

# DER KARINTHIN



Beiblatt der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten  
zur Carinthia II: „Naturwissenschaftliche Beiträge zur Heimatkunde Kärntens“



Folge 45/46

Seite 205 - 248

8. Mai 1962

In dieser Folge finden Sie:

F. KAHLER: Unser "Karinthin" ist 15 Jahre alt geworden!	206
A. BAN: Bericht über die Herbsttagung 1961 d. Fachgruppe f. Mineralogie u. Geologie d. Naturw. Ver. f. K.	207 - 209
O.M. FRIEDRICH: Neue Betrachtungen zur ostalpinen Ver- erzung .....	210 - 228
Ch. EXNER u. E. WANDERER: Zur Kenntnis des Eklogitamphi- bolits im Debanttal (Schobergruppe, Osttirol).	228 - 234
H. TERTSCH: Kristallsymmetrie und elektrisches Verhalten.	235 - 240
H. MEIXNER: Die Paragenesen des Vivianits, insbesondere in österreichischen Vorkommen. ....	241 - 244
G. RIEHL-HERWIRSCH: Vorläufige Mitteilung über einen Fund von pflanzenführendem Oberkarbon im Bereich des Christophberges, Mittelkärnten. ....	244 - 246
H. MEIXNER: <u>B ü c h e r s c h a u</u> :	246 - 248
W.E. PETRASCHECK: Lagerstättenlehre, 2. Aufl. ....	246 - 247
H. SCHNEIDERHÖHN: Die Erzlagerstätten der Erde. II. Die Pegmatite. ....	247 - 248
O.M. FRIEDRICH: Erzminerale der Steiermark. ....	248

## An unsere Fachgruppenmitglieder und Freunde!

Wieder ist es uns möglich zur Frühjahrstagung eine stattliche Doppelfolge unseres Mitteilungsblattes trotz Erhöhung von Materialkosten und Auflagezahl herauszubringen. Ein Großteil unserer Mitglieder und Freunde hat uns mit Erlagschein einen freiwilligen Beitrag übersandt, wofür hier namens der Fachgruppe herzlich gedankt sei.

Besondere Zuwendungen liefen vom FACHVERBAND DER BERGWERKE (Wien), von der KÄRNTNER ELEKTRIZITÄTS A.G. (Klagenfurt) sowie von den Herren Musealvorstand i.R. Dr. A. MEIXNER (Graz) und Zentraldirektor Dr. Ing. E. TSCHERNIG (Klagenfurt) ein. Überdurchschnittliche Hilfen verdanken wir folgenden Förderern: Steinindustrie J. CLEMENTSCHITZ (Villach), R.F. ERTL (Wien), Dr. Ing. K.W. FIEBER (Klagenfurt), Prof. Dr. Ing. O.M. FRIEDRICH (Leoben), Dr. Ing. H. HOLLER (Klagenfurt), G. HUDELIST (Prutz, T.), Fr. v. KNAPPITSCH (Friesach), J. KOFLER (Gmünd, K.); Bergdir. Dipl. Ing. L. LEIPERT (Knappenberg), Dr. G. LEOPOLD (Wien), Dipl. Ing. A. LONDZIN (Villach), Dipl. Ing. H. MACHER (Graz), Prof. Dr. A. MARCHET (Mitterberghütten, Salzb.), Doz. Dr. W. MEDWENITSCH (Wien), Dipl. Ing. R. METZGER (Wien), MINERALOG. INST. d. UNIV. WIEN, Dr. H. PIRKL (Radenthein), Dir. J. RIEDLER (Salzburg), Bergdir. Dipl. Ing. W. SCHÄRINGER (Klagenfurt), Dr. E. SCHMIDT

Fortsetzung auf S. 209!

## Unser "Karinthin" ist 15 Jahre alt geworden!

Viele von uns, die den Anfang unserer Fachgruppe miterlebten, werden diese Zeitspanne ungern glauben wollen, so lebendig steht sie selbst mit ihren Anfängen noch vor uns!

Aus einem Versuch mit wenigen Blättern ist das ansehnliche "Beiblatt der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten zur Carinthia II" geworden. Es hat manches gebracht, was unseren vielen Sammlern zur Erweiterung ihrer theoretischen Kenntnisse von den so heiß geliebten Mineralen dient, es hat aber in erster Linie neue Forschungsergebnisse rasch mitgeteilt, die nicht nur für den Fachmann, sondern auch für den Sammler von Wichtigkeit waren und sind. All dies steht auf bisher nicht weniger als 1157 Seiten.

So soll es auch in Zukunft bleiben. Unser "Karinthin" geht heute in 450 Exemplaren an die Mitglieder der Fachgruppe, weiters an etwa 100 Nichtmitglieder sowie an rund 200 wissenschaftliche Institute und muß somit in Auflagen zwischen 800 und 850 hergestellt werden. Sein ursprünglich ganz bescheidenes Gewand ist besser geworden, aber wir wollen dieses nun beibehalten. Unser "Karinthin" muß leider billig angefertigt werden können, auch wenn seine Freunde ihm helfen.

Sein Schriftleiter ist von Anbeginn Dozent Dr. Heinz MEIXNER. Er wird die folgenden Zeilen nur ungern zum Druck bringen, denn wir alle wollen ihm auch auf diesem Wege für die viele Mühe herzlichst danken, zugleich aber auch besinnlich feststellen, in welchem bedeutendem Umfang durch ihn die Kenntnis von den Mineralfundorten und den Vererzungen der Ostalpen gewachsen ist, wieviele Freunde er zugleich aber dem Mineralreich warb, die wieder vielfach überaus wichtige Funde der Wissenschaft zugänglich machten oder gar dem Landesmuseum für Kärnten übergaben.

Diese große Wechselwirkung ist Freund MEIXNERS Werk. Wenn aber heute im Raum von Hüttenberg, von den Erzlagerstätten ausgehend sich im Grundgebirge der Ostalpen neue, ja aufregende Ergebnisse anbahnen, dann danken wir dies, der Größe der Aufgabe entsprechend, dem Wirken einer eifrigen und kenntnisreichen Arbeitsgemeinschaft, in der Heinz MEIXNER mitarbeitet, in den Kenntnissen und dem Fleiß nicht der letzte, aber bescheiden zurücktretend und es scheint mir nötig, auch dieses Wirken ein wenig bei diesem Anlaß hervorzuheben.

Franz KÄHLER.

Bericht über die Herbsttagung 1961 der Fachgruppe für  
Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereins  
für Kärnten.

Von. A. BAN, Klagenfurt

Am 11. November 1961 erwies sich der Vortragssaal des Landesmuseums infolge des außerordentlich guten Besuches mit über 136 Teilnehmern als praktisch bereits zu klein. Der Vorsitzende, Zentraldirektor Dr. Ing. E. TSCHERNIG begrüßte die Mitglieder österreichischer Hochschulen, die Berghauptleute von Hall i.T. und Klagenfurt, die Vertreter der Montanindustrie Österreichs und der Behörden Kärntens, wie die große Zahl von Mitgliedern und Freunden der Fachgruppe, die wiederum aus dem ganzen Bundesgebiet gekommen waren.

Als erster Vortragender sprach Prof. Dr. Ing. O.M. FRIEDRICH (Leoben) über "Neue Betrachtungen zur ostalpinen Vererzung" und zeigte, daß bereits wenige Jahre nach der letzten großen Zusammenfassung (vgl. Radex-Rdsch., 1953, 371-407, 408-416, 434-444) durch intensive Forschungen weitere Fortschritte zur Deutung unserer Lagerstätten erreicht werden konnten. Der Inhalt des Vortrages wird in dieser Folge des "Karinthins" wiedergegeben. An der Diskussion beteiligten sich die Professoren E. CLAR (Wien) und W.E. PETRASCHECK (Leoben) mit interessanten Hinweisen.

Dr. L. KOSTELKA (Klagenfurt) berichtete über "Auslegungen von Detailkartierungsergebnissen in den östlichen Gailtaler Alpen". Dieser Vortrag - veröffentlicht im "Karinthin", Folge 43/44, 1961, 198 - 202 - gab uns einen Einblick in die wissenschaftlich-praktische Geologentätigkeit bei der Bleiberger Bergwerks Union als Grundlage für ihren erfolgreichen Hoffnungsbau.

Speziell der Kreis der Sammler wurde von Doz. Dr. E.J. ZIRKL (Wien) mit dem Thema "Neue Beobachtungen und neue Minerale aus dem Basalt von Kollnitz im Lavanttal" angesprochen. Ausgezeichnete mikroskopische und makroskopische Farbaufnahmen, geologische Skizzen und aufschlußreiche Tabellen, sowie eine Ausstellung des Belegmaterials trugen sehr dazu bei, uns die Mineralwelt dieses einzigen Kärntner Basaltvorkommens nahezubringen, auch wenn es sich oft um nur winzige Kriställchen gehandelt hat. Die wissenschaftlichen Ergebnisse, wie u.a. die Entdeckung des seltenen Zeolithminerales *E r i o n i t* für Kollnitz, wurden bereits in Folge 43/44, 1961, S. 175-188 festgehalten.

Am Nachmittag fesselte Doz. Dr. H. MEIXNER (Knappenberg) die Zuhörer mit seinem gegenüber dem Programm erweiterten Thema "Drei mineralogische Überraschungen aus Kor- und Saualpe". Der erste Teil gab einen Überblick zum Vorkommen des Fe-Phosphat-Minerals *Vivianit* in Österreich und erreichte einen Höhenpunkt mit dem Bericht vom Nachweis eines prachtvoll kristallisierten neuen Fundes dieses Minerals aus dem Phosphatpegmatit vom Ebenlecker bei Modriach (Koralpe); nähere Mitteilungen über "Vivianit in Österreich" sind in dieser Folge unseres Mitteilungsblattes enthalten. Der 2. und 3. Teil seines Vortrages steht in engstem Zusammenhang mit der Gemeinschaftsarbeit der Geologischen Institute der Bergakademie Clausthal (Prof. Dr. A. PILGER), der Universität Tübingen (Prof. Dr. R. SCHÖNENBERG), der Universität Wien (Prof. Dr. E. CLAR) mit Lagerstättenuntersuchung der ÖAMG (Knappenberg) zur geologischen Neukartierung der Saualpe 1 : 10.000 (vgl. Carinthia II, 150, 1960, S. 7-28 und 151, 1961, S. 5-40). Im Zuge dieser Arbeiten wurde von Dr. W. FRITSCH (Knappenberg) und cand.geol. F. THIEDIG (Tübingen) in der mächtigen Görtschitztalstörung oberhalb von St. Johann ob Brückl eine Vererzung entdeckt, die vom Vortragenden als *ged. Arsen* erkannt werden konnte. Wir erhalten dadurch wertvolle genetische Verbindungen zu den Realgar - Ged. Arsen - Vorkommen vom Dragonerfels (vgl. Carinthia II, 151, 1961, S. 73), zur Stelzing bei Lölling und zum Hüttenberger Erzberg selbst! - Schon bei der vergangenen Herbsttagung konnte vom Vortragenden nach Funden von Dipl.Geol. N. WEISSENBACH (Clausthal) und F. THIEDIG (Tübingen) auf einige überraschende Vorkommen von *Korund* in Gesteinen der Saualpe hingewiesen werden. Nach den vielen anderen Abklärungen (vgl. die Zusammenfassung in der Carinthia II, 143, 1953, S. 132-139) war als letztes mineralogisches Problem der Saualpe nur noch das Vorkommen des im Jahre 1804 von F. MOHS beschrieben<sup>en</sup>, doch seither nicht mehr wiedergefundenen "Prehnits" verblieben. Einen ersten Hinweis erbrachte eine Aufsammlung von Prof. Dr. G. KOLLER (Wien) von Mineralen an einem Eklogit-amphibolit aus der Nähe des Klippitztörls, unter denen der Vortragende derben *Prehnit* feststellen konnte. Und knapp vor unserer Herbsttagung fand Dipl.Geol. N. WEISSENBACH (Clausthal) wiederum in Eklogitumgebung, doch diesmal in der zentralen Saualpe, Drusen mit großen, ganz prachtvollen *Prehnit*-xx, begleitet von wunderschönen, violettstichig nelkenbraunen *Axinit*-xx!

Dieses Borsilikat ist neu für die Saualpe, es kam in Kärnten bisher nur als Seltenheit in den Kalksilikatgesteinen der Lierschlucht bei Spittal an der Drau vor. Einige ausgezeichnete Belegstücke bezeugten diese Neufunde, wobei auch nicht auf Proben für die mineralogische Sammlung unseres Landesmuseums vergessen worden ist.

Der Nachmittag bot weiterhin reichlich Gelegenheit zu Diskussion und Erfahrungsaustausch, zu Mineralbestimmungen und Mineraltausch. Die Fa. BERGER (Mödling bei Wien) hatte wieder eine Verkaufsausstellung bereitgestellt. - Die Folge 43/44 unseres Mitteilungsblattes "Der Karinthin" ist an Fachgruppenmitglieder ausgegeben worden.

Gegen 17 Uhr ist diese wiederum so erfolgreich verlaufene Fachtagung beschlossen worden.

Nachzutragen zum Bericht von der Frühjahrstagung (vgl. Karinthin, Folge 43/44, 1961, S. 160-161) ist, daß am Vortag dieser Tagung, am 5. Mai 1961 im Landesmuseum in Klagenfurt bereits eine Anzahl von österreichischen Petrographen und Geologen zusammengekommen waren, um eine seit Herbst 1960 (Graz) laufende Diskussion über die Namengebung von metamorphen Gesteinen weiterzuführen. Es handelte sich insbesondere um die Abgrenzung und Unterteilung bei "Phylliten", "Schiefern" und "Gneisen". Es sind wesentliche Fortschritte für eine wenigstens in unserem Raum einheitlichere Auffassung erzielt worden und es wurde beschlossen, die Diskussion im Dezember 1961 in Wien fortzusetzen.

-----

Fortsetzung von Seite 205:

M. STEININGER (Wien),  
(Berndorf, N.Ö.), Prof. A. SCHMITZ (Klagenfurt), / A. STEININGER  
(Wien), F. STOCKLAUSER (Bischofshofen), Doz. Dr. F. TROJER (Radenthein), Prof. Dr. Ing. J. WIESENER (Wien), M. WINKLER  
(Klagenfurt), A. WINTER (Obervellach) und Dr. N.v. ZADORLAKY-  
STETTNER (Zürich).

Es ist für die Leitung der Fachgruppe keine Annehmlichkeit, Jahr um Jahr an unsere Mitglieder und Freunde mit der Bitte um freiwillige Hilfe herantreten zu müssen; es ist aber eine Freude es zu erleben, wie allein aus solchen Beiträgen unser kleines Mitteilungsblatt nun schon im 15. Jahr bestehen kann!

H. MEIXNER

## Neue Betrachtungen zur ostalpinen Vererzung.

Von O.M. FRIEDRICH, Leoben.

Es ist allgemein bekannt, daß in den Alpen ungemein zahlreiche Erzvorkommen vorhanden sind; wieviele ergibt sich aus kartmäßigen Darstellungen; eine solche gab ich 1953 mit der Lagerstättenkarte für die Ostalpen und HUTTENLOCHER (Bern) etwa um die selbe Zeit für die Westalpen heraus. Eine solche Vielzahl führt sofort zur Frage, ob diese Lagerstätten miteinander verwandt sind, aus welchem Ursprung sie stammen, warum sie auf so viele Kleinvorkommen verzettelt sind.

Überlegungen dieser Art gibt es schon, seitdem man Lagerstätten wissenschaftlich bearbeitet. REISSACHER (1848 für Gastein), TUNNER, POSEPNY, REDLICH und GRANIGG haben Überlegungen in dieser Richtung angestellt. 1928 sprach W. PETRASCHECK aus, daß ein Großteil der ostalpinen Lagerstätten einer einheitlichen alpinen Metallogenese angehöre, und 1932 betonte er die Verwandtschaft unserer Eisenspat- und Magnesitlagerstätten. PETRASCHECK geht dabei von der Überlegung aus, daß viele unserer Lagerstätten nach der Haupttektonik, nach den alpidischen Deckenschüben entstanden sind, daß aber Störungen, wie sie das Braunkohlen-Miozän zeigt, die Lagerstätten noch betreffen. Damit ist eine einheitliche recht jugendliche Vererzung vieler ostalpiner Lagerstätten wahrscheinlich gemacht worden. Von den Verhältnissen im Süden, in den Südalpen und Dinariden ausgehend, betrachtet er die Andesite als Erzbringer. A. TORNQUIST bearbeitet um diese Zeit ebenfalls verschiedene Lagerstätten und führt Basalte, Andesite, Dazite usw. als Quellen des Metallgehaltes an. Von den Zentralalpen-Gebieten ausgehend, betonen dann 1932 CLAR und ich, daß Kristallisationshöfe als Zentren der Vererzung angesehen werden können, daß viele Lagerstätten dieser Gebiete unter den P T-Bedingungen der Tauern-Kristallisation entstanden sind.

Ein an sich geringfügiger Anlaß brachte uns in der Kenntnis unserer Lagerstätten einen großen Schritt weiter: SCHWINNER kritisierte jene Lagerstättenkarte, welche H. SCHNEIDERHÖHN seinem großen Werk über die magmatischen Lagerstätten beigegeben hatte. Da in dieser Kritik Dinge unrichtig dargestellt wurden, entgegnete ich ihm, und es kam in der Folgezeit zu längeren Aussprachen im Schrifttum zwischen SCHWINNER, SCHNEIDERHÖHN und CLAR und mir. Sie führten dazu, daß SCHNEIDERHÖHN unsere ostalpinen Verhältnisse neu überdachte und 1951 auf der Herbsttagung in Klagenfurt seine

"Neue Lagerstätten-Gliederung" vortrug. SCHNEIDERHÖHN ging darin vom Gedanken aus, daß die Metalle vorwiegend nur durch variskische Granite gebracht worden seien, und daß diese Lagerstätten durch die nachfolgenden alpidischen Gebirgsbildungen mobilisiert in höhere Schichten verbracht und dort als "durchgepauste Lagerstätten" aufscheinen. CLAR nahm dazu noch 1951 in "Erzmetall" Stellung und schlug einige Verbesserungen in diesem Schema vor und W.E. PETRASCHECK äußerte sich 1952 dazu vor allem hinsichtlich der Beziehungen zur Vererzung des Südostraumes. Zuvor hatte ich 1948 auf Überschiebungsbahnen als Vererzungsflächen hingewiesen.

1953 fand in Mainz eine groß angelegte Tagung über Magmatismus und Metallogeneese statt. CLAR vertrat dort die ostalpinen Erfahrungen einer einheitlichen alpidischen Vererzung, weil die Lagerstätten 1.) räumlich in Zonen gegliedert sind, 2.) weil sie alpidisches Alter zeigen, d.h. jünger als die Haupttektonik sind, aber im Sinne von W. PETRASCHECK von nachfolgenden Störungen noch betroffen werden. Über die als Erzbringer in Frage kommenden Magmen kommt CLAR zum Schluß, daß der basische Magmatismus, der uns umgibt als Diabas bzw. Amphibolit vorliegt, zu alt sei und als Erzbringer ausscheidet. Die Periadriatica liegen exzentrisch zum Zonenbau der Lagerstätten, dessen Herd in der Tauernachse angenommen werden muß. Auch die Zentren der andesitischen Ergüsse liegen anders als die Zentren der Vererzung, und der finale Magmatismus ist nicht nur in den Alpen, sondern fast überall auf der Erde erzleer. Er kommt daher zum Schluß, daß die P-T-Bedingungen der Vererzung mit jenen der Tauern-Kristallisation zusammenfallen, daß die Tauernkristallisation der Größe des erforderlichen Herdes entspricht, und erklärt die Lagerstätten als Differentiate aus dem Granitwerden. Dabei kann auch alter Stoffbestand, beispielsweise basischer Gesteine, wirksam und merkbar werden. CLAR erklärt den Zusammenhang zwischen der Bewegung eines sauren Magmas, der Migmatit-Bildung, der Tauernkristallisation und der Vererzung als Folgen der Versenkung weiter Gebiete in große Tiefen. Tauerngranite und Periadriatica haben gleiche Herkunft aber verschiedenes Schicksal erlitten. CLARs Schlußsatz lautet: "Nach unserem heutigen Einblick ist die alpidische Vererzung nicht zu verstehen nur als eine Nebenäußerung irgendeines Teilvorganges der Gebirgsbildung wie beispielsweise als Magmatismus, sondern nur als eine im Sinne von H. STILLE spätorogen bis subsequente Äußerung der alpidischen Orogenese als Ganzes, mit ihrer tiefreichenden Tektonik, mit ihrem Magmatismus und mit ihrer Metamorphose der Zentralgebiete."

Zuvor hatte CLAR 1951 gezeigt, daß die Vererzung von Hüttenberg innig mit dem großen Görtschitztal-Bruchsystem zusammenhängt und durch die Alterseinstufung dieses Bruches auch das Alter der Vererzung festgestellt werden kann.

Im selben Jahr, 1953, gab ich einerseits als Antwort auf die letzte Äußerung SCHWINNERS meine Lagerstättenkarte zur Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in Leoben und Klagenfurt heraus (Radex Rundsch., 1953). Dazu nahmen CLAR und MEIXNER in ihren Begleitworten Stellung und gaben im damals erschienenen "Führer" nochmals eine übersichtliche Gesamtdarstellung (Carinthia II, 1953).

Damit waren 1953 alle wesentlichen Bau- und Grundzüge erkannt; und zwar Bewegungsbahnen und Brüche als Leitlinien und Wege der vererzenden Lösungen, die Metamorphose in Form der Tauernkristallisation als P+T-Bedingung, und wenn schon nicht als Metallspender, so doch als Motor für die Stoffwanderungen. Weiters waren die Einflüsse des Nebengesteins weitgehend geklärt und damit die alpidische Orogenese als Summe aller Vorgänge als Ursache der Vererzung erkannt.

Diese großzügige Darstellung fand in den Kreisen der Lagerstättenforscher allerdings wenig Widerhall und wurde von einigen bewußt scharf abgelehnt. SCHWINNER, der durch seine Grundeinstellung ein Gegner jeder Deckentheorie war und damit auch die einheitliche Grundlage der Vererzung ablehnte, starb 1953 und schied dadurch aus. Die Ansichten von LEITMEIER und SIEGL wurden von ANGEL, CLAR und mir widerlegt, und damit wird die Metasomatose seither für diese Lagerstättengruppe (Magnesit) ziemlich allgemein anerkannt. MAUCHER, SCHNEIDER und SCHULZ lehnen eine einheitliche Vererzung der Blei-Zink-Lagerstätten im Sinne von PETRASCHECK, CLAR und mir schroff ab, doch kommen wir darauf bei den betreffenden Lagerstätten noch zu sprechen.

SCHROLL glaubt die einheitliche Vererzung widerlegen zu können, weil Altersbestimmungen an verschiedenen Bleiglanzen und die Spurenelemente in verschiedenen Erzen nicht einheitlich seien. Die Altersbestimmung durch die Blei-Isotopen geht auf Verhältnisse im Atomkern zurück; diese sind eine Folge der Verhältnisse bei der Element-Entstehung aus der "Solar-Materie" oder des radioaktiven Zerfalles. Hingegen sind die Lagerstättenbildung und die Platznahme des Bleiglanzes eindeutig Reaktionen der Atomhülle. Es ist auch allgemein bekannt und jedem Chemiker geläufig, daß bei quantitativen

chemischen Vorgängen das Isotopen-Verhältnis nicht geändert wird. Wenn wir also irgendeinen beliebig alten Bleiglanz zu Blei verhütten, das Blei in Säure auflösen, daraus wieder PbS fällen und zu Bleiglanz rekristallisieren lassen, muß der neu gebildete Bleiglanz wieder das Isotopenverhältnis und damit das Alter des ursprünglichen Bleiglanzes zeigen. Laufen die chemischen Reaktionen aber nicht quantitativ ab, dann können sich innerhalb des Isotopenverhältnisses Verschiebungen einstellen, welche verschiedenes Alter des neuen Bleiglanzes gegenüber dem ursprünglichen vortäuschen; und wer wird behaupten wollen, daß eine Lagerstätten-Mobilisation durch eine Orogenese quantitativ die vorhandenen Bleimengen mobilisiert und niederschlägt!

Spurenelemente werden bei Lagerstätten-Regeneration oft mitwandern können. Sie können dabei aber auch zum Teil entfernt oder angereichert werden, sodaß sie vielfach keinen Hinweis auf die ursprüngliche Lagerstätte geben können (W. FISCHER 1960/61). Jedem Bergmann ist überdies zu seinem Leidwesen bekannt, wie schwierig es ist, von einer ausgedehnten Lagerstätte ein wirklich dem Durchschnitt entsprechendes Muster für eine chemische Analyse zu erhalten. Wie soll da ein beliebig und willkürlich entnommenes winziges Probestückchen "repräsentativ" für die Lagerstätte sein. Auch ist jedem Bergmann bekannt, daß oft durch Jahre hindurch ein Mineral auf einer Lagerstätte nicht gefunden wird und plötzlich ist es wieder in großen Mengen, in einem Erznest vorhanden (Löllingit, Wismut, Gold u.a. in Hüttenberg). Auf eine irrtümliche Auslegung der Magnesitvorkommen wird gesondert zurückgekommen werden.

Bevor wir auf die einzelnen Lagerstättentypen eingehen, wollen wir auch einen Blick auf den heutigen Stand der Lagerstättenkunde und ihrer Nachbargebiete werfen. H. STILLE hat die Zusammenhänge zwischen Geosynklinale, Magmatismus und Gebirgsbildung (Orogenese) auf Grund seiner weltweiten Erfahrung übersichtlich dargestellt. Diese Gliederung hat sich inzwischen allgemein bewährt und gehört heute zum bekanntesten Rüstzeug der Gesteinskunde und Geologie. Ein großer Kettengebirgszug entsteht nicht zufällig und durch einen einmaligen katastrophalen Akt, sondern durchläuft eine lange Bildungs- und Entwicklungsreihe. Sie beginnt mit einem großräumigen Absinken der Erdoberfläche in großen Trögen und Wannen, die als Geosynklinale bezeichnet werden und mit vielen 100, ja 1000 m Sedimenten zugeschüttet werden. Im Zusammenspiel mit diesem Zufüllen des Troges treten juvenile, magmatische Gesteine auf, die STILLE als initialen Magmatismus zusammengefaßt hat. Durch das Absinken der tiefen Schichten

werden in diesen Umbildungsvorgänge ausgelöst, die zu Metamorphosen, Granitisierung und schließlich zum Einschmelzen dieser Sial-Massen führen, welche als palingen entstandene Plutonite synorogen in den Ablauf der damit einsetzenden Gebirgsbildung (Orogenese) einbezogen werden. Nach Überschreiten eines Höhepunktes verfestigen die Massen, die fließende Verformung wird von einer Block- und Bruchtektonik abgelöst, mit der subsequenter Magmatismus häufig als Vulkanit im wesentlichen nachorogen auftritt. Die Grenze zwischen dem synorogenen und dem subsequenteren Magmatismus ist oft unscharf. Solange noch ein leichtes Sial-Magma in der Tiefe vorhanden ist, kann schweres basisches Sial-Magma nicht aufsteigen. Sind die Sial-Massen aber "eingefroren", so dringt basaltisches Magma als finaler Magmatismus hoch und tritt in Form von Basalten und ähnlichen Vulkaniten auf. H. BORCHERT erläutert Zusammenhänge zwischen Vererzung und dem Geschehen im Sinne von H. STILLE. K.R. MEHNERT betont 1960, daß die alte Ansicht nicht mehr gelte, wonach nur juvenile Granite erzeu reich seien, palingene aber erza rm. Die Mobilisation erfordert aber viel Wasser, und deshalb werden Metalle nur in oberen Bereichen (Epizone) der Orogenese verfrachtet. Schon 1942 hatte HELKE seinen zweiten Hauptsatz der Lagerstättenbildung aufgestellt: "Jeder Gebirgsbildung, jedem Orogen ist eine Lagerstättenbildung, ein Chalkogen beigeordnet." Ganz besonders wichtig sind aber Versuche von H.G.F. WINKLER geworden, die seit mehreren Jahren laufen und die Beziehungen zwischen Metamorphose und Granitisierung experimentell überprüfen. Es zeigte sich, daß bei  $350 \pm 70^\circ$  und 2000 atü eine Umbildung von Sedimenten zur Grünschiefer-Fazies einsetzt, und bei Wärmehöhen von 670 bis  $740^\circ\text{C}$  schmilzt der größte Teil auf und bildet ein Diorit- bis Tonalitmagma. Dazwischen bilden sich metamorphe Gesteine und daneben 20 bis 60 % Schmelzen, wobei eine Alkali-Zufuhr nicht nötig ist. Die Schmelze geht von der Zusammensetzung eines Aplites zu der eines Granites und eines Tonalites über, je nach der angewandten Temperatur und der chemischen Zusammensetzung der Proben. So erhielt er Tonalite aus einigen Grauwacken. WINKLER betont, daß Schmelzen für starke Metamorphosen wesentlich sind und immer wieder auftreten. F. KARL erkannte, von seiner Kartierung im Venediger-Gebiet ausgehend, daß die Tonalit-Granite, die früher mit anderen Gesteinen zum Zentralgranit bis Zentralgneise gerechnet wurden, alpidisch-synorogene Gesteine sind, die von der Tauernkristallisation überarbeitet wurden. Hingegen spricht er die Periadriatica als alpidisch-subsequente Gesteine an, im subvulkanischen bis hochplutonischen Bereich vorhanden. Er betont:

"Für die alpine Metallogenese ist der alpidische Magmatismus wieder aktuell!" Es müsse aber überprüft werden, wieweit ältere magmatische Ereignisse als Erzbringer in Frage kommen.

Auf die Fortschritte in der allgemeinen geologischen Kenntnis der Ostalpen kann hier nicht eingegangen werden; auf Ergebnisse von STOWASSER, TOLLMANN, FLÜGEL und MAURIN, FRITSCH-MEIXNER-PILGER-SCHÖNENBERG u.a. wird noch zurückgekommen.

Nun wollen wir darangehen, die Lagerstätten in einzelne Typen zu gliedern und deren Stellung im Sinne der STILLE'schen Anschauung zu besprechen. Dabei lassen wir jene Lagerstätten unberücksichtigt, die sicher nicht alpidischer Entstehung sind, so beispielsweise die Hämatit-Magnetitquarzite (Stubai, Plankogel) oder die Magnetite der Platte bei Graz usw.

## 1.) G o l d l a g e r s t ä t t e n .

=====

### a) S c h e l l g a d e n .

Diese Lagerstätten liegen am Rande des Zentralgranites der Hochalm-Hafner-Gruppe. Das aplitische Gefolge des Granites ist älter als die Vererzung und wird von den Erzlagern durchsetzt. Die Erzlager selbst erweisen sich als Gleitbahnen, die in sich vielfach verfaltet sind und ein Aufblättern des Gesteines abbilden. Quarz und Erze verdrängen dabei vielfach vorbestandene Silikate (Glimmer). Übergänge zu echten Gängen sind reichlich vorhanden. Streichende Klüfte erzeugen Streifen- und Treppenbau. Die Erzlager dünnen an diesen Klüften aus. Querrisse sind mit Bergkristall, Karbonaten, Pyrit, Cukies, Rutil u.a. gefüllt und sind mit den alpinen Mineralklüften vergleichbar. Eine auf 900 m in der Hauptlagerstätte verfolgte Kluftzone, die Kreuzkluft, enthält das Zerreibsel metamorph umgeprägt. Die Vererzung erfolgte im Grenzbereich pneumatolytisch und heiß-hydrothermal unter den P-T-Verhältnissen der Tauernkristallisation; dies geht aus den reichlich vorhandenen Gangarten Albit, Chlorit, Turmalin usw. hervor. Chemisch unterscheiden sich diese Lagerstätten von den echten Tauern-Goldgängen dadurch, daß kein oder fast kein Arsen vorhanden ist, dafür aber Wolfram (Scheelit), Molybdän (Molybdänglanz), Wismut und Telluride. Diese Lagerstätten sind synorogen unter den Bedingungen der Tauern-Kristallisation entstanden und in deren letztes Ende einzureihen; die Tiefenlage des Herdes ist als plutonisch anzusehen.

## b) T a u e r n - G o l d g ä n g e .

Wie ich schon 1937 gezeigt habe, kann wenigstens ein Teil dieser Gänge als Fiederspaltenspalten zur großen Mölltal-Linie angesehen werden. Es handelt sich um echte Gänge, die vom Granit in die Schieferhüllen gerade durchsetzen und hydrothermal gefüllt sind. Schon 1848 hat REISSACHER auf den Wechsel des Mineralinhaltes beim Übergang aus Gneis in andere Gesteine hingewiesen. Die im Gneis ausgebildete As-Kies-Gold-Führung wird in den Glimmerschiefern durch höhere Silbergehalte vertreten; in den Marmoren aber treten Eisenspat und Bleiglanz auf, As und Au aber zurück. Diese Lagerstätten sind ihrem ganzen Erscheinungsbild zufolge als nachorogen und subsequent anzusprechen in einer hochplutonischen Tiefenlage. (Nachschrift: In der an den Vortrag anschließenden Wechselrede gab ich auf eine entsprechende Rückfrage von W.E. PETRASCHECK die Gründe bekannt, die mich veranlaßten, den Herd dieser Vererzung als hochplutonisch anzusehen: Der Pasel-Unterbaustollen zeigt, daß in seiner Teufe die Radhausberger Gänge in ihren fast erzeleeren Wurzeln angetroffen wurden und dadurch starke Teufenunterschiede angezeigt werden, die auf einen recht hoch liegenden Herd, eben hochplutonisch, schließen lassen). Viele ähnliche Lagerstätten dieser Art sind zwischen Semmering und Mt. Rosa bekannt. Es sei da nur auf jene in der Kliening, bei Pusterwald und im Semmeringgebiet hingewiesen. Eng verwandt damit sind auch Arsenkies-Lagerstätten, beispielsweise jene von Rotgülden im Lungau oder Puchek bei Vorau; auch die an den Tonalitporphyrit gebundenen As-Lagerstätten bei Johann im Walde (Iseltal, Osttirol) entsprechen weitgehend.

## c) K r e u z e c k .

In dieser Gebirgsgruppe sind Golderzgänge zahlreich vertreten, so am Fundkofel, am Grakofel, in der Dechant, Draßnitz u.v.a.O. Von diesen Lagerstätten ist zu betonen, daß sie nur in Bereichen auftreten, in denen Tonalitporphyrite bekannt sind. Sie bilden echte Gänge, und es sind Fälle bekannt, wo die Gangfülle mit Porphyrit mehrmals wechselt (Fundkofel). Die Abfolgen dieser Erzgänge zeigen starkes Ineinanderschieben (Telescoping); dieses weist auf einen oberflächennahen subsequenten Herd. Tektonisch sind diese Gänge im allgemeinen nur wenig beansprucht, sie führen vielfach noch offene Drusenräume wie auf der Assalm und in der Breitleiten. Ich ordne diese Edelmetallgänge deshalb subvulkanisch bis hochplutonisch im Gefolge der subsequenten Tonalit-Porphyrit-Gänge ein.

## 2.) Kieslagerstätten.

Kieslagerstätten treten uns in verschiedener Form entgegen; ich greife folgende Typen heraus:

### a) Lamprechtsberg.

In meiner Habilitationsarbeit habe ich gezeigt, daß diese Magnetkieslagerstätte als Gefolge von Pegmatiten (Veniten) anzusehen ist, die in Marmore eingedrungen sind und diese verdrängt haben. Dieses Vorkommen ist sehr reich an Mineralien, vor allem an Silikaten, im Grenzbereich der Kata- zur Mesozone entstanden, wobei die Bedingungen weitgehend als "trocken" anzusprechen sind. Wenn die Mobilisation dieser Venite nach den Erfahrungen des Hüttenberger Arbeitskreises in die variskische Orogenese gestellt wird, dann stellt diese Lagerstätte ein Glied dieser Gebirgsbildung dar, das in einem tiefen Stockwerk entstanden und alpidisch nur wenig verändert wurde. Ähnliche Vorkommen liegen bei Lading und Pölling im Lavanttal; überdies ist diese Lagerstätte jener von Bodenmais im Bayrischen Wald ähnlich.

### b) Nickelmagnetkies, Pfeifenbergeralm.

Diese Lagerstätte durchsetzt innig ein kleines Serpentinvorkommen im Murwinkel. Sie besteht aus Magnetkies mit Pentlandit, Magnetit, Ilmenit und anderen Titanmineralien. Sie ist klein, absätzig und "zufällig" erhalten. Ihr Metallgehalt ist wahrscheinlich liquidmagmatisch im Ophiolit ausgeschieden worden, gehört daher vielleicht zum initialen basischen Magmatismus, ist aber tauernkristallin umgeprägt worden.

Hieher gehören auch einige Kieslagerstätten im Pinzgau, die im Magnetkies Pentlandit führen und später durch Zuführen reichlich Pyrit und Cukies erhielten. Sie bilden eine Untergruppe unter den Tauernkieslagerstätten.

Bei Lobming und in der Kainach - also im Gleinalmhof - sind kleine Magnetkies-Kupferkies-Vorkommen bekannt, die ich als synorogen zur variskischen Orogenese auffasse. Hieher gehören auch Ni-Sulfide (wie Pentlandit und Heazlewoodit) im Serpentin von Hirt und Kraubath.

### c) Tauernkiese.

Kieslagerstätten dieser Gruppe sind vor allem im Großarlal und im Pinzgau verbreitet, bekannte Vorkommen liegen auch bei Walchen und Kalwang (Stmk.), sowie Glashütten im Burgenland.

Ihre Entstehung habe ich an der Lagerstätte von Prettau, Südtirol, folgend gedeutet: Auf eine Vorphase (I), die auf basischen Magmatismus zurückgeht und aus Ilmenit, Eisenglanz und Magnetit besteht, überlagert sich eine Hauptphase (II). Es ist sehr wahrscheinlich, daß in der Vorphase verbreitet auch Ni-hältiger Magnetkies vorhanden war, wie das vorstehend gezeigt wurde, dieser aber durch die Hauptphase verwischt bzw. entfernt worden ist. Die Hauptphase brachte vor allem eine Zufuhr von Fe, S, Cu usw. Hingegen bringt eine Nachphase (III) Blei- und Antimongehalte. Diese fehlt in Prettau oder ist dort noch nicht erkannt, ist aber beispielsweise in der Walchen bei Öblarn durch schöne Myrmekite von Bournonit, Boulangerit, Fahlerz und Bleiglanz vertreten. Dieselbe Nachphase sehen wir auch auf vielen anderen alpidischen Lagerstätten, beispielsweise am Schneeberg in Tirol, auf Schladminger Lagerstätten und in Tauern-Goldgängen. Die Wärmehöhe dieses Vererzungsvorganges liegt ebenfalls sehr hoch (um  $250 - 300^{\circ}$ ), durch Vallerit und Cubanit angezeigt, während die letzten Nachphasen in recht kühlem Bereich entstanden sein dürften.

Die basische Abfolge I ist sehr stark verdrängt und nur in Relikten vorhanden. Die Phase II ist stark durchbewegt in die Schieferung eingeschichtet, bildet Erzlineale und ist tauernkristallin geprägt. Die Folge III ist tektonisch nicht mehr erfaßt. Ich deute diese Lagerstättengruppe daher so, daß alt (initial oder variskisch?) angelegte Zentren alpidisch-synorogen hauptvererzt wurden, und die letzten Folgen subsequent überlagert sind. Herdtiefe war in der Hauptphase plutonisch; in der Nachphase scheint mir aber der Herd hochplutonisch gelegen zu sein.

#### d) K r e u z e c k g r u p p e .

In dieser treten Kieslagerstätten ebenfalls weit verbreitet auf, so sind solche in der Knappenstube, am Politzberg und bei Stallhofen bekannt. Von diesen Lagerstätten ist eine ältere Abfolge gerade noch durchbewegt, die jüngeren Nachschübe aber nicht mehr. In diesen Lagerstätten ist viel Magnetkies, aber auch viel Blei und Zink vorhanden.

Kennzeichnend ist ferner, daß manche dieser Zinkblenden reichlich Zinnkies entmischt enthalten, der anderen ostalpinen Lagerstättentypen fehlt. Die Abfolgen sind stark ineinander geschoben (Telescoping). Aus der Tatsache, daß Kies überall dort vorhanden ist, wo Porphyritgänge auftreten, in Porphyrit-freien Gebieten aber fehlen, ist der Zusammenhang mit den Porphyritgängen belegt. Die Lagerstät-

tenbildung erfolgte subvulkanisch bis hochplutonisch im Gefolge der subsequenten Tonalitporphyrite.

e) K i e s s p u r e n i m L i p a r i t v o m S c h a u f e l g r a b e n bei Gleichenberg.

Sie sind zwar ganz arm, treten nur an Klüften auf, verdrängen den Feldspat des Liparites und sind nur als Mineralvorkommen zu bezeichnen. Sie werden hier nur angeführt als die letzten Ausläufer des subsequenten Vulkanismus. Für den finalen, basaltischen Vulkanismus konnte ich nicht einmal solche Spuren ausfindig machen.

f) S e d i m e n t ä r e K i e s e .

Sie sind in kleinen Vorkommen in verschiedenen Gesteinen aller Serien immer wieder vorhanden, so z.B. in den Raibler Schichten des Mesozoikums, in Graphitlagerstätten, in Phylliten bei Mitterberg, sowie im Braunkohlen-Miozän. Sie zeigen vielfach noch erhaltenes Zellgefüge, stellen einen anderen Vorgang dar, der nicht in die alpidische Vererzung fällt. Einige lassen sich geosynklinalen Senkungsfeldern als vororogene Bildungen zuordnen, wie dies für den Kiesgehalt der Raibler Schichten gelten mag, der in die alpidische Geosynklinale gehört, oder für gewisse "Alaunschiefer" in paläozoischen Schichten, die älteren Geosynklinalen angehören.

3.) E i s e n - K u p f e r - L a g e r s t ä t t e n .

Die wichtigste Lagerstättengruppe der Ostalpen liegt in den Fe-Cu-Lagerstätten vor. Von diesen wird ein nördlicher und ein südlicher Zug seit den Zeiten TUNNERS unterschieden.

a) N ö r d l i c h e r Z u g .

Der nördliche Zug streicht von Semmering bis Schwaz und setzt westlich des Arlberges bis ins Montafontal wieder ein. Das Hauptvorkommen am Steirischen Erzberg liegt nach CLAR und KERN dort, wo altpaläozoische Kalke eine nach N untertauchende Mulde bilden und auflagernde Werfener Schiefer diese nach oben abdichten. Außerdem dichten die "Zwischenschiefer" in tieferer Lage neuerdings ab, wodurch die großen Mächtigkeiten dieser Lagerstätte erklärlich sind (tektonische Vorbedingung). Die Kalke werden von einem Kluftnetz durchsetzt und von diesem ausgehend vererzt. Dabei bevorzugen die Lösungen bestimmte Abarten des Kalkes (auswählende Metasomatose). An anderen Lagerstätten ist der Ort gegeben durch verquerende Bruchzonen, so

beispielsweise am Mitterberg (Fiederspalt an der Grenze vom Paläozoikum zu den Kalkalpen). Von Osten nach Westen wechselt in diesem Zug der Gehalt an Fe und Cu mehrfach: So haben wir am Semmering und bei Mitterberg Cu, bei Eisenerz aber das Fe wirtschaftlich im Vordergrund stehend. Ab Kitzbühel/Röhrenbühel tritt in diesen Lagerstätten immer mehr und mehr Fahlerz auf, das mehr oder minder reichlich Ag und Hg enthält. Im Westen bei Brixlegg und Schwaz herrscht dieses Erz gegenüber den anderen vor, doch sind auch gerade dort noch reine Fe-Lagerstätten bekannt, beispielsweise Schwader Eisenstein. Immer wieder treten auf diesem Erzzug die Metalle Co, Ni, Hg (Zinnober, Schwazit) und Ag auf. Die Lagerstätten sind teilweise unter der Triasbasis angereichert, erfassen auch noch das Werfener Konglomerat. Gehen sie ausnahmsweise einmal höher hinauf, so wird der Spat feinkörnig und nimmt Bleiglanz auf, doch endet dann die Vererzung nach oben sehr bald (Teltschen bei Aussee). Die obersten Glieder (Werfen, Taghaube, Krabachjoch, aber auch Flachau usw.) sind sehr magnesiareich: Pistomesit bis Mesitin, worauf H. MEIXNER hingewiesen hat. Sie stellen ein Verbindungsglied zu den Fe-reichen Magnesitlagerstätten her. Die Vererzung ist am Steirischen Erzberg mindestens 1000 m tief nachgewiesen, aber auch der Röhrenbühler Gang reicht in diese Größenordnung. Da kein Siderit bekannt ist, der durchbewegt und nachher rekristallisierte, ist diese Vererzung als subsequent anzusprechen, bei einem plutonisch liegenden Herd.

#### b) Der südliche Zug.

Der südliche Eisenerzzug zieht von Innerkrems über Turrach, Friesach, Hüttenberg bis in die Salla bei Köflach. Ein abgetrenntes westliches Glied ist in Zauchen ober Lengholz vorhanden. Für die westlichen Vorkommen zwischen Innerkrems und Turrach habe ich gezeigt, daß die Erze dort an eine große Überschiebung gebunden sind. Nach STOWASSER und TOLLMANN sind die Verhältnisse jetzt noch einfacher zu deuten als sie seinerzeit nach THURNER und SCHWINNER auszulegen waren. Die Vorkommen sind hier am Nordrand der Überschiebung gehäuft, aber auch immer wieder innerhalb der Gurktaldecke in Einzelvorkommen vorhanden. Wo Querstörungen durchsetzen, wie am Kremsbachbruch, sind die Vorkommen gehäuft. Ab Fladnitz ist die Überschiebung noch nicht erkannt worden oder sie ist in den schieferigen Gesteinen nicht nachweisbar, weil hier im Gegensatz zum Westen zwischengeklemmte Triasfetzen fehlen. Aber gewisse Be-

wegungen der Scholle werden durch die auffallende Knüllung der Marmorbänder im betreffenden Abschnitt der Sau- und Koralm sehr wahrscheinlich gemacht. Bei Waldenstein geht die Vererzung mit einer ausgeprägten Diaphthorese, die zu mehr oder minder derben Chlo-ritfelsen führt.

CLAR, MEIXNER und ihre Mitarbeiter haben viele Einzelheiten gebracht; so die Bindung an den Görtschitztalbruch, den Mineral- und Metallinhalt usf., sodaß wir hier darauf nicht näher eingehen brauchen. Im Westen ist neben den Hauptlagerstätten an der Überschiebung da und dort die ganze Gurktaldecke bis zur Karbonplatte hinauf vererzt; schmale Äderchen von Eisenspat mit Spuren von Kupferkies und Fahlerz kommen sowohl im **Karbonkonglomerat** wie auch in den kohligen Schiefern des dortigen Anthrazites vor. Die Spatvererzung erzeugte abseits der Hauptbewegungsfläche in den vielen dortigen Kalk- und Dolomitschollen nur Ankerit (Vorphase!), selten wird dieser von echten Siderit- bis Mesitingängchen (der Hauptvererzung!) durchsetzt.

Das Alter dieser Vererzung ist gegeben durch den Görtschitztalbruch bei Hüttenberg (CLAR), durch die Überschiebung bei Turrach und durch die Diaphthorese. Der Lodronsche Eisenbergbau ober Lengholz ist in die Frühphase der Porphyritabfolge zu stellen. Die Verwandtschaft der Hüttenberger Lagerstätten mit den Goldgängen von der Kliening paßt ebenfalls gut in das Bild dieser Vererzung. Im Westen liegt der Herd subvulkanisch, im Osten hochplutonisch. Ich halte diese Vererzung für subsequent. Ein Tonalit-Herd im Nockgebiet wird durch die von R. SCHWINNER aufgefundenen Porphyrite vom Rinsennock und vom Hochrindl angedeutet. Er könnte sowohl die östliche Fortsetzung der entsprechenden magmatischen Bereiche des Tauernkernes im Sinne von KARL sein, wie auch auf die Tonalite der Kreuzeckgruppe bezogen werden, wäre gegen diese aber um etwa 10 km nach Norden vorgeschoben, was mit den Bewegungen der Gurktaldecke vereinbar wäre. Auf die erstere dieser Möglichkeiten wies brieflich Herr Dr. W. FRITSCH hin, wofür hier gedankt sei.

#### c) G a i l t a l.

In diesem Gebiet sind Lagerstätten dieser Gruppe zwar vorhanden aber noch nicht lagerstättenkundlich bearbeitet.

#### d) A u f s e d i m e n t ä r e E i s e n s p a t v o r k o m m e n

habe ich mehrfach hingewiesen: sie gehören aber nicht in den Rahmen der alpidischen Vererzung, sondern, einige zumindest, in die geosynklinale Absenkung der variskischen Orogenese.

#### 4.) P b - Z n - A g - L a g e r s t ä t t e n .

Diese in den Ostalpen ebenfalls wichtige Gruppe läßt sich in viele Typen untergliedern. Davon wollen wir die nachfolgenden herausgreifen:

##### a) S c h l a d m i n g .

Im Schladminger Obertal sind mehrere Pb-Ag-Lagerstätten vorhanden und immer wieder an Serizit-Quarzite gebunden. Ihr Hangendes wird aus einer oft weithin durchstreichenden Dachfläche gebildet, und die Lagerstätte unter ihr ist stetig, fließend verformt und von einer nachfolgenden Kristallisation verheilt. Es handelt sich um flache Lagergänge, die ähnlich wie in Schellgaden durch gleichsinnig streichende aber steiler einfallende Störungen in Streifen zerlegt sind. Die Lagerstätten zeigen Übergänge einerseits zu echten Gängen und andererseits zu typischen Mineralklüften mit Periklin, Bergkristall und Zeolithen. Soweit die Lagerstätten im Kristallin auftreten, erzeugt die Vererzung eine Diaphthorese, die Lagerstätten im Phyllit zeigen aufsteigende Kristallisation: die P+T-Bedingungen der Vererzung entsprechen völlig der Tauernkristallisation und die mineralbildenden Vorgänge halten an, bis diese zu Zeolith-Klüften abklingt. Die Pb- und Ag-Vorkommen sind einerseits mit Co-Ni-Lagerstätten (Zinkwand) und andererseits mit Cu-Ag-Gängen (Seekar) genetisch verbunden. Verbreitet tritt auf allen diesen Vorkommen eine Blei-Antimon-Nachphase auf. Ich stufe diese Lagerstättengruppe spätorogen bis subsequent ein, ihr Herd mag hochplutonisch gelegen sein.

##### b) S c h n e e b e r g i n T i r o l .

Diese Lagerstätten sind stärker kristallin als die von Schladming, was vor allem durch die reichlich vorhandenen schönen Silikate bezeugt ist. CLAR, der sich mit dem Gefüge dieser Erze befaßt hat, zeigte, daß die frühen Glieder (durch den Gehalt an Cubanit belegt) recht heiß gebildet wurden, währenddem die Schlußphase mit den Blei-Antimon-Mineralen (Boulangerit) auf niedrige Wärmehöhe schließen läßt. Wie ich bei eigenen mehrwöchigen Aufnahmen ermitteln konnte, nimmt die Kristallinität der Schiefer deutlich zu, wenn man sich der Lagerstätte nähert. Diese bildet wieder Lagergänge mit Übergang zu echten Gängen. Streichende und verquerende Störungen sind verbreitet. KLEBELSBERG weist darauf hin, daß im

Pflerscher Pinggl ein Tonalit vorkommt; man kann daraus Hinweise auf einen nahen Magmenherd ableiten. Die Lagerstätte ist syn- bis spätorogen, hochplutonisch und magmanah einzuordnen.

c) R a m i n g s t e i n .

Dieser alte Pb-Ag-Bergbau ist noch stärker kristallin als Schneeberg, dürfte daher noch tiefer als dieser gebildet worden sein. Die Anordnung der Baue an einer N-S-Linie weist auf eine tiefe Narbe im Untergrund hin. Ein Zusammenhang mit irgendeinem Magma ist direkt nicht zu erkennen, doch vermute ich eine alpidische N-S-Störung, zusammenhängend mit dem Nordschub der Gurktaldecke. Auch das Abschneiden einer Marmor Masse entlang dieser Richtung und ein mit Diluvium bedeckter Talzug weisen auf entsprechende Bewegungen. Außerdem sind die grobkristallin ausgebildeten Silikate vollkommen frisch, nicht diaphthoritisch, sodaß der Schluß auf ein Glied der alpiden Orogenese in einem tieferen Stockwerk (normal plutonisch) als Schladming oder Meißelding naheliegend ist. Ähnliche Züge weist vielleicht das Vorkommen Moosburg bei Klagenfurt auf.

d) M e i ß e l d i n g .

Dieses Vorkommen liegt in den Gurktaler Phylliten dort, wo Schuppenbau und kalkige Lagen zusammenwirken. Die Lage im Raum, Form und der Innenbau erinnern sehr an die Schladminger Pb-Zn-Lagerstätten, aber es dürfte hier ein höheres Stockwerk im Phyllitbereich vorliegen. In der Umgebung gibt es mehrere ähnliche Vorkommen: so am Kulm, in der Herzelewand, bei Zweinitz und in Vellach bei Mettnitz. Ich spreche das Vorkommen als syn- bis spätorogen an im Zuge der alpidischen Gebirgsbildung, der Herd ist wohl im plutonischen Bereich zu vermuten.

e) G r a z e r P b - Z n - V o r k o m m e n .

Diese galten bisher als alt (variskisch?). Die Vermutung von Trias bei Köflach und Weiz durch FLÜGEL und MAURIN in der Rasbergserie mit Barytvorkommen - läßt aber an die Möglichkeit denken, daß auch ihnen alpidisches Alter zukommen könnte. Auf den Schuppenbau dieses Gebietes hat schon WOLLAK hingewiesen. Die Grazer Vorkommen sind sehr ähnlich jenen von Meißelding. Auch sei darauf hingewiesen, daß im Bereich dieser Grazer Lagerstätten Fahlerze vorkommen (am Wetterbauernsattel), mehrfach Zinnoberlagerstätten (am Dalakberg bei Rein) und auch immer wieder Spuren von Cu-Erzen vorhanden sind. Sollte sich meine Vermutung

als richtig erweisen, so wären diese Vorkommen als syn- bis spät-orogen einzustufen. Auch bemerkenswerte Gehalte an Bleiglanz, Zinkblende, Zinnober usw. in den Sanden, welche die Braunkohlen begleiten (s. später), passen gut in diese Möglichkeit.

#### f) W a n d e l i t z e n - G r i f f e n .

Bei diesen kleinen Vorkommen handelt es sich um reine Gänge, teilweise sogar noch mit offenen Spalten, die mit Bergkristallrasen ausgekleidet sind. Die Abfolgen sind wieder stark ineinandergeschoben, die Gehalte an Silber und Quecksilber sind hoch. Diese Vorkommen sind mit den benachbarten Cu-Ag-Vorkommen von Schwabeck und Ruden eng verwandt; beide führen auch reichlich Hg. Diese Gänge sind nachtektonisch, gehören in das subsequente Gefolge der Periadriatica des Südens (Tonalit und Granit von Eisenkappel). Sie liegen dort, wo der Görtschitztalbruch und die ihn begleitenden Störungen den südlichsten Magmenherd (Eisenkappel - Saldenhofen usw.) anschneidet.

#### g) K a l k a l p e n .

Diese Lagerstättengruppe ist in letzter Zeit sehr umstritten. MAUCHER, SCHNEIDER und SCHULZ behaupten, es seien synsedimentäre Bildungen. CLAR hat dagegen gewichtige Gegen Gründe eingewendet und weist namentlich daraufhin, daß Bleiberg seine Aufschlüsse der Hydrothermaltheorie verdankt. Ferner betont er, daß die zweite und dritte Phase der Münchner von uns als hydrothermal gedeutet wird. Es konnten von den Münchnern keine Gründe angeführt werden, die solche Umlagerungen wahrscheinlich erscheinen lassen. Die Umlagerungen würden verlangen, daß die ganze Erzparagenese gleichmäßig mobilisiert und verlagert würde, ohne daß Unterschiede in der Löslichkeit beim Auflösen und beim Wiederabsetzen etwas geändert hätten (Markasit!). Dabei sollen Verfrachtungen über mehrere 100 m, ja 1000 m stattgefunden haben. Auch im Nebengestein sind keinerlei Anzeichen des Lösungsumsatzes vorhanden, sondern der Kalk zeigt sein ursprüngliches Primärgefüge. Das Grundwasser müßte auf den "edlen Flächen" stärker gewirkt haben; aber gerade das ist es, was man der Hydrothermaltheorie nicht glaubt. Das Auftreten der Erze in mehreren stratigraphischen Schichten würde voraussetzen, daß sich die ungewöhnlichen Vorbedingungen zur Vererzung mehrfach wiederholt hätten.

Es hat keiner von den Anhängern der Hydrothermaltheorie behauptet, daß eine synsedimentäre Bildung von Pb-Zn-Lagerstätten an sich unmöglich sei. Kiesgehalte in den Raibler Schichten sind u.a. längst bekannt.

Bei möglichst objektiver Beurteilung erscheint es durchaus möglich, daß sich geringe Mengen von Pb-Zn-Erzen zusammenhängend mit dem initialen Magmatismus des Mesozoikums in gewissen Schichtengliedern gebildet haben können. HOLLER schätzt die Menge der Aufschlüsse, die nach dieser Bildungsart gedeutet werden können, auf etwa ein Zehntel der Erzmengung. Bei den reichen Auffahrungen in den betreffenden Gebieten ist es auch leicht möglich, daß dort ein sonst nicht bemerkbarer Erzgehalt gefunden wird. Auch kann der Kiesgehalt der Raibler Schichten ausfällend auf spätere epigene-tische Pb-Zn-Vererzung wirken, wie ich solches schon seit zwei Jahrzehnten von Brixlegg her kenne. Aber auf diese Weise sind nicht die großen bauwürdigen Lagerstätten zu erklären, die neun Zehntel der Erzmasse ausmachen.

Die Anhänger der Sedimentations-Theorie haben auch noch keine Erklärung dafür geben können, warum die Pb-Zn-Lagerstätten in Nordtirol gerade dort auftreten, wo der Nordzug der Grauwacken-Vererzung von Semmering bis Schwaz unter die Kalkalpen untertaucht. Auch wurde noch nicht beantwortet, warum dort die Hauptmenge der Erze nur solange anhält, bis westlich am Arlberg die Vererzung wieder an Schubbahnen wirksam wird, wie die Lagerstättenkarte dieses Gebietes von MATTHIAS zeigt. Ebenso wenig wurde erklärt, warum im Süden ausgerechnet der Drauzug zwischen der Drau- und der Gailtallinie vererzt ist, und diese Vererzung nach SO im tektonisch und subsequent-magmatischen höchst aktiven Bereich anhält. Von diesen Abschnitten abgesehen, sind die Kalkalpen leer, ausgenommen tektonisch besonders bevorzugte Stellen wie etwa Raibl.

CANAVAL hat schon lange auf die Sonderstellung von den Bleierzen des Calesberges hingewiesen. Dieses Vorkommen und vielleicht einige andere fallen aus der alpidischen Vererzung heraus, und es wäre richtig gewesen, auf diese Sonderstellung und auf das dadurch bedingte Herausfallen aus der alpidischen Vererzung hinzuweisen, statt diese zu verneinen.

Am hiesigen Institut für Aufbereitung wurde im Vorjahr eine Diplomarbeit über die Kohle von Piberstein-Lankowitz durchgeführt. Der Schwermineralanteil der dortigen Sande im Hangend und Liegend enthält reichlich Magnetit, Cukies, Bleiglanz, Zinkblende, auch Zinnober. Würde man die Gepflogenheit der Sedimentaristen übernehmen, so könnte man diese Sande als sedimentäre Eisenerze, als sedimentäre Kupfererze, aber auch als sedimentäre Pb-Zn-Erze ansprechen. Dies fällt aber keinem von uns ein. Ich erblicke im Gegenteil in

diesen Mineralgehalten Hinweise darauf, daß dort vor dem Miozän Lagerstätten dieser Metalle (Fe, Cu, Pb, Zn, Hg) vorhanden waren, die abgetragen worden sind.

Es wird zusammenfassend also zugegeben, daß örtlich in gewissen Schichtgliedern des Mesozoikums (Raibler Schichten u.dgl.) sedimentäre Blei-Zinkerze vorhanden sein können, welche auf den Vulkanismus dieser Schichten beziehbar sind. Sollte es sich aus geologischen Gründen als nötig erweisen, anzunehmen, daß etwa in den großen südlichen Narben des Alpenbaues wesentliche Massen solcher Schichten "verschluckt" sein müßten, so könnte man sogar gelten lassen, daß die in diesen verschluckten Bereichen etwa vorhandenen Blei- und Zinkerze alpidisch mobilisiert und nach oben verlagert seien. Das würde dann etwa den "durchgepausten Lagerstätten" im Sinne SCHNEIDERHÖHNS entsprechen. Für die Hauptmenge dieser Metalle glaube ich, daß die epigene Entstehung im Sinne der klassischen Vorstellungen den Beobachtungen besser gerecht wird.

(Nachschrift: Im Sinne einer Aussprache-Bemerkung von CLAR können sogar die sedimentär im Mesozoikum abgelagerten Vorkommen bzw. Anteile als Bildungen früher, vortektonischer Phasen der alpidischen Geosynklinale angesprochen werden, auf den initialen Magmatismus beziehbar.)

Die letzte Gruppe, welche wir betrachten wollen, sind die

#### 5.) Hg - Sb - Vorkommen .

Zu dieser Gruppe ist zu bemerken, daß sowohl Hg-, wie auch Sb-Gehalte immer wieder auf den Fe-Cu-Lagerstätten auch des nördlichen Erzuges auftreten. In der Krumpen und bei Schwaz wurde Hg eigens bechürft bzw. hüttenmännisch gewonnen. Im Drautal und in ganz Unterkärnten sind Vorkommen dieser Art gehäuft. Dies kann mit dem Tonalit der Kreuzeckgruppe oder mit der Drautallinie oder wahrscheinlicher mit beiden zugleich erklärt werden als deren spätestes Gefolge. Sie bilden eine Brücke zu den Lagerstätten in den Dinariden.

Am Ostrand der Alpen sind Sb-Vorkommen ebenfalls bekannt; vor allem wird bei Schlaining noch darauf gebaut. Erzmikroskopische Studien zeigten dort, daß neben dem vorherrschenden Antimonit auch As-Pyrit, As-Kies, Cu-Kies, Zinkblende und Zinnober vorhanden sind. Dieses Vorkommen schlägt die Brücke zu der Vererzung

in den Kleinen Karpaten. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß im Zinnobervorkommen Glatschach bei Dellach die schönsten Bravoite (Ni-Pyrite) vorkommen, die ich kenne, viel reicher zonar als jene von Maubach bei Aachen.

G e s a m t b i l d .

=====

Wir haben damit einen Großteil unserer Vererzung in den alpidischen Zyklus einreihen können. Ein großer Teil fällt in den syn- bis spätorogenen Bereich, andere sind dem subsequenten zuzuordnen. Früher hatte ich diese Unterteilung in altalpidische und jung-alpidische vorgenommen.

(Nachschrift: In der Aussprache wies W.E. PETRASCHECK darauf hin, daß beispielsweise slowakische Lagerstätten als kretazisch eingestuft werden und daß dadurch zeitlich eine bedeutende Spanne bis zu den jüngsten vormiozänen Vererzungen vorhanden sei. Ich bemerkte dazu, daß auch von den synorogenen bis zu den nachtektonischen Ereignissen eine entsprechende Zeitspanne enthalten sei und daß darin kein Widerspruch liegt).

Es konnte kein Vorkommen aufgefunden werden, das dem finalen Magmatismus zuzuordnen wäre; dieser ist ja überall auf der Erde sehr arm an Lagerstätten. Dem initialen Magmatismus können, wie ich ausgeführt habe, die Ni-Magnetkies-Vorkommen in den Serpentinien und gewisse Vorphasen in den Grüngesteinen der alpinen Kieslager zugeteilt werden.

Die STILLE'sche Gliederung der Abfolgen bewährt sich auch hier in den Alpen bestens. Es konnte gezeigt werden, daß die meisten der alpinen Lagerstätten dem alpidischen Zyklus zuordenbar sind, einige auch dem variskischen, und wenige noch älteren Gebirgsbildungen entsprechen. Der alpidische Ablauf hat neben etlichen Anteilen des initialen Magmatismus solche des synorogenen bis spätorogenen und auch des subsequenten Magmatismus erkennen lassen. Stillschweigend vorausgesetzt wurde dabei, daß unter "Magmatismus" auch "Kristallisationshöfe" einbezogen wurden, die in vielen Fällen gleich wirken, wie Kerne magmatischer Gesteine. Das ermöglicht es, pseudomagmatische Erscheinungen auch dort anzunehmen, wo die entsprechenden Erstarrungsgesteine nicht vorhanden oder nicht aufgeschlossen sind, wohl aber entsprechende Höfe der Metamorphose erkennbar sind. Damit ist einerseits ein Einwand SCHWINNERS gegen "hypothetischen Überpluton"

berücksichtigt, andererseits lassen sich damit viele Eigenheiten der alpidischen Vererzung erklären. Unter diesen wird der Magnesia-reichtum der Vererzung (Magnesit und Talk, Breunnerit, Pistomesit, Chlorit usw.) verständlich, ebenso die Gehalte an anderen "basischen" Elementen, wie Cr, Ti, aber auch Ni und Co, ebenso der häufige Gehalt an Apatit. Auch die starke Verzettelung des Metallinhaltes auf so viele kleine und kleinste Vorkommen hängt damit zusammen.

Andererseits ist es verständlich, daß das, was sich bei einer "normalen" Erstarrung eines Magmas zuletzt bildet, die Äußerungen des Gefolges der Restschmelzen (Pegmatite) und Restlösungen (hydrothermale Abfolgen), auch wieder zuerst mobilisiert wird (Venite, Alkalifronten, pseudohydrothermale Bildungen) und daß diese selbst dort vorhanden sein können, wo es gar nicht bis zum Endzustand der Metamorphose, also Granitisation selbst, gekommen ist, wo also gar keine palingenen Granite oder Aufschmelzungen vorhanden sein müssen. An sich geht auch diese Tatsache aus den Anschauungen hervor, die E. CLAR 1953 umfassend formuliert hatte. Ebenso sind dadurch die Zusammenhänge zwischen Erzlagerstätten und alpinen Mineralklüften verständlich, die die letzten, kühlen pseudohydrothermalen Bildungen darstellen, weitgehend abgewandelt durch Nebengesteins-einflüsse.

Manche heute nur geahnte Zusammenhänge von Erz- und Mineralbildungen und ihren Magmenverwandschaften werden sich bestimmter klären lassen, wenn wir wieder in Südtirol arbeiten können. Denn dort sind zahlreiche magmatische Erscheinungen mit altersmäßig festgelegten Schichten verbunden; dadurch werden diese Vorgänge altersmäßig festlegbar.

Zur Kenntnis des Eklogitamphibolites im Debanttal  
(Schobergruppe, Osttirol).

Von Ch. EXNER und E. WANDERER (Wien)

Der Eklogitamphibolit im Debanttal wurde vor mehr als 30 Jahren von Herrn Prof. E. CLAR aufgefunden und eine geologische Detailkartierung dieses bisher wenig bekannten Teiles der Schobergruppe ist vorgesehen. Hier seien nur einige Notizen mitgeteilt, die bei Durchwanderung des Tales im Abstieg von der Schobergruppe (Ch. EXNER) und bei einer früheren Besichtigung vor einigen Jahren (E. WANDERER), - beide angeregt durch Prof. E. CLAR - gesammelt wurden.

## Neue Aufschlüsse und mikroskopische Beobachtungen (Ch. EXNER):

Anlässlich des Baues eines Forst-Güterweges wurden im Sommer 1961 frische Aufschlüsse im Eklogitamphibolit beim Wirtshaus "In der Sag" (österr. Karte 1 : 50.000, Blatt Lienz, 179) geschaffen. Von der nach W ausgreifenden Kurve der Iselsbergstraße kommend, erreicht man die prächtigen neuen Aufschlüsse einige 100 m vor der Brücke über den Debantbach, südlich des genannten Wirtshauses. In steil stehenden, um E-W streichenden Paragneisen mit E fallender Lineation steckt ebenfalls steilstehend ein 50 m mächtiger Eklogitamphibolitzug mit 10 cm dicken Pegmatitadern. Nördlich und südlich dieses Zuges sind noch andere 3 bis 8 m mächtige Eklogitamphibolitlagen im Paragneis eingeschaltet; weiter südlich folgen Granatamphibolite. Die Sprengungen für den Wegbau haben ein kontinuierliches Profil im anstehenden Fels durch diese Gesteinszüge freigelegt, Herr Prof. E. CLAR teilt uns dazu mit, daß er bei einer Begehung im Jahre 1948 diese Eklogitzone im Stollen des Kraftwerkes Debant II, südlich des Wirtshauses "In der Sag" in einer mindestens gleichgroßen Mächtigkeit und nur durch zwei bis drei Gneisbänder unterteilt, beobachtet hat. Er notierte im Stollen: "Vom Einlauf (1581 m der Stollenbezeichnung) bis etwa 1270 m vorwiegend Eklogit, in südlicher Richtung zunehmend Zwischenlagen von grobem Glimmerschiefer und Gneis, dann nur mehr diese. Also Eklogitzone im Stollen auf ca. 300 m Länge aufgeschlossen"

Die Amphibolitzone im unteren Debanttal beim Wirtshaus "In der Sag" wird im Schrifttum bei E. CLAR (1927 b) und F. ANGEL (1928) erwähnt. Schon E. CLAR vermutete, daß es sich um Eklogitamphibolite handelt, welche eventuell die Fortsetzung der von ihm aufgefundenen und petrographierten Eklogitamphibolite zwischen Grossbohnkogel (1746 m) und Reiterbad am Iselsberg darstellen könnten. Tatsächlich ergibt nun die mikroskopische Durchsicht der bei den Sprengungen südlich der Debantsäge freigelegten Gesteine weitgehende Übereinstimmung mit den von E. CLAR beschriebenen.

Besonders erwähnenswert erscheinen 2 cm große Kristalloblaste<sup>von</sup> /Oligoklas im altkristallinen Paragneis, die uns in solcher Größe aus dem Tauernfenster nicht bekannt sind. Ferner kommt Oligoklas in den gewöhnlichen Granatamphiboliten, jedoch Albit in den Pegmatitadern und in den pegmatitisch veränderten Partien des Eklogitamphibolites vor.

Pyroxen und braune Hornblende konnten im Eklogitamphibolit nicht gefunden werden. Nur die feinkörnige diablastische Verwachsung von Plagioklas mit farblosen bis hellgrünen Säulchen und Fasern

eines Mineralen, das seitlich in größere Säulen der blaugrünen Hornblende übergeht und das wir vorläufig nicht näher bestimmen konnten, ist reichlich in den Eklogitamphiboliten südlich der Debantsäge vorhanden und rechtfertigt mit Hinweis auf die Erfahrungen in anderen Gebieten (Ötztaler Alpen, Koralpe etc.) die Bezeichnung "Eklogitamphibolit".

In der Nähe der Pegmatitadern erfährt diese diablastische Verwachsung eine Kornvergrößerung (Sammelkristallisation) mit Übergängen zu deutlich blaugrüner Hornblende. Das farbenprächtige Gestein wird im Umkreis der Pegmatitadern grobkörniger mit dem Farbenspiel der roten Granatkristalle, der hellgrünen Diablastik, den schwarz glänzenden groben Biotitschuppen und den dunklen Hornblendenden. Im Mikroskop sind die kelyphitartigen, radialstrahligen Hornblendenden um die Granatkristalle und die Titanitsäume um Rutil stets vorhanden. Die zuletzt genannten finden sich auch in den gewöhnlichen Granatamphiboliten, welche südlich an die Eklogitamphibolite anschließen.

Marschiert man nach einem Abstieg aus der Schobergruppe das lange, nicht enden wollende Debanttal auswärts, so erreicht man mehrere Stunden unter der Lienzer Hütte die "Talsperre P. 1397" der genannten österr. Karte 1 : 50.000, Blatt Lienz. Man sieht hier im waldreichen Talgrund viel loses Blockwerk von Eklogitamphibolit, das längs des Weges bis zur Seehöhe 1325 m anhält. Vielleicht handelt es sich um Bergsturzblockwerk aus dem orographisch linken Hang des Tales. Jedenfalls gibt es in diesem, das Tal weithin zuschüttenden Blockwerk massenhaft Eklogitamphibolit, dessen mikroskopische Stichproben dasselbe Erscheinungsbild erkennen lassen wie im anstehenden Vorkommen südlich der Debantsäge. Auch die gröberkörnigen biotitreichen Eklogitamphibolite kehren im Blockwerk wieder.

Außerdem besitzt Herr Prof. CLAR von einer gemeinsam mit Herrn Prof. ANGEL im Jahre 1928 ausgeführten Begehung noch Notizen über das Auftreten eines weiteren Eklogitzuges südlich des Kreuzes bei der Kerschbaumer Alm im Westhang des Debanttales und im Bereich des Punktes 902 (Karte 1 : 50.000, Blatt Lienz, 179) nahe dem Ausgange der Debantschlucht.

Die folgenden Gesteinstypen vom Fundort längs des neu ausgesprengten Güterweges im Osthang des Debanttales, einige 100 m südlich der Brücke Debantsäge, seien kurz beschrieben. Es sind:

- (1) Grobschuppiger granatführender Biotit-Muskowitgneis mit Plagioklas-Augen
- (2) Gewöhnlicher Eklogitamphibolit

- (3) Gröber körniger biotitreicher Eklogitamphibolit aus der Nähe der Pegmatitadern
- (4) Pegmatitisch injizierter Eklogitamphibolit
- (5) Gewöhnlicher Granatamphibolit

(1) Grobschuppiger granatführender Biotit-Muskowitgneis mit Plagioklasaugen: Die Kristallaugen bestehen aus Olioklas, der häufig invers zonar gebaut ist: Kern 13 %, Hülle 30 % An. Polysynthetische Zwillingslamellierung nach Albit- und Periklingesetz. Fehlen von Entmischungsprodukten, jedoch reich an Einschlüssen von Biotit, Muskowit, Granat, Magnetit und Apatit, die scheinbar unregelmäßig eingelagert sind. Die Kristallaugen sind somit als Porphyroblasten zu deuten und sie zeigen nur wenig nachkristalline Deformation.

Die übrigen Hauptgemengteile des Gesteines sind Biotit und Muskowit (beide bis 5 mm groß und parakristallin deformiert), Granat und Quarz (schwach undulös; aktive Quarzgewächse sind im Olioklas granophyrartig eingewachsen). Ferner: Magnetit, Rutil, Apatit und Zirkon (mit radioaktiven Höfen in Biotit).

(2) Gewöhnlicher Eklogitamphibolit: Ebenflächiges Parallelgefüge und deutliche Lineation (Hornblende und Biotit). Schon freisichtig hat den Hauptanteil an der Zusammensetzung des Gesteines das hellgrüne, filzige Grundgewebe, das sich als mikrodiablastische Verwachsung von Plagioklas mit kleinen Säulchen, Fasern und Körnchen (0,01 mm  $\varnothing$ ) eines farblosen bis hellgrünlichen Mineralen mit schiefer Auslöschung und mittlerer Licht- und Doppelbrechung erweist. Wo diese Körner größer werden, stellen sie sich als Hornblende mit Pleochroismus von farblos bis blaugrün dar. Die Plagioklase zeigen polysynthetische Zwillingslamellierung. Größere Plagioklasfelder mit leistenförmigen Umrissen innerhalb der Diablastik erreichen 0,8 mm  $\varnothing$ , wobei dann die erwähnten Säulchen und Fasern im Zentrum des Plagioklases besonders angereichert sind. Wo Granat an die Diablastik angrenzt, ist er von einem Ring blaugrüner Hornblende mit einer mittleren Breite des Ringes von 0,08 mm umgeben. Diese Hornblenderinge bestehen aus vielen Einzelindividuen, die sich radial an den Rand des Granates säulchenförmig anlagern.

Die übrigen Hauptgemengteile des Gesteines sind Granat (3 mm), Biotit (4 mm; farblos bis rotbraun, häufig poikilitisch mit Plagioklas verwachsen), Hornblende (10 mm; farblos bis blaugrün) und Plagioklas. Ferner: Zoisit, Quarz, viel rhomboedrisches Karbonat, Rutil mit Titanitrand, Magnetit, Titanit und Apatit.

(3) Grobkörniger, biotitreicher Eklogitamphibolit aus der Nähe der Pegmatitadern: Die freisichtig hellgrüne Diablastik ist etwas grobkörniger. Die farblosen bis hellgrünlichen Säulchen zeigen unter dem Mikroskop 0,02 mm  $\emptyset$ . Der Plagioklas ist Albit mit 7 bis 8 % An, mit xenomorphen Umrissformen und polysynthetischen Zwillingen. Er erreicht 4,5 mm  $\emptyset$  und umschließt häufig die kleinen Säulchen wie echte Einschlüsse. Granat (5 mm  $\emptyset$ ) zeigt Hornblenderrinden und zwar stellenweise auch dort, wo er an Quarz angrenzt. Hornblende (max. 15 mm lange Leisten) zeigt Pleochroismus von hellgelb bis blaugrün und ist poikilitisch mit Plagioklas, Granat und Biotit verwachsen. Die groben Biotitschuppen (5 mm  $\emptyset$ ) weisen unter dem Mikroskop zahlreiche Korrosionsformen auf. Ferner: Quarz, Magnetit mit Titanitsaum, Rutil mit Titanitsaum, Apatit, Titanit und Zirkon.

(4) Pegmatitisch injizierter Eklogitamphibolit: Die Pegmatitadern im Eklogitamphibolit bestehen aus Albit, Quarz, 8 cm großen Biotittafeln und 5 cm langen Hornblendesäulen. In der unmittelbaren Nachbarschaft des Pegmatits nimmt der Eklogitamphibolit den Charakter eines durch viel Albit aufgelockerten Mischgesteines von massigem Charakter an. Hauptgemengteile sind Granat, Hornblende, Biotit und Albit.

Albit (5 bis 6 % An) wird 12 mm groß, zeigt polysynthetische Zwillingslamellen und Fehlen von Entmischungerscheinungen. Er umschließt die aus der eklogitischen Diablastik hervorgegangenen Hornblendesäulchen, die nun infolge Sammelkristallisation Längen von 0,1 mm erreichen. Außerdem finden sich sämtliche übrigen Gesteinsgemengteile als Einschlüsse im Albit. Granat, Hornblende (hellgelb bis blaugrün) und Biotit sind kräftig korrodiert. Ferner: Titanit, Magnetit mit Titanitsaum und Apatit, Quarz fehlt im untersuchten Bereich.

(5) Gewöhnlicher Granatamphibolit: Hier fehlt das diablastische Gewebe, Hauptgemengteile sind blaugüne Hornblende, Granat und Plagioklas (26 bis 29 % An, polysynthetische Zwillingslamellierung, keine Entmischungerscheinungen, reich an Einschlüssen der übrigen Gemengteile, poikilitische Verwachsung mit Hornblende). Granat zeigt Korrosionsformen und poikilitische Durchdringung mit Quarz.

Ferner: Quarz (schwach undulös; aktive Quarzgewächse sind granophyrisch in Plagioklas und Hornblende eingewachsen), Erz (mit Titanitrand), Biotit, Titanit und Apatit.

Röntgenographische Untersuchung des Granatamphibolits  
(E. Wanderer):

Um eine Übersicht über die quantitative Zusammensetzung des zuletzt genannten Granatamphibolits zu bekommen, wurde das Gesteinspulver mit Hilfe einer Schwereflüssigkeit und Magnetscheider in die mineralog. Bestandteile getrennt. Dabei ergaben sich größenordnungsmäßig folgende Werte:

26 Gew. % leichter D=2,9 Quarz und Plagioklas

74 " schwerer D=2,9 Hornblende und Granat

davon entfallen

64 Gew. % auf Hornblende

10 " auf Granat

Quarz und Plagioklas wurden nicht weiter getrennt.

Die einzelnen Fraktionen wurden nach ihrer Präparierung einer röntgenographischen Pulveraufnahme unterzogen.

Die Aufnahme wurde im Mineralogischen Institut der Universität Wien mittels eines Philips Röntgendiffraktometers mit Cu-Strahlung ( $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$ ) unter folgenden Arbeitsbedingungen durchgeführt:

28kVe/20mA, Mittelwert 4, Zeitkonstante 4

Meßfaktor 1 und Winkelgeschwindigkeit  $1/4^\circ$  in der Minute.

Nachstehende Tabellen geben eine Übersicht über die auftretenden Reflexe mit ihrer Zuordnung zum jeweiligen Mineral samt Indizierung der Flächen:

Hornblende, isoliert aus Granatamphibolit (Debanttal, O-Tirol):

		Intens.	hkl
9,9	8,92	5	020
10,65	8,35	100	110
19,68	4,51	5	040
26,35	3,38	6	231
27,30	3,26	10	240
28,66	3,11	50	310
30,38	2,94	7	321
32,00	2,79	13	330
33,10	2,70	10	251
34,57	2,59	14	$\bar{1}61$
35,20	2,54	5	002

Granat:

		Alm.	Pyr.	hkl
26,68	3,33	10		222
30,83	2,89	60	60	400
32,57	2,73	10		411 (330)
34,57	2,59	100	100	420
37,85	2,36	20	30	422
39,48	2,27	30	30	431
48,30	1,88	50	40	532 (611)
50,75	1,82	5	10	541

$$a_0 = 11,614 \text{ \AA} = \text{Gitterkonstante}$$

Plagioklas und Quarz:

		Plag.	Quarz	hkl
14,0	6,56	40		110
20,96	4,24		30	100
22,08	4,03	70		20 $\bar{1}$
23,68	3,75	50		111
24,38	3,63	70		13 $\bar{1}$
26,72	3,33		100	101
28,00	3,19	100		040
28,70	3,16	80		002
28,90	3,11	70		220
29,96	2,98	70		0 $\bar{4}$ 1

Augit wurde auch röntgenographisch nicht gefunden.

Der Granat ist ein Pyrop- Almandin-Grossular-Mischkristall.

Die gehobene Basislinie zeigt den Erzgehalt an.

Für bereitwillig gegebene Hinweise danke ich Herrn stud.phil.

LISTERBARTH vom Mineralogischen Institut der Universität Wien.

Schrifttum:

- (1) F. ANGEL: Gesteinskundliche und geologische Beiträge zur Kenntnis der Schobergruppe in Osttirol. Verhandl. Geol. Bu. A. Wien, Jg. 1928, 153.
- (2) E. CLAR: Ein Beitrag zur Geologie der Schobergruppe bei Lienz in Tirol. Mitteil. Naturwiss. Ver. Steiermark 63, 1927 a, 72-90.
- (3) E. CLAR: Ein interessantes Profil aus den südlichen Vorlagen der Schobergruppe. Verhandl. Geol. Bu. A. Wien, Jg. 1927 b, 229-231.
- (4) H. WIESENER: Beiträge zur Kenntnis der ostalpinen Eklogite. Mineral. u. Petrogr. Mitteil. 46, 1935, 174.

## Kristallsymmetrie und elektrisches Verhalten.

(Schwingkristalle)

Von H. TERTSCH, Wien.

Von den verschiedenen Energieformen ist die Elektrizität (und damit im Zusammenhang der Magnetismus) die einzige, die polaren (positiven und negativen) Charakter besitzt. Diese Erscheinung der Polarität in Richtung und Gegenrichtung ist auch vielfach bei der Symmetrie von Kristallen zu beobachten (vgl. z.B. das Wachstum einer Tetraederecke und der dieser gegenüber liegenden Tetraederfläche). Es liegt der Gedanke nahe zu untersuchen, ob diese beiden Erscheinungen eigentümliche Polarität in einer näheren Beziehung steht.

### Pyroelektrizität

Schon frühzeitig war es Edelsteinhändlern aufgefallen, daß bei der Prüfung der Härte von Kristallen durch Erhitzung Turmalinsäulchen beim Erkalten Aschenteilchen anziehen, weshalb man damals den Turmalin als "Aschentrecker" ("Aschenzieher") bezeichnete. Der Deutsche Fr.U.Th. AEPINUS (1724 - 1802), damals als Professor der Physik in Petersburg tätig, erkannte 1756 als erster, daß es sich hierbei um elektrische Erscheinungen handle. Von dem Schweden T. BERGMANN wurden diese Erscheinungen weiter verfolgt (1766). Er fand, daß der bei der Erwärmung positive "Pol" bei der Abkühlung negativ wird und umgekehrt. Bei gleichbleibender Temperatur erscheinen die Kristalle unelektrisch. Beobachtungen an ungeschliffenen Kristallen (bisher waren nur geschliffene Steine verwendet worden) ergaben, daß die "Pole" mit den Enden der Prismenachse der Turmalinsäulen zusammenfallen. Beidending ausgebildete Kristalle zeigen an beiden Enden verschiedene Begrenzungsflächen (vgl. Abb. 1), d.h. die Hauptachse des Turmalins ist eine polare, dreizählige Achse. Damit war zum ersten Male eine enge Beziehung zwischen Kristallform und elektrischem Verhalten festgestellt worden. Von den verschiedensten Seiten her sind dann Versuche unternommen worden, auch an anderen Kristallen polarelektrische Erscheinungen aufzufinden. Dabei wurde es deutlich, daß diese Erscheinung der "Pyro-(Feuer-) Elektrizität" nur dort zu finden ist, wo der Kristall polare Deckachsen aufweist.

Nach A. KUNDT (1883) läßt sich rein qualitativ das Auftreten der Pyroelektrizität am Turmalin durch Bestäubung mit einem feinsten Pulvergemisch von Schwefel und Mennige sichtbar machen. Der nach Erwärmung sich abkühlende Kristall wird mit dem Pulvergemisch bestäubt, das durch ein Musselgewebe durchgeblasen und dabei

elektrisch aufgeladen wird (Schwefel negativ, Mennige positiv). Die Schwefelteilchen werden auf dem positiven Pol des Kristalles, die Mennigeteilchen am negativen Pol festgehalten. Wird der Kristall dann abgeklopft, dann erscheint das positiv geladene Kristallende gelb bestäubt vom Schwefel, das negative Kristallende rot vom Mennige. Dazwischen bleibt eine freie Zone (Abb.1). BERGMANN bezeichnete den bei Erwärmung sich positiv aufladenden Pol als den "analogen" Pol. Der bei Erwärmung negativ geladene Pol heißt dann der "antilog".

W. VOIGT betonte, daß bei Erwärmung (und Abkühlung) sich die Kristalle nach verschiedenen Richtungen verschieden verhalten, also das elastische Verhalten der Kristalle sehr wesentlich daran beteiligt ist. Bei gleich bleibender Temperatur befinden sich die Bausteine elektrisch im Gleichgewicht. Wird durch Erwärmen und die damit verbundene Formänderung das Gleichgewicht gestört, dann müssen elektrische Ladungen auftreten. VOIGT konnte auch im Rahmen der von ihm entwickelten Elastizitätstheorie bei Kristallen die Erscheinungen der Pyroelektrizität und insbesondere die Abhängigkeit von polaren Deckachsen weitgehend aufklären. -- Neben dem Turmalin seien noch einige andere Beispiele erwähnt: Rohrzucker (monoklin) und Kieselsinkerz (rhombisch), beide in den Stengelrichtungen der Kristalle. Auch Quarz zeigt in den Richtungen der drei horizontalen Kristallachsen (polare  $D^2$ !) Pyroelektrizität, doch ist nach VOIGT die Erscheinung hier an elastische Spannungen innerhalb des erwärmten (bzw. abgekühlten) Gitteraufbaues gebunden. Wahre Pyroelektrizität finde sich nur bei Kristallen mit einzelnen polaren Deckachsen.

Die Gesamtmenge der thermisch entwickelten Elektrizität ist nur von der Anfangs- und Endtemperatur abhängig und bleibt (mit geändertem Vorzeichen) gleich, wenn Anfangs- und Endtemperatur vertauscht werden. Die Gesamtmenge ist auch proportional der Temperaturänderung und dem Querschnitt des Kristalles, aber unabhängig von der Länge.

#### Piezoelektrizität

Eine Formänderung wie durch die thermische Behandlung (Erwärmung, Abkühlung) läßt sich auch rein mechanisch durch Pressung oder Dehnung in der Richtung einer polaren kristallographischen Achse erzielen. Es ist sofort klar, daß auch hier das elastische Verhalten des Kristalles maßgebend ist. Die diesbezüglichen Versuche und Untersuchungen durch die Brüder J. und P. CURIE (1880) ergaben die vollständige Richtigkeit dieser Erwartung und so kann man neben der Pyroelektrizität auch von einer "Piezo-(Druck-)Elektrizität" sprechen. Es ist bezeichnend, daß Druck genau so wirkt, wie die thermische Zusammenziehung in der polaren Richtung.

Während nun die Erscheinungen der Pyroelektrizität trotz ihrem wissenschaftlichen Interesse in der Praxis keine Verwertung fanden, haben jene der Piezoelektrizität ein unerhört reiches Anwendungsgebiet gefunden und sind heute z.B. bei der Radiotechnik kaum mehr zu entbehren.

Die durch Druck entwickelten elektrischen Ladungen sind einfach proportional dem Druck, aber unabhängig von der Länge und dem Querschnitt des Kristalles. -- Da der nicht selten in schönen Kristallen auftretende Quarz drei horizontale polare zweizählige Deckachsen besitzt, wurden zahlreiche piezoelektrische Versuche und Messungen an geeignet geschnittenen, rechteckigen Quarzplatten vorgenommen.

Dazu werden Platten so aus dem Kristall herausgeschnitten, daß ihre Fläche senkrecht zu einer der polaren zweizähligen Deckachsen ( $x_2$  in Abb. 2, parallel einer Fläche  $(\overline{12\overline{1}0})$  steht. Die Dicke der Platte ist durch  $x'$  gegeben, die Flächengrenzung durch  $y'$  ( $\perp$  auf  $x'$ ) und  $z'$  (parallel der Hauptachse). Die Seitenfläche  $x'z'$  ist parallel zum Prisma  $(10\overline{1}0)$ .

Es zeigt sich nun, daß die Erfolge sehr verschieden sind jenachdem, ob der Druck auf die Platte in der Richtung der polaren Achse ( $x'$ ), oder senkrecht dazu in der Richtung  $y'$  erfolgt.

Im ersten Fall, also senkrecht zur Plattenfläche, erhält man auf dieser den "longitudinalen, direkten piezoelektrischen Effekt". Erfolgt aber der Druck in der Richtung  $y'$ , dann zeigt sich auf der Plattenfläche ( $y'z'$ ) der "transversale, direkte, piezoelektrische Effekt". Dieser ist nicht mehr unabhängig von den Abmessungen der Platte. Der transversale Druck kann demnach durch entsprechende Änderung der Abmessungen zu verschiedenen transversalen Effekten führen. Die Aufladung der Platte erfolgt bei dem "longitudinalen" und "transversalen" Effekt jeweils im entgegengesetzten Sinne. Druck in der Richtung der Hauptachse zeigt keinerlei piezoelektrische Effekte. -- Alle diese Erscheinungen werden durch die Theorie von VOIGT (erweitert durch A. MEISSNER) befriedigend aufgeklärt.

In der Abb. 3 wird nach A. MEISSNER und L. BERGMANN eine Strukturzelle des Quarzes, in der Richtung der  $z$ -Achse gesehen, etwas vereinfacht dargestellt. Die zu einem Si gehörigen zwei O-Atome sind übereinanderliegend gedacht (Abb. 3a). Der Kristall befindet sich dabei im elektrischen Gleichgewicht und zeigt daher nach außen keine elektrische Wirkung. Wird nun eine solche Zelle in der Richtung der  $x$ -Achse (polare zweizählige Achse) gepreßt, das elektrische Gleichgewicht also durch Formänderung des Kristallgitters gestört, dann werden in A ein Silizium, auf der Gegenseite in B zwei Sauerstoffe zwischen die benachbarten O-bzw. Si-Atome hineingedrängt. Dadurch wird auf A eine negative, auf B eine positive Ladung frei ("longitudinaler Effekt", Abb. 3b).

Bei Druck in der  $y'$ -Richtung (senkrecht zu  $x'$  und  $z'$ ) wird auf A (gestrichelt) eine positive Ladung gleichsam "herausgepreßt", auf B eine negative. Der "transversale Effekt" (Abb. 3c) ist also verkehrt zum longitudinalen. Auf C und D treten keine Ladungsänderungen auf.



Platten senkrecht zur dreizähligen polaren Hauptachse des Turmalines liefern analoge Ergebnisse in verschiedenen Druckrichtungen.

Aus der Theorie folgt, wie das G. LIPPMANN schon 1881 voraus sagte, daß es auch einen "reziproken piezoelektrischen Effekt" geben müsse. Wenn sich mechanische Drucke in elektrischen Erscheinungen auswirken, muß umgekehrt ein elektrisches Kraftfeld in einer geeigneten Platte mechanische Erscheinungen herbeiführen. Fällt nämlich die Feldrichtung mit der Richtung der polaren Kristallachse zusammen, dann muß der Kristall in dieser Richtung mechanisch gepreßt oder gedehnt erscheinen, was die Brüder CURIE nachweisen konnten. Wird die Feldrichtung umgekehrt, dann kehren sich auch Pressung und Dehnung um, auch sind die "longitudinalen" und "transversalen" reziproken Verformungen gegenläufig.

Was geschieht aber, wenn man Quarz- oder Turmalinplatten nicht im Gleichstrom, sondern in einem hochfrequenten Wechselstromfeld behandelt? Der überaus rasche Wechsel von Pressung und Dehnung muß dann die Platte oder den Stab zu kräftigen, elastisch-mechanischen Schwingungen anregen, wie dies 1922 W.GCADY zeigen konnte. Lose auf der Unterlage ruhende Quarzplatten beginnen beim Schwingungseinsatz zu tanzen. Diese Schwingungen verraten sich auch durch starke Luftströmungen, die von den Platten, bzw. Enden der Stäbchen ausgehen.

Die Stärke (Amplitude) der elastisch-mechanischen Schwingungen wird am größten, wenn die elastische Eigenfrequenz der Kristallplatte mit der Frequenz des elektrischen Wechselfeldes übereinstimmt, bzw. in Resonanz steht. Aus den Abmessungen der Platte oder des Stabes, der Dichte von Quarz und Turmalin und den je nach den einzelnen Richtungen bekannten Elastizitätsmoduln kann man die elastische Eigenfrequenz leicht bestimmen, die bei gegebenen elektrischen Wellenlängen für Resonanzschwingungen (Grund- und Oberschwingungen) in Frage kommen.

Die Entdeckung der Tatsache, daß geeignete Quarz- oder Turmalinplatten bzw. Stäbchen in einem hochfrequenten, elektrischen Wechselfeld in elastische Schwingungen geraten, führte in der Technik zu unerhört weitgehenden, praktischen Folgen.

In der Radiotechnik sind heute fast alle Sender kristallgesteuert, indem man die Eigenschwingungen des Quarzes oder Turmalines zur Erzielung frequenzkonstanter Schwingungen heranzieht. Längere elektrische Wellen werden mit Quarzkristallen gesteuert. Liegt die Wellenlänge unter 15 m, dann müssen Turmalinplatten verwendet werden, da Quarzplatten in diesem Falle zu dünn und leicht zerbrechlich wären.

Ein kristallgesteuerter Röhrensender mit außerordentlich hoher Frequenzkonstanz diente zum Bau einer "Quarzuhr". Diese ist von einer so fabelhaften Genauigkeit, daß die tägliche Ungenauigkeit bloß 0'001 - 0'002 Sekunden (!) beträgt. -- Als Mikrophon und Tonabnehmer, als Wellenmesser und Lautsprecher, überall wird der piezoelektrische Effekt mit ungeahntem Erfolg ausgenützt.

Ebenso umfangreich ist die hiehergehörige Ultraschalltechnik. Von den Oberflächen schwingender Kristalle gehen, ähnlich der Schallwellen, hochfrequente Longitudinalwellen aus, die als "Ultraschallwellen" bezeichnet werden, aber von unserem Ohr nicht als Schallwellen wahrgenommen werden, darum die Bezeichnung "Ultraschall". Die Schwingungszahl dieser Ultraschallwellen stimmt mit den elastischen Schwingungen der "schwingenden Kristalle" überein. Aber außer den normalen Schwingungen der Platte entstehen noch "elastische Oberschwingungen" ("Obertöne"). Es lassen sich also mit einer einzigen Platte ebenso viele Schallfrequenzen erzeugen, wie Oberschwingungen vorhanden sind.

Bei den überaus engen Beziehungen zwischen Piezoelektrizität und dem elastischen Verhalten der Kristalle ist es verständlich, daß man Ultraschallversuche zur Bestimmung der elastischen Konstanten fester Körper heranziehen kann. Wird der Ultraschallsender an die Fläche eines Kristalles gedrückt, so entstehen in diesem elastische Schwingungszustände, die nach Cl. SCHÄFER und L. BERGMANN bei Durchstrahlung mit Licht Beugungserscheinungen ergeben, die den LAUE-Röntgenbildern vielfach ähneln. Diese Beugungsbilder sind nur von der Durchstrahlungsrichtung und dem elastischen Verhalten des Kristalls abhängig und helfen so bei bekannter Schallfrequenz zur Ermittlung der elastischen Konstanten.

Bei Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten und Gasen auf piezoelektrischem Wege gelangte man zu überaus interessanten Aufschlüssen über Beziehungen zur Kompressibilität, Konzentration usw.

Die senkrecht zur schwingenden Platte des Ultraschallsenders abgestrahlten Ultraschallwellen finden bei ihrer ganz ausgezeichneten Richtungscharakteristik vielfach in der Unterwasserschalltechnik Verwendung (Echolotung, Nachrichtenübermittlung unter Wasser u. ähnl.). Auch zur Materialprüfung, zum "Abtasten" von Werkstücken wird der Ultraschall in immer steigendem Maße herangezogen.

Interessant sind auch biologische Wirkungen des Ultraschalles. Für zahlreiche Mikroorganismen wirkt der Ultraschall tödlich.

Der reziproke piezoelektrische Effekt mit den "schwingenden Kristallen" wird mit großem Vorteil in ständig zunehmendem Maße auf den verschiedensten technischen Gebieten verwendet. So hat eine rein kristallphysikalische Frage (Piezoelektrizität) in der Praxis eine unerwartet hohe Bedeutung und Anwendungsmöglichkeit gewonnen.

Die Paragenesen des Vivianits, insbesondere in österreichischen Vorkommen.

(nach einem Vortrag auf der Herbsttagung 1961 in Klagenfurt).

Von Heinz MEIXNER, Knappenberg.

(Lagerstättenuntersuchung der Oesterr. Alpine Montangesellschaft).

Vivianit  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , mon., ist der Hauptvertreter unter den Mineralen der in den Sammlungen recht farbenprächtigen "Vivianitgruppe"  $\text{Y}_3(\text{zO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , mon.

mit:	$(\text{PO}_4)_2$	$(\text{AsO}_4)_2$
$\text{Fe}_3$	Vivianit, mon. (Blaueisenerz, Blaueisenerde)	Parasymplesit, mon.
$\text{Co}_3$	-	Erythrin, mon. (Kobaltblüte, Kobaltbeschlag)
$\text{Ni}_3$	-	Annabergit, mon. (Nickelblüte)
$\text{Mg}_3$	Bobierit, mon.	Hörnesit, mon.
(Ni, Mg) $_3$	-	Cabrerit
(Co, Mg) $_3$	-	Kobaltcabrerit

Vivianit ist ein relativ häufiges Mineral, meist jedoch erdig und fast dicht erscheinend, während schöne Kristalle viel seltener sind. "Vivianit bildet sich bei Einwirkung von phosphorsäurehaltigen Lösungen auf Ferroverbindungen, wie Magnetkies, Pyrit, Spateisen, Fayalit unter Abschluß von Luftsauerstoff, aber meist oberflächennah" (F. KLOCKMANN - P. RAMDOHR: Lehrbuch der Mineralogie, 14. Aufl., 1954, S. 513).

Paragenetisch lassen sich unterscheiden:

- 1) V. in K i e s l a g e r s t ä t t e n , z.B. Bodenmais und Grube Bayerland in Bayern, St. Agnes in Cornwall, Ashio Mine in Japan.
  - 2) in P e g m a t i t e n nach primären Fe-Mn-Phosphaten, z.B. Hagendorf in Bayern, Marienbad in Böhmen, Dobrotić in Jugoslawien usw.
- V. aus den Paragenesen 1) und 2) kommen häufig in schönen Kristallen, mitunter in Größen bis zu 10 cm vor, während V. in den folgend genannten Gruppen 3) bis 6) meist als erdiger Anflug oder in blauen Knöllchen, seltener in meist recht kleinen Kriställchen auftritt.
- 3) in limonitischen Zonen von E i s e n s p a t l a g e r s t ä t t e n metasomatischer oder sedimentärer Entstehung, z.B. Amberg in Bayern.

- 4) auf alten K n o c h e n in Gräbern und Höhlen
- 5) auf verwittertem H o l z, L i g n i t und auf T o r f in Mooren,
- 6) in meist t e r t i ä r e n T o n e n mit Resten von pflanzlichen oder tierischen Fossilien als ursprünglich weiße, an der Luft rasch blau werdende Knöllchen.

Unsere heimischen Vorkommen lassen sich in dieser Gliederung gut unterbringen.

Zu 6.), V. in Tonen:

Tirol: bei Kufstein

Oberösterreich: Lembach

Steiermark: Kobenz bei Knittelfeld - Frohnleiten - Ligist - Deutschlandsberg - Köflach-Voitsberger Kohlenrevier - Waldhof bei Wetzelsdorf, Ragnitz und Platte bei Graz - Ziegelei Lembachmühle bei Gleisdorf - Seggauberg bei Leibnitz - Ziegelei Retznei - Steinberg bei Feldbahn - Gossendorf bei Gleichenberg.

Kärnten: St. Stefan und Kerschdorfgraben im Gailtal - Kopinberg bei Thörl - Bad Einöd bei Friesach - Kolek im Lavanttal.

Ein mit letzterem wohl gleichartiges Vorkommen erhielten wir kürzlich von der Tunnelbaubetriebsleitung aus dem N o r d e i n - s c h n i t t des L a n g e n b e r g t u n n e l s im L a - v a n t t a l (Beleg: Sammlung des Landesmuseums für Kärnten).

Zu 5.) V. auf Holz, Lignit, Torf:

Oberösterreich: im Moor bei Mondsee.

Salzburg: unter dem Torflager von Koppel bei Ebenau.

Niederösterreich: auf Sandstein und fossilen Ästen bei Lunz.

Steiermark: auf Holzfragmenten im Hangenton von Voitsberg.

Ein reiches Vivianitvorkommen dieser Genese - eine Veröffentlichung des Fundes scheint noch nicht erfolgt zu sein - ist im Mai 1934 von meinem Studienkollegen Dr. G. KIELHAUSER (damals Graz) entdeckt worden. Bei phytopaläontologischen Untersuchungen fand der Genannte an der Straße nördlich von Gleisdorf gegen A l b e r s - d o r f in einem Wiesenmoor beim Grabenstich in 50 cm Tiefe eine gut 10 cm starke, tiefblaue Schichte, die neben Torf aus pulverigem Vivianit besteht (Belegstück: Sammlung Dr. H. MEIXNER).

Kärnten: auf Lignit von Schiefling bei Keutschach und Feistritz im Gailtal - auf Torf im Watzelsdorfer Moor bei Völkermarkt.

Zu 4.) V. auf Knochen:

Oberösterreich: nach zersetzten Knochen bei Lembach - auf einem Mammutzahn von Ried i.I.

Steiermark: Drachenhöhle bei Mixnitz - auf Säugerknochen in kleinen Kristallen von Marienschacht bei Köflach.

Kärnten: Nach freundlicher Mitteilung von Prof. F. KAHLER hatte das Landesmuseum, einst vom heutigen Baudirektor Dipl.Ing. M. SCHMID eingeliefert, 1 - 2 mm große, dunkelblaue V.-xx, die in Zahnalveolen eines Pferdeschädels saßen, der anlässlich der Glanregulierung aus Moorboden bei F e i s t r i t z - P u l s t im oberen Glantal westlich St.Veit gefunden worden ist; das Belegstück ist durch Kriegseinwirkung verloren gegangen.

Zu 3.) V. aus Eisenspatlagerstätten:

Alle Schrifttumsnachrichten über heimische Vorkommen dieser Art sind recht unsicher; es wäre neues Material zu neuen Untersuchungen erforderlich.

Niederösterreich: auf Limonit vom Erzberg bei Edlach - ebenso von Drosendorf.

Steiermark: Aus dem Eisenspat-Tagbau Steinbauer bei Neuberg. - Vom Steir. Erzberg angeblich "Beraunit ps. nach Vivianit-xx" - "Beraunit" wurde auch von Donawitz ob Leoben und vom Rötzgraben bei Trofaiach genannt.

Paragenetisch in seiner Stellung etwas unklar erscheint auch ein Vorkommen von Vivianit mit Realgar und Auripigment, das in Hollersbach bei Stanz im Mürztal in Eisennieren-Limonitkonkretionen eines Eisenocker-Schurfbaues aufgetreten sein soll (K.A. REDLICH; 1908).

Zu V. nach 2.) Kieslagerstätten, und 1.) Pegmatiten.

Vorkommen dieser Art und zwar in gewisser Beziehung als Kombination von 2) und 1), waren aus Österreich bis vor kurzem unbekannt. Hieher dürften sehr kleine V.-xx (Mitteilung von Dr. H. HÖLLER, Graz) gehören, die W. PHILIPPEK (Graz) im Guppersteinbruch im Wildbachgraben bei Deutschlandsberg (Steiermark) gefunden hat und worüber bisher nur eine vorläufige Mitteilung vorliegt (H. HÖLLER, 1959).

Ein ganz hervorragendes Vorkommen schöner V.-Kristalle - und dies war der Grund des Vortrages und der vorliegenden Zusammenstellung - ist im Sommer 1961 wiederum von W. PHILIPPEK (Graz) aufgefunden und vom Verfasser bestimmt worden. Die Kristalle erreichen eine Größe von 6 - 8 mm, sind farblos bis grünlich bis blau, fast klar und weisen einen für das Mineral ganz ungewöhnlichen, isometrischen Habitus auf (eine nähere Beschreibung wird andernorts erfolgen). Diese Vivianit-xx stammen aus dem bekannten Quarz-Pegmatit-Bruch vom Ebenlöcker bei Modriach (Steiermark) und treten in Hohlräumen eines durch oberflächennahe Kiesverwitterung stark zersetzten Apatit führenden Pegmatits auf. Es ist eine der Fundstätten der berühmten

"Modriacher" Rutil-xx und jene, von der kürzlich E. KAHLER (Karinthin, F. 42, 1961, S. 153/154) nach Aufsammlungen von R. KREBERNIK (Köflach) die Phosphatminerale *S t r e n g i t*, *K l i n o s t r e n g i t*, *R o c k b r i d g e i t*, *K a k o x e n*, *D e l v a u x i t* und *S t r u n z i t* beschreiben konnte. Der Vivianit tritt hingegen nicht unmittelbar zusammen mit den genannten Phosphaten auf. Die Kieszersetzung im Pegmatit führte auch zur Entstehung von *g e d . S c h w e f e l* (H. MEIXNER, Der Karinthin, F. 42, 1961; S. 154), dessen zwar winzige, doch kristallographisch ausgezeichnet entwickelte Kristalle eben von E. KAHLER (Carinthia II, 151, 1961, 78-80) näher gekennzeichnet worden sind.

Unseren Sammlerfreund W. PHILIPPEK dürfen wir zur Aufsammlung der prachtvollen Vivianit-xx herzlich beglückwünschen.

Nicht in unser System der Vivianitparagenesen paßt schließlich eine auf F. KIESSLING zurückgehende Angabe, wonach in Spalten eines *S e r p e n t i n s* bei Dürnstein (Niederösterreich) V. vorgekommen sein soll. Das ist wohl eine paragenetisch recht unwahrscheinliche Mystifikation irgendwelcher blauer Überzüge, wie sie in Serpentinesteinen ja häufig beobachtet werden.

Vorläufige Mitteilung über einen Fund von pflanzenführendem Oberkarbon im Bereich des Christophberges (Mittelkärnten.)

Von G. RIEHL-HERWIRSCH, Wien.

Bei Kartierungsarbeiten im Rahmen meiner Dissertation konnten im Raume Christophberg E des St. Magdalensberges im Sommer 1961 eine Reihe von fossilen Pflanzenresten aufgesammelt werden.

Der Fundpunkt der bestimmbar Resten, die leider nicht direkt aus dem Anstehenden gewonnen werden konnten, liegt an einer Spitzkehre des Waldwirtschaftsweges von Schloß Freudenberg (Pischeldorf) zum Gehöft Karlbauer, cca. 250 ~~m~~ WSW des Gehöftes.

Die gut erhaltenen Pflanzenreste fanden sich besonders in den feinkörnigen Lagen eines graublauen Sandsteines mit sandigen Tonschieferlagen. Stratigraphisch stammt das Material aus dem auch anstehend aufgeschlossenen Teiler nach-variszischen Sedimentserie, die bisher zu den "Grödener Schichten" gestellt wurden.

Eine Probe aus den feinsandigen Tonschiefern wurde Herrn Dr. W. KLAUS (Palynologisches Laboratorium der Geologischen Bundesanstalt Wien) mit der Bitte um Untersuchung gebracht. Nach brieflicher Mitteilung (Wien, 2. Feber 1962/Palynologische Untersuchung

Nr. 657) enthielt diese Probe folgende Sporen in meist nicht gut erhaltenem Zustand:

Anulatisporites POT. & KREMP	Densosporites POT. & KREMP
Endosporites WILSON & COE.	Dictyotriletes POT. & KREMP
Knoxisorites POT. & KREMP	Microreticulatisporites POT. & KREMP
Leiotriletes POT. & KREMP	Reticulatisporites reticulatus IBR.

Nach W. KLAUS weisen diese Sporen vorwiegend <sup>auf</sup> Oberkarbon und zwar Westfal. Da die Luftsackformen des Ober Stefan und des Rotliegend nur wenig vertreten sind bzw. vollkommen fehlen, sind diese Altersstufen weniger wahrscheinlich.

Unter der Verwendung der Tabellen POTONIE & KREMP 1954 ergibt sich daraus für unseren Raum folgendes Bild:

Dinant Tourn. Visé	Oberkarbon						Perm		TECHST	USA Asien Europa
	Namur		Westfal		Stefan		Rotlieg.			
	AB	C	AB	CD	A	B	C	U.	O.	
										ANULATISPORITES
										ENDOSPORITES
										KNOXISPORITES
										LEIOTRILETES
										DENSOSPORITES
										DICTYOTRILETES
										MICRORETICULATISPOR.
										RETICULATISP. RETICUL.

Die Bestimmung der makroskopischen Pflanzenreste ergab die Formen:

Alethopteris subelegans POT.	Hdst. Nr. 140i/61
Annularia cf. stellata SCHLOTH.	140a/61
Cordaites principalis GERM.	140g/61
Pecopteris arborescens BGT.	140 a/61
Pecopteris cf. polymorpha BGT.	16/1/61
Pecopteris sp.	140b/61

Nach der Literatur kommen die Formen vom Christophberg sowohl im Stangalmgebiet (JONGMANS 1935, 1938) als auch in der Basis der Auernigschichten (BERGER 1960) vor. In beiden Fällen wird von den Verfassern ein höheres Westfal und zwar Westfal D als wahrscheinlich dargestellt, das nach der Gliederung JONGMANS' (1938) Westfal D und Stefan A der alten Gliederung umfaßt.

Weitere Aufsammlungen werden im Verlauf der Geländearbeiten durchgeführt, und sollen einen genaueren Vergleich mit den benachbarten, fossilbelegten Vorkommen ermöglichen.

Als sicher kann der Nachweis einer, wenigstens teilweise erhalten, Sedimentation für den Bereich des Christophberges im oberen Westfal bzw. im Westfal D nach JONGMANS gelten. Daraus ergibt sich, daß die "Grödener Schichten" des Arbeitsgebietes bereits Westfal enthalten. Es kann jedoch noch nicht sicher gesagt werden, inwieweit Schichtlücken auftreten und mit welchem Schichtglied die Transgression beginnt.

#### Literatur:

- W. BERGER: Neue Funde von Oberkarbonpflanzen in den Auernigschichten (Kärnten). Verh.GBA 1960 p. 253-261, Wien 1960.
- W. GOTHAN: Karbon - Perm. Hg.G. GÜRICH: Leitfossilien, dritte Lieferung 48 Tafeln, Berlin, Gebr. Borntraeger 1923.
- W.J. JONGMANS: Die Flora des "Stangalpe" Gebietes in Steiermark. C.R.II. CONGR.ét Strat. Carbonifère. Heerlen 1935 40 S., PL. 114-145, 1 geol. Karte. Maastricht 1938.
- W.J. JONGMANS: Paläobotanische Untersuchungen im österr. Karbon. Berg- u. Hüttenmännische Mh. 86/5 p. 97 Wien 1938.
- R. POTONIE & G. KREMP: Die Gattungen der paläozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. Geol. Jb. 69, p. 111-194, 17. Taf., 5 Abb.. Hannover, Feb. 1954.
- W. & R. REMY: Pflanzenfossilien. Ein Führer durch die Flora des limnisch entwickelten Paläozoikums. 209 Abb., 3 Taf., 2 Karten, 285 S. Akad. Verlag Berlin 1959.
- H. SEELMEIER: Geologische Beobachtungen in der Umgebung des Christophberges und St. Magdalensberges bei Klagenfurt. Z. deutsch. geol. Ges., Bd. 92, p. 430-441, 4 Abb., Berlin 1940.
- H. MEIXNER: B ü c h e r s c h a u .
- W.E. PETRASCHECK: Lagerstättenlehre. - 2. neubearbeitete Auflage, VIII + 374 S. mit 232 Textabb., 25 x 18 cm, Wien 1961 (Springer-Verlag), geb. Lw. S 312.-

1950 ist in gleichem Umfang die 1. Auflage dieser Lagerstättenlehre, gemeinsam von W. und W.E. PETRASCHECK verfaßt, herausgekommen. Das Werk hat nicht nur an den Hochschulen, sondern auch bei berufstätigen Bergleuten und Geologen eine gute Aufnahme gefunden, so daß es nach einem Jahrzehnt vergriffen war. W.E. PETRASCHECK (Leoben) hat sich der Mühe unterzogen, eine Neubearbeitung durchzuführen, allgemeine Erkenntnisse der letzten 10 Jahre einzuarbeiten, wobei verschiedene Abschnitte neu geschrieben wurden und auch etwa ein Viertel der Abbildungen ausgewechselt worden ist.

Aus der Inhaltsgestaltung "Was sind Lagerstätten", "Erzlagerstätten, - Die Lagerstätten der einzelnen Metalle, - Aufsuchung und Begutachtung von Erzlagerstätten - Industrie-Mineralie, Steine und Erden Salze - Kohle - Erdölgeologie" ist ersichtlich, daß alle Gruppen unserer wichtigen mineralischen Rohstoffe erfaßt sind.

Dieses "kurze Lehrbuch von den Bodenschätzen in der Erde" ist aber nicht nur Studienbehelf an der Montanistischen Hochschule und für Geologen an unseren anderen Ausbildungsstätten, sowie ein handliches Nachschlagewerk für die praktisch tätigen Bergleute, sondern, so scheint es dem Referenten, das Werk könnte auch vielen von unseren Mineralsammlern von Nutzen sein. Die Lagerstätten-Beispiele stammen vorwiegend aus Deutschland, aus den Alpen, aus dem Balkan und aus der Türkei. Wie viel lebendiger wird das Mineralsammeln, das ja zum großen Teil an von Bergbauen erschlossenen Stellen erfolgt, wenn der Sammler auch mit den Grundzügen der Lagerstättenlehre vertraut ist und dadurch Einblick in die Bildungsmöglichkeiten gewonnen hat. Ein ansprechender Führer hiezu ist das vorliegende Lehrbuch. Eine ganze Reihe von Darstellungen gehen auf persönliche Erfahrungen von W. und W.E. PETRASCHECK zurück. Die Schrifttumshinweise werden vor allem den tätigen Montanisten von Wert sein. Druck und Ausstattung sind vorzüglich, ein Orts- und Sachverzeichnis beschließen das Werk.

H. MEIXNER.

H. SCHNEIDERHÖHN : Die Erzlagerstätten der Erde. Band II, Die Pegmatite. - Stuttgart 1961 (Verlag G. Fischer), 720 S. mit 254 Abb. im Text und auf 16 Falttafeln. 25 x 18 cm. Lw. DM 86,-

Nach dem 1958 erschienenen Band I, in dem die "Lagerstätten der Frühkristallisation" - Chromit, Ilmenit, Platinmetalle - behandelt wurden (vgl. Besprechung in Folge 38 des Karinthin, 1959, S. 27) liegt nun dieser stattliche Pegmatit-Band vor. Pegmatite sind Gesteine, die aus ganz verschiedenen Blickrichtungen heraus großes Interesse bieten. Ihrer Entstehung nach handelt es sich um liquidmagmatisch-pneumatolytische Mischgesteine, die meist aus granitischen Restschmelzen entstanden sind. Charakteristisch ist der Gehalt an vielen seltenen Elementen und damit auch akzessorischen Mineralen. Letztere sind für die Gewinnung mancher Grundstoffe mitunter die einzige Rohstoffbasis, aber auch ihre Hauptkomponenten, Feldspat, Glimmer und Quarz haben häufig große wirtschaftliche Bedeutung. Für die Sammler von Mineralen stellen Pegmatitlagerstätten oft ein Eldorado dar und auch manche Edelsteingewinnung ist an sie gebunden.

Der erste Hauptteil (S. 3 - 321) bringt die überaus eingehende regionale Schau von allen wichtigen im Schrifttum beschriebenen Pegmatitlagerstätten der Erde, kontinent - und länderweise geordnet; auf diesen Abschnitt entfällt auch der überwiegende Teil der beigegebenen Karten und Abbildungen.

Der zweite Hauptteil (S. 322 - 505) behandelt allgemein Vorkommen, Phänomenologie und Physiographie der Pegmatite.

Im dritten Hauptteil (S. 506 - 542) sind beginnend mit älteren Arbeiten, die Ansichten u.a. von P. NIGGLI, J.H.L. VOGT, A. FERSMANN über die physikalisch-chemischen Grundlagen der Pegmatitbildung dargestellt.

Es folgen im vierten Hauptteil (S. 543 - 615) die bisherigen Ansichten von etwa 50 namhaften Forschern über die Genesis der Pegmatite, sowohl der magmatisch als auch der metamorph (Pseudopegmatite) entstandenen und Stellungnahme des Verfassers zu den verschiedenen Ansichten.

Im fünften Hauptteil (S. 616 - 636) zieht H. SCHNEIDERHÖHN mit "Meine eigene genetische Zusammenfassung" die Folgerungen aus der vergleichenden Verarbeitung des im ersten Hauptteil vorgelegten regionalen Materials.

Den Abschluß bilden ein Literaturverzeichnis (S. 662 - 690; 776 Nummern!), ein Sachverzeichnis (S. 691 - 704), ein Ortsverzeichnis (S. 705 - 711) und ein Namensverzeichnis (S. 712 - 720).

Zur Fertigstellung dieses umfangreichen, saubergedruckten und mustergültig ausgestatteten Werkes über die Pegmatite sind Verfasser und Verlag zu beglückwünschen. Es handelt sich um eine grundlegend wichtige Zusammenfassung aller bisherigen Erkenntnisse über diese Gesteinsgruppe und wohl jeder, der sich mit ihr und ihren vielfältigen Mineralisationen forschend oder wirtschaftlich beschäftigt, wird dankbar auf das vorliegende Material zurückgreifen, das H. SCHNEIDERHÖHN zusammengetragen und verarbeitet hat.

H. MEIXNER.

O.M. FRIEDRICH: Erzminerale der Steiermark. - Graz 1959 (Abteilung f. Mineralogie am Landesmuseum Joanneum) 28.S. Text + 27 S. mit 84 Abb., 15 x 21 cm.

Die Studie erschien im steirischen Gedenkjahr für Erzherzog Johann; sie hat den wohl besten Kenner unserer heimischen Lagerstätten zum Verfasser. In der vorliegenden Schrift konnte naturgemäß nur ein Bruchteil der umfangreichen erzmikroskopischen Beobachtungen O. FRIEDRICHs an Material aus steirischen Lagerstätten gebracht werden. In genetischer Reihenfolge erhält der Leser einen Überblick über die heimischen Erzvorkommen der magmatischen, sedimentären und metamorphen Abfolgen, wobei wirtschaftliche und montangeologische Begebenheiten außer Betracht blieben. Vorzüglich gelungene Anschliffbilder von seltenen oder paragenetisch ungewöhnlichen Erzmineralen machen die Veröffentlichung besonders wertvoll. Kurze Verzeichnisse der steirischen Erzminerale und des wichtigsten Schrifttums bilden den Abschluß.

H. MEIXNER.

-----  
Zahlungen bzw. Spenden für die Fachgruppe (mit KARINTHIN) an:  
"Scheckkonto Nr. 145.218, Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Fachgruppe für Mineralogie u. Geologie, Knappenberg/Kärnten".

Zahlungen, insbes. Mitgliedsbeiträge für den Gesamtverein (mit Carinthia II und den Sonderheften) nur an:  
"Scheckkonto Nr. 16.305, Kärntner Landes-Hypothekenanstalt, Klagenfurt, für Nr. 1293, Naturwissenschaftl. Verein für Kärnten".  
-----

-----  
Für Form und Inhalt der Beiträge sind die Mitarbeiter allein verantwortlich. Wiederabdruck nur mit Bewilligung der Leitung der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie. - Einzelpreis der Folge 45/46 öS 14,- Zuschriften an Prof. Dr. Heinz MEIXNER, Knappenberg, Kärnten, Österreich.  
-----

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Der Karinthin](#)

Jahr/Year: 1962

Band/Volume: [45-46](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [1-44](#)