

Zur Frage der Lückenhaftigkeit des alpinen Jura, besonders in den Lessinischen Alpen.

Mit vier Lichtbildern und einer Kartenskizze (Tafel 4 und 5).

Vortrag, gehalten in der Sitzung vom 7. November 1919.

Von Julius Pia.

Sehr verehrte Anwesende!

Ehe ich auf das Thema, das ich heute vor Ihnen zu behandeln die Ehre habe, eingehe, möchte ich an Sie die Bitte richten, meine Ausführungen nur als eine vorläufige Mitteilung anzusehen, wie sie in einer Fachvereinigung wohl gelegentlich im Zuge einer Untersuchung erlaubt sein mag, nicht aber als abschließende Darstellung meiner Resultate. Denn meine Studien über die zu besprechenden Fragen befinden sich noch in vollem Flusse.

Unter den charakteristischen Eigentümlichkeiten, auf denen der Gegensatz zwischen alpinem und mitteleuropäischem Jura beruht, ist die sogenannte Lückenhaftigkeit des alpinen Jura eine der bekanntesten und meisteörterten. Während wir beispielsweise in Schwaben Juraprofile vor uns haben, in denen die einzelnen Faunen so, wie es dem Zonenschema entspricht, durch einen großen Teil der ganzen Formation vollständig regelmäßig aufeinander folgen, ist es im alpinen Juragebiet eine durchgängige Beobachtung, daß in einem bestimmten Profil nur ganz wenige Zonen sich durch Fossilien nachweisen lassen, und die einzelnen Faunen der verschiedenen Niveaus sind meist überhaupt nur von einigen Punkten bekannt. Am wenigsten gilt dies noch vom Lias. Zusammenhängende Profile durch den ganzen Lias sind nicht gerade selten. Ich erinnere zum Beispiel an die nordalpinen Vorkommen bei Enzesfeld, bei Adnet, in der Kammerkergruppe, am Nordrande des Tennengebirges usw. Auch in den Fleckenmergeln der nördlichen Randzonen läßt sich die Vertretung der meisten Liasstufen mehr oder weniger gut durch Fossilien belegen. Ziemlich allgemein verbreitet ist auch das Tithon. Dagegen ist der Dogger und der untere Malm außerordentlich lückenhaft entwickelt. Gesteine, wie etwa die Vilsener Kalke, kennt man in

guter Ausbildung nur von zwei oder drei Punkten der Nordalpen.

Zur Erklärung dieser auffallenden Erscheinung wurden recht verschiedene Hypothesen aufgestellt. Einen wesentlichen Anteil an ihr haben, speziell in den Nordalpen, ganz sicher die tektonischen Verhältnisse. Die hochgradige Störung der Gesteine wirkt in doppelter Hinsicht Lücken erzeugend. Einerseits werden durch Verschleifung ganzer Schichtglieder, durch Gleitbretterbildung im Sinne von Spitz usw. aus jedem einzelnen konkreten Profil gewisse Ausschnitte ausgeschaltet. Andererseits wird die Erhaltung der Fossilien durch die starke tektonische Beeinflussung sehr gefährdet. Die noch vorhandenen Gesteine sind nach der Gebirgsbildung wesentlich fossilärmer als vorher. Natürlich trifft diese Zerstörung die wenig mächtigen, oft sehr heterogen zusammengesetzten jurassischen Gebilde, die in einem Schuppenland ostalpiner Fazies stets nahe unter den Bewegungsflächen liegen, noch mehr als die Trias. Auf allen meinen Exkursionen habe ich mich davon überzeugt, daß speziell im östlichen Teile der nördlichen Kalkalpen ein normaler Kontakt zwischen zwei Gesteinen der Schichtreihe geradezu zu den Seltenheiten gehört. Fast überall, wo ein Kontakt wirklich gut aufgeschlossen ist, erweist er sich als eine bald flachere, bald steilere Störung.

Ein weiterer Erklärungsgrund verweist mit Recht darauf, daß die alpinen Juragesteine schon primär ihrer ganzen Fazies nach in der Regel äußerst fossilarm sind. Als Beleg für diese Auffassung braucht nur an die Oberalmschichten und Hornsteinschiefer erinnert zu werden, bei denen allerdings als erschwerender Umstand dazu kommt, daß sich die einzigen, in ihnen häufigen Fossilien, die Aptychen, derzeit durchaus nicht bestimmen lassen, sondern vorerst monographisch bearbeitet werden müßten.

Die faziellen Ausbildungen des Jura, aus denen die reichen alpinen Faunen stammen, bilden sehr oft nur ganz lokale Einschaltungen in fossilere Absätze. Typisch dafür sind unter anderem die *Posidonomya alpina*-Schichten der Südalpen.

Ein anderer, aber ähnlicher Gedankengang weist darauf hin, daß die Gesteine des alpinen Jura vielleicht aus großen Meerestiefen stammen und deshalb einzelne Schichtglieder in-

folge Sedimentmangels auf eine außerordentlich geringe Mächtigkeit reduziert wurden.

Alle die aufgezählten Hypothesen haben das gemeinsam, daß sie die Lückenhaftigkeit entweder für eine nur scheinbare oder für eine sekundäre halten. Ihnen steht nun die Annahme gegenüber, daß der alpine Jura große primäre Unterbrechungen der Schichtreihe infolge Regression des Meeres aufzuweisen hat.

Daß im alpinen Jura tatsächlich Regressionen und darauffolgende Transgressionen vorhanden sind und daß dieselben sogar eine größere Bedeutung haben, als die meisten Autoren der letzten Jahre vermuteten, daran kann für mich gar kein Zweifel bestehen. Die transgressive Lagerung der Hierlatzschichten auf dem Dachsteinkalk ist ziemlich unbestritten. Sie wird nicht nur durch die allgemeine Form der einzelnen Hierlatzvorkommen, sondern besonders durch die oft massenhaft entwickelten Breccien bewiesen. Der Mittellias der Kratzalpe enthält unverkennbare eckige Fragmente der von ihm faziell sehr stark abweichenden grauen Krinoidenkalk des Lias β . Angaben darüber finden sich schon bei Albrecht v. Krafft und ich kann seine Beobachtungen vollauf bestätigen. Es ist deshalb nicht ganz exakt, wenn Krafft in derselben Arbeit sagt, die Liasserie der Kratzalpe sei eine vollständig ununterbrochene. Allerdings handelt es sich, wie sich paläontologisch belegen läßt, nur um eine geringfügige und lokal beschränkte Unterbrechung.

Viel bedeutender als diese ganz lokalen Verschiebungen der Strandlinie ist die Juratransgression, die ich in den letzten Jahren vor dem Kriege in der Osterhorngruppe kennen gelernt habe, deren genaue Untersuchung ich mir übrigens für später vorbehalten möchte. Es wird diese Transgression schon von Mojsisovics erwähnt und von ihm auf Grund des Fundes einiger Ammoniten in die Zone des *Sphaeroceras Sauzei*, also in das untere Bajocien, versetzt. Die Juratransgression gibt sich in der Osterhorngruppe hauptsächlich durch folgende Erscheinungen zu erkennen:

Den grauen und bunten, kieselreichen Kalkschiefern des Dogger sind mehrere recht mächtige Konglomeratbänke aus vollständig gerundeten Kalkkomponenten von Faustgröße und mehr eingeschaltet.

Noch viel auffallender ist ein Niveau von großen rhätischen Blöcken, das in Verbindung mit den Konglomeraten auftritt. Die Blöcke haben einen Durchmesser von über 1 m. Teilweise bestehen sie aus Lithodendronkalk und ich besitze daraus auch eine kleine Bivalvenfauna, so daß an ihrem Alter gar kein Zweifel möglich ist. Das Blockniveau ist in den weichen Kalkschiefern, die steile, glatte Almhänge bilden, oft sehr deutlich zu verfolgen.

Endlich konnte ich beobachten, daß der Dogger in unmittelbar benachbarten Profilen auf ganz verschiedenen Schichtgliedern aufliegt. Diese Feststellung wird dadurch wesentlich erleichtert, daß der Lias ungemein fossilreich ist und die einzelnen Stufen sich auch faziell sehr scharf unterscheiden.

Die Schichten der Osterhorngruppe sind so außerordentlich wenig gestört und die Aufschlüsse sind so gut, daß die dargelegten Beobachtungen kaum mehr eine durchgreifende Berichtigung erfahren werden.

Es sei noch daran erinnert, daß Geyer vor wenigen Jahren in dem Gebiet der Steyer und Alm ebenfalls zu dem Resultat gelangt ist, es bestehe im Jura eine primäre Schichtlücke.

Auf die jüngsten, hochinteressanten Ausführungen Winklers in dieser Gesellschaft über die Juratransgression in der Gegend von Karfreit brauche ich nicht einzugehen, da sie den meisten der Damen und Herren wohl noch Erinnerung sein werden.

Wie erwähnt, hatte ich schon vor dem Kriege begonnen, mich mit der Frage der Transgressionen im Jura näher zu beschäftigen. Es war für mich daher natürlich von dem größten Interesse, im Kriege eine Gegend gründlich kennen zu lernen, die für diese Erscheinung durch die wiederholten Ausführungen Vaceks klassisch geworden ist. Im Frühjahr 1916 kam ich auf den Südtiroler Kriegsschauplatz und blieb dort bis zum Herbst 1918. Schon während ich noch bei einer Batterie eingeteilt war, hatte ich Gelegenheit, zahlreiche Exkursionen auszuführen. Zu Ehren des jetzt so viel verlästerten österreichischen aktiven Offizierskorps möchte ich betonen, daß alle meine wissenschaftlichen Bestrebungen während des Krieges von meinen Vorgesetzten nicht nur geduldet, sondern in den meisten Fällen, soweit es der Dienst irgend zuließ, sogar

gefördert und mit großem Interesse verfolgt wurden. Dieses Verhalten gegenüber einer von der eigenen natürlich ganz abweichenden Geistesrichtung scheint mir denn doch ein beachtenswerter Zug echter Duldsamkeit, einer nicht gar so häufigen menschlichen Eigenschaft, zu sein.

Während des letzten halben Kriegsjahres gehörte die Ausführung vieler Exkursionen dann zu meinen Dienstesobliegenheiten als Kriegsgeologe.

Es war mir so möglich, das ganze Gebiet zwischen Etsch und Brenta, soweit es durch längere Zeit in unserem Besitze war, ziemlich genau kennen zu lernen.

Vacek gibt von der Schichtfolge des Jura in der Region südöstlich von Trient folgende Darstellung:

Das Rhät fehlt.

Der Lias beginnt mit hellen, gebankten, oft oolithischen Kalken, die in den Schieferzwischenlagen häufig *Gervillia Buchi* führen. Sie sollen mit einer sehr unebenen Fläche dem Obertriasdolomit transgressiv aufliegen.

Darüber folgen die eigentlichen grauen Kalke mit der bekannten Fauna und Flora.

Den hangenden Teil dieser Serie bilden wieder helle Oolithe, die Vacek mit den Oolithen von Cap San Vigilio identifiziert und daher in das Aalenien stellt. Dieses Schichtglied tritt jedoch nur im westlichen Teile der nördlichen Lessinischen Alpen auf, fehlt dagegen zum Beispiel auf den Sieben Gemeinden, wo ihm eine Schichtlücke entspricht.

Ebenso fehlen auf den Hochflächen von Folgaria, Lavarone und Vezzena die Äquivalente des Bajocien, Bathonien und Callovien. Dagegen tritt bei Rovereto der höhere Dogger in Gestalt der *Posidonomya alpina*-Schichten auf.

Darüber folgen rote Kalke, die an der Basis die *Transversarius*-Fauna, darüber die *Acanthicus*-Fauna führen. Auch diese Bildungen sind jedoch nur lokal entwickelt und verschwinden von Rovereto gegen Norden.

Ganz selbständig und transgressiv tritt das Tithon auf. Es beginnt meist mit einem Hornsteinschiefer von einigen Metern Mächtigkeit. Darüber folgen dann die bekannten roten Tithonknollenkalke, darauf die weißen Tithonkalke, die unmerklich in den kretazischen Biancone übergehen. Das Tithon

soll im nördlichen Teile der sogenannten Etschbucht bis auf den Schlerndolomit transgredieren.

Wir hätten also nach Vacek im Jura der nördlichen Lessinischen Alpen drei durch große Meeresrückzüge getrennte Transgressionen zu unterscheiden: Die Liastransgression, die Doggertransgression, die aber viel weniger ausgedehnt als die beiden anderen war, und die Tithontransgression.

Ehe ich mich zu einer Kritik dieser Auffassung auf Grund neuerer Beobachtungen in dem von mir untersuchten Gebiete selbst wende, wird es gut sein, sich in der Nachbarschaft desselben umzusehen, ob wir von dort eine Bestätigung von Vaceks Auffassung oder vielmehr Bedenken gegen dieselbe zu erwarten haben.

Wohl das wichtigste Vergleichsgebiet ist infolge der in vieler Hinsicht mustergültigen Untersuchungen von Dal Piaz die Region der Feltriner Alpen. Dal Piaz hat gezeigt, daß in dieser Berggruppe die Schichtfolge vom Unterlias bis zum Tithon eine lückenlose ist, wenn auch nicht alle Stufen gleich fossilreich entwickelt sind.

Im Unterlias herrschen helle Dolomite und Kalke vor, im Mittellias weiße Kalke und Oolithe. Im obersten Mittellias erscheint lokal eine Mergelfazies mit Landpflanzen, die höchstwahrscheinlich denen von Rotzo entsprechen.

Im Oberlias tritt zum ersten Male die Fazies roter, ammonitenreicher mergeliger Kalke auf. Ähnliche cephalopodenreiche Bildungen nehmen den unteren Teil des Dogger ein.

Ein oberes Oolithniveau ist im Bathonien angedeutet. Dann folgen helle Kalke mit Hornsteinknollen. Dem obersten Oxford entsprechen sehr hornsteinreiche Aptychenschiefer, die ich entschieden für das Äquivalent der Hornstein- und Aptychenschiefer der nördlichen Lessinischen Alpen halte. Kimmeridge und Untertithon sind als petrographisch nicht trennbare rote Ammonitenkalke entwickelt. Das Obertithon gleicht faziell schon ganz der Unterkreide.

In einer späteren Arbeit hat Dal Piaz dargelegt, wie sich diese Verhältnisse bis zur Brenta nach Westen fortsetzen, ohne daß dabei eine Schichtlücke entdeckt worden wäre. Nicht ganz befriedigend ist höchstens der Nachweis des Kelloway, doch spricht alles dafür, daß das nur eine Folge von Fossilarmut ist.

Zu einer langwierigen Diskussion haben die Verhältnisse bei Castel Tesino nördlich der Val Sugana Anlaß gegeben. Einige Unklarheiten bestehen hier immer noch, doch scheint so viel festzustehen, daß auch an dieser Stelle wenigstens zwei Doggerhorizonte durch Fossilien vertreten sind, daß also eine bedeutendere Schichtlücke nicht angenommen werden kann. Auch die Gesteinsausbildung ist eine ganz einheitliche. Die Angabe von groben Breccien im Lias beruhte auf einem argen Beobachtungsfehler.

Von großer Wichtigkeit für uns sind auch die Verhältnisse im Mt. Baldo-Zuge und im südlichen Teile der Lessinischen Berge selbst. Sie sind uns durch die Aufnahmen Bittners, besonders aber durch die sehr wichtigen Untersuchungen von Nicolis und Parona gut bekannt. In späterer Zeit hat Boden einen bedeutsamen Beitrag zu unserer Kenntnis durch eine lokale Untersuchung einer kleinen Berggruppe geliefert.

Das Juraprofil des Mt. Baldo stellt sich durch Kombination der verschiedenen Angaben folgendermaßen dar:

Der Lias beginnt mit Oolithen und dichten, weißen Kalken, die aus den Obertriasdolomiten durch Wechsellagerung hervorgehen.

Darüber folgen dann die Äquivalente der grauen Liaskalke, die hier jedoch nur spärliche Fossilien und gar keine Landpflanzen enthalten. Bittner und Nicolis betonen ausdrücklich, daß das Gestein im südlichen Teile des Mt. Baldo faziell den Noriglio-Schichten nicht mehr gleicht, sondern mehr rein kalkig entwickelt ist. Sehr wichtig ist, daß in diesen Schichten von Parona die Fauna von Cap San Vigilio mit *Harpoc. Murchisonae* aufgefunden wurde.

Im Hangenden erscheinen wieder Oolithe. Sie werden an mehreren Stellen von den *Posidonomya alpina*-Schichten überlagert. Parona vertritt die Ansicht, daß diese dem Kelloway, nicht, wie man meist annimmt, dem Bath entsprechen. Wie schon eingangs erwähnt, bilden sie in ihrer typischen Fazies stets nur ganz beschränkte Linsen.

Nun folgt der Ammonitico rosso, in dessen unterem Teile das Oxford mit *Peltoc. transversarium* nachweisbar ist. In der gewöhnlichen Weise ist darauf das Kimmeridge und Unter-

tithon als roter Knollenkalk, das Obertithon als weißer Kalk entwickelt.

Die Hornsteinschiefer dieses Gebietes liegen unter den *Transversarius*-Schichten, sind also wesentlich älter als die der Feltriner Alpen.

In dem Gebiete östlich der Etsch nimmt der untere Teil des Jura an Mächtigkeit allmählich ab. Sehr bedeutsam für unsere Frage ist, daß im liegendsten Teile der roten Kalke hier sowohl von Bittner als von Parona das Bathonien durch Ammoniten nachgewiesen werden konnte.

Einen flüchtigen Blick müssen wir noch auf die besonderen Verhältnisse des Mt. Pastello, des südwestlichsten Bergrückens der Lessinischen Alpen, werfen. Auch hier ist nach der Beschreibung, die Boden geliefert hat, der Lias nicht durch die typischen Noriglio-Schichten vertreten, sondern durch Oolithe und Dolomite, in deren mergeligen Zwischenlagen sich jedoch die Landpflanzen von Rotzo wiederfinden. Die Klauschichten sind teils durch Posidonomyen-Lumaschellen, teils durch rote Kalke, teils durch Dolomite repräsentiert. Fossilien aus diesem Gestein haben Meneghini, d'Achiardi und in jüngster Zeit Dal Pia z beschrieben. Den Abschluß des Jura bildet wieder der Ammonitico rosso.

Ziehen wir aus der flüchtigen Betrachtung einiger Nachbargebiete des mir persönlich bekannten Terrainabschnittes das Resultat, so finden wir, daß die Schichtfolge des Jura sowohl im Nordosten als im Südwesten eine zusammenhängende ist und daß sich darin keine Spuren der unmittelbaren Nähe einer größeren Insel nachweisen lassen. Die Annahme langdauernder Trockenlegungen des nördlichen Teiles der Lessinischen Alpen findet hier keine Bestätigung.

Ich wende mich nun dazu, diejenigen Ergebnisse ganz kurz zu skizzieren, die sich aus meinen eigenen Beobachtungen und einigen neueren Arbeiten über das von mir untersuchte Gebiet bezüglich der Frage der Juratransgressionen jetzt schon, vor genauer Durchbestimmung des reichen Fossilmaterials, ableiten lassen.

Die Unterlage der Juraformation bildet in dem ganzen Gebiete ein heller bis weißer, stark zuckerkörniger Dolomit, der nach meiner Auffassung wenigstens teilweise der rhätischen Stufe angehört.

Das tiefste Glied des Lias ist im westlichen Teile des Gebietes ein heller Oolith. In einem Teile der Sieben Gemeinden schaltet sich jedoch zwischen Dolomit und Oolith ein wohlgebankter heller Kalk ein, den ich Verenkalk nenne. Er keilt nach allen Seiten aus und bildet also nur eine große Linse, deren Begrenzung auf der Karte ersichtlich ist. In diesem Kalk hat Dal Pia z eine kleine Fauna des unteren Unterlias nachgewiesen. Eine dem Verenkalk ungefähr gleichaltrige Bildung, die sich aber durch das Auftreten grauer Oolithe, dunklere Färbung und dünnere Schichtung merklich unterscheidet, habe ich Zugnakalk genannt. Er ist auf den Südwesten der untersuchten Region beschränkt (vgl. Karte). Man muß sich hüten, ihn mit den Noriglioschichten zu verwechseln, von denen er durch den hellen Oolith getrennt wird. Dieser hat bisher in der untersuchten Region außer einer neuen Diploporo an bestimmbareren Fossilien nur Atractiten in sehr großer Menge geliefert, die sich zu einer genauen Horizontierung nicht eignen. Wahrscheinlich handelt es sich um Mittelias. Wo er direkt auf Dolomit liegt, dürfte dieser den Unterlias mit vertreten. Im großen und ganzen entsprechen diese beiden Gesteine, der helle Kalk und der Oolith, offenbar Vacek's Schichten mit *Gervillia Buchi*. Vacek ist der Ansicht, daß diese auf den Dolomit transgredieren. Ich habe deshalb der Grenze meine besondere Aufmerksamkeit zugewendet und sie an sehr vielen Stellen eingehend untersucht. Die Grenzfläche ist tatsächlich eine sehr unregelmäßige, in der kompliziertesten Art verbogene. Von einer Transgression ist aber keine Spur vorhanden. Oft verläuft die Grenze zwischen Kalk und Dolomit ganz senkrecht zu den Schichten, was bei einer Anlagerungsfläche doch nicht wahrscheinlich ist. Auch Wechsellagerung stellt sich häufig ein. Das ganze Verhältnis ist nur zu verstehen, wenn wir uns davon überzeugen, daß Dolomit und Kalk sich hier überhaupt nur durch das Vorhandensein oder Fehlen einer nachträglichen Dolomitisation unterscheiden. (Vgl. dazu Tafel 4.) Die Grenze liegt heute an der Stelle, bis zu der die Umwandlung des Kalkes in kristallinen Dolomit vorgedrungen ist. Einzelne brecciöse Lagen, die im Dolomit vorkommen, fand ich nie genau an der Grenze. Klebelsberg erwähnt aus einer solchen Breccie Gerölle von Glimmerschiefer. Ich habe eine ähnliche Beobachtung nie

gemacht und vermag mich über ihre Deutung noch nicht auszusprechen.

Die konkordant über den Oolithen folgenden eigentlichen grauen Kalke oder Noriglio-Schichten, wie ich sie wegen der geringen Präzision des ersten Namens lieber nennen möchte, sind in ihrer typischen Ausbildung auf den Westen des untersuchten Gebietes beschränkt. Sie bestehen aus ziemlich dunklen tonreichen, plattigen oder wulstigen Kalken mit starken, dunklen Schieferzwischenlagen, die oft ganz erfüllt sind von den winzigen, kreidigen Schalen der *Cypris Rotzoana*. Die mächtigen Bänke mit *Lithiotis problematica* sind besonders im hangenden Teile entwickelt. Oolithe fehlen in diesen typischen Noriglio-Schichten vollständig. Gegen Osten ändert sich der Charakter des Gesteins. Die mergeligen Kalke werden ersetzt durch eine Wechsellagerung von weißen Oolithen, weißen oder braunen Kalken und hellgrauen, kristallinen Dolomiten. Der Übergang vollzieht sich so, daß die hangendsten Teile der Noriglio-Schichten am weitesten im Osten von ihm betroffen werden. Die Grenze beider Fazies ist natürlich nicht scharf. Ihr ungefährer Verlauf ist auf der Karte ersichtlich. Ich bezeichne die östliche Fazies als Frizzone-Schichten. Wesentlich dieselbe Entwicklung zeigt der Lias offenbar im südlichen Baldo- und im Pastellozuge, wie aus den schon kurz referierten Literaturangaben ganz deutlich hervorgeht. Den Namen „Graue Kalke“ möchte ich als gemeinsame Bezeichnung für die Noriglio- und Frizzone-Schichten beibehalten, wie dies auch dem bisherigen Gebrauche, der freilich ein ziemlich unkritischer war, am besten entspricht. Nach den Ergebnissen von Dal Piaz und Parona, mit denen meine eigenen Beobachtungen übereinstimmen, reichen die grauen Kalke ungefähr aus dem Mittellias bis in den unteren Dogger. Die Polemik, die über diese Frage durch lange Zeit und unter zahlreicher Beteiligung geführt wurde, ist bekannt und ich brauche auf sie nicht einzugehen. Die Auffassung De Zignos, der die grauen Kalke auf Grund seiner Bestimmung der Landpflanzen zur Gänze in den Dogger verweisen wollte, ist nicht durchgedrungen. Ich sehe aber nirgends einen Beweis dafür, warum sie auf den Lias beschränkt sein sollten. Auf diesen Punkt werde ich jedoch gleich nochmals zurückzukommen haben. In der weiteren Umgebung von Rovereto enthalten die Noriglio-Schichten graue

Hornsteinknollen, vielleicht vorwiegend in einem bestimmten Niveau, die sonst im ganzen untersuchten Gebiet fehlen. Man wird in dem Auftreten der Hornsteine wohl die Andeutung eines Überganges in die lombardische Fazies sehen dürfen.

Ich bin gegenwärtig der Überzeugung, daß wir es in den Noriglio-Schichten mit einer Seichtwasserbildung im Meer, aber gerade vor der Mündung eines größeren Flusses, zu tun haben, dafür spricht die tonige Gesteinsbeschaffenheit mit vielfältigem Wechsel kalkiger und schiefriger Bänke, die große Häufigkeit von Landpflanzen, das massenhafte Auftreten der *Cypris*, die reiche Entwicklung von Austernbänken, das fast vollständige Fehlen von Cephalopoden und anderer rein mariner Ordnungen und die ganze Art der Fossilführung überhaupt, die durch die massenhafte Anhäufung der Exemplare je einer Spezies in bestimmten Schichten entschieden einen leicht brackischen Habitus hat. Aus der Verbreitung der Landpflanzenreste läßt sich vermuten, daß der Fluß von Süden kam und seine Mündung etwa südlich von Verona lag. Gegen Nordosten und Südwesten gehen die Noriglio-Schichten in die Frizzone-Schichten über, die mit ihren reichlichen Oolithen als ein normales marines Flachsee-Sediment erscheinen.

Vom Zugna-Rücken bis Lavarone liegt auf den Noriglio-Schichten ein oberer Oolithhorizont. Er zeichnet sich durch das häufige Auftreten von Seeigeln und durch das Vorkommen der eigentümlichen *Jurachaeteten* aus. Gegen Osten keilt er sehr allmählich aus. Ich konnte ihn bis an die ehemalige Reichsgrenze bei Vezzena verfolgen und gerade in diesem östlichsten Teile eine kleine Fauna auffinden, deren Horizontierung jedoch noch nicht durchgeführt ist. Die Ostgrenze des Verbreitungsgebietes der Doggeroolithe ist auf der Karte zu ersehen. Vacek hat diesen oberen Oolith bei der Kartierung vielfach mit dem Liasoolith verwechselt, von dem er im Handstück oft nicht zu unterscheiden ist. Er bezeichnet ihn als Oolith von Cap San Vigilio und geht von der Voraussetzung aus, daß er den Oolithen entspricht, die an jener Fundstelle das unmittelbare Liegende der fossilführenden Schichten bilden. Ich hege starke Zweifel gegen diese Auffassung. Aus der Literatur läßt sich ziemlich sicher vermuten, daß die bei Cap San Vigilio anstehenden Oolithe meinen Frizzone-Schichten angehören. Sie berechtigen daher durchaus zu keinem Schluß

auf das Alter der oberen Oolithe der Gegend von Rovereto und Folgaria.

Über den Oolithen oder, wo diese fehlen, über den grauen Kalken folgt nun die Serie der bunten, vorwiegend roten Ammonitenkalke. Bevor ich mich deren Analyse zuwende, muß aber noch ein Wort der Frage gewidmet werden, welcher Art das Verschwinden der eben betrachteten Oolithe gegen Osten ist und ob auf den Sieben Gemeinden im Dogger an ihrer Stelle eine Schichtlücke vorhanden ist. Ein deutliches Argument gegen eine solche Auffassung scheint mir schon in den an vielen Stellen beobachteten Verhältnissen im obersten Teile der grauen Kalke zu liegen. Es stellen sich hier bunte, auffallend rote und gelbe Kalkbänke ein, die aber noch ganz erfüllt sind von großen, weißen, spätigen *Lithiotis*-Schalen. Darin liegt wohl ein Hinweis darauf, daß ein direkter Übergang der grauen Kalke in die bunten Jurakalke besteht. Noch weiter östlich, im Gebiet der Frizzone-Schichten, dürfte der Dogger wieder teilweise durch Oolithe vertreten sein, die sich aber hier weder faziell, noch (bei der allgemeinen Fossilarmut) paläontologisch von dem grauen Lias genügend abheben, so daß sie bei der Kartierung mit ihm zusammengezogen werden mußten.

Den Oberjura teilen wir am zweckmäßigsten in drei lithologisch verschiedene Schichtglieder: An der Basis eine sehr mannigfaltig entwickelte Kalkmasse, die ich als bunte Jurakalke zusammenfassen will. Darüber der wenig mächtige, aber sehr bezeichnende Horizont der hornsteinreichen Aptychenschiefer. Endlich die typischen roten Knollenkalke.

Auf eine genaue Analyse der bunten Jurakalke kann ich hier nicht eingehen. Ich will nur einige wesentliche Punkte hervorheben. Leicht nachweisbar ist meistens das Oxford im unmittelbaren Liegenden der Hornsteinschiefer. Es ist oft durch das massenhafte Vorkommen von Belemniten ausgezeichnet, worauf schon Uhlig in einer kleinen Arbeit aufmerksam gemacht hat. Ich fand aber auch ein neues Vorkommen einer schönen Ammonitenfauna mit *Peltoc. transversarium* selbst und anderen bezeichnenden Arten. Das Gestein ist an der betreffenden Stelle auf dem Col Santo etwas abweichend, nicht rot, sondern gelb. Leider konnte ich nur relativ wenige Stücke von dort bergen.

Nicht selten, besonders im östlichen Teile der Sieben Gemeinden, sind die bunten Jurakalke durch sehr indifferente, helle bis weiße Kalke vertreten. Bei flüchtiger Beobachtung hat man hier den Eindruck, daß die Hornsteinschiefer auf dem unterliassischen Verena-Kalk liegen. Es gelang mir jedoch an mehreren Stellen, in den weißen Kalken Perisphincten und Belemniten zu finden, so daß eine solche Vorstellung mit voller Sicherheit abgelehnt werden kann. Auch der seitliche Übergang der weißen Kalke in rote ist in dem durch die Basis der Hornsteinschiefer genau bestimmten gleichen Niveau an vielen Stellen ausgezeichnet zu verfolgen. Als besonders schön sind mir die betreffenden Aufschlüsse auf dem Mt. Melletta in Erinnerung, wo die oberste Schichtfläche der bunten Jurakalke weithin entblößt und in unregelmäßiger Weise teils rein weiß, teils hochrot gefärbt ist.

Weniger leicht ist die Frage zu beantworten, wie weit die bunten Kalke in das Liegende reichen. Da kommt uns zunächst die von vielen Beobachtern bestätigte Tatsache zu Hilfe, daß die Posidonomyen-Lumachellen mit ihrer eigentümlichen, reichen Mikrofauna linsenförmige Einlagerungen in einem tiefen Teile der bunten Jurakalke bilden. Auf Grund der Auseinandersetzungen von Benecke, Parona, Dal Piaz, Bettioni und anderen scheint die Annahme die entsprechendste, daß die bekannte Fauna der Posidonomyen-Schichten dem Bath angehört, daß aber Lumachellen von *Posidonomya alpina* ohne die begleitenden Ammoniten auch in das Kelloway hinaufreichen. Das die Fossilnester umgebende Gestein ist oft als roter Krinoidenkalk entwickelt.

Von ganz außerordentlicher Wichtigkeit für die Jurastratigraphie des untersuchten Gebietes sind die Beobachtungen und Fossilfunde, die gelegentlich des Baues des Werkes Lusern gemacht wurden. Leider hat Trener bisher nur ganz kurz darüber berichtet. Als ein wahres Unglück aber ist es zu betrachten, daß der größere Teil des kostbaren Materials durch die Einmischung einer Persönlichkeit, der es an wirklichem wissenschaftlichen Interesse scheinbar vollständig fehlte, der Forschung wohl endgültig verloren ist. Den Rest der Fossilien konnte ich vor kurzem einer flüchtigen Durchsicht unterziehen und ich hoffe diese Stücke noch näher zu studieren. Nach den Bestimmungen von Trener, die vielleicht zum Teil

noch nicht ganz definitiv sind, ist auf Werk Lusern das Callovien und Oxfordien durch bunte Ammonitenkalke vertreten, während das Bathonien die Gestalt der gewöhnlichen Posidonomyen-Schichten hat.

Die Hornstein- und Aptychenschiefer gehören nach meiner Auffassung nicht in das Tithon, sondern an die Grenze zwischen Oxford und Kimmeridge. Ich stütze mich dabei vorläufig hauptsächlich auf die Analogie mit den Nachbargebieten. Der strenge Beweis dafür, daß das Kimmeridge sich im Hangenden der Hornsteinschiefer befindet, wird aus der reichen Fauna der roten Knollenkalke zu führen sein, die die dritte, höchste Stufe des Ammonitico rosso bilden. Dagegen wird eine direkte paläontologische Bestimmung des Alters der Schiefer selbst kaum möglich sein, denn die Fauna, die ich daraus besitze, besteht fast nur aus Aptychen und Belemniten. Die seltenen Ammoniten sind durchwegs so schlecht erhalten, daß eine genaue Bestimmung ausgeschlossen ist.

Schon *Trener* hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Hornsteinschiefer nicht über die ganzen nördlichen Lessinischen Alpen verbreitet sind. Allerdings gibt er ihre Grenze recht unrichtig an. Das Auskeilen dieses Schichtgliedes konnte ich an vielen Stellen sehr gut schrittweise verfolgen. Nirgends zeigt sich die Spur einer Transgression. Wo die Hornsteinschiefer fehlen, verschmelzen die oberen und unteren roten Ammonitenkalke zu einer Einheit, innerhalb derer wohl eine allmähliche Faziesänderung, aber keine scharfe Grenze zu konstatieren ist. Die Grenze der Verbreitung des Selcifero, wie die Hornsteinschiefer auch genannt werden, ist auf der Karte durch einen fortlaufenden Strich wiedergegeben. Ihre Mächtigkeit und ihr Reichtum an klastischem Material ist am größten im Nordosten, und dieses Gebiet der stärksten Entwicklung habe ich noch besonders ausgeschieden. Seine Lage ist nicht unwichtig, denn sie bestätigt die Meinung, daß dieses Schieferniveau mit dem der Feltriner Alpen identisch ist.

Über die roten Knollenkalke ist wenig zu sagen. Ihre Fauna ist weitaus die reichste und auch die Erhaltung ist, wenn man genügend Material hat, um auszusortieren, nicht gar so schlecht, wie vielfach geglaubt wird. Die Horizontierung wird sich hier sicher genau durchführen lassen. Ich erwarte im oberen Ammonitico rosso das Kimmeridge und das Unter-

tithon vertreten zu finden. Merkwürdig ist der Umstand, daß die allgemein verbreitete Rotfärbung dieses Gesteins in einem ganz kleinen Gebiet der östlichen Sieben Gemeinden ausläßt (siehe Karte).

Nach oben gehen die roten Knollenkalke in die weiße Majolica über, aus der ich jedoch nur spärliche Fossilien besitze, während dieselben Bildungen weiter im Süden eine sehr reiche Fauna des Niveaus von Stramberg geliefert haben. Der weitere Übergang in die Unterkreide ist stets ein ganz unmerklicher. Auch die Majolica führt oft Hornsteine, die sich in der Regel durch hochrote Färbung auszeichnen. Die horizontale Verbreitung dieser Hornsteine ist jedoch, im Gegensatz zum Lias, eine ganz gesetzlose. Ich habe auf der Karte eine große Zahl von Majolica-Aufschlüssen mit und ohne Hornsteine durch konventionelle Zeichen ersichtlich gemacht, aus deren Betrachtung hervorgehen dürfte, daß in dem ganzen untersuchten Gebiet Obertithonpartien mit und ohne Hornsteinknollen ohne jede Regel abwechseln.

Man muß noch eines Umstandes gedacht werden, den ich bisher geflissentlich übergangen habe, um das Bild nicht zu sehr zu komplizieren, der aber ganz besonders geeignet ist, bei oberflächlicher Betrachtung ein transgressives Auftreten der verschiedensten Juraglieder vorzutäuschen. Ich meine die Tatsache, daß jedes Schichtglied gelegentlich dolomitisiert sein kann. Ich kenne Dolomite aus den Lias-Oolithen, aus den grauen Kalken, den bunten Jurakalken, den roten Knollenkalken und dem Bianco, wo sie allerdings infolge der Hornsteinführung relativ leicht zu horizontieren sind. Sonst sehen alle die verschiedenen Dolomite einander und dem obertriadischen Grenzdolomit außerordentlich ähnlich. Sie sind stets stark kristallin, weißlich, grau oder grünlich. Die Schichtung und Fossilführung geht durch die Dolomitisierung verloren. Das Niveau läßt sich jedoch in vielen Fällen durch Beobachtung von seitlichen Übergängen sehr gut erweisen. Achtet man nicht darauf, so entsteht natürlich der Anschein, als ob irgend ein Glied des Oberjura direkt auf der Obertrias läge. Noch ausgedehnter als in der mir bekannten Region scheinen die Dolomitisierungen im südlichen Teile der Lessinischen Alpen zu sein.

Die Ergebnisse unserer raschen Übersicht der Schichtfolge der nördlichen Lessinischen Alpen lassen sich zu der beigegebenen Tabelle zusammenfassen. Mag dieselbe auch durch die genaue Durcharbeitung des Fossilmaterials noch einige Änderungen erfahren, so glaube ich doch schon behaupten zu können, daß in den ganzen Lessinischen Alpen keine Trockenlegung während des Jura, ja wahrscheinlich während einer noch viel längeren Zeit, stattgefunden hat. Einzelne brecciöse Partien sind wohl vorhanden, besonders in den bunten Kalken. Ob dieselben aber auf unmittelbare Küstennähe deuten, ist durchaus zweifelhaft. Wie in vielen analogen Fällen mag es sich eher um submarine Rutschungen handeln, die scheinbar eine größere Rolle spielen, als man bis vor kurzem annahm.

Auf eines möchte ich jedoch hinweisen: Meine Ausführungen beziehen sich nur auf die Lessinischen Alpen. Über den nördlichen Teil der sogenannten Etschbucht, das Gebiet des Nonsberges, beabsichtige ich keine Behauptung aufzustellen. Es wäre durchaus möglich, daß die Verhältnisse dort anders liegen, denn in der Gegend von Trient scheint eine sehr wichtige geologische Grenze durchzulaufen. Winkler hat in seinem schon eingangs erwähnten Vortrage dargetan, wie in einem östlicheren Teile der Südalpen eine Region sehr unvollständiger Juraentwicklung längs einer Überschiebung an das dinarische Gebiet dauernder Meeresbedeckung stößt. Ich will es nicht für ausgeschlossen erklären, daß ähnliches auch bei Trient der Fall sei.

Ein Rückblick auf das Resultat des ganzen Vortrages ergibt, daß die Lückenhaftigkeit des alpinen Jura keine einheitliche Erscheinung ist, sondern sehr verschiedene Ursachen hat. Zu einem gewissen, wenn auch mehr untergeordneten Teile beruht sie auf der Existenz primärer Schichtlücken. Im Gebiet der Lessinischen Alpen aber, wo solche bisher in besonders großem Maßstabe angenommen wurden, fehlen sie ganz. Ich füge hinzu, daß auch keine größeren tektonischen Störungen vorhanden sind. Die Lückenhaftigkeit wird hier nur durch die faziellen Verhältnisse vorgetäuscht.

Vorläufige Übersicht
des Jura der nördlichen Lessinischen Alpen.

Obertithon	Weiße Kalke (Majolica)		
Untertithon	Rote Knollenkalke		
Kimmeridge	Hornsteinschiefer (Selcifero)		
Oxford			
Kelloway			
Bathonien	Bunte	Posidonomyen- Lumachelle	Kalke
Bajocien	Oolithe mit See- igeln u. Chaetetes	Noriglio-Schichten	
Aalenien	und Frizzone-Schichten		
Toarcien	(Graue Kalke)		
Charmouthien			
Sinémurien	Helle Oolithe mit Atractiten		
Hettangien	Zugna K.	Weißer	Verena K.
Rhät	zuckerkörnige Dolomite		

Verzeichnis der im Texte erwähnten Arbeiten.

A. d'Achiardi: Coralli giurassici dell'Italia settentrionale. (Atti. soc. Tosc. sci. nat. vol. 4, Pisa 1879, S. 233.)

E. W. Benecke: Über Trias und Jura in den Südalpen. (Beneckes geogn. pal. Beitr. vol. 1, S. 1, 1866.)

A. Bettoni: Gli strati a *Posidomya alpina* nei dintorni di Brescia. (Boll. soc. geol. It. vol. 23, Roma 1904, S. 403.)

A. Bittner: Das Alpengebiet zwischen Vicenza und Verona. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1877, S. 226.)

A. Bittner: Vorlage der Karte der Tredici Comuni. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1878, S. 59.)

A. Bittner: Der geologische Bau des südlichen Baldo-Gebirges. (Ibid. S. 396.)

A. Bittner: Bemerkung zu der letzten Mitteilung von E. Böse und H. Finkelstein über die Brachiopodenschichten von Castel Tesino. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1893, S. 286.)

K. Boden: Die geologischen Verhältnisse der Veroneser Alpen zwischen der Etsch und dem Tale von Negrar. (Beitr. Pal. Geol. Öst.-Ung. Or. vol. 21, 1908, S. 179.)

E. Böse und H. Finkelstein: Die mitteljurassischen Brachiopoden-Schichten bei Castel Tesino im östlichen Südtirol. (Zeitschr. d. D. geol. Ges., vol. 44, Berlin 1892, S. 265.)

E. Böse und H. Finkelstein: Nochmals die mitteljurassischen Brachiopodenschichten bei Castel Tesino. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1893, S. 239.)

E. Böse und M. Schlosser: Über die mittelliasische Brachiopodenfauna von Südtirol. (Palaeontographica, vol. 46, 1900, S. 175.)

G. Geyer: Aus den Kalkalpen zwischen dem Steyr- und dem Almtale in Oberösterreich. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1910, S. 169.)

H. Haas: Beiträge zur Kenntnis der liasischen Brachiopodenfauna von Südtirol und Venetien. (Kiel 1884.)

H. Haas: Bemerkungen bezüglich der Brachiopodenfauna von Castel Tesino. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1885, S. 395.)

R. v. Klebelsberg: Die Fortsetzung der „Schio-Linie“ nach Südtirol. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1918, S. 247.)

A. v. Krafft: Über den Lias des Hagengebirges. (Jahrb. geol. Reichsanst., Wien 1897, vol. 47, S. 199.)

G. Meneghini: Fossili oolitici di Monte Pastello nella Provincia di Verona. (Atti soc. Toscana sc. nat., vol. 4, 1879, S. 336.)

E. v. Mojsisovics siehe Sueß.

E. Nicolis: Sistema Liasico-Giurese della provincia di Verona. (Mem. Acc. agric. etc. Verona, ser. 3., vol. 58, fasc. 2, 1882.)

E. Nicolis: Note illustrative alla carta geologica della Provincia di Verona. (Verona 1882.)

E. Nicolis: Oligocene e miocene nel sistema del Monte Baldo (Prealpi Retiche). (Mem. Acc. agric. etc., Verona 1884.)

E. Nicolis e C. F. Parona: Note stratigrafiche e paleontologiche sul Giura superiore della Provincia di Verona. (Boll. soc. geol. Ital., vol. 4, 1885, Roma 1886, S. 1.)

C. F. Parona: I fossili degli strati a *Posidonomya alpina* di Camproverè nei Sette Comuni. (Atti soc. Ital. sc. nat., Milano, vol. 23, 1880, S. 244.)

C. F. Parona: Sulla età degli strati a brachiopodi della Croce di Segan in Val Tesino. (Proc. verb. soc. Toscana vol. 4, S. 157, adun. d. 1. II. 1885.)

C. F. Parona: La fauna fossile (calloviana) di Acque Fredde sulla sponda Veronese del Lago di Garda. (Mem. Acc. Lincei ser. 4, vol. 7, Roma 1894.)

C. F. Parona: Nuove osservazioni sopra la fauna e l'età degli strati con *Posidonomya alpina* nei Sette Comuni. (Pal. Ital., vol. 1, 1895, S. 1.)

G. dal Piaz: Le Alpi Feltrine. (Mem. Ist. Veneto vol. 27, 1907, Nr. 9.)

G. dal Piaz: Nuovo giacimento fossilifero del Lias inferiore dei Sette Comuni. (Mem. soc. pal. Suisse, vol. 35, 1908.)

G. dal Piaz: Studi Geotettonici sulle Alpi Orientali (Regione fra il Brenta ed il Lago di Sa. Croce). (Mem. ist. geol. univ. Padova, vol. 1, 1912, p. III.)

G. dal Piaz: Sulla Fauna Batoniana del Monte Pastello nel Veronese. (Ibid. S. 215.)

A. Spitz: Gedanken über tektonische Lücken. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1911, S. 285.)

E. Sueß und E. v. Mojsisovics: Studien über die Gliederung der Trias- und Jurabildungen in den östlichen Alpen. II. Die Gebirgsgruppe des Osterhornes. (Jahrb. geol. Reichsanst., Wien 1868, vol. 18, S. 167.)

G. B. Trener: Über ein oberjurassisches Grundbreccienkonglomerat in Judikarien (Ballino) und die pseudoliassische Breccie des Mte. Agaro in Valsugana. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1909, S. 162.)

G. B. Trener: Über eine Fossilienfundstelle in den Acanthicus-Schichten bei Lavarone. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1910, S. 398.)

G. B. Trener: Callovien und Oxfordien in der Etschbucht. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1913, S. 157.)

V. Uhlig: Zur Gliederung des roten Ammonitenkalkes in der Umgebung von Roveredo. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1880, S. 275.)

M. Vacek: Die Sette Comuni. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1877, S. 211.)

M. Vacek: Vorlage der Karte der Sette Comuni. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1877, S. 301.)

M. Vacek: Die Umgebungen von Roveredo in Südtirol. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1878, S. 341.)

M. Vacek: Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Trient. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1895, S. 467.)

M. Vacek: Über die geologischen Verhältnisse des obersten Val Sugana. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1896, S. 459.)

M. Vacek: Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Rovereto. (Verh. geol. Reichsanst., Wien 1899, S. 184.)

M. Vacek: Exkursion durch die Etschbucht (Mendola, Trient, Rovereto, Riva). (IX. Internat. Geologen-Kongreß 1903, Führer f. d. geol. Exk. in Österreich, Nr. VII.)

M. Vacek: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Österreich. Monarchie, S. W. Gruppe Nr. 96, Rovereto-Riva (Zone 22, Kol. IV), 1:75.000 (Wien 1911).

A. de Zigno: Flora fossilis formationis oolithicae. Padova 1856—85.

Erklärung zu Tafel IV.

Die Grenze zwischen den Liasoolithen und dem weißen, zuckerkörnigen Dolomit.

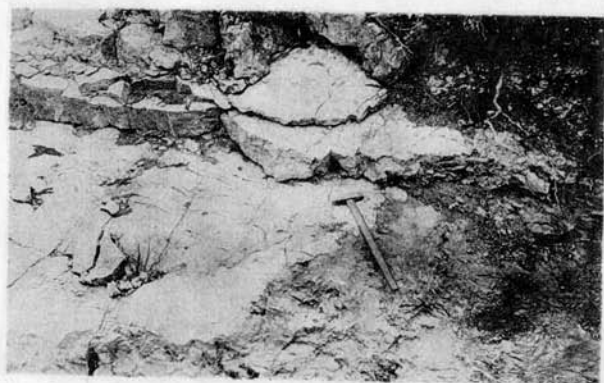
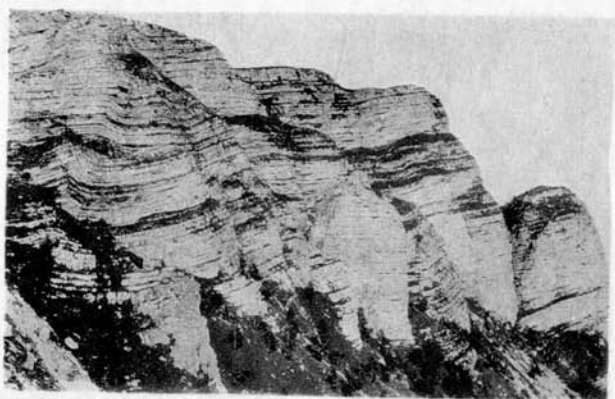
Der Oolith ist hell und sehr gut gebankt, der Dolomit merklich dunkler und nur undeutlich geschichtet.

Oberste Figur: Der Abbruch der Porte di Toraro von Süden. Seitlicher Übergang von Kalk in Dolomit besonders links unten.

Figur Mitte links: Partie auf der Ostseite des Coston dei Laghi. Seitlicher Gesteinsübergang besonders knapp über der Mitte des Bildes.

Figur Mitte rechts: Aus derselben Gegend. Oben und links Kalk, von der Mitte nach rechts und unten Dolomit. Durch Untersuchung in nächster Nähe wurde festgestellt, daß keine Störung vorhanden ist, sondern seitlicher Übergang besteht.

Unterste Figur: Aufschluß an der Straße Volano—Finocchio, südlich P. 175. Der Übergang zwischen Kalk und Dolomit ist hier rascher als gewöhnlich. Auf der oberen Schichtplatte verläuft die Grenze gerade über dem Hammerkopf.



Autor phot.

Fischgrund v. Mar Saßl, Wien.

FACIESKARTE der JURAFORMATION im nördlichen Teile der LESSINISCHEN ALPEN

Masstab
1:225000.

