

DIE Cu-Ag-LAGERSTÄTTE SEEKAR (SALZBURG)

von

J.G. HADITSCH (Leoben)

(Mit zwei Kartenbeilagen und zwei Bildtafeln)

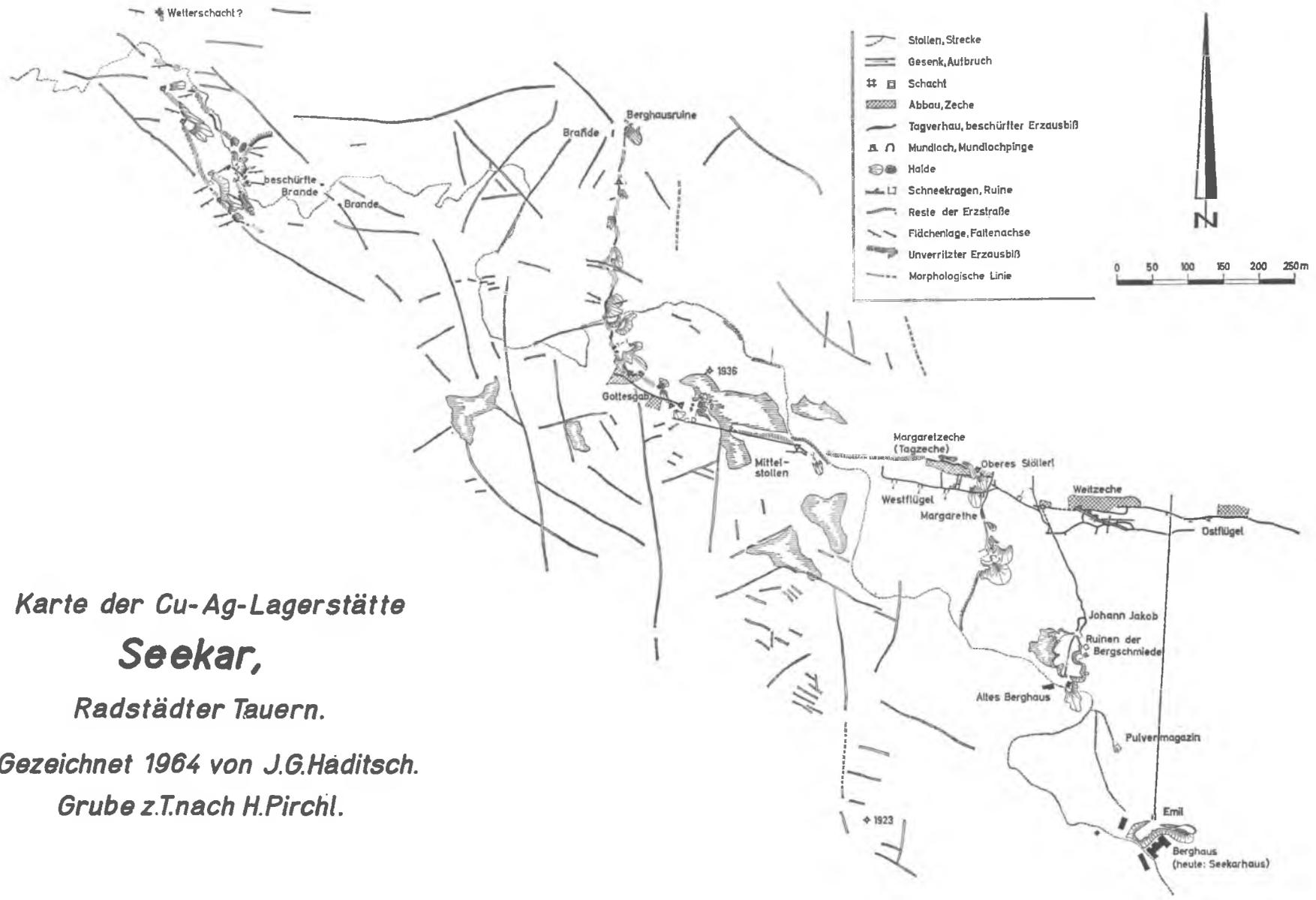
Inhaltsverzeichnis:

Einleitung .....	77
Bisherige geologische Arbeiten .....	78
Geschichtlicher Überblick .....	83
Beschreibung der Einbaue .....	85
Erzminerale (Handstück- und Anschliffbeschreibung)....	96
Vererzung und Tektonik .....	105
• Tektonik und Morphologie .....	111
Schrifttum .....	117
Erläuterung einiger Anschliffaufnahmen .....	119

### Einleitung

Die Vererzung vom Seekar auf der Paßhöhe der Radstädter Tauern gilt schon seit langem als eine Lagerstätte, deren Form im wesentlichen durch den Verlauf einer der "bedeutendsten Überschiebungen der Ostalpen" (W. MEDWENITSCH 1960) bedingt ist. Die präkristalline Anlage und die z. T. auf postgenetische Verformungen zurückgehende stark absätzige, auch im Mineralbestand häufig wechselnde Vererzung, ließen mir eine eingehende Bearbeitung dieser Lagerstätte interessant und wünschenswert erscheinen. Noch eine Tatsache verlockte dazu: In letzter Zeit gewinnt die photogeologische Erkundung eine immer größere Bedeutung. Die Entwicklung geht dabei immer mehr dahin, möglichst schon am Schreibtisch wesentliche Einzelheiten des geologischen Aufbaues eines Gebietes zu erfassen. Das Seekar läßt infolge seiner pleistozänen Überarbeitung und seines spärlichen Bewuchses - es liegt ja immerhin in über 1 800 m Seehöhe - alle Einzelheiten seines tektonischen Gefüges besonders klar erkennen. Es war daher für mich überaus reizvoll zu untersuchen, inwieweit sich petrographische und tektonische Details allein aus den Luftbildern ohne die sonst übliche Geländeaufnahme erfassen lassen, inwiefern also eine Luftbildinterpretation geeignet ist, die geologische Feldarbeit zu ersparen, einzuschränken oder zu ergänzen. Ich mußte mich bei meinen Untersuchungen auf die kritische Beurteilung der bisher bei uns ausschließlich üblichen Auswertung von schwarz-weißen Luftbildern beschränken, da ich keine Möglichkeit hatte, auch andere moderne Methoden, wie z. B. die Infrarot- und Farbphotographie mit dem Zweischichtenfilm einzubeziehen.

Es war und ist mit dieser Arbeit keineswegs beabsichtigt, der derzeit laufenden Aufnahme des Kartenblattes Untertauern vorzugreifen. Da sicher die künftigen Kartierungsarbeiten Prof. MEDWENITSCHs weitere, auch für das Seekar bedeutungsvolle Ergebnisse zeitigen, muß mit einer abschließenden und endgültigen Eingliederung der Lagerstätte in ihren tektonischen Rahmen zugewartet werden.



*Karte der Cu-Ag-Lagerstätte  
**Seekar,***

*Radstädter Tauern.*

*Gezeichnet 1964 von J.G.Häditsch.*

*Grube z.T.nach H.Pirchl.*

Bei der Bearbeitung war mir die laufende Beratung durch Herrn Prof. Dipl. Ing. Dr. O. M. FRIEDRICH (Leoben) sehr nützlich. Ihm und seiner Gattin, der ich die Photoarbeiten für die Klischees verdanke, sei hier herzlicher Dank ausgesprochen.

### Bisherige geologische Arbeiten

Die ersten kurzen Notizen über die Geologie des Seekars stammen von POSEPNY und FUGGER (16), (8). Die Erzgänge sollen nach ihnen in einem glimmerigen Tonschiefer mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 1 m auftreten. Wesentlich ist, daß bereits FUGGER erkannte, daß streichende - wir würden heute sagen "höl-Klüfte" - und Kreuzklüfte den W-E-streichenden Gang mehrfach stören.

F. FRECH beschrieb 1901 in einer umfangreichen Arbeit den Schichtbestand und die Tektonik zwischen dem Kleinarltal und den Kalkspitzen (5). Er erklärte den Tonglimmerschiefer des Seekarspitzes als "ein dünngeschiefertes, grünliches, von Quarzlagen durchsetztes Gestein", das auch beim Grünwaldsee - dieser liegt etwa 1600 m westlich des Seekarhauses - etwas Pyrit enthalte. Zur Zeit FRECHs waren die Stollen, aus denen noch bis zum Jahre 1886 Kupferkies, Zinkblende, Pyrit und die Gangarten Ankerit und Quarz gefördert worden sein sollen, verlassen und kaum noch befahrbar. Seiner geologischen Karte 1 : 75 000 läßt sich entnehmen, daß ihm zwar die Trias des Hundskogelzuges in ihrer genauen Abgrenzung noch unbekannt war, er aber andererseits, wie es ein sich auf diese Gegend beziehender Absatz verrät, schon eine Überschiebung in diesem Gebiet annahm.

Die nächste umfangreiche Bearbeitung dieses Gebietes nahm K. A. REDLICH vor (18). Dieser stellte fest, daß das ganze Gebiet (Seekarspitz-Hundskogel-Plattenspitz) aus diaphthorisierten Gneisen und ähnlichen Gesteinen aufgebaut ist. REDLICH unterschied auch mehrere Kristallintypen, so Amphibolite zwischen den Mundlöchern des Emil- und des Johann-Jakob-

Stollens, "diaphthorisierte Muskovitgneise" mit Muskovitglimmerschiefern an der Basis und reinen Serizitquarziten in den höheren Lagen bis zu den Gangaussbissen; dazu kommen noch diaphthoritische Biotithornblendegneise, aus denen auch nach REDLICH die Wurmwand selbst besteht. REDLICH verfolgte den Hauptgang, den er für einen vererzten Verwurf zwischen dem Seekar und der Wurmwand hielt, auf eine Länge von 1,5 km und erkannte eine Mächtigkeit von maximal 2 m, die an einzelnen Stellen allerdings auf nur 20 cm sich verdrückt. Das unmittelbar Hangende und Liegende des Ganges bestehe entweder aus dunklen Tonschiefern oder hellen, fast reinen Serizitschiefern. REDLICH sah in diesen Gesteinen metamorph gewordene Lettenbestege. Im E-falle der Gang steil ein - mit 75 bis 80° gegen 195°, zwischen dem Johann-Jakob- und dem Margarethen-Stollen aber flacher (45°) und von hier gegen W bei gleicher Streichrichtung wieder sehr steil, fast saiger stehend. Nahezu mit dem gleichen Streichen und Fallen stellte er noch Parallelgänge fest, von denen er besonders einen wegen seiner größeren Mächtigkeit einer Beschürfung wert hielt. Da er hier aber nirgends Halden fand, vermutete er, daß da die Alten noch nicht in die Tiefe gegangen sind.

Vom letzten Betriebsleiter des Bergbaues, H. PIRCHL, stammen zwei Briefe, die kurz die Situation zur Zeit der Einstellung des Betriebes am Beginn des 1. Weltkrieges schildern. Er erwähnte so, daß das Auslängen auf dem Emilhorizont keine edlere Erzführung, d. h. lediglich eine Schwefelkiesnaht in einer wasserführenden Kluft aufschloß. Etwas bessere Partien vor dem westlichen Vorort, die mehr versprochen, waren bereits nach wenigen Metern verworfen (14), (15).

In seiner umfang- und ergebnisreichen Arbeit über die nördlichen Radstädter Tauern erwähnte F. TRAUTH auch kurz ihre Lagerstätten. Dabei betonte er, wie selten solche im Gegensatz zur Pinzgauer Phyllitzone in den Radstädter Tauern seien. Die Kupfer-Fahlerzführung am Seekarspitz liegt nach ihm (siehe auch TRAUTHs Tafel II) in den mit der "Radstädter Quarzphyllit-Quarzitgruppe" verbundenen "Schladminger Gneisen" (21), (22).

Es ist das Verdienst W. PETRASCHECKS, zum ersten Mal den Zusammenhang zwischen der Vererzung und dem Deckenbau klar erkannt zu haben (13). Aufbauend auf den Arbeiten F. FRECHS (5) und TRAUTHS (21), (22) erkannte er, daß das Alter der Vererzung jünger sein müsse als die Diaphthorose der Schladminger Gneismasse, die die Chloritschiefer und phyllit-ähnlichen Gesteine hervorbrachte.

L. WAAGEN (23), F. CZERMAK-J. SCHADLER (3) und O. M. FRIEDRICH (6) gaben den schon von REDLICH festgestellten geologischen Aufbau wieder, FRIEDRICH betonte aber auch die starke Albitzufuhr und damit die starke Anpassung der Gesteine an die Tauernkristallisation.

Für eine Exkursion der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft stellte 1938 F. ANGEL (2) ein Kärtchen zusammen, das auf Arbeiten von E. CLAR, F. BECKE, L. KOBER, BLATTMANN u. a. fußt. Darauf zeichnete ANGEL den Seekargang an der Grenze zwischen dem hier aus Gneisen, diaphthoritischen Schiefen und Amphiboliten bestehenden Schladminger Kristallin und der Radstädter Trias ein. Diese Lage des Ganges an der Deckengrenze wurde auch bei der Zusammenstellung seiner Lagerstättenkarte 1953 von O. M. FRIEDRICH (7) berücksichtigt.

Die Zeit unmittelbar vor dem zweiten Weltkrieg erbrachte noch zwei, besonders hinsichtlich der Frage der Wirtschaftlichkeit ausführliche Untersuchungen: A. AIGNER (1) verfolgte die Ausbißlinie des Ganges auf mehrere Kilometer Länge, doch betonte er, daß dieser Gang nach den Grubenaufschlüssen mitunter sehr stark verdrückt sein kann und nur stellenweise Reich-erzpartien beinhaltet. Der Gang selbst liegt nach ihm in kristallinen Schiefen, seine Mächtigkeit beträgt durchschnittlich 1 m, sein Streichen 75 bis 90 und sein Einfallen 70 gegen S. E. PREUSCHEN (17) erkannte, daß der Gang im Schladminger Kristallin unmittelbar über der Radstädter Serie, im wesentlichen der Schieferung folgt, zum Teil aber auch etwas steiler einfällt. Das Nebengestein soll nach ihm ungefähr E-W streichen und mit 60 gegen S einfallen. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit

kam er zu Ergebnissen, die sehr stark von den Resultaten AIGNERS abweichen. So sei der Gang z. B. nur etwa 1 km lang usw. Wesentlich für diese Untersuchung erscheint mir, daß er als Erster erkannte, daß im mittleren Lagerstättenteil (im Bereich des Gottesgabstollens) die Vererzung zuerst auf 300 Meter dem Streichen der Schiefer folgend aufgeschlüsselt wurde, der Gang aber hernach in eine N-S-streichende, saiger oder steil westfallende Störungszone, die die Vererzung - in allerdings sehr geringem Maße - übernimmt, hinübersetzt. Wie ich später noch darlegen werden, sind diese quergreifenden Störungen für die Erzführung bzw. den Erzadel von wesentlicher Bedeutung, ja man kann sagen, daß jede Reicherzzone irgendwie - meist allerdings negativ - von ähnlich verlaufenden Verwerfungen und Klüften beeinflusst wurde.

Die übrigen von ihm beschriebenen geologischen Einzelheiten decken sich, mit zwei Ausnahmen, völlig mit den schon älteren Beobachtungen: Einmal wies er Kalkphyllite, hangend zu der gerade erwähnten N-S-Störung nach, zum anderen ordnete er den lichten Kalk, der auf dem Emilhorizont durchörtert wurde, der liegenden Scholle, d. h. also dem Radstädter Mesozoikum, zu.

1960 behandelte H. SCHEINER (19) die Stellung des Kalkspitzenmesozoikums zum überlagernden Schladminger Kristallin. Das Seekar bzw. seine Lagerstätte wurde dabei nur am Rande erwähnt. Das Kristallin wird in diesem Raum nach SCHEINER aus Grünschiefern, Amphiboliten und diaphthoritischen Schiefergneisen aufgebaut, das Mesozoikum in der Umgebung der Seekarscharte aus Quarziten, Rauhwacken, Dolomiten und in der Gipfelregion des Hundskogels auch untergeordnet aus Tonschiefern. SCHEINER versuchte keine Untergliederung der Quarzite nach der Art H. P. FORMANEKS und W. MEDWENITSCHS. Auf das Ergebnis seiner tektonischen Untersuchungen, die für das Verständnis der Vererzung sehr wichtig sind, soll später noch eingehender zurückgekommen werden. Hier sei lediglich festgehalten, daß SCHEINER vier klar unterscheidbare und zeitlich aufeinanderfolgende Verformungsakte nachwies.

Seit dem Ende der fünfziger Jahre kartiert W. MEDWENITSCH für die Geologische Bundesanstalt die nördlichen Radstädter Tauern (9), (10), (11), (12). 1959 wies er auf Schwierigkeiten hin, das Altkristallin gegenüber den Quarzphylliten des Unterostalpins abzugrenzen. Er betonte auch wie seine Vorgänger, daß die basalen Teile des Schladminger Kristallins (im wesentlichen aus Zweiglimmergneisen, Muskovitparagneisen, mehr oder minder injizierten Glimmerschiefern und Amphiboliten bestehend) sehr stark tektonisch beeinflusst wurden und heute als Mylonite vorliegen. Die petrographisch von den Lantschfeldquarziten nicht unterscheidbaren Quarzite konnten erst 1961 in zwei Typen untergliedert werden: 1.) den sedimentären "Typus Hirzegg", das ist der unterostalpine Lantschfeld-Quarzit und 2.) in einen mylonitischen Quarzit, der besonders an der Kristallinbasis die Grenze zur höchsten, verkehrt liegenden unterostalpinen Einheit verdeutlicht. Diese Mylonite an der Kristallinbasis, schärfste tektonische Beanspruchung und Verschiebungen innerhalb der Quarzphyllitserie, für deren sedimentären Kontakt mit dem hangenden Schladminger Kristallin MEDWENITSCH noch keine Anhaltspunkte fand, kennzeichnen eine Deckengrenze, die MEDWENITSCH 1960 für eine der bedeutendsten Überschiebungen der Ostalpen ansieht. Anlässlich einer Befahrung der Seekarbaue machte mich Herr Professor MEDWENITSCH mündlich besonders auf den engen Zusammenhang<sup>†)</sup> zwischen den Quarzit-(Mylonit)-Schuppen und der Vererzung aufmerksam.

---

†) Dieser besteht zweifellos für die Margarethenbaue und das Gebiet um den Mittelstollen. Für den übrigen Raum kann erst dann GÜltiges ausgesagt werden, wenn die Kartierung MEDWENITSCH<sup>1)</sup>, der hier nicht vorgegriffen werden soll, abgeschlossen ist.

Geschichtlicher Überblick

( Nach A. AIGNER (1), O.M. FRIEDRICH (6), E. FUGGER (8),  
H. PIRCHL (14), (15), F. POSEPNY (16), E. PREUSCHEN (17),  
K. A. REDLICH (18) und L. WAAGEN (23) ).

- 1576 bestand nach den ältesten Nachrichten bereits ein Kupferbergbau.
- 1596 zur Zeit Wolf-Dietrichs von Salzburg, werden reiche Erze an Ausbissen beschürft, als Gewerke wird ein Maximilian Steinhauser genannt. Über die Zeit von
- 1601 - 1630 geben Raitbücher näheren Aufschluß. Der Bau auf Kupfer, Silber, Galmei und als Gangart Eisenspat scheint zu der damaligen Zeit eine sehr günstige Periode gehabt zu haben. Neben dem schon genannten Maximilian Steinhauser werden als weitere Besitzer Abraham Karzpöck, ein Kirchberger, ein Steinberger und deren Erben genannt.
- 1643 wurden weitere Erzausbisse aufgefunden. REDLICH vermutete, daß diese dem Hauptgang unter der Wurmwand angehörten. - Um etwa
- 1646 kam der Bergbau in den Besitz des Erzbistums, doch stellten sich schon ab
- 1650 Klagen über Abbauschwierigkeiten ein.
- 1671 soll der Johann-Jakob-Stollen aufgehoben und fahrbar gemacht worden sein. Dies steht zu der Ansicht E. PREUSCHENS, dieser Stollen sei erst im 18. Jh. angeschlagen worden, im Widerspruch.
- 1673 werden Erze aus dem Margarethenstollen und Johann-Jakob-Stollen gefördert.
- 1676 wurde bei einer Vermessung festgestellt, daß die Silber-Kupfer-Erze in die Tiefe setzen.
- 1682 wurde der Bergbau aufgelassen, die Poch- und Wascherwerke wurden abgetragen. Der unmittelbare Anlaß dafür war eine Lawine, die die Obertagsanlagen verschüttete und zum Teil völlig zerstörte. In erster Linie aber darf die Einstellung des Bergbaues wohl darauf zurückgeführt werden, daß die reichen Veredlungen über der Johann-

- Jakob-Sohle abgebaut waren und die Bringung zu teuer geworden war. - Jedenfalls scheinen die Alten bedeutende Erzanstände in der Sohle zurückgelassen zu haben, denn schon
- 1683 wurden Vorschläge, die einen neu vorzutreibenden Unterbau betrafen, vorgebracht.
- 1801 oder 1802 wurde versucht, den Bergbau wieder zu gewältigen.
- 1866 oder 1867 - nach (8), (18) - wurde zuerst eine Schurfgesellschaft gegründet, aus der dann die "Silber-Kupfer-Gewerkschaft Seekar" hervorging. Man beschränkte sich in der ersten Zeit aber lediglich darauf, den Johann-Jakob-Stollen und die Margarethensohle aufzuheben und ein Berghaus zu errichten.
- 1874 - 1877 soll Erz gefördert worden sein, doch weist POŠEPNY für 1874 keine Produktion aus. Offenbar hatte man bald eingesehen, daß der Betrieb ohne einen neuen Unterbau unwirtschaftlich ist, denn schon 1877 wurde der Bau wieder erfristet. Er war dann bis
- 1881 Hoffnungsbau, wurde zum Verkauf angeboten und
- 1906 verkauft. Zwei Berliner Gewerken begannen
- 1910 den Emil-Unterbaustollen maschinell vorzutreiben, um von ihm aus durch einen Aufbruch mit der Johann-Jakob-Sohle zu löffeln. Da die Unterfahrung nicht den erhofften Erfolg brachte, wurden
- 1913 die Arbeiten auf dieser Sohle eingestellt, reichere Erzpartien bis zum
1. 8. 1914 abgebaut, der Betrieb stillgelegt, jedoch schon am
1. 9. 1914 wiederaufgenommen. - Am
12. 12. 1914 mußte dann wegen der Einberufung der Knappen die Produktion eingestellt werden, doch wurde das Grubengebäude nach dem Befahrungsbuch des Revierbergamtes Wels während des ganzen ersten Weltkrieges bis
- 1919 noch fahrbar gehalten. - Im gleichen Jahr wurden die Obertagsanlagen verkauft und die Grube totgesagt. Auch jüngere Untersuchungen durch A. AIGNER (1) und E. PREUSCHEN (17) ergaben keine Hinweise auf noch vorhandene abbauwürdige Vorräte.

## Beschreibung der Einbaue

Der tiefste Einbau ist der sogenannte Emil-Unterbaustollen, etwa 25 m nördlich des Seekarhauses ziemlich genau auf 1 800 m Seehöhe gelegen. Schon im 17. Jahrhundert vorgeschlagen und geplant, wurde er erst 1910 vorgetrieben. Er wurde 456 m querschlägig auf den Gang getrieben, und als man bemerkte, daß man diesen schon überfahren hatte, eingestellt. Im Gang, der sich auf dieser Sohle nur durch eine Wasserkluft und eine dünne Schwefelkiesnaht verriet, fuhr man ein etwa 50 m betragendes Auslängen gegen Ost und einen 180 m langen Westschlag auf. Vom Westschlag aus versuchte man durch drei Hangend- und zwei Liegendschläge, die bis zu 10 m lang waren, allfällige Nebentrümer des Ganges zu verritzen. Unmittelbar vor dem westlichen Feldort befand sich eine reichere Gangpartie, die jedoch bald wieder verworfen war. Da die Teufe nicht den Erwartungen entsprach, fuhr man etwa vom 50. Laufmeter des Westschlages zwar in der gleichen Richtung wie bisher, aber wegen der veränderten Lage des Nebengesteines in das Hangende des Ganges und brach nach rund 10 Metern im Hangenden des Ganges hoch, um die darüberliegenden alten Abbaue zu erreichen. Von diesem Aufbruch aus wurde durch fünf gegen das Liegende getriebene Querschläge das Vorhandensein des Ganges immer wieder festgestellt:

Der I. Lauf, 14'5 m über der Sohle des Emilstollens, fuhr nach Osten 30, nach Westen sogar 50 m im Streichen auf. Dabei wurden arme Erze aufgeschossen. Nach den Notizen im Befahrungsbuch des Revierbergamtes Wels (17) liegt dieser Lauf in 20 m flacher Höhe, der Gang wurde nach 7 m Querschlag erreicht, besaß eine Mächtigkeit von 75 cm und bestand aus eingesprengetem "Silberfahlerz", etwas Schwefel- und wenig Kupferkies.

Der II. Lauf, 25'7 m über der Emilsohle (das ist in 40 m flacher Höhe), erreichte den Gang in gleicher Beschaffenheit wie auf dem I. Lauf. Daher wurde auf diesem Horizont auch nicht weiter ausgelängt.

Der III. Lauf, 38'5 m saiger und 60 m flach über dem Emilstollen, schloß wesentlich bessere Erze, das heißt bis zu 10 cm mächtigen derben Kupferkies, auf. Es wurde daher im Gang 150 m ausgelängt. Es war auch einmal geplant, diesen Lauf gegen Westen bis unter die Adelszone des Margarethenstollens vorzutreiben - (1), (15) - und ihn so als Mittelhorizont für den künftigen Abbau zu verwenden.

Der IV. Lauf, 52'2 m saiger und 80 m flach über dem Emilstollen, verritzte 10 m unter der Johann-Jakob-Stollensohle 8 cm derben Kupferkies mit durchschnittlich 22'5 % Cu. Eine streichende Auffahrung gegen W erreichte 52 m Länge.

Der V. Lauf, 62'8 m über dem Emilstollen, etwa auf der Höhe des Johann-Jakob-Erbstollens, traf einen noch offenen Teil der alten Weitzeche. Die auf diesem Lauf von PIRCHL (14) aufgefahrenen 12 m ließen schöne Erze beleuchten.

Da die aufgeschlossenen Mittel zu wenig aussichtsreich waren, andererseits aber auch der Betrieb während des ersten Weltkrieges alle verfügbaren Kräfte abstellen mußte, kam der Bergbau zum Erliegen. Der Emilstollen wurde weiter fahrbar gehalten. 1938 und 1939 wurden A. AIGNER und E. PREUSCHEN - (1), (17) - mit der Untersuchung beauftragt, inwieweit die durch den Emil-Unterbau, den Aufbruch und die fünf Läufe aufgeschlossene Gangfläche wirtschaftlich tragbar abgebaut werden kann. Während jener zum Ergebnis kam, daß im gesamten Gebiet des ehemaligen Kupferbergbaues die aufgeschlossenen Erzmittel bei einer monatlichen Förderung von 1000 t Hauwerk nur 5 - 6 Jahre reichen, kam dieser (PREUSCHEN) zum Schluß, daß für das Revier des Emil-Unterbaues nur mit einem Erzvorrat entsprechend 300 bis 400 t Cu zu rechnen sei, damit die Vorräte nur als "wehrwirtschaftliche Reserve" angesehen werden dürften und daher eine Wiederinbetriebnahme des Bergbaues nicht zu befürworten sei.

Es wäre sehr interessant zu wissen, bis in welche Höhe der im Emilstollen angefahrne "lichte Kalk", bei dem es sich wohl um einen Teil der Trias der Radstädter Serie handelt, verfolgt werden konnte, doch fehlen darüber alle Nachrichten.

Vor dem Mundloch des Emilstollens liegt das ehemalige Berghaus mit dem Magazin und der Scheidstube. Nach dem Konkurs der Firma kam es in den Besitz des Alpenvereins, dessen Sektion "Austria" es nun unter dem Namen "Seekarhaus" bewirtschaftet. Der Emilstollen wurde abgemauert, um die zuzusitzenden Grubenwässer fassen und für die Trinkwasserversorgung von Obertauern nutzen zu können.

Die Halde zeigt im wesentlichen nur Taubmaterial: Hauptsächlich Amphibolite, Gneise bis Glimmerschiefer. Auch die beiden, später noch näher zu beschreibenden, Eisenkarbonate (Siderit und Ankerit) kommen in größeren Stücken vor. Nur ab und zu, sehr selten findet man einen Erzbrocken. Dieser enthält (nach Anschliffen) anisotropen Pyrit, Fahlerz mit einzelnen darin eingeschlossenen Bleiglanztröpfchen, Kupferkies und ein helles, stark anisotropes, idiomorph ausgebildetes Ni-Mineral (Pararammelsbergit). Im Schliff kann man außerdem klar erkennen, daß das Fahlerz ein Karbonat von dessen Spaltrissen aus verdrängt.

1671 wurde bereits der Johann-Jakob-Erbstollen erwähnt, doch dürfte er noch älter sein. Sein Mundzimmer ist verbrochen; er ist daher heute nicht mehr fahrbar. Nach REDLICH (18) ist er nach einer saigeren Kluft vorgetrieben. Diese "stehende Gebirgsspalte" war, wie man aus dem Kartenbild entnehmen kann, eine Verwerfung. Sie schnitt die im Osten von ihr gelegene Weitzchenveredlung glatt ab, und der Gang, östlich von ihr etwa E-W-streichend, streicht im Westen gegen 300 (WNW). Einen weiteren Hinweis auf eine solche Verwerfung sehe ich in der schon oben gebrachten Mitteilung PIRCHLS, nach der im Westschlag des Emilstollens unmittelbar vor dem Feldort eine etwas reichere Gangpartie verworfen worden sein soll. Diese Stelle liegt nach dem Grubenplan senkrecht unter der Johann-Jakob-Sohle.

Der Gang wurde auf diesem Horizont, der auf etwa 1860 m Seehöhe, das heißt ca. 60 m über dem Emilstollen liegt, nach etwa 180 m angefahren. Das Einfallen wird von REDLICH

mit 75 - 80 Grad gegen S angegeben, die Mächtigkeit mit 1 bis 2 m. Der über 400 m vorgetriebene Ostflügel durchörterte zwei Adelszonen, die durch Übersichhauen abgebaut wurden:

1.) Gleich zu Beginn des Ostflügels beginnt ein Erzadel, dessen Hauptmenge in der sogenannten "Weitzeche" auf einer streichenden Erstreckung von rund 100 m hereingewonnen wurde. Nach (17) hatte die Weitzeche eine Abbaufäche von  $3500\text{m}^2$ . Dabei mußte offensichtlich im Ostteil der Weitzechenveredlung eine Störung ausgerichtet werden. Der kurze Nordschlag auf der Johann-Jakob-Sohle und eine gegen NW gerichtete Strecke (kurz vor dem schon früher erwähnten Aufbruch mit den 5 Läufen) scheinen eine der "stehenden Gebirgsspalte" parallele, ebenfalls saigere, Störung anzudeuten. Die Veredlung der Weitzeche wurde vom Emilhorizont mit dem Aufbruch und den verschiedenen Auffahrungen unterfahren, jedoch, wie schon früher festgestellt wurde, für unbauwürdig befunden.

2.) Etwa 110 m östlich der Weitzeche wurde ein weiterer Erzfall aufgeschlossen und streichend auf 40 m abgebaut. Über die flache Höhe dieser Zeche ist nichts bekannt. Man hat versucht auch diesen Adel, diesmal durch den Ostschlag, vom Emilstollen aus zu unterfahren, doch - wahrscheinlich durch die Tatsache, daß der Gang hier völlig taub war, entmutigt - stellte man den Vortrieb etwa 20 m vor dem zu erwartenden Niedersetzen der Veredlung ein.

Bei der Auffahrung des Westflügels wurde nach (18) eine Kluft aufgeföhren, die "eine Schleppung des Ganges verursachte". Wahrscheinlich ist damit der Verwurf gemeint, der ganz offensichtlich unter dem Querschlag des Margarethenstollens den Gang verschleppte und das Streichen der Lagerstätte von  $300^\circ$  (WNW) wieder auf EW richtete. Auf dem gegen  $300^\circ$  gerichteten Teil des Westflügels wurde nur an einer einzigen Stelle eine etwas reichere Vererzung angetroffen. Diese wurde auch mit einem kurzen Aufbruch untersucht, jedoch offensichtlich nicht weiter verfolgt. Auf dem gegen West gerichteten Teil wurde auf 140 m Länge die Adelszone der Margaretzeche unterfahren. Der Gang hatte hier nach (18) ein Einfallen von nur  $45^\circ$ . Mit einem Aufbruch, der nach 21 m (wohl:saigere) Höhe das

Margarethenniveau erreichte, wurde die Verbindung mit den höheren Bauen hergestellt. Die reiche Vererzung hielt bis unter die Sohle des Johann-Jakob an, denn man verfolgte mit einigen teuren Gesenken und Sohlstraßen den Gang in die Tiefe und ließ Derberze in einer Mächtigkeit von 40 cm in einer Tiefe von 6 - 8 m zurück. Am westlichen Feldort scheint man wieder eine Störung angefahren zu haben, die man durch einen über 10 m langen Nordschlag auszurichten versuchte. Anscheinend schlug aber dieser Versuch fehl, und der Vortrieb auf dieser Sohle wurde eingestellt. Mit zwei Strecken wurde versucht, noch im Liegenden der Lagerstätte allenfalls vorhandene Trümer zu verritzen. Ein Schlag führte in gerader Linie vom Mundloch der "stehenden Gebirgsspalte" nach über den Gang hinaus noch rund 50 m gegen N. Etwa 30 m nach dem Kreuzgestänge scheint eine kleine s-konkordante Vererzung angefahren worden zu sein, denn ein nur einige Meter messender Schlag folgt dem allgemeinen Streichen gegen W. Eine weitere, anscheinend nicht fündig gewordene Liegendstrecke wurde zwischen den beiden mittleren Gesenken über 20 m gegen N geschlagen.

Das Grubenwasser dieser Sohle wurde beim inzwischen verbrochenen Mundloch primitiv gefaßt und einem Trog zugeleitet. Zwei Schneekrägen, die noch einigermaßen gut erhalten sind, führen zu einer Reihe von Halden. Unmittelbar beim Mundloch und etwa 10 m südöstlich davon sind noch die Reste zweier Gebäude kenntlich. Auf einem alten Plan ist ein Gebäude mit "Bergschmiede" bezeichnet (es dürfte das der Bau direkt beim Mundloch gewesen sein). Das andere Haus mag eine Scheidstube dargestellt haben, denn 1 - 2 m südlich davon findet man heute noch zwei ovale, niedere Halden, die fein säuberlich geschiedenes Taubmaterial bzw. Erz führen. Auf dem Haldensturz bzw. daneben stehen zwei Gebäude, die heute als Alm- und Jagdhütten dienen. Die westlich gelegene Hütte steht nach einem alten Plan auf den Grundfesten des einstigen, am 23. 1. 1682 (18) durch eine Schneelawine verschütteten Berghauses. Steigt man eine kurze Strecke den Weg, der zum Seekarhaus führt, hinab, so kommt man bald zu einem Steig, der über einen Hang nach S zur Ruine des ehemaligen Pulvermagazins hinaufführt.

Steigt man den Weg hinan, der zur Seekarspitze hinaufführt, so zweigt etwa 60 m nach dem Berghaus ein Weg ab, der das Mauerwerk einer ehemaligen Erzstraße stellenweise heute noch erkennen läßt, und nur mäßig ansteigend zum Mundloch des Margarethenstollens führt. Durch diesen Stollen wurde seinerzeit, wie die ausgedehnten Halden vermuten lassen, die Hauptmenge des Hauwerks ausgefördert, das in der Margarethezeche gebrochen wurde. Dem Adel, der in der Margarethezeche mit 2700 m<sup>2</sup> (nach (17)) abgebaut wurde, folgte streichend außerdem noch das sogenannte "Oberes Stöllerl". Die tagnahen Partien wurden in einer Tagzeche hereingewonnen. Der Margarethenstollen durchörterte zuerst mit ungefähr 50 m das Hangende des Ganges. Im Gang wurden sodann ebensöhlrig ebenfalls rund 50 m aufgefahren, bis dann diese Strecke durch den schon früher erwähnten Aufbruch mit dem Johann-Jakob-Stollen löcherte. Die ganze Anlage des Margarethenquerschlages in einer morphologisch klar erkennbaren Tiefenlinie, der plötzlich einsetzende Erzadel am linken (westlichen) Urm des Querschlages und eine offensichtlich auch schon auf dem Johann-Jakob-Horizont direkt darunter angefahrne Störung sprechen dafür, daß der Querschlag längs einer Zerrüttungszone oder Verwerfung vorgetrieben wurde. Vor dem Mundloch führten Schneekrägen, die auch heute noch gut erhalten sind, zu beträchtlichen Haldenstürzen. Ruinen an und auf den Halden gehen wahrscheinlich auf Berghäuser usw. zurück. Auf den Halden fällt das starke Zurücktreten der karbonatischen Gangart zugunsten der quarzigen auf.

Im Bereich der späteren Tagzeche muß der Ausbiß gelegen haben, an dem nach den alten Berichten 1642 (nach (4)) oder 1643 (nach (18)) Silbererze erschürft wurden, denn weiter gegen E ist der Gang unter mächtigen Schuttmassen verborgen. Die Tagzeche, in der das Ausgehende der Margarethenveredlung gebrochen wurde, fällt saiger bis 86° gegen 197° d.h. konkordant mit den Schiefeln im Hangenden, ein.

170 m westlich der Tagzeche wurde seinerzeit, unmittelbar an einer gemauerten Erzstraße, in einem breiten und

deutlich vom Eis überarbeiteten Trog der Mittelstollen angeschlagen, der den Gang auf annähernd 180 m gegen WNW verfolgte. Der Gang ist hier in zwei voneinander durch taube Schiefer getrennte Trümer geteilt. Das Hangende der vererzten Zone bilden hier geradeso wie jenseits des am Mittelstollen vorbeirinnenden Bächleins direkt am Weg helle Quarzite, die mit  $45^{\circ}$  gegen  $182^{\circ}$  einfallen. Der Gang steht hier steiler als das Nebengestein und zeigt in zurückgelassenen Resten, daß sein Inhalt im wesentlichen aus einer groben Breccie bis Konglomerat besteht und daß speziell die Salbänder des Ganges besonders stark vererzt waren. Der Gang folgt hier offenbar einer Verwerfung, denn zu seinen beiden Seiten haben die Schieferungsflächen verschiedene Lagen. Eigentümlich ist auch, daß die Gangregion hier, durch die sie begleitenden Quarzite bedingt, morphologisch als deutlicher Rücken hervortritt. Wo dieser Rücken unter den dort befindlichen Sumpf hinabtaucht, das heißt nach 90 m in westnordwestlicher Richtung, erkennt man den Gangverlauf an einer sehr flachen Schurfrösche. Jenseits des hier stark versumpften Geländes deuten bei der Kote 1936 m Halden und Hausruinen auf den älten Gottesgab-(Gottberat-)Stollen hin. Die eine Ruine dürfte eine Scheidstube gewesen sein. In ihrer Nähe liegen einige Halden mit sauberlich gekuttetem Erz. Man kann auch heute noch einen Teil der Baue befahren. Klettert man vom Mundloch in Richtung  $315^{\circ}$  über einen Firstverbruch, so gelangt man in eine etwa 2 m tiefer gelegene Zeche, die etwa westöstlich streicht und mit  $45^{\circ}$  bis  $65^{\circ}$  gegen S einfällt. Die Mächtigkeit des verhauten Ganges beträgt hier rund 80 cm, die verbliebenen Restpfiler bestehen aus Spat, dessen Klüfte durch Quarz ausgeheilt wurden. Dieser Hauptgang hat hier auch ein Hangendtrum, auf dem einige Meter über dem Gottesgabstollen und etwa 10 m westlich von diesem ein kleiner Schrämstollen angeschlagen ist. Gang und Hangendtrum liegen hier anscheinend völlig konkordant in den Schiefer. Mit dem Gottesgabstollen wurde eine Adelszone, die in zwei Teile gegliedert war, abgebaut: Der erste Bereich ist durch einzelne bis zu Tag reichende Abbaue erkennbar; so ist z. B. heute noch eine Rolle erhalten, die mit  $45^{\circ}$  gegen  $160^{\circ}$  einfällt. In die linsig zerscher-

ten Gneise (s: 145/69), die gleichen, die auch beim Gottesgabstollen das Hangende aufbauen, sind fünf Bühlöcher eingeschrämt. Die hellen, silbrigglänzenden Phyllite fehlen hier. Der Gang wird hier von derbem Quarz durchtrüert. Die höchsten Teile dieser Veredlung stehen in der Firste eines rund 2 m langen und 1/2 m hohen Schrämstollens in Form eines in das s eingeschichteten gegen 265° streichenden Karbonatganges an. Das Hangende des Ganges sind Gneise, liegend zu ihm stehen hellglänzende, stark serizitische Quarzite an. Der Stollen liegt in tieferen Gneislagen als z. B. der Gang bei der oben genannten Rolle: Die Vererzung springt hier auf die Liegendgrenze der Gneise über. Dieser durch den Aufbruch und den Schrämostollen kenntliche Teil der Adelszone keilte nach den Plänen der Alten in der Teufe bald aus. Ihr westliches Ende fällt mit einem abrupten Einschwenken des Gangstreichens gegen N zusammen, was wieder in auffallender Weise mit einer dort durchstreichenden, morphologisch durch die nachfolgende Ausräumung besonders deutlichen Störungszone übereinstimmt. Es hat so ganz den Anschein, als hätten die erzbringenden Lösungen die durch die Zerrüttung an der einen Seite der Störung besonders stark aufgeblättern Schiefer besonders reich zu vererzen vermocht, hätten aber dort, wo sie längs der Störung aufstiegen, die Störungsbreccie zwar gleichmäßiger und auch in gleichbleibender Mächtigkeit vererzen, aber doch keine so mächtigen, linsenförmigen Reicherzkörper, wie sie unmittelbar an der Störung in das s der Schiefer eingeschichtet vorliegen, bilden können. Einen schönen Einblick in diese Verhältnisse gewinnt man in einer Zeche unmittelbar südlich des Weges auf den Seekarspitz. In diese Zeche gelangt man durch ein bequem befahrbares, mit 45° gegen 225° hinabführendes Gesenke. Die Zeche streicht gegen 331° und fällt mit 50° gegen S. Sehr gut aufgeschlossene Störungen (Verdrückungen) ergaben im Verein mit dem Schieferungs-s bauchig-linsige, zu einer Kette aneinandergereichte Erzkörper. Im tiefsten Teil der Zeche gelangt man zu einer Schrämostrecke mit noch erhaltenem Gestänge ungarischer Grubenhunte. Nach N endet eine geschrämte und später durch Schußarbeit erweiterte Strecke vor Ort taub. Gegen S ist die gleichmäßig abfallende Strecke ersoffen.

Die große Störung liegt in diesen Bereichen in ziemlich genauer (ac)- bis Okl-Lage zu dem hier vorherrschenden Achsengefälle. In diesem Bereich wird also die bisher als Lagergang ausgebildete Lagerstätte zu einem quergreifenden Gang. Dies kommt in der älteren Literatur einschließlich der sonst sehr ausführlichen Arbeit von K.A. REDLICH nicht zum Ausdruck. Erst E. PREUSCHEN wies auf diesen Umstand, der, wie wir weiter unten noch genauer sehen werden, für die Auflösung der Vererzung und ihre Stellung zur Tektonik von entscheidender Bedeutung ist, hin.

Die Einbaue, mit 60 bis 65 Grad gegen W einfallend, sind deutlich entlang der Bergflanke hinauf zu verfolgen. Die Vererzung scheint gleichmäßig gering gewesen zu sein, die Halden, wenngleich ausgedehnt, überrollen lediglich mit geringer Kubatur die Bergflanken. Durch einen zwischen zwei Klüften eingeklemmten tauben Block kurz unterbrochen, setzt sich die Vererzung jenseits eines durch diese Klüfte bedingten Grabens fort und wurde auch in zwei Schürfen und einem kleinen, heute unter Wasser stehenden Stollen untersucht. Verfolgt man den Gang weiter gegen N, so erkennt man, daß er 20 bis 30 m nach dem Stollen nur mehr als taube Kluft vorhanden ist, die bis zu einer gegen SE hinabführenden und einer starken Zerrüttungszone folgenden Schuttrinne anhält. Hier finden sich auch auf dem Kamm zwischen den Koten 2055 und 2181 die höchsten Verhiebspuren dieses Ganges: Taube Halden und daneben auch Mauerreste. Wo vordem das Mundloch des dazugehörenden Stollens vorhanden war, läßt sich heute nicht mehr eruieren. 20 m weiter westlich fand ich eine kleine, unbedeutende Brande etwa am Schnittpunkt zweier Klüfte.

Steigt man den Weg von den Gottesgabtagezechen in Richtung Seekarspitze hinauf, so geht man zuerst im wesentlichen gegen W, sodann hauptsächlich gegen N und dann wieder gegen W. Ziemlich genau 200 m westlich des früher genannten, heute unter Wasser stehenden Stollens fand ich auf der hangseitigen (nördlichen) Seite Ankeritrollstücke, die vielleicht von einem hier in der Nähe ausbeißenden Gang stammen. 200 m Luftlinie

weiter westlich ist eine auch morphologisch klar erkennbare Kluft brandig vererzt. Die Brande selbst liegt in Quarziten, die, wie man am Weg schön erkennen kann, von Glimmerschiefern unterlagert werden. Darunter liegen wieder Quarzite, darunter folgen wieder Glimmerschiefer. Die Grenze wird hier wieder durch eine nachträglich ausgeräumte Kluft gebildet, die, wenn man ihr gegen Westen in den Graben hinab folgt, zu einer beschürften Brande führt. Auch diese Brande liegt am Kreuzpunkt zweier Klüfte: Einmal der erwähnten Kluft zwischen dem Quarzit und dem Glimmerschiefer und zum anderen an einer NW-SE-verlaufenden Störung, längs der der nordöstlich von ihr gelegene Teil gegenüber dem südwestlich gelegenen relativ gegen N geschoben wurde. Die Störung selbst fällt gegen NE ein. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß unter dem im Liegenden der Brande gelegenen etwas mächtigeren Glimmerschiefer wieder ein Quarzit folgt, der mit  $65^{\circ}$  gegen  $175^{\circ}$  einfällt. Es scheint also hier eine starke Verschuppung zwischen den Quarziten und den Glimmerschiefern vorzuliegen.

Parallel zu der früher genannten NW-streichenden Störung zieht 120 bis 130 m weiter südwestlich eine weitere Bruchlinie durch, die auch eine nennenswerte Vererzung führt. K. A. REDLICH hat sie, wengleich reichlich schematisch und oberflächlich, auf seiner Fig. 2 mit "o" und "p" gekennzeichnet. Westlich des Weges, der sich hier wieder gegen Norden wendet, fallen 110 m westlich der oben genannten beschürften Brande, Halden und beschürfte Ausbisse auf. Man hat hier nicht den Eindruck einer ähnlich einfachen, hauptsächlich auf einen Gang beschränkten Vererzung, wie sie z. B. im unteren Revier (Emil-Johann-Jakob, Margarethe, Gottesgab usw.) vorliegt, sondern vielmehr den, daß die erzbringenden Lösungen die verschiedensten Aufstiegswege benutzten. In den östlichsten Teilen dieser Gangzone liegen die flachen und kleinen Abbaue in der gefalteten Schiefer: Man kann also hier von einem Lagergang sprechen. Westlich des Weges, an dem die Reste eines Hauses und eindeutige Kutt- und Waschhalden liegen, schart ein Gang auf eine Störung zu, die - ähnlich wie oberhalb der Got-

tesgabbarie - senkrecht auf das generelle Schichtstreichen verläuft. Diese Störung ist die vorhin schon genannte Bruchlinie. Eine Reihe von Zechen mit ausgedehnten Halden und ein kurzer Schrägstollen markieren diese Vererzung, die hier wieder einen quergreifenden Gang darstellt.

Der Schrämstollen verläuft zuerst 7 m in Richtung 260°, sodann 6·5 m in Richtung 270°. Der Vortrieb wurde dann eingestellt. Offenbar hatten die Alten erkannt, daß sie die Lagerstätte bereits überfahren hatten; denn schon ungefähr 3 m nach dem Mundloch steht am rechten Ulm eine, allerdings sehr unbedeutende Vererzung in Form einer dünnen Kupferkiesnaht an. 20 m nördlich dieses Stollens sieht man auf einer Halde, deren Material sehr stark mit Hangschutt vermengt ist, die Grundmauer eines Hauses. Weitere 10 m nördlich fand ich eine kleine, unscheinbare, schon stark überwachsene Halde, die ich für die älteste, noch erhaltene des ganzen Seekargebietes halte. Vielleicht liegt in dieser Gegend die Fundgrube. Nördlich dieser Baue wendet sich der Gang etwas mehr gegen N und wurde hier durch einen weiteren Stollen abgebaut. Eine etwa W-E-streichende Störung versetzte den Gang unmittelbar nördlich dieses Stollens etwas gegen E. Zwei kleine Tagzechen und ein weiterer Stollen erfolgten die Fortsetzung des Ganges, der abermals durch eine W-E-streichende, auch gering vererzte Bruchlinie abgeschnitten wurde. Wie nämlich ein zweiter, diesem paralleler Gang, der auch durch eine Reihe von Bauen in seinem Verlauf gut bekannt ist, zeigt, ändert und dreht sich das Streichen des Ganges mit der Annäherung an die erwähnte Bruchlinie plötzlich, wobei auch wieder bezeichnenderweise der Scharungspunkt beider Linien stärker vererzt ist. Parallel zu diesem Bruch verläuft in etwa 20 m Entfernung eine andere morphologische Linie, die wohl auch eine Kluft darstellen dürfte. Besagte Linie zeigt unmittelbar am Weg die westlichste und zugleich auch nördlichste Vererzungsspur. Diese wurde auch seinerzeit durch eine kleine Rösche beschürft. Steigt man von hier zum Kamm auf, so findet man knapp unter diesem eine deutliche Delle, die möglicherweise die Pinge eines Wetterschnittes für

die darunterliegenden Baue darstellt. In einer kleinen, vielleicht eine Halde darstellenden Schuttfläche sah ich einzelne Erzbröckelchen. Jenseits des Kammes fand ich keine Vererzung, die eine Fortsetzung dieser Gänge sein könnte.

### Erzminerale

(Handstück- und Anschliffbeschreibung)

Man muß am Seekar von vornherein zwei zeitlich verschiedene und wahrscheinlich auch genetisch stark voneinander abweichende Vererzungstypen auseinanderhalten:

- a) eine wesentlich ältere Brandenbildung, hier auf eine Eisenkiesvererzung beschränkt, und
- b) eine jüngere Gangvererzung mit Kupfer-, Nickelmineralen, den Eisenkarbonaten usw.

Aus den Schladminger Tauern ist bekannt, daß die Vererzung an den Schnittlinien der Brandenzonen mit den erzbringenden Klüften besonders reich ist. Als Beispiel dafür möge die Zinkwand gelten. Es war daher zu klären, inwieweit Branden die Vererzung des Seekares beeinflussen können. Ich konnte hier auch eine Anzahl von solchen Branden feststellen. Abgesehen von den auf der Kartenbeilage I eingetragenen findet man auch häufig auf den Halden Stücke, die zeigen, daß auch durch die Auffahrungen in der Grube Branden aufgeschlossen wurden. Unter den Gesteinen der Branden findet man gleichmäßig linsig zerscherte, auch gefaltete, feinflaserige Gneise, aus Quarziten hervorgegangene, umkristallisierte Milchquarzmassen, stark und eng gefaltete Glimmerschiefer und Phyllite, deren glimmerreiche dunkle Lagen mit hellen, quarzreichen, im mm-Rhythmus wechseln oder zerscherte, arg mitgenommene Quarzmylonite, also eine Vielfalt von verschiedenen entstandenen Gesteinen. Ihnen allen ist aber eine relativ gleichmäßige Durchstäubung mit Pyrit eigen. Dabei kann im Handstückbereich die Korngröße der Pyrite vollkommen gleich bleiben, oder aber - und dies kommt sehr häufig vor - senkrecht auf das s wechseln.

In diesen Fällen zeigt sich aber keine allmähliche Größenzunahme, sondern vielmehr scharfe Übergänge, z. B. von feinstem Staub zu Körnern mit einigen mm Durchmesser. Es kann eindeutig nachgewiesen werden, daß die mit feinstem Pyritstaub pigmentierten Lagen keine Mylonite sind: Die Lagen liegen streng im *s* der betreffenden Gesteine, und man findet manchmal Stellen, an denen in diesen feinen Pyritlagen einige größere Körner schwimmen. Diese groben und relativ gut erhaltenen Pyritkörner sind ein Beweis dafür, daß die feinste Durchstäubung nicht durch eine Zerschering der Schiefer parallel *s* erklärt werden kann. Es hat vielmehr ganz den Anschein, als handle es sich bei den Branden des Seekärs um sedimentäre, schichtige Vererzungen. Die Pyrite der Branden sind allgemein zerdrückt und meist auch stark angewittert, zuweilen schon in Brauneisenerz übergegangen; diesem Umstand verdanken diese Vererzungen auch ihren Namen. Die feinsten Pyrite der Brande liegen nahezu ausschließlich in stark glimmerigen Gesteinspartien, die groben auch im milchigen Quarz.

Man findet ab und zu auch Stücke, die eindeutig von Branden herrühren und die jüngere Kupfervererzung führen. Der Kupferkies und das Fahlerz liegen in diesen Stücken immer in Sprüngen und Rissen, die die Brande durchsetzen, und zwar entweder gleichmäßig die Sprünge verkittend, oder aber in Form von einigen mm-großen Kupferkies-, Fahlerznestern und -bändern längs der Klüfte aneinandergereiht. Der Pyrit dieser späteren Vererzung ist von jenen Brandenkiesen immer leicht dadurch auseinanderzuhalten, daß er kaum zerdrückt ist, glatt poliert werden kann, z. T. schön idiomorph auskristallisiert und häufig auch grobkörniger ist. Auch an der Gangart, einem glasklaren Quarz, ist die jüngere Vererzung leicht zu erkennen.

Neben diesen Stücken, die in Brandenzonen geschlagen oder auf den Halden aufgesammelt werden konnten, findet man sehr häufig auch in den Anschliffen Erscheinungen, die wahrscheinlich als Relikte von Brandenvererzungen angesehen werden können. Ich werde auf diese Einzelheiten gleich bei der Besprechung des späteren Vererzungstypus zurückkommen.

Durch die jüngere Vererzung wurden vor allem Mylonitquarzite betroffen bzw. deren Grenze zu Gneisen und Glimmerschiefern und diaphthoritische Amphibolite. In den Anschliffen findet man auch Reste von Kalken, feinkörnigen Kalkbreccien u. ä. Die Vererzung erfolgte offensichtlich in einem geologisch einzeitigen Vorgang, der lediglich durch schwache syngenetische Bewegungen und eine charakteristische Mineralabfolge untergliedert werden kann. Weitaus den überwiegenden Teil der Erze stellen die Eisenkarbonate Ankerit und Siderit. Beide kommen allem Anschein nach gleichzeitig vor. Keineswegs läßt sich sagen, daß der Ankerit immer älter als der Eisenspat ist. Ich vermute, daß bei der Bildung dieser Karbonate Mobilisationen der kalkreichen Trias eine entscheidende Rolle spielten. Es wird sogleich auch von Kalkspäten gesprochen werden müssen, die auch nicht ohne weiteres aus Umsetzungen des Schladminger Kristallins erklärt werden können.

Eine leichte Deformation führte zur Zerbrechung der Späte und zum Aufreißen von cm-breiten Klüften, die mit milchigem oder wasserklarem Quarz (I) und einem durch darauffolgende Bewegungen heute teilweise grob verzwillingt vorliegenden Calcit (I) ausgeheilt wurden. Wegen seiner groben Korngröße möchte ich diesen Kalkspat als Roßzahncalcit bezeichnen. Schöne Proben davon sammelte ich auf den Halden des Emil- und des Johann-Jakobstollens. Weitere Stücke findet man in der Nähe des Berghauses beim zuletzt genannten Einbau und auf der westlichen Halde des Margarethenstollens. Örtlich überwiegt in diesen Handstücken der Quarz, örtlich, besonders an der Grenze des Ganges gegen die Amphibolite, Kalkapat.

Die Zwillingsbildung der Calcite ist die Folge einer abermaligen leichten Durchbewegung, die auch eine nennenswerte Zerklüftung verursachte. Die Klüfte führen neben hellen Glimmern, wasserhellem und milchigem Quarz (II), vor allem den anisotropen Pyrit (II) und Arsenkies. Es wurden schon früher die wesentlichsten Unterschiede dieses Pyrites zu den für die Branden bezeichnenden Schwefelkies (Pyrit (I)) angegeben (Polierbarkeit, Idiomorphie und Erhaltungszustand).

Weitere Besonderheiten sind die eben erwähnte Anisotropie des Pyrites (II) und die mit der Polierbarkeit eng zusammenhängende, stark porige Ausbildung des Pyrites (I). Zur Anisotropie wäre noch zu bemerken, daß man sehr gut zwei verschiedene anisotrope Pyrite oder - vielleicht besser ausgedrückt - verschieden anisotrope Bereiche innerhalb des Pyritkornes unterscheiden kann. Es gelang mir nicht, die altersmäßige Stellung der beiden anisotropen Pyritformen zueinander zu klären. Stärker anisotrope Kornteile oder Körner sind merklich weicher als schwächer anisotrope. Dies kann man sowohl mit der SCHNEIDERHÖHN'schen Lichtlinie als auch mit Hilfe von Schleifkratzern feststellen. Bemerkenswert ist auch, daß von der nachfolgenden Kupferkiesvererzung bevorzugt der stärker anisotrope Pyrit verdrängt wurde. Innerhalb des Ganges bzw. der Klüfte in den Späten schwimmt der Pyrit (II) entweder völlig isoliert in einem dichten, feinschuppigen Glimmerfilz oder er ist zu langen perlachnurartigen Ketten aneinandergereiht. Ab und zu kommt er auch in kleinen nestförmigen Anhäufungen im Roßzahncalcit vor. Die Pyritnähte erkennt man besonders häufig in der Fuge zwischen dem Calcit (I) und dem Amphibolit. An einer Stelle war auch klar zu erkennen, daß der Pyrit von einer Ecke aus Kalkspat verdrängte.

Ein Handstück, das in der Nähe des Johann-Jakob-Stollens aufgesammelt wurde, ließ erkennen, daß der Pyrit eindeutig der Schieferung folgt. Jüngere, konkordant dazu verlaufende, aber auch quer durchgreifende Klüfte, brachten hier den noch unten näher beschriebenen Kupferkies. An jenen Stellen, an denen diese Kupferkiesgängchen (zusammen mit Quarz (III) die alten Klüfte schneiden, übernahm der Kupferkies den Pyrit, der in diesen Zonen nur ganz leicht zerdrückt und von Kupferkies nur geringfügig verdrängt wurde: Die Pyrite wurden hier durch den Kupferkies augenscheinlich nur etwas angelöst und zeigen jetzt "kantengerundete" Formen.

Dem Aufstieg der Kupfer-Blei-Zink-hältigen Lösungen ging eine weitere, zu einer leichten Kataklyse führende Phase voraus. Im besonderen wurden der Spat und der gerade genann-

te anisotrope Pyrit (II) zertrümmert. In die Klüfte drangen Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, silberhältiges Fahlerz (Tetraedrit), Pararammelsbergit und Ankerit ein. Gangarten dieser Erzfolge sind wieder Glimmer und Quarz (III). Von dieser Vererzung wurden - wie oben schon einmal kurz angedeutet - auch die Branden betroffen. Im Gegensatz zur höchst gleichmäßigen, wie ich sie deute, synsedimentären Pyrit (I)-Vererzung tritt der Kupferkies in den Branden selbst unregelmäßig auf: einmal in Form lappiger, unregelmäßiger Körper, dann wieder in kleinen Gängen und zum dritten Mal in Form von Butzen. An manchen Stücken, so vom Johann-Jakob-Stollen, erkennt man deutlich, daß der Pyrit (I) in den Kupferkies nahezu unverändert übernommen wurde (Vergleiche damit das schon oben Gesagte).

Die von ehemaligen Branden stammenden Stücke zeigen nicht mehr den feinsten Pyritstaub, sondern es hat offensichtlich eine Art Umkristallisation und Kornvergrößerung (Sammelkristallisation) stattgefunden. Das Ergebnis dieses Vorganges, der aber anscheinend nur die feinsten Pyrite und nicht die schon primär grob ausgebildeten betrafen, sind idiomorphe Pyrite, die deutlich noch die lagige Textur der Brande erkennen lassen.

Neben dem Pyrit (I) findet man aber im Kupferkies auch Pyrite, die zweifelsohne von der Pyrit(II)-Vererzung herrühren. Den Beweis dafür fand ich in einigen Anschliffen: So zeigte z. B. ein Schliff, daß eine mit Pyrit II erfüllte Kluft in eine jüngere und spitzwinkelig dazu streichende hineinstreicht. Die jüngere enthält Fahlerz, durch das der Pyrit, ohne eine merkbare Veränderung seiner Korngestalt mitgemacht zu haben, hindurchsetzt. In anderen Schliffen fand ich anisotropen Pyrit und Arsenkies zertrümmert und ihre Spaltrisse von Kupferkies und Fahlerz verheilt, ohne daß auch hier nennenswerte Verdrängungen an Pyrit und Arsenkies auftraten. Treten solche an anisotropen Pyriten auf, so werden vorzugsweise die am stärksten anisotropen davon betroffen.

Im Kupferkies eingeschlossene Pyrite können daher sowohl von ehemaligen Branden stammen - somit dem Pyrit (I)

zugezählt werden, als auch dem Pyrit (II) entsprechen. Es ist unklar, ob alle jene Pyrite, die zwar anisotrop sind, aber nicht als eine Art  $s_1$  eine ehemalige Kluft abbilden, die also als idiomorphe Einsprenglinge im Kupferkies und Fahlerz schwimmen, aus dem Altbestand stammen oder ob sie syngenetisch mit Kupferkies und Fahlerz auskristallisierten. Ich glaube mit Recht zumindest die anisotropen Pyrite, die in Kupferkies und Fahlerz perlchnurartig aneinandergereiht sind oder ehemalige Kluftfüllungen andeuten, als Palimpsest dem Pyrit (II) zuordnen zu können. Unklar muß aber die Genese jener Pyrite bleiben, die als Einzelkristalle völlig isoliert in jüngeren Mineralen schwimmen, denn es ist m.E. nicht beweisbar, daß diese Pyrite den schon oben beschriebenen, von Glimmern umschlossenen Einsprenglingen entsprechen.

E. SCHROLL und N. AZER IBRAHIM veröffentlichten 1959 die Ergebnisse ihrer chemischen Untersuchungen von über 90 europäischen Fahlerzproben (20). Der Großteil des Analysenmaterials stammt aus ostalpinen Vorkommen, darunter zwei dieser Proben auch vom Seekar.<sup>+) Bei beiden Proben (Nr. 13 und 14) handelt es sich nach den beiden Autoren um "derbes Fahlerz mit Kupferkies in Ankerit". Die spektrochemische Analyse vom Material des Seekars ergab:</sup>

	Nr. 13	Nr. 14
As	0·37 %	3·5 %
Sb	> 20 %	> 20 %
Bi	0·02 %	0·03 %
Ag	1·3 %	0·2 %
Zn	10 %	0·4 %
Hg	0·30 %	0·36 %
Fe	6·1 %	3·6 %
Pb	0·12 %	0·01 %
Cd	55 g/t	10 g/t
Sn	360 g/t	30 g/t
Ni	70 g/t	600 g/t
Co	85 g/t	100 g/t
Mn	400 g/t	80 g/t

Neben dem Sn-Gehalt dieser Fahlerze sind besonders auch die hohen Werte für Zn und Ni bemerkenswert. SCHROLL und N. AZER IBRAHIM sehen im Zink ein Aufbauelement, d. h. sie erklären es - Vgl. (20): 86 -, besonders im Falle der Probe 13, als einen "namengebenden Hauptbestandteil des homogenen Minerals". Dementsprechend bezeichnen sie auch das Fahlerz der Probe 13 (p. 99) als zinkreichen Tetraedrit. Der Nickelgehalt gehört nach den beiden Autoren zum "Mikrochemismus" der Fahlerze, d. h. das Nickel soll einen "Nebenbestandteil" oder eine Spur als eine "idiomorphe Vertretung, eine submikroskopische Verwachsung" darstellen oder "adsorptiv gebunden" sein. Beide Erklärungen können nicht widerspruchslos hingenommen werden.

Den Zinkgehalt betreffend möchte ich darauf hinweisen, daß in den Anschliffen immer wieder Zinkblende in Form kleiner Tröpfchen in Kupferkies eingeschlossen vorkommt. Ein Beispiel davon habe ich auf einer Abbildung (8) wiedergegeben. In einem anderen Stück, das überdies auch aus dem Johann-Jakob-Stollen stammt, kommt die Zinkblende zusammen mit Fahlerz und Kupferkies in der Grenzfläche eines verzwilligten Ankeritkornes vor.

Zum Nickelgehalt ist zu bemerken, daß ich u. d. M. eindeutig Pararammelsbergit feststellen konnte. Besonders die Stücke, die man auf den Halden des Johann-Jakob-Stollens sammelt, sind meist sehr reich an diesem Nickelmineral. Besonders einprägsame Funde machte ich auf der Halde, um die der Weg vom Seekarhaus zu den höheren Bauen herumführt. Die Halde liegt südlich des Weges; auf ihr liegt auch das alte Berghaus. Schöne und reiche Nickelvererzungen fand ich auch auf der Halde etwa 10 m nördlich des Berghauses und östlich

---

+) (Anm. zu p. 101)  
Das Seekar liegt übrigens nicht, wie in der zitierten Arbeit auf p. 73 angegeben, in der Steiermark, sondern in Salzburg.

des Schneekragens, der zum Mundloch des Erbstollens führte,



Die Abbildung zeigt Kupferkiesnester (punktiert) im Fahlerz (schraffiert). Im Fahlerz schwimmen zwei Pararammelsbergitkörner (weiß), die z. T. randlich vom Fahlerz angelöst, z. T. auch vom Quarz (schwarz) verdrängt wurden. In der rechten Bildhälfte erkennt man zwei schöne Quarzpseudomorphosen nach Pararammelsbergit.

Der Pararammelsbergit ist an seinem hohen Reflexionsvermögen, seiner Schleifhärte und seiner Anisotropie sowie an den charakteristischen idiomorphen Kornformen zu erkennen. Es ist auffallend, daß er nahezu immer in einzelnen Kupferkieströpfchen dem Fahlerz eingeschlossen ist. Die Cu-Ni-Einschlüsse zeigen außerdem ganz charakteristische Formen. Man findet häufig Fahlerzstreifen, die feine Kupferkies- und Pararammelsbergittröpfchen enthalten, die mit einigermaßen scharfer Grenze an solche mit größeren Einschlüssen grenzen. Dabei sind diese Streifen keineswegs über die ganze Fahlerzgrundmasse verteilt. Diese Streifen kommen vielmehr

in einzelnen, isolierten Nestern vor. Ich habe an einer Stelle versucht, alle jene Kupferkieströpfchen mit Fahlerzeinschlüssen, die eine Größe von über 0·01 mm aufweisen, auszuzählen, um das flächenmäßige Verhältnis Kupferkies zu Pararammelsbergit zu erhalten. Ausgezählt wurde auf einer Vergrößerung einer mit dem Zeiß-Photomikroskop gemachten Aufnahme. Die größten, mit dem Planimeter erfaßten Tröpfchen hatten einen Durchmesser von 0·03 mm. Der Anteil des Kupferkieses an der von den Tröpfchen eingenommenen Fläche betrug 67·0 % und der des Pararammelsbergites 29·4 %. Die restlichen 3·6 % fallen auf jüngeren Quarz, der selektiv den Pararammelsbergit verdrängte. Diese jüngeren Verdrängungen sind sehr klar an den charakteristischen pseudomorphosierenden Querschnitten kenntlich. Zählt man also diese 3·6 % zum Pararammelsbergit, so erhält man für das Verhältnis Kupferkies zu Pararammelsbergit den Wert 67·0 : 33·0. Ich halte diese Pararammelsbergite nicht für einfache Entmischungen bei der Abkühlung der Lösungen, sondern für entmischte Gele. An manchen Schliffen kann man erkennen, daß syngenetisch mit der Bildung des Rammelsbergites leichte Bewegungen stattgefunden haben, da manchmal die Pararammelsbergite zerdrückt und durch Fahlerz wieder ausgeheilt wurden.

Die also für die Zukunft unhaltbare Annahme einer isomorphen Vertretung oder submikroskopischen Verwachsung von Nickel bzw. Nickelmineralen mit dem Fahlerz des Seekars geht unzweifelhaft auf die Art der Probenahme zurück. Die enge Verwachsung des Pararammelsbergites, Kupferkieses und Fahlerzes und die häufig nur sehr geringe Korngröße der beiden zuerst genannten Minerale machen es unmöglich, homogenes Probematerial "visuell unter dem Binokular" (p. 71 der zitierten Arbeit) auszuwählen. In polierten Schliffen - und nur an solchen - gelingt es unter dem Binokular bei 160facher Vergrößerung, die Rammelsbergite festzustellen. Feinste Pararammelsbergit- und Kupferkieseinschlüsse wird man dabei aber auch nur am Relief, d. h. an punktförmigen Unebenheiten der Schlißfläche erkennen und ausnehmen können.

Das Verhältnis von Kupferkies zu Fahlerz wechselt sehr stark. In manchen Schliffen überwiegt der Kupferkies und das Fahlerz bildet nur feinste Tröpfchen in ihm, in anderen Schliffen erkennt man nahezu keinen Kupferkies, sondern allein derbes Fahlerz. Nicht jeder Kupferkies ist mit Pararammelsbergit vergesellschaftet, wohl aber gibt es kaum einen Schliff, der eine derartige Paragenese nicht enthält. Es hat manchmal den Anschein, als sei der Kupferkies örtlich etwas älter als das Fahlerz. Syngenetisch mit der Fahlerzbildung fand eine leichte Zerrüttung statt; das ältere Fahlerz hat als Gangart stets wasserklaren Quarz, das jüngere Fahlerz neben diesem auch milchig-trüben.

Den Abschluß dieser Vererzung bilden nach einer abermaligen leichten Zerrüttung durch Quarz (IV) und Ankerit ausgeheilte, taube Klüfte.

### Vererzung und Tektonik

Es ist eine altbekannte Tatsache, daß vererzende Lösungen bei ihrem Aufstieg und ihrer Platznahme "tektonisch aufbereitete" Zonen - z.B. Zonen starker Zerschneidung, Störungen, Überschiebungsbahnen usw. - bevorzugen. Auch der Erzgang am Seekar ist sehr stark durch den großräumigen Bauplan und die örtliche Kleintektonik bedingt. Ausschlaggebend für die Bildung dieser Lagerstätte war das dem Aufstieg vorausgehende, also präkristalline, Aufreißen des durch die Überschiebung der Schladminger Masse auf die Radstädter Trias diaphthoritisch gewordenen Kristallins längs einzelner Schwächezonen. Der Vererzung ging offensichtlich unmittelbar eine starke Zerrungstektonik voraus, die das Aufreißen des Ganges nach präexistente Scherflächen, Zerrfugen und anderen flächigen Gefügedaten zur Folge hatte. Zu dieser Zeit müssen die Quarzmylonite (Quarzite), die bei der Überschiebung entstanden waren (W. MEDWENITSCH), bereits als relativ starre Blöcke vorgelegen haben. Man kann nämlich feststellen, daß der Gang die Quarzite selbst nicht durchschlägt, sondern stets an der Gren-

ze dieser gegen die tektonisch unkompetenten Serizitschiefer, Phyllite und Gneise entlangführt.

Mit dieser Feststellung eines bemerkenswerten Zeitintervalls zwischen Überschiebung (und dazugehöriger Mylonitisierung) und Zerrungstektonik stimmen völlig die Ergebnisse H. SCHEINERs überein. Dieser bearbeitete nämlich seit 1956 im Rahmen seiner Dissertation das Gebiet zwischen dem Hundskogel-Tscheibitsch-Zug und den Giglachseen im E (19). Wenn auch der unmittelbare Lagerstättenbereich auch schon außerhalb seines Aufnahmegebietes liegt, erlauben doch die Ergebnisse seiner gefügekundlich-tektonischen Analyse gewisse Rückschlüsse auf das Kristallin in der Umgebung des Seekarhauses. Eine eingehende Bearbeitung seiner Meßdaten zeigte ihm - und dies ist für meine oben wiedergegebene Auffassung wichtig - daß im Gesamtraum ein im wesentlichen homogener Bereich vorliegt, d. h. daß Mesozoikum und Kristallin in gleicher Weise tektonisch geprägt und überprägt wurden. Er kam zur Auffassung, daß es sich in seinem Kartierungsgebiet im Großen um eine triklinale Biege-Scher-Synklinalfalte des Mesozoikums handelt. Ihm gelang auch der Nachweis von vier Verformungsakten: der älteste brachte entsprechend  $a = W-SSW$  Achsen in südöstlicher bis ost-südöstlicher Richtung hervor (I<sup>+</sup>), der nächste mit  $a = S$  ostwestverlaufende (II); noch jünger sind die NE-SW-Achsen (III). Der jüngste Deformationsakt (IV) ist durch B-Achsen in N-S belegt. Die Figur 3 seiner Tafel 12 ("N u. W Hundskogel") zeigt das auch auf allen übrigen Diagrammen hervorstechende B-Achsenmaximum im E. Ein Untermaximum in SE spiegelt deutlich die Lage der Hundskogel-synklinale wider. Für weitere Untermaxima im N, S und SW konnte SCHEINER keine Korrelate im Aufschluß finden. Es soll gleich hier dazu bemerkt werden, daß SCHEINER die Bereiche gleicher Besetzungsdichte nicht nach der üblichen Weise ermittelte, sodaß seine Diagramme stark verzerrte Maxima aufweisen, was wieder eine weitergehende Deutung nicht zuläßt. Besonders krasse Verzerrungen zeigen neben dem auf der geologischen Karte wiedergegebenen Sammeldiagramm, vor allem

<sup>+</sup>) Definitionsgemäß ist  $a$  die Richtung des Transportes,  $s = (ab)$ .

seine Figuren 1, 3, 4, 5, 6 auf der Tafel 13 und die Figur 4 auf der Tafel 12. Bei einem Auszählen nach der herkömmlichen Art hätte sich für den Raum nördlich und westlich des Hundskogels, das ist also für die Figur 3 der Tafel 12, ohne Zweifel ergeben, daß das Untermaximum im W mit dem flach gegen E einfallenden Maximum zusammenfällt. Mit der Figur 4 auf der Tafel 13 gab er ein Sammeldiagramm des Liegenden unter dem Kalkspitzen-Mesozoikum. Ein Vergleich zeigt, daß die im Hundskogelgebiet vorherrschenden beiden Achsenrichtungen (E, SE) - entsprechend den beiden ältesten Deformationsakten (I, II) - im ganzen Liegenden dominieren. Dazu möchte ich lediglich bemerken, daß ich bei meinen Aufnahmen, die allerdings nur die engste Umgebung der Lagerstätte umfaßten, zu damit völlig übereinstimmenden Resultaten kam.

Es läßt sich nicht feststellen, inwieweit längs des Ganges, solange er dem s folgt, schichtparallele Verwürfe auftreten. Ich glaube durch die Beobachtungen, die ich an Restpfeilern machen konnte, sagen zu können, daß es hier im wesentlichen nur schichtkoncordante Zerrüttungen ohne merkbare Versetzungsbeträge gibt.

Wie im Gelände und im Anschliff beobachtet werden konnte, spielen Verdrängungserscheinungen bei der Platznahme eine unwesentliche Rolle. Zwar erkennt man hin und wieder unverdaute Glimmerreste in Karbonatmassen, die allmähliche Auflösung und den streichenden Übergang der Amphibolite in den Erzgang, auch ein Teil der Gangquarzmassen mag auf Mobilisationen des Altbestandes zurückgeführt werden. Wenn man hierzu noch die Verdrängung verzwilligter Karbonatzerreißel in schmalen Zerrüttungstreifen durch den anisotropen Pyrit in Betracht zieht, so dürfte damit wohl schon das ganze Inventar metasomatischer Erscheinungen erschöpft sein. Diese geringfügigen Verdrängungen erklären auch die Tatsache, daß der Kluffletten quergreifender Störungen in der Lage war, gegen azzendente Lösungen abzudichten.

Weitaus das größte Volumen des Erzganges wurde durch eine Zerrungstektonik geschaffen, die eine Reihe von s-konkor-

danten und quergreifenden Gängen schuf. Die s-konkordanten- oder Lagergänge entstanden besonders dort, wo Gesteine verschiedener Festigkeit aneinandergrenzen. Ich fand solche z. B. in einem feingeschiefertem und eng gefalteten glimmerigen Quarzit, der zusätzlich noch h01-Flächen zeigte, die ebenfalls vererzt wurden. Von diesen Flächen aus wurden sogar weitere Quarzitlagen lagerartig mineralisiert. Weitaus den überwiegenden Anteil an schicht- und schieferungsparallelen Vererzungen haben alle Arten von leicht verformbaren und plastischen Glimmerschiefern, Phylliten und Gneisen, die, meist auch stark gefaltet, sich vielerorts aufblättern, den Gang oft in viele Trümer zerschlagen und natürlich auch größtenteils dessen taube Mittel aufbauen. In den derzeit noch offenen Grubenräumen - ich denke dabei besonders an die Baue der Gottesgabveredlung - kann sehr schön erkannt werden, daß bei der Zerschörung, die die Störungen um N-S hervorbrachte, die phyllitischen Gesteine sehr stark aufgeblättert wurden. In diese Phyllit-"Fächer" drangen die vererzenden Lösungen bevorzugt ein und bildeten mächtige Erzstöcke. Parallelstörungen zu dem N-S-Bruch führten zu örtlichen Einschnürungen der Stöcke. Dort, wo die Verschmattung der Bruchfläche zu groß war, der Lettenbesteg durch die Lösung nicht mehr verdrängt werden konnte und daher für diese undurchlässig war, ist es zu einem abrupten Ende der Vererzung gekommen. Gerade in den Gottesgabbauen stoßen die dem s nach aufgeblättern, flach liegenden phyllitischen Gesteine längs einer Verwerfung an intensiv gefaltete, quarzreichere und steilgestellte Typen. Die Störung selbst, zu diesen Falten etwa in Okl-Lage, hat als Reißfuge die Vererzung teilweise übernommen. Es konnte nirgends beobachtet werden, daß jenseits dieser Störung die Vererzung auch noch über den Meterbereich hinaus in die angrenzenden quarzreicheren Phyllite vorgedrungen wäre.

Wie schon früher bei der Beschreibung der einzelnen Einbaue festgestellt wurde, waren auch die übrigen Veredlungen - Weitzsche, Margarethenzeche - von Störungen begrenzt. Diese Störungen scheinen die gleiche Rolle gespielt zu haben, wie sie heute noch weiter im W in den Gottesgabbauen erkennbar ist.

Auch hier im Osten hat offensichtlich eine Aufblätterung bzw. Auffächerung der milden Phyllite stattgefunden. Dieser tektonischen Aufbereitung folgte dann auch hier die s-konkordante Vererzung.

Das s der Amphibolite zeigt nur ausnahmsweise Erzs-puren; diese Hornblendegesteine sind zumeist in (ac) vererzt. Eine Ausnahme bilden unter diesen Gesteinen so stark diaphthoritische Amphibolite, daß man bei ihnen eigentlich schon von Flecken-Chloritschiefern sprechen müßte. Diese chlorit-reichen Grünschiefer zeigen ein ähnlich plastisches Verhalten wie die Phyllite und Glimmerschiefer und sind daher schichtig vererzt. Linsig zerscherte Karbonatgesteine und Glimmer-schiefer bilden auch quergreifende Gänge. Dazu kann man auch noch jene Vererzungsformen zählen, die Sprünge und Fiederspalt in Karbonatgesteinen ausfüllten. In erster Linie sind das häufig Erscheinungen an der Grenze zwischen den Chlorit-schiefern und den Roßzahncalciten: Während jene sich nämlich plastisch verformen ließen, reagierten diese spröde. In den Karbonaten rissen daher entsprechend der rhomboedrischen Spaltbarkeit Rupturen auf, die, Fiederspalt ähnlich, später z. B. durch Fahlerz ausheilten. Weitere hierher gehörige Erz-klüfte haben ein Streichen senkrecht auf die Faltenachsen, sind also Zerrfugen in (ac) oder Okl-Klüfte <sup>+)</sup>

Aus diesen Befunden kann man den berechtigten Schluß ziehen, daß das Gefüge und die petrographische Zusammensetzung der Gesteine im Seekar von ausschlaggebender Bedeutung für die Form der Lagerstätte waren. In den spröder reagierenden Quarziten und quarzreichen phyllitischen Gesteinen erfolgte in der Regel nur eine Vererzung längs der Klüfte (Reißfugen).

<sup>+)</sup>  Derartige vererzte oder verwerfende "Kreuzklüfte" sind in Ganglagerstätten allgemein verbreitet. Es sei in diesem Zusammenhang nur an die Siegerländer Spatlagerstätten erinnert, die als Querstörungen den Siegerländer Hauptsattel queren, oder an die Pb-Zn-Vererzung des Ruhrgebietes (Zech Auguste-Viktoria, Christian Lewin) mit ähnlicher tektonischer Anlage. Die Untersuchungen in diesen und anderen Lagerstätten des alpidischen und variszischen Europa haben auch bewiesen, wie wichtig gerade die tektonische Gefügeanalyse für die Deutung und stratigraphische Eingliederung der Lagerstätten-genese ist.

Die glimmerreichen phyllitischen Gesteinstypen wurden durch eine vorausgehende Tektonik im s aufgeblättert. Dabei entstanden blasenförmige Hohlräume, besonders in der Nähe von großen Störungsflächen, die von den nachfolgenden Erzen ausgefüllt wurden. In jenen Gebieten, in denen sich die Zerklüftung und die Aufblätterung in ähnlichen Größenordnungen bewegen, wie im W des Seekars, können örtlich Vererzungen sowohl im s als auch längs k auftreten. Man beobachtet hier, wie z. B. der Erzgang zuerst in Form eines Lagerganges in den Phylliten liegt, dann auf eine NW-SE-streichende Störung übergreift, diese wieder verläßt, um anderen Klüften und dem s zu folgen.

Im Gelände geradeso wie im Anschliff erkennt man immer wieder eine asymmetrische Form der Erzgänge. Hier sei als Beispiel besonders die Kupferkies-Fahlerz-Vererzung an der Grenze des Amphibolites gegen den Roßzahncalcit herausgehoben. In diesen Gängen und feinen Erzklüften fand ich das Fahlerz und den Kupferkies ohne Ausnahme stets am Salband zum Calcit, wogegen die Gangart (Quarz) stets den Kontakt zum Amphibolit bildete. Ähnliche Beispiele, die die unsymmetrische Ausbildung dieser quergreifenden Gänge verdeutlicht, findet man immer wieder. Es hat ganz so den Anschein, als sei der einmal aufgerissene Gang die ganze Zeit der Vererzung hindurch auch noch später - man denke nur an die gleichlaufenden jüngsten Klüfte - eine mehrfach belebte Schwächezone geblieben.

Die asymmetrische Ausbildung des Ganges ist für die Stellen, an denen tektonisch kompetente und inkompetente Gesteine, also Einheiten verschiedener Festigkeit, an den Ganggrenzen, auch leicht verständlich: Früher ausgeschiedene Minerale, wie z. B. der Roßzahncalcit, bewirkten dort, wo sie an tektonisch kompetente Gesteine grenzten, eine weitere Versteifung dieses Salbandes; von einer nachfolgenden Zerrüttung wurden daher in erster Linie wieder die inkompetenten Gesteine bzw. die an ihnen liegenden Gangarten betroffen. So kommt es auch, daß im Aufschluß wie im Schliff im großen und ganzen jüngere Minerale dem Salband mit dem plastischen Gestein näher liegen als die älteren.

Einen Zusammenhang zwischen der Überschiebungstektonik und der Bildung der Branden halte ich noch nicht für bewiesen. Zwar liegen einige Branden tatsächlich an Schuppen-  
grenzen, doch fand ich auch solche abseits tektonischer Flächen. Ich nehme an, daß meist die Verwitterung, die ja besonders stark an Störungen ansetzt, und die durch sie bewirkte auffallende Färbung der Brandenzonen einen engen Zusammenhang Tektonik - Brandenbildung lediglich vortäuschen.

### Tektonik und Morphologie

Schon bei den ersten Begehungen stellte sich heraus, daß besonders im mittleren Teil der Lagerstätte die ausgebauten Erzgänge in auffallender Weise mit morphologischen Strukturen zusammenfallen. Das Eis hatte besonders das flächige Gefüge der Erzträger weiter verdeutlicht, sodaß die Rundhöcker dort, wo sie nicht durch mächtige, junge Bergsturzmassen oder Moränenmaterial nachträglich überrollt worden waren, in schönen Aufschlüssen die Gefügedaten des Kristallins erkennen und messen ließen. In der Landschaft kommen derart ausgeweitete Klüfte und sonstige Flächen in Form von Gräben, Rinnen, Runsen, ihre Kreuzungspunkte häufig in Gestalt wassererfüllter oder sumpfiger Depressionen morphologisch zum Ausdruck. Es war daher verlockend, hier zu versuchen, inwieweit der Erzgang und die Tektonik seiner Umgebung mit diesen morphologisch ausgeprägten Linien in Zusammenhang gebracht werden können. Es wurden daher zunächst möglichst alle im Gelände auffallenden (morphologischen) Linien unabhängig von ihrer Genese kartiert. Damit wurden also nicht nur die für eine Lagerstättenbildung prädestinierten Reißfugen, sondern auch Scherflächen, Verwerfungen, ja sogar Grenzen stofflicher Inhomogenität (s) festgehalten, sofern sie nur ähnliche morphologische Formen ergaben. Ihnen sollten sodann die erzführenden Richtungen gegenübergestellt werden. Da die entsprechende Kartenunterlage (Blatt 126/4, Untertauern, der Kart. 1:25000 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen) für ei

derartige Untersuchung viel zu ungenau war, wurden die Erzgänge auf der Vergrößerung einer mir vom Bundesamt zur Verfügung gestellten Luftbildaufnahme im Maßstab 1 : 2000 festgehalten und Grate, Tiefenrinnen, Klüfte und ähnliche morphologisch deutlich zum Ausdruck kommende Einzelheiten auskartiert. Bei einer neuerlichen Begehung wurden im Gelände diese Linien überprüft und untersucht, welchen Einfluß die Randverzerrung der Luftbilder ausübt. Da die Erzführung und die Morphologie im äußersten NW die gleichen merkbaren Verzerrungen erleiden, können diese für diese statistische Untersuchung vernachlässigt werden. Bei der gleichen Gelegenheit wurde auch festgestellt, daß mit den Luftbildern (Originalmaßstab etwa 1 : 14 000) hier ohneweiteres z. B. Geländestufen mit Höhenunterschieden ab  $1/2$  m erkannt werden können. Schon der erste Blick auf die Kartenbeilage 1 zeigt, daß man - sowohl was die Verzerrung, als auch die Morphologie betrifft - drei große Bereiche klar auseinanderhalten kann:

1.) Etwa die Hälfte der Karte nimmt im E die s-konkordante Verzerrung zwischen dem Emilunterbau und der Gottesgabzeche ein. Da mir genaue geodätische Kartenunterlagen fehlen, habe ich bewußt davon abgesehen, die durch die heute nicht mehr befahrbaren Stollen des Emil-, Johann-Jakob- und Margarethen-Horizontes angezeigte Gangrichtung - wie dies eigentlich hätte vorgenommen werden müssen - auf das obertägige Gelände zu konstruieren. Es ist aber für den Kundigen nicht schwer, sich die Ausbißlinie des Ganges östlich vom oberen Stöllerl dazuzudenken. Für den, der mit den örtlichen Gegebenheiten nicht vertraut ist, möge hier gesagt sein, daß die Ausbißlinie etwa parallel zur Richtung der streichenden Auffahrungen verlaufen würde, da die Isohypsen der Wurmwand in diesem Bereich auch etwa E-W verlaufen. Das Streichen der Erzgänge (siehe Kartenbeilage 2!) verläuft hier nahezu im Sektor zwischen NW bis W. Dabei kommt besonders deutlich die dominierende Richtung um WNW zur Geltung. Ein sehr breites Untermaximum - wenn man es so in Anlehnung an die in der Gefügekunde üblichen Bezeichnungen nennen kann - liegt dann noch in

den 15 Graden um W und ein schwach besetztes Nebenmaximum im NW. Diese Richtungen der Gänge stehen mehreren deutlich ausgeprägten Richtungen morphologischer Linien gegenüber. Ein Teil von ihnen entspricht von vornherein den Richtungen des Ganges, für einen anderen Teil kann man die schon früher genannten leichten Verzerrungen, die dadurch entstanden sind, daß nicht die Ausbäflinie sondern der Stollenverlauf herangezogen wurde, verantwortlich machen, aber es zeigt sich auch ein dritter, nicht unwesentlicher Teil an Strukturen, die keine korrelierten Glieder in der Vererzung haben.

Zur ersten und zweiten Art zählen die Richtungen zwischen E und SE. Es sind dies im Gelände morphologisch stark ausgeprägte Bachläufe, stark ausgeräumte Klüfte und parallel verlaufende Tiefenlinien. Dazu gehören auch Störungen, längs der deutliche Verschiebungen stattgefunden haben. Diese zeigen meist stark zerrüttetes Gestein und sind häufig von Schutt erfüllt.

Zur dritten Art dieser Strukturen, die also keine erkennbare Beziehung zur Vererzung in der Hinsicht erkennen lassen, daß sie in bezug auf die Platznahme der erzführenden Lösungen prä- oder syngenetisch bereits vorhanden waren, zählen alle Richtungen von NE bis N und die Richtung im SSE. Diese Linien werden zum Teil durch eine geringfügige Zerhackung (Klüftung), zum anderen Teil auch durch Störungen mit Versetzungen, eine breite Zerrüttung ohne wesentliche Vererzungen oder undeutlich ausgeprägte Parallelklüfte zu den Störungen gebildet.

Zusammenfassend läßt sich also über diesen Bereich sagen, daß die Vererzung Klüften, Verwerfungen und Schieferungsrichtungen folgt, die durchwegs morphologisch stark ausgeprägt sind. +)

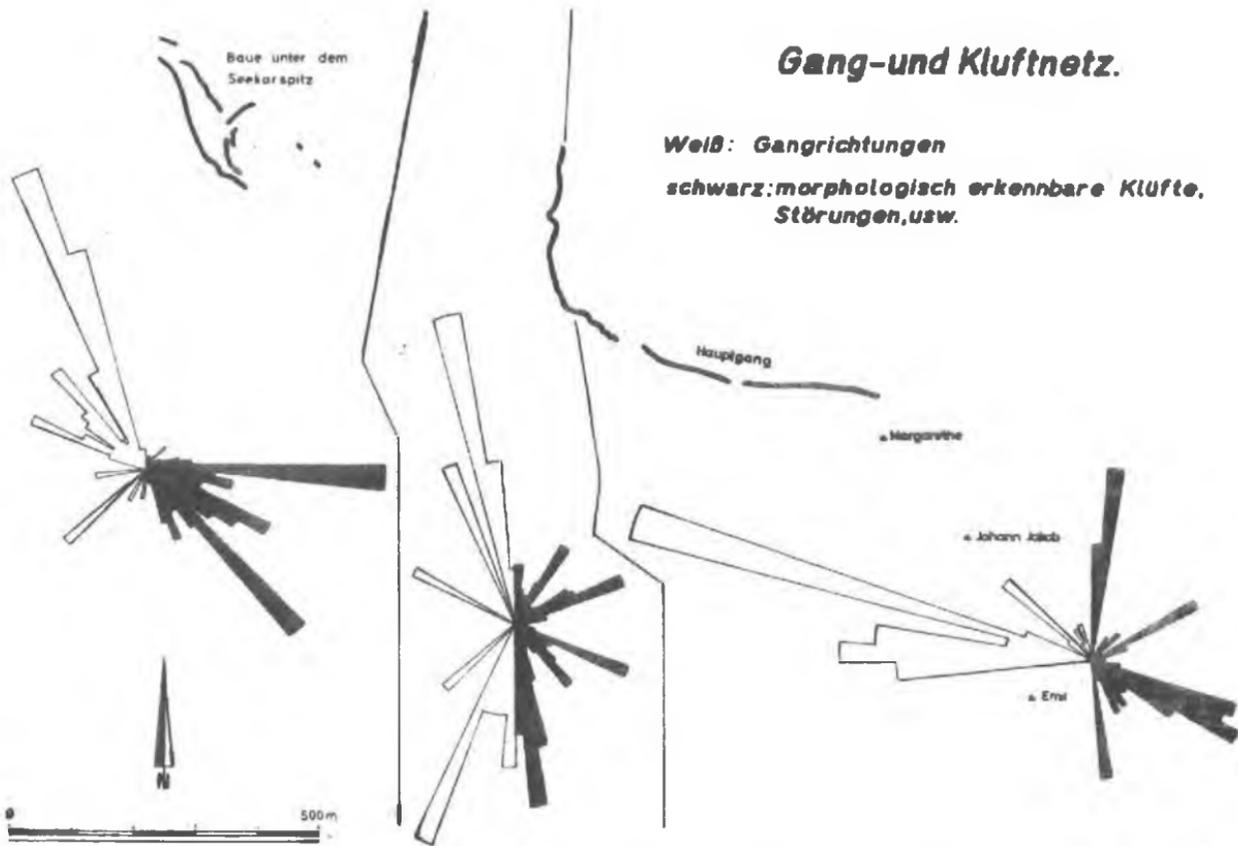
---

+)) Ein Blick auf die Karte überzeugt auch davon, daß - wie es von vornherein zu erwarten ist - das Eis besonders deutlich die Zonen starker Zerrüttung ausschürfte. Die zurückgebliebenen Geländedellen - heute zum Teil stark versumpft - zeigen, vielleicht mit Ausnahme des Sumpfes bei der Kote 1936, eine starke Abhängigkeit von der Klüftung.

## Gang- und Kluffnetz.

**Weiß:** Gangrichtungen

**schwarz:** morphologisch erkennbare Klüfte,  
Störungen, usw.



2.) Wie schon früher erwähnt, schließt an diesen östlichen Bereich unmittelbar an der Gottesgabveredlung ein 250 bis 300 m breiter Streifen an. Diese Zone ist besonders durch N-S verlaufende Linien charakterisiert, wogegen die NW-SE-Strukturen deutlich zurücktreten. Der Beilage 2 läßt sich entnehmen, daß die Erzführung zum überwiegenden Teil auf Richtungen zwischen NNW und NE (=SW) beschränkt bleibt. Diesen Gangrichtungen entsprechen zwischen S und SE zum Teil s-parallele Klüfte, Schieferungsflächen mit deutlichen Bewegungen und eine deutliche Störungszone, die sich (schon außerhalb des hier behandelten Gebietes) bis etwa 100 m südlich der Kote 1967, d. h. auf eine Gesamtlänge von etwa 1500 m, deutlich durchverfolgen läßt. Daneben gehen diese Richtungen auf eine Störung mit nur sehr undeutlichen Versetzungen zurück, außerdem auf eine stark ausgeräumte Zerrüttungszone. Den Gangrichtungen von N bis NE = S bis SW entsprechen nur sehr untergeordnete und keineswegs morphologisch besonders auffallende Kluftrichtungen. Man hat es hier im wesentlichen mit Klüften zu tun, die (z. B. bei der Kote 2055) eine Zerhackung in große Schollen und tafelförmige Absenkung derselben bewirken, oder mit einer nur auf kurze Distanz verfolgbarer Störung mit nur beschränkt auftretenden und unbedeutenden Parallelklüften. Längs des s, das auch in diesem Bereich im ESE liegt, fanden manchmal Bewegungen statt, zum Teil sind diese s-parallelen Klüfte nachträglich ausgeräumt worden. In den Rinnen verlaufen Bäche, die aber sehr häufig ihren Lauf in ähnlich stark ausgeräumte Kluftrichtungen schief auf s ändern. Diesem s entspricht auch eine sehr schwache Vererzung im WNW-Sektor.

Alle anderen Kluftrichtungen im E, die heute morphologisch sehr leicht, z. B. an Seeufern, kenntlich sind oder eine wechselnd deutliche, meist aber sehr starke Ausräumung erlitten, haben keine entsprechenden Gangrichtungen. Am Rande sei erwähnt, daß ich an einer Stelle auch eine besonders schöne, sehr vom Gestein abhängige, enge und parallele engklüftige Zerhackung feststellen konnte. Diese kommt in der nur sehr schwachen Zacke zwischen  $80^{\circ}$  und  $90^{\circ}$  zum Ausdruck.

Zusammenfassend kann man damit sagen, daß die Ver-  
erzung einerseits morphologisch sehr stark hervortretenden  
Kluftrichtungen und Verwürfen folgt, andererseits aber auch  
durchaus undeutlichen Störungen. Gegenüber diesen Gefüge-  
merkmalen tritt die s-parallele Vererzung ganz bedeutend zu-  
rück (nur etwa 7·2 % der Ganglänge liegt s-parallel).

3.) Im äußersten W unter dem Seekarspitz schließlich  
erkennt man wieder eine Zone, in der wieder NW-SE-verlau-  
fende morphologische Linien zusammen mit E-W-verlaufenden  
dominieren. Schon bei der Beschreibung der Baue habe ich dar-  
auf hingewiesen, daß diese einerseits einer Verwerfung folgen,  
andererseits offensichtlich auf Lagergängen angesetzt waren.  
Bei der Vererzung überwiegen bei weitem die Richtungen in  
NNW. Untergeordnet treten auch Vererzungen im Sektor zwi-  
schen NW und WNW auf. Außerdem erkennt man auch eine schwa-  
che Vererzung in S-W-Richtung. Der zuletzt genannten Verer-  
zung entspricht die Streichrichtung des Schieferungs-s. Eine  
schwache Vererzung im W geht ebenfalls auf Scherflächen und  
das Streichen der s-parallel laufenden Klüfte zurück. Diese  
Klüfte sind zum Teil stark, zum Teil unbedeutend ausgeräumt.  
Der weitaus größte Teil der Gangfläche folgt aber einer Störung  
bzw. einem System parallellaufender Störungsflächen, die mor-  
phologisch nur sehr untergeordnet in südsüdöstlicher Richtung  
zur Geltung kommen.

Es geht also aus diesem Diagramm auch besonders deut-  
lich hervor, daß nicht immer im Gelände leicht erkennbare  
Kluftrichtungen, Störungsbündel und Systeme von Verwerfungen  
auch besonders deutlich vererzt sein müssen.

Vergleicht man nun zusammenfassend die drei Bereiche  
miteinander, so kann man sagen, daß im östlichen Bereich die  
Vererzung im wesentlichen an das s gebunden ist, im mittleren  
Bereich die Hauptvererzung in einer Störungszone liegt, die auch  
deutlich in der Morphologie zum Ausdruck kommt, und im we-  
sentlichen Bereich die Erzgänge einer Störung folgen, die für  
die Oberflächengestaltung praktisch belanglos ist. Es erscheint  
in diesem Zusammenhang auch wesentlich, daß die enge Schup-  
pentektonik zwischen den Gottesgabbauen und der Vererzung im

W morphologisch nur sehr undeutlich zur Geltung kommt. Die Störungen, die die einzelnen Schuppen begrenzen, lassen sich an den Geländeformen praktisch überhaupt nicht nachweisen; sie sind nur aus dem Aneinandergrenzen quarzitischer, "mylonitischer" Gesteine und der Phyllite erschließbar.

Zum Schluß noch einige Worte über die Vor- und Nachteile der Luftbildinterpretation:

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß der petrographisch nur schwach unterschiedliche Aufbau der Phyllite und anderer Schiefer und damit das unterschiedliche Verhalten der betreffenden Gesteine auf Druck- und Scherbewegungen die Form der Lagerstätte (Lagergang bzw. echter Gang) bedingte. Es war daher auch die Frage zu klären, ob sich die einzelnen Gesteinstypen schon unter dem Stereoskop gegeneinander abgrenzen lassen. Dies war mir nur in einigen, wenigen Fällen möglich, in der Regel jedoch nicht. Ein unschätzbare Vorteil der Photogeologie bzw. ihrer Anwendung im Seekar lag m. E., darin, die wesentlichsten morphologischen Leitlinien aus einer Unzahl von unbedeutenden Flächen herauszuschälen. Es war nämlich nicht möglich, aus der Unzahl der in jedem Aufschluß vorhandenen Gefügedaten die für die morphologische Gestaltung wesentlichen - meist waren es wenige und im Aufschluß gar nicht auffallende - sofort herauszufinden. Hier wirkte also die Auswertung der Luftbilder wie ein Filter, durch das gleichsam die Kleintektonik ausgeschieden wurde. Außerdem gestattete natürlich auch der ungünstige Maßstab der allgemein zugänglichen topographischen Karten keine Darstellung vieler Einzelheiten.

Zusammenfassend kann ich also nach den Erfahrungen am Seekar sagen, daß die Photogeologie als Ergänzung der herkömmlichen Bodenaufnahme zur Klärung spezieller - hier morphologischer - Fragen sehr wichtig ist, in diesem Falle jedoch eine sich ausschließlich auf die Ausdeutung von Lichtbildern am Schreibtisch beschränkende Photogeologie zweifellos nicht zum Ziele geführt hätte.

Schrifttum

- (1) AIGNER A.: Silber- und Kupfererzvorkommen am See-  
kar bei Radstadt. - Unv. Bericht, Wels 1938.
- (2) ANGEL F.: Begehungen im Gebiet der Silbereckscholle  
21. August 1938. - Fortschr. Min. Krist.  
Petr., 23, 1938: V - XXIV.
- (3) CZERMAK F. - SCHADLER J.: Vorkommen des Elementes  
Arsen in den Ostalpen. - Teohermaks  
MPM, 44, 1933: 1-67.
- (4) EHRLICH C.: Ueber die nordöstlichen Alpen. Ein Beitrag  
zur näheren Kenntnis des Gebietes von  
Oesterreich ob der Enns und Salzburg. in  
geognostisch-mineralogisch-montanistischer  
Beziehung. - Linz 1850.
- (5) FRECH F.: Geologie der Radstädter Tauern. - Geol. Pal.  
Abh., N. F. V(LX), H. 1, Jena 1901.
- (6) FRIEDRICH O. M.: Über Kupfererzlagerstätten in den  
Schladminger Tauern. - Bg. Hm. Jb. 81,  
1933: 54-61.
- (7) : Zur Erzlagerstättenkarte der Ost-  
alpen. - Radex-Rundschau, 1953, H. 7/8:  
371-407.
- (8) FUGGER E.: Die Bergbaue des Herzogthums Salzburg.
- (9) MEDWENITSCH: Bericht 1958 über Aufnahmen auf Blatt  
Untertauern (126). - Verh. geol. B. A. 1959,  
H. 3: A 42.
- (10) : Bericht 1959 über Aufnahmen auf Blatt  
Untertauern (126/4). - Verh. geol. B. A.  
1960, H. 3: A50-A51.
- (11) : Bericht 1960 über Aufnahmen auf Blatt  
Untertauern (126/4) und Flachau (126/3). -  
Verh. geol. B. A. 1961, H. 3: A40.
- (12) : Bericht 1961 über Aufnahmen auf Blatt  
Untertauern (126/4) und Flachau (126/3). -  
Verh. geol. B. A. 1962, H. 3: A38-A39.
- (13) PETRASCHECK W.: Metallogenetische Zonen in den  
Ostalpen. - Comptes-rendues XIV<sup>e</sup> Con-  
grès Géologique International, Madrid 1926,  
Madrid 1928.
- (14) PIRCHL H.: Brief vom 22. 11. 1915.
- (15) : Brief vom 12. 1. 1916.
- (16) POSEPNY F.: Die Erzlagerstätten von Kitzbühel in Tirol  
und den angrenzenden Theilen Salzburgs. -  
Archiv f. prakt. Geol., 1, 1880: 257-440.

- (17) **PREUSCHEN E.:** Zur vorläufigen Beurteilung der Erz-lagerstätten Ramingstein, Seekar und Limberg (Salzburg). - Unv. Gutachten, Leoben 1939.
- (18) **REDLICH K. A.:** Der Kupfererzbergbau Seekar in den Radstädter Tauern (Salzburg). - Ztschr. f. prakt. Geol., XIX, 1911: 350-355.
- (19) **SCHEINER H.:** Geologie der Steirischen und Lungauer Kalkspitze. - Mitt. Ges. Geol. Bergb. Stud. Wien, 11, 1960: 67-110.
- (20) **SCHROLL E. - AZER IBRAHIM N.:** Beitrag zur Kenntnis ostalpiner Fahlerze. - TMPM, 7, H. 1/2, 1959: 70 - 105.
- (21) **TRAUTH F.:** Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. I. Teil. - Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., 100, 1925: 101-212.
- (22) **:** Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. II. Teil. - Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math. -nat. Kl., 101, 1927: 29-65.
- (23) **WAAGEN L.:** Bergbau und Bergwirtschaft. - Wirtschafts-geographische Karten und Abhandlungen zur Wirtschaftskunde der Länder der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie, Heft 10, Handelsmuseum Wien, 1919.

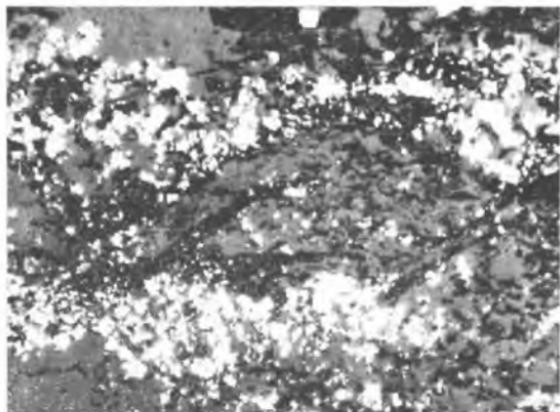


Abbildung 1

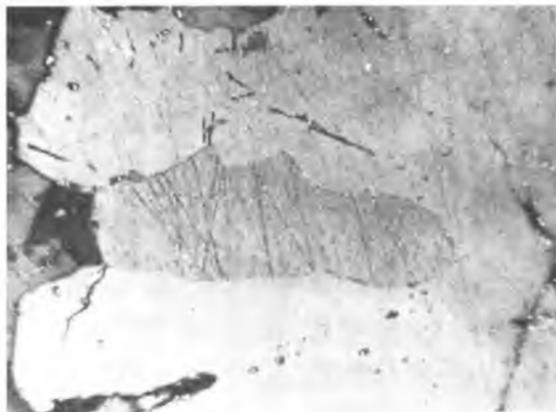


Abbildung 2

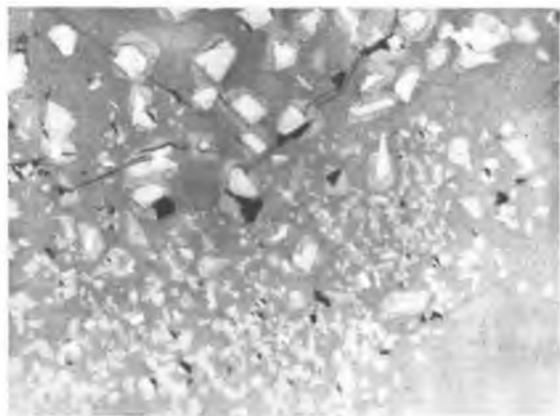


Abbildung 3

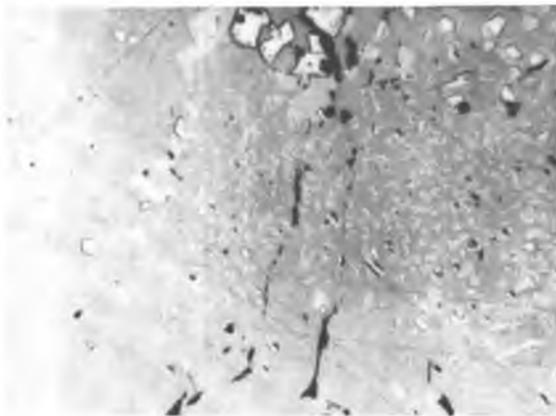


Abbildung 4

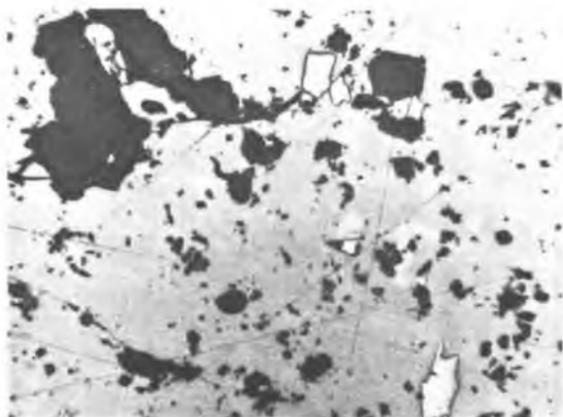


Abbildung 5

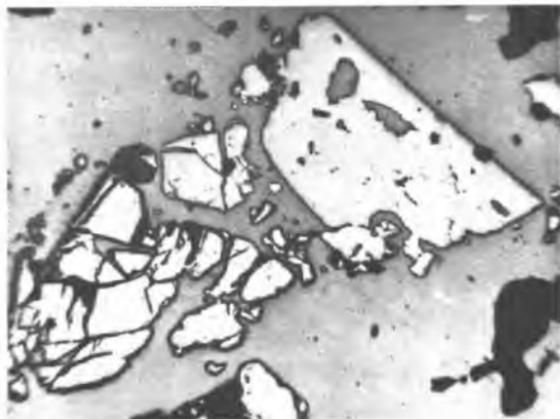


Abbildung 6

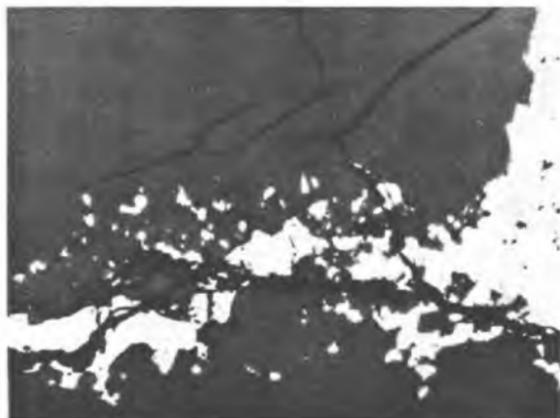


Abbildung 7

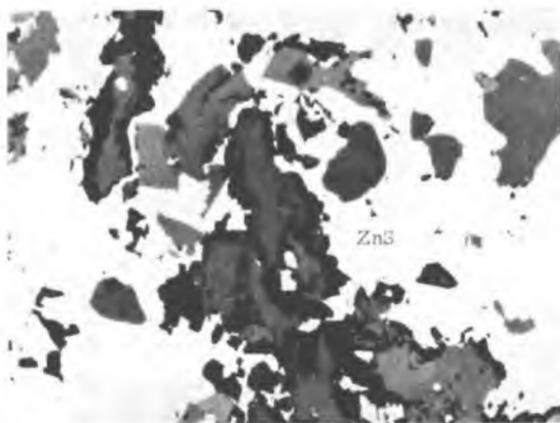


Abbildung 8

## Erläuterung einiger Anschliffaufnahmen

### Abbildung 1:

// Nic., 22x.

Anschliff senkrecht auf das *s* einer Brände. Man erkennt deutlich die feinen in *s* liegenden Pyritkörner und eine jüngere Zerschierung, die unter spitzem Winkel das *s* schneidet. Längs dieser Scherflächen sind die Pyrite stark zertrümmert (links unten; Bildmitte; rechter Bildrand).

### Abbildung 2:

// Nic., 140x.

In einem großen anisotropen Pyritkorn (hellgrau) gibt es einzelne Bereiche, die noch stärker anisotrop sind. Eine dieser Stellen ist in der Mitte dieses Bildes wiedergegeben. Die stärker anisotropen Teile sind deutlich dunkler und auch weicher (Schleifkratzer!) und werden bevorzugt vom jüngeren Kupferkies (dunkelgrau; am linken Bildrand) und Quarz (schwarz) verdrängt.

### Abbildung 3:

// Nic., 352x.

Diese und die folgende Aufnahme (Abb. 4) entstammen einem Anschliff vom Johann-Jakob-Stollen. Fahlerz (dunkelgrau) mit Kupferkies (hellgrau) und einzelnen Pararammelsbergitkörnern (weiß). Diese Nickelarsenide wurden zum Teil durch den nachfolgenden Quarz angelöst und verdrängt. Dies erkennt man z. B. am Korn mit dem dreieckigen Querschnitt; etwa in der Bildmitte, sehr gut. Die dunkle Gangart ist Quarz.

### Abbildung 4:

// Nic., 140x.

Fahlerz (grau) mit feinen Kupferkieströpfchen (hellgrau) und idiomorphen Pararammelsbergitkörnern (weiß, schwaches Relief). Am oberen Bildrand mit starkem Relief Arsenkies, der von einer Kluft aus deutlich durch Quarz (schwarz) verdrängt wurde. Rechts oben sieht man, daß der Quarz auch den Pararammelsbergit angriff.

### Abbildung 5:

// Nic., 140x.

Fahlerz (hellgrau) mit Kupferkieseinschlüssen (etwas heller) und einigen runden Arsenkieskörnern (weiß, starkes Relief). In der Bildmitte erkennt man die schon nahezu vollständige Verdrängung eines Pararammelsbergitkornes (weiß) durch Quarz (schwarz).

### Abbildung 6:

// Nic., 140x.

Rechts im Bild ein glattes Arsenkieskorn, links mit größerem Relief stark zerbrochener anisotroper Pyrit. Arsenkies und Pyrit werden - zumeist nach Klüften - vom Fahlerz (grau) ver-

drängt. Im Fahlerz ist rechts unten ein Kupferkiesströpfchen (weiß) zu erkennen. Quarzige Gangart.

Abbildung 7:

// Nic., 22x.

Die Vererzung benützte hier alte Klüfte und besteht im wesentlichen aus Fahlerz und einzelnen Kupferkiesströpfchen, die aber in der Abbildung nicht zu erkennen sind. Postgenetisch sind hier Klüfte aufgerissen, die hauptsächlich der alten Klüftung folgen. Im oberen Teil des Bildes erkennt man Fiederspalten.

Abbildung 8:

// Nic., 55x.

Im Kupferkies (hellgrau) schwimmen in der Mitte oben einzelne stark narbige Pyritkörner (deutlich heller, mit starkem Relief). Nahezu in der Mitte der Abbildung sieht man links von "ZnS" in Form eines schwachen, etwas dunkleren Fleckes ein unregelmäßig geformtes Zinkblendetröpfchen. Gangarten sind hier ein Karbonat (grau in verschiedenen Abstufungen) und Quarz (schwarz).