

Spezialkarte sein. Nur die von Flegel berührten Punkte sollen erörtert werden. Ganz richtig hebt Flegel hervor, daß von Reinerz bis Strausseney eine Dislokation streicht. Er vergißt aber, daß auch von mir dieselbe gerade in letztgenannter Gegend angedeutet worden ist<sup>1)</sup>. Unrichtig aber ist es, daß das Karbongebirge Hronov—Strausseney einen einfachen Längshorst darstellt. Wohl zieht sich längs seines Südfußes ein seit langem bekannter Bruch hin, der sich bei Hronov, wie Weithofer erwiesen hat, bis zur Überschiebung steigert. In der Richtung auf Zdarek zu aber wird das Einfallen der Dislokationsfläche immer flacher. Bei Zdarek selbst ist nur mehr eine Flexur vorhanden. Lückenlos überspannen, wie die Karten von Jokely und Weithofer ganz richtig darstellten, die tiefsten Kreideschichten das Karbon, um jenseits muldeneinwärts unter jüngere Kreideschichten zu fallen, sodaß das Bild, welches die Karte hier gibt, das einer Antiklinale ist. Auch bei Mokřiny und Strausseney überzieht die Kreide wieder das Karbon und sein zu Tage ausstreichendes Grundgebirge, wird aber hier im Dorfe Strausseney von einer streichenden Verwerfung durchschnitten. An der Nordseite des Hronover Karbonzuges kann man in den tiefen Taleinschnitten bei Zabokrk deutlich beobachten, daß die Kreide auf ihrer Unterlage aufrucht und nicht gegen dieselbe abgenossen ist. Hier, wie auch weiter nach NW ist eine deutliche Denudationsgrenze vorhanden. Es fehlt also der Bruch, der dem Gebiete den Charakter eines Horstes geben soll.

Unbegreiflich ist endlich, daß Flegel die Fortsetzung des Karbons in östlicher Richtung über Strausseney hinaus bezweifelt, wo doch von mir muldenwärts einfallende Schatzlarer Schichten an der Heuscheuer Straße nachgewiesen werden.

Sedlowitz, Juli 1904.

### Reisebericht.

**Dr. L. Waagen.** Der geologische Bau der Insel Arbe auf Kartenblatt Zone 26, Kol. XI mit den Scoglien S. Gregorio und Goli.

Meines Wissens existieren über die Insel Arbe in Dalmatien zwar verschiedene Aufsätze touristischen Inhalts, jedoch, außer der von Stache gegebenen Übersichtskarte, nur eine Publikation, welche sich mit dem geologischen Aufbaue derselben beschäftigt. Dieselbe stammt von dem Bergdirektor O. Radimsky<sup>2)</sup>, welcher im Anhange auch eine geologische Karte veröffentlicht, die den Eindruck der Genauigkeit macht. Um so mehr befremdete es, bei der heurigen Neuaufnahme einige wesentliche Unrichtigkeiten feststellen zu müssen, wenn auch die Grundzüge als richtig erkannt wurden.

Gleichsam das Gerippe bilden die Kreidekalkzüge, die von Radimsky als „Skorlina-Dolin-Zug“ (besser Cap Fronte-Dolin-Zug)

<sup>1)</sup> pag. 260.

<sup>2)</sup> O. Radimsky, Über den geologischen Bau der Insel Arbe in Dalmatien. Jahrb. d. k. k. geol. B.-A., XXX. Bd., 1880, S. 111.

und „Tinjaro-(oder Tignaro)Zug“ bezeichnet wurden. Der eine beginnt mit dem Cap Fronte, besitzt im Scoglio Dolin seine Fortsetzung und bildet den Westrand der Insel. Der andere setzt den Gebirgszug der 408 *m* hohen Tignarossa oder das Tignarogebirge zusammen, das mit steilen Felswänden an der Ostküste der Insel in das Meer abfällt; nur an dessen nördlichem Ende springt die Halbinsel von Loparo weiter in den Canale della Morlacca vor.

Die Distanz zwischen den beiden Kreideantiklinalen verringert sich gegen Süden sehr merklich, da deren Entfernung voneinander im Norden der Insel etwa 5 *km*, am Rande des Kartenblattes Zone 26, Kol. XI dagegen nur mehr  $3\frac{1}{2}$  *km* beträgt. Der Cap Fronte-Dolinzug wurde westlich der Stadt Arbe vom Meere durchnagt und nur einzelne Klippen, welche bei stürmischer See die Einfahrt in den Hafen so gefährlich machen, beweisen den Zusammenhang mit dem schmalen langgestreckten Scoglio Dolin.

Dieser Zug sowie das Tignarogebirge besteht aus den Kalken der Kreideformation und nicht selten findet man, besonders in der Gegend der Tignarossa, Durchschnitte von Radioliten und Hippuriten sowie leider nur unbestimmbare Schalenfragmente. Der petrographische Charakter dieser Kreidekalke ist ein ziemlich wechselnder; meist sind es feinkörnig kristallinische oder sehr dichte Kalke mit muscheligen Bruche und Elfenbein- oder heller Wachsfärbung. Nach oben, an der Grenze zum Alveolinenkalke, tritt häufig die kristallinische Struktur deutlicher hervor und stellt sich auch rein weiße und rötliche Färbung ein. In den tieferen Schichten dagegen sieht man oft Bänke von dunklen sandigen Kalken mit weißen Kalkspatadern eingeschaltet, welche mitunter die lichtereren streckenweise vollständig verdrängen. Anderenorts, besonders am Tignarogebirge, finden sich wieder nicht selten Breccienkalke, welche in einer Grundmasse von gelblicher, bräunlicher oder grauer Färbung die verschiedenfarbigsten eckigen Gesteinsstückchen eingebettet enthalten. Wohl zu unterscheiden ist hiervon eine ganz junge ähnliche Breccie, welche streckenweise das Ostgehänge des Tignarozuges bedeckt. Dieselbe unterscheidet sich jedoch dadurch, daß sie bloß oberflächlich vorkommt, daß die Grundmasse entweder fehlt oder von Terra rossa gebildet wird, und daß die Verkittung der einzelnen Gesteinsstückchen eine sehr lockere ist, weshalb dieselben leicht unter dem Tritte wieder auseinanderfallen.

Nach dem Gesagten ist es einleuchtend, daß die obere Kreide der Insel Arbe eine Gliederung nach petrographischen Gesichtspunkten, in ein oberes Kalkniveau mit reinweißen oder rötlichen kristallinischen Kalken und einen tieferen Horizont mit dichten dunklen Kalken, nicht zuläßt. Auf Veglia ergab sich diese Scheidung gleichsam von selbst; auf Cherso, wo sich als tiefstes Glied der oberen Kreide noch der Dolomit hinzugesellt, ist der Gegensatz der beiden Stufen zumeist auch noch recht deutlich, wenn sich auch an manchen Stellen die Grenze schon verwischt. In Arbe endlich herrscht bereits der gleiche Entwicklungscharakter wie im übrigen Dalmatien: der Gesteinskomplex über dem cenomanen Dolomit läßt sich nicht weiter gliedern. Über die Ursache dieser faziellen Verschiedenheit kann man wohl gegenwärtig kaum diskutieren, nachdem wir nicht einmal für die kristalli-

nische Entwicklung der obersten Schichten hinreichende Gründe vorbringen können. Nur eines sei als auffallend hervorgehoben, daß die kristallinischen lichten Kalke, die auf Veglia so mächtig sind, sich auch auf Arbe und im übrigen Dalmatien als dünne Lage an der Grenze gegen den Alveolinenkalk vorfinden.

Diese Faziesgrenze, die südlich von Veglia verläuft, scheint ziemlich scharf zu sein. Auf dem Scoglio Pervicchio konnte die Zweiteilung der höheren Oberkreide noch unschwer durchgeführt werden. Auf dem nur  $4\frac{1}{2}$  km südwestlich entfernten Scoglio S. Gregorio dagegen fanden sich folgende Verhältnisse. Dessen Westküste wird von cozänen Alveolinenkalken gebildet. Wenn man nun von dort mühsam gegen das Innere vordringt, sieht man zuerst die uns bekannten oberen kristallinischen Kalke; bald aber stellen sich dunkle dichte Kalksteine ein und man glaubt bereits die Grenze ziehen zu können, bis man wieder lichte Gesteine unter den Füßen sieht. So gibt es einen steten Wechsel jedoch mit dem Unterschiede, daß in den tieferen Schichten die lichten Bänke statt von kristallinischen von dichten gelblichen oder lichtgrauen Gesteinen gebildet werden. Es zeigt somit der Scoglio S. Gregorio bereits den südlicheren Entwicklungstypus der Kreide. Das gleiche gilt von dem Scoglio Goli. Dieser wird von schneeweißen, teils grob, teils fein kristallinischen Marmorkalken, gebildet, die schon oft zu Monumentalzwecken Verwendung fanden. Das Einfallen ist ziemlich steil gegen SW und wenn man über die Schichtenköpfe hinwegschreitet, sieht man häufig linsenförmig dunkle, mitunter sogar schwärzliche Gesteinsmassen eingelagert. Die weißen Kalke dieser vollständig kahlen Marmorinsel sind von besonders schöner Entwicklung, und im übrigen, mit Ausnahme der fehlenden rötlichen Färbung, vollkommen identisch mit den lichten Kalken der obersten Kreide auf Veglia.

Die Kreidekalzüge von Cap Fronte-Dolin sowie jener des Tignarogebirges sind, wie bereits oben gesagt, Antiklinalen, die sich in ihrem Verlaufe gegen SO immer mehr nähern. Zwischen ihnen liegt eine Synklinalzone, die von eoziänen Gesteinen erfüllt wird. Südlich der Stadt Arbe jedoch ist die Mulde eingebrochen und an deren Stelle findet sich der Kanal von Barbato.

An die Kreidezüge schließen sich unmittelbar die Alveolinenkalke an, die jedoch auch bereits ziemlich viele Nummuliten führen. Petrographisch ist ihr Zusammenhang mit der Kreide sehr innig; sie zeigen feinkörnige Struktur und Elfenbein- bis Zartrosafärbung. Ihr westliches Vorkommen beginnt mit dem Monte Campora. Von hier ziehen sie gegen SO, bis sie östlich von dem Jägerhause Dundo unter den Alluvien des Camporatales verschwinden. Der Gegenflügel säumt den Fuß des Tignarogebirges auf der Westseite. Er beginnt am Monte Sorigna, wo der Alveolinen-Nummulitenkalk in dem nach Süden gerichteten Tale sichtbar wird, bildet dann das Ostufer des Porto S. Pietro und verläuft, dem allgemeinen Streichen entsprechend, in ziemlich gleichbleibender Breite gegen SW.

Die Mitte der Mulde wird von den Mergeln und Sandsteinen des höheren Mitteleozäns erfüllt. Die Farbe dieser Ablagerungen ist im frischen Zustande graublau, wird jedoch durch die Verwitterung

in gelbliche und bräunliche Töne verwandelt. Die Schichtfolge stellt sich folgendermaßen dar: Den Alveolinen-Nummulitenkalken sind zunächst ziemlich bröcklige Mergel angelagert, welchen häufig dünne Sandsteinbänke (die Kalkmergel Radimskys) eingeschaltet werden. Nach oben nehmen diese Sandsteine zu sowohl an Zahl als an Mächtigkeit — man sieht Bänke bis zu 1 m Dicke — wodurch die Mergel fast vollständig verdrängt werden. Die noch höheren Mergel sind nur an wenigen Stellen erhalten.

In die tieferen weichen Mergel sind das Tal Campora mit den Valloni Campora und St. Eufemia einerseits und das Tal von St. Pietro mit dem Porto St. Pietro anderseits eingegraben. Der Höhenzug dagegen, der die beiden Täler scheidet und mit dem Hügel, welcher die Stadt Arbe trägt, beginnt, mit dem Scoglio Maman dagegen endet, bezeichnet den Verlauf der Sandsteinablagerungen und bedeutet somit einen Synklinalrücken. Von diesem Zuge schreibt Radimsky: „Am westlichen Abhange des Tales von St. Pietro, und zwar den dortigen Mergeln eingelagert, kommt ein Zug von ähnlichen Nummulitenmergeln vor, welchen ich sowohl zwischen den beiden Kirchen St. Elia und St. Matteo, als auch nördlicher bei der Kirche St. Pietro angetroffen habe.“ Diese Nummulitenmergel werden nämlich gerade vorher folgendermaßen charakterisiert: „Stärker entwickelt zeigen sich nummulitenführende Kalkschichten beiderseits des Tales von Loparo, doch ist deren Struktur oft sandsteinartig, das Material viel toniger und stark verwitterbar, so daß ich dieselben mit dem Namen Nummulitenmergel bezeichnen möchte.“

Dieser „Nummulitenmergel“ Radimskys ist nun keineswegs, wie dieser annimmt, ein Alters-Äquivalent der tiefsten vorhandenen Eozänschichten, das ist der von Alveolinen und Nummuliten erfüllten Kalke, sondern stellt das höchste Glied der mitteleozänen Schichtreihe dar, bedeutet also nicht einen Aufbruch, sondern eine konkordante Schichtfolge. Durch die irrige Auffassung Radimskys jedoch wird nicht nur die Karte unrichtig, sondern auch die Tektonik eine unmögliche, besonders da er den Gegenflügel zu dem Zuge St. Elia—St. Pietro nicht auffinden konnte<sup>1)</sup>. Aber auch dieser kann in den Hügeln von Arbe bis Montrina an zahlreichen Stellen beobachtet werden, so daß der Aufbau vollkommen regelmäßig erscheint.

Dies obere Mitteleozän ist hier ganz ähnlich gegliedert wie in Norddalmatien<sup>2)</sup>: Weiche Mergel, auf welche mächtige, zum Teil mergelige nummulitenführende Kalksandsteine folgen, die „höheren mitteleozänen Gebilde“ Schuberts. Auch morphologisch und tektonisch schließt sich diese Mulde an die norddalmatinische von Islam—Radovin, die im Vallone di Ljubuč der norddalmatinischen Küste ausstreicht, an. Auch dort wird die weite mergelerfüllte Mulde durch einen aus Kalksandstein bestehenden Synklinalrücken in zwei Teile geteilt, der

<sup>1)</sup> Stache hat den fraglichen „Nummulitenmergel“ auf seiner Übersichtskarte bereits richtig in den Bereich der oberen mitteleozänen Mergel einbezogen.

<sup>2)</sup> R. J. Schubert: Zur Geologie des Kartenblattbereiches Benkovac—Novigrad (29, XIII). III. Das Gebiet zwischen Polešnik, Smilčić und Possedaria. Diese Zeitschrift, 1903, S. 278 ff.

dann die Pt. Ljubac als Küstenvorsprung in das Meer hinaus vorschiebt, entsprechend dem Scoglio Maman in unserem Falle.

In dem Tale von Loparo liegt die Sache ganz ähnlich. Auf der Ostseite der Tignaroantiklinale ist nur ein ganz kleiner Rest der folgenden Mulde erhalten, das Tal von Loparo. Es wiederholen sich die Erscheinungen, welche vom Valle Campora erwähnt wurden. Der Fuß des Berges wird von Alveolinen-Nummulitenkalk gebildet, dem ein Streif der weichen mittelcozänen Mergel folgt, die aber größtenteils unter den Alluvien des Tales verschwinden. Die östlich folgenden Höhen bezeichnen die Muldenachse und dort sind auch wieder die Sandsteine mit den Nummulitenbänken zu finden, dann kehrt sich das Schichtfallen um, es wird ein südwestliches und man durchwandert den ziemlich flach gelagerten Gegenflügel. Bis hinaus zur Punta Siloh finden sich dann immer die gleichen Ablagerungen — Mergelschichten mit eingelagerten Sandsteinbänken — und erst die Ostküste des Scoglio St. Gregorio bringt, wie erwähnt, wieder den Alveolinen-Nummulitenkalk zum Vorscheine.

Von jüngeren Ablagerungen erwähnt Radimsky neogene Mergelschiefer. Mir war es jedoch leider weder nach der Position auf der Karte noch nach der Beschreibung möglich, dieselben auszuschneiden. Radimsky charakterisiert diese Sedimente als eine Wechsellagerung von milden, grauen, etwas sandigen Mergelschiefern mit ganz schwachen Schichten eines festeren, ebenfalls grauen Schiefers“. Diese Schilderung paßt aber ebensogut auf typische mittelcozäne Mergel. Auch die für Radimsky, wie es scheint, am meisten beweiskräftige Angabe, das Vorkommen schwacher Flözchen von Lignitkohle, kann nicht als ausschlaggebend angesehen werden, da derartige Kohlenvorkommnisse vielfach auch in mittelcozänen wie in jüngeren Mergeln beobachtet wurden.

Es wurde nun versucht, die von Radimsky erwähnten Fundorte kennen zu lernen, was fast durchgehends gelang. Nur das Vorkommen zunächst dem Hafen von Arbe konnte nicht sicher festgestellt werden. Sollte jedoch der kleine bewaldete Hügel zwischen der Straße und dem Antoniettibrunnen gemeint sein, so muß konstatiert werden, daß derselbe durchaus aus Schichten, die jenen des höheren Mittelcozäns vollkommen gleichen, aufgebaut ist.

„Ganz gleiche Mergelschiefer trifft man weiter am Fuße des Gehänges bei dem Anstiege gegen St. Elia an, doch fallen diese wenig mächtigen Schichten an letzterer Lokalität sehr steil gegen Westen ein und zeigen vielfache Knickungen und Schichtenumkippungen“, schreibt Radimsky. Diese Stelle ist leicht zu finden; sie liegt dort, wo der Weg nach St. Elia nach links biegt, um langsam die Höhe zu erklimmen, während ein anderer Steig die anfängliche Richtung fortführt. Ein guter Aufschluß zeigt hier die in enge Falten gelegten Schichten. Auch hier sieht man dünne Sandsteinschichten den überwiegenden Mergelschiefern eingeschaltet. Diese „neogenen Mergelschiefer“ lagern vollständig konkordant auf ihrer Unterlage und gleichen genau jenen Ablagerungen bei Albona, die dem Haupt-sandsteinvorkommen folgen und etwa als Abschluß des Mittelcozäns betrachtet werden müssen.

Die beiden anderen von Radimsky erwähnten Fundpunkte „im Tale St. Pietro nächst der Kirche St. Matteo“ und „im Norden des Tales von Loparo an der Punta Sorinja“ sind jedoch tieferen Schichten zuzuzählen. Hier lagert dieser Mergel direkt und konkordant dem Alveolinen-Nummulitenkalke auf und ist nichts anderes als der tiefere weiche Mergel des Mitteleozäns.

Fossilien wurden an allen diesen Punkten weder von Radimsky noch von mir aufgefunden, und auch im übrigen liegt gar kein Grund vor, diese Sedimente als „neogene Mergelschiefer“, also als ein Glied der Kongerienschichten oder obersten Cerithienschichten anzusprechen.

Immerhin verdient jener Schichtkomplex an der Straße nach St. Elia besondere Beachtung. Kollege Dr. Schubert machte mich in dankenswerter Weise darauf aufmerksam, daß die hier beobachtete und beschriebene Schichtenfolge mit von ihm in Norddalmatien beobachteten Prominaablagerungen eine nicht zu verkennende Ähnlichkeit aufweise. Und in der Tat, wenn man dessen bisherige Ergebnisse bezüglich der Prominabildungen mit den Resultaten seiner heurigen Untersuchung, die er mir mitzuteilen die Güte hatte, zusammenhält, so wird die Vermutung nahegelegt, daß es sich hier um Reste ober-eozän-oligozäner Schichten handeln könnte, um Reste der Prominaplattenmergel Schuberts oder Prominamergelschiefer nach Kerner und Stache. So entnehme ich einer freundlichen Mitteilung Dr. Schuberts, daß seine heurigen Untersuchungen in der Nordwesthälfte des mit Prominaschichten bedeckten Terrains ergaben, „daß die Grenze der größten Mächtigkeit zwar mit der bisherigen Grenze der sogenannten Prominamulde übereinstimmt, daß jedoch auch noch weiter nördlich zwischen dem Binnenmeere von Novigrad und dem Montagnakanal Streifen von Prominaschichten, sowohl Konglomerate als auch Plattenmergel in den dortselbst stark zusammengepreßten Falten eingeklemmt sind“. Wie nun die Prominaschichten weiter südöstlich von ihrem Hauptverbreitungsgebiete, allerdings in weniger mächtiger Ausbildung, noch vorhanden sind, könnte dies auch im Nordwesten der Fall sein, so daß mit dem Auseandertreten der am Südostende des Montagnakanals zusammengepreßten Falten im weiteren nordwestlichen Verlaufe das Muldeninnerste, also das Hangende der oberen mitteleozänen Kalksandsteine, Prominaschichten bilden würden. Pago müßte dann ebensolche Ablagerungen nachweisen lassen und damit den Beweis für die Richtigkeit vorstehender Annahme erbringen.

Daß die Abgrenzung der Prominaplattenmergel von dem obersten Mitteleozän (höheren mitteleozänen Gebilden) bei ungestörter Lagerung eine ziemlich schwierige ist, hat auch bereits Schubert<sup>1)</sup> von dem Vorkommen bei Islam grčki hervorgehoben, das ebenso wie das hier besprochene einen Wechsel von plattigen kalkigen und mergeligen Schichten aufweist. Auch das Vorkommen von Kohle ließe sich gut mit dieser Annahme vereinbaren, da ja den untersten Partien der Plattenmergel häufig Kohlenschmitzen und -Flözchen eingeschaltet sind. Besonders interessant ist diesbezüglich der Umstand, daß heuer Dr. Schubert die größte Mächtigkeit der im nordwestlichen Teile

<sup>1)</sup> l. c. S. 279 u. 280.

des mit Prominaschichten bedeckten Terrains vorkommenden Kohle an der äußersten nordwestlichen Grenze bei der Kirche von Slivnica feststellen konnte.

Das Gebiet um Bagnol und Barbato bis an die Südspitze der Insel wird von einer jungen Breccie bedeckt, die fast horizontal oder mit einer ganz geringen Neigung gegen Westen angetroffen wird. Radimsky bezeichnet dieselbe als Diluvialschotter, obgleich er die vollständig zutreffende Bemerkung hinzufügt, diese Schotter „bestehen aus Bruchstücken des Hippuriten- und Nummulitenkalkes, welche meist von einem kalkigen Zement zu einer Breccie verkittet sind“. Dieses Zement hat die Farbe der Terra rossa, in welcher sich die lichten eckigen Kalkstückchen eingebettet finden. Ich möchte diese Ablagerung als diluviale Gehängeschuttbreccie bezeichnen.

Lößähnliche Sandanhäufungen wurden auf dem Rücken des Tignarogebirges aufgefunden, dort, wo ihn der Weg nach Loparo überquert. Es ist ein rötlicher grusiger Kalksand mit horizontaler oder etwas geneigter Schichtung, in welchen die Wildbäche an 15 m tiefe Schluchten eingerissen haben. In der Regel liegen dieselben trocken, nur nach Regengüssen sammeln sich dort die Tagwässer und setzen das Zerstörungswerk fort, dem auch bereits der Weg zum Opfer gefallen ist. Im Tale von Campora und St. Pietro wurden die von Radimsky dort erwähnten Lößablagerungen nicht gesehen. Bei Loparo dagegen, östlich vom Hause Ivanič bis zum Meere, wo ähnliche Schluchten und Erdpyramiden angetroffen werden, handelt es sich nicht, wie Radimsky meint, um quartäre Sande, sondern diese Torrenten sind in die eozänen Mergelablagerungen eingegraben.

Durch die Verwitterung zerfallen jene Mergel in einen äußerst feinen Sand<sup>1)</sup>, der zumeist von den Tagwässern ins Meer getragen wird. Zwischen der Valle Černika und Loparo aber findet er sich als Flugsand angehäuft, dort füllt er alle Unebenheiten und Gräben aus, bildet im Windschatten der Feldungrenzungsmauern steile Böschungen, und am Ufer der Valle Černika endlich kann man auch kleine halbmond förmige Dünen beobachten, welche der Richtung des Shirocco die Stirne entgegenstellen.

Die ziemlich ausgedehnte Verbreitung der eozänen Mergelschichten bringt es mit sich, daß Arbe eine der fruchtbarsten Inseln Dalmatiens ist. Denn nicht nur, daß der Boden für den Anbau sich besonders günstig verhält, ist ja mit den Mergeln auch die Wasserführung innig verknüpft und in der Tat werden auf der verhältnismäßig kleinen Insel auch etwa 300 Quellen gezählt.

<sup>1)</sup> Vergl. Schubert, l. c. S. 280 u. 281.