

**Geologie und geochemische Verteilung  
von Blei und Zink in den östlichen Gailtaler Alpen  
(Graslitzen — Kobesnock)  
Kärnten — Österreich**

6 Abb., 1 Tafel (4), Geol. Karte 1 : 25.000

Elisabeth Scheriau-Niedermayr

Anschrift:  
Dr. E. Scheriau-Niedermayr  
1200 Wien  
Othmargasse 36/1/8

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.	17. Bd.	1966	S. 51—72	Wien, März 1967
-------------------------------	---------	------	----------	-----------------



## 1. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt einen kleinen Beitrag zur Geologie und Geochemie eines Teiles der östlichen Gailtaler Alpen dar. Stratigraphisch gesehen umfaßt das Gebiet Gesteine vom Karbon bis zum Nor. Der tektonische Aufbau zeigt hauptsächlich ein E-W verlaufendes Störungssystem und NE-SW bzw. NW-SE verquerende Verwerfer. Letztere können mit der Blei-Zink-Vererzung in unmittelbarem Zusammenhang gebracht werden.

Die geochemische Beprobung auf Zink mittels Dithizon ergibt höhere Werte nur in der unmittelbaren Nähe von Störungen. Die Vererzung ist im wesentlichen auf drei Stellen beschränkt — Graslitzten, Tschekelnock und Windische Alpe. Die geochemische Bearbeitung zeigt, daß in einem derartig reliefbetonten, intensiv beschürften Gelände, wie es das Untersuchungsgebiet darstellt, die Auswertung von Bodenproben allein nicht genügt. Eine geochemische Prospektion kann demnach nur unter Zuhilfenahme einer geologischen Detailkartierung, möglichst umfangreichen Probenmaterials und auf Grund umfangreicher geochemischer Untersuchungen an Hand von anstehendem Gesteinsmaterial durchgeführt werden.

### Summary

The publication is a result of geochemical researchwork in the eastern part of the „Gailtaler Alpen“ (Carinthia, Austria).

The stratification of this region reaches from stone of Carboniferous to the Nor (Upper Triassic). The geochemical analysis by Dithizon shows that in such a region where the shapes of mountains are highly stressed and where you find intensive mining a geochemical prospection is not possible without using a detailed geological map of origine stone material.

### Resumé

La publication ci-dessus est le résultat de recherches géochimiques dans les „Gailtaler Alpen“ (Carinthie, Autriche). La stratigraphie de cette région comprend des roches à partir du Carbonifère jusqu'au Norien (Trias récent). L'analyse géochimique à l'aide de Dithizon seule ne suffit pas comme méthode de prospection à cause du terrain fort montagneux et de l'exploitation très intense des mines de galène et de blende. La prospection exige en plus une carte géologique sur une grande échelle.

## 2. Vorwort

Das in der vorliegenden Arbeit behandelte Gebiet liegt in den östlichen Gailtaler Alpen. Die höchsten Erhebungen und gleichzeitig die Nordgrenze bilden Graslitzten, Tschekelnock und Kobesnock. Nach S zu erstreckt sich das Gebiet bis in das Karbon.

Entsprechend der Themenstellung\*), die der Beziehung zwischen geologischem Bau und der geochemischen Blei-Zink-Verteilung in diesem Bereich der Gailtaler Alpen gewidmet ist, wurde mit einer Aufnahme von NS-Profilen im Abstand von ca. 1 km begonnen, und hierauf das so erfaßte Gebiet zusammenhängend kartiert und beprobt. Dabei wurde der Umgebung alter Stollen besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Für die Themenstellung, die rege Anteilnahme an der Arbeit sowie die vielen fördernden Diskussionen bin ich meinen verehrten Lehrern Herrn Prof. Dr. Dr. techn. h. c. Dr. h. c. E. CLAR und Herrn Prof. Dr. W. E. PETRASCHECK sehr zu Dank verpflichtet.

Weiters danke ich der Bleiberger Bergwerks-Union für die gewährte Unterstützung bei den vorliegenden Untersuchungen, vor allem für die Ermöglichung der Laborarbeit sowie die Einsichtnahme in unveröffentlichte Gutachten und Karten, besonders aber den Herren Bergdirektor DDr. Dipl. Ing. H. HOLLER und Bergverwalter Dr. L. KOSTELKA für die tatkräftige Förderung und Beratung.

Ebenso möchte ich den Herren Prof. Dr. F. BACHMAYER für die Durchsicht der Fossilbestimmungen, Dr. K. KOLLMANN für mikropaläontologische Hinweise, Prof. Dr. E. SCHROLL und Dr. M. WENINGER, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal (WKS), für Spurenterforschungen an einigen Proben, Prof. Dr. W. SIEGL für die erzmikroskopische Untersuchung einiger Gesteinsproben und Prof. DDr. Dipl. Ing. H. WIESENEDER für die gewährte Hilfe bei der Durchführung der Schwermineralanalysen danken.

Insbekunders aber sei der Sektion IV des Bundeskanzleramtes (wissenschaftlicher Beirat der verstaatlichten Betriebe Österreichs) für die bereitwillig gewährte finanzielle Unterstützung dieser Untersuchungen gedankt.

### 3. Problemstellung

Der in den vergangenen Jahrzehnten gesteigerte Rohstoffbedarf hat auch auf dem bergwirtschaftlichen Sektor durch die Erforschung vieler Lagerstätten mit Hilfe geologischer und geochemischer Methoden seinen Niederschlag gefunden, wobei die Wirtschaftlichkeit dieser Prospektionsmethoden im Vordergrund stehen muß. Daher ist es verständlich, daß für die geochemische Prospektierung hauptsächlich Schnellmethoden Verwendung finden, die bei dem enormen Probenanfall derartiger Untersuchungen den Zeitaufwand auf ein Mindestmaß beschränken sollen. Eine dieser Methoden ist die geochemische Prospektierung mittels Dithizon (Näheres Kap. 6). In Österreich wurde die Methode zunächst im Blei-Zink-Bergbau in der alpinen Trias angewandt. Nachdem diese Dithizonmethode untertags gute Ergebnisse erbracht hat (E. MACK 1958 und L. KOSTELKA 1962 und 1963), sollte sie auch obertags Verwendung finden. Aufgabe dieser

---

\*) Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um einen Teil einer Dissertation, die am Geologischen Institut der Universität Wien durchgeführt wurde.

Arbeit ist es, die Möglichkeiten der geochemischen Prospektion im alpinen Gelände zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde ein Gebiet in den östlichen Gailtaler Alpen W der Blei-Zink-Lagerstätte Bleiberg—Kreuth ausgewählt.

Es ist klar, daß mit Hilfe der geochemischen Prospektion in erster Linie geochemische Anomalien, und mit solchen hat man es bei Minerallagerstätten zu tun, erfaßt werden. Die Ausstrahlung einer Lagerstätte ist aber von einer Reihe von Faktoren abhängig. Zunächst muß zwischen einer primären und einer sekundären Hofbildung unterschieden werden. Der primäre Hof steht mit der Entstehung der Lagerstätte in Zusammenhang, während der sekundäre Hof durch nachträglich auf die Lagerstätte einwirkende Faktoren (Verwitterung, Auflösung, Wiederausfällung oder -ablagerung etc.) entstanden ist. In einem Gelände mit überwiegend starken Hangneigungen, wie es ja das alpine Gelände darstellt, ist daher mit einer talseitigen Verzerrung der Spurenhöfe zu rechnen. Es ist ebenfalls zu erwarten, daß das in Kalkgesteinen rasch unter der Oberfläche abfließende Wasser die von einer Anomalie ausgehenden chemischen Streuwirkungen auf weite Strecken verschleppt. Wenn auch heute durch die Unzahl der alten Bergbaue und Schürfe die Auffindung sehr erschwert wird, läßt sich doch auf Grund von geochemischen Untersuchungen einiges über die Strukturen der Vererzung sagen, die Rückschlüsse auf die Genese gestatten könnten. In diesem Zusammenhang wäre auch die Frage nach bestimmten Vererzungszonen interessant, wie sie von L. KOSTELKA 1961 für möglich gehalten wurden. Mit der geochemischen Fragestellung, wobei auch die zweckmäßigste Methode mit ihren Vor- und Nachteilen, sowie günstigster Probenabstand, Art der Probe (Gesteins-, Sediment- oder Bodenprobe) usw. berücksichtigt werden muß, ist auch eine geologische Problemstellung eng verknüpft; ist doch die geologische Kartierung Grundlage jeder geochemischen Beprobung. So ist die Frage, ob die Vererzung an bestimmte Gesteinskomplexe gebunden ist, ob sie sedimentären Horizonten folgt oder an Störungen auftritt, und wenn ja, welcher Art diese sind, ebenfalls ein wesentlicher Gesichtspunkt der Problemstellung der vorliegenden Arbeit.

Im Laufe der Untersuchungen schien auch eine eingehendere Behandlung der im kartierten Gebiet auftretenden Rauhacken nötig. Dies betraf besonders jenen „Rauhackenkomples“, der an der Südseite des Tschekelnocks liegt, insbesondere deshalb, weil hier eine innige Verquickung zwischen Vererzung und Tektonik gegeben schien.

#### **4. Stratigraphie**

##### **4.1 Karbon**

Tiefste geologische Einheit; zeigt eine rege Wechsellagerung schwach metamorpher Tonschiefer, Sandsteine und Konglomerate.

**Tonschiefer:** Schwarz, dünnbankig, schwach gefaltet, pyrithältig, bisweilen etwas sandig. Die dunkle Färbung wird durch graphitische Substanz verursacht.

**Sandsteine:** In relativ feinkörniger, ebenfalls durch Graphitpigment dunkel gefärbter und hauptsächlich aus Quarz, Biotit, Muskovit und Chlorit bestehender Grundmasse größere, meist gut gerundete, selten weniger stark gerundete Körner von Quarz, Quarzit, Phyllit und Gneis. Feldspat, vor allem perthitischer Mikroklin und polysynthetisch verzwilligter Plagioklas sind selten und nur in feinkörnigen Lagen anzutreffen. Alle Übergänge zu richtigen Konglomeraten sind zu beobachten, wobei oft eine gradierte Schichtung zu sehen ist.

Von einigen Sandsteinen wurden Schwermineralanalysen durchgeführt; untersucht wurde die Fraktion  $< 0,2$  mm. Wie Abb. 1 zeigt, ist für die bearbeiteten Proben ein ziemlich hoher Gehalt an Biotit und Chlorit neben opaker Substanz charakteristisch. Der Gehalt an durchsichtigen Mineralen ist gering, wobei hier Granat weitaus am häufigsten ist, daneben tritt noch Zirkon und Turmalin in größeren Mengen auf. Ersterer zeigt dabei eine deutliche Abhängigkeit von der Korngröße des Ausgangsgesteins. In den grobkörnigeren Lagen einer Sandsteinbank ist der Granat häufiger als in feinkörnigeren Partien; hier ist der Zirkon gegenüber dem Granat reichlicher vertreten. Außerdem wurde noch Apatit, Rutil und Epidot angetroffen.

**Geröllagen:** Treten vereinzelt in bis zu 2 m dicken Lagen auf. Die oft bis faustgroßen Komponenten umfassen überwiegend Quarz, daneben Quarzit, Lydite und Gneise und vereinzelt Hybridgranite und Aplite.

**Stratigraphische Stellung:** Das Alter der Sandstein-Tonschieferfolge wird unterschiedlich angegeben, meist aber werden die Gesteine in Verbindung zum Nötscher Unterkarbon gebracht und ebenfalls als Unterkarbon eingestuft.

#### **4.2 Perm? Grödener Sandstein**

Der Begriff Grödener Sandstein bezeichnet in den Gailtaler Alpen die Gesteinsgesellschaft von roten, festen, feinkörnigen Quarz- und Arkose-sandsteinen zusammen mit Konglomeratlagen, wird also faziell gebraucht (z. B. O. FELSNER 1938), wobei die Gesteine allgemein ins Perm gestellt werden. Nach neueren Untersuchungen (vergl. G. RIEHL-HERWISCH 1963—64) könnten die höheren Anteile auch Skyth enthalten.

Im kartierten Gebiet ist der Horizont der „Grödener Schichten“ durch Rotfärbung des Bodens zusammen mit roten Quarzsandsteinstückchen (Komponenten: Überwiegend Quarz, etwas Quarzit und Glimmer, sehr wenig Feldspat und opake Substanz) gekennzeichnet.

Das mikroskopische Bild zeigt, daß es sich bei dem Sandstein um einen Quarzsandstein mit etwas karbonatischer Grundmasse handelt; die Körner sind verhältnismäßig gut gerundet.

Die Schwermineraluntersuchung (Fraktion  $< 0,2$  mm) desselben Gesteins erbrachte einen sehr hohen Gehalt an opaker Substanz neben Biotit und Chlorit. Der Gehalt an durchsichtigen Mineralien ist dagegen äußerst ge-

ring, wobei hier Zirkon weitaus überwiegt, daneben tritt noch Turmalin in größeren Mengen und vereinzelt auch Granat, Rutil und Apatit auf.

#### **4.3 Ladin Wettersteindolomit und Wettersteinkalk**

Beim Wettersteindolomit handelt es sich um einen massigen, in der Regel sehr hellgrauen Dolomit, der auch die für dolomitische Gesteine typische Verwitterung zeigt. Der Wettersteinkalk hingegen ist ein hellgrauer bis weißer, stellenweise auch dunkler gefärbter, z. T. dolomitischer, schwach gebankter bis massiger Kalk, der öfter Diploporen (*Teutloporella herculea* STOPP.) und Megalodonten führt.

Im W (Graslitz-Südhang) grenzt der Wettersteindolomit an den Hauptdolomit, während im E, wohl tektonisch bedingt, nur mehr Wettersteinkalk auftritt. Gleichzeitig nimmt die Mächtigkeit des Kalkzuges stark ab, um E Windische Höhe auszuweichen. Die Nordgrenze des kartierten Gebietes bildet ebenfalls der Wettersteinkalk.

Bei der Kartierung konnten, allerdings infolge des komplizierten tektonischen Bauplans, keine Anhaltspunkte für eine stratigraphische Abfolge von Wettersteindolomit und -kalk gewonnen werden. Im allgemeinen wird der Dolomit ins Liegende des Wettersteinkalkes gestellt. Nichtsdestoweniger sind aber auch im Wettersteinkalk selbst unregelmäßig wolkig verteilt dolomitische Partien anzutreffen.

Die aus Bleiberg bekannten „edlen Flächen“ (H. HOLLER 1936) konnten nirgends eindeutig identifiziert werden. Manche Gesteinspartien zeigen aber eine rege Wechsellagerung von hellen bis weißen, dolomitischen Bändern mit dunkleren schwach rötlichen oder grauen kalkigen Lagen. Eine gewisse Unruhe der Sedimentation drückt sich dabei darin aus, daß einzelne Lagen zerbrochen und ganz leicht paradiagenetisch verformt erscheinen.

#### **Ladin? Dunkle Kalke und Dolomite des Graslitzkammes**

Der südlich vom Gipfel der Graslitz verlaufende Span von dunklen, gut gebankten Kalken und Dolomiten, die E-W streichen und steil gegen S einfallen, könnte sowohl einer dunklen Fazies des Wettersteinkalkes (H. HOLLER 1960) als auch dem *Cardita*-Plattenkalk entsprechen.

#### **4.4 Karn Carditaschichten**

Die durch Schieferzwischenlagen bewirkte Gliederung des karnischen Kalk-Dolomitpaketes scheint, wie eine Reihe von Arbeiten zeigte (z. B. W. SCHLAGER 1963), charakteristisch für die Gesteinsentwicklung im Drauzug zu sein, ist aber auch in anderen Gebieten anzutreffen (siehe O. SCHULZ 1955/1).

*Cardita*-Plattenkalk: Hauptgestein des karnischen Niveaus im kartierten Gebiet; weist die verschiedensten Ausbildungsformen auf.

Teils gebankt, teils massig, ist er überwiegend hellbraun bis hellgrau gefärbt. Dunklere Farbtonungen sind aber durchaus nicht selten.

Bisweilen sind in die normalen Cardita-Plattenkalke auch dolomitischere Lagen eingeschaltet. Im Liegenden des 2. Schiefers tritt überhaupt ein relativ gut gebankter, hell- bis dunkelgrauer, bituminöser, sandiger Dolomit an die Stelle des Plattenkalkes.

Gegenüber den eingelagerten Schiefen erscheinen die Kalke ziemlich arm an Fossilien; normalerweise sind lediglich vereinzelt Megalodonten zu beobachten. Sehr selten sind einzelne gering mächtige Lumachellenbänke in den Cardita-Plattenkalken eingelagert, die aber im allgemeinen keine brauchbaren Organismenreste geliefert haben.

Eine Sonderentwicklung nimmt in dieser Hinsicht ein östlich der Köstendorfer Alm entlang eines neuen Forstweges gelegener Aufschluß ein. Hier liegt unmittelbar über dem 3. Schiefer eine reich gegliederte Folge, deren Lumachellenbänke u. a. *Terebratula julica* BITTN. und einzelne nicht näher bestimmbare Fischreste enthalten (siehe Abb. 2a).

**Schiefer:** In die Cardita-Plattenkalk-Dolomitfolge sind insgesamt drei Schieferkomplexe eingeschaltet. Im bearbeiteten Bereich waren tektonisch bedingt nur der 2. und 3. Schiefer zu beobachten. Die Schieferbänder zeigen wieder eine Differenzierung, auf deren Gesetzmäßigkeit bereits H. HOLLER 1951/1 hingewiesen hat. Im einzelnen sind zu unterscheiden:

1. Dunkelgraue bis schwarze Tonschiefer: Sie bilden jeweils das Hauptgestein und erreichen je nach tektonischen Gegebenheiten Mächtigkeiten von wenigen dm bis ca. 20 m, wobei meist eine rege Wechsellagerung von einerseits pelitischen, andererseits mehr sandigeren oder kalkigeren Lagen beobachtet werden kann. In einzelnen Schieferpartien sind teilweise häufiger Pyritkugeln eingelagert. Einzelne Lagen sind außerdem ziemlich fossilreich (u. a. *Terebratula cf. julica* BITTN., *Cardita cf. Gümbeli* PICHL. und *Myophoria cf. fissidentata* v. WÖHRM.; die mikrofaunistischen Untersuchungen erbrachten nur einige unbestimmbare Ostracoden).
2. Sandsteine: Mehr oder weniger sandige Lagen sind in den Tonschiefern öfter eingelagert; ausgesprochene Sandsteine sind hingegen selten.
3. Oolithe: Hier müssen grundsätzlich zwei verschiedene Typen unterschieden werden.
  - a. Groboolith: Diese stets das Liegende des 3. Schiefers bildende dunkelgraue bis zu 6 m mächtige Bank setzt sich aus einer Anhäufung überwiegend konzentrisch-rundlicher, plattiger oder länglicher Komponenten, die durchschnittlich 1—2 cm Größe erreichen, zusammen. Der Kern dieser Gebilde besteht meist aus Bruchstücken von Cidaritenstacheln, Crinoidensplittern, Muscheln und anderen organischen Resten, die dann von einem konzentrisch angelagerten kalkig-mergeligen Material umkrustet wurden. Außer diesen eher bruchstückhaften Organismenresten enthält der Groboolith aber noch eine Reihe von

Abb. 1

Probe	← 100% →				← 100% →				
	Opak	Biotit Chlorit	durchsicht. Mineralien	Granat	Rutil	Zirkon	Turmalin	Apatit	Epidot
SM 4/64 grob	39	59	2	67		2	31		+
SM 5/64 fein	27	71	2	22	2	58	18	+	
SM 4/63 grob	47	27	8	99	+		1		
SM 5/63 fein	24	70	6	**		*	*		
SM 8/63 grob	51	37	12	99		1			
fein	47	46	7	68	3	12	17		
SM 10/63 grob	30	67	3	**					
fein	19	77	4	94		3	3		

Abb. 1

Schwermineralanalysen einiger Karbonatsandsteine. Mengen 1 % ... + bei weniger als 100 durchsichtigen Mineralkörnern im Präparat sind die Mengen mit \*\* (viel) und \* (wenig) angegeben.

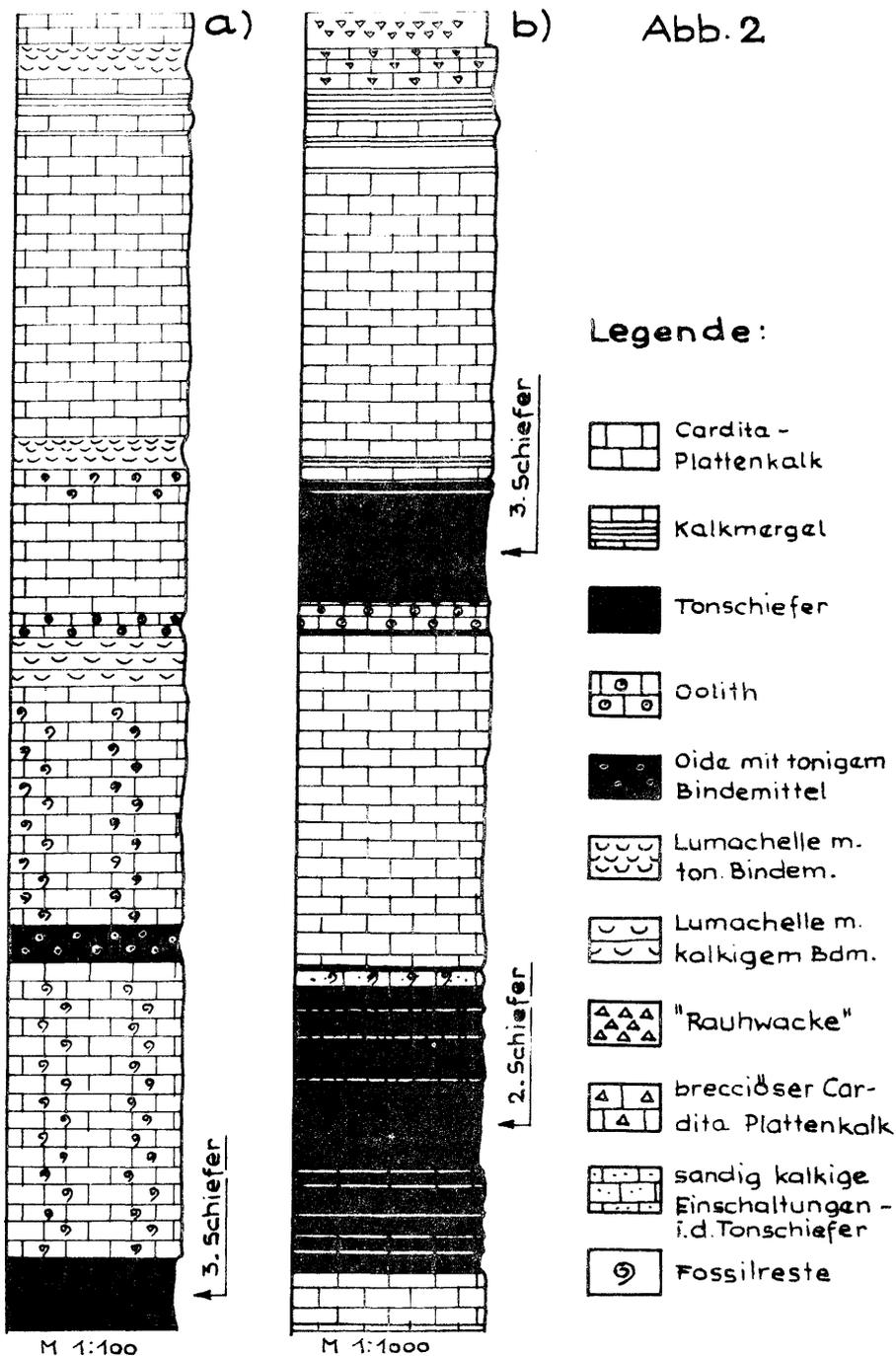


Abb. 2  
 Profil im Cardita - Plattenkalk E Köstendorfer Alm

Abb. 3  
 Profil der Carditaschichten, Tschekelnock Südhang

Fossilien, nämlich u. a. Spiriferina Lipoldi BITTN., Terebratula julica BITTN., Rhynchonella Concordia BITTN., Pecten cf. filiosus v. HAU. und zahlreiche Crinoidenstielglieder.\*)

Dem Groboolith vergleichbare Bildungen sind vereinzelt auch im 2. Schiefer in dünnen Bänkchen eingeschaltet.

- b. Oolithe i. e. S.: Infolge der geringen Größe der Ooide, maximal 1 mm Durchmesser, weniger auffällig und hauptsächlich im 2. Schiefer anzutreffen.
4. Fossilreiche Kalke bis Kalkmergel: Sind hin und wieder in den Schiefen eingelagert, aber nicht unbedingt horizontbeständig.

Über mehrere Schichtglieder reichende Säulenprofile konnten auf Grund der tektonischen Gegebenheiten nicht erfaßt werden. Abb. 2b (vergleiche auch R. W. v. BEMMELEN 1961, Tafel 12, Profil XI) stellt das wohl durch eine Störung unterbrochene einzige, relativ vollständige Karnprofil des Kartierungsgebietes dar.

Aus dem 2. wie aus dem 3. Schiefer wurden einige Proben auch schwermineralogisch untersucht. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 zusammengestellt (Fraktion  $< 0,2$  mm). Dabei scheint eine Unterscheidung der beiden Schiefer auf Grund ihres Schwermineralspektrums möglich. Allerdings muß betont werden, daß die geringe Anzahl der durchgeführten Analysen allgemein gültige Schlüsse in dieser Hinsicht jedoch nicht gestattet. So weist der 3. Schiefer gegenüber dem 2. Schiefer mehr Granat, Epidot und aktinolithische Hornblende, also im wesentlichen eine Mineralfolge metamorpher Gesteine, auf. Der 2. Schiefer hingegen besitzt ein ausgesprochenes Zirkonmaximum.

Auf Grund der Schwermineraluntersuchungen konnte dagegen eindeutig nachgewiesen werden, daß tuffogenes Material, zumindest im bearbeiteten Gebiet, an der Zusammensetzung der Cardita-Schiefer beteiligt ist. Besonders gut war das in Probe SM 6/64 (siehe auch Abb. 3) zu sehen, die u. a. sehr schöne idiomorphe sechsseitige Biotite neben Apatit und Augit (Titanaugit?) enthielt. Aber auch in allen anderen Proben konnte Augit in wechselnden Mengen angetroffen werden. Der Verf. beabsichtigt diese Frage durch genauere schwermineralogische Untersuchungen der Cardita-Schiefer des Drauzuges näher zu beleuchten.

#### 4.5 Nor      Hauptdolomit

Meist ungeschichtete, dunkelgraue bis graubraune, mehr oder weniger stark bituminöse Dolomite, die in ihren höheren Anteilen Einlagerungen von dunklen, gut geschichteten Bitumendolomiten zusammen mit dünnen schwarzen Ölschieferzwischenlagen (z. B. im Almgraben N Förolach und in den von der Kreublacher Alm nach Norden ziehenden Gräben) führen. Des öfteren ist eine brekziöse Entwicklung des Hauptdolomits zu beobachten, die nach H. HOLLER 1951/1 ziemlich in das Liegende des Hauptdolomitkomplexes zu stellen ist.

\*) Die bisher angeführten Fossilien beziehen sich alle auf eigene Funde; die Bestimmungen wurden ebenfalls vom Verf. selbst durchgeführt.

## 5. Tektonik

### 5.1 Allgemeine Übersicht

In dem bearbeiteten Gebiet, dessen paläozoische und mesozoische Schichtglieder auf einem, hier nicht näher behandelten, Kristallinsockel ruhen, können, allerdings lückenhaft, folgende stratigraphische Einheiten unterschieden werden. Von S nach N liegt über dem kristallinen Untergrund zunächst Karbon. Darüber an der Basis der überlagernden Trias treten stellenweise „Grödener Schichten“ auf. Untertrias konnte im eigentlichen Arbeitsgebiet nirgends festgestellt werden — diese ist dagegen unmittelbar außerhalb des Aufnahmebereiches im äußersten NW, an der Nordseite der Graslitzen W der St. Stefaner Alm, entlang der sogenannten „Kak-Störung“ als Werfener Schichten aufgeschlossen. Das Ladin in Form zweier Wettersteindolomit- bzw. Wettersteinkalkzüge begrenzt eine Karn und Nor umfassende Schichtfolge im N und S.

Die einzelnen Schichtglieder erscheinen weitgehendst voneinander isoliert. Mit Ausnahme der Graslitzen, wo zwischen Carditaschichten und Hauptdolomit am ehesten ein sedimentärer Verband bestehen könnte, ist nirgends ein gesicherter stratigraphischer Übergang festzustellen.

Nach H. HOLLER 1953 stellt das kartierte Gebiet einen Teil der großen Grabenzone, die sich zwischen Oberer Fellach bei Villach und dem Zuchengraben N Pressegger See im Gailtal in EW-Richtung erstreckt und unter dem Namen Bleiberger Graben bekannt ist, dar. Im Bereich der Graslitzen streichen die Schichten ziemlich generell E-W und fallen allgemein mehr oder weniger steil nach S ein. So weist das Gebiet eher Schuppencharakter auf. Es könnte sich aber auch um eine Mulde mit Carditaschichten und Hauptdolomit als eigentlichen Muldenkern handeln, deren Nord- und Süd- bzw. Hangend- und Liegendschenkel durchgeschert und gegeneinander z. T. beträchtlich vertikal verstellt wurden, wobei der stratigraphische Verband zerstört und die einzelnen Schichtglieder weitgehend voneinander isoliert erscheinen. Dasselbe gilt auch mit Ausnahme des Störungssystems des Schliwagrabens für den Bereich des Tschekelnocks. Östlich des Pöllandtales läßt sich dies dagegen nicht so eindeutig feststellen. Der hier im Sinne von H. HOLLER die Grabenzone bildende Hauptdolomit erscheint eher wie ein relativ starrer Klotz, der keinen wesentlichen Innenbau zeigt. Lediglich die sich über das ganze Gebiet erstreckenden E-W streichenden Störungen der Grabenränder sind auch hier ausgeprägt.

Außer den großen E-W verlaufenden Störungslinien treten noch eine Unzahl verquerender, vornehmlich NE-SW und NW-SE streichender Störungen auf. Letztere stellen nach H. HOLLER 1935, 1936 und 1953 die Erzbringer dar. Im kartierten Gebiet ist es vor allem das NW-SE verlaufende Störungssystem des Schliwagrabens, das einerseits die davon erfaßten Gesteine einer intensiven tektonischen Beanspruchung unterworfen hat, gleichzeitig aber durch eine ehemals abbauwürdige Vererzung ausgezeichnet ist. Ähnliches gilt auch für die Erzvorkommen der Windischen Alpe und des Ostabhanges der Graslitzen, wenn dort auch die tektonische Beanspruchung nicht so augenfällig ist. Altersmäßig sind die NE-streichenden

Verwerfer von den NW-streichenden nicht ohne weiteres zu trennen, beide sind aber auf alle Fälle jünger als die großen E-W verlaufenden Störungen, da sie diese in den meisten Fällen, wenn auch nur gering, versetzen. Dabei ist es einigermaßen problematisch, inwieweit die Verstellungen vertikal oder horizontal erfolgten. Auf Grund der beobachteten Lineationen an Harnischflächen dürfte die vertikale Komponente stärker als die horizontale sein, wobei größtenteils die Ostseite gegenüber der Westseite abgesenkt ist. Beträchtliche horizontale Verschiebungen treten dagegen zurück.

## 5.2 Das Problem der „Rauhacke“

Es handelt sich dabei um die am Tschekelnock Südhang in ziemlich großer Mächtigkeit auftretende „Rauhacke“ unklarer stratigraphischer Stellung, die von H. HOLLER 1951/1 für sedimentär gehalten und ins Karn gestellt wird. Das hellbraune bis graue Gestein zeigt im frischen Zustand im allgemeinen ein brekziöses Aussehen, wobei meist dunkle, graubraune, sandig dolomitische, selten aber auch hellere kalkige Komponenten in einer hellbraunen, kalkigen bis leicht dolomitischen Matrix schwimmen.

Die dolomitischen Komponenten verwittern sehr leicht und verursachen dann das rauhackige Aussehen des Gesteins. Im Bereich des Schliwagrabenstörung treten immer in der Nähe größerer Störungen kleine, teilweise aber auch große (2 m und darüber) Schollen eines gut gebankten hell- bis dunkelbraunen sandigen, bituminösen Dolomits, ähnlich den Komponenten der „Rauhacke“, auf. Welche stratigraphische Stellung diesen Schollen zukommt, ist nicht leicht zu entscheiden, da lithologisch ähnlich entwickelte Dolomite sowohl im Karn als auch im Nor auftreten können.

Das in der „Rauhacke“ befindliche und auch früher abgebaute Erz ist für diese Überlegungen zunächst unwesentlich und wird daher in Kap. 7 gesondert behandelt.

Im allgemeinen streichen die Schichten im kartierten Gebiet E-W mit meist mittelsteilem bis steilem Einfallen nach S, ausgenommen den Bereich des Tschekelnocks. Hier sind die Schichten in der Nähe der Schliwagrabenstörung, und zwar hauptsächlich unmittelbar westlich davon, bei relativ flacher Lagerung überwiegend N-S orientiert.

E des Verwerfers ist dies nicht zu beobachten. Die Querstruktur könnte auf den Schliwagrabenverwerfer bezogen werden. Bei einer steil nach SE abtauchenden Bewegungsrichtung des östlichen Teiles wäre ein Einschwenken der Schichtflächen des westlich davon gelegenen Gesteinspaketes von E-W nach annähernd N-S nicht schwer zu erklären. Wie aus den Angaben von J. WIEBOLDS 1944 zu entnehmen ist (siehe auch Taf. 4b,) liegt unter der „Rauhacke“, die westlich der Störung um Kote 1797 m ansteht, Cardita-Plattenkalk; an einer Stelle des Josefi-Zubau Stollens wurde sogar ein Schiefer angefahren. Auf Grund des Haldenmaterials dürfte es sich dabei um den 3. Schiefer handeln. Nach den Angaben von

J. WIEBOLS ist bei der Stollenaufnahme eine flache Lagerung dieser Cardita-Folge festzustellen, wobei auffällt, daß gegen die Störung zu die Schichten steiler gestellt sind. Wie noch näher ausgeführt werden wird, kann dies auf die Schliwagrabenstörung zurückgeführt werden.

Weiters fällt auf, daß die Gesteinsfolge westlich des Pöllandtales wesentlich abwechslungsreicher entwickelt ist als östlich davon. Einer Folge von Wettersteinkalk, Cardita-Plattenkalk, Hauptdolomit und „Rauhwanke“ im W steht ein relativ einförmiger Hauptdolomitkomplex im E gegenüber. Die „Rauhwanke“ erscheint im Kartenbild gleichsam als westliche Fortsetzung des Hauptdolomitklotzes von Badstuben und Vizala. Nach R. CANAVAL 1906 ist der „kavernöse Kalk“, wie er die rauhwanckige Brekzie bezeichnet, im westlichen Liegendschacht des Antoni-Stollens (Bergbau Windische Höhe) ca. 100 m vom Schiefer entfernt angefahren worden; damit reicht die Brekzie unter der Quartärbedeckung unmittelbar an den Hauptdolomit heran. Mithin hat es den Anschein, als ob dieser Hauptdolomitklotz von SE her auf die Gesteinsfolge des Tschekelnocks aufgeschoben worden ist, und die Brekzie die ehemalige Bewegungsbahn darstellt, also tektonisch bedingt ist. Einen ähnlichen Mechanismus hat H. HOLLER 1936 mit seinem Begriff „Schneepflugtektonik“ charakterisiert. Zeitlich müßte die Bewegung auf alle Fälle vor den NW-SE verquerenden Störungen stattgefunden haben. Wahrscheinlich würde sie aber auch vor der Anlage der großen E-W-Verwerfer anzusetzen sein.

Es wäre ebenfalls denkbar, daß die „Rauhwanke“ als Rest eines an der Wende Karn-Nor sedimentierten ursprünglich Gips führenden Dolomit-Kalkhorizontes aufzufassen ist. Tektonische Vorgänge können das ehemalige Gefüge solcher Rauhwancken zerstören und eine Rekonstruktion der ursprünglichen Gegebenheiten dadurch unmöglich machen. Durch Bodenlösungen kann der Gipsgehalt relativ leicht weggelöst werden — zurück bleibt ein Trümmerwerk aus Dolomit- und Kalkbrocken, die ihrerseits ebenfalls teilweise Anlaß zur Bildung einer teils dolomitischen, teils kalkigen Matrix geben könnten. Auf Grund der Geländebeobachtung, vor allem wegen der im Bereich der Schliwagrabenstörung z. T. beträchtlichen Größe der Kalk- bzw. Dolomitschollen, dürfte diese Annahme allerdings eine geringere Wahrscheinlichkeit besitzen.

Da die im Vorstehenden kurz skizzierten Deutungsmöglichkeiten doch nur mehr oder weniger hypothetischen Charakter haben, sollte die Frage nach der Entstehung der Brekzie, ob tektonischer oder sedimentärer Ursprung, weiterhin offen bleiben.\*)

---

\*) Die vom Verf. nach Abschluß dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen im Bereich N des Tschekelnocks haben neue Gesichtspunkte geliefert. So dürfte es sich bei dem im Gebiet des Tschekelnocks auftretenden großen „Rauhwanckenkomplex“ ziemlich sicher um die Basisbrekzie des Hauptdolomits handeln. Die intensive tektonische Beanspruchung würde gleichzeitig die rauhwanckige Ausbildung der Brekzie erklären. Die „Rauhwanke“ wäre daher im großen und ganzen, wie schon H. HOLLER 1951/1 vermutete, wohl sedimentären Ursprungs, aber nicht karnischen sondern norischen Alters.

## 6. Geochemie

### 6.1 Dithizon und seine Anwendung

Diphenyl-thiocarbazon, abgekürzt Dithizon, mit der Bruttozusammensetzung  $C_{13}H_{12}N_4S$  ist eine schwache Säure. Seine Fähigkeit mit gewissen Schwermetallionen, die nach G. IWANTSCHEFF 1958 ausschließlich zu jenen Metallen gehören, deren Ionen in wässriger Lösung schwer lösliche Sulfide bilden, in bestimmten  $pH$ -Bereichen innere Komplexsalze zu bilden, wird für qualitative und auch quantitative Untersuchungen dieser Schwermetalle (bis jetzt insgesamt 18) herangezogen.

### 6.2 Arbeitsweise

#### 6.21 Probenahme

Von den fast 1500 aufgesammelten Proben entfallen ca. 1300 Proben auf Gesteins-, ca. 100 auf Sediment- und ca. 100 auf Bodenproben.

Die Gesteinsprobe ergibt sich aus verschiedenen Punkten einer maximal 2 m<sup>2</sup> großen Fläche frischen, anstehenden Gesteins. Unter dem Begriff Sedimentprobe ist kleingrusig verwitternder Gesteinsschutt in Bachbetten, auf Halden und im Gehängeschutt zu verstehen, der naturgemäß bereits einen größeren Querschnitt der hangaufwärts anstehenden Gesteine gibt als die praktisch punktförmigen Gesteinsproben. Den eigentlichen Verwitterungsboden repräsentieren die Bodenproben. Sowohl bei den Sediment- wie auch bei den Bodenproben stellen allerdings die Verunreinigungen durch das Haldenmaterial alter Stollenbaue eine nicht zu übersehende Fehlerquelle dar.

Die Proben, jeweils ca. 10—50 g, wurden in einem Stahlmörser zerkleinert und mit einem 0,4 mm Sieb trocken gesiebt.

#### 6.22 Analysengang

Die Methode der Analyse ist im Prinzip die gleiche, wie sie von E. MACK 1958 angewendet wurde und auch bei den Prospektionsarbeiten der Bleiberger Bergwerks-Union Verwendung findet (L. KOSTELKA 1962 und 1963).

### 6.3 Ergebnisse

Wie bereits in Kap. 6.21 erwähnt wurde, entfallen von den fast 1500 aufgesammelten Proben ca. 1300 Proben auf Gesteins-, ca. 100 auf Sediment- und ca. 100 auf Bodenproben. Die Analysenergebnisse dieser Proben zeigen, daß ihre Zinkwerte größtenteils unter 50 ppm, meist sogar unter 20 ppm liegen. Da bei der Genauigkeit der Methode mit einer Fehlergrenze von  $\pm 25\%$  zu rechnen ist (es handelt sich um eine Feldmethode), wurde die Grenze des Untergrundes mit 50 ppm festgelegt, wie dies auch von A. BIANCHINI und J. SALVADORI 1949 für Karbonatgesteine vorgeschlagen wurde, während sie die Grenze des Untergrundes für Sandstein mit 20 ppm und für Schiefer mit 200 ppm annahmen. J. J. GINSBURG 1963 spricht dagegen von einer erzfreien Mineralisation bis 100 ppm, von einer

dispersen Mineralisation von 110 bis 600 ppm, von einer angereicherten Mineralisation von 700 bis 3000 ppm und von einer Erzmineralisation bei Zinkwerten über 3000 ppm.

Um eine größere Übersichtlichkeit zu ermöglichen, wurde die Grenze des Untergrundes allgemein mit 50 ppm festgelegt (siehe auch Taf. 4), nicht zuletzt deshalb, weil in Bezug auf die Zinkwerte die Trennung zwischen Kalk, Kalkmergel und Mergel einerseits und zwischen Tonschiefer, sandigem Tonschiefer und Sandstein andererseits oft sehr schwierig ist, woraus gefolgert werden kann, daß etwas höhere Werte bei dem Cardita-Tonschiefer und dem Karbon (worauf weiter unten noch näher eingegangen werden wird) nicht unbedingt Anomalien sein müssen.

Betrachtet man nun die in Taf. 4 eingetragenen Zinkwerte (nur Proben von frischem, anstehenden Gestein), so fällt auf, daß diese in der unmittelbaren Nähe von NW-SE-, weitaus seltener von NE-SW-Störungen (besonders deutlich zu sehen bei der Schliwagrabenstörung und ihrer weiteren Fortsetzung) ansteigen, während oft sogar einige Meter daneben, aber vereinzelt auch im Bereich der Störung selbst bereits wieder taube Werte zu finden sind. Die Vererzung steht also, wie in Kap. 7 noch näher ausgeführt werden wird, in unmittelbarem Zusammenhang mit diesen Störungssystemen, denen auch der alte Bergbau folgt. Besonders schön ist obige Beobachtung auf Grund von Stollenaufnahmen von J. WIEBOLS, H. HOLLER und eigenen Kartierungsergebnissen in Taf. 4b zu sehen. Entlang der W-E streichenden Störungen konnten keine Anomalien beobachtet werden.

Eine Anordnung der Vererzung in Form NW-SE streichender Zonen (Bleiberg—Rubland—Auf der Eben—Kienleiten—Golsernock, Spitznock und Windische Höhe—Marchtratten—Tschekelnock—Mitterberg), bei welchen es sich nach L. KOSTELKA 1961 sowohl um ein System von Rinnen mit reduzierendem Milieu im Triasmeer, als auch um eine diese Zonen auszeichnende lebhaft hydrothermale Aktivität, vielleicht im Zusammenhang mit dem geosynklinalen Vulkanismus, handeln kann, kann nicht festgestellt werden; wenngleich auch die störungsgebundene Vererzung naturgemäß gewisse Bereiche, nämlich solche mit stärkerer tektonischer Beanspruchung, bevorzugt.

Der Zinkgehalt des Untergrundes ist über das ganze Gebiet gleichmäßig verteilt.

Die in der Literatur oft beschriebene und auch bei großen Erzvorkommen verschiedentlich mit Erfolg angewandte geochemische Prospektion mittels eines Rasternetzes ist im bearbeiteten Gebiet mit seiner intensiven Kleintektonik kaum anwendbar. Hier erwies sich gerade die geologische Detailaufnahme als Grundlage für die geochemische Beprobung als besonders wichtig. Ebenso mußte den Gesteinsproben (siehe auch Kap. 6.21) gegenüber den Sediment- und Bodenproben der Vorzug gegeben werden, wobei sich ein durchschnittlicher Probenabstand von 25 bis 50 m als zweckmäßig herausstellte. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß in manchen Gebieten, besonders im engeren Bereich der Vererzung, ein wesentlich geringerer Probenabstand unerlässlich ist. In einem Gelände mit über-

Abb. 3

Probe	Fundort	← 100%					100% →								
		Opak	Blotit Chlorit	durchsicht. Mineralien	Granat	Rutil	Zirkon	Turmalin	Apatit	Titanit	Epidot Klinoisit	Chloritoid	Hornblende	Augit	Chromit
3. Schiefer	SM 2/63	Windische Höhe, E Kote 1211m, 1160m SH	95	2	3	* *	*	* *	*	*		*		*	
	SM 3/63	Windische Höhe, E Kote 1211m, 1160m SH	75	1	24	44	1	9	2	2	2	17	+	20	3
	SM 7/64	Tscheckelnock, Schliwagrab, Westseite, 1440m SH	85	11	4	**		**	*	*		*		*	*
	SM 6/64	Tscheckelnock, S Kote 1513m, 1475m SH	72	21	7	24		14	18	8	2	10	1	11	12
	SM 3/64	Graslitzen Osthang, Kote 1732m	100												
2. Schiefer	SH 31/64	Tscheckelnock, E Kote 1784m, 1810m SH	92	1	7	15		68	3	1		2		3	6
	SM 1/64	Köstendorfer Alm, Quelle bei 1600m am Weg	97	1	2	15	8	53	10	1	+	2		3	6
	SM 2/64	Graslitzen Osthang, NW Kote 1732m, 1830m SH	93	1	6	13		64	4	2		6		1	10

Abb. 3

Schwermineralanalysen einiger Proben aus dem 2. und

3. Schiefer

Mengen 1% ... +; bei weniger als 100 durchsichtigen Mineralkörnern im Präparat sind die Mengen mit \*\* (viel) und \* (wenig) angegeben

Abb. 4

Probe	B	Be	Ca	Co	Cr	Fe	K	Mo	Ni	Rb	Sr	Ti	V	Zr	Cu	Zn
	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Karbon ↑ SH 41/64 Gesamtprobe SH 41/64 Matrix SH 41/64 Schiefer	51	5,2	0,18	8	120	2,0	1,5	25	28	118	105	0,14	290	102	300	280 <sup>1)</sup>
	80	3,5	1,2	29	210	3,8	1,1	58	42	225	237	0,20	520	61	400	350 <sup>1)</sup>
	84	2,5	0,35	10	208	4,6	0,9	23	34	190	118	0,23	385	54	70	80 <sup>1)</sup>
SH 42/64 Schiefer	26	2,0	2,3	34	302	6,2	3,2	15	22	1050	420	0,18	690	34	100	70 <sup>1)</sup>
Karn ↑ SSL 4/64 2.Schiefer SSL 2/64 3.Schiefer	43	1	1,1	18	430	3	3,8	27	52	540	160	0,20	508	28	50	60 <sup>1)</sup>
	78	1	26,7	11	620	2,3	3,6	34	39	373	1000	0,14	287	52	30	65 <sup>1)</sup>
Schiefer- tone	100	3	2,21	19	90	4,72	2,66	2,6	68	140	300	0,46	130	160	45	95
Sand- steine <sup>2)</sup>	35	0,1	3,91	0,3	35	0,98	1,07	0,2	2	60	20	0,15	20	220	x	16
Karbonat- gesteine <sup>2)</sup>	20	0,1	30,23	0,1	11	0,38	0,27	0,4	20	3	610	0,04	20	19	4	20

Elementkonzentrationen einiger Karbon- und Carditaschiefer im Vergleich zu den von K. K. TUREKIAN und K. H. WEDEPOHL 1961 gegebenen Durchschnittswerten für Schiefertone, Sandsteine und Karbonatgesteine. 1.) Mittels Dithizon bestimmt. 2.) in einigen Fällen wurden u. a. größenordnungsmäßige Angaben gemacht. Dies wurde dann durch das Symbol x verdeutlicht.

wiegend starken Hangneigungen, wie es das kartierte Gebiet darstellt, das gleichzeitig durch eine Unzahl alter Bergbaue, Schürfe und deren Halden gekennzeichnet ist, ist eine geochemische Prospektierung mit Sediment- und vor allem Bodenproben nur sehr bedingt möglich, da diese in den meisten Fällen durch die zahlreichen Bergwerkshalden beeinflusst sind. Prinzipiell streuen daher die Zinkwerte der Bodenproben (siehe auch Taf. 4a) wesentlich mehr als die der Gesteinsproben. Das ist aber gerade deshalb große Fehler aufweisen, ist, wie bereits weiter oben erwähnt wurde, einer genaueren möglichst engmaschigen Gesteinsbeprobung in Verbindung mit einer geologischen Detailkartierung der Vorzug zu geben. Außerdem ergibt sich, daß die Aufnahme einzelner Profile, wie sie bei der vorliegenden Arbeit zunächst versucht wurde, nur dann zu empfehlen ist, wenn die geologischen Verhältnisse und die Vererzungstypen im jeweiligen Gebiet bereits bekannt sind — anderenfalls muß einer flächenhaften Kartierung und Beprobung eindeutig der Vorrang gegeben werden. Bei Profilaufnahmen ist der Abstand der einzelnen Profile auf alle Fälle so zu wählen, daß auch eventuelle Querstrukturen erfaßt werden können — definitive Angaben können darüber natürlich nicht gemacht werden.

Höhere Zinkgehalte sind, wie in Taf. 4 zu sehen ist, fast ausschließlich an Störungen gebunden; der Zusammenhang von Tektonik und Vererzung wird damit augenscheinlich. Anzeichen einer sedimentären Vererzung konnten, wenn man davon absieht, daß die Vererzung im Kartierungsgebiet vorwiegend karnische Gesteine erfaßt hat, keine beobachtet werden.

Von ca. 60 Proben wurden neben den Zinkwerten auch die Bleiwerte bestimmt. Dabei zeigte es sich, wie dies auch bereits die Stollenprospektierung ergeben hat, daß das Blei, das sowohl im Gestein als auch im Verwitterungsboden weit weniger mobil ist als das Zink, geringere Werte aufweist und daher im allgemeinen seltener nachgewiesen werden kann, somit für eine geochemische Prospektion nicht sehr vorteilhaft zu verwenden ist.

Die Elementkonzentrationen einiger Schiefer, sowohl Karbonschiefer wie Carditaschiefer, wurden emissionsspektrographisch und röntgenfluoreszenzanalytisch untersucht. Die Bestimmungen wurden in liebenswürdiger Weise von Herrn Dr. M. WENINGER, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal (WKS), durchgeführt. B, Be, Co, Cr, Mo, Ni, V, Zr und Cu wurden emissionsspektrographisch, Ca, Fe, K, Rb, Sr, Ti röntgenographisch bestimmt. Die Auswertung erfolgte mit Ausnahme von Cu quantitativ; als Vergleich dienten internationale Standards und synthetische Eichproben.

Von Probe SH 41/64, einem Karbonkonglomerat, wurden drei Analysen durchgeführt; Gesamtprobe, Matrix und die als Gerölle auftretenden Schieferkomponenten des Konglomerats. Hierbei ergab sich fast durchwegs eine Anreicherung der einzelnen untersuchten Elemente in der Matrix des Gesteins. Probe SH 42/64, die zweite Karbonprobe, stellt einen graphitreichen Schiefer dar. Im wesentlichen die gleichen Ergebnisse lieferten Proben der beiden Carditaschiefer, SSI 4/64 (2. Schiefer) und SSI 2/64 (3. Schiefer). Die Analysenergebnisse sind in Abb. 4 zusammen-

gefaßt. Ihnen gegenübergestellt seien die durchschnittlichen Elementkonzentrationen der Sedimente, gegliedert in Schiefertone, Sandsteine und Karbonatgesteine, wie sie von K. K. TUREKIAN und K. H. WEDEPOHL 1961 angegeben werden. Dabei fällt auf, daß in den untersuchten Proben die Werte der Elemente Cr, Mo und V im Vergleich zu den von den beiden genannten Autoren angeführten Werten wesentlich höher liegen.

Nach K. RANKAMA und Th. G. SAHAMA 1949 ist Zn zusammen mit Cd und einer Reihe anderer Elemente einerseits besonders in an Sulfid reichen Sedimenten, andererseits aber auch in Gesteinen mit höherem organischen Anteil angereichert. Für Schiefertone und Tone werden von den genannten Autoren Werte zwischen 80 und 1000 ppm Zn angegeben, für Sandsteine  $< 20$  ppm Zn und für Kalke gleich oder unter 50 ppm Zn.

Aus dem ziemlich umfangreichen Datenmaterial der oben bereits zitierten Arbeit von K. RANKAMA und Th. G. SAHAMA geht hervor, daß höhere Elementkonzentrationen, speziell von Mo, Cr, V und Zn für Sedimente mit einem höheren Gehalt an organischen Substanzen typisch sind.

Auch K. H. WEDEPOHL 1953 hebt die speichernde Wirkung organischer Substanzen in Bezug auf den Zinkgehalt mancher Sedimente hervor, wenngleich seine Untersuchungen auch gezeigt haben, daß höhere Bitumengehalte nicht grundsätzlich auch höhere Zinkgehalte mit sich bringen müssen. Seiner Meinung nach sind in den Sedimenten meist hydroxylhaltige Minerale besonders aufnahmefähig für Zink, wie z. B. Kaolinit und Montmorillonit. Dementsprechend gibt er unter Berücksichtigung des Tiefseematerials für Tone und Tonschiefer einen durchschnittlichen Gehalt von 0,0047% Zn an, für Kalke und Sande etwas weniger (0,0024% bzw. 0,0016 % Zn).

Auf Grund der obigen Erörterungen erscheint daher die generelle Annahme eines Untergrundes von 50 ppm Zn durchaus vertretbar; für schiefrig tonige Gesteine, besonders aber für an organischer Substanz reiche Sedimente, muß ein höherer Untergrund angenommen werden. Wie bereits weiter oben (S. 64) erwähnt, wurde dieser in Anlehnung an A. BIANCHINI und J. SALVADORI 1949 mit 200 ppm festgesetzt. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß unter Umständen auch noch höhere Werte durchaus nicht auf eine Vererzung zurückgeführt werden brauchen, wie die obigen Ausführungen gezeigt haben. In solchen Fällen dürfte aber dann eine genaue Untersuchung der Spurenelementkonzentrationen der jeweiligen Gesteine unerlässlich sein, um auf Grund der Elementverteilung Hinweise auf das Ablagerungsmilieu des Sediments zu erlangen und dadurch auch eine Erklärung unverhältnismäßig höherer Zinkgehalte geben zu können. Dementsprechend lassen sich die relativ hohen Zinkwerte (100—500 ppm) einer Reihe von Karbon- und Carditaschieferproben einerseits auf einen höheren Gehalt an organischer Substanz (Graphitpigment der Schiefer, Sandsteine und Konglomerate des Karbons und Bitumengehalte der Carditaschiefer) und andererseits auf einen gewissen Tonmineral- und Sulfidgehalt der Carditaschiefer zurückführen.

## 7. Problematik der Vererzung

Wie schon auf Grund der Ergebnisse der geochemischen Untersuchungen festgestellt wurde, ist die Vererzung im wesentlichen nur an drei Stellen gebunden, nämlich Graslitzen, Tschekelnock und Windische Alpe. Die genannten Vorkommen sind alle durch ehemalige Bergbautätigkeit gekennzeichnet.

Das westlichste Vorkommen befindet sich am Osthang der Graslitzen oberhalb Kote 1732 m. Hier liegen unmittelbar von Kote 1732 m in nord-westlicher Richtung hangaufwärts im gut gebankten Cardita-Plattenkalk eine Anzahl von Stollen und Pingen. Die Vererzung ist an eine zumindest obertags geringmächtige Calcitkluft gebunden, deren Verlauf durch die alten Schürfe gekennzeichnet ist und sich hangaufwärts allmählich verliert. Die Calcitgänge verlaufen entsprechend der besten Wegbarkeit der Erzlösungen meist parallel den Schichtflächen des Plattenkalkes, sind aber sicher nicht synsedimentär gebildet. Vom bis mehrere dm mächtigen Hauptgang aus durchzieht ein Netzwerk feiner bis feinsten Calcitklüftchen das Gestein, die, genau wie der Hauptgang, Bleiglanzspuren zeigen. Dabei ist zu sehen, daß der Bleiglanz nur in der karbonatischen Gangart, nicht aber im eigentlichen Kalk auftritt.

Zinkblende wurde makroskopisch nicht beobachtet. Bleiglanzspuren wurden auch weiter westlich im Förolacher Stollen im Cardita-Dolomit (freundliche Mitteilung von Herrn Bergdirektor DDr. Dipl.Ing. H. HOLLER und Herrn Bergverwalter Dr. L. KOSTELKA) gefunden.

Die östlich der Graslitzen im Bereich des Tschekelnocks auftretende Vererzung ist, wie bereits erwähnt, an das Bruchsystem der Schliwagrabenstörung gebunden. Hier müssen grundsätzlich zwei Vererzungstypen unterschieden werden. Zunächst tritt auch hier, analog der Graslitzen, der Bleiglanz in Calcitklüften des Cardita-Plattenkalkes auf wie z. B. am Beginn des westlichsten Schliwagrabens in 1440 m SH. Eine ähnliche Ausbildung kann, allerdings nur auf Grund des Haldenmaterials, für die Erzvorkommen der Windischen Höhe angenommen werden (siehe auch R. CANAVAL 1906). Doch dürfte dieser Vererzungstyp, wie das Haldenmaterial des Bergbaues Tschekelnock vermuten läßt, für den ehemaligen Bergbau keine so große Bedeutung gehabt haben. Die Hauptvererzung dieses Gebietes dürfte vielmehr an die „Rauhewacke“ gebunden sein. Dabei hatte es auf Grund des aufgefundenen Haldenmaterials den Anschein, als ob das Erz nicht primär so abgesetzt wurde, sondern bereits sekundär tektonisch durchbewegt, heute in Form einer Brekzie vorliegt. Nach R. CANAVAL 1906 ist das Erzmittel der „Matschiedler Alpe“, wie er den oberen Teil des Schliwagrabens bezeichnet, „ein rauchwackiges, gelblich bis bräunlich gefärbtes oder ockeriges Gestein, welches ab und zu fast breccienartiges Aussehen besitzt“ (S. 13). Auch J. WIEBOLS 1942 betont die brekziöse Natur des Gesteins und unterscheidet vererzte und taube Brekzie, wobei erstere an bestimmte Zonen gebunden ist. Nach ihm hat die vererzte brekziöse Zone Schlauchform, streicht ca. N 130°E und steht saiger. Ihre Mächtigkeit gibt er mit max. 25 m, durchschnittlich

aber 5—15 m, bei 150 m sicherer, saigerer Höhe an. Die eigenen Untersuchungen konnten diese Beobachtungen bestätigen; die Vererzung ist an jenen Brekzienkomplex gebunden, der bereits in Kap. 5.2 näher beschrieben wurde. An Hand des Haldenmaterials kann man beobachten, daß auch das Erz, ebenso wie die Dolomit- und Kalkbröckchen, als Komponente der Brekzie aufzufassen ist.

Die erzmikroskopische Untersuchung einiger Haldenproben führte Herr Prof. Dr. W. SIEGL in dankenswerter Weise durch. Seiner freundlichen brieflichen Mitteilung zufolge treten die einzelnen Bestandteile der Brekzie, also auch das Erz, in Form scharfeckiger Stücke auf. Die makroskopisch beobachtbare etwas abgerundete Ausbildung der Erzbröckchen geht auf die im Gestein erfolgte Oxydation zurück, die zur Bildung von Cerussit führte und dadurch die alten Umrisse etwas verschleiert. Neben unbeanspruchtem Bleiglanz ist zu Bleischweif gepreßtes PbS zu sehen.

Die Stollenaufnahmen von J. WIEBOLS 1944 zeigen, daß die Erzführung der Brekzie relativ eng begrenzt ist. Räumlich gesehen bildet sie einen Schlauch, der NNW streicht und steil nach W einfällt. Vergleicht man die Stollenkartierung mit der Obertagsaufnahme (Taf. 4b), so sieht man deutlich, daß die erzführende Brekzienzone mit der Schliwagrabenstörung zusammenfällt. Zweifellos ist daher diese Störung für den Aufstieg der Erzlösungen verantwortlich.

Die Entstehung der Erzbrekzie könnte nun folgendermaßen gedacht werden: Nach der Anlage des Brekzienkomplexes wurde das Gestein an jüngeren NW-SE streichenden Verwerfern, die gleichzeitig als Erzbringer fungierten, eingeklemmt. Auf Grund der leichteren Wegbarkeit wurde die Brekzie im Bereich dieser Störungen vererzt. Die Bewegungen sind aber auch nach der Vererzung nicht zum Stillstand gekommen, sondern dauerten weiter an; so wird das ursprüngliche Vererzungsbild zerstört.

Als Mineralinhalt der Erzvorkommen im Schliwagraben gibt R. CANAVAL 1906 Bleiglanz, „derb in zerfressenen Massen oder Muggeln“, daneben Brauneisenstein, Bleivitriol und Gelbbleierz und in tieferen Teilen der Lagerstätte Galmei und Zinkblüte an. Nach den eigenen Beobachtungen besteht die Vererzung fast ausschließlich aus Bleiglanz; Zinkblende konnte nirgends eindeutig identifiziert werden, dagegen sind Anflüge von Hydrozinkit wahrscheinlich. Cerussit, als Oxydationsprodukt einen Saum um die Bleiglanzbruchstücke bildend, konnte auch in einzelnen bis 5 mm großen Kristallen festgestellt werden.

Das östlichste Erzvorkommen liegt auf der Windischen Alpe und ist ebenfalls durch eine Reihe von alten Stollen gekennzeichnet. Auf Grund des Haldenmaterials dürfte es sich wohl hier um das ehemals ergiebigste Vorkommen des kartierten Gebietes handeln. Auffallend gegenüber Graslitzen und Tschekelnock ist die ziemlich reichliche Zinkblendevererzung; die beiden anderen Vorkommen scheinen ja nur Bleiglanz zu führen. Die Vererzung der Windischen Alpe dürfte größtenteils ebenfalls im hier teilweise etwas abweichend entwickelten Cardita-Plattenkalk liegen. Teilweise scheint aber auch der Wettersteinkalk vererzt zu sein. Eine Ver-

erzung des Hauptdolomits ist nicht sicher. In seiner Ausbildung ist das Erzvorkommen der Windischen Alpe dem nahegelegenen Bergbau von Bleiberg—Kreuth sehr ähnlich. Die Vorkommen des Tschekelnocks und der Graslitzen sind dagegen anders entwickelt.

Läßt man die Windische Alpe außer Betracht, so kann man bezüglich des Alters der im bearbeiteten Gebiet auftretenden Vererzung folgende Überlegungen anstellen.

1. Die Vererzung ist jünger als die E-W verlaufenden Störungssysteme und sie erfolgte auch erst nach der Entstehung der „Rauhwacke“ (bzw. Brekzie).
2. Sie steht in unmittelbarem Zusammenhang mit jungen bis jüngsten NW-SE streichenden, steil niedersetzenden Verwerfern, wird aber zumindest z. T. in eine relativ frühe Bewegungsphase dieser Störungen gestellt werden müssen, da das Vererzungsbild z. T. sehr deutlich von der Tektonik geprägt wird.

Das oben dargelegte Schema versteht sich aber nur auf die heute beobachtbare Vererzung. Es sagt nichts darüber aus, ob diese als primäre vorliegt oder ob es sich zumindest z. T. um eine sekundäre Remobilisation älterer (syndimentärer) Erzvorkommen handelt, wie dies von verschiedenen Autoren (vergleiche Berichte über die Diskussionstagungen in Bleiberg und München) angenommen wird.

## 8. Literaturverzeichnis

- ANDERLE, M. (1950): Zur Schichtfolge und Tektonik des Dobratsch und seine Beziehung zur alpin-dinarischen Grenzzone. — Jb. geol. Bundesanst. 94, 195—236, Wien.
- BEMMELEN, R. W. v. (1961): Beitrag zur Geologie der Gailtaler Alpen (Kärnten, Österreich) II. — Jb. geol. Bundesanst. 104, 213—237, Wien.
- BERICHTE über die AUSSPRACHE am 17. 11. 1956 in MÜNCHEN, über Entstehung von Blei-Zinkerzlagerstätten in Karbonatgesteinen. — Berghüttenmänn. Mh. 102, 225—256, Wien 1957.
- BERICHT über die DISKUSSIONSTAGUNG in BLEIBERG (von L. KOSTELKA und W. SIEGL). — Erzmetall 12, 245—249, Stuttgart 1959.
- BIANCHINI, A. und SALVADORI, J. (1949): Die geochemische Prospektion: Zusammenfassung der erreichten Fortschritte in der geochemischen Prospektion bis 1949 (nach H. E. HAWKES).
- CANAVAL, R. (1906): Die Blei- und Zinkerzvorkommen auf der Windischen Alpe, der Windischen Höhe und Matschiedler Alpe in Kärnten. — Gutachten, unveröffentlicht.
- CLAR, E. (1955): Bemerkungen zur Entstehungsfrage der kalkalpinen Blei-Zink-Erz-Lagerstätten. — Mitt. geol. Ges. 48 (R. v. KIEBELSBERG-Festschrift), 17—28, Wien.
- COLBERTALDO, D. (1948): Il giacimento piombo zincifero di Raibl in Friuli (Italia). — Publ. S. A. Miniere Cave di Predil (Raibl), 1—149, Rom.
- FELSER, O. (1936): Die Badstub-Breccie der Karbonscholle von Nötsch (Gailtal). — Cbl. Min. etc. Abt. B, 305—308, Stuttgart.
- FELSER, O. (1938): Die NO-Verwerfer der Karbonscholle von Nötsch (Gailtal). — Carinthia II, 48, 54—61, Klagenfurt.
- FRIEDRICH, O. M. (1964): Zur Genesis der Blei- und Zinklagerstätten in den Ostalpen. — N. Jb. Min. Mh., 33—49, Stuttgart.
- GEYER, G. (1897): Zur Stratigraphie der Gailtaler Alpen in Kärnten. — Verh. geol. Reichsanst. 114—127, Wien.
- GINSBURG, J. J. (1963): Grundlagen und Verfahren geochemischer Sucharbeiten auf Lagerstätten der Buntmetalle und seltenen Metalle. — Berlin.
- HOLLER, H. (1935): Vanadium-Mineraie und ihre genetische Position in der Bleiberger Lagerstätte. — Carinthia II, Sh. 3, R. CAVANAL-Festschrift, 120—125, Klagenfurt.
- HOLLER, H. (1936): Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätte. — Carinthia II, Sh. 7, 1—82, Klagenfurt.
- HOLLER, H. (1948): Tektonische Aufnahme des Förolacher Stollens 1 : 1000. — Unveröffentlichte Karte.

- HOLLER, H. (1951/1): Die Stratigraphie der karnischen und norischen Stufe in den östlichen Gailtaler Alpen. — Berg-hüttenmänn. Mh. 96, 69—75, Wien.
- HOLLER, H. (1951/2): Tektonische Aufnahmen der Bergbaureviere Mitterberg, Tschekelnock und Windische Alpe, 1 : 5000. — Unveröffentlichte Karten.
- HOLLER, H. (1953): Der Blei-Zinkerzbergbau Bleiberg, seine Entwicklung, Geologie und Tektonik. — Carinthia II, 63/1, 35—46, Klagenfurt.
- HOLLER, H. (1960): Zur Stratigraphie des Ladin im östlichen Drauzug und in den Nordkarawanken. — Carinthia II, 70/2, 63—75, Klagenfurt.
- IWANTSCHIEFF, G. (1958): Das Dithizon und seine Anwendung in der Mikro- und Spurenanalyse. — Weinheim/Bergstr.
- KOSTELKA, L. (1961): Kartierungs-Teilergebnisse und Deutungsversuche für die östlichen Gailtaler Alpen. — Karinthin 43/44, 198—202, Klagenfurt.
- KOSTELKA, L. (1962): Geochemische Untersuchungen im alpinen Buntmetallbergbau. — Carinthia II, 72, 97—105, Klagenfurt.
- KOSTELKA, L. (1963): Die geochemische Prospektion im alpinen Erzbergbau. — Berg-hüttenmänn. Mh. 108, 412—415, Wien.
- MACK, E. (1958): Geochemische Untersuchungen am Nebengestein und an den Begleitwässern ostalpiner Blei-Zink-Lagerstätten. — Berg-hüttenmänn. Mh. 103, 51—58, Wien.
- PETRASCHEK, W. E. (1931): Die mechanischen Gesetzmäßigkeiten der Bruchtektonik in Bleiberg (Kärnten). — Cbl. Min. etc. Abt. B, 477—483, Stuttgart.
- PETRASCHEK, W. E. (1953): Zur Anwendung der geochemischen Erzsuche in Österreich. — Berg-hüttenmänn. Mh. 98, 194—197, Wien.
- PILGER, A. und SCHÖNENBERG, R. (1958): Der erste Fund mitteltriadischer Tuffe in den Gailtaler Alpen (Kärnten). — Z. dt. Geol. Ges. 110, 205—215, Hannover.
- RANKAMA, K. und SAHAMA, Th. G. (1949): Geochemistry, Chicago.
- RIEHL-HERWIRSCH, G. (1963-64): Die postvariscische Transgressionsserie im Bergland östlich vom Magdalensberg. — Mitt. Ges. Geol. Bergb. Stud. Wien, 14—15, 229—266, Wien.
- SCHLAGER, W. (1963): Zur Geologie der östlichen Lienzer Dolomiten. — Mitt. Ges. Geol. Bergb. Stud. Wien, 13, 41—119, Wien.
- SCHRIEL, W. (1951): Der tektonische Rahmen der Bleiberger Erzlagerstätte in Kärnten. — N. Jb. Geol. etc., Abh. 93, 145—176, Stuttgart.
- SCHROLL, E. (1953): Mineralparagenese und Mineralisation der Bleiberg-Kreuther Blei-Zink-Lagerstätte. — Carinthia II, 63/1, 47—55, Klagenfurt.

- SCHULZ, O. (1955/1): Ein neuer Aufschluß der stratigraphischen Grenze Wettersteinkalk — Raibler Schichten. — Berg-hüttenmänn. Mh. 100, 103—108, Wien.
- SCHULZ, O. (1955/2): Montangeologische Aufnahme des Pb-Zn-Grubenreviers Vomperloch, Karwendelgebirge (Tirol). — Berg-hüttenmänn. Mh. 100, 259—269, Wien.
- SCHULZ, O. (1959/1): Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg—Kreuth (Grube Max), als Beispiel submariner Lagerstättenbildung. — Carinthia II, Sh. 22, 1—93, Klagenfurt.
- SCHULZ, O. (1959/2): Studien an Zinkblenden im Bereich der erzführenden Raibler Schichten der Grube Max, Kreuth (Kärnten). — Berg-hüttenmänn. Mh. 104, 187—192, Wien.
- SCHULZ, O. (1960): Beispiele für synsedimentäre Vererzungen und paradiagenetische Formungen im älteren Wettersteindolomit von Bleiberg—Kreuth. — Berg-hüttenmänn. Mh. 105, 1—11, Wien.
- SIEGL, W. (1956): Zur Vererzung der Blei-Zink-Lagerstätte von Bleiberg. — Berg-hüttenmänn. Mh. 101, 108—119, Wien.
- TAUPITZ, K. C. (1954/1): Die Blei-, Zink- und Schwefellagerstätten der nördlichen Kalkalpen westlich der Loisach. — Dissertation Clausthal.
- TAUPITZ, K. C. (1954/2): Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typus „Bleiberg“. — Erzmetall 7, 343—349, Stuttgart.
- TORNQUIST, A. (1927): Die Blei-Zink-Lagerstätte von Bleiberg-Kreuth in Kärnten. — Wien.
- TUREKIAN, K. K. und WEDEPOHL, K. H. (1961): Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. — Bull. Geol. Soc. Am. 72, 175—192, New York.
- WEDEPOHL, K. H. (1953): Untersuchungen zur Geochemie des Zinks. — Geoch. Cosm. Acta, 3, 93—142.
- WIEBOLS, J. (1942): Matschiedl-Alp auf der Windischen Höhe: Probenahme im Blei-Zinkbergwerk. — Gutachten, unveröffentlicht.
- WIEBOLS, J. (1944): Die Geologie des Blei-Zink-Bergbaues Matschiedl-Alp (Windische Höhe, Gailtal). — Gutachten, unveröffentlicht.

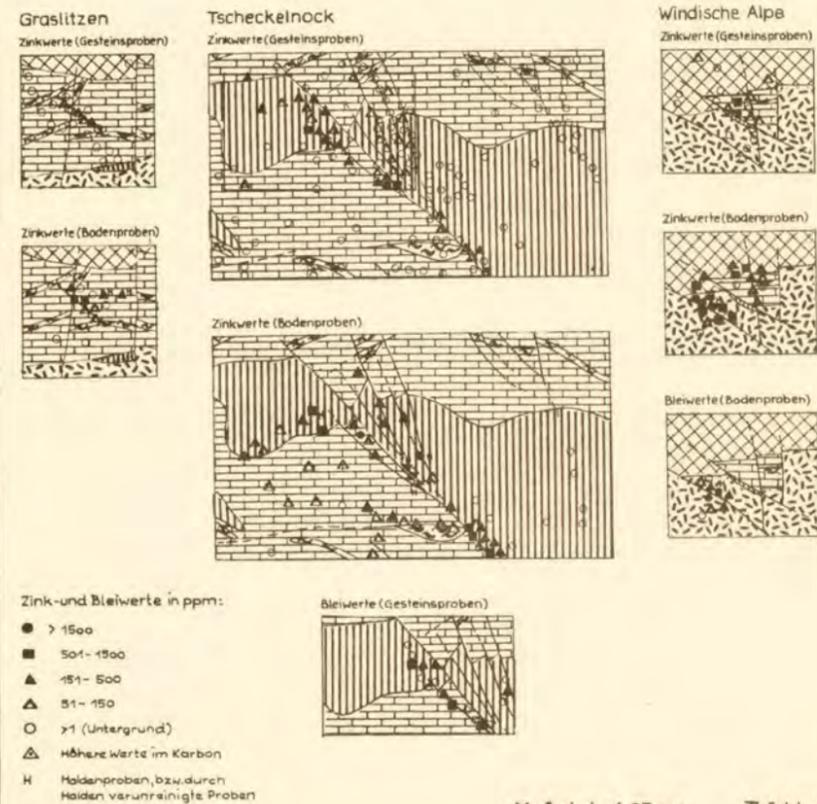
# GEOLOGIE UND GEOCHEMISCHE VERTEILUNG VON ZINK IN DEN ÖSTLICHEN GAILTALER ALPEN ZWISCHEN GRASLITZEN UND KOBESNOCK

Aufgenommen von  
ELISABETH SCHERIAU-NIEDERMAYR  
Sommer 1963, 64

MAßSTAB 1:25 000

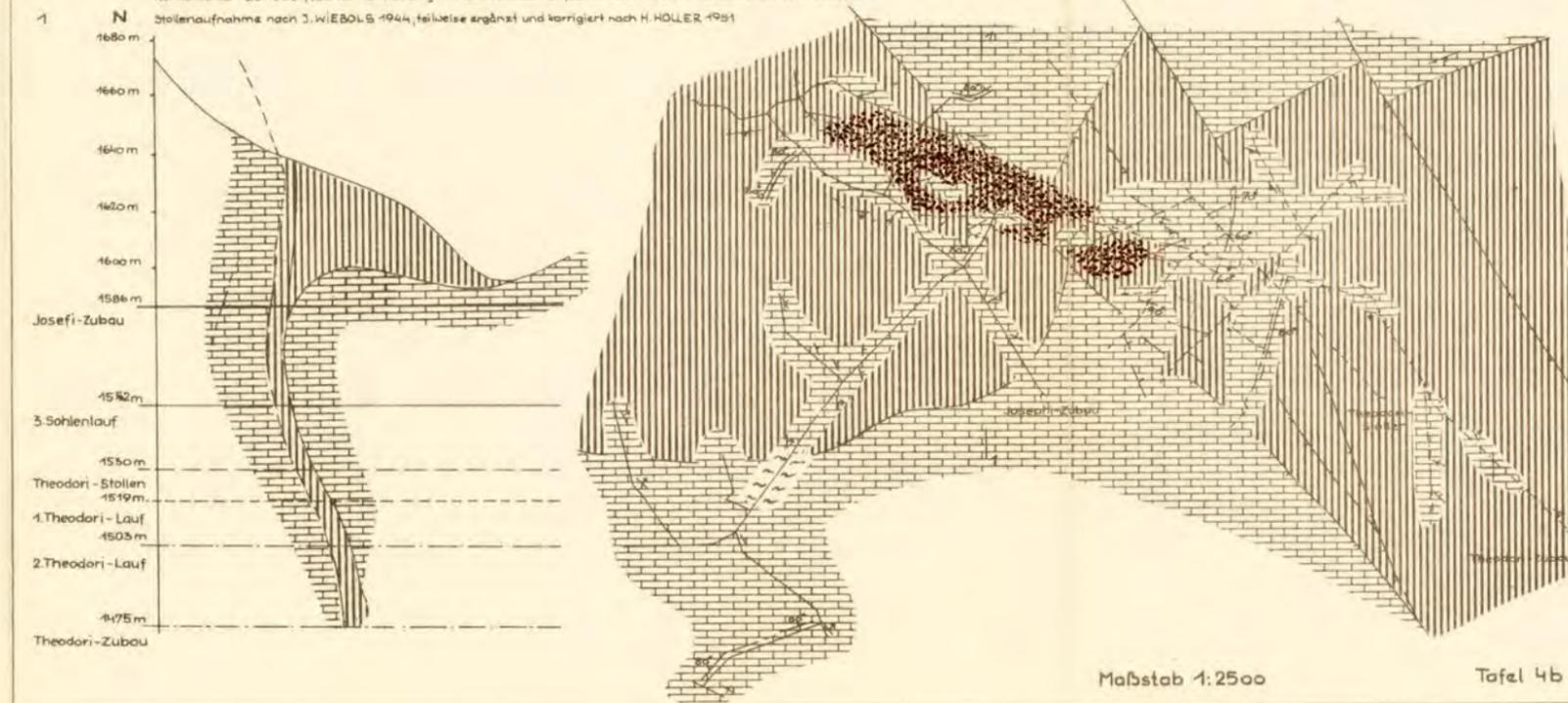


## GEGENÜBERSTELLUNG v. GESTEINS- u. BODENPROBEN in den EINZELNEN KARTENBEREICHEN



## GEOLOGISCHE SKIZZE DES OBEREN SCHLIWAGRABENS IM BEREICH DES EHEMALIGEN BERGBAUES TSCHECKELNOCK

Kombination der Oberflächenkartierung mit den Stollenaufschlüssen in den verschiedenen Niveaus  
Stollenaufnahme nach J. WIEBOLS 1944, teilweise ergänzt und korrigiert nach H. HOLLER 1951



- Legende:**
- Hangschutt
  - Schutt-Schwemmkegel
  - Moräne
  - Rauhockige Gesteine
  - Rauhocke arzhältig
  - Hauptdolomit
  - Cardita-Tonschiefer
  - Cardita-Plattenkalk
  - Wettersteinkalk
  - Grädener Schichten
  - Karbon
  - beobachtete Störungen
  - vermutete Störungen
  - Fossilfundpunkte i. a.
  - Diploporenzufunde
  - Galitzzone im Cardita-Plattenk (Graslitz)
- Faltzeichen:**
- 0°-40°
  - 41°-50°
  - 51°-60°
  - 61°-80°
  - 81°-90°
- Faltenachsen:**
- 15°
- Tafel 4