

Baryts auffallend, insofern nämlich, als man das Vorkommen von Baryumverbindungen in dem rothen Thon, der die Septarien enthält, kaum vorausgesetzt hätte; indessen wurde in neuester Zeit durch R. Delkeskamp (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1902, S. 117 f.) die weite Verbreitung der Baryumverbindungen in den verschiedenartigsten Gesteinen und Wässern nachgewiesen, so dass auch das Vorkommen von Obszar nichts besonders Merkwürdiges an sich hat, wenn auch der Baryt in unseren Tertiärablagerungen (Paläogen und Neogen) eine sehr seltene Erscheinung ist.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass Hohenegger auf seiner oben erwähnten Karte bei Obszar eine Schwefelquelle verzeichnet; dieselbe ist schon seit einer Reihe von Jahren verschüttet. Die Fundstätte der hier beschriebenen Septarien ist von der ehemaligen Schwefelquelle ungefähr 1 km (gegen Saybusch zu) entfernt.

Vorträge.

F. Kerner. Gliederung der Spalater Flyschformation.

Das istro-dalmatische Obereocän zeigt bekanntlich zwei verschiedene Entwicklungsweisen: die Flyschfacies und die vorwiegend fluviatile Facies der Prominaschichten. Die erstere erscheint im Norden und Süden des Gebietes, wogegen die letztere in den mittleren Regionen auftritt.

Zum ersten Male wird Flysch südwärts vom Gebiet der Prominaschichten bei Sebenico angetroffen¹⁾, dann folgt eine Zone, in welcher obereocäne Schichten fast gänzlich fehlen. Das nächste Vorkommen von Flysch ist in der Gegend von Trau²⁾, dann bildet er, von Kreidekalk überschoben, die nördlichen Ufergelände des Golfes von Castelli, um endlich an der Ostseite dieses Golfes bei Spalato und Salona zu mächtiger Entwicklung zu gelangen.

Die Spalater Flyschformation zeigt eine grosse Mannigfaltigkeit in lithologischer Beziehung, so dass sich das Bedürfnis nach einer Gliederung geltend macht. Die lithologischen Verschiedenheiten erscheinen jedoch nicht nur als Merkmal von Altersunterschieden, sondern auch als Ausdruck von localen Facieswechseln, so dass sich zur Aufgabe des Horizontirens noch jene des Parallelisirens hinzugesellt.

Die Lösung dieser Doppelaufgabe bietet grosse Schwierigkeiten. Das nächstliegende Mittel zu ihrer Erreichung, die Rücksichtnahme auf die faunistischen Verhältnisse, kann nicht allein zum Ziele führen. Erstens, weil sich ein grosser Theil der Formation aus Gesteinen aufbaut, die überhaupt nicht oder nur sehr selten Fossilien enthalten, wie Conglomerate, Breccien, Flyschmergel und Flyschsandsteine, zweitens, weil die weitaus überwiegende Zahl der organischen Reste

¹⁾ F. Kerner, Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1898, Nr. 2.

²⁾ F. Kerner, Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1899, Nr. 13 u. 14.

einer Tiergruppe angehört, die für genaue Horizontbestimmungen nicht geeignet ist: den Nummuliten.

Schon Stache ist auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen zu dem Ergebnisse gelangt, dass in Istrien und Dalmatien die Leitfossilien verschiedener Nummulitenhorizonte de la Harpe's zusammen vorkommen, und dass die für einzelne dieser Horizonte als charakteristisch angesehenen Formengruppen in verschiedenen Niveaux zu Massenentwicklungen gelangen. Das wichtigste Beispiel des ersteren Falles ist die Mischung der Typen der dritten, vierten und sechsten Zone im Hauptnummulitenkalke (Stache, Lib. Stufe, pag. 61, 64). Das massenhafte Auftreten in zwei verschiedenen Niveaux wird von Stache bezüglich der *Num. spira* (l. c. pag. 61), *Num. Lucasana* und *perforata* (l. c. pag. 63) das reichliche Erscheinen in drei getrennten Horizonten bezüglich der *Assilina exponens* (l. c. pag. 65) angegeben. Was das Gebiet von Spalato betrifft, so ist hier das Vorkommen der *Num. complanata* im Hauptnummulitenkalke am Monte Marian (im Liegenden des Hornsteinkalkes) und ihre Massenentwicklung in einem eine viel höhere Position einnehmenden Horizonte bemerkenswerth.

Insofern als man aus dem Dominiren der Formen der oberen Zonen auf ein höheres, aus dem Vorherrschen der Formen der unteren Zonen auf ein tieferes Niveau schliessen kann, sind die Nummuliten allerdings für die Gliederung verwerthbar. Eine genaue Horizontbestimmung auf Grund des Vorkommens gewisser Nummulitenarten ist jedoch nicht möglich.

Man ist so genöthigt, zur Feststellung der Specialstratigraphie die Lagerungsverhältnisse in Betracht zu ziehen, doch kann auch dies in einer Gegend, in welcher mit der Möglichkeit des Vorhandenseins von schiefen Falten und Ueberschiebungen zu rechnen ist, nur mit Vorsicht geschehen.

Es macht sich aber hierbei noch eine besondere Schwierigkeit geltend. Das Gebiet von Spalato ist ein ganz mit Weingärten bedecktes hügeliges Gelände, das von einer Unzahl schmaler, theils nur auf kurze, theils auf lange Strecken verfolgbarer, O—W streichender Kalkzüge durchsetzt ist. In diesen Zügen wiederholen sich nicht selten dieselben petrographischen Typen, so dass es schwer fällt, zwei Felszüge mit Sicherheit als einander correspondirende Glieder zu beiden Seiten eines Sattels oder einer Mulde zu erkennen. Diese Schwierigkeit wird noch dadurch vermehrt, dass mit der Möglichkeit des Auskeilens solcher Bänke gerechnet werden muss.

Sehr genaue und zahlreiche Begehungen des Gebietes führten mich zu dem Resultate, dass die Hauptmasse der Spalater Flyschformation in drei Abtheilungen geschieden werden könne. Am klarsten lässt sich dies in der Gegend von Neu-Salona feststellen. Man sieht dort ostwärts von der Ortschaft eine grosse Hemicentroklinale abgeschlossen, die nur dem Ostrande einer normalen Schichtmulde entsprechen kann. Denn mit Rücksicht auf das Verhalten der norddalmatischen Ueberschiebungen ist es absolut ausgeschlossen, dass hier eine muldenförmige Einsenkung eines flach liegenden oberen Flügels einer viele Kilometer weiten Ueberschiebung vorliegen würde.

Die Schichtfolge, welche sich von innen nach aussen hin in dieser Hemicentroklinale feststellen lässt und einer normalen absteigenden Schichtfolge entspricht, ist folgende:

I. Blaugrauer mittelkörniger, klotziger Kalk mit kleinen, nicht isolirbaren Foraminiferen: von variabler, mindestens einige Meter betragender Mächtigkeit.

II. Lockere Breccie, fast ganz aus Foraminiferen bestehend, in ihren liegendsten Partien in ein loses Gemenge ihrer Bestandtheile, in eine Art groben Foraminiferensand übergehend; einige Meter mächtig.

Die Fauna dieses Horizonts, des fossilreichsten und — wegen der leichten Isolirbarkeit der Foraminiferen — zu Untersuchungen geeignetsten der Flyschformation von Spalato, setzt sich nach freundlichen Bestimmungen Dr. R. Schubert's hauptsächlich aus folgenden Formen zusammen:

- Nummulina complanata* Lam.
Tchihatchefi Arch.
 cfr. *Baucheri* Harpe
 „ cfr. *vasca* J. u. L.
Operculina ammonica Leym.
Heterostegina reticulata Rütim.
Orthophragmina ephippium Schloth.
 cfr. *Prattii* Arch.
aspera Gumb.
dispansa Sow.
stella Gumb.
 cfr. *stellata* Arch.

III. Flyschmergel mit Einlagerung von Klippen von lichtgrauem, Hornstein führenden Kalk und weissem grobkörnigen Kalk mit Nummuliten, darunter *N. complanata* und *N. Tchihatchefi*. Diese Zone erreicht bis über hundert Meter Mächtigkeit.

IV. Lichtgrauer feinkörniger, bankiger Kalk mit kleinen, dunklen Schüppchen von Eisenoxyd; in seinen hangendsten Partien eine Neigung zu plattiger Absonderung zeigend.

V. Mehr oder minder grobkörniger Nummulitenbreccienkalk. Jeder dieser beiden Gesteinszüge im Liegenden des Klippenflysches wenigstens einige Meter mächtig.

Die Hemicentroklinale von Salona ist auch im Landschaftsbilde klar erkennbar. Die Kalke, welche die Klippen führende Flyschzone nach oben hin begrenzen, bilden einen Felszug, welcher gegenüber von Sombro am Ostufer des Jadroflusses beginnt, in einem parabolischen, gegen W geöffneten Bogen den östlich von Neu-Salona befindlichen Hügel umgreift und in den Nordrand der Halbinsel von Vranizza ausläuft.

Das Anfangsstück dieses Felszuges ist ein imposanter Riff, der steil gegen S fällt, weiterhin geht das Schichtfallen — entsprechend der Umbiegung des Zuges über SW und W in NW und N über und

nimmt zugleich an Steilheit ab. Der Horizont mit *N. complanata* ist namentlich am Nordfusse des Felsriffes gegenüber von Scombro und am Wege westlich von den Hütten von Japirko (südlich von Neu-Salona) sehr fossilreich. Die Kalkbänke, welche das Liegende des Klippenflysches bilden, formiren einen zweiten bogenförmigen Felszug, welcher annähernd concentrisch zum vorigen verläuft, und streichen dann gleichfalls in die Halbinsel von Vranizza aus. Hinsichtlich der Drehung des Schichtfallens und der Abnahme der Neigungswinkel verhält sich dieser Felszug analog den vorigen. Die zwischen beiden Zügen befindliche Flyschzone nimmt in der Region des Bogenscheitels rasch an Breite zu, um sich dann südlich von Salona wieder zu verschmälern. In dieser Zone erscheint eine grosse Zahl von isolirten Klippen des erwähnten weissen Nummulitenkalkes. Die mächtigste derselben ist der imposante Felskopf, welcher westlich von Mravince aufragt.

Der Hügel östlich von Neu-Salona, welcher dem Kern der Hemicentroklinale entspricht, besteht aus Flyschmergel. Westlich von ihm sind keine Aufschlüsse mehr vorhanden und taucht dann der Muldenkern unter den Golf von Salona hinab. Dagegen taucht der nördliche Muldenflügel westwärts vom Jadroflusse wieder auf und lässt sich als Klippenkette bis nach Sucurac verfolgen. Streckenweise, so zwischen Vukić und Sv. Nicolo (welch' letzteres auf einer Klippe steht) und dann besonders längs des Weges, welcher dem Nordfusse des Hügelrückens folgt, der nordwärts von den Scoglii Barbarinac verläuft, ist der Hangenzug der Klippenzone mit den blaugrauen Kalken schön zu sehen. Die an *N. complanata* reichen Schichten erscheinen dort, wo dieser Zug in's Meer hinausstreicht, gut entwickelt. Der Liegendzug ist ostwärts von Sv. Dojmo, bei Dadić und Petrić aufgeschlossen, um dann nordwestwärts von der Station Salona der Bahntrace zu folgen. Er fällt hier 60° gegen SSW ein.

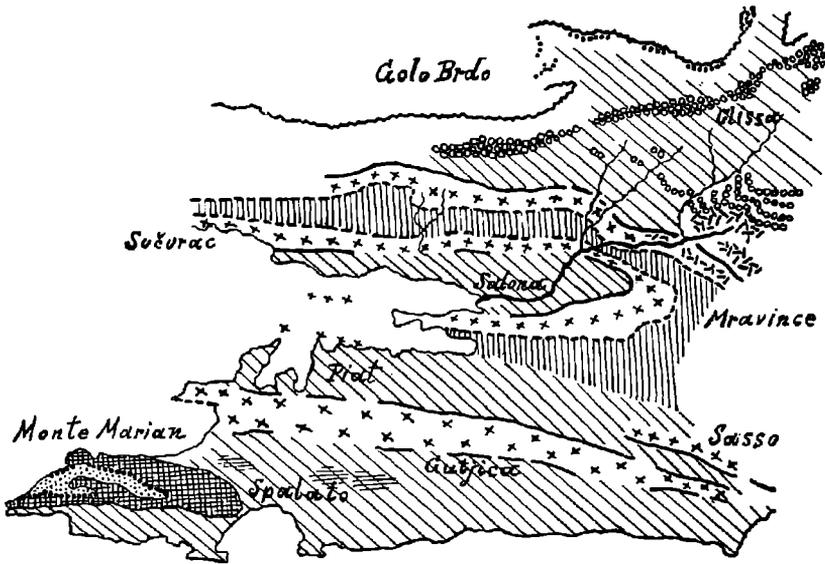
Etwas weiter oben am Gehänge trifft man dann neuerdings die für die Basis der Klippenzone charakteristischen Gesteine, und zwar längs einer Linie, die durch die Gehöfte Sesarčić, Bubić und Santić läuft. Dann folgt wieder eine Kette von Klippen des weissen Nummulitenkalkes und alsdann wieder die Nummulitenbreccie und der körnige Kalk, mit denen die Klippenzone nach oben hin abschliesst. Die an grossen, glatten Münzensteinen reiche Schichte ist in dem Hangenzuge nordwärts von Cikatić und bei Milanović entblösst.

Weiter westwärts, ober Mornar, ist ein breiter 20° N fallender Felszug von grauem körnigen Kalk vorhanden.

Es ist demnach an dem Gehänge nordwärts vom Golfe von Salona eine Antiklinalfalte mit steilem Süd- und sauft geneigtem Nordflügel constatirbar, welche sich an die Mulde von Salona anlegt. Das Gehänge zwischen den beiden Klippenketten, welches der unteren Flyschzone entspricht, ist von mehreren tiefen Wasserrinnen durchfurcht und dies bietet eine Gelegenheit, die Schichtfolge in dieser Zone festzustellen, wozu am Ostrande der Mulde von Salona keine günstige Gelegenheit gegeben ist.

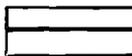
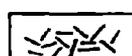
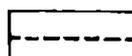
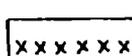
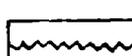
Man beobachtet in jener Aufbruchzone der unteren Flyschabtheilung als Einlagerungen in den typischen, zum Theil mit Sandstein-

Fig. 1.



Geologische Skizze der Gegend von Spalato.

Zeichenerklärung:

	Alveolenkalk.		Hangendzug der Klippenzone.
	Hauptnummulitenkalk.		Obere Flyschzone.
	Hornsteinkalk des Monte Marian.		Breccie von Spalato.
	Untere Flyschzone.		Jadrobrecchie.
	Liegendzug der Klippenzone.		Conglomerat von Clissa.
	Klippenzone (mittlere Flyschzone).		Grenze des überschobenen Kreidekalkes.

bänken alternirenden Flyschmergeln graue und grünlichgraue, zum Theil plattige Mergelkalke (ein bis einige Meter mächtig) und blasse gelbliche, fein- bis mittelkörnige Kalke von wechselnder, mindestens einige Meter betragender Mächtigkeit. Die Schichten stehen an den Wänden der Erosionsrinnen thalabwärts saiger, thalaufwärts fallen sie 20—30° gegen Norden ein. Der Uebergang der ersteren in die letztere Lagerungsweise vollzieht sich sehr rasch.

Die Feststellung, dass die Klippenkalke ein mittleres Niveau einnehmen, muss auch für die geologische Gliederung der Halbinsel von Spalato grundlegend sein. Diese Halbinsel wird in ihrer Mitte von einer breiten Zone von Klippenflysch durchzogen, die westwärts von der Mündung des Stobrec potok aus den Alluvien dieses Flusses auftaucht und in die schmale Landzunge ausläuft, welche die Paludibucht gegen N begrenzt. Dieser Zone gehören der Felskopf Kitoje, die zahlreichen Felszacken auf der Nordseite der Gutjica und des Širini vrh und die Felshügel mit der Thurmuine Kula an. Diese Flyschzone ist beiderseits von je einem Zuge jener Schichten begleitet, die das obere Grenzniveau des Klippenflysches bilden und muss deshalb einen Antiklinalaufbruch repräsentiren. Zu dieser Sachlage stimmt gut der Umstand, dass diese Klippenzone ungefähr von der doppelten Breite jener Zonen ist, die in der Gegend von Salona angetroffen werden und nur je einem Faltenflügel entsprechen. Der Hangendzug im N dieser Klippenzone fällt sanft gegen NNO ein. Er folgt zunächst der Südseite des Thaies des Torrente Ispod kita südwärts von Sasso, bildet dann den Südrand jener Tiefenzone, die den Nordfuss des Širini vrh begleitet, um endlich am Fond der Buchten nordwärts von Kula und Sv. Troistvo vorbeizuziehen. Die Theilstrecke dieses Zuges im Thal des Ispod kita ist wohl der an großen Münzensteinen reichste Fundort der ganzen Gegend von Spalato. An der Südgrenze der Klippenzone, welche die Halbinsel von Spalato durchzieht, ist der graue körnige Kalk zunächst am Südrande des Rückens im Osten der Kitoje sichtbar, dann lässt er sich über den Rücken der Gutjica bis an die Südseite des Širini vrh verfolgen. Weiter westwärts ist er am Wege, welcher vom Armenhaus im Borgo Pozzobon zum Kirchlein Sv. Dojmo führt und halbwegs zwischen dem Seminar und Sv. Troistvo aufgeschlossen. Dieser Gesteinszug fällt steil theils gegen N, theils gegen S ein.

In dieser breiten Klippenzone der Halbinsel von Spalato gewinnt man den Eindruck, dass das Vorkommen von Hornstein in den Klippen des weissen Kalkes für die oberen Theile der mittleren Flyschzone bezeichnend sei, wenigstens sind die Klippen in der südlichen Randpartie der Zone, darunter der grosse Felskopf Kitoje, reich an Hornstein. In ihrem westlichsten Theile verschmälert sich diese Klippenzone auf die Hälfte ihrer früheren Breite.

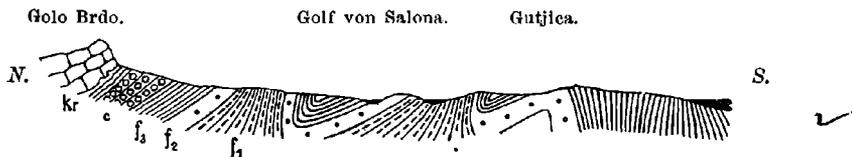
Es ist dies durch einen Einbruch des Südflügels der Antiklinale veranlasst, der es zugleich bedingt, dass hier längs dem Nordufer des Porto Paludi der Liegendzug der mittleren Flyschzone zu Tage kommt.

Ausser dieser breiten Zone sind in der Halbinsel von Spalato noch zwei schmale Ketten von Klippen des weissen Nummulitenkalkes constatirbar.

Die eine Kette folgt dem Rücken, welcher das Thal des Torrente Ispod kita im Norden begleitet. Dieser Kette gehören der imposante Riff bei dem Dorfe Sasso und der groteske Felsthurm südwärts der Kila an.

Die zweite Kette von Klippen des weissen Nummulitenkalkes besäumt das Südufer des äusseren Theiles des Golfes von Salona. Ihr gehören der Riff an der Nordwestspitze von Piat und die Scoglii Scille an. Die Klippenkette von Sasso ist an ihrem Südrande von einem Zuge von Nummulitenbreccie mit *N. complanata* begleitet, dessen östliche Fortsetzung dem Südwestrand jene Hügels folgt, welcher sich nahe der Mündung des Stobrec potok zwischen diesem und dem Torrente Strossanac erhebt. Das Thal des Ispod kita entspricht demnach einer Mulde aus Schichten der oberen Flyschzone.

Fig. 2.



Profil durch die Gegend von Spalato.

kr = Rudistenkalk. — *c* = Conglomerat von Clissa. — *f*₁ untere, *f*₂ mittlere, *f*₃ obere Flyschzone.

Zwischen den Blöcken von weissem Nummulitenkalk, welche das Südufer des äusseren Golfes von Salona besäumen, und dem Nordrande der breiten Klippenzone des Širine vrh ist gleichfalls eine Synklinale constatarbar. Die Achse derselben verläuft zunächst nahe dem Südufer des Golfes von Salona durch den nördlichen Theil der Gegend von Piat und ist besonders weiter ostwärts zwischen der Strasse und der Wasserleitung schön verfolgbar. Nordwärts von diesem östlichen Theile der Synklinale sind jedoch keine Vorkommnisse von weissem Nummulitenkalk zu constatiren. Man hat es hier demnach mit einer Faltenverwerfung zu thun, derzufolge die Schichten der oberen Flyschzone an jene der unteren im Liegenden des Südflügels der Mulde von Salona stossen.

Das Vorkommen von Klippen am Südufer des Golfes von Salona erscheint demnach durch eine Aufpressung von Schichten der mittleren Zone im Westabschnitte dieser Verwerfung bedingt. Die Klippenkette von Sasso und jene an der Nordküste von Piat (Südufer des Golfes von Salona) liegen nicht genau in derselben Linie, die erstere erscheint gegen die letztere etwas gegen N verschoben. Es handelt sich darum entweder um eine Querverschiebung innerhalb derselben Störungszone oder um zwei verschiedene Verwerfungen.

In der Gegend von Neu-Salona sind — wie erwähnt — fast gar keine Aufschlüsse zu sehen, so dass dort keine Gelegenheit zu einer Detailgliederung der oberen Flyschzone vorhanden ist. Dagegen lässt sich in der Gegend von Piat und in der Landzunge im Norden des

Convento Paludi ein Profil durch die obere Flyschzone legen. Man beobachtet dort in der Achsenregion der Schichtmulde mergelige, zum Theil in dünne Lamellen spaltbare Plattenkalke, für welche eine wellige Biegung und polygonale Zerklüftung der Schichtflächen charakteristisch ist, und in den Muldenflügeln vorzugsweise feinkörnige lichtgraue Mergelkalke als Einlagerungen in den Flyschmergeln. Daneben treten auch Nummulitenbreccienkalke auf.

Südwärts von der Klippenzone des Širine vrh treten in der Spalater Flyschformation zwei Gesteinstypen auf, welche von denen in den bisher besprochenen Gegenden etwas abweichen. Der eine Typus ist ein lichtgrauer, dichter, dickbankiger Kalk mit Einlagerungen von grossen Knollen von Hornstein und einer Fauna, die von Martelli genau untersucht worden ist.¹⁾ Sie enthält ausser zahlreichen Foraminiferen auch Korallen, Echiniden, Lamellibranchier und Bryozoen. Es ist dies dasselbe Kalkniveau, welches südlich von Trau auf der Insel Bua²⁾ und westlich von Trau bei Seghetto³⁾ auftritt und dort das Hangende des Hauptnummulitenkalkes bildet. Auch am Monte Marian erscheint dieser Hornstein führende Kalk als Mantelschicht einer Falte, deren Kern aus Hauptnummuliten- und Alveolinenkalk besteht.

In petrographischer Beziehung ist dieser Kalk den Hornsteinkalken der mittleren Flyschzone ähnlich, nur sind die Hornsteinknollen in ihm durchschnittlich viel grösser. Die obersten Partien des Mariankalkes stimmen petrographisch ganz mit dem weissen Klippenkalke überein und enthalten auch die in diesem letzteren vorkommenden Nummulitenformen. Als einen wesentlichen faciiellen Unterschied wird man es aber ansehen müssen, dass dieser Kalk im einen Falle rings von Flyschmergel umgebene isolirte Klippen bildet, im anderen aber einen Schichtcomplex von grosser Mächtigkeit formirt.

Ein zweiter, der Gegend von Spalato eigenthümlicher Gesteinstypus ist eine mehr oder minder grobe Breccie aus zumeist weissen und blaugrauen Kalkfragmenten. Sie findet sich auf den Anhöhen östlich von der Stadt, in der Localität Krippi und ostwärts vom Borgo Pozzobon, ferner im Flachlande zwischen dem Borgo grande und dem Kirchlein Mdna Spinuti. (In Steinbrüchen aufgeschlossen.) Auch dieser Gesteinstypus steht nicht isolirt da. In dem Felszuge, welcher sich vom Kirchlein Sv. Dojmo östlich von Vranizza gegen OSO erstreckt, treten ähnliche blau- und weissgefleckte klastische Gesteine auf.

In dem Profile durch die untere Flyschabtheilung bei Alt-Salona und im Profile durch die obere Flyschzone in der Gegend Piat sind dagegen solche Breccien, wie sie zu beiden Seiten des Stadtgebietes von Spalato erscheinen, nicht vertreten.

Nordostwärts von Salona, in der Gebirgsbucht von Clissa und an dem Südwestfusse des Mosor treten gleichfalls Gesteine auf, welche in den vorhin beschriebenen Profilen fehlen. In der Gegend

¹⁾ A. Martelli, I terreni nummulitici di Spalato in Dalmazia. Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti. 1902. Serie quinta. Vol XI, Fasc. VIII.

²⁾ F. Kerner, Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1899, Nr. 11 u. 12.

³⁾ F. Kerner, Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1899, Nr. 13 u. 14.

von Clissa und am Abhänge des Golo Brdo ober Salona gelangen bunte Conglomerate zu mächtiger Entwicklung. Sie bestehen aus zu meist kleinen Fragmenten, die theils völlig abgerundet sind, theils nur eine unvollkommene Abschleifung ihrer Ecken und Kanten zeigen. An der Zusammensetzung betheiligen sich Stücke von Miliolidenkalk und Nummulitenkalk, zum Theil wohl auch solche von Rudistenkalk und dunkle Hornsteinkiesel. Von Farben sieht man verschiedene Nuancen von grau, gelb, roth, braun und schwarz, so dass die Gesteine stellenweise ein buntes Aussehen gewinnen. Als Bindemittel fungirt eine ungleich körnige, sandige Masse, welche mitunter Nummuliten enthält. Diese Conglomerate erscheinen theils in Schicht-complexen von vielen Metern Mächtigkeit, theils in einzelnen Bänken als Einlagerungen in Mergelschichten. Als einheitliche Schichtmasse und ohne Einlagerungen von Mergelbänken oder nur mit spärlichen Mergelzwischenlagen bilden diese Conglomerate die oberen Südabhänge des Golo Brdo (Ost-Koziak) ober Alt-Salona und den mächtigen Felsriff, welcher vom Torrente Rapotina gegen Clissa hinaufzieht, und in dem Felskopfe, den das Sperrfort von Clissa krönt, seine östliche Fortsetzung findet. Ober Salona fallen die Conglomerate unter den Kreidekalk der Felsmauer von Sv. Jure gegen N ein; im Riffe von Clissa sind sie zum grössten Theil steil aufgerichtet. In einzelnen, weithin verfolgbaren Bänken zwischen Mergelschichten erscheinen die vorerwähnten Conglomerate auf den Rücken zwischen dem Torrente Rapotina und Torrente Kamenica, auf der Debela glavica zwischen dem Torrente Kamenica und dem Zavlič potok und östlich von dem letzteren am Hügel von Sv. Ivan und an den ihm östlich und nördlich benachbarten Hügelrücken. Ausserdem trifft man conglomeratistische Einschaltungen in den Mergelschichten an den Abhängen, welche sich von Mravince und Kučine gegen den Torrente Trstenik hinabsenken.

Am Westfusse des Mosor sieht man Breccien von nicht sehr festem Gefüge, welche aus scharfkantigen Stücken von lichtem Rudistenkalk und aus einem rost- bis ziegelrothen thonigen Bindemittel bestehen. Diese Breccien bedecken — in dünne Bänke wohlgeschichtet — die unteren Westabhänge des Debelo Brdo (West-Mosor) und bedingen jene eigenthümliche, aus nebeneinander hinlaufenden gewundenen Streifen bestehende Zeichnung derselben, welche beim Anblicke des Berges von Clissa aus so auffällig hervortritt.

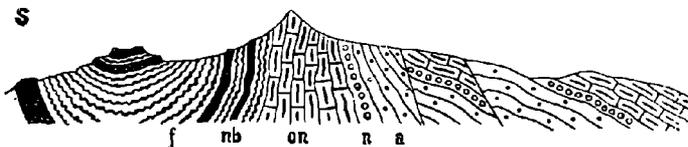
In der Umgebung des Jadrousprunges erscheinen lichte, sehr feste Breccienkalke, die hauptsächlich aus Bruchstücken von weissem Rudistenkalke und solchen von lichtgrauen und bräunlichen eocänen Kalken bestehen. Diese Breccienkalke bilden die Wände des Felskessels, in dessen Grund der Jadro entspringt, ferner den westlichen Vorkopf des Hügels von Sv. Ivan, den Felsriff von Sv. Petar und den nordwärts von ihm zum Jadro hinabziehenden Grat. Man trifft sie ausserdem an mehreren Stellen der Abhänge unter Mravince und Kučine und endlich in sehr mächtiger Entwicklung in den nordwestlichen, von Stobrec potok durchbrochenen Endstücken der beiden Vorketten des Mosor.

Die weichen Zwischenlagen zwischen den Conglomeraten sind

in der Gegend unterhalb Clissa zum Theil nicht typische splittrige, grünlichgraue Flyschmergel, sondern schiefrige, gelblichgraue Mergel. Der Uebergang der typischen Flyschregion in das Gebiet der Conglomerate und Breccienkalke vollzieht sich nicht plötzlich, sondern in der Weise, dass in der Grenzregion der beiden Faciesbezirke die charakteristischen Gesteine des ersteren mit denen des letzteren zu wiederholten Malen wechsellagern. So zeigen die Profile durch die Debela glavica und die ihr west- und ostwärts benachbarten Rücken ein mehrmaliges Alterniren von Conglomeraten, Kalksandsteinen und körnigen Kalke als Einschaltungen in der Mergelmasse.

Eine Parallelisirung der an der offenen Küste und an den Abhängen des Debelo Brdo und Golo Brdo vorhandenen Schichtgebilde mit den einzelnen Gliedern der Schichtfolge, welche sich für die Gegend von Salona feststellen liess, lässt sich vorläufig nur theilweise durchführen. Was den Hornsteinkalk des Monte Marian betrifft, so wurde schon erwähnt, dass dessen oberste Partien petrographisch und faunistisch mit dem Klippenkalke der mittleren Flyschzone übereinstimmen. Es wurde zwar eingangs hervorgehoben, dass innerhalb eines eocänen Flyschcomplexes die Gleichheit der Nummulitenfauna und der Gesteinsbeschaffenheit noch nicht für eine Altersäquivalenz beweisend sind; es gilt dies aber doch mehr bezüglich der die Hauptmasse des Complexes bildenden Gesteinszüge von Nummulitenbreccienkalken, Kalksandsteinen und Plattenkalke, die man thatsächlich in gewiss verschiedenen alten Flyschmergelschichten sich wiederholen sieht; bezüglich eines Gesteinstypus, der innerhalb eines grossen Theiles der Region in ganz identischer Entwicklung und — wie aus dem Vorigen hervorgeht — nur in einem Niveau auftritt, ist es zum wenigsten unwahrscheinlich, dass derselbe in nächster Nähe dieser Region in einem anderen Horizonte erscheine. Dass die verschiedenen Klippenzonen der Gegend von Salona gewiss nicht Einlagerungen in verschiedenen Horizonten eines einheitlichen Complexes sein können, erhellt klar aus den erörterten Lagerungsverhältnissen und der diesen Verhältnissen entsprechenden Art ihrer Begleitung durch Grenz niveaux. Am Nordfusse des östlichen Theiles des Monte Marian trifft man in der That die blaugrauen körnigen Kalke, welche das Hangende des Klippenflysches darstellen. Anstehend konnte ich sie dort allerdings nicht finden, wohl aber in grosser Menge in den Steinmauern der Wege südlich von Mdna Spinuti.

Fig. 3.



Profil durch den westlichen Theil des Monte Marian.

a = Alveolenkalk. — n = Hauptnummulitenkalk. — on = Hornstein führender oberer Nummulitenkalk. — nb = Nummulitenbreccienkalk. — f = Flysch.

Diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass in der Schichtmasse des Monte Marian die Aequivalente der unterhalb des Hangendzuges der mittleren Flyschzone gelegenen Schichten vertreten seien. Welche Bänke der Schichtmasse des Marian den tiefsten in der Gegend von Salona aufgeschlossenen Flyschschichten entsprechen, lässt sich nicht sagen. Wahrscheinlich sind die Aequivalente dieser Schichten noch innerhalb der untersten Partien des Hornsteinkalkes des Monte Marian zu suchen, da letzterer vom Hauptnummuliten- und Alveolinenkalke unterlagert ist und es sehr unwahrscheinlich wäre, dass — im Gegensatz zu den in ganz Norddalmatien bestehenden Verhältnissen — bei Salona die Verdrängung der reinen Kalkfacies durch die Mergelfacies im Eocän schon früher begonnen haben sollte als an der oberen Grenze des Hauptnummulitenkalkes.

Schwierig ist es auch, die Stellung der Breccie von Spalato innerhalb des Flyschprofils von Salona zu fixiren. In der Gegend von Spinuti befindet sie sich in nächster Nähe des blaugrauen körnigen Kalkes, welcher das Hangende der mittleren Flyschzone bildet. Auf den Anhöhen ostwärts der Stadt treten aber in Verbindung mit dieser Breccie auch Kalke auf, welche den Gesteinen des Liegendzuges der Klippenzone ähnlich sehen. Auch das Vorkommen von Nummuliten aus der Gruppe der *N. perforata* spricht eher für ein tieferes als für ein höheres Niveau. Gleichwohl ist es unwahrscheinlich, dass die Breccie von Spalato in die untere Flyschabtheilung zu stellen ist. Tektonisch entspricht das Terrain ostwärts der Stadt Spalato einer kleinen Falte mit sehr steilem Süd- und mässig steilem Nordflügel. Auch weiter ostwärts, zwischen dem Širini vrh und der Kapelle Sta. Maddalena, ist noch antiklinale Schichtstellung erkennbar. Es fallen dort die Gesteinszüge, welche man an dem Wege passirt, der zwischen den Kuppen des Širini visoki und der Gutjica gegen die Bergkuppe Kila hinführt, gegen NNO ein; jene Gesteinszüge dagegen, welche am Nordrande der Einsenkung verlaufen, welcher die Strasse von Spalato nach Strossanac folgt, steil gegen Süd ein. Falls die Breccien von Spalato einen Aufbruch von Aequivalenten der unteren Flyschzone repräsentiren würden, wäre das Fehlen der Klippenkalke an beiden Längsseiten der Falte nicht leicht verständlich. Es würde dies das Vorhandensein eines grossen Längsbruches im Hangendflügel einer steilen Ueberschiebung voraussetzen, eine Form von Störungen, welche bei den norddalmatischen Ueberschiebungen nicht beobachtet wurde. Da man in den in Rede stehenden Breccien ein Aequivalent der Klippenkalke wohl auch nicht vermuthen wird, erscheint es am nächstliegenden, sie an die Basis der oberen Flyschzone zu stellen und in ihnen ein beiläufiges Aequivalent der blaugrauen körnigen Kalke im Hangenden der Klippenzone zu erblicken. Es würden dann die Küstenregion ostwärts vom Hafen von Spalato und die Südseite des Monte Marian der oberen Flyschzone zuzurechnen sein. Man trifft in diesen Gegenden in grösserer Verbreitung plattige Kalke an, welche denen der Gegend von Piat ähnlich sehen. An der Küste selbst treten auch Nummulitenbreccienkalke und körnige Kalke auf. Die Lagerung der Schichten ist an der Südseite des Monte Marian und östlich vom Hafen von Spalato mehr oder minder steil synkinal. Die Nummuliten-

breccienkalke der Küste dürften demnach wieder ein sehr tiefes Niveau, eventuell die Basis der oberen Flyschzone repräsentieren und hinsichtlich ihrer Position den Breccien von Spalato und dem Hangendzuge der mittleren Flyschzone nahe stehen. Hiermit stimmt es, dass diese Breccienkalke fast dieselbe Orbitoidenfauna wie jener Hangendzug aufweisen. Man findet in ihnen:

Orthophragmina dispansa Sow.
aspera Gümb.
ephippium Schlot.
stella Gümb.
stellata Arch.

Martelli, welcher bei San Stefano und Botticelli Aufsammlungen machte, erwähnt von dort ausserdem: *Orbitoides papyracea* Bomb., *O. Fortisi* Arch., *O. applanata* Gümb., *O. dalmatina* A. Mart. Stellenweise, so ostwärts von der Localität Fontana, stimmen die Breccienkalke an der Küste wohl auch in ihrem Habitus mit denen bei Spalato überein.

Die Altersbeziehung der klastischen Gesteine an den Abhängen des Debelo Brdo und Golo Brdo zu den Flyschschichten von Salona lässt sich insoweit feststellen, als diese Gesteine mit jenen Schichten in tektonisch klar erkennbare Verbindung treten. Eine Parallelisirung auf faunistischer Basis ist hier noch schwerer durchzuführen, da diese Gesteine — abgesehen von den in den Kalktrümmern, welche an ihrer Zusammensetzung theilnehmen, enthaltenen alteocänen Foraminiferen — im Bindemittel oft gar keine organischen Reste führen.

Die Conglomerate unterhalb der Kreidekalkmauer des Golo Brdo kann man, da sie die Flyschschichten im Hangenden der Klippenzone von Mornar und Cikatić concordant überlagern, der oberen Flyschabtheilung zurechnen. Dahin sind alsdann auch die Conglomerate von Clissa zu stellen, da sie die durch eine Querstörung im Torrente Rappotina etwas gegen Norden verschobene östliche Fortsetzung der Conglomerate unterhalb des Golo Brdo bilden. Die kleinen Conglomeratvorkommnisse südlich von Mravince wird man dagegen als der unteren Flyschzone angehörig betrachten.

Was die lichten harten Breccienkalke betrifft, so lässt sich an einer Stelle deren Aequivalenz mit den Klippenkalken nachweisen. Die Züge des Liegend- und Hangendkalkes der mittleren Flyschzone, welche über Alt-Salona verlaufen, streichen ostwärts vom Jadro gegen die Südabhänge des Felsriffes von Sv. Petar (bei Kučine) hinan. Die von ihnen eingeschlossene Mergelzone ist hier aber nicht, wie weiter im Westen, von einer Kette von Klippen des weissen Nummulitenkalkes, sondern von einem Grate von lichtem Breccienkalk durchzogen.

Der Ersatz des Klippenkalkes durch den Breccienkalk vollzieht sich noch westwärts vom Jadro am Südwestfusse der Debela Glavica. Man passirt dort an der Strasse, noch bevor dieselbe den Fluss überschreitet, den Liegendzug, dann am Wege, welcher am rechten Ufer des Jadro weiterführt, bald nach der Brücke eine Bank der lichten Breccie und gelangt dann oberhalb derselben zu einer Anzahl von bizarren Kalkklippen und alsdann zum Hangendzuge, dessen untere

Partie hier durch eine Schichte gebildet ist, die aus Millionen von losen linsengrossen Münzensteinen besteht.

Die Breccien in der Umgebung des Jadroursprunges und beim Schrofen von Sv. Petar könnten wohl dasselbe Niveau wie der vorerwähnte Grat einnehmen, da die zwischen ihnen gelegene Zone einer Einfaltung jüngerer Flyschschichten zu entsprechen scheint. Dagegen ist es zweifelhaft, ob auch die Breccienkalke in den Durchbrüchen des Stobrec potok durch die Vorketten des Mosor demselben Niveau angehören wie die Breccien am Jadroursprunge, mit welchen sie in ihrem Habitus ganz übereinstimmen.

Das Niveau der Rudistenkalkbreccien am Westfusse des Debelo Brdo lässt sich vorläufig noch nicht näher fixiren.

Das im Vorigen über die Schichtfolge in der Spalatiner Flyschformation Gesagte ist nur eine übersichtliche Zusammenstellung der Hauptergebnisse der von mir anlässlich der Detailaufnahme des Gebietes gemachten Beobachtungen. Eine genauere Beschreibung der zahlreichen vorkommenden Gesteinstypen und ihrer nicht minder zahlreichen Abänderungen und eine Mittheilung von Specialprofilen muss einer ausführlichen Darstellung der geologischen Verhältnisse des Gebietes vorbehalten bleiben. Dementsprechend ist auch die folgende Tabelle nur als eine mit Weglassung aller Details gegebene übersichtliche Gruppierung der Schichtfolgen der Spalatiner Flyschformation zu betrachten.

Zur Ergänzung des Gesagten sei hier nur erwähnt, dass in der Klippenzone ausser den für sie so charakteristischen Gesteinen — wenn auch nur selten — auch feinkörnige lichtgraue und gelbliche Kalkeinlagerungen angetroffen werden, ferner, dass die Mergelschichten selbst, welche die Grundmasse der ganzen Formation bilden, zwei Ausbildungsweisen zeigen. Sie erscheinen entweder in Wechsellagerung mit Sandsteinbänken von ein bis einigen Centimetern Dicke, wobei der gegenseitige Abstand dieser Bänken bisweilen selbst weniger als 1 dm beträgt, oder ohne solche Bänken und sind dann von einem weitmaschigen Netze von dünnen Kalklamellen durchsetzt. Eine stratigraphische Bedeutung kommt dieser Verschiedenheit der Ausbildungsweise nicht zu. Beide Flyscharten werden sowohl in den oberen als auch in den unteren Partien des gesammten Flyschcomplexes angetroffen.

Was die Parallelisirung der drei Zonen der Spalatiner Flyschformation mit den Etagen des Eocäns betrifft, so bietet dafür zunächst der Umstand einen Anhaltspunkt, dass die Orbitoidenfauna der Complanataschichten im Hangenden der Klippenzone nach Dr. Schubert's freundlicher Mittheilung einen ausgesprochen bartonisch-ligurischen Charakter trage. Sofern man berechtigt ist, daraufhin diese Schichten als das Grenzniveau zwischen den beiden obersten Stufen des Eocäns anzusehen, so würde die obere Flyschzone der ligurischen und die mittlere Flyschzone der bartonischen Stufe ungefähr entsprechen. Der Hornsteinkalk des Monte Marian enthält nach Martelli's Untersuchung¹⁾ faunistische Bestandtheile, die ihm seine Aequivalenz mit

¹⁾ l. c. pag. 337.

Gliederung der Spalätiner Flyschformation.

	K ü s t e	Umgebung des Golfes von Salonu	Westfuss des Mosor
Obere Flyschzone	Flyschmergel in Wechsellagerung mit Plattenkalken, Nummulitenbreccien, körnig-sandigen und mergeligen Kalken.		Flyschmergel und schiefrige Mergel mit Kohlenspiuren im Wechsel mit bunten Conglomeraten (Conglomerat von Clissa)
Grenzniveau	Breccie von Spalato?	Körniger Kalk und lockere Breccie aus Nummuliten und Orbitoiden	
Mittlere Flyschzone	Weisser Nummulitenkalk	Flyschmergel mit Einlagerung von Klippen von weissem Nummulitenkalk und lichtgrauem Hornsteinkalk	Lichter Breccienkalk (Jadrobrecie) und Flyschmergel
Grenzniveau	Lichtgrauer Hornsteinkalk mit Nummuliten, Anthozoen, Echiniden, Lamellibranchiern und Bryozoen	Feinkörniger Kalk und Nummulitenbreccienkalk	
Untere Flyschzone		Flyschmergel mit Einlagerungen von feinkörnigen und mergeligen Kalken	Flyschmergel, Conglomerate, körnige Kalke
Basis der Flyschformation	Hauptnummulitenkalk		
	Alveolinenkalk (am Monte Marian)		

dem oberen Lutetien sichern. Dazu würde es dann stimmen, dass Schubert den Hauptnummulitenkalk, welcher den Hornsteinkalk des Monte Marian unterteuft, als mittleres Mitteleocän betrachtet.

Ich möchte die vorigen Parallelisirungen jedoch nur als provisorische betrachten. Martelli¹⁾ stellt die Breccienkalke der Küste bei Spalato (S. Stefano und Botticelli), welche dieselbe Orbitoidenfauna wie die Complanataschichten zeigen und auch auf Grund der Lagerungsverhältnisse ein ungefähres Aequivalent derselben sein könnten, in dieselbe Stufe wie den Monte Marian. Das von Martelli gewonnene Ergebnis, dass die Schichten von Salona älter als jene von Spalato und diese älter als die des Monte Marian sind, wäre dahin genauer zu präzisieren, dass die Localitäten, an welchen Martelli bei Salona Nummuliten sammelte, älter sind als diejenigen, an welchen er am Monte Marian Aufsammlungen gemacht hat. Wie sich aus dem Vorigen ergibt, sind sowohl bei Salona als auch am Monte Marian eocäne Schichten von sehr verschiedenem Alter vertreten. Würde man am Monte Marian am Nordabhange des westlichen Bergabschnittes und in der Gegend von Salona nördlich von Japirko, ostwärts von Scombro oder südwärts von Sv. Nicolo Aufsammlungen machen und an der ersteren Localität Alveolinen und an den letzteren Punkten glatte grosse Nummuliten in grossen Massen finden und die aus diesen Funden sich ergebende Altersbeziehung als überhaupt für den Monte Marian und überhaupt für die Gegend von Salona gültig ansehen, so könnte man ebenso zu dem Schlusse gelangen, dass der Monte Marian viel älter sei als die Gegend von Salona.

Es ist begreiflich, dass die geologischen Verhältnisse einer Gegend bei einer Specialaufnahme, bei welcher das Gebiet kreuz und quer nach allen Richtungen hin wiederholt durchstreift wird, viel vollständiger erkannt werden als bei einer Forschungsreise, die ganz der Aufsammlung von Fossilien gewidmet ist. Umgekehrt wird eine Reise der letzteren Art über die faunistischen Verhältnisse viel vollständigere Aufschlüsse liefern können als eine geologische Kartirung.

Die Positionsbestimmung der Schichten von Salona als mittleres Lutetien erscheint aber doch, selbst wenn Martelli dort in der unteren Flyschzone Aufsammlungen gemacht hat, als auffallend niedrig. Martelli stützt seine Annahme auf das Fehlen von Alveolinen einerseits und auf das Fehlen der grossen glatten Nummuliten andererseits. Das Erscheinen von *N. complanata* betrachtet er als ein Zeichen dafür²⁾, dass schon oberes Lutetien vorliege, weshalb er die Fauna des Hauptnummulitenkalkes (Mischfauna von Formen des dritten, vierten und sechsten Nummulitenhorizonts) auch schon dieser Subetage zuzählt. Da nun aber der Hauptnummulitenkalk am Monte Marian, gleichwie in den Eocänprofilen bei Traù und Sebenico, schon von einem Kalke mit einer Mischfauna von Nummuliten und Alveolinen unterlagert wird und das Erscheinen der letzteren bereits auf unteres

¹⁾ Martelli e. C. de Stefani, I terreni eocenici dei dintorni di Metkovich in Dalmazia e in Erzegovina. Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti 1902. Serie quinta, Vol. XI, Fasc. IV.

²⁾ l. c. pag. 116

Lutetien hindeuten soll, würde dann als Aequivalent des mittleren Lutetien fast nichts mehr übrig bleiben. Es dürfte darum passender sein, den Hauptnummulitenkalk als mittleres Lutetien aufzufassen und das Fehlen der *Numm. complanata* in den von Martelli bei Salona gemachten Aufsammlungen nicht auf eine für die Möglichkeit des Vorkommens dieser Art zu tiefe Position, sondern auf irgendeinen anderen Umstand, etwa auf ungünstige Existenzbedingungen zurückzuführen.

Ist auch das Auftreten der Nummuliten (wenn man von ihren Vorläufern absieht) auf eine relativ kurze geologische Zeitspanne beschränkt, so scheint es doch, dass sie innerhalb dieser Spanne auf feinere Zeitunterschiede nicht sehr empfindlich reagierten, dass ihr Erscheinen in verschiedenen Niveaux auf eine ein- oder mehrmalige Wiederholung von für sie günstigen Lebensbedingungen hinweist und ihr Fehlen dann theilweise auch mit dem Fehlen solcher Bedingungen zusammenhängen kann.

Literatur-Notizen.

A. Hofmann. Vorläufiger Bericht über turmalinführende Kupferkiese von Monte Mulatto. Sitzungsberichte der kgl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften in Prag 1903. Vorgelegt am 6. Februar 1903.

Durch Herrn Bergrath J. Billek wurde der montangeologischen Sammlung der k. k. Bergakademie in Pflöham eine von Karten und Profilen begleitete Suite von Belegstücken aus der Grube Bedovina am Mulat bei Predazzo zur Verfügung gestellt, welche bezüglich der genetischen Classification des dortigen Vorkommens von Wichtigkeit ist. Nur wenige ältere Arbeiten, wie Cotta, Klipstein, Dölter bringen kurze Mittheilungen über die Erzlagerstätten, obwohl diese ein interessantes Glied in der Kette der berühmten Eruptiverscheinungen des Fleimser Thales bilden. Aus den Mittheilungen Billek's geht hervor, dass in der Bedovina-grube eine 1.5 m mächtige Zertrümmerungszone im Melaphyr vorhanden ist, welche h 10 streicht, 80° SW fällt und aus schmalen, zum Theil parallelen, zum Theil sich durchkreuzenden Gangspalten besteht.

Noch zwei andere, aber unbedeutende Gänge sind vorhanden, von denen der eine hoch oben am Westgehänge, der andere am Ostgehänge des Mulat zu Tage tritt. An den Salbändern findet eine innige Verschmelzung mit dem Melaphyr statt. Die Ausfüllung der Gangspalten besteht aus Kupferkies, Pyrit und etwas Malachit in Begleitung von Turmalin, Scheelit, Orthoklas, Quarz und Calcit; auch Apatit und grüner Glimmer wird von Hofmann angeführt. Der Kupfergehalt reicherer Graupen betrug 31.2%, Silber wurde zu 0.012%, Gold in Sparen nachgewiesen. In dem tiefer unten anstehenden Turmalingranit von Mezzavalle, welcher jünger ist als der Melaphyr, findet sich Kupferkies, Pyrit, gelegentlich auch etwas Bleiglanz zusammen mit Fluorit, Turmalin, Quarz etc. Die Erzgänge gehören also entschieden in den seltenen Typus „Telemarken (Norwegen) — Tamaya (Chile)“, sind genetisch durch das Zusammenvorkommen der genannten Mineralien mit Metallsulfiden den Zinnsteingängen nahe verwandt und verdanken ihre Entstehung wahrscheinlich „pneumatolytischen“ Vorgängen im Granitmagma, bei welchen neben Schwefel den Fluor-, Bor-, Phosphor- und Wolframverbindungen eine wichtige Rolle zufiel.

(Dr. F. Kossmat.)