Angaben schon bewiesenermaßen sich auf andere Erze (Bleispießglanze, Wismutglanz) bezieht oder, da nie ordentlich bestimmt und kein Belegmaterial vorhanden, ganz unkontrollierbar sind. Außerdem ist Antimon, gerade in Verbindung mit Pb und Bi in den Bleiantimon- und Bleiwismutspießglanzen, in Fahlerzen und Bournonit durchaus auch ein Element unserer Tauernvererzung. Schlaining kenne ich aus eigener Anschauung nicht. Für die Antimonitvorkommen des Drautales erscheint es mir sowohl nach alten Angaben von R. Canaval, als auch aus zahlreichen eigenen Anschliffen höchst bemerkenswert, daß der Antimonit mit Kalkspat als Gangart in einer zerbrochenen Arsenkiesvererzung mit Quarz als Gangart auftritt. Die Antimonvererzung folgte in unbekanntem zeitlichen Abstand einer Arsenkies-Pyrit-Au-Vererzung.

Zum Abschluß soll in gleicher Weise, doch ohne absolute Fundortsvollständigkeit anzustreben, noch kurz das Auftreten der Elemente Bi, Te, Hg und Sr im Ostalpenraum gestreift werden.

Bi:

Wismut ist ein im allgemeinen typisch an saure, granitische Abfolge gebundenes Element, das daher für genetische Betrachtungen besonders geeignet erscheint. Wismutminerale sind auf österreichischem Boden weder aus Gebieten alter Granite, noch aus Pegmatiten des oberostalpinen „Altkristallins“ oder des Wald- und Mühlviertels bekannt.

Dagegen haben Bi-Erze geliefert:

Ni-Co-Lagerstätten Zinkwand-Vöttern: ged. Wismut, Wismutglanz, Wismutfahlerz.

Bleiglianz-Fahlerzlagerstätten Patzenkar: Wismutglanz, Emplekit (CuBi_2S_2), Wittichenit ($\text{Cu}_3\text{Bi}_2\text{S}_5$).

Arsenlagerstätte Rotgülden: ged. Wismut, Wismutglanz.

Goldlagerstätte Schellgaden: Tetradymit ($\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$).

Goldquarzgang Bärenbad / Hollersbach: ged. Wismut, Cosalit ($\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$).

Goldbergbau Siglitz: ged. Wismut, Wismutglanz.

Goldbergbau Radhausberg: Wismutglanz, Cosalit, Galenobismutit (PbBi_2S_4), Tetradymit.

Kupferkieslagerstätte Mitterberg: ged. Wismut (in Fahlerz).

Goldlagerstätte Kliening: ged. Wismut, Wismutglanz, Wittichenit.

Eisenspatlagerstätte Hüttenberger Erzberg: ged. Wismut, Wismutglanz.

Eisenspatlagerstätte Waldenstein: ged. Wismut.

Radenthein: Aus der Magnesitlagerstätte habe ich eben Proben von Bleiglianz-Quarzgängen in Untersuchung. Im Bleiglianz sind u. a. Tetradymit und wahrscheinlich auch Wismutglanz enthalten.

Bei all diesen Vorkommen handelt es sich um alpidische Vererzungen, die auch im übrigen Mineralbestand stoffliche Verwandtschaften untereinander erkennen lassen. Die Wismuterze, ged. Wismut und Wismutglanz sind auf den meisten dieser Lagerstätten nach makroskopischen Funden vielfach schon lange bekannt. Nach Mitteilung von Freund Friedrich ist Wismut viel häufiger, als allgemein bekannt, bei der erzmikroskopischen Durchmusterung vieler kleiner Kupferkies-Fahlerz-Eisenspatlagerstätten der Grauwackenzone von ihm aufgefunden worden.

Unsichere und falsche Bi-Erzvorkommen in Österreich:

Steffelwald bei Mittersill: „Wismutglanz, von Arsenkies begleitet, kleine Lager in Thonschiefer bildend“ (Fugger, 1878). Recht zweifelhaftes Vorkommen, Fuggers Zitat scheint nur auf einer Mitteilung von J. Rubegger (1835!) zu basieren.

Schwarz Bertastollen im Revier Altzeche: „Wismut-haltige Fahlerze, um's Jahr 1890 gewann man bei der Hütte in Brixlegg ca. 30 kg Bi (als Nebenprodukt)“, Gasser (1913).

Eichberg am Semmering: Aus der Magnesitlagerstätte beschrieb Großpietsch (1911) „Eichbergit“ als neues Bi-Erz. Analyse sicher falsch. Wahrscheinlich ein (vielleicht Bi-haltiger) Boulangerit (O. Friedrich).

Schwarzleo/Leogang: „Wismuth, als Anflug und in sehr dünnen Schnürchen in Ankerit, begleitet von Buntkupfererz und Kupferkies“ (Fugger, 1878); das betreffende Belegstück des Salzburger Museums hat Buchrucker (1891) revidiert und als „Fahlerz im Gemenge mit Smaltin“ erkannt!

Von großer Bedeutung sind bei der Auswertung auch negative Nachweisergebnisse: Bi-Minerale gibt es nicht in den Blei-Zinklagerstätten vom Bleiberger Typ, ebensowenig aus den Antimonitlagerstätten, wie einer Reihe anderer Lagerstättentypen. Vermerkt muß auch werden, daß die Eisenspat-Kupferkies-Lagerstätten der nördlichen Grauwackenzone, verglichen etwa mit den Tauerngoldgängen oder mit Eisenspat vom Hüttenberger Typus, arm an Bi sind; nur der unsichere „Wismut-

fahlerzfund“ von Schwaz und die zuerst von Böhne als ged. Au geduteten Bi-Einschlüsse im Fahlerz von Mitterberg sind der Literatur nach, hier anzuführen. Doch kennt Friedrich weitere, erzmikroskopisch festgestellte Vorkommen. Ein bemerkenswertes Ergebnis ist das Fehlen von Bi-Mineralen im Eisenspatlagerstättenzug vom Semmering über den steirischen Erzberg bis zur Teltschen bei Aussee.

Te.:

Die Kenntnis von Te-Erzen im Ostalpenraum ist noch recht jung. An Vorkommen wurden genannt:

Goldlagerstätte Schellgaden:

Altait (PbTe), Sylvanit ($\text{Ag}_2\text{Au}_2\text{Te}_8$) und Tetradymit ($\text{Bi}_2\text{Te}_7\text{S}$).

Goldlagerstätte Radhausberg:

Tetradymit.

Als neuer Fundort kann wahrscheinlich Tetradymit im Bleiglanz aus dem Magnesit von der Millstätter Alpe bei Radenthein hier an gereiht werden.

Sehr beachtenswert wäre ein weiterer Te-Erz-Nachweis, von dem Klebelsberg (1939), ohne Quellenangabe, unter „Erzvorkommen in den Zentralalpen westlich des Silltals“ bloß erwähnt, daß „der Bleiglanz zum Teil Silber (Hessit) enthält“. Hessit (Ag_2Te).

Hg.:

Als Quecksilberträger kommen bei uns bisher nur Zinnober (vereinzelt auch wohl meist sekundär entstandenes ged. Quecksilber) und, wirtschaftlich lokal nicht unwichtig, Quecksilberfahlerz (Schwazit) in Betracht.

Das Auftreten von Zinnober näher zu verfolgen, gewinnt deshalb besonderen Anreiz, weil seine lagerstättenkundliche Stellung ziemlich eng umrissen ist: magmaferne Abscheidungen aus hydrothermalen Lösungen von etwa 100°C (P. Ramdohr, 1950).

Bei den nachfolgend genannten Zinnober (\pm Quecksilberfahlerz-) Vorkommen aus der Grauwackenzone bzw. damit äquivalentem Paläozoikum aus den Ostalpen ist keinerlei Vollständigkeit angestrebt worden, sondern hier wird nur bezweckt, die relative Häufigkeit von Zinnober in Lagerstätten dieser Schichtglieder anzudeuten: Eisenspatlagerstätte Gebra/Pillersee; am Kogl bei Brixlegg; Rothenstein bei Serfaus; Gand und Flirsch; bei Prutz; Erzlagerstätten Erasmusgrube und Vogelhalt/Leogang; Magnesitlagerstätte Entachenalm/Dienten; Eisenbergbau Hölln und Schäfferötz/Werfen¹⁾; Kupferlagerstätte Mitterberg (Quergangklüfte); Johnsbach; Radmer; Steirischer Erzberg; Krumpen; Reiting; Polster; Brandberg; Neuberger; Edlach/Payerbach-Reichenau; Dalakkogel und andere Orte um Gratwein; Hohe Rannach und Zösenberg bei Graz; Hohes Kohr/Turracher Höhe und Rotrasten (Ebene Reichenau); Ruden und Schwabegg (hier auch Zinnober in Schwer-spat); Kotschna bei Eisenkappel; Javoriagraben;

¹⁾ Nach freundlicher Mitteilung von K. Matz wurde von ihm 1951 Zinnober auch im Schurfbau Taghaube bei Mühlbach/Hochkönig, in dem die Eisenerze die gleiche geologische Position, wie in Schäfferötz besitzen, aufgefunden.

Waidisch; St. Josef/Loibltal; Thörl bei Tarvis; Buchholzgraben bei Stockenboi; Glatschachgraben bei Dellach.

Ein Großteil dieser Vorkommen betrifft Eisenspatlagerstätten vom Typus des steirischen Erzberges; der Hüttenberger Typus ist frei von Quecksilbermineralen!

Nach den alten Angaben von Zinnober „in beträchtlicher Menge“ (Buchrucker, 1891) in magnetischer Gangart aus den Erzlagerstätten von Leogang (von hier auch mit Zinnober imprägnierter Zölestin), ist es von hohem Interesse, daß Zinnober nun auch aus der Magnesitlagerstätte Entachenalm/Dienten nachgewiesen worden ist (Siegl, 1953).

Zinnober zusammen mit Antimonit, wird nur von Neustift und Kurt/Schlaining und von Maltern/NNW Neustift, nicht aber aus den Antimonlagerstätten des Drautales berichtet.

Den Bleizinklagerstätten vom Bleiberg-Typus fehlen Hg-Erze völlig.

Die Quecksilbervorkommen Kärntens erfahren gerade durch Friedrich und Krajicek (Teil I, 1952) eine moderne, monographische Bearbeitung.

Aus den Hohen Tauern + Zillertaler Alpen gibt es meines Wissens bloß eine einzige Nachricht über Zinnober vom „Radhausberg bei Böckstein“, „klein krystallinisch, derb, eingesprengt und angeflogen, scharlach- bis dunkelcochenilleroth mit Eisenkies, auf Quarz“ (Fugger, 1878). Sie erscheint mir nach Fundort, wie Mineralbestimmung höchst überprüfenswert. Denn alle Lagerstätten im Tauernbereich, wie ebenso die hochtemperierten Vererzungen außerhalb derselben (z. B. Zinkwand, Puchegg/Vorau, Kliening usw.) sind bisher frei von Zinnober befunden worden. Haberlandt und Schiener (1951), die sich kürzlich mit der Mineral- und Elementvergesellschaftung um Badgastein-Siglit-Radhausberg beschäftigt haben, berichten nichts über Zinnober oder andere Hg-Erze aus diesem Gebiete.

So kann für die weitaus überwiegende Zahl der Quecksilbervorkommen nördlich, wie südlich der Zentralzone festgehalten werden, daß ihr Auftreten sich überraschend gut einer alpidischen und einheitlichen Ostalpenvererzung im Sinne von W. Petrascheck (z. B. 24), O. Friedrich (z. B. 9) und E. Clar (5; 6) eingefügt.

Sr:

Es sind bloß einige wenige Mineralarten, die in unserem Gebiet vorkommen und Strontium als Hauptbestandteil enthalten, Strontianit (SrCO_3) und Zölestin (SrSO_4), denen eventuell noch Kalziostromantit (Emmonit, ein Ca-haltiger Strontianit) und Barytozölestin (Mischkristalle Baryt-Zölestin) an die Seite gestellt werden können. Sr-Phosphate, -Borate, -Silikate sind bei uns noch völlig unbekannt. Aus der Schweiz, aus dem Dolomit des Binnentals und auf Magnesit aus dem Simplontunnel wurde dagegen schon Goyazit [= Hamlinit, $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$] nachgewiesen.

Bei der geochemischen Stellung, die das Element Strontium einnimmt, ist bei einer Diskussion der regionalen Sr-Mineralvorkommen von vornherein kein so eindeutiges Ergebnis zu erwarten, wie es etwa Mo, W, Bi oder Hg zu liefern vermögen.

Die Zahl der Vorkommen unserer Strontiumminerale ist in den letzten Jahren aber derart angestiegen, daß eine paragenetische Aufgliederung in ähnlicher Weise, wie es Matz (16) für Flußspat durchgeführt hat, wünschenswert erschien, um einmal einen ersten Überblick zu erhalten. In solchen Fällen, in denen ein Mineral (bzw. Minerale, die ein bestimmtes Element enthalten) weltweit bekannt in verschiedenen genetischen Gruppen (z. B. im sedimentären Zyklus und aus hydrothermalen Lagerstätten) auftritt, ist mit besonderen Schwierigkeiten zu rechnen. Dazu trägt die der Literatur nach teilweise recht unvollkommene Beschreibung der Vorkommen das ihre bei und manche Ergebnisse von heute werden bei künftigen Neuuntersuchungen ein anderes Gesicht erhalten. Auch ist selbst bei sonst rein hydrothermalen Mineralgesellschaften die Möglichkeit lateralsekretionärer Stoffmobilisation aus der engeren oder weiteren Nachbarschaft im Auge zu behalten. Strikte Beweise aufzufinden, wird selten möglich sein.

A) Strontiummineralvorkommen aus dem sedimentären Zyklus

- Hohe Munde bei Telfs:** Zölestin xx auf Spalten und als Steinkern von Austern und Muscheln in Mergelkalken der Raibler Schichten (Haas, 1912).
- Hall:** Große Zölestin xx auf grauem Kalk (Groth, 1878).
- Häring:** Im unteroligozänen Zementmergel und im Stinkstein, hangend zum Kohlenflöz, führen Kalkspatgänge Zölestin xx (Koechlin, 1905).
- Ischl:** 7 cm große Zölestin xx im Steinsalz (v. Hauer, 1853; Auerbach, 1869). Das von Haidinger (1847) gemeldete Vorkommen von Hallstatt ist nach Zepharovich (1873) mit dem Ischler Fund ident!
- Aussee:** Scheibenstollen, Stollenmeter 717: Zölestin mit Anhydrit und Kalkspat im Hallstätter Kalk (Meixner, 1952).
- Klein-Reifling:** Strontianit und Zölestin im Triaskalk erwähnten Schädler & Weiß (1935).
- Göstling im Ybbstal:** Zölestin xx auf Klüften im Kalkstein (wohl Trias) des Königsbergstollens der Ybbstaler Steinkohlenwerke (Haldenfund), nach Marchet (1924).
- Hetzendorf/Wien:** Zölestin xx im tertiären Tegel (W. Haidinger, 1847). Baryt xx sind aus dem Kalkmergel von Sievering bekannt (Tschermak, 1867).
- Bisamberg, Großer Steinbruch bei Langenzersdorf:** Stengeliger Strontianit in „ankeritischem Kalkspat“ (H. Haberlandt, 1938) oder im „Ankerit“ (H. Haberlandt, 1940). Die Zuordnung wird schwierig und ist unsicher, weil ich nicht entscheiden kann, ob der Strontianit hier tatsächlich

mit einer ankeritischen Eisenvererzung etwa im Kreideflysch auftritt.

Sonnberg bei Guttaring: Große Zölestin xx aus der Kernhöhlung eines Nautilus Seelandi aus den über der Eozänkohle lagernden Nummulitenmergeln (Meixner, 1950).

St. Cassian: Zölestin als Versteinerungsmittel und Steinkern von Ampullarien (Blum, 1847).

B) Strontiumminerale aus Hydrothermalbereichen:

Greiner: Aus Talk-Chlorit-Gesteinen des Greiner Serpentin körpers wurde außer Magnetit, Apatit (Spargelstein) und Breunnerit auch „Zölestin“ (Haidinger, 1847) beschrieben, der nach Zepharovich (1868) jedoch als Barytozölestin zu bezeichnen ist; das angegebene spez. Gew. von 4,13 ist für Ulliks Analyse $[(\text{Sr}^{272}, \text{Ba}^{209}) \text{SO}_4]$ zu niedrig, es entspräche bloß etwa 30 F.E.‰ BaSO_4 .

Hall: Zölestin, der angeblich aus der Haller Salzlagerstätte stammen soll, im Aussehen recht den Leoganger Stücken ähnelt (Groth, 1878), ist bereits in der vorhergehenden Gruppe angeführt worden. Hier muß jedoch der eigenartigen, mikroskopischen Zölestin xx, die neben Kupferkies im Steinsalz vorgekommen sind, gedacht werden (W. Haidinger, 1848). Genese unsicher.

Schwaz, Falkenstein und Ringenwechsel: Zölestin neben Fahlerz auf Dolomit nach Gasser (1913, S. 183 u. 508) und Tausch (1953). Von mehreren Orten des Schwazer Bergbaues wird, ohne Analysen, außerdem Kalziostrontianit angeführt (Gasser, 1913).

Brixlegg, Großkogel: Kugelige Anhäufungen spießiger Kristalle (auf Baryt der Fahlerzlagerstätte aufgewachsen) benannte Cathrein (1888) mit Kalziostrontianit: $[(\text{Sr}^{587}, \text{Ca}^{131}) \text{CO}_3]$; neuere Untersuchungen scheinen zu fehlen. „Barytozölestin“ $[(\text{Ba}^{504}, \text{Sr}^{83}, \text{Ca}^{11}) \text{SO}_4]$ vom Großkogel analysierte Bergmann bei Sandberger (1854/87) und ist besser als Sr-haltiger Baryt zu bezeichnen.

Leogang: Zölestin- und Strontianit xx aus der Kupferlagerstätte Leogang (Erasmusgrube, Danielstollen) waren bereits Mohs (1839) bekannt, sie gehören zu den berühmtesten und begehrtesten Mineralen dieses alten Bergbaues. Mehrere kristallographische Bearbeitungen, zuletzt Buchrucker (1891). Gangart wenigstens teilweise Magnesit!

Mitterberg: Nach Funden von K. Zschocke in der Mitterberger Kupferlagerstätte sind um 1932/33 etwa gleichzeitig von O. Nowak (Unveröffentl. Dissertation Univ. Wien) und von mir Zölestin und Strontianit (= „Zeolithe“ bei Böhne, 1931) festgestellt worden. Sie gehören nach Mitteilung von K. Matz mit Quarz, Baryt, Fahlerz, Zinnober, Apatit, Albit usw. der „jungen Querganggruppe“ an, die auch nach der gefügeanalytischen Untersuchung von Karl (1953) sicher alpidisch und paratektonisch gebildet worden ist.

Siglitzer Goldquarzgänge: Aus Quarzbändern im Bereich des Kupelwieser Ganges nen-

nen Haberlandt & Schiener (1951) grünlichweiße Strontianit xx in büschelförmigen Gruppen.

Umgebung Werfen: Aus den Lazulith-, Wagnerit-, Breunnerit führenden Quarzgängen, (Höllgraben, Raidlgraben usw.) ist seit Anfang des vorigen Jahrhunderts „Baryt“ bekannt (auch Hegemann & Steinmetz, 1927), ebenso aus den genetisch verwandten „Brauneisenlagerstätten“ (teilweise oxydierte Mg-Fe-Mischkarbonate) von Hölln, Schäfferötz usw. — Hatle & Tauß (1887) haben einen „Baryt“ aus der Lazulithparagenese analysiert und ihn als „Barytocölestin“ $[(Ba^{863}, Sr^{82})SO_4]$ beschrieben; der Analyse nach müßte das Mineral eher als Sr-haltiger Baryt bezeichnet werden. Eigene spez. Gewichtsbestimmungen an zahlreichen Werfener „Baryten“ scheinen Mischkristalle von Baryt bis zu etwa 50 F.E.% $SrSO_4$ zu belegen.

Oberdorf bei Bruck a. d. Mur: In dieser Spatmagnetitlagerstätte hat Matz (1939) das schönste und reichste Strontianitvorkommen Österreichs entdeckt; seltener kommen Zölestin xx mit vor (Matz, 1944/47).

Steinbauernfels bei Neuberg: Ein Mineral aus der Eisenspatlagerstätte wurde mit 97,65 % $SrCO_3$ als Strontianit erwiesen. (Jüptner, 1884).

Bleiberg-Kreuth, Grube Antoni: Zölestin xx mit Kalkspat und Anhydrit zwischen 3. und 4. Lauf; am 9. Lauf sind Zölestin xx Flußspatkristallen, die zur Pb-Zn-Vererzung gehören, aufgewachsen (Meixner, 1950).

Zu A: Aus diesem Material ist deutlich zu sehen, daß Zölestin (nicht Strontianit) mehrfach aus Salzlagerstätten nachgewiesen ist, daß Zölestin und seltener Strontianit aber auch unabhängig davon und ohne sichtliche Zusammenhänge mit hydrothermalen Vererzungen in triadischen und jüngeren Gesteinen einigermaßen verbreitet sind. Es ist zu erwarten, daß durch aufmerksame Beobachtung die Zahl solcher Vorkommen noch beträchtlich ansteigen wird.

Sehr auffällig ist, daß die Sr-Mineralien offensichtlich weder in paläozoischen Kalken, noch in den Marmoren des „Altkristallins“ zu Hause sind.

Zu B: Unsere 2 Strontiumminerale, Strontianit und Zölestin, finden sich zwar in verschiedenen Typen unserer Erz- und Minerallagerstätten, doch auffallenderweise jeweils nur mit ganz wenigen Fundpunkten besetzt: Tauerngoldgänge (1 Fund), Lagerstätten in der nördlichen Grauwackenzone von Fahlerz (2 Funde), von Kupferkies (2 Funde), von Eisenspat (1 Fund), von Magnesit (1 bis 2 Funde), im Bleiberger Typus (1 Fund).

Die kristallmorphologischen Parallelen zwischen Strontianit-, Zölestin- und selbst auch den flächenreichen Dolomit xx aus der Magnesitlagerstätte Oberdorf mit den alten Vorkommen von Leogang, wo Magnesit teilweise die Gangart bildet, müssen besonders betont werden.

In Eisenspatlagerstätten der Hüttenberger Gruppe fehlen Sr-Mineralien bislang.

Höchst eigenartig mutet der fast völlige Mangel von Sr-Mineralen in den Lagerstätten südlich der Zentralzone an. Auch unser Penninikum (Tauern + Zillertaler Alpen) ist mit Sr-Mineralvorkommen ganz auffallend schwach besetzt (Siglitz, Greiner). Eine weitere Frage, die derzeit wohl nicht zu beantworten ist, tritt auf, warum etwa die Radstädter Trias, wie auch die Matreier Zone ohne Sr-Funde sind. Kalksedimente enthalten nach Noll (1934) häufig einige 0,01 Gew.% SrO . Bei solcher „Allgegenwart“ von Strontium ist es schwer zu verstehen, warum eine lateralsekretionäre Strontiummobilisation doch nur bei der Bildung von ganz vereinzelt unserer Lagerstätten stattgefunden hätte.

Eine der nächsten Aufgaben sollte das Studium der Verbreitung des Elementes Ba im Ostalpenraum betreffen.

*

Damit sind für diese Übersicht auch eine Reihe von neuen Beispielen beigebracht worden, die zeigen, daß mineraltopographische Auswertungen wesentlich zur Aufklärung von Lagerstätten-Zusammenhängen beitragen können. Die Grundlagen dafür sind in mühevoller Kleinarbeit seit über 150 Jahren von Wissenschaftlern und Mineralsammlern zusammengetragen worden. Auch jetzt noch müssen weiterhin Bausteine gesammelt werden. Nichts verbindet Fachmineralogen und Mineralsammler stärker, als mineralparagenetische Forschungen. Gar manches Mineral ist erst theoretisch vermutet worden, bevor die Auffindung dann tatsächlich gelungen ist.

Wenn mich selbst gerade solche Probleme mineralogischer Forschungstätigkeit öfters gefangen nahmen, so verdanke ich das ganz wesentlich der Einführung in die mineralparagenetische Blickrichtung (1; 2:) durch meinen verehrten Lehrer und väterlichen Freund Prof. Dr. F. Angel, dem diese Studie dankbarst zugeeignet sei!

Zusammenfassung

Auf Grund mineraltopographischer Unterlagen, der Landesmineralogien und des seither erschienenen einschlägigen Schrifttums, kann das große in Friedrichs Lagerstättenkarte verarbeitete Material der mindestens beschürften Vorkommen für eine genetische Gesamtschau einer „ostalpinen Mineralisationsprovinz“ noch erweitert werden:

1. Durch Einbeziehung von allen kleinen, nicht als „Lagerstätten“ im obigen Sinne anzusprechenden Erzvorkommen (z. B. Molybdänglanz oder Scheelit im Ostalpenraum).
2. Durch die Ausdehnung auf bestimmte Mineralparagenesen, die nach Art und Menge als Rohstoffe wirtschaftlich uninteressant sind (z. B. Lazulith — Wagnerit — Pyrophyllit, Piemontit u. a. Mangansilikate, alpine Kluffminerale usw.);
3. das Auftreten bestimmter Minerale (z. B. Stauroolith, Spodumen, Scheelit, Beryll, Lazulith, Molybdänglanz, Flußspat, Strontianit u. dgl.), oder noch allgemeiner

4. von Elementen (z. B. Ni, Co, As, Bi, Li, Be, Sr, Ba, W, Mo, usw.), jeweils in Lagerstätten und in nichtbeschränkten Vorkommen kann gebietsweise diskutiert werden.

Auf die Ergebnisse bereits vorliegender Bearbeitung wird hingewiesen und neuere Beispiele (Spodumen bzw. Li, Bi, Te, Hg, Sr), die den Wert der mineralparagenetischen Forschung eindrucksvoll belegen, werden mitgeteilt.

Summary

On the basis of the available data, the mineralogies of the various Austrian alpine regions, and the literature on the subject published up to now, it is possible to complete the materials that were used for the construction of Friedrich's big map of mineral deposits, so that it will serve, at least, as far as prospected occurrences are concerned, for a general genetic review of the mineralization of the Eastern Alps:

- 1) By the incorporation of all minor occurrences of ores to which the term „deposit“ in the above sense is not applicable, for instance molybdenite or scheelite in the region of the Eastern Alps,
- 2) by extending it to mineral associations that, owing to their nature and extension, are not of economic interest as raw materials, for instance, lazulite, wagnerite, pyrophyllite, piemontite, silicates of manganese and „alpine Kluffminerale“,
- 3) by recording regionally the occurrences of certain minerals, for instance, staurolite, spodumene, scheelite, beryl, lazulite, molybdenite, fluorspar, strontianite etc., and
- 4) by recording elements, for instance, Ni, Co, As, Bi, Li, Be, Sr, Ba, W, Mo, etc. in deposits and not prospected occurrences.

Attention is called to the results of already available studies, and more recent examples (spodumen or Li, Bi, Te, Hg, Sr), that bear testimony to the value of research in the field of mineral associations, are cited.

Résumé

M. Friedrich a utilisé à la construction de sa carte des gîtes minéraux une abondance des données, concernant des occurrences au moins prospectées. A l'aide de la documentation minéral-topographique, c'est à dire des minéralogies régionales et de la littérature sur ce sujet publiée jusqu'à présent, il est possible de compléter ces données minières à un aperçu général génétique d'une province de minéralisation des Alpes orientales, à savoir:

1. en incorporant toutes les petites occurrences minérales, pour lesquelles le terme „gisement“ ne peut être appliqué dans le sens ci-haut (par exemple molybdénite ou schééélite dans la région des Alpes orientales).

2. par l'extension sur des certaines associations minérales, qui par suite de leur nature et étendue n'intéressent pas économiquement

comme matières premières (par exemple lazulite — wagnerite — pyrophyllite, piemontite, silicates des manganèse, ainsi que les „alpine Kluffminerale“ etc.).

3. on peut discuter de point de vue régional la présence et la distribution des certains minéraux (par exemple staurotide, spodumène, schééélite, beryl, lazulite, molybdénite, fluorine, strontianite etc.) ou — plus généralement encore —

4. la présence et la distribution des éléments dans les gisements d'un côté, dans des occurrences non prospectées d'autre côté, (par exemple Ni, Co, As, Bi, Li, Be, Sr, Ba, W, Mo etc.).

L'auteur tire l'attention du lecteur sur les résultats des recherches déjà publiées et explique des exemples plus récents (spodumène ou Li; Bi, Te, Hg, Sr) qui mettent en évidence la valeur des recherches paragenétiques.

Literaturverzeichnis

- (1) Angel, F., und R. Scharizer, Grundriß der Mineralparagenese. Wien 1932 (Springer), 1—293.
- (2) Angel, F., Ziele und Aufgaben der Parageneseforschung. Scientia. Milano 1935, 409—419.
- (3) Beck-Mannagetta, P., Zur Tektonik des Stainzer und Gamser Plattengneises in der Koralpe (Steiermark). Jb. d. Geol. B. A., Wien 1945, 151—180.
- (4) Berwerth, F., und F. Wachter, Mineralogisches und Geologisches aus der Umgebung des Sonnblick. I. 7. Jahressber. d. Sonnblick-Vereines f. 1898, 12—39.
- (5) Clar, E., Ostalpine Vererzung und Metamorphose. Verh. d. Geol. B. A., Wien 1945, 29—37.
- (6) Clar, E., Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. Geol. Rundschau, 41, 1953.
- (7) Czermak, F., und J. Schadler, Vorkommen des Elementes Arsen in den Ostalpen. Min. u. Petr. Mitt. 44, 1933, 1—67.
- (8) Czermak, F., Neue Funde von Paramorphosen nach Andalusit im Gebiete der Koralpe (Steiermark und Kärnten). Zentralbl. f. Min., 1938, A, 47—58.
- (9) Friedrich, O., Überblick über die ostalpine Metallprovinz. Zs. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesens im Deutschen Reich 85, Berlin 1937, 241—253.
- (10) Haberlandt, H., Neue geochemische Untersuchungen im Gebiete von Badgastein. Mikrochemie — Microchimica Acta 39, 1952, 92—100.
- (11) Hiebleitner, G., Sulfidisch — arsenidisches Ni—Co auf alpinen Erzlagerstätten. Zs. prakt. Geol. 37, 1929 (1—8).
- (12) Hiebleitner, G., Die geologischen Grundlagen des Antimonbergbaues in Österreich. Jb. d. Geol. B. A. 92, Wien 1949, 1—92.
- (13) Leitmeier, H., Einige neuere Mineralvorkommen im Gebiete des Habachtales, ein Beitrag zur Kenntnis der Entstehung der Zentralgranitgneise in den Hohen Tauern. Min. Petr. Mitt. 53, 1942, 271—329.
- (14) Leitmeier, H., Über die Entstehung der Kluffminerale in den Hohen Tauern. Tschem. Min. Petr. Mitt. 3. Folge, 1, 1949, 390—413.
- (15) Leitmeier, H., Mineralien des südlichen Venedigergebietes. Tschem. Min. Petr. Mitt., 3. Folge, 2, 1952, 115—122.
- (16) Matz, K., Genetische Übersicht über die österreichischen Flußspatvorkommen (mit Karten). Der Karinthin, Folge 21, 1953, 199—217.
- (17) Meixner, H., Das Mineral Lazulith und sein Lagerstätten-typus. Berg- u. Hüttenmänn. Jb. 85, 1937, 1—22, 33—49.
- (18) Meixner, H., Zusammenstellung der Minerale der Ostmark. Mitteil. Naturw. Ver. f. Stmk. 75, Graz 1939, 113—129.
- (19) Meixner, H., Zeolithe aus Niederdonau. Verh. d. Zweigst Wien d. Reichsst. f. Bodenschg., 1939, 254—260.

- (20) Meixner, H., Ein Besuch der Talklagerstätte Schellgaden im Lungau. Fortschr. d. Min. **23**, 1939, XXV—XXVIII.
- (21) Meixner, H., Wulfenit von der Gehrwand . . . und Bemerkungen über die Molybdän-Paragenesen in den Ostalpen. Berg- u. Hüttenmänn. Mh. **95**, 1950, 34—42.
- (22) Meixner, H., Über einige typomorphe Minerale aus den Ostalpen. Zs. Geologie **1**, Berlin 1952, 197—200.
- (23) Meixner, H., Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnetit und Eisenspatlagerstätten in den Ostalpen. Radex-Rundschau, 1953, im Druck.
- (24) Petrascheck, W., Die Magnesite und Siderite der Alpen. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Math.-nat. Kl. I, **141**, Wien 1932, 195—242.
- (25) Schwinner, R., Die Verbreitung des Elementes Arsen in ihrer Beziehung zum Gebirgsbau der Ostalpen. Min. Petr. Mitt. **46**, 1934, 56—72.
- (26) Tornquist, A., Die Blei- und Zinklagerstätten von Bleiberg-Kreuth in Kärnten. Wien 1927 (Springer), 1—106.
- (27) Wachter, F., Mineralogisches und Geologisches aus der Umgebung des Sonnblick. 8. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines f. 1899, 35—49.
- (28) Weinschenk, E., Die Minerallagerstätten des Groß-Venedigerstockes in den Hohen Tauern. Zs. Krist. **26**, 1896, 337—508.
- (29) Weiß, K., Der Staurolith in den Alpen. Zs. Ferdinandeum. 3. Folge, **45**, Innsbruck 1901, 127—171.