

Der geologische Aufbau der Umgebungen von Zara—Nona.

Von Dr. R. J. Schubert.

Mit einer Tafel (Nr. I).

Das Festlandsgebiet des Spezialkartenblattes Zara ist zwar wie das übrige Norddalmatien reines Faltengebiet, doch weniger als die südöstlich sich anschließenden Blätter Benkovac und Zaravecchia auch an den Oberflächenformen als solches erkennbar. Denn einerseits keilen die von Südosten das Kartenblatt betretenden Falten zumeist gegen die Mitte desselben zu aus und werden durch sich neu einschaltende ersetzt und anderseits senkten sich wahrscheinlich bei oder bald nach der Auffaltung des Gebietes gerade die Sattelzonen der Faltenzüge, so daß die Höhenrücken des Gebietes von tektonischen Mulden gebildet werden. Außerdem verhüllen besonders im nordöstlichen Teile die quartären Sande und Lehme den Aufbau nicht unbedeutend. Es ist daher leicht verständlich, daß die Detailaufnahme gerade in diesem Gebiete ein von der Übersichtsaufnahme abweichendes geologisches Kartenbild ergab.

Die Schichten, aus denen der in Rede stehende Teil Norddalmatiens aufgebaut ist, sind im ganzen ähnlich denen im Bereiche der Blätter Zaravecchia—Stretto und Benkovac—Novigrad. Die Kreideformation ist zumeist durch dichte hellbraun-bellgraue Rudistenkalke vertreten, in denen in der Umgebung von Zara stellenweise häufig *Biradiolites angulosus* (bisweilen in ganzen Kolonien) vorkommt, daneben Radioliten aus der Verwandtschaft des *R. Beaumonti*, *Ponsianus*, also Formen, die auf Unter-Mittelturon hinweisen. Ich fand diese Fossilien besonders am Wege von Zara nach Bibinj, im Karste zwischen Križ und Bibinj, bei Serava, Bolkovac, Nona. Südlich Brevilacqua sah ich an der Küste vorwiegend *Radiolites aff. fleureusianus* und *aff. lumbricalis*. Die obersten, etwa dem Senon oder einem Teil desselben entsprechenden Bänke der Kreideformation sind durchweg weiß oder rötlich, bisweilen subkristallin, doch meist nur durch wenige Schritte breite Kalke vertreten.

Unter den in der Hauptmasse wohl turonen Radiolitenkalcken treten an einigen Punkten im Karststreifen der Grobnica dolnja dolomitische Kalkbänke, die mit Dolomiten wechsellagern, zutage, auch an der Küste südlich Brevilacqua und an dem nördlichen Vorsprunge der Halbinsel Brevilacqua in ganz beschränktem Umfange.

Von dem tiefsten Schichtglied des Tertiärs — dem Kosinakalk — konnte ich nur eine ganz unbedeutende Partie eines tonigen Kalkes mit Gastropoden an der Ostgrenze des Blattes, an der Südwestflanke des Polešniksattels feststellen.

Eine große Verbreitung besitzt jedoch der Imperforatenkalk. Die unteren Bänke sind meist von Milioliden und *Peneroplis* erfüllt, etwas mergelig und plattig-scherbig abgesondert, während die oberen in der Umgebung von Zara zumeist lediglich Alveolinen führen. Die tieferen Partien sind nicht immer leicht oder mit Sicherheit von Kreidekalk zu unterscheiden, da auch in diesem mergelige Partien mit Milioliden vorkommen, die sich bei der schweren Auslösbarkeit schlecht von den alttertiären unterscheiden lassen. Ich habe bereits früher (siehe Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1903, pag. 204/5) die Kalke mit Milioliden und *Peneroplis* mit dem Hauptalveolinenkalk gemeinsam ausgeschieden und als Imperforatenkalk bezeichnet, da die in diesen Schichten eingeschlossenen Foraminiferen im Gegensatz zu denen der jüngeren Kalke und Mergel fast durchweg oder wenigstens weitaus überwiegend zu den imperforaten Foraminiferen gehören. Da die Milioliden- sowie die Alveolinenkalke zumeist mariner Natur sind, hielt ich es auch im Gebiete von Zara für zweckmäßiger, beide zu vereinen, zumal die Miliolidenkalke nicht zum „Protocän“ (Untereocän) gehören, sondern das tiefste Glied des Mitteleocäns darstellen dürften¹⁾.

Auch das über dem Imperforatenkalk folgende Schichtglied, der Hauptnummulitenkalk und -mergel ist in der Umgebung von Zara gut vertreten, so in den Gärten der Albanesen, bei Punta amica, in weitem Zuge an der Küste Diklo—Petrčane, um Bokanjac herum etc. Er ist in seinen unteren Lagen ganz erfüllt von Nummuliten und nach oben zu stellen sich auch andere Fossilien, besonders Krabben und Seeigel, auch Mollusken ein. Die obersten Lagen, die Grenzschichten gegen die Mergel und Sandsteine sind jedoch an makroskopischen Versteinerungen zumeist arm; ja oft ist die Abgrenzung dieses Schichtgliedes gegen das nächstfolgende nur annähernd durchzuführen, da zwischen dem Knollenmergel und den weichen plastischen Mergeln bisweilen einige plattige mehr minder harte Bänke eingeschaltet sind.

Die jüngsten tertiären Schichten sind in dem in Rede stehenden Bereiche weiche gelblichbläuliche Mergel mit reicher Mikrofauna²⁾, welche mit harten Bänken wechsellagern und nach oben zu in Sandsteine, auch dünne Konglomeratbänkchen mit Nummuliten, Mollusken und Seeigelresten übergehen. Die ganze marine Schichtreihe des Tertiärs auf Blatt Zara gehört im wesentlichen dem Mitteleocän an.

Von quartären Gebilden kommen vor: Sande und Lehme des Altquartärs, Terra rossa, Kalktuffe und Verwitterungs- sowie alluviale Lehme, die im nachfolgenden bei den einzelnen Vorkommen besprochen sind.

¹⁾ Vgl. meine diesbezüglichen Ausführungen „Zur Stratigraphie des istrisch-norddalmatinischen Mitteleocäns“ (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., 55. Bd., pag. 153 u. ff.).

²⁾ Vgl. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1904, pag. 115.

Die Mulde von Zara.

Den Bau dieser Mulde in ihrer südöstlichen Fortsetzung auf den Kartenblättern Benkovac und Zaravecchia (Krnčina—Torrette—Zaravecchia) habe ich bereits in früheren Berichten besprochen (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1902, pag. 198; 1903, pag. 144; 1904, pag. 115). Während sie bei Zaravecchia eine zusammenhängende Zone bildet, ist sie auf Blatt Zara in vier voneinander jetzt räumlich getrennte Abschnitte, die Küstenvorsprünge, beziehungsweise Halbinseln von St. Cassian, Bibinje, Zara und Punta amica aufgelöst.

Die Überschiebung von Krnčina ist bereits bei St. Cassian nicht mehr wahrzunehmen. Umgeht man den Küstenvorsprung von diesem Ort, der sich auf Rudistenkalk befindet, aus, so sieht man südwestlich der „Quelle“ steil SW einfallende Rudistenkalkbänke, sodann eine Zone Quartär und auf der anderen Seite der Bucht von St. Cassian gegenüber der Ortschaft helle weiche, mit Kalksandsteinbänken wechselagernde Mergel, die mit nordöstlichem Einfallen auch den nördlichsten Küstenvorsprung zusammensetzen. Auf dem schmalen Küstenstriche von der Punta Padvarda gegen Südosten treten die sie unterlagernden Kalkmergel des Hauptnummulitenkalk- und Knollenmergelniveaus zutage. Der Nordostflügel der Tertiärmulden fehlt also hier anscheinend ganz, tritt dagegen am Saume der Südküste in verhältnismäßig beträchtlicher Breite zutage, westlich der Torrentenmündung nämlich Hauptnummulitenkalk, östlich Alveolinenkalk, auf den dann ostwärts Rudistenkalk, stellenweise sogar mit südwestlichem Einfallen folgt. Die erwähnten Gesteine sind jedoch fast nur am Küstensaume vom Meere bloßgelegt, der größte Teil des Küstenvorsprungs von St. Cassian ist jedoch von meist stark rot gefärbten Lehmen bedeckt, über die ich noch später ausführlicher berichten werde. Wenn man jedoch auch annehmen würde, daß unter der schmalen Quartärzone südwestlich der Quelle zwischen dem Rudistenkalk und Mergel der Alveolinen- und Nummulitenkalk des Nordostflügels verborgen sei, so erhellt doch deutlich, daß das Tertiär des Nordostflügels der Mulde im Südosten der Halbinsel in größerer Mächtigkeit erhalten blieb als im Nordosten. Vereinzelt kleine, vom Meer sehr zernagte Foraminiferenkalküberreste sind übrigens in kleinen Riffen in der Bucht erhalten, bilden auch vermutlich die Grundlage des ganz kleinen, mit Gebäuderesten bedeckten Scoglio in der Nordbucht von St. Cassian.

An einem Querbruch etwas verschoben ist die nördlich davon befindliche Längshalbinsel von Bibinje. Sie wird von den Mergeln und Kalksandsteinen des oberen Mitteleocäns gebildet, auf die beiderseits Kalkmergel und Kalke des Hauptnummulitenkalkes folgen. Der südwestliche Kalkstreifen bildet die Südwestküste und fällt gegen Nordost ein. Das gleiche ist an den Kalksandsteinen zu beobachten, und zwar sowohl an der Südküste als auch am Molo und in der nächsten Nähe des Pfarrhauses, an der Grenze gegen die Hauptnummulitenkalke des Nordostflügels (auf dem der Ort Bibinj erbaut ist), an dem ich übrigens auch nordöstliches Einfallen wahrzunehmen glaubte, so daß hier ein überkippter Bau der Mulde resultieren würde. Nordöstlich schließt sich auch hier an den Nummulitenkalk eine

Terra rossa-Zone, unter der an vereinzeltten Punkten der Küste, besonders in der Südostbucht, Alveolinenkalk bloßgelegt ist.

Ich habe hier wie bei St. Cassian und Zara auf den Terrainstrecken, wo ich mit ziemlicher Sicherheit den Gesteinsuntergrund feststellen konnte, diesen ausgeschieden und die Terra rossa-Bedeckung nur dort, wo ich darüber nicht im klaren war, so besonders bei dem Imperforatenkalk des Nordostflügels. Denn wenn er auch an einzelnen Punkten freigewaschen ist, so daß es den Anschein hat, als wenn er sich unter dem Quartär in geringer Tiefe befinde, ist es doch ziemlich sicher, daß diese Gesteinszone den Verlauf einer größeren Störungszone markiert und daher auch äußerlich die Darstellung derselben durch die Quartärausscheidung wohl gerechtfertigt.

Die Halbinsel von Zara besteht im hauptsächlichsten aus Hauptnummulitenkalk und Knollenmergel des Nordostflügels der Mulde, welche vom Vorsprung, auf welchem die Militärschießstätte steht, gegen Nordwesten zu die Grundlage der meisten Häuser der Albaneseenvorstadt bilden und noch im nordöstlichen Teile des Exerzierplatzes entblößt sind. Südwestwärts schließen sich daran südwestlich einfallende Mergel¹⁾ und Sandsteine des oberen Mitteleocäns aus dem Nordostflügel der Mulde (entblößt an der Südwestecke des Exerzierplatzes, in den Gärten der Albanesen und an der Küste in der Umgebung des Kaiserbrunnens) und sodann die an der Südwestküste der Halbinsel so vielfach wahrnehmbaren nordöstlich einfallenden Mergel und Sandsteine aus dem Südwestflügel der Mulde. Diese hat sich also hier bei Zara fast ganz aufgerichtet, doch ist auch hier ihr Nordostflügel noch mehrfach gestört und besonders der Imperforatenkalk abgesunken und diese Längsbruchzone durch einen Terra rossa-Streifen, welcher die beiden Längsbuchten miteinander verbindet, angedeutet. Der Imperforatenkalk ist jedoch auch hier an einzelnen Stellen der Küste in kleinen Resten erhalten, so gegenüber der Militärschießstätte, im nördlichsten Teil der Südostbucht, an einzelnen Punkten in den Gärten der Albanesen zwischen Hauptnummulitenkalk und Terra rossa, in der Ceraria gegenüber dem Exerzierplatz und im Barcagno bei den beiden westlichen Bädern.

Der Blažeković-Park und die Stadt sind gänzlich verbaut, doch glaube ich im Vorjahre an der nordwestlichen Flachküste der Stadt, dort wo die Mauer fehlt, an zwei Stellen grünlich-gelbe weiche Mergel unter den sonst das Ufer bedeckenden Kalkblöcken wahrgenommen zu haben. Diese Punkte liegen in der direkten nordwestlichen Fortsetzung der Mergelentblößungen in der Südwestecke des Exerzierplatzes und so glaube ich wohl, auch ohne nähere Angaben über den Untergrund der Stadt zu kennen, mit einiger Sicherheit annehmen zu können, daß die Südwesthälfte der Stadt (etwa von der Via d. Tribunale an) auf den Mergeln, die Nordosthälfte auf den Kalken des Mitteleocäns ruht.

Abgesehen von der obenerwähnten großen Längsstörungslinie ist auch dieses Muldenstück von Querbrüchen durchsetzt, so besonders

¹⁾ Vgl. R. Schubert, Globigerinen- und *Clarulina Szaboi*-Mergel von Zara Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1904, pag. 115—117.

beim Kaiserbrunnen, in der Bucht bei der Militärschießstätte und in der zwischen diesen beiden Punkten liegenden flachen Einbuchtung der Südwestküste.

Der nordwestliche Rest der Tertiärausfüllung dieser Mulde am norddalmatinischen Festlande ist an den beiden Vorsprüngen von Punta amica erhalten. Der südlichere besteht vorwiegend aus Nummulitenkalk und hier tritt nur eine ganz schmale Zone Imperforatenkalk zutage, während sich an dem weiter ins Meer vorspringenden Küstenteil, welcher den Leuchtturm trägt, eine relativ breite Alveolinen- und Miliolidenkalkzone zwischen Nummuliten- und Kreidekalk einschiebt. Das jüngste erhaltene Schichtglied ist die Grenzzone zwischen Knollenmergel und den oberen weichen Mergeln und der äußerste Küstenvorsprung dürfte bereits von Nummulitenkalk des Südwestflügels der Mulde gebildet sein.

Fassen wir nun die Ergebnisse über den Bau dieser Mulde zusammen, so ergibt sich, daß sie im Südosten als steilgestellte, fast normale Mulde beginnt, bei Krnčina überschoben ist und im Bereich des Blattes Zara einen meist flachen Südwestflügel und steilgestellten bis überkippten, teilweise abgesenkten Nordostflügel besitzt und ihre Zerstücklung nicht lediglich durch Erosion, sondern im wesentlichen durch Absenkung an Querbrüchen mitbedingt ist.

Der Küstenstreifen zwischen Zara—Bokanjac, St. Cassian—Petrčane.

Quer durch den Festlandsabschnitt des Kartenblattes zieht sich eine breite, größtenteils verkarstete Kreidekalkzone, welche eine großenteils aus Tertiärschichten aufgebaute Nordostecke von dem zunächst zu besprechenden Küstenstreifen trennt, in dem gleichfalls hauptsächlich Tertiärschichten zutage treten.

In diesem fällt zunächst landschaftlich ein im Križ 155, Malpaga 124, Bokanjac 106 *m* hoher Hügelzug auf, zu dem das Hinterland von Zara von der Küste ansteigt. Auf der alten Manuskriptkarte sonderbarerweise als Kreidekalk und Dolomit eingezeichnet, besteht derselbe aus einer regelmäßigen Mulde mit synklial gestellten Flügeln. Das Innerste derselben ist von weichen Mergeln, Kalksandstein- und Mergelbänken des oberen Mittelocäns erfüllt und stellt die nordwestliche Fortsetzung der Verhandl. 1902, pag. 198, und Verhandl. 1903, pag. 145, beschriebenen Mulde von Bučina—Sv. Rok (auf Blatt Zaravecchia) dar. Die Mergel sind vielfach ausgewaschen, teilweise hinwiederum von mehrere Meter mächtigen jungen Schwemmgelbilden bedeckt. Im südlichen Teile (zwischen Sv. Petar und Iglica stan) sah ich Überreste einer Terra rossa-Bedeckung, auch von Sand- und Mergelkonkretionen, die auf eine ehemalige ausgiebige Altquartärbedeckung hindeuten. Unterlagert werden diese Mergel von Knollenmergeln und Hauptnummulitenkalk, die im Südwestflügel höher liegen als im Nordostflügel, manchmal wallartig die Mergel begrenzen, bisweilen jedoch, wie südöstlich Bokanjac, gegenüber den tiefsten Kalksandstein- und Mergelschichten etwas gesenkt erscheinen. Besonders an den Num-

mulitenkalken des Südwestflügels sind zahllose Querbrüche und -klüfte wahrzunehmen, aus denen auch häufig, doch meist nur wenige Zentimeter oder Schritte betragende Querverschiebungen erfolgten. Zu erwähnen wären die Querverschiebungen der Hauptnummulitenkalke besonders südlich des Reservoirs der alten Zaratiner Wasserleitung (westlich von Crno), nordwestlich und südlich von Malpaga und südlich Sv. Petar. Diesen Querverschiebungen des Nummulitenkalkes entsprechen wohl auch solche der übrigen Schichtglieder, doch sind dieselben besonders deutlich an der Grenze der harten, massigen, wollsackartig verwitternden Nummulitenkalke, gegen die weichen Mergel wahrzunehmen, während dies zwischen Alveolinen- und Rudistenkalk, durch die oft petrographisch gleichartige Ausbildung dieser beiden Schichtglieder sowie die hier meist vorhandenen Kulturen nicht so leicht mit voller Sicherheit festzustellen ist.

In ihrem südlichsten Teil wird diese Mulde gegen das Meer zu von einem Kreidesattel begrenzt, der weiter auf Blatt Benkovac stark gegen Südwest geneigt ist. Im Bereich des Blattes Zara richtet er sich auf, ist aber an der Grenze gegen das Tertiär der Mulde von Zara zumeist mehr oder minder stark gestört. Von Bibinje an schaltet sich jedoch in diesen bis dahin anscheinend einheitlichen Sattel eine offenbar einer Mulde entsprechende Alveolinenkalkzone ein. In demselben Maße, als sich diese gegen Nordwesten zu verbreitert, verschmälert sich der Rudistenkalk des nordöstlichen dieser beiden Teilsättel. Er zeigt am Abhange zwischen Križ und Malpaga einen regelmäßigen antiklinalen Bau, keilt jedoch schon in den Weinbergen westlich von Malpaga aus, um nochmals an der Straße von Zara nach Murvica, nordöstlich Casa rossa, in beschränktem Umfange aufzubrechen.

Der südwestliche der beiden Teilsättel bildet von Bibinje an bis zum Valle Pidvago vor Diklo die Festlandsküste. Doch scheint in diesem küstennächsten Kreidestreifen im wesentlichen nur der Nordostflügel eines Sattels erhalten zu sein, denn an den Rudistenkalhbänken beobachtete ich, soweit Kulturen und Quartärbedeckung es zuließen, durchweg NO-Einfallen, nur auf kurze Strecken, an der Grenze gegen den Alveolinenkalk der Zaratiner Mulde (besonders im Barcagno), steileres und flacheres SW-Einfallen. Der Kreidekalk dieses Sattels wie auch desjenigen von Križ-Malpaga, enthält Rudisten ziemlich häufig (Barcagno, Bibinje) doch stets in Nestern, besonders *Biradiolites angulosus* auch Radioliten, doch fast durchweg fest im Gestein haftend.

In dem nördlich von Bibinje im Rudistenkalk einsetzenden Alveolinenkalk erscheint südlich Casa rossa eine sich zugleich mit dem Verschmälern der Mulde von Bokanjac gegen NW verbreiternde Hauptnummulitenkalkzone, in deren Mitte sich gleichzeitig mit dem Auskeilen der Mergel in jener Mulde Mergel und Kalksteine des oberen Mittel-eocäns einschalten. (Es liegt hier ein hübsches Beispiel vom Alternieren zweier Mulden vor.) Sie füllen zunächst eine mit Kulturen bedeckte schmale Terraineinsenkung (Dražnice) aus, das Mergelterrain verbreitert sich gegen Nordwesten, wird jedoch bereits bei Petrčane rings von Nummulitenkalk umgeben, der als Muldenkern an der Punta Scala ins

Meer ausstreicht. Auch an dieser Synklinale mit steilgestellten Flügeln sind zahlreiche kleine Querverschiebungen wahrzunehmen, die jedoch so unbedeutend sind, daß sie auf der Spezialkarte nicht zum Ausdruck gelangen.

In dem in Rede stehenden Küstenstreifen liegen also zwei alternierende küstenwärts von Kreidesätteln (oder Bruchstücken von solchen) begleitete, mit Tertiär ausgefüllte Mulden vor. Während man jedoch erwarten sollte, daß den Sätteln Terrainrücken, den Mulden Terrainsenken entsprechen würden wie sonst vielfach im dalmatinischen Küstenfaltengebiet, verhält es sich fast ganz umgekehrt. Man könnte nun annehmen, daß die Senkungen der den Sattelzonen entsprechenden Krideterrains durch den Einbruch der nördlichen Adria bedingt sei. Abgesehen nun davon, daß auch die landeinwärts folgende breite Kreidesattelzone der Grobnica dolnja—Zaton auffällig vertieft ist, scheinen mir einige weitere Beobachtungen dafür zu sprechen, daß die jetzige Küstenzone bereits vor dem Einbruch der nördlichen Adria — sofern dieser postdiluvial erfolgte, wie bisher noch zumeist angenommen wird — tiefer lag als die Mulde von Babindub—Bokanjac. Denn von St. Cassian bis Punta amica ziehen sich die Küstenhänge herab mehrere schmale küstenwärts sich verbreiternde Tälchen, die größtenteils mit Terra rossa ausgefüllt sind und im Karst durch ihre Kulturen angenehm auffallen. Obwohl jetzt nicht von Bächen durchflossen, scheinen sie mir dennoch deutlich durch die erodierende Tätigkeit fließenden Wassers entstanden zu sein. Daß sie auch jetzt noch wenigstens teilweise mit der unterirdischen Wasserzirkulation in Verbindung stehen, scheint mir daraus hervorzugehen, daß in der nächsten Nähe ihrer Ausmündungen mehr oder minder starke Küstenquellen von verschiedener Dauer zutage treten. Ob diese Quertäler durch oberirdische Erosion oder Senkung infolge unterirdischer Wasserzirkulation oder Sackung von gequetschtem Gesteinsmaterial an Querbruch- und Querverschiebungslinien entstanden, ist wohl zurzeit nicht mit Sicherheit zu sagen, vielleicht waren alle drei und noch andere Faktoren an ihrer Ausbildung tätig. Was das letzte Moment — Querbrüche — betrifft, so konnte ich dieselben an einigen Punkten mit Sicherheit nachweisen, so infolge Verschiebung der Schichten am Durchbruch des gegenüber der Militärschießstätte von Zara mündenden Torrenten Bečina durch den Nummulitenkalk zwischen „Höhle“ und Reservoir und durch den Alveolinen- und Rudistenkalk südlich des Friedhofes sowie an den beiden von Malpaga gegen das Valle St. Elena mündenden Trockentälchen. An den übrigen kann ich sie nur vermuten, da die Quartärbedeckung und Kulturen eine sichere Feststellung außerordentlich erschwerten, wenn nicht unmöglich machten. Auch der Torrent Bečina dürfte, wie seine Terra rossa im Mittel Laufe vermuten läßt, erst in jüngster geologischer Zeit infolge rückschreitender (unterirdischer?) Erosion zum oberirdischen Abflusse dieses Teiles der Mulde von Babindub—Bokanjac geworden sein. Ob nun diese Trockentälchen im Jungtertiär oder Diluvium mit Terra rossa ausgefüllt wurden — und nur diese beiden Fälle scheinen mir möglich — läßt sich zurzeit mangels organischer Einschlüsse nicht entscheiden.

Außer in den erwähnten schmalen Querrinnen und den bei der Mulde von Zara besprochenen Längsbruchzonen liegt auch, wenngleich nur oft in geringer Mächtigkeit, über dem tiefstliegenden Rudistenkalk (besonders zwischen Bibinje und St. Cassian) eine Terra rossa-Decke, deren Entstehung gleichfalls wohl sicher nicht jüngsten geologischen Datums ist.

Übrigens deutet schon die Ausbildung der alten Gerinne auf frühere Höhenunterschiede zwischen der jetzigen Mulde von Babindub—Bokanjac und der jetzigen Küste, und wenn man das Alter dieser Terra rossa als altdiluvial oder jungneogen auffaßt, würden diese Vorkommen dafür sprechen, daß der „Einbruch“ der nördlichen Adria schon im Jungtertiär erfolgte, wie Grund annimmt. Dies würde jedoch nur für den Fall gelten, daß die tektonischen Sattelzonen des Kartenblattes Zara nach der Auffaltung des jetzigen Küstengebietes Höhenrücken zwischen tektonischen und landschaftlichen Mulden darstellen, wie etwa die Sattel Vukšić, Stankovac, Vrčevo, Debeljak u. a., nicht jedoch dann, wenn man sichere Anhaltspunkte gewänne, daß die Senkung der Sattelzonen gleichzeitig mit oder unmittelbar nach der Auffaltung stattfand. Und gegenwärtig scheint mir diese letztere Auffassung die richtigere zu sein, da die Senkung von Sattelzonen zwischen Mulden während der Zusammenfaltung des betreffenden Gebietes verständlicher erscheint als lange später lediglich durch Einbrüche und Absinken mehr oder minder größerer und zahlreicher Schollen.

Der Karststreifen Grobnica dolnja—Zaton.

Der Karststreifen, den die radial von Zara ausgehenden Straßen zwischen der oben beschriebenen Küstenzone und den tertiären und quartären Kulturgebieten von Zemonico—Murvica—Poljica—Nona durchqueren, besteht zum größten Teil aus Rudistenkalk. An der Ostgrenze des Kartenblattes und auf Blatt Benkovac ist sein Bau als Doppelsattel leicht ersichtlich, indem noch ungefähr in der Mitte an der Straße Zara—Babindub—Zemonico(—Benkovac) Alveolenkalk erhalten ist (vgl. Verhandl. 1903, pag. 147). Dieser keilt zwar noch auf Blatt Benkovac aus, doch ist noch an der Straße nach Murvica und bei Bokanjac in seiner nordwestlichen Fortsetzung an den Schichten des Kreidekalkes hier eine synklinale, freilich besonders beim Sumpfe von Bokanjac mehrfach gestörte Lagerung wahrzunehmen.

Etwa in der Achse des südwestlichen dieser beiden Teilsättel beobachtete ich einen Aufbruch dolomitischer Bänke nordwestlich der Crnačka lokva, auch in noch geringerem Maße an der Straße nach Murvica, während die weiter gegen Nordwesten nördlich der Turska gromila, am Nordrande des Sumpfes von Bokanjac und in der „Torine“ (zwischen Gehöft Bolkovac und Petrčane) ersichtlichen dolomitischen Bänke den Verlauf der Scheitellinie des nordöstlichen Teilsattels andeuten dürften. Während dieser das ganze Kartenblatt quer durchzieht und erst an der Südwestküste der Halbinsel von Brevilacqua ins Meer ausstreicht, scheint der südwestliche mit einem bei Matić stan im Alveolenkalk zwischen dem Ort

Bokanjac und dessen Wintersee aufbrechenden Rudistenkalksattel zu alternieren. Mit voller Sicherheit konnte ich hier die näheren tektonischen Details nicht feststellen, da ich die Einfalls- und Streichungsrichtungen teilweise wegen Verkarstung, teilweise wegen Quartärbedeckung und Kulturen nicht in genügendem Maße wahrnehmen konnte. Dieser neue Kreideaufbruch streicht über die Riede Zagon, Sv. Toma, Brizine und Stanine, wo er an die von der Grobnica dolnja über den Wintersee von Bokanjac streichenden Kreidekalke angepreßt erscheint. Denn der Alveolinenkalk aus dem Nordostflügel dieses Sattels keilt bereits in der Mitte der Südwestküste des Bokanjačko blato aus und erst kurz vor der Straße zwischen Petrčane und Zaton erscheint wieder in diesen Kreidekalken ein breiter Alveolinenkalkzug, der die Küste zwischen dem Valle Viševica und kurz vor dem Valle Dražnik (bei und südwestlich Zaton) bildet.

Am Ostrande der Grobnica dolnja ist den oberen Rudistenkalken ein schmaler (1—200 m breiter) langgestreckter, über die Gehöfte Višić—Kalapac—Opačić von Murvica nach Briševo streichender Alveolinenkalkstreifen eingefaltet, anscheinend lediglich ein Streifen aus dem Tertiär des Nordostflügels des nordöstlichen Teilsattels. Doch wäre es nicht unmöglich, daß hier bereits eine kleine sekundäre Einfaltung vorliegt, denn weiter im Nordwesten bei Gehöft Bolkovac tritt ein ganz ähnlicher Alveolinenkalkstreifen in der Kreide auf, der sich in der Halbinsel Brevilacqua zu einer selbständigen Mulde weitet.

Dieser im wesentlichen einen mannigfach gestörten Doppelsattel darstellende Karststreifen bietet sich landschaftlich im Gegensatz zu den ihn begrenzenden als Hügelrücken im Terrain hervorragenden Mulden von Babindub—Crno—Bokanjac, von Murvica—Briševo und von Nona grobenteils als Terraindepression dar. Sein tiefstgelegener Teil, der Wintersee (blato, Sumpf) von Bokanjac (Lago di Bocca-gnazzo) ist zwar in seiner jetzigen Ausbildung wohl sicher jungquartär, denn der Seeboden besteht, soweit ich sehen konnte, aus jungem Alluviallehm mit spärlichen Organismenresten (*Limnaea stagnalis*), doch deuten die nicht unbedeutenden Terra rossa-Massen an seinem flachen Südwest- und Südgehänge darauf hin, daß auch vor dem quartären Einbruch der nördlichen Adria hier Terrainvertiefungen bestanden.

Im ersten Teile seiner Abhandlung „Die Seen des Karstes“¹⁾ bespricht Prof. Dr. A. Gavazzi auch den „Bokanjacsee“ und sagt pag. 58, daß die Anhöhen, welche ihn umgeben, aus Kreidekalken bestehen und einige Gipsstöcke beherbergen. Diese Gipsvorkommen kennt Prof. Gavazzi nicht aus eigener Anschauung, wie er mir freundlichst mitteilte, sondern erwähnte sie nur auf die Autorität eines Zaratiner Wasserbauingenieurs hin. Weder aus der Kreide noch aus dem Tertiär der österreichischen Küstenländer sind bisher Gipsvorkommen bekannt geworden und ich sah auch bei Bokanjac keine, wohl aber mehrfach dolomitische Kalke und reine Dolomite, die äußerlich den untertriadischen Gipsmergeln der Gegend von Knin und Sinj ähneln; ich vermute daher, daß es sich bezüglich der angeführten cretacischen

¹⁾ Abhandl. d. k. k. geogr. Ges. Wien 1904, V. Bd.

„Gipsstöcke“ von Bokanjac lediglich um eine Verwechslung seitens des betreffenden Herrn, dessen Namen ich nicht erfahren konnte, handelt.

Die Nordostecke des Kartenblattes Zara.

(Umgebung von Murvica, Briševo, Dračevac und Poljica.)

An den Kreidesattel der Grobnica dolnja schließt sich bei Murvica und Briševo eine weite, mit weichen Mergeln und Sandsteinen (auch vereinzelt Konglomeratbänken) erfüllte, regelmäßig gebaute Mulde, deren Südwestflügel etwas steiler gestellt ist als der Nordostflügel. Die Kalksandsteine des Muldenkernes überragen, zum Teil mit Quartär bedeckt, die Nummulitenkalke der beiden Flügel, von denen besonders derjenige des Südwestflügels im Gebiete von Briševo und Dračevac von Quartär überdeckt ist und nur in einigen Resten gegenwärtig zutage tritt. Die Mergel und Sandsteine keilen bei Gospod Rosario von Briševo in breitem Zuge aus und weiter gegen Nordwesten sind Knollenmergel und Hauptnummulitenkalke die jüngsten erhalten gebliebenen Reste dieser Mulde. Dieselbe schließt sich jedoch westlich Poljica und wird durch eine zunächst schmale, steil zusammengepreßte, anfangs mit Nummulitenkalk und Mergeln, später auch mit Kalksandsteinen des oberen Mitteleocäns erfüllte Mulde abgelöst, die im Verlaufe ihres weiteren Streichens gegen Nordwesten in der Höhe des Gehöftes Bolkovac an zwei stärkeren Querbrüchen querverschoben ist. Sie erweitert sich zu einem synklinalen Höhenzug, dessen höchster die Umgebung dominierender Punkt — Straža — sich im Bereiche dieser Mergel befindet. Der Südwestrand der Mergelzone wird von einem streckenweise wallartigen Nummulitenkalkzug begrenzt, der im ganzen geradlinig verläuft, jedoch von zahllosen kleinen Quer- und Schrägbrüchen durchsetzt ist. Im weiteren Verlaufe gegen Nordwest bildet er die Südwestküste des Hafens von Nona, das offenbar auf den Mergeln der Muldenmitte und dem Nummulitenkalk des Nordostflügels erbaut ist.

Im östlich anstoßenden Kartenblatte Benkovac folgt gegen Nordost auf die Mulde von Murvica—Zemonico ein breiter, ins Dolomiteniveau aufgebrochener Kreidesattel. Auch im östlichsten Teile des Blattes Zara verhält sich dies so, doch verschmälert sich dieser Kreidesattel von Polešnik, in dessen Achse sich auch hier eine schmale dolomitische Zone eine Strecke weit verfolgen läßt, gegen Nordwesten und keilt nördlich von Poljica ganz aus. Doch bricht in dem dadurch verbreiterten Alveolinenkalk von Dračevac ein sich neu einschaltender Kreidesattel zutage, zwar zunächst nur in beschränktem Umfange bei dem Gehöft Vukić, in größerer Breite dagegen im Quartärgebiete von Nona, östlich der Bolkovacmühle, und an den nördlichsten Vorsprüngen der Halbinsel Brevilacqua (Pt. Gaz und Pt. Krajev muja), wo auch der (cenomane) Dolomit zutage tritt. In der Verbindungslinie zwischen der Kreide von Dračevac und Bolkovac M. stellte ich im Heidegebiete zwischen Dubrava und Bubanj eine ganz kleine Partia obersten Rudistenkalkes fest, außerdem am Nordostrande von Poljice,

nördlich des Gehöftes Marinković und an dem von Vrhe zu diesem Gehöft führenden Wege, wo derselbe das Altquartärgebiet von Nona betritt. Die drei letzten Punkte dürften einer eigenen, wenn auch nur flachen Aufwölbungszone angehören, denn zwischen ihnen und der Kreide von Dračevac, Dubrava—Bubanj, Bolkovac M. tritt bei Sv. Jure, südwestlich Poljica, Hauptnummulitenkalk aus der zwischen Poljica und Nona den größten Teil des Untergrundes verhüllenden Quartärdecke zutage.

Diese kleine, durch den Nummulitenkalk von Sv. Jure ange-deutete Mulde ist jedoch wohl nur von untergeordneter Bedeutung und wird nordwestwärts von der breiten, flach gelagerten Mulde von Vrhe verdrängt.

Am Ostrande des Blattes Zara wird die Mulde von Briševo und der Sattel von Polešnik von einer fast senkrecht zum dinarischen Schichtstreichen verlaufenden Bruchlinie durchsetzt, welche im wesentlichen dem Quertal der Miljasić jaruga (zwischen Miljasić—Knezević—Gendina einer- und der Grobnica gornja anderseits) folgt. Mit derselben ist eine auch auf der geologischen Spezialkarte zum Ausdruck kommende Querverschiebung verbunden.

Die Miljasić jaruga ist auch dadurch interessant, daß sich hier ausgedehntere Kalktuffablagerungen befinden. Weiter unterhalb, wo sie der Streichungsrichtung folgt, südöstlich des Brunnens Mavorac, sah ich in einem frisch ausgehobenen Graben unter einer geringen Schwemmlandschicht einen erdigen Kalktuff, der nebst Pflanzeninkrustationen reichlich Schnecken enthielt. Dieselben waren jedoch größtenteils Landschnecken, und zwar dieselben Formen, die jetzt auf diesen Heiden in Massen leben (*Helix trochoides*, *profuga Cyclostoma*), ferner Limneen (*L. aff. palustris*) und eine kleine *Planorbis*-Form. Während dieser Kalktuff sicher alluvialen Alters ist, bin ich betreffs des zwischen den Gehöften Knezević und Miljasić beobachteten nicht sicher, ob er nicht etwa diluvial ist. Denn das jetzige Absatzprodukt dieser Bachgerinne ist auch hier ein heller Lehm, der Tuff ist hier vielfach fest, enthält wenig oder keine Schnecken (ich beobachtete bisher keine), dagegen viel Blattreste. Er bildet den Taluntergrund, tritt aber auch in den höher gelegenen Feldern zwischen Knezević und Miljasić zutage. Da die Miljasić jaruga einer tertiären, mit Verschiebung der Schichten zusammenhängenden Querstörung folgt, scheint es mir nicht ausgeschlossen, daß diese Störungslinie bereits im Altquartär (oder Jungtertiär) als Abflußrinne benutzt wurde und dieser Kalktuff bei näherer Ausbeutung und Würdigung seiner Fossilreste sich als altquartär erweisen könnte.

In der äußersten Nordostecke des Kartenblattes schließen sich an das Kreidegewölbe von Polešnik eine abermals die Umgebung überragende, mit Hauptnummulitenkalk erfüllte Muldenzone (in der „Grobica“ 144 m) — die Nordwestfortsetzung der Mulde von Visočan, sodann das Nordwestende des Rupaljsattels. Während dieser in seinem ganzen Verlaufe auf Blatt Benkovac aus Alveolinenkalk emporgewölbt ist, tritt hier in der Sohle und an den Flanken eines kleinen Tälchens auf eine kurze Strecke oberster Rudistenkalk zutage.

Mit dem Nordostrande nimmt das Blatt Zara auch noch Anteil

an der Mulde von Ljubač, über deren Bau ich bereits im Vorjahre (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1905, pag. 278) berichtete.

Abgesehen von dem bereits erwähnten Quartär von Briševo und den Kalktuffbildungen ist das in Rede stehende Gebiet vielfach von jungen Schwemmgebilden, den südöstlichen Ausläufern der im nächsten Abschnitte zu besprechenden quartären Sande und Lehme von Nona und auch teilweise von hier jedoch weniger umfangreicher und wenig mächtiger Terra rossa bedeckt. Die schlechte Entwässerung dieses Gebietes bewirkte, daß dasselbe, besonders Briševo und Dračevac nebst Nona gegenwärtig zu den stärksten Malariagegenden gehören.

Überblicken wir den Bau dieser vielfach zerstückten und mit Quartär bedeckten Nordostecke, so ergeben sich am Ostrande des Blattes drei Mulden und zwei Sättel, die sich jedoch gegen Nordwesten schließen und durch sich neu einschaltende ersetzt werden.

Umgebung von Nona.

Die Stadt Nona liegt jetzt als eine vermittels zweier Brücken mit dem Lande verbundene Insel inmitten eines „salzigen, den Aalen mehr als den Menschen zuträglichen Sumpfes“, der mit der größtenteils seichten Bucht von (Vallone di) Nona in Verbindung steht. Wie bereits im vorhergehenden kurz bemerkt wurde, liegt Nona auf dem Kern und Nordostflügel einer tektonischen Mulde, deren jüngstes Schichtglied die Mergel und Kalksandsteine des oberen Mitteleocäns sind, also auf Mergeln, Hauptnummuliten-, vielleicht auch Hauptalveolinenkalk — also durchweg wasserstauenden Schichten. Daß diese Schichtglieder die Grundlage bilden, ist lediglich aus dem Baue des südost-, zum Teil auch nordwest- und westwärts der Stadt gelegenen Gebiete zu entnehmen, denn der größte Teil der Umgebung ist, soweit er nicht dem seichten Hafen zufällt, von quartären Lehmen und Sanden bedeckt und Bohrerergebnisse sind mir nicht bekannt geworden. So besteht die ganze westliche und südliche Umrandung der Bucht von Nona aus lockeren quartären Gebilden, denen zum nicht geringen Teil die ungünstige wirtschaftliche Lage des Hafens von Nona zuzuschreiben ist. Wie die Tiefenangaben der Spezialkarte in der Bucht von Nona zeigen, ist die jetzige Gestalt derselben teilweise durch Auswaschung der lockeren Sande entstanden.

Die quartäre Hülle besteht zuoberst aus einer $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ m mächtigen Humus- oder Flugsandschicht, unter der feine Sande lagern, welche durch ihren Reichtum an horizontal gelagerten Kalksandsteinplatten und stellenweise von stalaklitenartigen Sandsteinkonkretionen auffallen. Schnecken fand ich darin bisher nicht, doch dürften diese feinen Konkretionen führenden Sande das oberste Glied der diluvialen Schichtreihe bilden, denn ganz ähnliche Sandkonkretionen kommen auch stellenweise unterhalb der schneckenführenden Diluviallehme vor.

Unter diesen feinen Sanden lagern heller gefärbte gelbliche — rötlichgelbe — graue Lehme, denen auch sandige Lagen, zum Teil recht groben Kornes eingeschaltet sind; die Lehme enthalten

stellenweise häufig Lößkindel, auch größere zusammengesinterte Anhäufungen solcher Mergelkonkretionen (seltener Sandsteinplatten) und Landschnecken. Von diesen fand ich an der Küste nordöstlich von Nona (in der Tiefe der Bucht von Nona):

<i>Helix (Xerophila) striata</i>	<i>Succinea (Lucena) oblonga</i>
„ (<i>Vallonia</i>) <i>pulchella</i>	<i>Pupa (Pupilla) muscorum</i>
„ <i>sp.</i>	<i>Buliminus aff. quadridens.</i>

Im Westen von Nona (an der Südwestküste der Halbinsel Brevilacqua, südlich des Gehöftes Glavan) kommen in analoger Position auch Clausilien nicht selten vor, nebst größeren *Helices*, die in die Verwandtschaft der *H. striata* gehören dürften.

Diese kleinen formenarmen Faunen entsprechen völlig den übrigen von mir bereits an zahlreichen Punkten der Kartenblätter Zaravecchia—Stretto, Novigrad—Benkovac und neuer auch bei Orlić, östlich Kaldurma (Blatt Kistanje—Drniš), festgestellten Schneckenfaunen und unterscheiden sich auch hier wesentlich von der rezenten, beziehungsweise in den jüngsten Schichten enthaltenen Fauna (*Cyclostoma elegans*, *Stenogyra decollata*, *Buliminus detritus*, *Glandina*, *Helix profuga*, *trochoides*, *cincta*, *vermiculata* etc.).

Unter diesen mehr oder weniger sandigen Lehmen, in denen in den tieferen Lagen, wie bereits erwähnt, stellenweise auch schon Sandkonkretionen ausgebildet sind, lagert meist ein grober rostgelber, rötlicher, auch schwärzlicher Sand, der zum Teil eine Art Überguschichtung erkennen läßt (Südwestküste der Bucht von Nona) und offenbar aquatiler Natur ist.

Die tiefsten Lagen des Quartärs sind hier meist nicht aufgeschlossen und ich konnte nur an der Südwestküste der Halbinsel Brevilacqua die Auflagerung grober Sande auf dem Rudistenkalk der Oberkreide beobachten, wie mir überhaupt fast nur die Küsten einen Einblick in die quartären Sande und Lehme boten. Denn die sonst in der Ebene südöstlich von Nona vielfach vorhandenen Gruben, Gräben und Hohlwege waren zur Zeit meiner Aufnahme nur wenig tief, auch viel verrutscht. Während sich die meisten in den oberen sandigen Lagen befinden, gewahrte ich in einem Wasserrisse am Ostende der „Orsali“, wo der Weg von Vrhe das Quartär von Nona trifft (bei der am Quartärrande gelegenen ganz kleinen Kreidekalkpartie) unter 20—30 cm Humus einen gelblichen, nach unten zu in einen blauen Letten übergehenden Lehm, der mich an den bei Islam latinski vorhandenen (cf. Verhandl. k. k. geol. R.-A. 1903, pag. 280, 281) erinnerte. Bläulich-rostgelbe, mehr oder weniger sandige Letten scheinen überhaupt im östlichen Teil des Quartärbereiches von Nona die Sande, zum Teil auch den Humus zu unterlagern, wie die Wassergräben südwestlich und südöstlich Stabilimento Lovrić erkennen lassen.

Die Hauptmasse der Sande und Lehme zwischen Poljica—Nona—Brevilacqua stammt aus dem älteren Quartär; jüngsten geologischen Datums sind lediglich die Alluvien der Miljasić jaruga—Ričina, welche auch die Südwestecke der Bucht von Nona (zwischen Hafen und Bucht von Nona) begrenzen.

Ob die südlich Nona befindliche Kapelle Sv. Nikola mit alluvialen oder älteren Lehmen ausgefüllt ist, vermag ich mangels jedes diesbezüglichen Aufschlusses nicht zu sagen. In der Tiefe des Valle Šepurina bei Zaton sieht man auf eine kurze Strecke eine etwa 3 m mächtige Steilwand von Terra rossa, deren Bedeckung der Oberflächenschicht der erwähnten Ebene gleicht, so daß möglicherweise auch dort in einiger Tiefe Terra rossa lagern könnte.

Was nun den Bau der Gesteinsgrundlage dieses Quartärgebietes betrifft, so besteht dieselbe im südlichsten Teil aus dem nordwestlichsten Teile der Mulde von Briševo, die bei der Bolkovac-Mühle nur mehr mit Alveolinenkalk erfüllt ist und offenbar mit der Mulde von Nona alterniert.

Sodann aus dem bei der Häusergruppe Vukić von Dračevac und östlich der Bolkovac-Mühle zum Rudistenkalkniveau aufgebrochenen Sattel. Dazwischen dürfte er zumeist nur aus Alveolinenkalk bestehen, also weniger stark emporgewölbt und mit lockeren Sanden bedeckt sein. Zwischen der Bolkovac-Mühle und der Nordspitze von Brevilacqua jedoch, wo auch Dolomite zutage treten, dürfte sein obertages Fehlen durch Senkungen, beziehungsweise Einbrüche bedingt sein.

Das Vorhandensein einer weiteren tektonischen Mulde unter dem Quartärgebiet von Nona ist durch die kleine Partie Hauptnummulitenkalk angedeutet, welche bei Sv. Jure südwestlich Poljica aus dem Quartär zutage tritt. Die östliche Begrenzung bildet schließlich die nordwestliche Fortsetzung des Polešniksattels, in dessen Verlauf an mehreren Punkten aus dem Alveolinenkalk kleine Rudistenkalkpartien emportauchen, ohne daß ich jedoch bisher sichere Anhaltspunkte gewonnen hätte, ob in denselben regelmäßige kleine Aufbrüche oder lediglich an Bruchlinien erhaltene Schollen vorliegen.

Die Halbinsel von Brevilacqua (Privlaka).

Ähnlich wie das Gebiet im Südosten von Nona ist auch das im Nordwesten davon — die Halbinsel, an deren Ende sich Brevilacqua befindet — großenteils von altquartären Sanden, untergeordnet auch Lehmen bedeckt, die ganz den im vorhergehenden besprochenen gleichen und zum Teil bei deren Besprechung bereits erwähnt wurden. Gleichwohl läßt sich der Aufbau der Gesteinsunterlage großenteils mit Sicherheit erkennen. Die ganze Südwestküste der Halbinsel verläuft von Zaton an in Rudistenkalk, und zwar zumeist in flach nordöstlich einfallenden Bänken des Nordostflügels eines Sattels (des Sattels von Zaton), nur auf der Punta Brdalić fallen die Schichtbänke südwestwärts. Doch liegt hier nicht bloß ein einfaches Gewölbe vor, da auch in dem nördlicheren Küstenvorsprung SW- und NO-Fallen auf eine kurze Strecke einigemal wechselt, auch ganz nahe dem Alveolinenkalk des Nordostflügels (im letzten großen Küsteneinschnitt vor Brevilacqua) auf ganz kurze Strecken zwischen solchen gestörten Kalken eine unbedeutende Dolomitpartie (in Form von breitgerundeten Blöcken) ersichtlich ist. Sonst besteht dieser Nordostflügel meist aus dichten hellbraunen Kalken, in denen nesterweise, so besonders südlich der Ortschaft Brevilacqua,

Rudisten nicht selten sind. Meist sind es Radioliten aus dem Formenkreise des *R. Beaumonti* und *Fleureusianus*. Die obersten Lagen des Kreidekalkes sind auch hier rötlich oder weiß, subkristallinisch.

Cretacische Schichten eines weiteren Sattelzuges treten in den beiden nördlichsten Vorsprüngen der in Rede stehenden Halbinsel (Punta Gaz und P. Krajev muja) zutage, und zwar gleichfalls Rudistenkalke und an der Ostseite der westlichen der beiden Küstenvorsprünge auch Dolomite, die wohl etwa den Kern dieses Sattels andeuten dürften. An der übrigen Nordostküste der Halbinsel sind gegenwärtig keine Kreidekalke entblößt, doch können sie wohl sicher als unter dem hier mächtigen Altquartär lagernd angenommen werden, so daß der Verlauf der Längsküsten der Halbinsel im wesentlichen zwei Kreidesätteln entspricht.

Zwischen diesen beiden Sätteln erstreckt sich in der Mitte der Halbinsel eine tektonische Muldenzone — eine flache Doppelmulde oder zwei alternierende Mulden. Denn die im Südosten der Stadt Nona noch verhältnismäßig breite Mulde von Nona scheint sich gegen Nordwesten zu verengen und vielleicht zu schließen und von einer weiteren ersetzt zu werden, in deren Achse sich erst am Nordrande des Quartärs von Sv. Nikola Hauptnummulitenkalk und weiterhin auf der Obrovica mitteleocäner Mergel einschaltet. Der Mitte dieser Mulde gehört wahrscheinlich der Brunnen im Alluvialstreifen südöstlich Brevilacqua an und die Entwässerung dürfte hier durch einen etwa SW bis NO streichenden Querbruch bedingt sein, wie solche ja an der Nordküste des dalmatinischen Festlandes mehrfach ersichtlich sind. Doch dürften an denselben größere Querverschiebungen wohl nicht erfolgt sein und die auffallend verschiedene Ausbildung des Vallone Dinjška am Südostende von Pago und des Vallone di Ljubuč an der Nordwestecke des Festlandes nicht, wie ich früher (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1903, pag. 282) meinte, durch Querverschiebungen, sondern wohl durch einen neu einsetzenden Sattel bedingt sein.

Im südlichen Teil des Quartärbereiches der Halbinsel Brevilacqua (auf Blatt Zara) treten Nummuliten- und Alveolinenkalke der Muldenzone noch in einigen isolierten Partien zutage, im Bereiche des Blattes Pago dagegen sind sie ganz mit Altquartär bedeckt und selbst an der Querküste im Hafen von Brevilacqua nur westlich der Ortschaft im westlichsten Küstenvorsprung entblößt. Eine ganz winzige Partie von Imperforatenkalken aus dem Nordostflügel der Muldenzone sah ich auch ganz nahe dem Rudistenkalke der Punta Gaz, und zwar in Form einiger bei Ebbe bloßgelegter kleiner Klippen.

Die Halbinsel Vrhe (Verchè, Vrši).

Dieselbe besteht im hauptsächlichen aus einer flachgelagerten Mulde, deren Nummulitenkalk erst an der Grenze der Blätter Zara und Pago im Alveolinenkalk einsetzt. Die Ortschaft Vrhe besteht aus zwei Häusergruppen, die auf den Nummulitenkalken des Nordost- und Südwestflügels aufgebaut sind und zwischen sich eine schmale Quartärzone lassen, die sich gegen NW zu bald erweitert und mit mehreren Metern hohen senkrechten, doch mehrfach verrutschten

Wänden zum Porto Lorenzo abstürzt. Den Kern der Mulde bilden offenbar Mergel und Sandsteine des oberen Mitteleocäns, doch treten dieselben gegenwärtig nur an einer räumlich sehr beschränkten Stelle in der Ostecke des Porto Lorenzo unter der mächtigen Altquartärhülle (wie bei Nona, nur weniger Konkretionsplatten), welche sie sonst bedecken, zutage. Es sind graue Mergel, die mit gelblichen SW einfallenden Kalksandsteinen wechsellagern und deren Schlämmrückstand nebst sehr viel kleinen Limonitstückchen und dünnen Seeigelstacheln eine reiche Foraminiferenfauna enthält, besonders die Gattungen *Globigerina*, *Cristellaria*, *Marginulina*, *Nodosaria*, *Nonionina*, *Bathysiphon*, *Spiroplecta*, *Gaudryina*, *Bigenerina* und *Clavulina Szaboi*, also die gleiche Fauna, die ich bereits von einigen Lokalitäten des nördlichen Dalmatien mitteilte (vgl. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1902, pag. 267; 1904, pag. 115 und 326). Ringsum wird dies Altquartär zum Teil wallartig von Knollenmergel und Hauptnummulitenkalk umgeben, der infolge seiner flacheren Lagerung als sonst einen großen Teil der Halbinsel einnimmt. Auch hier sind am Nummulitenkalk die Querbrüche, darunter auch, wie schon aus der gewöhnlichen Spezialkarte zu ersehen ist, mit Querverschiebungen verbundene, gut zu sehen. Auf den Nummulitenkalk folgt gegen die Längsküsten der Halbinsel zu Alveolinenkalk, doch ist bereits in den tieferen Lagen des Nummulitenkalkes eine Zone Alveolinenkalk (oder, wenn man will, in den obersten Schichten des Alveolinenkalkes einige Bänke Nummulitenkalk) eingelagert. An der Grenze des Kalkterrains der Halbinsel gegen das Quartärgebiet von Nona taucht eine kleine Partie Rudistenkalk empor.

Hydrographische Verhältnisse.

In bezug auf die hydrographischen Verhältnisse unterscheidet sich das Küstengebiet von St. Cassian—Petrčane wesentlich vom Karststreifen Grobnica dolnja—Zaton und der Nordostecke des Kartenblattes Zara. Denn der Abfluß der Niederschlagswässer erfolgt zumeist direkt zur Adria, senkrecht zum Schichtstreichen, und zwar größtenteils unterirdisch, wie die vielfachen (temporären) Küstenquellen erkennen lassen. Auch die Mulde Bokanjac—Crno wird durch zwei zeitweise oberirdische Torrenten, welche die küstennächsten Falten durchbrechen, entwässert.

Die Niederschlagswässer des Karststreifens der Grobnica dolnja dagegen sind durch die aus mergeligen Kalken und Mergeln bestehenden tiefreichenden Küstenfalten größtenteils verhindert, direkt dem Kanal von Zara zuzuströmen und fließen der Geländeabdachung folgend nordwestwärts. Im Senkungs- oder Einbruchsgebiet des Wintersees von Bokanjac tritt dies Grundwasser bei erhöhtem Stande, also in der kälteren Jahreszeit, zutage und bildet den mit dem Sinken des Grundwasserspiegels kleiner werdenden, ja im Hochsommer ganz austrocknenden Lago di Boccagnazzo — das Bokanjačko blato, dessen maximale Tiefe nach Gavazzi (l. c. pag. 59) im östlichen tieferen Teile 4—5 m beträgt. Weiterhin strömt das unterirdisch zirkulierende Wasser dieses Gebietes wohl zumeist an der Querküste im Westen

von Zaton, durch die Alveolenkalkeinfaltung südlich dieser Ortschaft und den Dolomitaufbruch südwestlich Bolkovac offenbar in mehrere Arme getrennt, hauptsächlich im (Valle Viševica und) Valle Sepurina—Dražnik ins Meer aus. Denn die Umrandung des Wintersees ist zwar, wie Prof. Gavazzi¹⁾ angab, im NW 23, im SO zirka 19 m, doch dacht sich der gesamte Karststreifen zweifellos von Südost nach Nordwest ab und wird von der Längsküste des Kanals von Zara (bei Diklo) durch einen zu 75 m ansteigenden, aus mergeligen Gesteinen bestehenden Höhenrücken getrennt.

Aus emporgepumptem Karstwasser dieses Gebietes (von Bokanjac) wird die neue Zaratiner Wasserleitung gespeist, während die ältere — die von Crno — vorzugsweise Quellwässer des weiten Mergel-(Mulden)terrains von Crno nach Zara leitete, das sich jedoch in bezug auf Güte wohl wenig von dem Karstwasser unterschied. Aus einer analogen geologischen Position wie Crno, nämlich aus mitteleocänen Mergeln, stammt das Wasser des Kaiserbrunnens und anderer Quellen und Brunnen von Zara, Petrčane—Diklo, Bibinje und St. Cassian, während Karstwasseraustritte längs der ganzen Küste von Punta amica bis St. Cassian ebenfalls häufig und wenigstens zeitweise in fast allen Querbuchten der Küste zu beobachten sind.

Die Nordostecke des Kartenblattes wird durch ein verhältnismäßig reichverzweigtes, teils in Mergelterrain ausgewaschenes (Briševo), teils an Bruchlinien innerhalb der Karstgebiete geknüpft (Dračevac) Entwässerungssystem — die Miljasić jaruga — entwässert. Doch ist ihr Gefälle gering, das ganze Gebiet daher vielfachen Überschwemmungen unterworfen, so daß die dadurch verursachten mehr minder lang andauernden Sümpfe und Tümpel das Gebiet zu einem der ärgsten Malariaherde Dalmatiens machen. Allerdings sind gegenwärtig größere Regulierungen, besonders des Terrains um Nona, geplant, so daß wohl begründete Aussicht auf baldige sanitäre Besserung vorhanden ist.

Wenn man die Verbreitung der fossilführenden neogenen Süßwassermergel des nördlichen Dalmatien betrachtet, so muß es auffällig erscheinen, daß diese dem tertiär-cretacischen Faltengebiet so gut wie ganz fehlen. Außer den bereits in der Literatur beschriebenen Neogenvorkommen des Cetinates und Kosovo poljes fand ich solche Neogenrelikte im Laufe der vorjährigen und heurigen Aufnahmen in der Umgebung von Knin—Topolje—Vrpolje—Golubić—Strmica, Zagrović, Ervenik, Žegar, Bilišane, am Velebithange zwischen Krupa und Obrovazzo, bei Castelvenier, Seline, Starigrad, Tribanj (gegenüber Pago) an der Küste und auch hier am Velebithange bis zu einer Höhe von 3—400 m. Diese neu festgestellten Neogenvorkommen stellen also den Zusammenhang zwischen den schon früher bekannten, weit voneinander getrennten Vorkommen von Miočić—Parčić im Kosovo polje und von Kollane auf Pago her und befinden sich zumeist in einer sich zwischen dem alttertiären Faltengebiet der Küstenregionen und den älteren Aufbruchgebieten des Velebits erstreckenden Zone.

¹⁾ Die Seen des Karstes (Abhandl. d. k. k. geogr. Ges. Wien, V. Bd., 1903/04.

Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1907, 57. Band, 1. Heft. (Dr. R. J. Schubert.) 3

Sie sind, wie auch Grund (in der „Karsthydrographie“) neuestens für Westbosnien dargetan hat, vielfach an tektonische Senkungsfelder geknüpft, die durch ihre Lagerung unterhalb des damaligen dadurch notwendigerweise hohen Karstwasserspiegels im Neogen zu mehr oder weniger miteinander in Verbindung stehenden Süßwasserbecken wurden. Nun scheint es doch auffällig, daß sich alle diese Vorkommen von neogenen Mergeln außerhalb des Bereiches des Tertiärfaltengebietes befinden, obgleich doch auch in diesem stark gefalteten Gebiete Niederbrüche einzelner Faltenteile stattgefunden haben dürften. Ich konnte schon früher bei der Detailaufnahme der Kartenblätter Zaravecchia—Stretto und Benkovac—Novigrad mehrfach feststellen, daß an den Umrandungen junger Einbruchgebiete, zum Beispiel des Vranasumpfes und -sees, des Binnenmeeres von Novigrad diluviale Sande und Lehme lagern, deren Anhäufung prädiluviale Hohlformen voraussetzen, deren Deutung, ob sie tektonische oder Erosionsbecken seien, meist schwer ist. An der Basis dieser und namentlich der kleineren Lößlehmportien beobachtete ich wiederholt intensiv rotgefärbte Lehm Massen, die ganz den Eindruck machten, als ob es sich hier um am Grunde von Karstwannen zusammengeschwemmte Lösungsrückstände handle.

Da nun in den neogenen Karstwannen des Bereiches der langen schmalen Küstenfalten (mit Ausnahme von Pago) keine Seebildung mit Absatz reicher Molluskenfaunen und -flore erfolgte, so scheint mir daraus hervorzugehen, daß dies durch die damalige Lage dieser Gebiete über dem Karstwasserspiegel bedingt war. Nun wird zwar von Penck und Grund für das Neogen ein hoher Karstwasserstand angenommen und die oberhalb Tribanj—Starigrad bis 3—400 m am Velebithange hinaufreichenden kleinen neogenen Mergelrelikte sprechen gleichfalls dafür, aber alle diese liegen ja, wie bereits erwähnt wurde, jand einwärts der Küstenfaltenzone und so läßt sich meiner Ansicht nach ein hoher Stand des Karstwasserniveaus während des Neogens im Zermanja—Butišnica—Kerka- und Cetinabereiche gar wohl mit einem beträchtlich tieferen, im Bereiche der jetzigen Küstenfalten in Einklang bringen, da er durch Stauung infolge der tiefeingefalteten eocänen Mergelzonen dieser jetzigen Küstenfalten bedingt sein konnte.

Auf den oben erwähnten roten Lehmen (vgl. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1902, pag. 381) lagern mehrere Meter mächtige feine Sande und sandige Lehme, die dem mitteleuropäischen Löß und Lößlehm petrographisch und ihrem Vorkommen nach als auch durch ihre Fossilführung (*Helix striata*, *Succinea oblonga*, *Pupa muscorum* und einige wenige andere Formen) derart entsprechen, daß in den jetzigen Küstengegenden damals ein vom jetzigen verschiedenes Klima geherrscht haben muß. Inwieweit etwa diese Löss mit einer Vergletscherung des Velebits in Zusammenhang zu bringen wären, werden wohl spätere Forschungen ergeben. Soviel steht jedoch fest, daß sie nur Landschnecken enthalten, die einerseits sicher nicht tertiär sind, andererseits von der jetzigen in Norddalmatien lebenden und in den Humusschichten allenthalb subfossil enthaltenen Gastropodenfauna wesentlich verschieden sind, so daß ihr diluviales Alter mir zweifellos scheint. Diese Sande und Lehme bilden an den Küsten des Kanals von Zara

und Pašman¹⁾ mehrere Meter mächtige senkrechte Abstürze und wurden recht allgemein²⁾ als Beweis für das postdiluviale Eindringen der nördlichen Adria aufgefaßt. Dr. A. Grund hat jedoch im Schlußkapitel seiner Karsthydrographie die Ansicht ausgesprochen, daß auch die heutige Ostküste der Adria schon zur Diluvialzeit existierte (pag. 198). Dies scheint mir jedoch eben infolge des Vorkommens der diluvialen Sande und Lehme wenigstens für das nördliche Dalmatien ausgeschlossen. Denn wenn man auch einen Teil der jetzigen Küstengliederung der nördlichen Adria und namentlich im Bereiche dieser Lehme auf Kosten der Brandung setzt, so müßte man bei der Voraussetzung einer prädiluvialen Küstengliederung annehmen, daß die großenteils äolischen diluvialen Sande und Lehme im Brandungsbereiche abgesetzt worden seien oder in Hohlformen, deren Kalkumrandung zur Hälfte durch die Brandung zerstört wurde, wofür sich jedoch im unterseeischen Relief keine Anhaltspunkte finden.

Etwas abweichend von dem Altquartär von Zaravecchia—Pašman—Stankovac ist das von Nona. Die tieferen Schichten unter der Zone der Lößschnecken zeigen teilweise Übergußschichtung, sind grobsandig und dürfen wohl als fluviatil angenommen werden. Die Basalpartien sind daselbst zum Teil nicht aufgeschlossen, zum Teil unterscheiden sie sich nicht von den überlagernden Sanden und Lehmen. Entweder war also auch hier an der Basis eine Lage neogener Terra rossa, welche von den späteren Wasserläufen weggeschwemmt wurde, oder aber könnten diese tieferen Lagen der Sande ein zeitliches Äquivalent der roten Lehme darstellen. Eine solche Annahme von Wasserläufen zur Plio-Pleistocänzeit im Gebiet des jetzigen Nona würde mit der oben ausgesprochenen Vermutung eines tiefen neogenen Grundwasserspiegels im jetzigen Küstenbereiche ganz gut im Einklang stehen.

Wenn ich nun einerseits der Ansicht bin, daß die jetzige nord-dalmatinische Küstengliederung sich erst im Quartär herausbildete, so darf wohl andererseits mit Sicherheit angenommen werden, daß dies nicht in historischer Zeit erfolgte, wie Prof. Dr. Luka Jelić in Zara annehmen zu können glaubt. In seiner interessanten Arbeit über „das älteste kartographische Denkmal über die römische Provinz Dalmatien“³⁾ legt er unter anderem dar, daß auf der von ihm in der vatikanischen Bibliothek entdeckten ältesten Karte von Dalmatien (von Marinus) Arbe, Pago, Rivanj, Ugljan und Morter, also alle östlichen Inseln von der Tedaniasmündung (als welche die Meerenge Koromačina—Javorna angenommen wird) bis zur Mündung der Kerka (Titus) in eine einzige große Insel verschmolzen seien, deren nördlichster Punkt die Stadt Arbe und deren südlichster Kollenton (Hrammina auf Morter) sei. Prof. Jelić meint nun, es dränge sich auch hier die Vermutung auf, ob zur Zeit des Gewährsmannes des

¹⁾ Ich erwähne nur diese Vorkommen, da ich die nördlicheren der istrischen Inseln aus eigener Erfahrung nicht kenne.

²⁾ Siehe G. Stache, Liburnische Stufe.

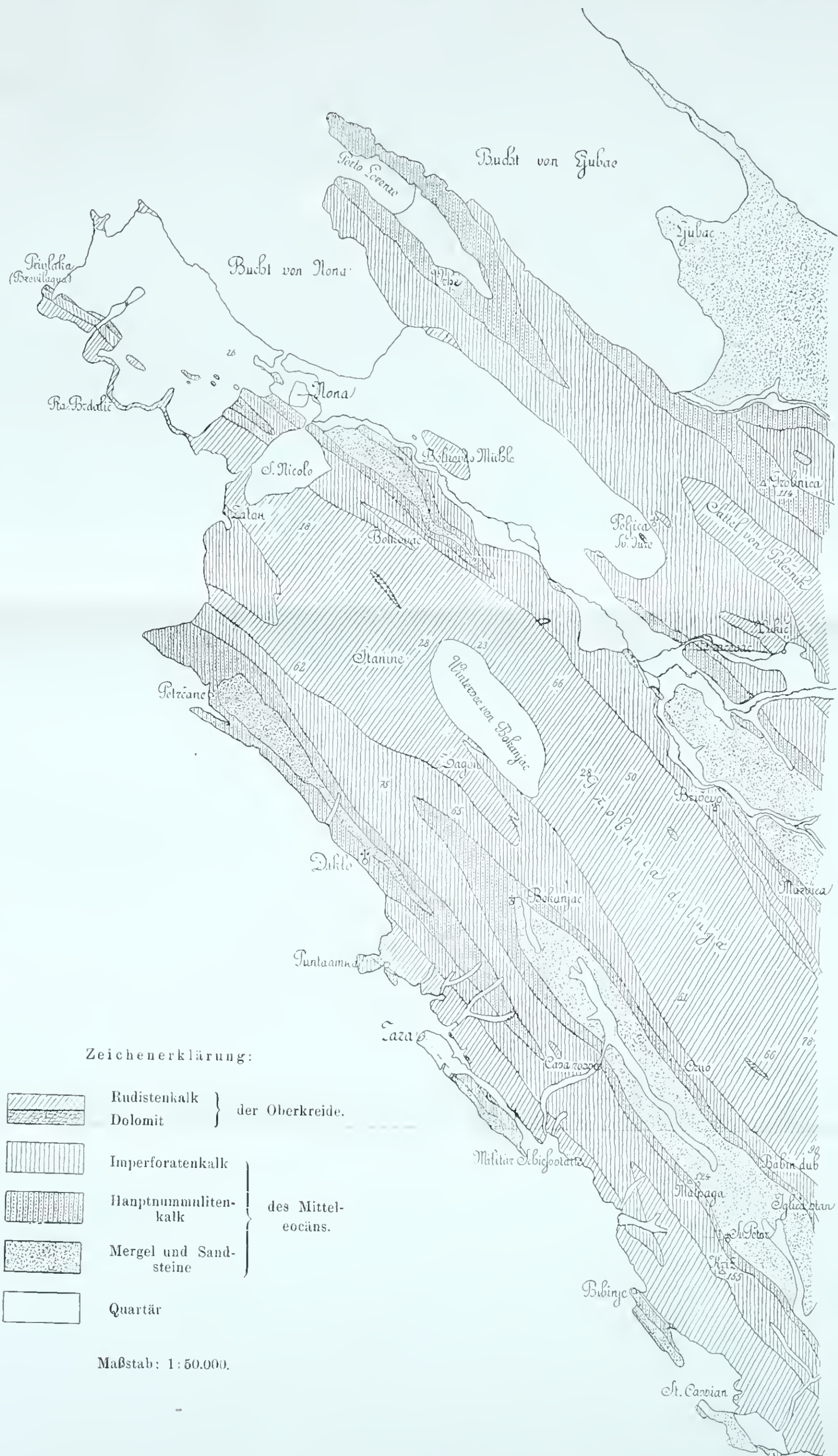
³⁾ Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina 1900, VII. Bd., pag. 167 u. ff.

Marinus diese Inselgruppe nicht etwa noch eine größere Insel bildete, welche erst später in die jetzigen Inseln zerfiel. Der Umstand, daß Marinus und Ptolemäus diese Insel, wie keine andere Quelle, Scardona nennen und daß dieser Name in den zaratinischen Inseln noch immer erhalten sei (angeblich Škarda bei Premuda, Škardica bei Pago), bestärke diese Ansicht einigermaßen.

Auf den ersten Blick könnte man, da ja ein einstiger Zusammenhang jetzt getrennter Inseln außer Zweifel steht, nun vielleicht meinen, daß diese älteste bisher bekannte Karte dieses Gebietes in der Tat ein Stadium der Inselbildung zum Ausdruck bringt, daß also der „Zerfall“ in die jetzige Inselwelt sich erst in historischer Zeit vollzogen habe (Marinus lebte in der zweiten Hälfte des I. Jahrhunderts n. Chr.). Doch ist zunächst auffallend, daß bei diesem Zerstücklungsprozeß die Ortschaften Arbe und Hrammina erhalten blieben, die doch durchaus nicht zu den höhergelegenen gehörten, auch Zara (Jadera), Nona (Ainona) u. a. Sodann, daß beim Zerfall des nordadriatischen Festlandes in größere Inseln solche entstanden sein sollten, wie z. B. die erwähnte angebliche Insel Scardona, die schräg zu dem gerade hier stark ausgeprägten Streichen Reste von 10—15 Faltenzügen umfaßt haben müßte, während nach dem ganzen Schichtstreichen und Faltenwurf eine Insel wahrscheinlicher sein würde, welche Arbe, Pago und das norddalmatinische Festland umfaßte, als Arbe, Pago—Ugljan, Morter.

Auch dem Umstande, daß der Name Scardona „in den zaratinischen Inseln noch immer erhalten“ ist, kann doch wohl kein großer Wert beigemessen werden, denn die eine der von Prof. Jelić zitierten Vorkommen, „Škarda bei Premuda“, liegt ja außerhalb des Bereiches der angeblichen Insel Scardona, ja sogar westlich der fünf „westlich“ gelegenen Inseln (Ist, Isola Lunga, Incoronata, Sestrunj, Melada), kann also füglich nicht in Betracht kommen. Und daß sich der Name der kleinen Klippe Škardica bei Pago, von der gewaltigen (62 römische Meilen langen) Insel Scardona erhalten haben sollte, ist doch weniger wahrscheinlich, als daß der Verfasser der Karte, der es ja auch sonst nicht genau nahm, die von ihm schematisch eingezeichnete Insel mit dem Namen einer nahegelegenen größeren Stadt schmückte. Denn wie wenig genau er es nahm, zeigen die auf der Karte südlich von „Scardona nesos“ eingezeichneten fünf polygonalen Inseln, die nach Prof. Jelić Interpretation Ist, Isola Lunga, Incoronata, Melada und Sestrunj darstellen sollen. Wenn jener „Insel“ überhaupt eine Beweiskraft im obenerwähnten Sinne zukommen sollte, müßte man schließen, daß auch die fünf Inseln zur Zeit des Marinus keineswegs ihre jetzige im Bau begründete, weil durch langgestreckte dinarische Falten bedingte, so auffallend langgestreckte Gestalt besaßen, sondern sie erst später erworben hätten.

Ich würde diese Vermutung von Prof. Jelić hier nicht so eingehend besprochen haben, zumal der Autor die Darstellung der ganzen Inselwelt um Zara ja selbst als „geradezu ungeschickt“ bezeichnet, wenn nicht bei dem ja wohl berechtigten Ansehen, das er als Forscher auf anderen Gebieten besitzt, die Gefahr nahe läge, daß sich die Ansicht von einer so gewaltigen Umänderung Norddalmatiens in historischer Zeit in weiteren Kreisen einbürgern könnte.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [057](#)

Autor(en)/Author(s): Schubert Richard Johann Josef

Artikel/Article: [Der geologische Aufbau der Umgebungen von Zara-Nona. 1-20](#)