

# DER KARINTHIN



HERAUSGEGEBEN VOM INSTITUT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN (MINERALOGIE UND  
PETROGRAPHIE, GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE) DER UNIVERSITÄT SALZBURG  
IN ZUSAMMENARBEIT MIT DER FACHGRUPPE FÜR MINERALOGIE UND GEOLOGIE  
DES NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINES FÜR KÄRNTEN



*Folge 84*

*S. 222-277*

*5. Mai 1981*

IN DIESER FOLGE FINDEN SIE:

J.MÖRTL: Bericht über die Herbsttagung 1980 (F.KAHLER-Festkolloquium).....	223-226
Fortsetzung zum Inhalt von S.222: Bücherschau (H.MEIXNER).....	226
G.GRUNDMANN: Die Einschlüsse der Berylle und Phenakite des Smaragdvor- kommens im Habachtal (Land Salzburg, Österreich).....	227-237
J.-M.SCHRAMM: Über den Einfluß der Verwitterung auf die Illitkristallinität	238-249
W.VETTERS: "Albit-Rhyolith" aus dem Burgenland. Relikt einer Anatexis? ....	250-262
W.PAAR: Zur Erzmineralogie der Goldlagerstätte Waschgang, Oberkärnten. Ein Kurzbericht.....	263-265
W.GÜNTHER: Pharmakosiderit, Silberglanz und Pyrargyrit vom Silberbergbau Seekopf in den Goldberger Tauern bei Gastein.....	266-267
G.RIEHL-HERWIRSCH: Geozantrum Hüttenberg, Kärnten. Veranstaltungen im Som- mer 1981.....	268-269
A.WEISS: Verfllossene Bergbautätigkeit im Packgebiet, Stmk./K. ....	270-272
H.MEIXNER: B ü c h e r s c h a u .....	272-277
DER AUFSCHLUSS: Sh.30., "Zur Mineralogie und Geologie des Koblenzer Rau- mes, des Hunsrücks und der Osthifel". Heidelberg 1980 (VFMG).....	272
EMSER HEFTE: 1.-4., Bochum 1979/80 (Verlag R.Bode).....	273
FRITSCHEN, L.-J. & L.W.GAY: Environmental Instrumentation. Berlin-Heidel- berg-New York 1979 (Springer-Verlag).....	273
GRUBER, F. & K.-H.LUDWIG: Salzburgs "Silberhandel" im 16.Jahrhundert . Böcksteiner Montana, 3., Leoben 1980.....	273-274
HANTKE, R.: Eiszeitalter. 2., Thun 1980 (Ott-Verlag).....	274
LANGGUTH, H.-R. & R.VOIGT: Hydrogeologische Methoden. - Berlin-Heidel- berg-New York 1980 (Springer-Verlag).....	274-275
MINERALOBSERVER, 1.-4., Salzburg 1978/80 (Haus der Natur).....	275
MÜLLER, G. & M.RAITH: Methoden der Dünnschliffmikroskopie. 3.Aufl., Clausthal-Zellerfeld 1981 (Verlag Ellen Pilger).....	275
POTTER, Paul E., J.Barry MAYNARD & Wayne A.PRYOR: Sedimentology of Shale. Berlin-Heidelberg-New York 1980 (Springer-Verlag).....	275-276

*Fortsetzung auf Seite 226!*

BERICHT ÜBER DIE HERBSTTAGUNG 1980 DER FACHGRUPPE FÜR  
MINERALOGIE UND GEOLOGIE DES NATURWISSENSCHAFTLICHEN  
VEREINES FÜR KÄRNTEN

FESTVERANSTALTUNG ZUM 80.GEBURTSTAG VON HON.PROF.DR.  
FRANZ K A H L E R  
AM 8.NOVEMBER IN KLAGENFURT

Von Josef MÖRTL, Klagensfurt

Die Begrüßung des Jubilars, der Vortragenden und Festgäste wurde vom Präsidenten des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten, OR Dr.Hans SAMPL, vorgenommen, der auch das Wirken von Prof.KAHLER in den letzten 5 Jahren besonders herausstellte, dessen Arbeiten über Fusuliniden, Edelwässer, Natur Kärntens und vieles mehr einem jungen Fachkollegen jeweils leicht zur Habilitation gereicht hätten. Als Präsident überreichte er die Carinthia II, 1981, zu Ehren KAHLERS gewidmete Beiträge in Buchform.

Nach kurzen einleitenden Worten des Fachgruppenobmannes, Prof. Mag.F.STEFAN, trat der erste Festredner, Prof.G.B.VAI aus Bologna vor und brachte das Thema "Geologische Forschungen in der Karnischen Kette und in der Carnia". Die Karnischen sind mit dem Werden der Südalpen eng verbunden. Nach der Kollision Europa mit Afrika in der Oberkreide entstehen die Nordalpen, die Südalpen und äußeren Dinariiden sind zu dieser Zeit noch beim Absetzen. Weiters zeigt die südalpine Kette markante strukturelle Unterschiede und Unterschiede im Krustenverhalten. Mittels Geschwindigkeitsdiagrammen kann man diesen Umstand verfolgen. Zurückgeführt kann das werden, entweder auf herzynische Ereignisse oder tiefe alpidische Massenbewegungen unter der obersten Kruste. Die Mitwirkung der herzynischen Faltung wird betont und ist durch orogenetische Polarität gekennzeichnet (Metamorphose+ Bewegung: nur Faltung: kratogene Gebiete). Ein weiterer Punkt, den der Redner aufzählte, ist die Irrmeinung der französischen Schule um AUBOUIN, der sagte, daß herzynische Europa sei nur der süd- bis westliche Teil dieses Kontinents. Letztlich verwies er auf Beweise, die besagen, die herzynische Gebirgsbildung ist dominanter als die alpidische in diesem Raum. Nach dieser Einführung gelangte Prof.VAI zu den Karnischen Alpen. Die Frage, ob die Grenze zwischen Pontafelmasse und paläokarnischer, herzynischer Kette stratigraphisch oder tektonisch sei, wurde dadurch beantwortet, daß die liegende Einheit verfault und verschuppt vorliegt und darüber ruhige Ablagerungsniveaus kommen. Unter Hinweis auf die Diskordanz bekannte er schwärmerisch, für ihn sei eine geologische Diskordanz so schön, wie der schönste Kristall der Welt. Den Abschluß des Vortrages bildete Dias aus dem Naßfeldgebiet, wobei hier der Unterschied zwischen herzynischer Kette und Molasse (z.B. am Creta die Lanza und Trogkofel) gekonnt herausgestrichen wurde. In zukünftige Betrachtungen müßten die primäre Ausbreitung mobiler Zonen mehr als bisher einbezogen werden, wenn paläogeographische Modelle entwickelt werden.

War der erste Sprecher im Westen, übersiedelten die Zuhörer mit dem zweiten Vortragenden, Prof.Dr.A.RAMOVS aus Laibach mit "Geologie der Westkarawanken und der Julischen Alpen" in den östlichen Teil der Südalpen. Zwischen 1960 und 1973 erfolgten systematische Untersuchungen der Karbon- und Permstratigraphie in den Karawanken, denen 1976 dann die der Julischen Alpen folgten. Die Verhältnisse dieser beiden Räume konnten über Feststellungen im Jungpaläozoikum, aber auch über

die Triäszeit, verbessert werden. Dies war durch biostratigraphische Resultate besonders ermöglicht worden. Die ältesten Schichten gehören in den Westkarawanken dem Kassimovium an, in den Juliern fehlen nur die triticitenführenden. Die unterpermischen Schichten sind nur lückenhaft vorhanden, beide Gebiete sind anlässlich einer Hebungsphase abgetragen worden. Die Grödener Schichten, vorkommend bei Gozd-Martuljek, konnten in den Juliern nicht mehr verfolgt werden, desgleichen trifft dies auf Neoschwagerinenkalk zu, er tritt nur in den Julischen Alpen auf. Die Untertrias liegt konkordant dem älteren Schichtpaket auf. Besondere Aufmerksamkeit soll man den grauen, brecciösen, grobkernigen Konglomeraten zuwenden, die bisher mit ihren u.a. Unter- und Mitteltriasbruchstücken in das Anis gestellt wurden. Ohne Sedimentationsunterbrechung folgen der Cordevolstufe Kahlenberg-einerseits und Tamar-schichten andererseits. Auch späterhin sind die Ablagerungsräume der beiden besprochenen Gebiete gleichzusetzen. Der variszische Unterbau ist nirgends aufzufinden, erst im Seebergeraum kommt er zum Vorschein. Im oberen Savetal gibt es für beide Einheiten keine Angaben für zwei zu trennende tektonische Blöcke, sie besitzen denselben prätriassischen Untergrund und dieselben antiklinal aufgewölbten Triasabfolgen. Zum Schluß meint dann noch Prof. RAMOVŠ, für ihn sei derzeit im westlichen Teil der Savebruch nicht existent. Zur Illustration sah man etliche ausgezeichnete Farbdias.

Einem Wunsche des Jubilars zu entsprechen, behandelte Univ.Prof. Dr.L.KOSTELKA, Klagenfurt, das Thema "Rohstoffprobleme Kärntens, Rückblicke und Ausblicke". Ausgehend von einer Zusammenstellung des k.u.k. Ackerbauministeriums über österreichische Bergbaue aus dem Jahre 1900, verglich er damit den Stand 80 Jahre später. Schon unter Kaiser Maximilian genannt, förderten an der Jahrhundertwende 3 Bergleute etwa 250 Tonnen Roherz am Fundkofel. Rohstoffforschung brachte die Kreuzeckgruppe wieder unter die potentiellen Rohstofflieferanten, eine mehrere Kilometer lange Kiesvererzung wurde aufgefunden, dem **A n t i m o n i t** wird nachgespürt. Bei den **E i s e n** wurzen waren um 1900 Hüttenberg, Waldenstein und Schaumboden festgehalten worden. Trotz der intensiven Arbeiten von CLAR und MEIXNER war Hüttenberg angesichts der Weltmarktpolitik auf dem Eisensektor nicht mehr zu retten, allmählich kommt neues geowissenschaftliches Leben dorthin. Das **G e o z e n t r u m**, eine Ausbildungsstätte, hat für Studenten und Fachinteressenten seine Tore geöffnet. Waldenstein, der **H ä m a t i t** abbau im Bezirk Wolfsberg, hat zufolge seiner Produktion des begehrten Produktes alle Stürme überwunden, die Prospektion hat neue Vorkommen geortet. Karntna lei lei, hast an Herrgott aus **B l e i**, besagt schon alles. Blei und der Paragenesenbegleiter Zink waren stets ein bevorzugtes Aufsuchungsobjekt in Kärnten. Einst neben Bleiberg noch Rudnik genannt, hält heute nur mehr Bleiberg die Förderung aufrecht. Um 1900 gab es noch Kinder unter den Arbeitskräften, die Versorgung mit billiger und unverfälschter Milch erfolgte bereits und der Franz-Josephstollen erhielt zum besseren Vortrieb eine maschinelle Bohreinrichtung. Bei **K o h l e**, damals Wiesenau und St.Stefan angeführt, bestehen neue Hoffnungen. KAHLER, HERZOG und KOSTELKA haben ein Aufsuchungsprogramm in die Wege geleitet, 10 Meter Kohle gelten als gesicherter Vorrat. Damals noch unbekannt, heute einer der größten Arbeitgeber, die ÖAMAG, hat als Abbauprodukt **M a g n e s i t** auf der Millstätter Alpe, Neuerschließungen stehen am Programm. Aber auch der Feldspat um Spittal an der Drau wird in neue Konzeptionen einbezogen und untersucht. Die letzten Gedanken seien dem Rohstoff **W a s s e r** gewidmet. HERZOG mit Naturraumpotentialprojekten auf Lockergesteine und Wasser und KAHLER mit JANSCHKEK bei den Mineral- und Thermalwässern sind dort tätig. Der Vergleich 1900 mit 1980 zeigt, daß das heutige Rohstoffaufkommen als absolut positiv zu bewerten ist. Lagerstätten von Weltformat gibt es bei uns kaum, aber die vorhandenen Reserven können der eigenen Wirtschaft bei weltwirtschaft-

lich bedingten Engpässen zur Versorgung dienen. Er schloß mit den Worten "ad multos annos" für den Jubilar und den Kärntner Bergbau.

Univ.Prof.Dr.E.CLAR, Wien, durch Jahrzehnte mit dem Hüttenberger Eisenerzabbau beruflich verbunden, referierte über "Lagerstättliche Erinnerungen an Hüttenberg". Das Aufzeigen alter Befunde erachtet er als unbedingt notwendig, da in letzter Zeit Deutungen publiziert wurden, die die seinerzeitigen Beobachtungen für null und nichtig erklären würden. Im 2000-jährigen Betrieb der Lagerstätte ist der Tiefenaufschluß nicht weiter als bis zur Talsohle gediehen. Mineralparagenetisch können nach MEIXNER 3 Hauptgruppen unterschieden werden:

1. Altbestand
2. Eisenspatvererzung
3. Verwitterungszyklus

Für die Genese wichtig sind Altbestand und Eisenspatauftreten. BRUNLECHNER zog die sedimentäre Bildung der Lagerstätte in Betracht, BAUMGÄRTL empfahl die epigenetische Natur. Dem damaligen Wissensstand mußte ein Granit als Retter für die zweite Deutung einspringen. REDLICH und HABERFELLNER sahen zwei Arten von Siderit. Der eine alt und metamorph, der andere ist Kluftabsatz. Die Mikroskopiearbeit nach dem 2. Weltkrieg ergab erstens metasomatische Entstehung der Eisenerze und dann ist die Verdrängung und der Kluftabsatz zugleich möglich. Bei allen Spekulationen, die man auf einer der westösterreichischen Universitäten anstellt, Ausgangspunkt muß das Saualpenkristallin bleiben. 1969 hat WEISSENBACH die Vermutung ausgesprochen, der Klieningbereich war einer variskischen Metamorphose ausgesetzt worden, jedoch erfolgte dann später eine alpidische Überprägung. Aus geochronologischen Daten weiß man, daß altalpidische Vorgänge mit Mobilisierungen stattgefunden haben. Marmor, der Träger der Vererzung wurde durchbewegt, gefaltet, die Kristallisation ist syn- bzw. postkinematisch vollzogen worden. Bei den Metasomatosevorgängen bleiben Strukturen im Marmor erhalten. Metamorphe Minerale wurden bei der Sideritentstehung nicht gebildet. Eine Verbindung der Erzkörper mit den sie begleitenden Störungssystemen ist bekannt. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, daß nach einer Erzzone, eine taube Strecke kommt, die Erzlageranordnung geschieht kaskadenförmig. Soweit man altermäßig die Störungen festlegen kann, sind es solche, die nach der Kreide und im Tertiär wirksam werden. Bilder von Erzmetasomaten zeigen, daß diese den Über- bzw. Abschiebungen folgten. Keinesfalls können Sideritdrusen und andere Paragenesenvertreter bei metamorphen Bedingungen entstehen. Gesteine des Altbestandes sind im Zuge der Hydrothermaltätigkeit an solchen Bahnen in Mitleidenschaft gezogen worden. Pegmatite sind meist zersetzt. Die von MEIXNER entdeckte Gips- und Cölestinmetasomatose leitet über zu den Mürbmarmoren. Reste einer primären sedimentären Erzkonzentration fehlen. Gesagt muß werden, Hydrothermalprozesse im Zusammenhang mit Metamorphoseakte sind keineswegs der Metamorphose zuzurechnen, denn dann wären Kluftminerale der Tauern metamorphe Minerale, was sie sicher nicht sind. Das Nebengestein liegt in Hüttenberg in Amphibolitfazies vor, dieser Kraftakt hätte für das Lagerstättengebiet nicht Siderit usw. bringen können, sondern Magnetit oder Hämatit wären dort vorherrschend gewesen.

Wie immer, den Abschluß dieses ereignisreichen Tages gestaltete Univ.Prof.Dr.H.MEIXNER, Salzburg/Knappenberg, mit "Zur Mineralogie der Hüttenberger Lagerstätte". Hüttenberg ist beileibe keine Weltlagerstätte wie Tsumeb oder Franklin Mine, aber es erbringt immerhin 160 Minerale und davon zwei eigenständige. Einmal den von F.MOHS benannten axotomen Arsenkies, besser bekannt als **L ö l l i n g i t** und dann der von Prof.MEIXNER entdeckte und zu Ehren des heutigen Jubilars benannte **K a h l e r i t**, ein Eisenuranglimmer. An die Marmore sind die Eisenspatlager geknüpft, mit dem Marmor in Verbindung die Glim-



merschiefer, z.T. auch Serpentine und im Liegenden Eklogite und Di-sthengneise. Dieser Altbestand erbrachte ca. 80 Minerale, nichts Außergewöhnliches. Pegmatite lieferten große Schörl-xx und selten Spodumen. Die Quarzite beinhalten vielmals Manganminerale. Erwähnt wurden der Unt.Grabner, Lölling und der Plankogel als Mineralfundorte. Übergehend zur Eisenspatvererzung zeigte der Vortragende anhand von Lichtbildern die Verdrängung von Kalkspat durch Siderit. Gleichsam ist es dem Ankerit und Dolomit ergangen. Tonige Substanz in Knacks des Gossener Mittelbaues, 1.Sohllauf, führten zur Aufklärung des SiO<sub>2</sub>-Absatzes in der Lagerstätte. Hydromuskovit aus den zersetzten Pegmatiten entstanden, verbraucht weit weniger kieselsaures Material als die "Riesenkorngranite" zu geben bereit sind. Die Folge davon sind Bergkristall, Amethyste, Kalzedone und Opale in reichlichem Maße. Von einer Metamorphose der Siderite ist weit und breit nichts zu sehen. Auf der ganzen Welt gibt es für die Platznahme solcher Erzminerale, wie es Siderit und seine Begleiter (mit ged.Metallen, Arseniden und Sulfiden von Bi, Ni, Fe, Cu, Pb, Zn usw.) eben sind, nur hydrothermale Bildung. Die Beweiskette wurde noch ein Weilchen fortgesetzt und dann zum Verwitterungszyklus übergegangen. Bis in Höhe des Hüttenberger Grubenhauses ist der Siderit limonitisiert worden, eine Menge Minerale sind daher zusätzlich entstanden. Was in manchen Lehrbüchern falsch gebracht wird, "Aragonit (Eisenblüte) entstünde aus Siderit", kein Calcium ist in ihm, hier kann nur der Ankerit helfend eingreifen. Gipsmarmore mit 20-80% Gips sind von hier bekannt geworden. Der normale Begleiter der Eisenvererzung war Baryt, was den Hüttenberger Lagerstättenforschern wesentlich zur Auffindung von neuen Reservieren half. In tieferen Teilen von Gossen tritt jedoch der Cölestin an seine Stelle. Die Mürbmarmore könnten ursprünglich Gipsträger gewesen sein. Umrahmt wurde der Vortrag durch zahlreiche schwarz-weiß-Dias und Farblichtbilder, die das Gesagte den Zuhörern, vor allem was die Beweislast für die Metasomatose in Hüttenberg anbelangt, anschaulich darlegte.

Das Tagesprogramm wurde durch Mineralbestimmen und die Ausgabe der Carinthia II, 90., 1980 und vom Karinthin Folge 83 zusätzlich einer Bereicherung unterworfen.

Fortsetzung des Inhalts von Seite 222: H.MEIXNER: B Ü C H E R S C H A U

SCHUSTER, Alfred Karl: Geologische und petrographische Untersuchungen im Danubikum der Südkarpaten, Paring-Gebirge, Rumänien. Clausthal-Zellerfeld 1980 (Verlag Ellen Pilger).....	276
SIGMUND, Alois: Die Minerale Niederösterreichs. 2.Auflage. Wien 1937. Nachdruck 1981 Graz (Möhler-Verlag).....	276
HOFER-CASARI-HARTL-PFLIGERSDORFFER-VETTERS: Biologie und Umweltkunde. Graz-Wien 1980 (Verlage Leykam, Deuticke, Hölder-Pichler-Tempsky).....	276-277
KOSMOS-KALENDER für Mineralien, Fossilien und Natur. Stuttgart 1980 (Franckh'sche Verlagsbuchhandlung).....	277

Die Einschlüsse der Berylle und Phenakite des Smaragdorkommens  
im Habachtal (Land Salzburg, Österreich)

von Günter GRUNDMANN, Berlin

Die Fülle und interessante Vielfalt an festen, flüssigen und gasförmigen Einschlüssen sind ein besonderes Charakteristikum der in der Umgebung der Leckbachscharte im Habachtal, Pinzgau (Land Salzburg, Österreich) auftretenden Berylle (bzw. Smaragde) und Phenakite. Über die in diesen Beryllium-Mineralen bislang festgestellten Einschlüsse, Einschlußparagenesen und einige weitere Gefügedetails soll im folgenden ein kurzer Überblick gegeben werden.

Die umfangreichste Darstellung zur Mineralogie des Smaragdorkommens im Habachtal gab LEITMEIER (1937). Weitere Angaben über geologische und mineralparagenetische Verhältnisse dieses Vorkommens sind den Arbeiten von FRASL (1953), NIEDERMAYR & KONTRUS (1973), MORTEANI & GRUNDMANN (1977), KOLLER & NIEDERMAYR (1977), KOLLER (1978), KOLLER et al. (1980), NIEDERMAYR (1978), GRUNDMANN & KOLLER (1979) und GRUNDMANN (1979, 1980) zu entnehmen.

Seit den ersten geologisch-mineralogischen Beschreibungen des Smaragdorkommens an der Leckbachscharte im Habachtal (SCHROLL, 1797; FRISCHHOLZ, 1821) ist wohl bekannt, daß absolut einschlußfreie Berylle bzw. Smaragde dort nur äußerst selten zu finden sind. Gewöhnlich zeigt sich neben der oft zu beobachtenden starken Rissigkeit im Kristallinneren eine relativ hohe Einschlußdichte. Häufige Erscheinungsformen stellen hierbei milchig-schlierige Einschlußwolken dar, die sich aus mikroskopisch kleinen Mineralkörnern oder Flüssigkeitseinschlüssen zusammensetzen. Häufig sind aber auch makroskopisch erkennbare Kristalleinschlüsse, die in die umschließenden Phenakite und Berylle eindringen oder diese vollständig durchdringen können.

Die genaue Bestimmung insbesondere der mikroskopisch bis submikroskopisch kleinen Mineraleinschlüsse gelingt meist nur röntgenographisch oder mit Hilfe der Elektronenstrahlmikrosonde. Aus diesem Grund sind nur wenige der oft in Beryllen und Phenakiten zahlreich vorhandenen Einschlußarten allgemein bekannt.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die als Einschluß in Beryll bzw. Smaragd beobachteten Mineralarten:

Sulfide:	Pyrit	Oxide:	Magnetit
	Pyrrhotin		Ilmenit
	Chalcopyrit		Rutil, Anatas, Brookit ?
	Molybdänit		Chromit
	Pentlandit		Quarz

Karbonate:	Calcit	Wolframate:	Scheelit
	Dolomit (Ankerit)		

Phosphate: Mischkristalle der Apatitgruppe

Silikate: Mischkristalle der Biotit-Phlogopit-Reihe  
 Muskovit  
 Beryllium-Margarit  
 Mischkristalle der Chloritgruppe  
 Mischkristalle der Tremolit-Aktinolith-Reihe  
 Mischkristalle der Epidotgruppe (oft zonar)  
 häufig Epidot, Klinozoisit, Allanit und Zoisit  
 Mischkristalle der Plagioklas-Reihe (oft zonar)  
 meist Albit und Oligoklas  
 Mischkristalle der Turmalingruppe (oft zonar)  
 meist Dravit und Schörl - betont  
 Talk  
 Titanit  
 Zirkon (oft zonar)  
 Mischkristalle der Kalifeldspatgruppe  
 meist Mikroklin und Adular  
 Phenakit

### Trägergesteine von Beryll und Phenakit

Der Artenreichtum und die räumliche Anordnung der Einschlußparagenesen hängen entscheidend von der mineralogischen Zusammensetzung und dem Gefüge des Trägergesteins zum Zeitpunkt der Blastese des einschließenden Minerals ab. Deshalb sei zum Vergleich eine Aufstellung der derzeit aus der Umgebung der

Leckbachscharte im Habachtal bekannten Beryll- bzw. Phenakit-führenden Gesteinsarten mit der Häufigkeitsangabe des Auftretens dieser Minerale angefügt.

<u>Trägergestein</u> <u>Gesteinsart</u>	Häufigkeit von	
	<u>Beryll</u>	<u>Phenakit</u>
Biotitschiefer	sehr häufig	sehr selten
Muskovitschiefer	sporadisch	--
Chloritschiefer	sporadisch	lokal häufig
Biotit-Chlorit-Schiefer	lokal häufig	lokal häufig
Aktinolithschiefer	lokal häufig	--
Tremolitschiefer	lokal häufig	--
Talkschiefer	lokal häufig	vereinzelt
Biotit-Plagioklas-Gneise	vereinzelt	--
Biotit-Muskovit-Gneise	vereinzelt	--
Biotit-Epidot-Gneise	selten	--
Kluftquarz, Gangquarz	selten	--
Quarz-Glimmerschiefer	selten	--
Aktinolithquarzit	selten	--
Kluftkarbonat	sehr selten	--

### Polymetamorphose der Gesteinsserien der Leckbachscharte

Für die Gesteine der Habachserie sind, bezogen auf den Raum der Leckbachscharte, mindestens zwei prograde metamorphe Überprägungen anzunehmen. Anhand des mehrfachen Zonarbaus der Beryll (Smaragde), Plagioklase, Turmaline, Aeschynite, Granate und Epidote und anhand des Gefüges von Andalusit-Formrelikten kann eine niedrigergradige, ältere (wahrscheinlich herzynische) von einer etwas höhergradigen, jüngeren Metamorphose (alpidische Regionalmetamorphose = Tauernkristallisation) unterschieden werden. Zwischen beiden Ereignissen lag eine Phase überwiegend ruptureller Deformationen. Während der Tauernkristallisation wurden im Raum der Leckbachscharte Temperaturen von etwa 530° C und Drucke von etwa 5 - 6 kb erreicht. Das  $X_{CO_2}$  der fluiden Phase erreichte je nach Mineralbestand in den Gesteinen maximal etwa 0,35.

Die Berylle und Phenakite der Leckbachscharte sind hauptsächlich während der posttektonischen höher temperierten Phase der Tauernkristallisation (also etwa Eozän) gesproßt, wie die Beziehungen zwischen Kristallisation und Deformation zeigen. Es ist aber nicht auszuschließen, daß sich die Kernzonen einiger Kristalle während älterer (altalpidischer ? oder herzynischer ?) Metamorphoseereignisse bildeten.

### Die Berylle der Leckbachscharte

Die überwiegende Mehrzahl der hexagonalen Beryll-Kristalle ist hypidiomorph bis idiomorph mit säuligem oder flach prismatischem Habitus. Die durchschnittliche Größe der Kristalloblasten liegt zwischen 0,5 cm und 2 cm Länge bei einem Durchmesser von rund 0,5 cm. Kristalle von mehr als 5 cm Länge sind jedoch nur sehr selten zu finden. Häufiger als bisher angenommen sind dagegen Kristalle, die kleiner als 1 mm messen. Das Vorkommen von mikroskopisch kleinen, idiomorphen Beryll-Kristallen konnte vor allem in Tremolit-reichen Talkschiefern nachgewiesen werden.

Xenomorph begrenzte Kristallaggregate aus Beryll gehören zu den seltenen Ausbildungsarten. Nur vereinzelt können linsenförmige Anreicherungen aus feinkörnig aufgebautem Beryll in Biotitschiefern und Chlorit-reichen Muskovitschiefern beobachtet werden.

Die Berylle sind meist farblos bis blaßgrünlich gefärbt. Blaßblau gefärbte Berylle sind Ausnahmeerscheinungen und entstammen in erster Linie Talkschiefern, Chlorit-reichen Muskovitschiefern oder alpinen Kluftparagenesen.

Berylle von hell- bis dunkelgrüner Farbe (also Smaragde) sind fast ausschließlich an Biotitschiefer, Aktinolith- bzw. Tremolitschiefer oder Talkschiefer gebunden. Nur selten finden sich sattgrün gefärbte Smaragde auch in Chloritschiefern, Biotit-Plagioklas-Gneisen oder Muskovitschiefern. Die Bezeichnung "Smaragd" für grün gefärbte Berylle wird allgemein nur dann verwendet, wenn die Farbgebung durch den Einbau von Chrom bedingt ist. Die grüne Farbe der Berylle von der Leckbachscharte dürfte ausnahmslos von einem geringen Chrom-Gehalt (bis etwa 0,15 Gew. %) herrühren. Nennenswerte Vanadium-Gehalte, die auch zu einer Grünfärbung des Berylls führen könnten, wurden bislang nicht festgestellt.

Die Farbintensität ist generell sehr ungleichmäßig über den Kristall verteilt. Die häufigste Erscheinungsform der Farbgebung ist schlierig, fahnenförmig und wolzig. In einschlußarmen grünen Kristallen kann bei günstiger Schnittlage ein relativ scharfer Farbzonarbau parallel zu den Prismenflächen sichtbar werden, der sich vom Kern bis zum Rand aus mehreren Zonen unterschiedlicher Farbintensität zusammensetzt. Intensiv dunkelgrün gefärbte Domänen innerhalb eines Beryll-Kristalls wurden insbesondere im unmittelbaren Umfeld von Chromit-, Pyrit- und Aktinolith-Einschlüssen beobachtet.

#### Mineraleinschlußgefüge in Beryll bzw. Smaragd

Nicht selten werden Beryll-Kristalle von einer scharfen Farbgränze zwischen milchig-weiß und grün diagonal durchzogen. Der Farbwechsel vollzieht sich in der Regel parallel eines stofflichen Lagerbaus aus Biotit, Tremolit (bzw. Aktinolith) oder Talk. Die in den Biotit- und Talk-Lagen gesproßten Beryll-Kristallabschnitte zeigen hierbei eine weitaus geringere Einschlußdichte, als die in den Amphibol-Lagen gesproßten. Dieses differenzierte Korrosionsvermögen der Beryll-Porphyroblasten kann auch sehr eindrucksvoll an der häufig zu beobachtenden, scharf zonierten Einschlußdichte abgelesen werden. In Längs- und Querschnitten ist oft ein dicht gefüllter Kern von einer schmalen, scharf begrenzten, einschlußarmen Randzone zu unterscheiden. Dieser Zonarbau deutet darauf hin, daß während des Kristallwachstums ein abrupter Wechsel in den Bildungsbedingungen und damit ein Wechsel im Korrosionsvermögen der Beryll-Kristalle eingetreten sein muß.

In Längsschnitten parallel zur C-Achse der Beryll-Kristalle sind die Spuren selektiver Verdrängung in Form der sogenannten "Sanduhr-Strukturen" zu erkennen. "Sanduhr-Strukturen" können als Zeugen eines relativ schnellen Kristallwachstums gewertet werden.

Anhand eines in einem Biotitschiefer eingebetteten mehrfach zonargebauten Berylls sind mindestens drei Wachstumsstadien zu unterscheiden:

1. Schnelles Wachstum der Kernzone mit nur wenig Verdrängung
2. Wachstum der inneren Randzone mit Verdrängung von Biotit, Muskovit und Chlorit; keine Verdrängung von Epidot, Apatit, Titanit, Rutil und anderen.
3. Langsameres Wachstum der äußeren Randzone, alle anderen Minerale werden weitestgehend verdrängt.



In einigen Biotitschiefertypen treten zonar gebaute Beryll-Porphyroblasten mit einem einschlußreichen Kern und einer einschlußarmen Rändzone auf, die in ihrer Kernzone ein sehr feinkörniges Interngefüge aus Tremolit oder Aktinolith aufweisen, obwohl in der Umgebung des Berylls absolut keine Amphibole auffindbar sind. Die Kernzonen dieser Kristalloblasten repräsentieren nach diesem Befund zweifellos ein gepanzertes Reliktgefüge aus Amphibolen. Das ursprüngliche Trägergestein des Beryllkristallkeimes dürfte demnach ein Amphibol-führendes Gestein gewesen sein. Die spätere Biotitisierung der Amphibole setzte erst mit dem Wachstumsbeginn der einschlußärmeren Randzone ein.

Ein weiteres Charakteristikum der Beryll-Porphyroblasten stellt das meist deutlich gerichtete, oder auch feingefältelte Interngefüge dar. Perlschnurartig aneinandergereihte Einschlüsse (häufig Epidot, Titanit, Turmalin, Rutil oder Tremolit bzw. Aktinolith) bilden diese reliktsch erhaltenen Schieferung oder Faltung ab.

Das Feinkorngefüge zeigt im Kristallinnern wie außerhalb in der umgebenden Matrix identische Strukturen. Betrachtet man die Turmaline dieses zeilenförmigen Gefüges, so besitzen die idiomorphen Kristalle einen ausgeprägten Farbzonarbau mit einem Schörl-betonten Kernbereich und einem Dravit-betonten Randbereich. Die in Beryll eingeschlossenen Turmaline zeigen den gleichen Zonenaufbau, wie die außerhalb, frei im Gefüge verteilten. Aus dem identischen Zonarbau der Turmalin-Einschlüsse innerhalb und außerhalb von Beryll ist abzuleiten, daß die Beryll-Blastese gegenüber der Turmalin-Blastese zeitlich verschoben ist. Die Zonenabfolge der Turmaline läßt sich daher nicht mit dem Zonarbau der Beryll-Blastese zeitlich korrelieren.

Aus den Gefügedetails ist zusammengefaßt zu schließen, daß die Beryll-Blastese (bzw. Smaragde) der Leckbachscharte überwiegend posttektonisch gebildet wurden (MORTEANI & GRUNDMANN, 1977).

Die sehr häufig sichtbare starke Rissigkeit der Beryll-Blastese sowie Knickungen oder Zerbrechungen ganzer Kristallbündel, deren Bruchstellen durch Biotit, Chlorit oder Talk wieder verheilt sind, weisen darüberhinaus auf lokal durchgreifende rupturale Beanspruchungen nach Abschluß der Beryll-Blastese hin.

### Flüssigkeitseinschlüsse

Neben den zahlreichen festen Einschlüssen treten in fast allen der untersuchten Beryll-Blastese (bzw. Smaragde) zwei- und dreiphasige Flüssig-

keitseinschlüsse auf. LUCKSCHEITER & MORTEANI (1980) untersuchten die Zusammensetzung dieser Flüssigkeitseinschlüsse mit mikrothermometrischen Methoden. Die nachgewiesenen Flüssigkeits- und Gasphasen und deren Homogenisierungstemperaturen sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen. Zum Vergleich sind die Daten der Flüssigkeitseinschlüsse in den Mineralen Phenakit und Quarz von der Leckbachscharte mit aufgeführt.

Probe	Wirts- mineral	NaCl Vol %	Homogen. Temp. °C	Phasen	CO <sub>2</sub> Dichte	CO <sub>2</sub> Schmelz- Temp.	CO <sub>2</sub> Homogen. Temp.
77.85	Kappen- quarz	6-9	272°	15-20% CO <sub>2</sub>	0,3	-56,9°	30,3° Gas
76.94	Quarz	4	235°	nur H <sub>2</sub> O	-	-	-
77.85	Beryll	6-9	300°	15-20% CO <sub>2</sub>	0,28	-	28° Gas
77.87	Phenakit	4,5-6	247°	10-20% CO <sub>2</sub>	0,16- 0,55	-56,7°	14,0° Gas

Die in der obenstehenden Tabelle aufgelisteten Werte ergeben untereinander sehr ähnliche Zusammensetzungen der Flüssigkeitseinschlüsse. Aus dem vorliegenden Untersuchungsergebnis ist abzuleiten, daß die Minerale Beryll, Phenakit und Kluftquarz relativ früh während der postdeformativen höhertemperierten Phase der alpidischen Metamorphose (Tauernkristallisation) bei sehr ähnlicher Zusammensetzung der fluiden Phase zu sprossen begannen.

#### Die Phenakit-Mineralisationen

Die Berührungsparagenese Phenakit + Chrysoberyll ist erst in neuerer Zeit in Biotit-Chlorit-reichen Gesteinen der Leckbachrinne nachgewiesen worden (NIEDERMAYR & KONTRUS, 1973); vereinzelt wurden in diesem Material randliche "Ein- bzw. Verwachsungen" von Beryll auf Phenakit gefunden. Die Dreifach-Berührungsparagenese Phenakit + Chrysoberyll + Beryll konnte jedoch noch nicht festgestellt werden.

Die lokal sehr reichen Phenakit-Mineralisationen wurden bislang nur innerhalb des großen Talkvorkommens unterhalb der Leckbachscharte (im Habachtal) angetroffen. Sie sind hier generell an Biotit-Chlorit-Schieferlinsen gebunden, die teils konkordant teils diskordant die Talkschiefer durchschwärmen. Die Paragenesen Phenakit + Chrysoberyll und Phenakit + Beryll liegen damit zwar in der Nähe der Haupt-Beryll- (bzw. Smaragd-) Vorkommen, sind aber hiervon räumlich getrennt in einem unterschiedlichen lithostratigraphischen Niveau aufgeschlossen. Allerdings sind auch Phenakit-führende Chloritschiefer der Leckbachrinne bekannt, in denen gelegentlich Smaragd-Porphyroblasten auftreten.

Die trigonalen Phenakit-Kristalle sind stets in Talk oder Biotit- (bzw. Phlogopit-) führende Chloritschiefer eingewachsen und zeigen neben linsenförmig-rhomboedrischem und dicktafeligem auch säuligen Habitus. Die Eigenfarbe variiert zwischen farblos und schwach bräunlich. Zuweilen finden sich gelblich-braune bis hellorange gefärbte Kristalle. Die Phenakite erreichen Größen zwischen 1 mm und etwa 10 cm Durchmesser. Sie sind häufig dicht mit Biotit- (bzw. Phlogopit-), Chlorit- oder Talk-Einschlüssen gefüllt und relativ rissig. Nur selten sind klare, durchsichtige Individuen zu finden.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die als Einschluss in Phenakit beobachteten Mineralarten.

Sulfide:	Pyrit	Oxide:	Magnetit
	Pyrrhotin		Ilmenit
	Chalcopyrit		Rutil, Anatas, Brookit ?
	Pentlandit		Aeschynit, Aeschynit-(Y)
Karbonate:	Calcit		Uraninit
	Dolomit (Ankerit)		Kassiterit
			Chrysoberyll
Phosphate:	Mischkristalle der Apatitgruppe		
	Monazit		
Wolframate:	Scheelit		
Silikate:	Mischkristalle der Biotit-Phlogopit-Reihe		
	häufig Phlogopit		
	Muskovit		

Tabelle der als Einschluß in Phenakit beobachteten Mineralarten  
(Fortsetzung):

Silikate: Mischkristalle der Chloritgruppe  
 Mischkristalle der Epidotgruppe  
     meist Epidot, Clinozoisit, Allanit oder Zoisit  
 Mischkristalle der Plagioklas-Reihe  
     meist Albit  
 Talk  
 Titanit  
 Zirkon  
 Gadolinit-(Ce) ?  
 Beryll

Aufgrund des meist mittel- bis grobkörnigen und überwiegend unregelmäßigen Korngefüges der Phenakit-Trägergesteine sind die Phenakit-Blasten im Gegensatz zu den Beryll-Blasten relativ arm an Interngefügedetails. Als Besonderheit sind in den Phenakiten um Aeschynit-, Aeschynit-(Y)-, Monazit- und Zirkon-Einschlüsse herum oft radial angeordnete Sprengrisse zu beobachten. Bei den Phenakiten weisen Kataklasestrukturen, ähnlich wie dies bei vielen Beryllen der Fall ist, auf postkristalline Deformationen hin.

Das seltene Beryllium-Mineral Chrysoberyll tritt überwiegend in Form hypidiomorpher bis xenomorpher Einschlüsse in Phenakit-Porphyroblasten auf. Die in seltenen Fällen bis zu mehrere cm-großen Chrysoberyll-Aggregate sind hier generell von Phenakit stark korrodiert. In der umgebenden Phenakit-Matrix erscheinen zum Teil nur noch die idiomorphen Umrisse größerer Chrysoberyll- als "Phantom-Kristalle". Innerhalb dieser Umrisse können jedoch wenige von der Verdrängung verschonte Reste des Chrysoberylls erhalten sein. In einigen Phenakiten treten zuweilen vollständige idiomorphe Chrysoberyll-Durchdringungsdrillinge auf.

Die Eigenfarbe der Chrysoberyll- ist meist hell-zitronengelb; gelegentlich finden sich auch graugrüne Kristall-Aggregate, die jedoch nicht als die Chrysoberyll-Varietät "Alexandrit" bezeichnet werden können.

Literaturverzeichnis

- FRASL, G. (1953): Die beiden Sulzbachzungen. -- Jb. Geol. B. - A. Wien 96, 186.
- FRISCHHOLZ, J. (1821): Ueber den Salzburger Smaragd. -- N. Jb. Berg- u. Hüttenkunde, hrsg. von K. E. Freih. v. MOLL, 4, 382 - 385.
- GRUNDMANN, G. (1979): Geologisch-petrologische Untersuchung der Smaragd-führenden Gesteinsserien der Leckbachscharte, Habachtal (Land Salzburg, Österreich). -- Unveröff. Dipl.-Arbeit, FB 16, Techn. Univ. Berlin, 273 S.
- GRUNDMANN, G. (1980): Polymetamorphose und Abschätzung der Bildungsbedingungen der Smaragd-führenden Gesteinsserien der Leckbachscharte, Habachtal, Österreich. -- Fortschr. Miner. 58, 1, 39 - 41.
- GRUNDMANN, G. & KOLLER, F. (1979): Die Aeschynite und ihr Zonarbau aus Beryllium-Mineralparagenesen des Smaragdvorkommens an der Leckbachscharte im Habachtal, Land Salzburg (Österreich). -- N. Jb. Miner. Abh. 135, 1, 36 - 47.
- KOLLER, F. (1978): Mineralvorkommen im Habachtal. -- Lapis 3, Nr. 7 & 8, 39 - 45.
- KOLLER, F. & NIEDERMAYR, G. (1977): Exkursion 3, Habachtal - Smaragdvorkommen in der Leckbachrinne. -- Exkursionsführer d. Arbeitstagung d. Österr. Miner. Ges. "Die Hohen Tauern, Mineralogie und Petrologie", Salzburg 5. bis 10. Sept. 1977, 15 - 22.
- KOLLER, F., WEINKE, H. H. & KLUGER, F. (1980): Metasomatosevorgänge am Rand von Ultrabasiten der Habachserie (Tauernfenster). -- Fortschr. Miner. 58, 1, 74 - 75.
- LEITMEIER, H. (1937): Das Smaragdvorkommen im Habachtal in Salzburg und seine Mineralien. -- Z. Krist., Miner. u. Petrogr., Abt. B, Miner. u. Petr. Mitt. 49, 245 - 368.
- LUCKSCHEITER, B. & MORTEANI, G. (1980): Microthermometrical and chemical studies of fluid inclusions in minerals from Alpine veins from the penninic rocks of the central and western Tauern Window (Austria/Italy). -- Lithos 13, 61 - 77.

- MORTEANI, G. & GRUNDMANN, G. (1977): The emerald porphyroblasts in the penninic rocks of the central Tauern Window. -- N. Jb. Miner. Mh. 1977, 509 - 516.
- NIEDERMAYR, G. (1978): Berylliummineralien aus dem Pinzgau.-- Lapis 3, 60 - 62.
- NIEDERMAYR, G. & KONTRUS, K. (1973): Neue Funde von Phenakit, Bertrandit und Chrysoberyll aus Salzburg, Österreich und über die Verbreitung von Be-Mineralfundstellen in den Ostalpen. -- Ann. Naturhist. Mus. Wien 77, 7 - 13.
- SCHROLL, C. M. B. (1797): Grundriß einer Salzburgerischen Mineralogie oder kurzgefaßte Anzeige der bis itzt bekannten Mineralien des Fürstenthums und Erzstiftes Salzburg. -- Jb. Berg- u. Hüttenkunde, hrsg. von K. E. Freih. v. MOLL 1, 95 - 196.

Anschrift des Verfassers:

Dipl. Geol. G. Grundmann, Fachgebiet Petrologie EB 311,  
Technische Universität Berlin, Straße des 17. Juni 135,  
D - 1000 Berlin 12



## ÜBER DEN EINFLUSS DER VERWITTERUNG AUF DIE ILLIT-KRISTALLINITÄT

Von Josef-Michael SCHRAMM, Salzburg.

### Abstract

From the Helbersberg tunnel (Tauern Highway A 10) near Werfen (south of Salzburg, Austria) 67 rock samples (Werfen beds, Skythian) were analysed mineralogically. A mean illite-crystallinity of 3.8 (index sensu B. KUBLER, 1967) points to low grade metamorphism. Decreasing influence of weathering is partly evident into a depth of 90 meters below the present denudation surface. The variability of illite-crystallinity due to the lithology generally varies within the standard deviation.

### Zusammenfassung

An 67 Gesteinsproben aus den Werfener Schichten (Skyth) des Helbersbergtunnels (Tauernautobahn ostwärts Werfen bei Salzburg) wurde unter anderem die Illit-Kristallinität gemessen. Der Mittelwert von 3.8 (Index nach B. KUBLER, 1967) weist auf epizonale metamorphe Prägung hin. Der Einfluß der Verwitterung macht sich an einem Teil der Proben bis in 90 Meter Tiefe unter dem rezenten Abtragungsrelief bemerkbar. Die lithologisch bedingten Schwankungen der Illit-Kristallinität liegen innerhalb der Toleranzgrenzen der Standardabweichung.

### Einleitung

Seit zwei Jahrzehnten wird die "Illit-Kristallinität" als Maßstab für die Stärke der Diagenese sowie der schwachen Metamorphose herangezogen. Ebenso lange werden die verschiedenen Methoden, mit denen die Illit-Kristallinität ermittelt wird, sowie die Annahme, daß der Ordnungsgrad der Kalihellglimmer den Grad der Diagenese und der sehr schwachen bis schwachen Metamorphose (H.G.F. WINKLER, 1979) widerspiegeln, bezweifelt. An Faktoren, welche diesen Ordnungsgrad im Kristallgitter beeinflussen können, werden von verschiedenen Autoren Temperatur, Ablagerungsmilieu, Lithologie (Korngrößeneffekte, Porosität, Ionenkonzentration der Porenlösungen, Oxydationszustand des Eisens), Verwitterung und Druck (litho- und hydrostatischer Druck sowie Stress) genannt.

Quantitative Angaben über den jeweiligen Einfluß können indes kaum gemacht werden, da das geeignete Untersuchungsmaterial zu meist nicht ausreichend aufgeschlossen ist.

Der nachstehende Aufsatz beschäftigt sich mit dem Einfluß der Verwitterung auf die Illit-Kristallinität, zumal sich durch den Ausbau der Tauernautobahn (ca. 35 km südlich von Salzburg) die Gelegenheit geboten hat, eine auf 700 Meter Horizontalerstreckung lückenlos freigelegte feinklastische Gesteinsformation bis zu 90 Meter unter dem rezenten Abtragungsrelief zu studieren.

### Geologisch-tektonischer Überblick

Der ostwärts Werfen gelegene Helbersbergtunnel durchörtert in zwei getrennten Tunnelröhren (jeweils rund 700 Meter lang) den nördlichsten Abschnitt des Werfen - St.Martiner Schuppenlandes, welches hier den Südsaum der Nördlichen Kalkalpen (Oberostalpin) bildet (siehe Abbildung 1). Durch den Tunnelbau wurden in dem

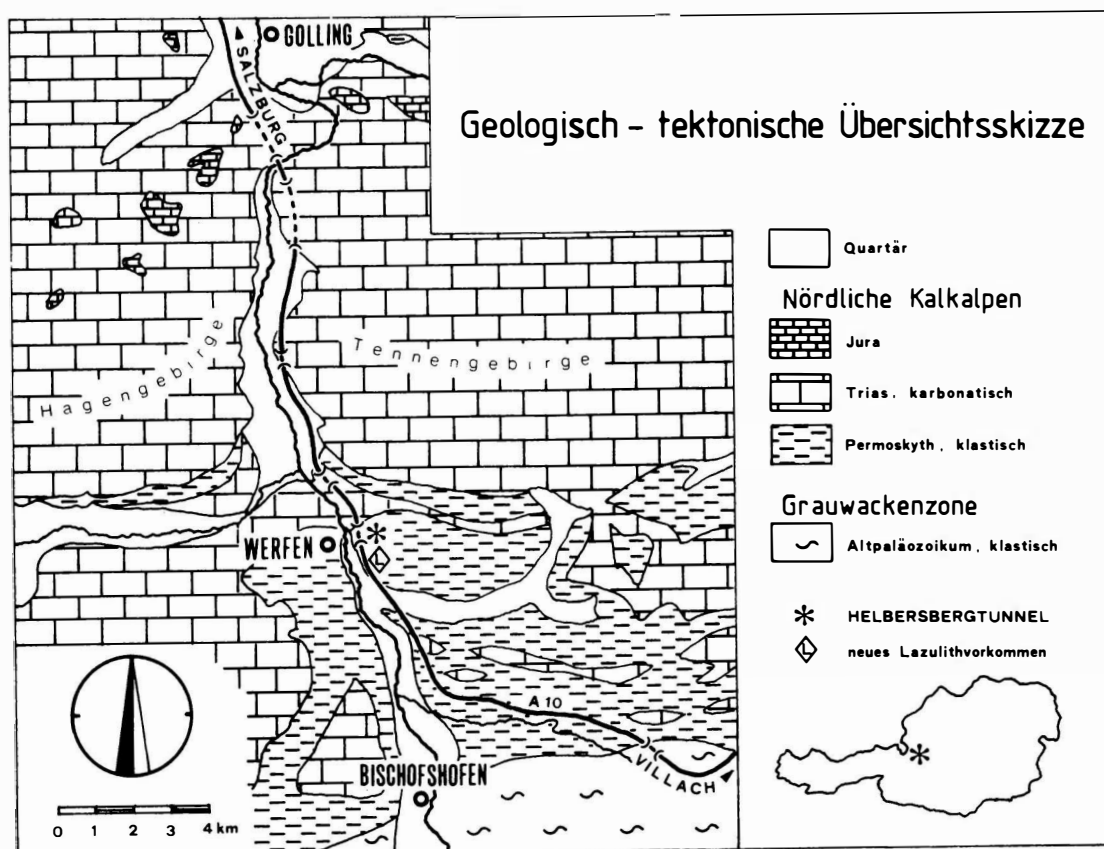


Abbildung 1. Lage des Helbersbergtunnels (Tauernautobahn A 10) und geologisch-tektonische Übersicht.

sonst eher aufschlußarmen Gebiet klastische und karbonatische Sedimentgesteine der Werfener Schichten (Skyth) quer zum generellen Streichen aufgeföhren. Hinsichtlich einer ausführlicheren Darstellung der örtlichen geologischen Situation sei auf die Arbeit von L. NÖSSING & J.-M. SCHRAMM & H. STINGLHAMMER (1979) verwiesen. G. TICHY & J.-M. SCHRAMM (1979) haben aus einem Idealprofil durch die Werfener Schichten (Hundskarl-Graben im Blühnbachtal, ca. 6 km WNW Werfen) in deren Hangendpartien graue Mergel, Kalke und Dolomite beschrieben, welche den Gutensteiner Schichten zwar lithologisch sehr ähnlich sehen, auf Grund ihrer Fossilführung jedoch ins Oberskyth einzustufen sind. Dementsprechend dürften auch die "ersten 90 lfm des Nordtrums, jeweils ab Nordportal" des Helbersbergtunnels als Karbonatgesteine der Werfener Schichten anzusehen sein und nicht als Gutensteiner Schichten, wie zunächst während des Baus vermutet wurde.

### Lithologie

In beiden Tunnelröhren wird ein breites Spektrum an Gesteinen der Werfener Schichten aufgeföhren, welches vom monomikten Quarzfeinkonglomerat über Kalifeldspat-föhrende Psammite bis hin zu Siltiten, Peliten und feinen Karbonatgesteinen (Calci- und Dolo-siltite) reicht. Mengenmäßig dominieren Siltite und Psammite, welche streckenweise Magnesit, aber auch Gips und vereinzelt Anhydrit föhren. Die ausschließlich grauen bis dunkelgrauen Karbonatgesteine sind im wesentlichen im nördlichsten Abschnitt des Helbersbergtunnels verbreitet. Die nach Süden (ins Liegende) anschließenden klastischen Sedimentgesteine bieten die wohlbekannte bunte Farbpalette der Werfener Schichten von gelblich- bis bräunlichgrau über grau, graugrünlich, grauviolett bis hin zu violett, wobei die violetten Gesteine im Südabschnitt des Tunnels überwiegen.

Folgende Mineralvergesellschaftungen wurden festgestellt:

#### + Metapelite und -siltite

##### v\_i\_o\_l\_e\_t\_t

Qz + Mu + Kf + Chl + Häm  
 Qz + Mu + Kf + Chl  
 Qz + Mu + Kf + Chl + Häm + Gy + Ab  
 Qz + Mu + Kf + Häm  
 Qz + Mu + Kf + Chl + Gy + Mg

g\_r\_a\_u

Qz + Mu + Kf + Mg  
 Qz + Mu + Kf + Mg + Hä $\bar{m}$   
 Qz + Mu + Kf + Mg + Cc  
 Qz + Mu + Kf + Chl + Hä $\bar{m}$  + Dol  
 Qz + Mu + Kf + Hä $\bar{m}$  + Chl  
 Qz + Mu + Kf + Mg  
 Qz + Mu + Kf + Mg + Hä $\bar{m}$  + Chl  
 Qz + Mu + Chl + Cc + Dol  
 Qz + Mu + Cc + Dol

g\_r\_ü\_n

Qz + Mu + Dol + Kf + Gy + Chl + Anh  
 Qz + Mu + Dol + Kf + Gy + Chl + Hä $\bar{m}$   
 Qz + Mu + Dol + Kf + Gy + Anh  
 Qz + Mu + Dol + Kf + Chl + Hä $\bar{m}$   
 Qz + Mu + Dol + Kf + Chl  
 Qz + Mu + Dol + Kf + Ab  
 Qz + Mu + Dol + Kf + Gy + Mg + Chl + Anh  
 Qz + Mu + Dol + Kf + Mg  
 Qz + Mu + Dol + Gy + Mg  
 Qz + Mu + Dol + Gy + Cc  
 Qz + Mu + Dol + Sid  
 Qz + Mu + Dol + Gy + Mg + Anh  
 Qz + Mu + Kf + Gy + Mg + Chl + Hä $\bar{m}$   
 Qz + Mu + Kf + Hä $\bar{m}$  + Cc  
 Qz + Mu + Kf  
 Qz + Mu + Kf + Gy + Mg + Chl

+ Metapsammopelite und -psammitev\_i\_o\_l\_e\_t\_t

Qz + Mu + Kf + Hä $\bar{m}$  + Mg + Chl + Gy  
 Qz + Mu + Kf + Hä $\bar{m}$  + Chl  
 Qz + Mu + Kf + Hä $\bar{m}$  + Chl + Gy  
 Qz + Mu + Kf + Hä $\bar{m}$   
 Qz + Mu + Kf + Mg + Chl + Gy  
 Qz + Mu + Kf + Mg + Ab  
 Qz + Mu + Kf + Mg  
 Qz + Mu + Kf  
 Qz + Mu + Hä $\bar{m}$  + Arag  
 Qz + Mu + Hä $\bar{m}$  + Mg  
 Qz + Mu + Hä $\bar{m}$  + Mg + Chl + Gy  
 Qz + Mu + Mg + Chl + Gy

g\_r\_a\_u

Qz + Mu + Mg + Kf + Hä $\bar{m}$   
 Qz + Mu + Mg + Kf + Gy  
 Qz + Mu + Mg + Kf + Ab  
 Qz + Mu + Mg + Kf  
 Qz + Mu + Mg + Kf + Hä $\bar{m}$   
 Qz + Mu + Mg + Kf + Gy  
 Qz + Mu + Mg + Kf

Qz + Mu + Mg + Häm + Gy + Dol  
 Qz + Mu + Mg + Häm  
 Qz + Mu + Mg  
 Qz + Mu + Kf + Häm + Ab + Chl

g\_r\_ü\_n

Qz + Mu + Kf + Mg  
 Qz + Mu + Kf + Chl + Dol  
 Qz + Mu + Kf + Chl  
 Qz + Mu + Kf + Gy + Dol  
 Qz + Mu + Kf  
 Qz + Mu + Mg + Cc + Gy + Häm  
 Qz + Mu + Mg + Cc + Gy  
 Qz + Mu + Cc  
 Qz + Mu Häm + Ab

+ Metapsephit, grauviolett

Qz + Mu + Mg + Gy + Chl

Verwendete Abkürzungen:

Ab = Albit; Anh = Anhydrit; Arag = Aragonit; Cc = Calcit; Chl = Chlorit; Dol = Dolomit; Gy = Gips; Häm = Hämatit; Kf = Kalifeldspat; Mg = Magnesit; Mu = Kalihellglimmer (Muscovit und Phengit); Qz = Quarz; Sid = Siderit.

Mögliche Ursachen der Streuung der Illit-Kristallinität

An 67 Gesteinsproben wurde unter anderem jeweils die Fraktion  $< 2\mu$  näher untersucht. Kalihellglimmer ( $2M_1$  Polymorph) tritt in sämtlichen Proben als gesteinsbildendes Phyllosilikat auf, in 24 Proben wurde zudem spurenweise Chlorit nachgewiesen. Das Fehlen anderer Schichtgittersilikate wie etwa Pyrophyllit oder Paragonit dürfte gesteinschemisch bedingt sein. Die geringen Anteile an Aluminium und Natrium (jeweils rund 3 Gewichts-%  $Al_2O_3$  sowie 0,2 %  $Na_2O$ ) sind also in der Oktaederschicht bzw. in der Zwischenschicht der Kalihellglimmer fixiert.

Halbwertsbreitenmessungen am ersten Basisreflex der Kalihellglimmer (an sedimentierten Präparaten) erbrachten überraschend streuende Werte, welche vereinzelt über die statistisch erlaubte Standardabweichung hinausgehen. Entsprechend den bei D. MARSAL (1967)

---

Zu Abbildung 2 (nächste Seite):  
 Helbersberggtunnel - Lageplan und Längsprofil mit Gegenüberstellung von Daten des Gefüges sowie der Lithologie mit der Illit-Kristallinität. Weitere Erläuterungen im Text.

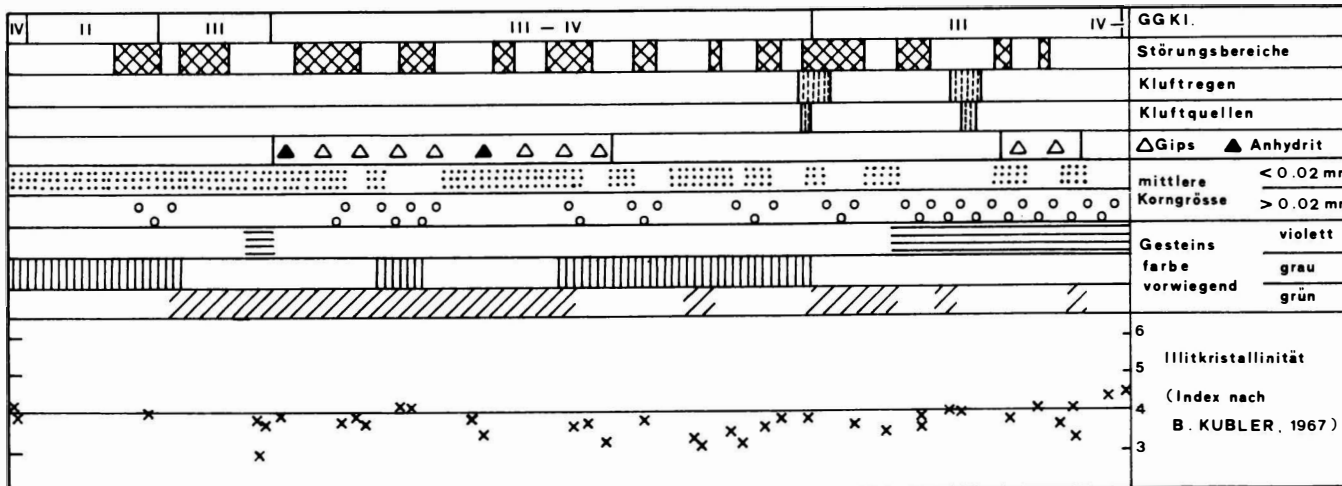
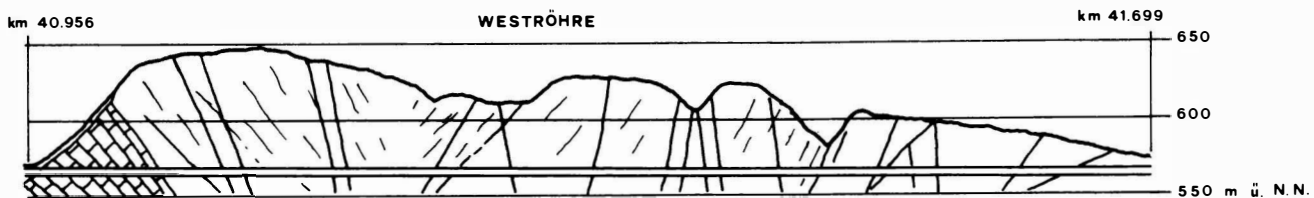
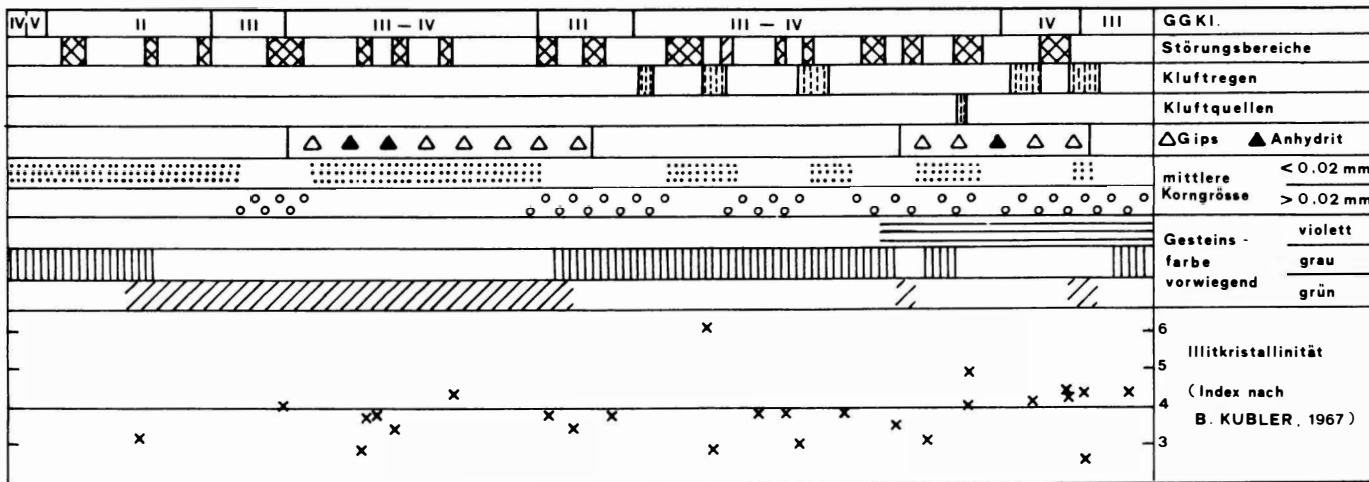
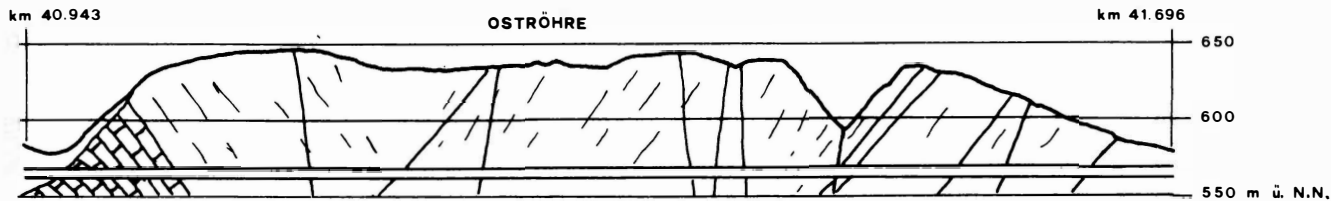
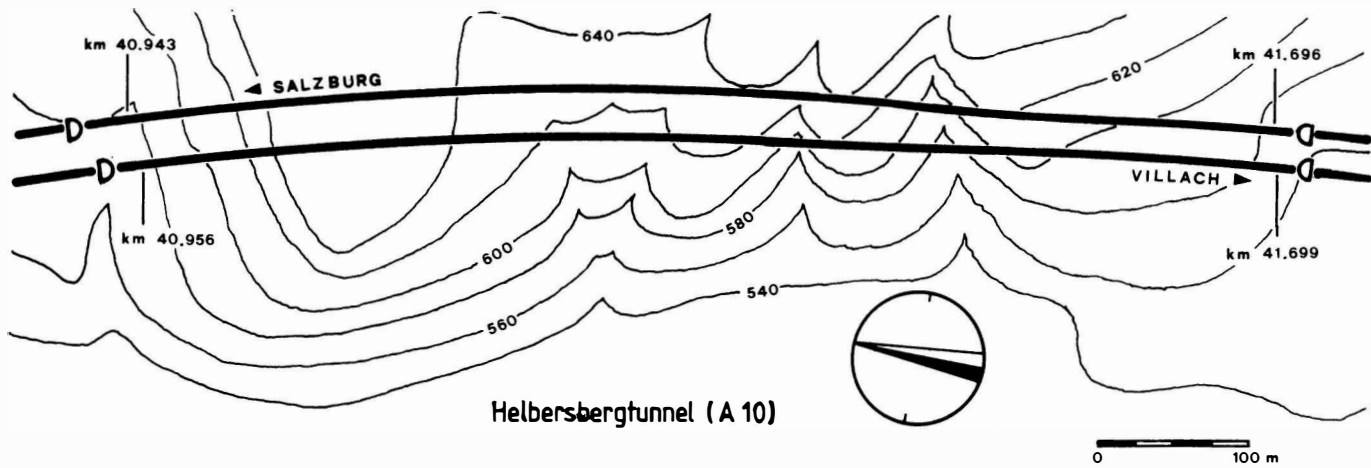


Abbildung 2



definierten Mittelwerten und Variabilitätsmaßen liegen (bei gleichmäßig eingeteilten Klassenintervallen von 0,1 mm Halbwertsbreite) 85 % sämtlicher Werte innerhalb der Toleranzgrenzen. Das arithmetische Mittel beträgt  $3,8_3$  mm, die Standardabweichung  $0,5_5$  mm. Somit reissen 6 % der Werte zu niedrigeren Halbwertsbreiten (bis 2,7 mm) und 9 % zu höheren Halbwertsbreiten (bis 6,2 mm) aus.

Um dies entsprechend interpretieren zu können, wurde die Illit-Kristallinität mit verschiedenen Parametern verglichen. Unter anderem wurden die rezente Überlagerungshöhe, Störungsbereiche, Bergwässer\*, mittleren Korngrößen und Gesteinsfarben der Illit-Kristallinität gegenübergestellt (Abbildung 2). Die gesamten 700 Profilmeter liegen in stratigraphisch höheren Niveaus der Werfener Schichten (einschließlich Werfener Kalke in 90 Metern des Nordtrums) und weisen eine dementsprechende lithologische Variationsbreite auf. Vorweggenommen sei, daß der Mittelwert von 3,8 - welcher bereits auf die Zone der Epimetamorphose hinweist (B. KUBLER, 1967) - sich zwanglos an die Befunde über die Regionalmetamorphose angrenzender Gebiete fügt (J.-M. SCHRAMM, 1980).

Worauf kann nun die im Helbersbergtunnel bei Werfen festgestellte Streuung der Illit-Kristallinität zurückgeführt werden?

Zunächst käme eine primär erfolgte Anlieferung von unterschiedlichem Detritus - also Qualitätsunterschiede des Ausgangsmaterials (E. ALTHAUS & W. SMYKATZ-KLOSS, 1972) - als Ursache in Frage.

Andererseits könnte aber auch dem Ablagerungsmilieu der entscheidende Einfluß auf den Grad der Kristallinität zugeschrieben werden, zumal im Oberskyth eine - paläogeographisch bedingt (Küstenbereich!) - horizontal wie auch vertikal rasch wechselnde Lithologie ausgebildet wurde.

Sicherlich haben sowohl das Ausgangsmaterial als auch das Ablagerungsmilieu die Entwicklung der Illit-Kristallinität beeinflußt. Allerdings hält es der Verfasser für sehr unwahrscheinlich, daß bei den physikalischen Bedingungen, von denen die Werfener Schichten im Zuge des alpidischen Metamorphosegeschehens erfaßt wurden, die

\* An den Kluftwässern wurden Sulfatgehalte bis  $1600 \text{ mg SO}_4^{2-}/\text{l}$  festgestellt.

Aggradation bei den verschiedenen Kalihellglimmern derart unterschiedliche Ordnungsgrade im Gitter bewirkt hätte. Die Ergebnisse B. KUBLERs (1968), aber auch von J.-M. SCHRAMM (1977) zeigen klar auf, daß der Aussagewert der Illit-Kristallinität ab der Anchi-zone (also ab Werten < 7,5 mm) mit der Intensität der Metamorphose zunimmt, indem sich die Streuung der Kristallinitätswerte wesentlich verringert.

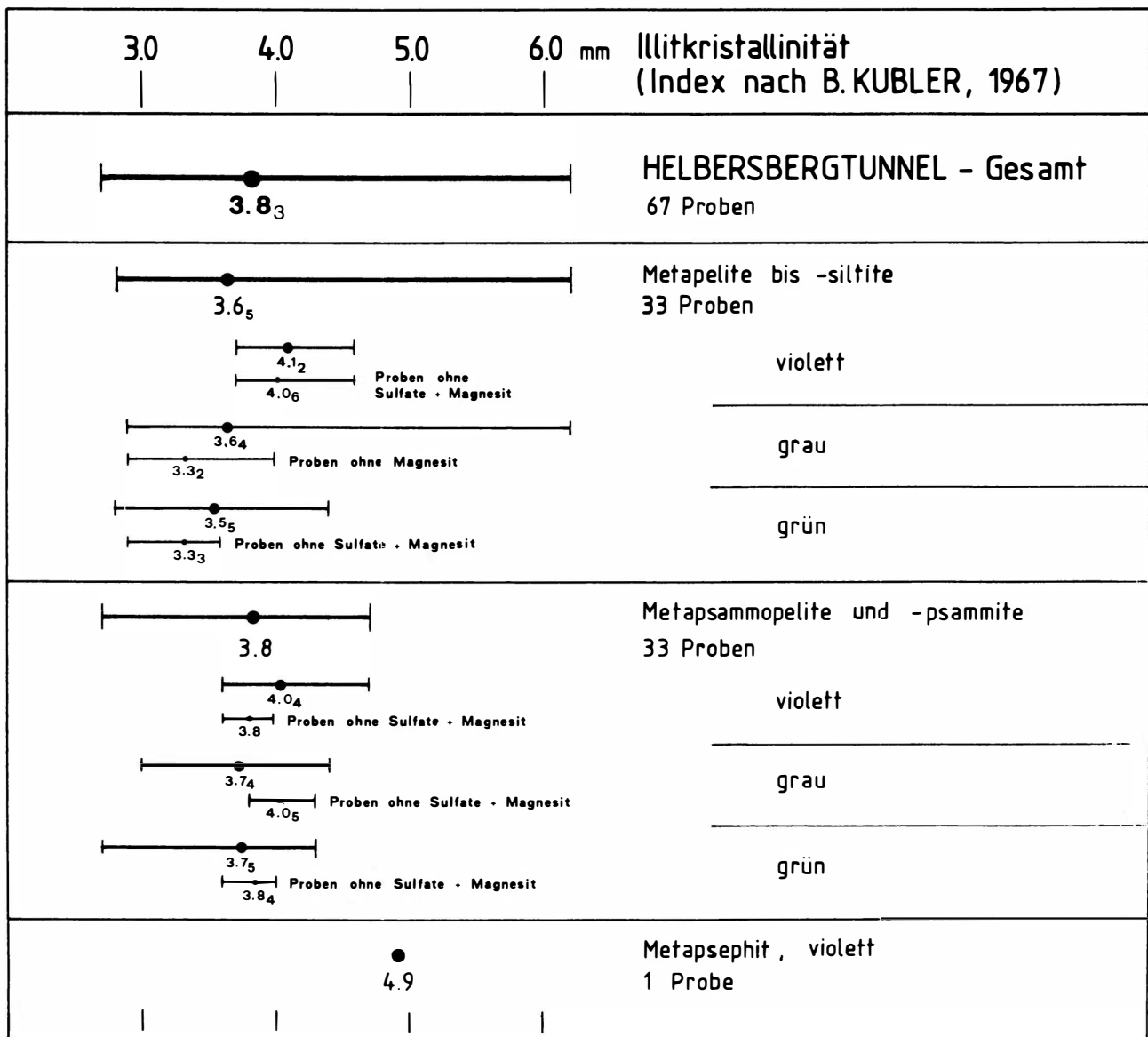
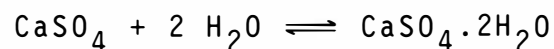
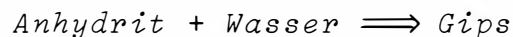


Abbildung 3. Verteilung der Illit-Kristallinität, geordnet nach Korngrößen, Gesteinsfarben und koexistierenden Sulfaten sowie Magnesit.

Wie in Abbildung 3 ersichtlich, bleiben die Mittelwerte z.B. bei den (je nach Oxydationszustand des Eisens) verschieden ge-

färbten Metapeliten innerhalb der statistisch tolerierbaren Standardabweichung. Hingegen scheint der qualitative Mineralbestand bei den Proben aus dem Helbersbergtunnel keinen signifikanten Einfluß auf die Illit-Kristallinität zu bewirken; zumindest konnte kein allgemein gültiger Trend festgestellt werden.

Eine Reihe von Beobachtungen zeigt allerdings deutlich auf, daß wenigstens an einem Teil der Proben eine Beeinträchtigung der Illit-Kristallinität durch Verwitterungsprozesse vorliegt\*. Diese Vorgänge erfassen unter dem rezenten Abtragungs- und Verwitterungsrelief je nach Wegsamkeit sehr unterschiedliche Teufenbereiche. Im Helbersbergtunnel werden diese Prozesse durch ein System von Störungen begünstigt (vergleiche mit Abbildung 2). Der Einfluß der Verwitterung manifestiert sich aber auch in der gegenwärtigen Verteilung der Sulfatminerale Gips und Anhydrit, zumal letzterer gegenüber dem wasserhältigen Gips mengenmäßig unbedeutend ist. L. NÖSSING & J.-M. SCHRAMM & H. STINGLHAMMER (1979) stellen dazu fest, "daß die durch Hydratation bewirkte Umwandlung von Anhydrit zu Gips entsprechend der bekannten Reaktion



in den Gesteinen, in welchen der Helbersbergtunnel liegt, bereits weitgehend abgelaufen ist."

Als weiteres Argument für eine Beeinflussung durch die Verwitterungsvorgänge mag die Farbverteilung in den Metasedimenten gelten: In violett gefärbten Gesteinen (beginnende bis mehr oder weniger fortgeschrittene Oxydation) liegen durchwegs schlechter geordnete Glimmer vor als in den grauen und grünen Gesteinen. Diese beginnende Degradation zeigt sich in den poröseren grobkörnigen Gesteinen deutlicher als in den dichten Metapeliten (Abbildung 3).

Der Einfluß der Verwitterungsprozesse auf die Illit-Kristallinität nimmt unter dem rezenten Abtragungsrelief mit zunehmender Teufe langsam ab (siehe Abbildung 4), jedoch bleibt der Abnahmetrend bis zum hier beobachtbaren Tiefenbereich (90 Meter) innerhalb der Standardabweichung, sodaß die an obertags entnommenen Proben ermittelten Kristallinitätswerte keiner Korrekturen bedürfen.

\* Auf dem fluvioglazial denudierten Relief der Werfener Schichten haben sich im Postwürm (also seit rund 10.000 Jahren) bei mittleren Jahresniederschlägen um 1000 l/m<sup>2</sup> und mittleren Jahrestemperaturen unter 10°C (ca. 120 Frosttage pro Jahr) vorwiegend schwach podsolige Braunerden entwickelt.

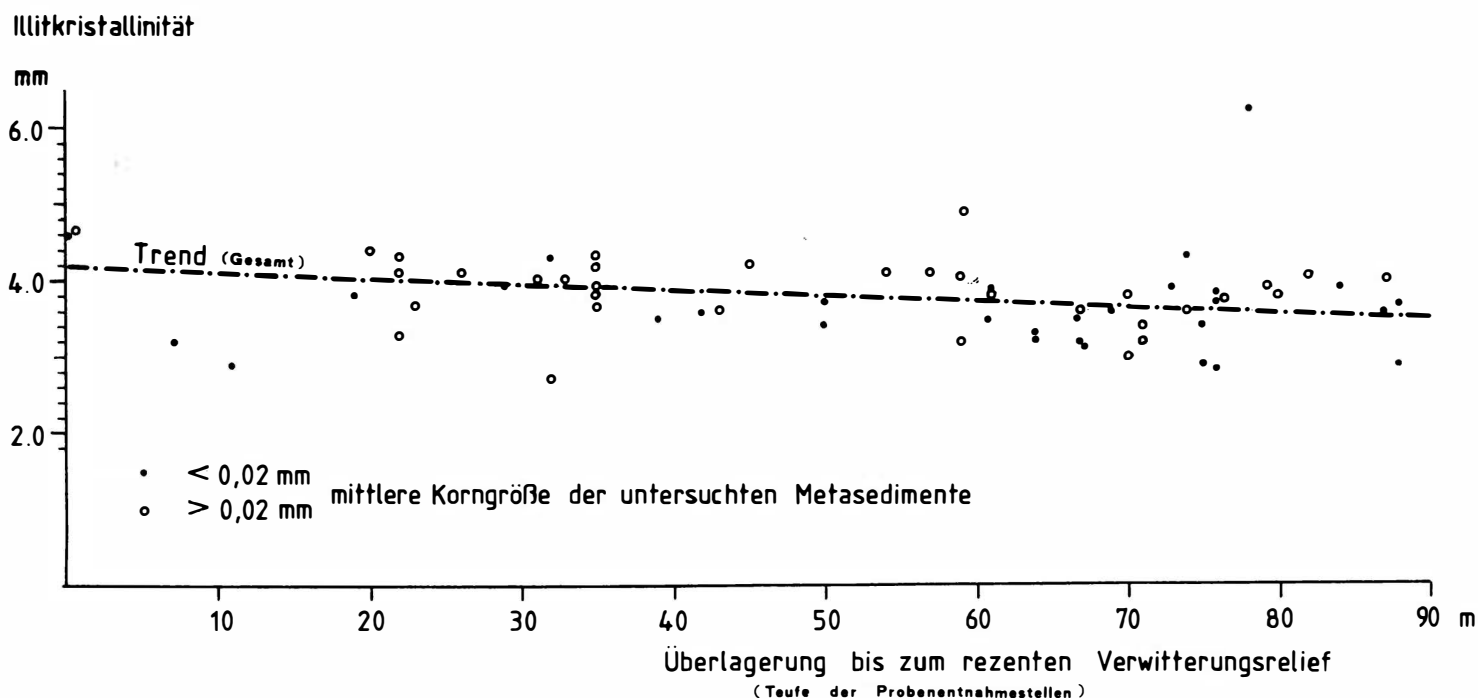


Abbildung 4. Abnahme des Einflusses der Verwitterung auf die Illit-Kristallinität mit zunehmender Teufe.

Mit der Deutungsmöglichkeit durch Verwitterungsvorgänge können also von den vorhin erwähnten insgesamt 15 % Ausreißern nun die 9 %, welche höhere Halbwertsbreiten - also einen schlechteren Ordnungsgrad im Kristallgitter - aufweisen, erklärt werden.

Die niedrigeren Kristallinitätswerte (bis zu 2,7 mm) der restlichen 6 % Ausreißer dürften indes auf tektonische Deformation zurückzuführen sein. Einen ähnlichen Zusammenhang haben W. FLEHMIG & G. LANGHEINRICH (1974) mittels Infrarot-Spektroskopie an paläozoischen Tonschiefern des Oberharzes nachweisen können. Auch dort zeigte sich, daß mit intensiverer tektonischer Deformation der Grad der Illit-Kristallinität zunimmt.

An ausgewählten Präparaten der Fraktion  $< 2\mu$  wurden überdies die Gitterkonstanten untersucht, um die Hellglimmer grob charakterisieren zu können.  $b_0$ -Werte über  $9,03 \text{ \AA}$  ( $= d_{060} 1,5050 \text{ \AA}$ ) weisen generell auf Phengite hin. Es zeigt sich der Trend, daß die (teilweise neugebildeten) phengitischen Hellglimmer jeweils bessere Kristallinitätsgrade aufweisen und somit die Intensität der alpidischen Regionalmetamorphose deutlicher widerspiegeln als die Muscovite (mit niedrigeren  $b_0$ -Werten). Die Muscovite wurden zwar im Zuge des alpidischen Metamorphosegeschehens aggra-

diert, erreichten jedoch lediglich geringere Ordnungsgrade.

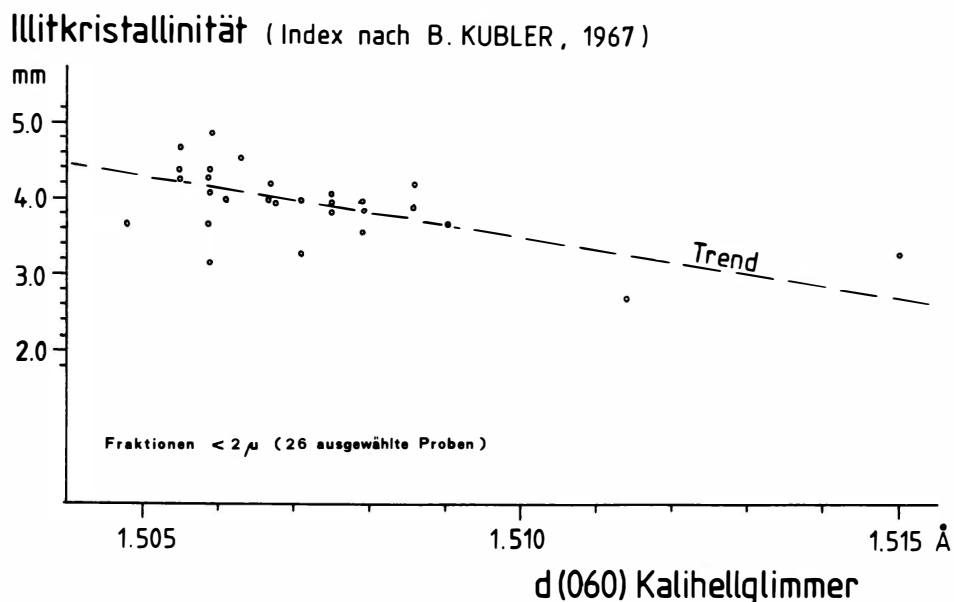


Abbildung 5. Kalihellglimmer mit phengitischer Tendenz weisen bessere Ordnungsgrade im Gitter auf als Muscovite (hier nur Phengite dargestellt).

M. KRALIK & M. THÖNI & W. FRANK (1981) deuten an, daß auch in der Fraktion  $< 2\mu$  Anteile an (unvollständig aggradiertem) Detritus ("Detrituskerne") enthalten sein können, welche die Halbwertsbreiten verfälschen. Von den Fraktionen  $2-1\mu$ ,  $1-0,5\mu$  und  $0,5-0,1\mu$  weist die Feinstfraktion einen etwas geringeren Ordnungsgrad auf. Die an der Fraktion  $< 2\mu$  gemessenen K/Ar-Daten stellen dementsprechend Mischalter dar, jedoch zeigen die Alter um 110 Millionen Jahre eine starke Verjüngung (Aggradation) an, die der frühalpiden Metamorphose, aber auch einem jüngeren thermischen Ereignis entsprechen kann.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Verwitterungsprozesse sich auf die Illit-Kristallinität in den Metasedimenten der Werfener Schichten bis in 90 Meter Teufe auswirken. Hingegen kann trotz der gegebenen lithologischen Variationsbreite keine signifikante Beeinflussung der Illit-Kristallinität durch die mineralogische Zusammensetzung festgestellt werden.

## Literatur

- ALTHAUS, E. & SMYKATZ-KLOSS, W., 1972: Experimentelle Veränderung der "Illit-Kristallinität".-  
Fortschr.Min., 50, Beiheft 1, 4-5, 1 Tab., Stuttgart.
- FLEHMIG, W. & LANGHEINRICH, G., 1974: Beziehung zwischen tektonischer Deformation und Illit-Kristallinität.-  
N.Jb.Geol.Paläont.Abh., 146, 325-346, 9 Abb. Stuttgart.
- FREY, M. & NIGGLI, E., 1971: Illit-Kristallinität, Mineralfazien und Inkohlungsgrad.-  
Schweiz.Min.Petrogr.Mitt., 51, 229-234, 2 Tab., Zürich.
- KRALIK, M. & THÖNI, M. & FRANK, W., 1981: Metamorphoseuntersuchungen in den feinklastischen und karbonatischen Sedimenten der Nördlichen Kalkalpen im Salzburger Bereich.-  
Jber.1980 Hochschulschwerpunkt S15, 2, im Druck.
- KUBLER, B., 1967: La cristallinité de l'illite et les zones tout à fait supérieures du métamorphisme.-  
Etages tectoniques, Colloque à Neuchâtel, 105-122, 12 Fig., Neuchâtel.
- KUBLER, B., 1968: Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite.-  
Bull.Centre Rech.Pau-SNPA, 2, 385-397, 4 Fig., Pau.
- MARSAL, D., 1967: Statistische Methoden für Erdwissenschaftler.-  
148 S., 40 Abb., Stuttgart (Schweizerbart).
- NÖSSING, L. & SCHRAMM, J.-M. & STINGLHAMMER, H., 1979: Ingenieurtechnische, geologische und mineralogische Probleme beim Bau einiger Tunnel der Tauernautobahn im Bereich von Werfen (Salzburg, Österreich).-  
Rock Mechanics, 11, 151-176, 16 Abb., Wien/New York.
- SASSI, F.P., 1972: The petrological and geological significance of the  $b_0$  values of potassic white micas in low-grade metamorphic rocks. An application to the Eastern Alps.-  
Tschermaks Min.Petr.Mitt., 18, 105-113, 2 Fig., Wien.
- SCHRAMM, J.-M., 1977: Über die Verbreitung epi- und anchimetamorpher Sedimentgesteine in der Grauwackenzone und in den Nördlichen Kalkalpen (Österreich) - ein Zwischenbericht.-  
Geol.Paläont.Mitt.Innsbruck, 7, H.2, 3-20, 8 Abb., 3 Tab., Innsbruck.
- SCHRAMM, J.-M., 1980: Bemerkungen zum Metamorphosegeschehen in klastischen Sedimentgesteinen im Salzburger Abschnitt der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen.-  
Mitt.österr.geol.Ges., 71/72, Jg.1978/1979, 379-384, 2 Abb., Wien.
- TICHY, G. & SCHRAMM, J.-M., 1979: Das Hundskarl-Profil, ein Idealprofil durch die Werfener Schichten am Südfuß des Hagengebirges, Salzburg.-  
Der Karinthin, F.80, 106-115, 2 Abb., Salzburg.
- WINKLER, H.G.F., 1979: Petrogenesis of metamorphic rocks.-  
5.Aufl., 348 S., New York/Heidelberg/Berlin (Springer).

Anschrift des Verfassers:

Dr. Josef-Michael SCHRAMM, Institut für Geowissenschaften,  
Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg.



**"ALBIT-RHYOLITH" AUS DEM BURGENLAND.****RELIKT EINER ANATEXIS ?**

Von Wolfgang VETTERS, Salzburg

**Zusammenfassung:**

Zwei Handstücke, die von Dr. A. PAHR (GBA, Wien) an den Verfasser übergeben wurden, wurden mittels röntgenographischer, naßchemischer und Mikrosondenanalysen untersucht. Das violett-braunrote, weiß gefleckte bis hellbraune, z.T. schlierig-wolkig gezeichnete Gestein zeigt schon bei der mikroskopischen Analyse seine vulkanogene Herkunft. Eine Albit-Einsprenglingsphase dominiert neben Glas und einer noch nicht näher auf ihr Edukt interpretierten Pseudomorphose von Erz (Lepidokrokit) und Glas. Außerdem wurden optisch und auch röntgenographisch feine Hellglimmerschüppchen, Epidotfragmente und Erz nachgewiesen. Mittels einer naßchemischen Vollanalyse wurde ein saurer Gesteinschemismus festgestellt, der nur bedingt dem eines Rhyolith entspricht. Die Albite mit polysynthetischen Zwillingslamellen, aber ohne Zonarbau, erweisen sich als An-frei ( $\text{Na}_2\text{O}$ -Gehalt von 11,5% und  $\text{CaO}$ -Gehalt von 0,015%). Im Vergleich mit Rhyolithen aus Kos (Griechenland) (KELLER 1969), die ähnliche physiographische Phänomene einer partiellen Anatexis von Feldspäten zeigen, wird eine anatektische Aufschmelzung des metamorphen Untergrundes mit anschließender phreatomagmatischer Seichtwassereruption oder Maareruption diskutiert. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

**Einleitung:**

Dr. Alfred P A H R (Geologische Bundesanstalt, Wien) überreichte dem Verfasser vor einiger Zeit zwei Handstücke eines Vulkanits aus seinem Aufnahmegebiet (ÖK 50, Blatt 137, Oberwarth, Bgld) zur Untersuchung.

Die beiden Handstücke sind Lesesteine von einem Acker ca. 2 km östlich von Bad Tatzmannsdorf und ca. 500 m südlich von K.417 und sind Bestandteil einer Übersicht des vulkanischen Inventars des Kartenblattes. Diese erste Voruntersuchung soll im Rahmen dieses Projektes nur den Beginn einer weiteren zusammenfassenden Arbeit darstellen.

**Gesteinsbeschreibung:**

Die beiden Proben (etwa  $1,5 \text{ dm}^3$  je Stück) zeigen einen charakteristisch glasig-splitterigen, scharfkantigen, z.T. flach muscheligen an den Bruchstellen feinrauhem Bruch. Die Farbe variiert zwischen violett-braunrot, braun und rötlich-braun. Der Gesamteindruck ist uneinheitlich fleckig, unruhig durch zahlreiche mm- bis cm-große, unregelmäßige, teilweise scharf begrenzte, teilweise wolkig-

diffuse bis schlierige helle Flecken und Einschaltungen, die teils gelblichbraun bis hellbraun oder weiß-kreidig erscheinen können.

Im frischen Bruch ist die Oberfläche schwach glasiert glänzend, aber immer fein bis feinstkörnig rau, wobei der Korndurchmesser der Albite zwischen etwa 0,5-1 mm schwankt. Zunächst erscheint das Gestein monomineralisch, jedoch sind unter der Lupe feinste braune bis braunrote Körner und Überzüge zwischen den hellen Mineralkörnern erkennbar. Das Gestein zeigt keine im Handstück erkennbaren Strukturen und Texturen, nur selten (Probe AP 2) schwach schlierige, undeutlich abgegrenzte Felder.

#### Mikroskopischer Befund:

Hervorstechend ist die deutliche Einsprenglingsphase von Feldspäten, die scharf begrenzte polysynthetische Zwillingslamellierung zeigen, wobei wenig breite, aber auch zahlreiche schmale Lamellen zu beobachten sind. Feldspäte sind sowohl klar und hell als auch unregelmäßig wolkig getrübt, es können aber auch Füllungen mit Hellglimmer und Epidot auftreten, zumeist allerdings nur sehr feinkörnig. Die geringe Auslöschungsschiefe (ca.  $10-15^\circ$ ) und die geringere Lichtbrechung als das Einbettungsmittel (ca. 1,54) erwecken den Verdacht auf sehr An-arme Plagioklasse. Mittels einer Mikrosonden-Teilanalyse wurden der  $\text{Na}_2\text{O}$ - und  $\text{CaO}$ -Gehalt bestimmt, Kalium im Verteilungsbild als gering erkannt. Der  $\text{Na}_2\text{O}$ -Gehalt von 11,5% und  $\text{CaO}$ -Gehalt von 0,015% weist auf praktisch reine Albite hin und bestätigt somit den optischen Befund. (Abb.1)

Die meisten Albitindividuen zeigen um ihre rundlichen Kristallumrisse etwa 0,2 - 0,3 mm breite, fast isotrope Säume, die als Glas gedeutet werden. (Abb.2 u.3) Hier ergab die Mikrosondenanalyse den gleichen niedrigen  $\text{CaO}$ -Gehalt, aber praktisch kein  $\text{Na}_2\text{O}$ . Die Lichtbrechung ist niedriger als die der Albite, daher sind die Grenzlinien zwischen Glas und Kristall meist recht deutlich und scharf. Ausnahmen der scharfen Grenzlinie Albit/Glas sind manchmal bei Übergängen von verzwilligten Albiten in Glas zu beobachten, die durch eine teilweise Aufschmelzung der Albite zu Glas erklärt werden. (Abb.4 u.5) Dabei ist ein gleichmäßiges Auslaufen der Lamellen in isotrope Glassubstanz charakteristisch. Weiters ist bemerkenswert, daß die Glassäume zumeist zwickelförmige Porenräume umschließen (Punktkontakt). Selten ist ein vollständiger lückenloser Kontakt der umsäumten

Albitkörner vorhanden. Es können aber auch bei den stärker gefärbten Anteilen braune bis braunrote filzige glasige Partien eingeschlossen und ummantelt sein. Ebenso auffallend ist, daß kaum mehr als ein Albitkorn von Glas ummantelt ist, dadurch erscheint eine gleichmäßige körnige Struktur von Einzelkörnern. Vereinzelt sind größere, aus zahlreichen Albiten aufgebaute klumpige Aggregate zu sehen, wobei diese 1-3 mm großen "agglomerierten Albitklumpen" außen ebenfalls einen Glassaum aufweisen, im Inneren jedoch nicht.

Neben der Einsprenglingsphase Albit und dem Glas ist, einerseits in Zwickeln, andererseits in der Grundmasse eine bräunliche bis braungelbe feinstkörnige bis filzig-trübe Mineralphase mit deutlichen 0,01-0,03 mm großen Kristallumrissen zu erkennen. Diese Kristallumrisse zeigen rhomboedrische Formen und werden von Glas und der braunen Mineralphase mit Lepidokrokit (röntgenographisch ermittelt) abgebildet, wobei oft auch ein Zonarbau bemerkenswert deutlich erkennbar ist. Es sei angedeutet, daß möglicherweise eisenschüssiges Karbonat das Ausgangsmineral für diese Pseudomorphose war.

Neben diesen augenfälligen Bestandteilen des Gesteins treten (an ihrer hohen Doppelbrechung und Lichtbrechung erkennbar) feine Hellglimmerschüppchen und winzige Epidotfragmente auf, die auch durch eine Röntgenanalyse gesichert sind.

Sehr selten sind noch 0,05-0,2 mm große, rundliche, schwach undulös auslöschende Quarze anzutreffen, die keinerlei Korrosionserscheinungen aufweisen, wie sie für saure Vulkanite typisch wären.

#### Chemische Zusammensetzung:

Das Ergebnis der chemischen Vollanalyse weist auf ein sehr saures Magma hin. Anhand des modalen Mineralbestandes erscheint es zunächst plausibel, den Na- und Al-Gehalt mit den Albiten zu korrelieren. Die Hellglimmer könnten den an sich schon geringen K-Gehalt binden, ebenso wie die Epidotfragmente das Calcium. Somit bleibt der sehr hohe  $\text{SiO}_2$ -Gehalt mangels Quarz an die Glasphase gebunden.

Bei Vergleichen mit anderen sauren Vulkaniten (Tab.1) ergeben sich Schwierigkeiten durch die extrem hohen Unterschiede der Alkalien einerseits und dem Aluminium andererseits. Mit sehr großen Vorbehalten könnte aber eine Zuordnung in die Gruppe der Na-reichen Rhyolithe (Albit-Rhyolith TRÖGER 1935, Nr.47) erfolgen.

Ermittelt man nun den normativen Mineralbestand dann ergeben sich neue Aspekte der Zuordnung.

CIPW - Norm. (Tab.2)

Hier scheint zunächst das krasse Mißverhältnis zwischen "ab" und "an" besonders deutlich auf. Die Rhyolithe von Kos (KELLER 1969), die ähnlich partielle Anschmelzungen zeigen, haben ein "an:ab"-Verhältnis zwischen 1:4 bis 1:7, während der or-Wert nur in der Analyse Nr.3 höher als der ab-Wert ist. Das Gestein aus dem Burgenland hingegen, ein "an:ab" von mehr als 1:200 aufweisend, zeigt einen or-Wert, der unter 10% des ab-Wertes liegt. Sehr ähnlich hingegen sind die Werte des Albit-Rhyolithes (TRÖGER 1935, Nr.45). Bis auf den deutlich höheren Q-Wert des burgenländischen Vulkanits sind die "an:ab" auch weit über 1:10, nämlich 1:30, ebenso ist der or-Wert etwa 10% des ab-Wertes.

Das extrem hohe Verhältnis von "an:ab" im Vulkanit von Bad Tatzmannsdorf scheint auf ein Mischgestein hinzuweisen, das dennoch den Rhyolithen sensu lato zugeordnet werden kann. Es wurde nun anhand der Niggli-Werte die Zuordnung zu einer Magmensippe und der regionalgeologische Vergleich mit den sauren Typen des oststeirischen Vulkanbogens versucht. (Tab.3) Aufgrund des sehr hohen qz-Wertes, der fast fünfmal so hoch ist wie der des Dazit, zeigt sich der extrem saure Chemismus recht deutlich, zusätzlich untermauert das "al:fm"-Verhältnis von 3:1 den normativ-leukokraten Mineralbestand. Ebenso ist keine deutliche Übereinstimmung anhand des "al:alk"-Verhältnisses zwischen den oststeirischen Vulkaniten und dem Vulkanit von Bad Tatzmannsdorf herzustellen.

Sind die oststeirischen Vulkanite mittels der Niggli-Werte als subfemischer Magmentyp (BURRI, C. und NIGGLI, P. 1945) anzusprechen, so gehört der Vulkanit von Bad Tatzmannsdorf in die Gruppe der salischen Magmen.

Interessanterweise kann aber ein Vergleich mittels Niggli-Werten mit dem Kugelporphyr (Pyromerid) (TRÖGER 1935, Nr.45) hergestellt werden. Zwar ist der si-Wert immer noch höher, aber die Werte von "al", "fm", "alk" und "mg" stimmen relativ gut überein. Allerdings hat der Kugelporphyr im modalen Mineralbestand Orthoklas mit etwa 1/3 Ab Komponente (TRÖGER 1935, p.31).

Diskussion:

Mit normativen Mineralberechnungen wurde die Zuordnung zu einem Magmentyp versucht, um die Genese des Vulkanites von Bad Tatzmannsdorf zu klären. Auf Grund des normativen Mineralbestandes zeigt sich ein extrem  $\text{SiO}_2$ -reicher, Na-betonter (salischer) Magmentyp auf der Basis der berechneten Niggli-Werte. Der regionale Vergleich mit den quarzreichen Typen des oststeirischen Vulkangebietes gelingt nicht zufriedenstellend, sowohl was das Verhältnis "al:fm", als auch "al:alk" betrifft.

Es wurde daher versucht, auf Grund der CIPW-Norm und physiogeographischer Gemeinsamkeiten (partielle Anschmelzung) den Vulkanit von Bad Tatzmannsdorf mit Rhyolithen von Kos (Griechenland; KELLER 1969) zu vergleichen. Auch hier zeigt sich ein deutlicher Unterschied, sowohl im Verhältnis "ab:an", als auch im "ab:or"-Verhältnis und im Q-Wert. Dies ist auf den sehr niedrigen K- und Ca-Gehalt, ebenso wie den deutlich niedrigeren Al-Wert zurückzuführen. Es kann einstweilen noch keine befriedigende Erklärung für diese Extremwerte gegeben werden, doch sollen weiteres Probenmaterial und weitere Untersuchungen diese Frage klären.

Geht man nun von der Physiographie der Albite, der zugehörigen Glassäume und der Pseudomorphosen von Glas und Erz nach ?Karbonat aus und stellt die Verbindung zur normativen Mineralberechnung her, so zeigt sich, daß hier eine Diskrepanz von *m o d a l e m* und *n o r m a t i v e n* Mineralbestand besteht.

Der *H a b i t u s* der Albite mit den Zwillinglamellen, teilweise feinstkörnigen Mikrolithen und dem *m a n g e l n d e n* *Z o n a r b a u* erweckt den Eindruck, daß diese Albite *m e t a m o r p h e r* Herkunft seien und nicht aus der Schmelze auskristallisiert sind. Dieser Verdacht wird durch die *t e i l w e i s e* (partielle) *A n s c h m e l z u n g* der Kristallkanten, sowie der teilweisen Aufschmelzung kleinerer Albitindividuen verstärkt. Ein weiterer Index der partiellen Aufschmelzung sind die *P s e u d o m o r p h o s e n* von Glas und Erz nach einem rhomboedrischen Mineral, bei dem der Verdacht auf Karbonat infolge des Aussehens gegeben ist. Zuletzt sei noch das Überwiegen von *e i n z e l n e n* Albitkristallen erwähnt und die selteneren "agglomerierten Albitklumpen", die immer einen Glassaum aufweisen.

Durch diese physiographischen Merkmale entsteht der Eindruck

eines gut verschweißten Kristalltuffes, dessen Komponenten allochton in Bezug auf die Schmelze sind.

Zieht man diese Möglichkeit in Betracht, erklärt sich der aberrante Gesteinschemismus, der bei der Korrelierung mit anderen sauren Vulkaniten deutlich abweicht.

Die Frage nach dem Edukt der Albite, dem hohen  $\text{SiO}_2$ -Gehalt, dem geringen K- und Ca-Gehalt und dem relativ niedrigen Al-Gehalt kann zunächst nicht restlos geklärt werden.

Zu prüfen wäre, ob ein karbonatführender Albitquarzit als Ausgangsgestein möglich ist. Solche Gesteine sind aus der Umgebung des Fundpunktes zwar nicht an der Oberfläche anstehend, doch können im nicht allzu tiefen Untergrund derartige Karbonatquarzite oder Kalkglimmerschiefer mit epizonaler Metamorphose erwartet werden. Im Penninikum der Rechnitzer Schieferinsel sind jedenfalls ähnliche bzw. äquivalente Gesteine anzutreffen.

#### Geologische Entwicklung:

Zieht man die petrologischen und petrographischen Fakten, wie sie in der Diskussion aufgezeigt wurden in Erwägung, so muß die geologisch-vulkanologische Entwicklung äußerst rasch vor sich gegangen sein. Das folgende Modell wird nur als vorläufig betrachtet, da erst weitere Probenaufsammlungen zeigen werden, ob es sich hier um ein kurzfristiges einmaliges Ereignis gehandelt hat, das zur Förderung dieses Vulkanites geführt hat, oder ob noch andere vulkanogene Bestandteile der näheren und weiteren Umgebung diesem vulkanischen Ereignis zugeordnet werden müssen. Ein möglicherweise karbonatführender Quarz-Albit(?Glimmer?), Metamorphit-Karbonatquarzit oder Kalkglimmerschiefer bzw. karbonatführende Metaarkose- im Untergrund wurde durch ein hochsteigendes Magma partiell aufgeschmolzen. Dieses Magma dürfte einerseits eine starke Trennung in fluide und volatile Phase aufgewiesen haben, andererseits muß die Temperatur mehr als  $1100^\circ$  betragen haben. Dies ist für die Glassäume der Albite notwendig, da reine Albite erst bei einer Temperatur von mehr als  $1100^\circ$  zu schmelzen beginnen. (SMITH 1975). Die deutliche Separation von fluider und volatiler Phase ergibt sich aus der sehr sauren Zusammensetzung des Gesteins, die keinen Hinweis auf basisches Magma und dessen Beimengungen zuläßt. Der Aufstieg und die partielle Aufschmelzung muß relativ rasch erfolgt sein, denn es erfolgte keine vollständige "Assimilation" des Metamorphites. Dies könnte auch bei einer eventuellen Karbo-

natführung mit dem raschen Anstieg des Partialdruckes (CO<sub>2</sub>) in Zusammenhang gebracht werden. Auf jeden Fall muß die Eruption sehr rasch erfolgt sein, die zu einer plötzlichen Abkühlung geführt hat. Der Mechanismus der Eruption kann einstweilen nur vermutet werden, da Hinweise auf Pyroklastika bis jetzt fehlen, doch wäre aufgrund der tertiären Sedimente der Umgebung ein Eruptionszentrum im Seichtwasserbereich denkbar und damit eine phreatomagmatische Eruption möglich. Das hier beschriebene Gestein könnte dem unmittelbaren Schlotbereich entstammen, da die sehr gute Verschweißung dafür spricht, und die fehlenden bimsigen und glasigen Anteile im Gestein gegen eine Tephra sprechen.

Weitere Untersuchungen an diesem für Österreich erstmalig beschriebenen Gestein sollen zur Klärung der Geschichte dieses Vulkans beitragen.

An dieser Stelle möchte der Verfasser Herrn Univ.Prof.Dr.H. Meixner für die Drucklegung herzlich danken. Frau Univ.Doz. Dr.E.Kirchner und Herrn Dr.J.-M.Schramm sei hier herzlich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes gedankt und für die vielen fachlichen Anregungen bei gemeinsamen Diskussionen. Nicht minder herzlich möchte der Verfasser Fr.Dr.Ch.Exner (Röntgen), Herrn Ing.M.Bernroider und Herrn cand.phil.Dieter Bechtold (Mikrosonde und Berechnung) für ihre Hilfe danken. Frau Mag.G.Andorfer und Frau Mag.J.Herbst führten dankenswerter Weise die chemische Analyse durch. Herr Doz.Dr.W.Paar beriet mich in entgegenkommender Bereitschaft bei den auflichtmikroskopischen Arbeiten.

**Literaturverzeichnis:**

- BURRI, C. & NIGGLI, P. 1945: Die jungen Eruptivgesteine des mediterranen Orogens I.- Vulkaninstitut Imm.Friedländer Bd.3, Zürich.
- HERITSCH, H. 1966: Ein Dazit aus der Tiefbohrung Mitterlabill, östlich Wildon, Steiermark.- Mitt.naturwiss. Ver. Steiermark, 96, S 43-58, Graz.
- HERITSCH, H. 1967: Eine weitere chemische Untersuchung an dem Latit der Tiefbohrung von Waltersdorf, südlich Ilz, Steiermark.- Mitt.naturwiss.Ver.Steiermark, 97, S 11-13, Graz.
- HERITSCH, H. 1967: Eine weitere chemische Untersuchung an dem Quarzlatit der Tiefbohrung von Mitterlabill, östlich Wildon, Steiermark.- Mitt.naturwiss.Ver.Steiermark, 97, S 14-15, Graz.
- KELLER, J. 1969: Origin of rhyolites by anatectic melting of granitic crustal rocks. The example of pumice from the island of Kos (Aegean Sea).- Bull.Volcanologique, 33, p.942-959, Napoli.
- KELLER, J. & NINKOVICH, D. 1972: Tephra Lagen in der Ägäis. Z.Deutsch.Geol.Ges., 123, S 579-587, 4 Abb., Hannover.
- KELLER, J. & VILLARI, L. 1972: Rhyolithic ignimbrites in the region of Afyon (Central Anatolia).- Bull.Volcanologique, 36, H.2, p.342-358, Napoli.
- KELLER, J. 1974: Quarternary maar volcanism near Karapinar in Central Anatolia .- Bull.Volcanologique, 38, H.2, p.378-396, Napoli.
- SMITH, V.J. 1975: Feldspar mineralogy.- Min.Soc.Am., Short course notes, Vol.2, Blacksburg, Virg.
- TRÖGER, W.E. 1935: Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Ein Nomenklatur-Kompendium mit 1.Nachtrag, Eruptivgesteinsnamen.- Unver.Ndr. 1969, Verlag der DMG in Komm. E.Schweizerbart, Stuttgart.



Tabelle 1: Chemische Analysen von Rhyolithen, Aplitgraniten nach TRÖGER 1935 (Nr. 40a, 40b, 41, 44, 45, 47) und KELLER 1969 Nr. 1, 2, 3 und VETTERS Nr. AP 1.

Nr.	TRÖGER 1935						KELLER 1969			VETTERS
	40a	40b	41	44	45	47	1	2	3	AP 1
SiO <sub>2</sub>	74,02	74,70	76,03	75,84	75,90	75,46	76,0	72,5	73,5	78,12
TiO <sub>2</sub>	0,02	0,10	n.b.	0,09	0,06	n.b.	0,2	0,3	0,2	0,59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,20	12,71	11,76	13,38	11,43	13,18	12,9	13,5	12,5	9,86
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,75	1,15	1,99	1,45	1,70	0,91	0,3	0,9	0,4	1,96
FeO	0,29	0,28	n.b.	n.b.	0,30	n.b.	0,5	0,6	0,3	
MnO	Sp.	0,04	n.b.	Sp.	n.b.	n.b.	0,04	0,05	0,06	0,08
MgO	0,06	0,07	0,27	0,10	0,26	0,1	0,4	0,4	0,1	0,28
CaO	0,56	0,54	0,45	0,07	0,00	0,95	1,0	1,5	1,0	0,05
Na <sub>2</sub> O	4,18	3,89	3,36	3,33	2,47	6,88	3,8	3,4	2,7	4,59
K <sub>2</sub> O	4,82	4,91	5,61	4,73	6,40	1,09	4,4	3,8	5,1	0,38
H <sub>2</sub> O	1,86	1,11	0,63	0,89	0,89	0,93	0,4	2,8	4,0	2,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	n.b.	n.b.	n.b.	Sp.	n.b.	n.b.	0,02	0,05	0,03	0,01
	99,76	99,50	100,10	99,88	99,41	99,5	100,0	99,8	99,9	98,82

Tabelle 2: Vergleich der CIPW Norm der Analysen von KELLER 1969 und VETTERS AP 1

	1	2	3	AP 1
Q	34,2	34,44	35,94	50,06
or	26,13	22,24	30,02	2,27
ab	31,96	28,82	23,06	39,30
an	4,86	7,23	4,86	0,185
ap	0,05	0,1	0,07	0,024
il	0,46	0,61	0,46	0,173
mt	0,46	1,05	0,25	-----
hm	-----	0,25	0,25	1,983
En	1,0	1,0	0,2	0,706
Fs	0,33	-----	-----	-----
Wo	-----	-----	-----	-----
C	1,55	1,12	0,76	1,853

Tab. 3: Vergleich der Niggli Werte von Na-reicher Vulkaniten mit den oststeirischen Vulkaniten.

	Latit Heritsch 1967,p11	Quarzlatit Heritsch 1967,p14	Dazit Heritsch 1966,p46	Natron-Rhyolith Tröger 1935 Nr. 47 p33	Pyromerid Tröger Nr. 45	AP 1 Vetters 1981
al	34	36,5	36,5	45,5	44,5	46,4
fm	24	25,5	27	5	12,5	15,6
c	22	18	17,5	6	0	0,43
alk	20	20	19	43,5	43	37,5
si	172	215	248	445	500	624
mg	0,36	0,41	0,49	0,18	0,21	0,21
k	0,47	0,33	0,36	0,09	0,63	0,05
qz	-9	34	72			374 

Adresse des Verfassers: A 5034 Salzburg-Morzg, Flurweg 3

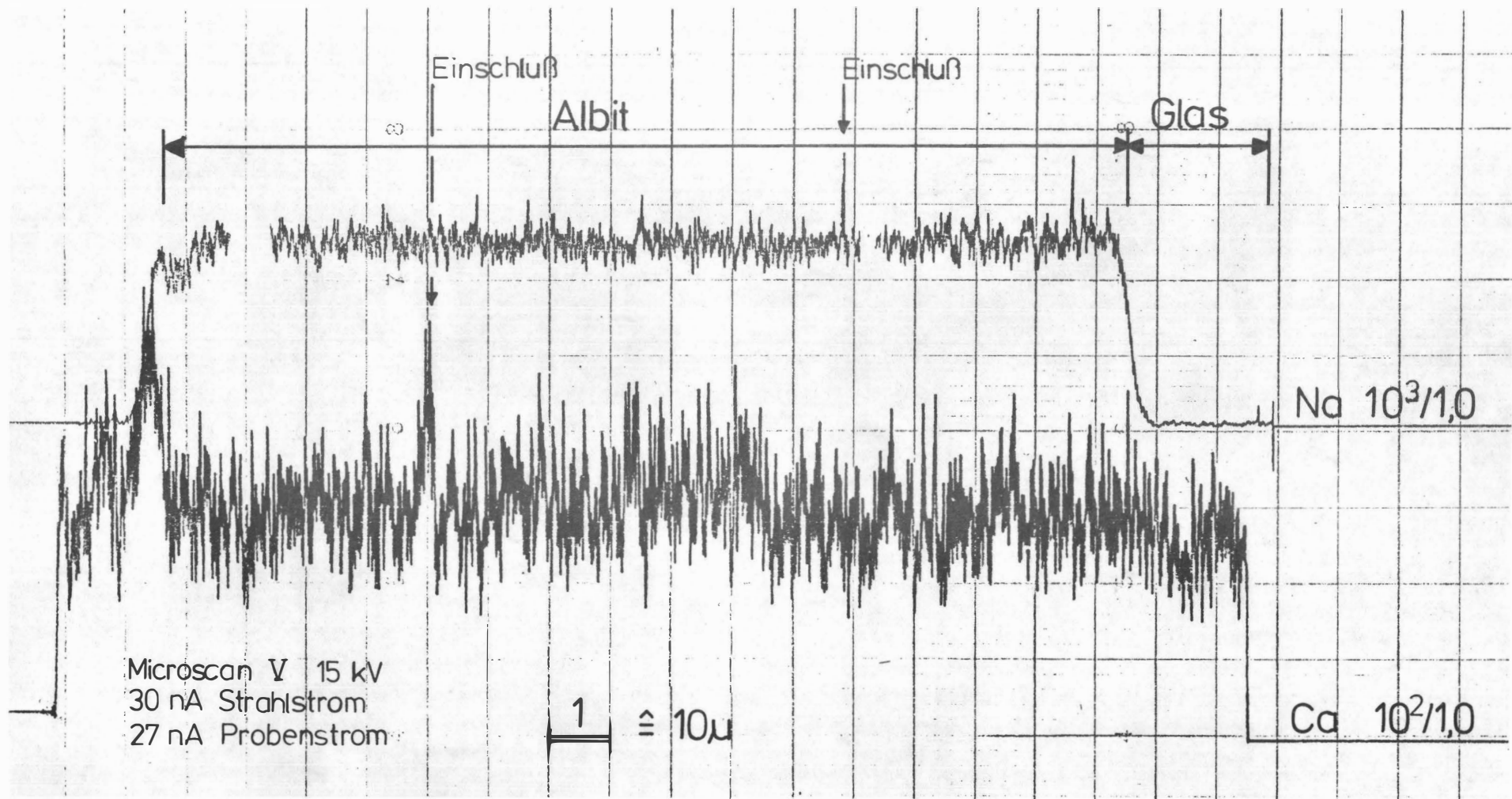


Abb.1: Meßprofil an einem Albitkristall mit Glassaum

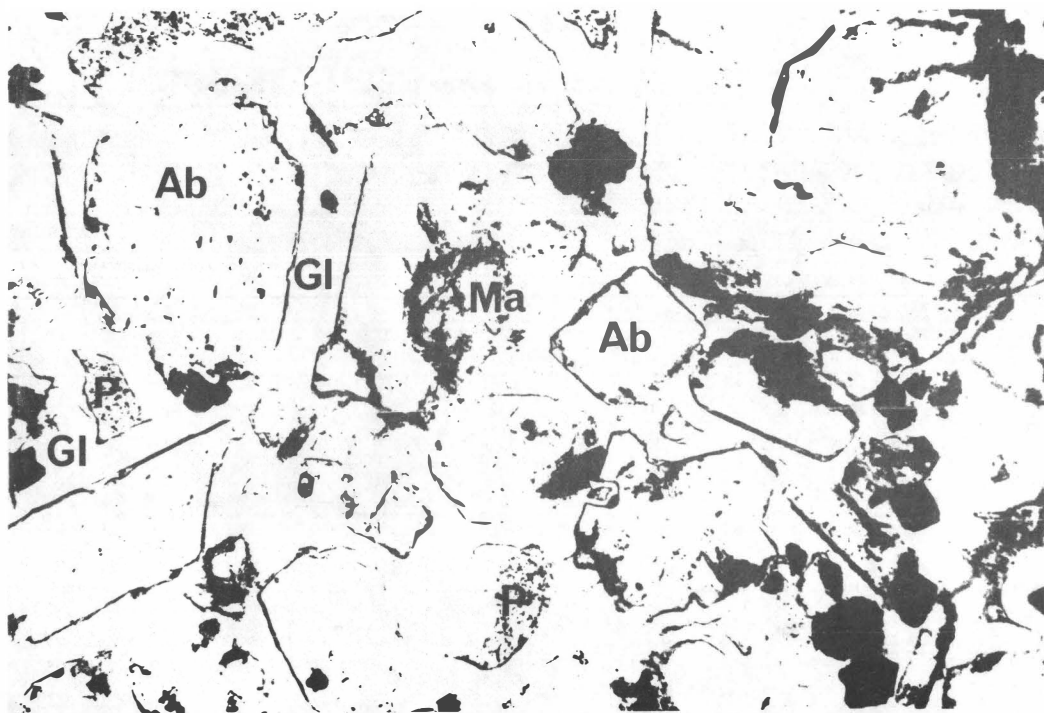


Abb.2:Die Albite (Ab) mit rundlichen Querschnitten werden von Glas (Gl) umhüllt.Erz(schwarz),Matrix (Ma) und Porenräume (P). N //;40 x; AP 1/78.

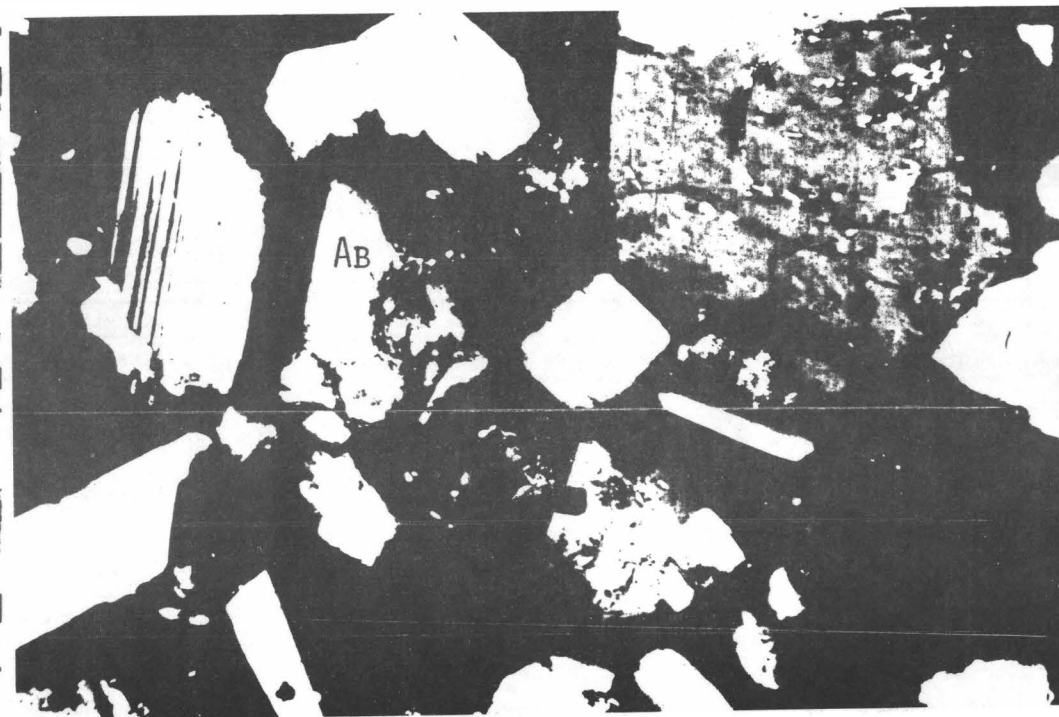


Abb.3: Das gleiche Bild wie Abb.2 mit N X.Glas und Glasmatrix schwarz;die feinen hellen stark unruhigen Flecken sind Hellglimmer und Epidot. Ein klarer Albit zeigt deutliche Anschmelzungen (Ab). (Vergr.wie Abb.2)



Abb.4: Albite in Glas z.T. angeschmolzen (Bildmitte).Ca.10x; N X).

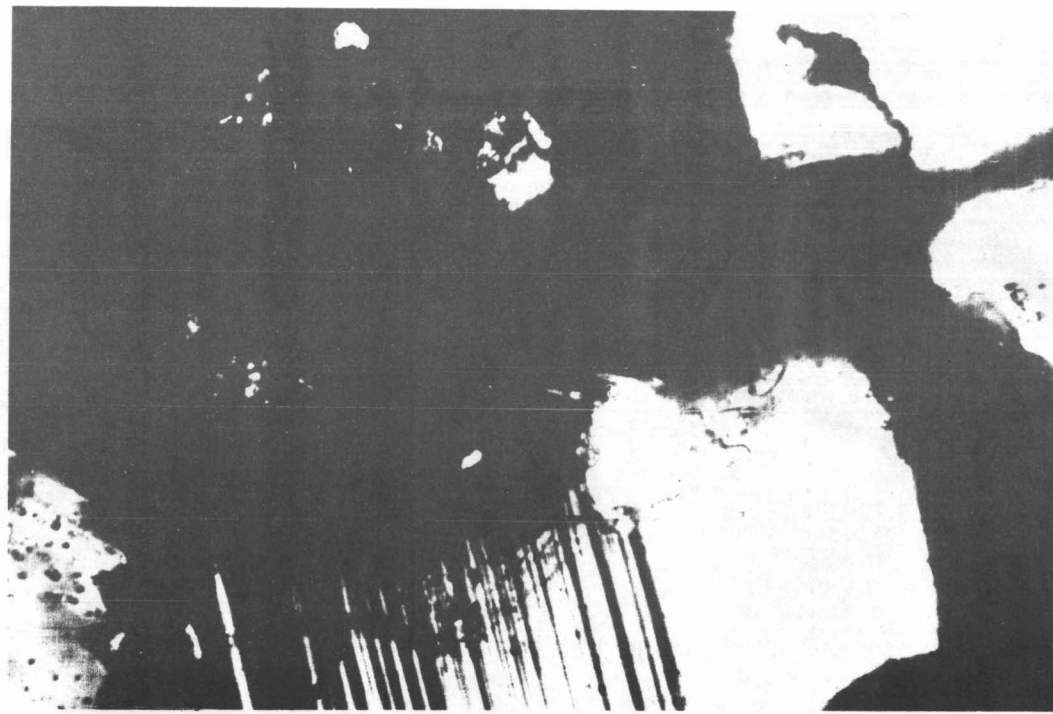


Abb.5: Detail aus Abb.3.Der Übergang von Albit in Glas erfolgt allmählich.Körner mit starkem Relief sind Hellglimmer und markieren die Größe des ursprünglichen Kristalles. (40 x; N X).

## ZUR ERZMINERALOGIE DER GOLDLAGERSTÄTTE WASCHGANG, OBERKÄRNTEN

Von W.H.PAAR (Salzburg) und T.T.CHEN,  
(Ottawa, Kanada)

Die Goldlagerstätte Waschgang (im Nahbereich der Kluidscharte, am Übergang vom Asten- in das Zirknitztal, SH 2449m) war einer der berühmtesten und reichhaltigsten Bergbaue des oberen Mölltales, dessen Anfänge in die Römerzeit zurückreichen. Nach ROCHATA (1878) kamen große Massen von Freigold in Körnern bis Haselnußgröße und Blättchen von 1-2cm Durchmesser vor. ROCHATA erwähnt, daß eine im "Mineralien-Cabinete" zu Wien (=Naturhistorisches Museum) aufbewahrte Goldstufe vom Waschgang 94 Dukaten (etwa 330g) aufgewogen haben soll.

Die Lagerstätte ist an Prasinite der Oberen Schieferhülle gebunden und zählt zum Typus der Alpenen Kieslager (z.B. FRIEDRICH, 1936). Das nahezu söhlig liegende W-E- streichende Erzlager wird im W an einer N-S Störung ("Lettenkluft") abgeschnitten und kann heute als abgebaut gelten. Die derzeit noch auffindbaren, z.T. mehrfach überkutteten Halden lassen zwei Vererzungstypen erkennen:

- (1) Imprägnationserze, mit Feinlagen von Pyrit, Kupferkies, Magnetit, Zinkblende und Bornit.
- (2) Kupferkies-Derberze mit Quarz und grobspätigem Kalzit als Gangarten. In letzterer ist manchmal Bornit in isometrischen Körnern mit spindeligen Entmischungslamellen von Kupferkies und Idait, sowie runden Einschlüssen von Mawsonit,  $\sim Cu_7Fe_2SnS_{10}$ , zugegen.

Das Nebengestein der Lagerstätte ist ein im vererzten Bereich stark chloritisierter Prasinit, der insgesamt durch folgenden Mineralbestand gekennzeichnet ist: Albit (z.T. mit Oligoklasrändern), Epidot, Granat, Hornblende; Titanit (mit Relikten von magmatischem Ilmenit und Rutil), Magnetit in Idioblasten (mit Einschlüssen von Titanit), sowie Hämatit mit entmischtem Ilmenit II, wobei ein Großteil des Hämatits zu Magnetit umgewandelt ist. Im Kupferkies der Derberze sind dieselben Einschlußminerale (Titanit, Magnetit, Hämatit) anzutreffen, dazu tritt Pyrit, der mitunter idiomorphen Titanit, auch Hämatit, enthält.

Während die Imprägnationsvererzung weder Freigold noch mikroskopisch eingelagertes Gold erkennen läßt, sind die Derberze durch z.T.

höhere Goldgehalte charakterisiert. Das Gold ist meist in Kalzit und/oder Quarz ein-, mitunter auch Kupferkies-Harnischen aufgewachsen. Von Interesse sind mikroskopische Einschlußminerale der Derberze von meist komplexer chemischer Zusammensetzung (PAAR & CHEN, 1981). Im einzelnen sind dies (Formeln idealisiert!):

- Minerale der Aikinit-Bismuthinit-Mischkristallreihe, wie Gladit:  $CuPbBi_5S_9$ , Krupkait:  $CuPbBi_3S_6$  und Pekoit:  $CuPbBi_{11}S_{18}$ .
- als Silberträger Benjaminit:  $(Ag,Cu)_3(Bi,Pb)_7S_{12}$  sowie Pavonit/Cupropavonit:  $AgBi_3S_5$ , Hessit:  $Ag_2Te$  und Matildit:  $AgBiS_2$ .
- Tetradymit:  $Bi_2Te_2S$
- Millerit:  $NiS$  und Siegenit:  $(Co,Ni,Cu)_3S_4$ .

Einige dieser Phasen enthalten Selen bis zu 4 Gew.%

Die aus Dünn- und Anschliff-Untersuchungen abgeleitete Kristallisationsfolge zeigt, daß die Bildung des Kupferkieses der Derberze nach der Titanitkristallisation im Anschluß an die dazu jüngere Magnetit- bzw. Pyritsprossung erfolgte. Aus der Koexistenz der genannten Aikinit-Bismuthinit-Mischkristallphasen mit Benjaminit/Pavonit und Hessit können Kristallisationstemperaturen  $\lesssim 300^\circ C$  gefolgert werden (SPRINGER, 1971; MUMME & WATTS, 1976). Lokal geringfügige Konzentrationsunterschiede der Elemente Pb, Bi, Ag, Te, Se etc. können als Erklärung für das Nebeneinander im mm-Bereich der im Chemismus z.T. sehr ähnlichen Phasen herangezogen werden.

PREY (1962) unterscheidet für die dem Waschgang sehr ähnlichen Vererzungen der Großfragant (die allerdings in das Unterostalpin der Matreier Zone zu stellen sind!) gleichfalls Imprägnations- und Derberze. Für die Genese der letzteren macht er Remobilisation und Rekonzentration des Stoffbestandes der Imprägnationserze während der alpidischen Metamorphose geltend. Inwieweit diese Annahme auch für die Waschgang-Vererzung zutreffend sein kann, ist Gegenstand derzeit laufender Untersuchungen.

ANHANG: Erzmikroskopische Untersuchungen der an einen mächtigen Quarzithorizont gebundenen goldführenden Erze von Bärenbad (Hollers-

bachtal) bestätigen i.w. die von RAMDOHR (1960, p.1027) genannte Paragenese. Der von ihm beschriebene "Cosalit" ist nach Mikrosondenanalysen und Röntgendaten ein vermutlich neues Pb-Bi-Sulfosalz der Zusammensetzung (Mittel aus 20 Punktanalysen): *Cu 0.9, Ag 0.4, Fe 0.7, Pb 34.8, Bi 45.0, Sb 1.5 und S 17.3 Gew.%*. Das Mineral hat rhombische Symmetrie (mögliche Raumgruppen Pna2 oder Pnam), die Gitterparameter sind:  $a_0 = 54.87$ ,  $b_0 = 22.60$  und  $c_0 = 4,02 \text{ \AA}$ .

Joseit-A,  $(Bi, Pb)_4TeS_2$  und ged. Wismut bilden darin mikroskopisch kleine,  $\pm$  orientierte Einlagerungen (PAAR & CHEN, 1980).

### SCHRIFTTUM:

- FRIEDRICH, O.M. (1936): Zur Geologie der Kieslager des Großarltales. Sitzungsber.d.Akad.d.Wiss.Wien, Mathem.-naturw.Klasse, Abt.I, 145., 121-152.
- MUMME, W.G. und WATTS, J.A. (1976): Pekoite,  $CuPbBi_{11}S_{18}$ , a new member of the bismuthinite-aikinite mineral series: its crystal structure and relationship with naturally- and synthetically formed members. - *Canad.Mineral.* 14., 322-333.
- PAAR, W.H., CHEN, T.T. und MEIXNER, H. (1980): Pb-Bi-(Cu)-Sulfosalze in Paleozoic Gneisses and Schists from Oberpinzgau, Salzburg Province, Austria. - *TMPM* 27, 1-16.
- PAAR, W.H. und CHEN, T.T. (1981): The ore mineralogy of the gold deposit Waschgang, Upper Carinthia, and new data on Pb-Bi-(Cu)-sulfosalze from Felbertal, Salzburg Province, Austria. *TMPM*, in Vorbereitung.
- PREY, S. (1962): Der ehemalige Großfraganter Kupfer- und Schwefelkiesbergbau. - *Mitt.d.Geol.Ges.Wien* 54., 163-200.
- RAMDOHR, P. (1960): Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, 3.Aufl. Berlin: Akademie-Verlag.
- ROCHATA, C. (1878): Die alten Baue auf Edelmetall in Oberkärnten. - *Jb.geol.RA* 28, 213-368 (281-287).
- SPRINGER, G. (1971): The synthetic solid solution series  $Bi_2S_3$ -BiCuPbS<sub>3</sub> (bismuthinite-aikinite). *N.Jb.Mineral.* 19-24.

**Anschrift der Verfasser:** Univ.Doz.Dipl.Ing.Dr.Werner PAAR, Institut für Geowissenschaften (Mineralogie) der Universität, Akademiestraße 26, A-5020 SALZBURG.



## PHARMAKOSIDERIT, SILBERGLANZ UND PYRARGYRIT VOM SILBERBERGBAU SEEKOPF IN DEN GOLDBERGER TAUERN BEI GASTEIN, SALZBURG

Von Wilhelm Günther, Salzburg

Am Gebirgskamm zwischen Gasteiner- und Rauriser-Tal zwischen dem Oberen Pochartsee und dem Siglitztal im hinteren Gasteiner-Tal liegt unmittelbar nördlich der Kolmkarscharte der Seekopf mit 2413m Seehöhe.

Das Gebiet um die Pochartseen, einschließlich des Silberpfennigs, der Kolmkarspitze und das südlich daran liegende Siglitztal, war im Mittelalter bis in das ausgehende 18. Jahrhundert wegen seiner reichen Silbervorkommen berühmt. Zahlreiche verfallene Stollen, Schächte, Ruinen von Knappenhäusern und ausgedehnte Bergwerkshalden zeugen heute noch von der intensiven Schurftätigkeit der Alten.

Im Sommer 1979 wurden gemeinsam mit Dr. W. PAAR (Univ. Salzburg) die alten Bergbaue näher untersucht und von den alten Bergbauhalden im Bereich des Silberpfennigs (Bergbau Erzwiese), des Pochartsees (Bergbau Pauleithen, Bergbau Pochart) und des Seekopfes zahlreiche Erz- und Mineralproben aufgesammelt.

Als besonders bemerkenswert erwiesen sich die aufgefundenen Erz- und Mineralproben des Bergbaues am Seekopf. Dieser befindet sich am Westhang des Seekopfes in 2250m - 2400m Seehöhe, unmittelbar an dem Fußsteig, der vom Niedersachsenhaus zur Paukarlscharte führt. Der Bergbau, der nach historischen Überlieferungen nie eine größere Ausdehnung erreichte, bestand aus 8 Stollen und einem Tagverhau. Heute sind noch zwei kleinere und vier größere, teilweise stark verrollte Stollenhalden, einige verfallene Stollenmundlöcher und Grundmauern von Knappen- und Werkshäusern erkennbar.

Der Bergbau "Seekopf" ist dem Lagerstättentypus Siglitz-Pochart-Erzwies zuzuordnen. Die Erzgänge streichen, wie auch die Anlage der Stollenhalden zeigt, in NNE-Richtung und fallen meist steil nach Osten ein. Die Quarzgänge, welche in Paragneisen und Kalkglimmerschiefern liegen, sind reich an Pyrit, Markasit und Arsenkies, daneben tritt putzenförmig, in bis zu faustgroßen Knauern Kupferkies, dunkelbraune Zink-

blende und grobspätiger bis feinkörniger Bleiglanz auf. Gelegentlich ist Braun- und Mesitinspat als Gangart anzutreffen. Die tiefer gelegenen Halden weisen noch zahlreiche, größere Erzstücke auf und dürften aus der letzten Betriebsperiode stammen. Die Erzbrocken zeigen vornehmlich Pyrit, Markasit und Arsenkies, die in wechselnder Mächtigkeit (15 Zentimeter bis perlschnurartig) den körnigen, rostfarbenen Quarz durchziehen. Die pyrit- und markasitreichen Stücke sind durch den Einfluß der Atmosphärien stark zersetzt. In den dadurch entstandenen Hohlräumen konnten in einigen Handstücken lauchgrüne Überzüge und im Bioskular kleine kubische, lauchgrüne Kriställchen von 0,5 bis 1mm Größe, auf Quarz aufgewachsen, beobachtet werden, die sich nach optischen und röntgenographischen Untersuchungen eindeutig als *Pharmakosiderit* erwiesen. Pharmakosiderit konnte daher erstmals in Form bis zu 1mm großen grünlichen Kriställchen für das Bundesland Salzburg gesichert werden, er war bislang nur in Form lauchgrüner, 0,1mm großer Kriställchen auf Rammelsbergit und Pyrit aus der Mitterberger Kupferlagerstätte bekannt (PAAR 1978).

Erzmikroskopische Untersuchungen zeigten neben der monotonen Pyrit-Markasit-Arsenkies-Paragenese im Bleiglanz zahlreiche Einschlüsse (in Form länglicher Körner von 1 bis 5 $\mu$  Durchmesser) von *Pyrrargyrit* und längliche Spindeln (1 bis 3 $\mu$  Länge) von *Silberglanz*. Beide Erzminerale treten im Bleiglanz der Lagerstätte am Seekopf kontinuierlich auf und sind sicher für den hohen Silbergehalt der Erze verantwortlich.

Herrn Univ.Prof.Dr.H.MEIXNER, Herrn Doz.Dipl.Ing.Dr.W.PAAR und Frau Doz.Dr.E.KIRCHNER danke ich für die Unterstützung bei meinen Untersuchungen.

#### LITERATURVERZEICHNIS (Auswahl):

- EXNER, Chr., 1956: Geologische Karte der Umgebung von Gastein. Maßstab 1:50.000, Geol.B.A.Wien 1956.
- FLORENTIN, F., 1937: Der Goldbergbau der Hohen Tauern, Badg.Badabl. Jg.1937.
- FRIEDRICH, O.M., 1953: Lagerstättenkarte der Ostalpen, Maßst.1:50.000, Radex-Rdsch. Jahrgang 1953.
- FUGGER, E., 1878: Die Mineralien des Herzogthumes Salzburg, 11.Jahresbericht der k.k.Ober-Realschule in Salzburg.
- PAAR, W., 1978: Oxidationsminerale eines Uranerz-führenden Erzganges bei Mitterberg, Salzburg. Der Karinthin, Folge 78, S.28.
- POSEPNY, F., 1879: Die Goldbergbaue der Hohen Tauern m.bes.Berücksichtigung des Rauriser Goldberges. Arch.f.prakt.Geologie, Bd.I.



# GEOZENTRUM HÜTTENBERG – KÄRNTEN

VEREIN FÜR NATURWISSENSCHAFTLICHE FELDFORSCHUNG

A-9376 KNAPPENBERG / ÖSTERREICH



## VERANSTALTUNGSPROGRAMM 1981

### FACHPROGRAMM

Thema	Zeit	Bezugsgruppe
1. RADIOMETRISCHE ALTERS-BESTIMMUNG (2 Exkursionen) Prof. Dr. W. FRANK, Univ. Wien Dr. W. MORAU, Univ. Leeds Engl.	20. - 24. Juli	Fachstudenten, Weiterbildung (postgrad.)
2. EINFÜHRUNG IN DIE GEOLOGIE I Grundlagen - Erstarrungsgesteine - Sedimente - Metamorphite Dr. G. RIEHL-H. TU Wien	27. - 31. Juli	Lehrer, Praktiker, Sammler Interessierte Laien, Allge- meinbildung.
EINFÜHRUNG IN DIE MINERA- LOGIE (Kristallographie u. Optik) Prof. Dr. H. MEIXNER, Univ. Salzburg	3. - 7. Aug.	Weiterbildung, Sammler, Lehrer, /als Vorbereitung für den Kurs 4
+ MINERALBESTIMMUNG nach der Einbettungsmethode, Prof. Dr. H. MEIXNER, Univ. Salzburg.	10. - 14. Aug.	Fachstudenten, Weiter- bildung(postgrad.) AHS- Lehrer, Sammler
5. TONMINERALOGIE I-Einführung in die Röntgen-Pulverdiffraktometrie DTA, Dr. W. VORTISCH, Univ. Marb.	17. - 21. Aug.	Fachstudenten, Weiter- bildung (postgrad.)
6. STUDIENEXKURSION N. AMERIKA als Ergänzung zu den 1979 und 80 durchgeführten Karbonatkursen	18. Aug. - 6. Sept.	Fachstudenten, (postgrad.) AHS-Lehrer, Allgemein- bildung, Bedingungen um- seitig
7. SEMINAR FÜR AHS - LEHRER UMWELTSCHUTZ: Boden / Wasser Vortragende: Ministerium (Land- und Forstwirtschaft) TU Wien, Univ. Wien ( Wiederholung des Kurses von 1980)	Kurs wird zu einem Oktober- termin durchge- führt.	AHS-Lehrer, einschlägig interessiertes Fachpublikum, Unterlagen werden auf An- frage zugesandt.

### FREIZEITPROGRAMM

8. ABENDKURS I zur Bearbeitung von Halbedelsteinen Steinbildhauer J. URBAN	18. - 22. Mai	
9. ABENDKURS II zur Bearbeitung von Halbedelsteinen Steinbildhauer J. URBAN	22. - 26. Juni	Die Teilnehmer an den Schleifkursen haben je- weils die Möglichkeit, an Vorträgen und Abend- veranstaltungen bzw. Exkursionen des jeweiligen Fachprogrammes teilzu- nehmen.
10. GRUNDLAGENKURS zur Be- arbeitung von Halbedelsteinen I Steinbildhauer J. URBAN	13. - 18. Juli	
11. GRUNDLAGENKURS zur Be- arbeitung von Halbedelsteinen II Steinbildhauer J- URBAN	10. - 15. Aug.	

## GEOZENTRUM HÜTTENBERG KÄRNTEN

2. Seite Kursprogramm 1981

### Anmeldung / Kurse

Die Teilnehmerzahl für die Kurse ist beschränkt, eine Obergrenze liegt bei 15 bis 25 Teilnehmern.

Zur Durchführung der Kurse ist eine Mindestanzahl von 8 Teilnehmern erforderlich. Eine endgültige Anmeldung erfolgt durch den Erlag der Kursgebühr. Anmeldungen werden möglichst frühzeitig erbeten. - Die Reihung der Anmeldungen erfolgt nach dem Einzahlungsdatum.

Bei Interesse bitte ausführliche Unterlagen anfordern.

Adr.: Geozentrum Hüttenberg, bzw.  042 63 266, - 24 Stunden Tonbanddienst!

### KOSTEN

A) Der Kursbeitrag für die Kurse 1,2,3,4,5 u. 7 beträgt ÖS 450,-- und beinhaltet die Kursunterlagen, Benützung von Geräten sowie der übrigen Einrichtungen des Geozentrums.

Aufenthaltskosten u. Unterbringung im Geozentrum für Kursteilnehmer zum Studentenpreis.

B) Die Kosten für die Schleifkurse 10 und 11 betragen ÖS 980,-- pro Person inklusive der Beistellung von Gesteins-Rohmaterial. (Abendkurse 8 und 9 nach Anfrage).

Unterbringung in den Gaststätten Knappenberg, Hüttenberg und Lölling, Privatquartiere Geozentrum (nach Möglichkeit).

6. STUDIENEXKURSION N.-AMERIKA vom 17 Aug. bis 6. Sept. 1981

Die Exkursion - eine Ergänzung zu den 1979 und 1980 durchgeführten Karbonatkursen - führt zuerst in den Bereich der aktiven Kalk-Ablagerung von FLORIDA und den BAHAMA BANKS.

Fachbetreuung: Prof. Dr. W. SCHLAGER, Universität Miami.

Ein zweiter Abschnitt führt zu den ungestörten permischen Ablagerungen von W. TEXAS. Ein dritter Abschnitt führt zum GRAND CANYON.

An- und Rückflug über New York. (Stadtbesichtigung)

Die KOSTEN werden um ÖS 28,000,-- liegen. (Flüge, Inlandflüge, Fahrten, Übernachtung, Frühstück und 1 Mahlzeit pro Tag - vorwiegend Mittagessen). Abend meist zur freien Verfügung.

ANMELDUNG: bis 30. April 1981, p. Adr. Geozentrum Hüttenberg

Bereits schriftlich erfolgte Anmeldungen werden berücksichtigt. (maximale Teilnehmerzahl 25)

Die endgültige Anmeldung erfolgt nach dem 1. Rundschreiben bis Ende Mai.

Die Exkursionsunterlagen werden dann bis Mitte Juli zugesandt.

Leitung: Dr. G. RIEHL-H.

BITTE BEI BEDARF AUSFÜHRLICHE UNTERLAGEN FÜR DIE ENTSPRECHENDE VERANSTALTUNG ANFORDERN!

Die für 1981 angekündigte Fachtagung "NORISCHES EISEN" wird voraussichtlich 1982 durchgeführt. Voranmeldungen werden dann berücksichtigt. (Verständigung)

Für 1982 ist unter anderem ein Paläontologie - Kurs von Prof. Dr. F. STEININGER, sowie eine Wiederholung der Tonmineralogie II, Prof. Dr. G. RIEDMÜLLER und Prof. Dr. B. SCHWAIGHOFER vorgesehen.

SPRENGKURSE sind in Vorbereitung.

## VERFLOSSENE BERGBAUTÄTIGKEIT IM PACKGEBIET, STEIERMARK/KÄRNTEN

Von Alfred WEISS, Wien

Der Untergrund des Packgebietes wird von kristallinen Schiefeln, Granatglimmerschiefeln mit einzelnen Zügen von Pegmatiten, aufgebaut. In diesen Gesteinen treten auch kleine Lagerstätten von Erzen auf, die in vergangenen Zeiten aufgesucht und in bescheidenem Maß genutzt wurden.

Im 16. Jahrhundert blühte in einigen Bereichen des Lavanttales wie in der Kliening, der Loben, der Wölch und der Umgebung von Waldenstein der Gold- und Eisenbergbau. Es ist daher nicht verwunderlich, daß auch in den angrenzenden Gebieten wie Stubalm, Hirscheggeralm und Pack nach Erzen gesucht wurde. Hierüber sind nur wenige urkundliche Nachrichten erhalten geblieben, es erinnern aber noch verschiedene Sagen über Schatzsucher und das Treiben von Bergknappen an diese Tätigkeit.

Im ersten Drittel des 16. Jahrhunderts verlegte der steirische Landeshauptmann Hans Ungnad von Sonneck, der in der Umgebung von Waldenstein Eisenbergwerke und Schmelzen besaß, wegen des im Tal herrschenden Kohlemangels 1539 die Eisenerzeugung auf die Höhen der Pack, wo er auch ein Eisenbergwerk eröffnete (1). Gegenstand des Abbaues waren Limonite aus der Oxydationszone einer Pyrit führenden Eisenglanzlagerstätte vom Typus Waldenstein.

Eine von der Hofkammer zur Erkundung der wirtschaftlichen Verhältnisse nach Waldenstein entsandte Kommission berichtete 1545 über das Eisenbergwerk auf der Pack (2): "In der Pakh hat der Herr Landeshauptmann zwei Grueben aufeinander. In der Oberen Grueben Erzt daumbeldick, darnach ein Durchschlag herab in die unter Grueben. Da hat er fast viel Erzt, ein Gang nahent klafterdick, fleusst ein Bach heraus. Das Erzt ist fast kiesig und bedarf viel Scheidens, damit es zu Nutz gebracht werden kann." 1542 dürfte die Eisenerzeugung auf der Pack, wie in vielen anderen Bereichen der Steiermark, zugunsten der Gewinnung am Erzberg endgültig eingestellt worden sein.

---

*Dieser Aufsatz erschien bereits in gekürzter Form in der "Festschrift zum Gedenkjahr des Türkeneinfalls Pack 1480-1980, Pack 1980".*

1790 erhielt Mathias Tunner, Eisengewerke zu Salla, vom Berggericht Vorderberg die Erlaubnis, "in Pack, Hirschegg und Herzogberg" nach Eisenerzen zu schürfen und "alte Arbeiten aufzusuchen" (3). In der Folge wurden auch geringe Erzmengen abgebaut, die man traditionsgemäß in Salla verhüttete. Nach dem Jahr 1850 untersuchte Carl Mayr, der in der Nähe der Köflacher Braunkohlenlagerstätten einen Hochofen errichten wollte, die Vorkommen. Auf einem im Archiv der Berghauptmannschaft Graz erhalten gebliebenen Analysenschein wird "Eisenglanz von der Pack" mit einem Eisengehalt von 65% ausgewiesen (4).

In einem Wald, der den von den Quellbächen des Gressenbaches begrenzten Bergrücken bedeckt, zeugt ein ca. 150 Meter langer Pingenzug von der einstigen Bergbautätigkeit. Ein heute noch befahrbarer Stollen, der vom südlichen Quellbach gegen den Pingenzug vorgetrieben wurde, erreichte jedoch die Lagerstätte nicht. Der in Schießarbeit hergestellte, 45 Meter lange Grubenbau dürfte im vergangenen Jahrhundert vielleicht anlässlich der Schürfungen von Carl Mayr, aufgefahren worden sein.

In der Nähe der Lagerstätte wurden beim vulgo Gressenberger sowie beim vulgo Grandner Schlacken, die wahrscheinlich vom Betrieb primitiver Windöfen herrühren, gefunden. Gegenstände vom letztgenannten Ort, die bei der Einebnung eines Hügels entdeckt wurden, gelangten in das Köflacher Museum.

Nächst der Ortschaft Pack wurde auch nach Bleierzen geschürft. In der 1789 erschienenen Karte des Grazer Kreises von Joseph Karl Kindermann ist östlich des Dorfes ein "Bleyanbruch" eingetragen. Der gleiche Autor berichtet in seinem 1798 in Graz erschienenen "Repertorium der Steyermärkischen Geschichte, Geographie...", daß die Grafen Saurau bei Pack ein "silberhältiges Bleybergwerk" betreiben. Die Schurfstelle konnte bis heute nicht aufgefunden werden (5).

Das "Schurf-, Muth- und Bestättigungsbuch" des Berggerichtes Vorderberg enthält die Eintragung, daß Raimund Graf Saurau 1791 die Erlaubnis erteilt wurde, "in dem Pfarr- und Werbbezirk Pack in der Mordriach am sogenannten Toregg und am Herzogberg neben der Straße gegen den Berg durch 6 allenfalls 8 Monate auf alle Metalle vorzüglich aber auf Eisen schürfen zu dürfen" (6).

Wegen der geringen Ausdehnung der Lagerstätten hat der Bergbau im Packgebiet nie besondere Bedeutung erlangt. Nur der außerordentliche

Fleiß und die Bescheidenheit unserer Vorfahren sowie ihre Bereitschaft, Mühen auf sich zu nehmen, machte eine wirtschaftliche Gewinnung von Erzen in kleinem Maßstab möglich.

#### ANMERKUNGEN:

(1) WIESSNER, H.: Geschichte des Kärntner Bergbaues III. Kärntner Eisen. - Klagenfurt 1953, S.271-272.

PIRCHEGGER, H.: Das steirische Eisenwesen bis 1564. - Graz 1937, S.145.

(2) WIESSNER, H.: a.o.O. S. 273-274.

(3) Schurf-Muth- und Bestätigungsbuch S.387. - Archiv der Berghauptmannschaft Leoben (ABgHL).

(4) Exhibiten Protocoll für das Jahr 1852, Zl.2892. - Archiv der Berghauptmannschaft Graz (ABgHG).

Probeschein über den Eisengehalt von 12 durch die löbliche Carl Mayr'sche Bergverwaltung zu Voitsberg eingesandte Eisensteine. K.k. General Land- und Hauptmünzprobieramt Wien am 15.Jänner 1853. - ABgHG Zl.1545/1856.

(5) KINDERMANN, J.C.: Die Provinz Inner-Österreich oder die Herzogthümer Steyermark Karnten und Krain. - Der noerdliche Theil von Untersteyermark oder der Graetzer Kreis. - Graetz 1789.

KINDERMAN, J.C.: Repertorium der Steyermärkischen Geschichte, Geographie, Topographie, Statistik und Naturhistorie. - Grätz 1798, S.450-451.

(6) Schurf-Muth- und Bestätigungsbuch S.389. - ABgHL.

Anschrift des Verfassers: Dipl.Ing.Alfred WEISS, Rustenschacher Allee 28, 1020 WIEN.

#### H.MEIXNER: B Ü C H E R S C H A U

*DER AUFSCHLUSS, Sh.30.(Koblenz): Zur Mineralogie und Geologie des Koblenzer Raumes, des Hunsrücks und der Osteifel. - VFMG Heidelberg 1980, 118 S. mit vielen Abb., Karten und Tabellen. 15x21cm. Für VFMG-Mitglieder DM 17,-; Nichtmitglieder DM 24,-*

Damit liegt wieder ein besonders reichhaltiger Band, diesmal zur Koblenzer VFMG-Tagung vor, mit vielen für Sammler wie Wissenschaftler sehr wertvollen Beiträgen; die Schriftleitung besorgte B.CRUSE, Koblenz.

W.MEYER faßte die Erdgeschichte des Koblenzer Raumes zusammen, B.CRUSE berichtet von neuen Haldenfunden von Corkit im Bad Emser Gangzug. Besonders wertvoll sind 15 Fundortbeschreibungen (mit z.T. farbigen Abb.) von Mineralvorkommen im nördlichen Rheinland-Pfalz (u.a. Mendig-Laacher See, Nickenicher Sattel, Herchenberg/Brohltal, Schellkopf/Brenk, Weiersbach und Üdersdorf, Arensberg bei Zilsdorf, In der Ahl/Mayen, Grube Apollo/Raubach, Westerwald, Grube "Schöne Aussicht"/Dernbach bei Montebaur) von B. CRUSE, H.KNOP, E.RONDORF und B.TERNES. Sehr interessant sind die Mitteilungen von H. BEYER über eine Magnesium-Mineral-Genese am Arensberg/Eifel. O.LEHNEN führt in die Nomenklatur und Klassifikation der Laacher Effusiva ein. W.REBSKE bringt eine Exkursion in den tertiären und quartären Vulkanismus. V.KNEIDL beschreibt die Geologie des Hunsrück. W.SIMON lieferte "Erdgeschichte am Rhein - historische Anmerkungen". Insgesamt wieder ein sauberer Band mit vielen wertvollen Kartenunterlagen und Abbildungen, brauchbar für Wissenschaftler und Sammler!

Heinz MEIXNER

- EMSER HEFTE: 1/79: *Bad Ems, Bergbau und Mineralien*. 40S.  
 2/79: *Grube "Georg", Ww. - Fundstellen in der Eifel: Leitenkopf/  
 Brohltal*. 46S.  
 3/80: *Bergbau und Mineralien Grube "Wolf", Fundstellen in der Eifel/  
 Schellkopf/Brenk*. 48S.  
 4/80: *Bergbau und Mineralien: Bülden-Adenstedt. Fundstellen in der  
 Eifel: Nickenich*. 64S. Format 14,5x21cm

Herausgeber und Verlag Rainer Bode, Hohe Eiche 26, D-463-BOCHUM 7, Preis DM 10,-  
 zuzügl. Porto je Heft. Abo.: DM 17,-/Jahr. Ausland: DM 19,-(samt Porto) Auslieferung  
 für Österreich: Fa.Möhler, Am Bründlbach 13, A-8054 Graz.

Als "Sonderheft" zur 1.Bad Emser Mineralien- und Fossilienbörse, 7./8.4.1979 mit  
 Förderung durch den Bürgermeister und Kurdirektor begonnen, hat sich da eine neue,  
 sauber ausgestattete mineralogische Zeitschrift vorgestellt. Viele Aufsätze stam-  
 men vom Herausgeber Rainer BODE, unterstützt v.a. von E.LÜCK, B.TERNES, Prof.Dr.G.  
 FRENZEL, Dr.O.MEDENBACH u.a.

Behandelt wurden und werden die einst berühmten Bergbaue und vielfach einmaligen Mi-  
 neralfundstellen im Emser Gebiet und aus dem Siegerland, wozu laufend noch schöne  
 Vorkommen aus der Eifel kommen. Geschichte und Geologie alter Bergbaugebiete im Raum  
 Nordrhein-Westfalen, breite Schilderungen des Mineralinhaltes mit vielen ausgezeich-  
 neten Farbaufnahmen, dazu oft reichlich weiterführendes Schrifttum.

Die "Emser Hefte" sind in dieser Art keineswegs nur für fortgeschrittene Sammler von  
 Wert, auch der Fachmann an Hochschul- und Museumssammlungen wird für Unterricht und  
 Forschung der neuen Zeitschrift wertvolle Daten entnehmen können. Die Aufmachung  
 ähnelt LAPIS, der Preis ist etwas höher. Die "Emser Hefte" können Interessenten nur  
 empfohlen werden!

Heinz MEIXNER

FRITSCHEN, Leo J. & Lloyd W. GAY: *Environmental Instrumentation*. - 216S., 66 Fig.,  
 37 Tab., Springer Advances Texts in Life Sciences (Ed.: D.E.Reichle). Berlin-Heidel-  
 berg-New York 1979 (Springer-Verlag). 16,5x24cm. geb.DM 42,-

"Bis jetzt mußten sich Spezialisten auf solchen Fachgebieten wie Agronomie, Ökologie  
 und Forstwirtschaft ihre Umweltinstrumentenanwendung und Fähigkeiten im Messen aus  
 zahlreichen Quellen aneignen. ENVIRONMENTAL INSTRUMENTATION verbindet verschiedene  
 Informationsquellen von elektronischen Aufzeichnen von Umweltveränderungen und ver-  
 sorgt Forscher mit einem dringend benötigten einbändigen Nachschlagewerk.  
 Die einleitenden Kapitel bringen einen Überblick der Meßgrundlagen und eine Übersicht  
 über die physikalischen Grundlagen der Energieübertragung und des Gleichstromkreises.  
 Die übrigen Kapitel untersuchen das Messen von Temperatur, Hitzefluß, Strahlung,  
 Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Druck. Das Schlußkapitel beinhaltet eine Dis-  
 kussion des Fingerdatenerwerbs, Signal und Lärm.  
 ENVIRONMENTAL INSTRUMENTATION ist geeignet für jedermann, der an der Wechselwirkung  
 von biologischen Organismen und meteorologischen Fakten interessiert ist. Es kann als  
 Text für fortgeschrittene Studenten oder als Nachschlagewerk für Umweltforscher ver-  
 wendet werden."

Der Referent glaubt, daß dieses Werk vielfach auch Erdwissenschaftlern, Geophysikern,  
 Bodenkundlern usw. wertvolle Dienste leisten kann und möchte daher es auch unserem  
 Leserkreis empfehlend näher bringen.

Heinz MEIXNER

GRUBER, Fritz & Karl-Heinz LUDWIG: *Salzburgs Silberhandel im 16.Jahrhundert*. -  
 Böcksteiner Montana, Leoben 1980 (Bezug: Verein Montandenkmal Altböckstein, Postfach  
 78, A-8700 Leoben). 59S., 15x21cm geh. öS. 50,-

Bei Edelmetallen war man bisher für Salzburg (u.Kärnten) über Produktionsumfang,  
 über die Verrechnung zwischen Gewerken und Landesherren, über Abgaben und Gewinne  
 auf die vielfach problematischen Schätzungen von Carl REISSACHER (Salzburg 1860)  
 angewiesen. Zwei hervorragende Fachleute, Univ.Prof.Dr.K.-H.GRUBER, Bremen (Vor-  
 sitzender des Geschichtsausschusses des Vereins Deutscher Ingenieure) und unser Böck-



steiner Montanhistoriker Dr.F.GRUBER zogen die bisher unbearbeiteten "Goldeisen-Akten" vom Salzburger Landesarchiv und neues Aktenmaterial aus den Beständen Herzog Ernsts im Hauptstaatsarchiv München hervor und mit diesen neuen Grundlagen ist es ihnen gelungen, einen wertvollen Beitrag zur Wirtschaftsgeschichte der Edelmetalle zu liefern. Das Werk ist grundlegend für jeden, der sich mit den Edelmetallen Gold und Silber in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung im Alpenraum in Mittelalter und älterer Neuzeit intensiv beschäftigt, wozu 131 Fußnoten für Zitate aus Schrifttum und Archiven sehr beitragen.

Heinz MEIXNER

HANTKE, R.: *Eiszeitalter*. - Bd.2: *Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete*. - 704 S., 273 Abb. und 4 Kartenbeilagen. Thun 1980 (Ott-Verlag). 17x23,4cm geb.Sfr/DM 78,-

Die Besprechung war für den Ref. sehr erschwert, weil ihm Bd.1. (1978) nicht vorlag und nur aus einem Umschlagblatt dafür der Titel "Allgemeine Prinzipien und ältere Vereisungen" entnommen werden konnte.

HANTKE, Dozent an der ETH Zürich hat mit dieser dreibändig geplanten umfangreichen Ausgabe auf jeden Fall ein hervorragendes Standardwerk geschaffen. Der vorliegende 2.Band bringt die Veränderungen der letzten Eiszeit, das Geschehen in den vergangenen 100.000 Jahren zwischen Bregenzer Wald und Dauphiné; das Vordringen der Gletscher, ihre Vereinigung im Mittelland und etappenweiser Abbau. Dem folgt die Ausgestaltung der Täler und die Bildung der Seen. Der Entwicklung von Tier- und Pflanzenwelt, wie des urgeschichtlichen Menschen, wird immer wieder nachgegangen. Der Großaufbau folgt (mit sehr reicher Gliederung) Rheingletscher, Linth/Rheingletscher, Reuß-Gletscher, Areal zwischen Aare/Reuß und Aare/Rhone-Gletscher, Aare-Gletscher, Areal zwischen Aare und Rhone-Gletscher sowie Rhone-Gletscher. Viele z.T. farbige Karten und Bilder, stets ausführliche Schrifttumsverzeichnisse, vorzügliches Papier, bester Druck und natürlich der fachkundige Verfasser schufen für die Schweiz ein rühmenswertes Prachtwerk. Als Abschluß wird für 1981 "Eiszeitalter 3." angekündigt, mit letzter Vereisung der Alpen-Nordseite mit dem Bayerischen Raum zwischen Bodensee und Inn-Durchbruch; Entwicklung des Inngletschers vom Engadin und Tirol bis ins Rosenheimer Becken. Der Etsch-Gletscher liefert zwischen Ortler, Brenner, Dolomiten und Adamello Zusammenhänge zwischen der nord- und der südalpiner Vereisung. Weiter Adda-Gletscher und Tessin-Eis. So berührt dann der 3.Band auch anschließende Teile von Süddeutschland, Österreich und Italien mit Südtirol.

Trotz des enormen Materials hat sich der Verf. um eine allgemein verständliche Ausdrucksweise bemüht. Umfang und Ausstattung rechtfertigen den Preis, der nur infolge vieler Zuwendungen so niedrig gehalten werden konnte.

Heinz MEIXNER

LANGGUTH, H.-R. & R.VOIGT: *Hydrogeologische Methoden*. - X+486 S., 156 Abb., 72 Tab. Berlin-Heidelberg-New York 1980 (Springer-Verlag), 17x24cm. Geh. DM 45,-

Die Autoren LANGGUTH, Prof.f.Hydrogeologie an der RWTH Aachen und VOIGT von der wasserwirtschaftlichen Abteilung der Rheinischen Braunkohlenwerke AG in Köln, scheiterten zunächst an einem "hydrogeologischen Kochbuch", es zeigte sich, daß, um verständlich zu sein, sowohl auf die theoretischen Grundlagen, wie auf eine gewisse Portion Mathematik nicht verzichtet werden kann. Acht, jeweils kräftig untergliederte Hauptabschnitte beschreiben den Inhalt: 1.) Größen und Einheiten in der Hydrogeologie (1-32), 2.) Durchlässigkeit und Transmissivität (34-94), 3.) Speicherkoeffizient und nutzbarer Porenraum (95-142), 4.) Pumpversuche (143-208), 5.) Graphische und analytische Auswertung der stationären Strömung im Aquifer (209-243), 6.) Bohrbrunnen und Pegel (244-306), 7.) Pumpen und Rohrleitungen (307-335), 8.) Statistische Auswertungsverfahren (336-445). Daran schließen 9.) ein deutsch-englisch-französisches Fachwortverzeichnis (446-452), 10.) Literatur (453-475!), 11.) das Autorenverzeichnis (476-479) und 12.) das Sachverzeichnis (480-486).

Besonders bevorzugt das Werk ausgewählte hydrogeologische Methoden, die im deutschen Schrifttum bislang nur unzureichend behandelt worden sind. Von großem Vorteil sind sehr zahlreiche, durchgerechnete Beispiele.

"Das Buch wendet sich insbesondere an Geologen und Hydrogeologen, und zwar sowohl an die Studierenden, als auch an die Praktiker in Ämtern, Ingenieurbüros und Betrieben. Darüberhinaus ist das Buch auch für die auf dem Grundwassersektor arbeitenden Hydrologen und Bauingenieure brauchbar."

In diesem Sinne ist diese bedeutende Neuerscheinung zu empfehlen!

Heinz MEIXNER

"MINERALOBSERVER", *Mitteilungen der Arbeitsgruppe für Mineralogie des Hauses der Natur in Salzburg*. - Redigiert von A.STRASSER. Herausgeber: Haus der Natur, Museumsplatz 5, A-5020 Salzburg. Format: 21x30cm. Bisher sind erschienen: Folge 1/1978, S.1-6; Folge 2/1979, S.7-11; Folge 3/1980, 17-23 und Folge 4/1980, 24-39.

Die neue Zeitschrift ist offensichtlich für die Veröffentlichung von mineralogischen Neufunden aus dem Lande Salzburg bestimmt. Die Folge 1 wurde dem Referenten zu seinem 70.Geburtstag (1978) gewidmet.

Bisher sind kurze Aufsätze "Wagnerit- und Lazulith-xx vom Graulahnerkopf/Felbertal" (A.STRASSER), "Bavenit aus dem Gasteinertal" (E.Ch.KIRCHNER & A.STRASSER), "Wulfenit u.a. Minerale aus dem ehemaligen Pb-Zn-Bergbau am Staufen in Bayern" (W.GÜNTHER) und "ein Gips-Vorkommen in der Stadt Salzburg" (A.STRASSER) enthalten sowie stets längere Berichte über "Mineralfunde in Salzburg", von A.STRASSER zusammengestellt, mit Bestimmungshilfen durch E.Ch.KIRCHNER und W.PAAR (Min.Inst.Univ.Salzburg). Darin sind viele Neufunde aus alten und neuen Salzburger Lagerstätten, natürlich auch alpine Kluftminerale vorhanden, z.T. mit netten photographischen Abbildungen.

Heinz MEIXNER

MÜLLER, G. & M.RAITH: *Methoden der Dünnschliffmikroskopie*. - 3.umgearbeitete Auflage. 151S., 38 Abb., 6 Tab. im Text, 1 Beilage. *Clausthaler Tekton.Hefte. 14., Clausthal-Zellerfeld 1981 (Verlag Ellen Pilger)*. 14,5x21cm. Brosch.DM 13,80

Die 1.Auflage von 1973 ist in dieser Zeitschrift bereits ausführlich besprochen worden (Folge 69., 1973, S.56). Daß nun schon eine dritte Auflage erforderlich geworden ist, gibt Zeugnis für den Anklang und die Brauchbarkeit, die das Werk gefunden hat. Der Umfang hat von 1973-1976-1981 von 131 auf 151 Seiten zugenommen, wobei u.a. besonders die Abschnitte "Interferenzbilder der optisch ein- und zweiachsigen Minerale" erweitert und "Doppelbrechung und Polarisation" umgearbeitet worden sind. Auf S.68 unten ist ein störender Druckfehler auszubessern: Nicht ( $n_0$ ), sondern ( $n_e$ ) verläuft im Rotationsellipsoid parallel zur kristallographischen c-Achse in wirteligen Mineralen. In Bild 19 (S.70) wäre es günstig, wenn die zweiachsigen Indikatrix-Modelle in einem größeren Maßstab abgebildet würden.

Zusammengenommen sind diese sauber gedruckten und preislich günstigen "Methoden der Dünnschliffmikroskopie" nach wie vor nur bestens zu empfehlen!

Heinz MEIXNER

POTTER, Paul E., J.Barry MAYNARD & Wayne A.PRYOR: *Sedimentology of Shale*. - X und 306 S., 154 Fig., 25 Tab., Berlin-Heidelberg-New York 1980 (Springer-Verlag). 16x24,5cm. Geb.DM 59,90, US Dollar 32,80

Hier bei diesem Werke über die Tonsedimente handelt es sich nach Inhalt und Aufbau um ein ungewöhnliches, besonders für Studenten der Geowissenschaften sehr bedeutsames Werk. Im 1.Teil (S.3-83) liefert es eine straffe Übersicht über Tonsedimente und all ihre Eigenschaften. Der 2.Teil (S.85-142) behandelt alle Fragen, die am Aufschluß wie am Kern zur Beobachtung, Untersuchung und Beschreibung auftreten können und gleich anschließend wird versucht, für all diese Punkte ausführliche Hinweise zu liefern. Auf viele z.T. neuartige Abbildungen und Tabellen sowie auf das reichliche Schrifttum muß besonders verwiesen werden. Auffällig ist, daß die Literatur bei etwa 1955/60 beginnt, so daß in dieser Tonmineralogie der Name von z.B. C.W. CORRENS überhaupt nicht aufscheint. Und hier wie folgend ist deutsch verfaßtes Schrifttum nur vereinzelt berücksichtigt. Der 3.Teil (S.143-277), eine kommentierte

und illustrierte Bibliographie, ist ganz ungewöhnlich, doch sicher wertvoll für solch ein Werk. 450 neuere Bücher und Spezialarbeiten über Tonsedimente werden genau zitiert und in jeweils 3 bis 10 Zeilen der wichtigste Inhalt referiert, wobei oft zum besseren Verständnis die originalen Tabellen, Profile und andere Abbildungen wiedergegeben werden; die einzelnen Werke sind nach Teilgebieten angeordnet worden. Ausführliche Autoren- und Sachverzeichnisse beschließen das ausgezeichnete ausgestattete Werk.

Heinz MEIXNER

*SCHUSTER, Alfred Karl: Geologische und petrographische Untersuchungen im Danubikum der Südkarpaten, Paring-Gebirge, Rumänien. - 178 S., 51 Bilder, 34 Tab., 5 Taf., Clausthaler Geolog. Abhandlungen, 38., Clausthal-Zellerfeld 1980 (Verlag Ellen Pilger). 17,5x25cm. Brosch. DM 25,-*

Das Paring-Gebirge ist ein Teil der Südkarpaten (Transsilvanische Alpen). Der Verf. hat durch 4 Jahre dort als Prospektionsgeologe gearbeitet und anschließend das Gebiet geologisch und petrographisch für eine Dissertation bei Prof. Dr. D. GIUSCA (Univ. Bukarest) eingehend untersucht. Der Abschluß ist ihm aus politischen Gründen dort nicht möglich gewesen, er mußte auswandern. Er konnte dann bei Prof. Dr. G. MÜLLER in Clausthal wieder Fuß fassen, hier seine Dissertation umarbeiten und ergänzen, so daß der Abschluß erfolgen konnte.

Mit einer geologischen Karte 1:200.000 wird das aus mannigfaltigen kristallinen Gesteinen aufgebaute Gebiet (mehr als 300 km<sup>2</sup>) sehr ausführlich petrographisch beschrieben, geochemisch beprobt und tektonisch gegliedert. Eingehend werden die von spätasynthisch bis varistisch reichenden Metamorphosen (von der Kata- bis in die Anchi-zone) behandelt und diskutiert. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse wird ein Modell des geologischen Werdeganges des Danubikums dargestellt. Über viele Altkristallgesteine (z.B. auch Serpentine und Rodingite) findet man höchst interessante Daten. Ein enger Bezug besteht zur einstigen Münchner Dissertation "Über die Einschlüsse von Granat-Vesuvianfels (das sind unsere heutigen Rodingite!) in den Serpentin des Paringu-Massivs, Rumänien", Bukarest und München 1901 von G. MUNTEANU-MURGOCCI. - Zahlreiche Bilder, Diagramme und Tabellen unterstützen den Text! Ein riesiges Schrifttumsverzeichnis (etwa 250 Zitate) mit v.a. vielen selten gebrachten Beiträgen aus Rumänien beschließt das Werk. Es ist über dieses Heimatland hinaus gewiß auch ganz allgemein für viele Kristallinpetrographen und -geologen von Interesse!

Heinz MEIXNER

*SIGMUND, Alois: Die Minerale Niederösterreichs. 2. Aufl., Wien-Leipzig 1937 (Deuticke), N a c h d r u c k bei Möhler, Graz, 247 S., 17x24cm S. 225,--*

Es handelt sich wieder um einen, am Band leider wiederum nicht vermerkten Nachdruck. Über den Wert dieses seit langem vergriffenen Werkes ist keine neue Besprechung notwendig. Viele Ergänzungen dazu bringt "Mineral-Fundstellen für Ober- und Niederösterreich...." von S. und P. HUBER (8., Lapis-Verlag, München 1977). Das Werk von SIGMUND ist trotzdem weiterhin eine ganz wichtige Grundlage zur "Mineralogie von Niederösterreich".

Heinz MEIXNER

*HOFER-CASARI-HARTL-PFLIGERSDORFFER-VETTERS: Biologie und Umweltkunde. - Arbeitsblätter zu Biologie und Umweltkunde. 4. für die 4. Klasse der AHS., 241 S., mit vielen farbigen Abb., Graz-Wien 1980 (Verlage Leykam, Deuticke, Hölder-Pichler-Tempsky). 16x23cm brosch. öS. 90,--*

Zufällig ist mir dieses Unterstufe-Schullehrbuch untergekommen. Infolge des großen Gebietes wurde es als Gemeinschaftsarbeit von fünf Autoren herausgebracht. Deren Vornamen, die Berufstätigkeit und die Aufteilung des Stoffes sollte künftig selbst in einem Schulbuch angeführt werden.

"Wolfgang" VETTERS ("Salzburg") hat, scheint mir im vorliegenden Werk auf 68 Seiten die Einführung "Die Entstehung und der Aufbau der Erde", "Das geologische Bild von Österreich und seine Entwicklung bis heute" (darin auch die Bodenschätze), "Die Ent-



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Der Karinthin](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [84](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [1-56](#)