

Die Dünensandhügel des Lagunargebietes von Grado zeigen ein Material, welches abgesehen von dem etwas minder feinen Korn mit dem kalkhaltigen, zu concretionären Sinterbildungen neigenden Sande von Sansogo die grösste Analogie hat. Ihre genauere Altersbeziehung zu dieser pleistocänen Sandablagerung ist noch nicht vollständig sichergestellt.

**G. Stache.** Die physischen Umbildungsepochen des istro-dalmatischen Küstenlandes.

An die in der voranstehenden Mittheilung berührte Kennzeichnung der letzten dieser Epochen will ich in Kürze die Aufeinanderfolge der den Wechsel von Landbildung und Meeresbedeckung anzeigenden Hauptvorgänge anschliessen, wie sich dieselben aus den bisherigen Beobachtungen für die Darstellung der Abschnitte einer Entwicklungsgeschichte der Meeresfront des iulisch-dinarischen Alpengebirges ergeben haben.

Von den drei Hauptgruppen, in welche das geologische Gesamtmaterial dieses Gebietes zerfällt, ziehen wir hier nur die beiden jüngeren in Betracht. Diese drei Gruppen sind:

1. Das aus vorcarbonischer Zeit bis an die Grenze zwischen Jura und Kreide reichende Material der küstenländischen „Gebirgsunterlage“.

2. Das die Sedimente der Kreide und Eocänperiode umfassende Hauptmaterial des eigentlichen „Küstengebirges“.

3. Die älteren und neuesten Absatz-, Ueberschüttungs- und Umschwemmungs-Reste der Neogen- und Quartärperiode oder das Material der zerstörten „Gebirgsdecke“.

Wenn nicht die Entwicklungsgeschichte der gesammten Südalpen in Betracht kommt, sondern das typische Küstengebirge mit seinen Deckenresten allein, so entfällt die Betrachtung der Bildungsepochen der Gebirgsunterlage, welcher die Schichtenfolge des küstenländischen Gebirgskeletes auf- und vorliegt und es reihen sich die Hauptabschnitte der Bildungs- und Umbildungsvorgänge, wie folgt, aneinander.

1. Ablagerung der gesteinsbildenden, wesentlich marinen Dolomit- und Kalksteinschichten der Kreideperiode auf verschieden erodirtem Kalkfelsboden abgesunkener Theile des Juralandes. Regionale Continuität von jurassisch-cretacischen Grenzablagerungen, Ueberwiegen von Transgressionen des Kreidemeeres über Lias und Triaskalkgebiete.

Entwicklung von Rudistenfaunen, Herrschaft derselben in der zweiten Hauptperiode (Turon-Senon) oder der Periode vorherrschend reiner Kalkabsätze, regionale Unterbrechung der dolomitischen Ablagerung der ersten Absatzperiode (Neocom-Cenoman) durch hornsteinführende Plattenkalkbildung und der Rudistenfauna durch Fischfaunen in einzelnen grösseren Buchten (Isonzogebiet, Komener Karstgebiet, Lemeschgebiet und Lesina). Andeutung von regionalen Niveauschwankungen durch diesen Faunenwechsel, durch Erscheinen von Saurierresten und eingeschwemmten Landpflanzen sowie durch Anhäufungen von Strandgrus und Brandungsbreccien in verschiedenen Zeitabständen.

Das Sedimentmaterial der cretacischen Schichten und ihrer Gesteinsarten in seiner gewaltigen Mächtigkeit, war nach seiner Beschaffenheit ein so vorwiegend von Kalkschlammzufuhr und zoogener Kalkschalenbildung abhängiges, dass die vollständige Bedeckung der älteren Sandstein- und Schiefergebirge des nordöstlichen und östlichen alpinen Hinterlandes durch Dolomit- und Kalkmassen der Rhät-, Lias- und Jurazeit vorausgesetzt werden muss.

Die beschränkte sandig-mergelige Facies der zur Kreide gestellten Complexe des Isonzo dürfte eher einer Materialzufuhr von West und Südwest als von Nord her ihren Ursprung verdanken.

An diese cretacische Absatzperiode der mächtigen fast rein marinen Baugesteinsmassen des jetzigen Hauptgebirgsskeletes, sowie des Bodens der ersten, die Entwicklungsform des ganzen Küstenlandgebietes vorbereitenden Festlandsbildung schliesst sich:

2. die protocäne (Danien und Suessonien umfassende) halotropische Bildungs- und Umbildungsperiode des von Meeresbedeckung befreiten felsigen Kalksteinbodens der Urgebiete unserer Küstengebirgslandschaften.

Mehr und mehr wird es sich als zweckmässig erweisen, die Grenze zwischen dem Zeitalter der mesozoischen und der känozoischen Schichtenfolgen nicht durch eine einfache ideale Grenzlinie, sondern durch Ausscheidung einer ganzen Zwischenformation zum Ausdruck zu bringen. Die Anhaltspunkte dafür sind gegeben durch das wiederholte Erscheinen, Bestehen und Wiederverschwinden ausgedehnter Küstenstriche unter analogen physischen Verhältnissen. Das Zusammenfassen der in verschiedenen Theilen der nördlichen Hemisphäre bekannt gewordenen paralischen Lagunar- und Littoralbildungen und von reinen Binnenablagerungen mit den gleichzeitig intercalirten marinen Schichtenfolgen zum Zweck der Trennung zweier, einen ausgesprochenen Wechsel der Faunen und anderer physischer Verhältnisse anzeigenden Epochen der Meeresbedeckung ist nicht nur von Werth für die natürliche Hauptgliederung des gebirgbildenden Schichtenmaterials zum Zweck der Beschreibung und Erläuterung seiner Entwicklungsgeschichte, sondern ganz besonders zum Zweck seiner kartographischen Darstellung. Ich bezeichne diese Landbildungsperiode als protocän, weil der engere Zusammenhang der zahlreichen neuen Faunen- und Florenreste mit denen der Eocänperiode durchgreifender ist, als das regionale Wiederscheinen erlöschender Faumentypen der Kreideperiode, und weil es logischer erscheint, in einer allgemeineren Veränderung des Verhältnisses der Vertheilung von Land und Meer sowie der dasselbe begleitenden physischen Erscheinungen das erste Entwicklungs- und Ausgangsstadium für die folgende neuartige Zeitepoche zu erblicken, als der gleichzeitig damit verknüpften Thatsache des Verschwindens oder Absterbens der alten Zustände die grössere Wichtigkeit beizulegen.

Die Bezeichnung halotropisch verdient der Landbildungsvorgang der Zwischenperiode zwischen der letzten Blüthezeit der Rudistenfamilie im jüngeren Kridemeer und dem ersten Stadium der allgemeinen Verbreitung der Nummulinen und Alveolinen im älteren Eocänmeer nicht nur wegen des Wechsels im Faunencharakter der durch denselben getrennten Meere, sondern vorwiegend auch mit Rück-

sicht auf seinen Ursprung. Der Wechsel von Characeen sowie von Land- und Süßwasser-Conchylien führenden Bänken mit foraminiferenreichen Lagunarbildungen, welcher in aufsteigender Linie nach ungleichen Zeit-Intervallen zu verschiedenen Graden der Ausdehnung der Festlandbildung fortschreitet und in ähnlicher Weise eine oscillatorische Rückkehr der Meeresbedeckung anzeigt, kann nicht leicht durch regionales Auf- und Niederschwanke des littoralen Felsbodens jener Zeit erklärt werden, sondern nur durch den oscillatorischen Rückzug und die Wiederkehr eines höheren Fluthstandes.

Dabei muss es hier vorläufig unerörtert gelassen werden, ob die Ursache zu dieser Erscheinung in dem Abströmen nach einem entfernter liegenden, sich neubildenden Senkungsfeld oder in kosmischen Conjunctionen gesucht werden könne.

Wir haben hier zugleich die erste Erosionsperiode des küstländischen Baumaterials der Kreide- und Protocänenzeit vor uns und damit auch bis zu einem gewissen Grade embryonale Vorstadien der Karsterscheinungen und der „Terra rossa“- Bildung.

3. Die dritte Hauptentwicklungs-Epoche ist wiederum ganz vorherrschend durch Ablagerung von zur späteren Ergänzung des Gebirgsgertes bestimmten, marinen, gesteinbildenden Sedimenten ausgefüllt und charakterisirt.

Die eocäne Meeres- und Materialbildungs-Periode zerfällt in zwei durch eine regional verschieden lange Uebergangszeit getrennte Hauptabschnitte. In dem älteren Zeitabschnitt dauert die schon in der Kreideperiode fast allein herrschende und in der protocänen Landbildungsperiode nicht ganz unterbrochene Kalkgesteinsbildung durch Zufuhr von gelöstem, kohlenstoffreichem Kalk und suspendirtem Kalkschlamm aus nördlich und östlich gelegenen Kalksteingebieten und durch Anhäufung eines zoogenen, vorwiegend durch Foraminiferen gelieferten Kalkschalenmaterials in breiten Strichen in Inseln und Untiefen umschliessenden Meereszone von geringen Tiefen fort. Die Zwischen- oder Uebergangszeit von dieser durch die Massentwicklung der Nummulinen- und Alveolinenfauna ausgezeichneten Hauptstufe eocäner Kalksteinbildung und der Ablagerung des obereocänen Flyschcomplexes mit seinem Wechsel von dünnschichtigen, thonigen und sandigen Tassello-Massen und dickbankigen festen Macigno-Sandsteinzonen, ist durch einen Wechsel in der Materialablagerung gekennzeichnet, welcher auf wiederholte Schwankungen des Meeresbodens und Erschütterung der Kalksteininseln, sowie auf Veränderung der das Sedimentmaterial zuführenden Strömungen deutet. Die zwischen vorwiegend thonigen Absätzen eingeschalteten Bänke von theilweise oder vorherrschend zoogenem Nummulinenkalk, sowie von feinen und groben Trümmerbreccien aus Kalksteinmaterial der Kreide, der Zwischenstufe und des Hauptalveolinen- und Nummulitenkalksteines lassen sich nur auf Grund derartiger Vorgänge erklären. Die Basaltergüsse im venetianischen Eocän sind mit diesen Bodenschwankungen und den das Trümmermaterial der felsigen Inselküsten in das Meer abstürzenden Erdbeben nicht schwer in Beziehung zu bringen. Der Beginn der zuerst periodischen, durch Kalkabsätze unterbrochenen und später fast continuirlichen Zufuhr von thonigem und sandigem Absatzmaterial deutet auf

die Erosion eines aus derartigen Schichten bestehenden Festlandgebietes, und für ein solches finden sich nur im Westen im cretacischen Apennin die Anhaltspunkte vor.

4. Die vierte Hauptepoche in der Entwicklungsgeschichte unseres ostadriatischen Küstenlandes ist zugleich die Epoche der zweiten grossen Festlandbildung, als deren bereits wiederum zur Hälfte zerstörtes Gesamt- und Schlussresultat sich der heutige Zustand der Beobachtung darbietet.

Im Gegensatz zu der protocänen halotropischen Festlandbildung bezeichnen wir diese zweite neogene, als tektonodynamische Festlandbildung. Das Aufsteigen des landbildenden Schichtenmaterials über das Meeresniveau, sowie die jetzt noch im Kreide und Eocän-Gebirge erhaltenen Grundlinien seiner Falten tektonik sind das Resultat andauernd dynamischer Wirkungen, während der älteren Neogenzeit. Der in dem jetzigen Gebirgsbau des Küstenlandes trotz nachträglicher secundärer Zerstörungen noch scharf ausgeprägte Haupteffect der faltigen Längsaufstauung in seiner Abstufung von Ueberschiebung zu enger Steilfaltung und weiter Wellung deutet auf das Ueberwiegen eines continuirlich seitwärts und aufwärts wirksamen Massendruckes aus NO. und Ost.

Zu einer derartigen grossartigen Kraftäusserung lässt sich von gleichzeitigen Massenbewegungen im Osten nur das Entstehen der ungarischen Andesit- und Trachytgebirge unter gleichzeitiger Absenkung der Grundgesteinsfelder des ungarischen Tieflandes in Wechselwirkung denken.

Dem die Grundlagen zur Höhlen- und Karstbildung schaffenden, tektonischen Landbildungsvorgang der älteren Neogenzeit folgte als Resultat die lange neogenquartäre Periode eines ausgedehnten verhältnissmässig stabilen Festlandbestandes. Gekennzeichnet war diese Zeit durch Ausbildung eines zusammenhängenden Flussnetzes, durch zahlreiche, grössere und kleinere Seebecken mit zum Theil reicher Süswasserfauna und durch ausgedehnte, aus umgeschwemmtem, eisenreichem Thonschlamm gebildeten Vegetationsdecken der Kalkfelsunterlage, welche durch die Säugethierfauna des *Mastodon Arvernensis*, die Cerviden, und Equidenfauna der jüngeren Knochenbreccien und die verbindenden Uebergangsstadien dieser Faunen bevölkert wurde.

Diese grosse Erosionsperiode ist zugleich die Hauptperiode der bedeutendsten und ausgebreitetsten Anhäufungen und Umschwemmungen des Ursprungsmaterials der rothen Karstlehme und Bohnerz führenden Terra rossa-Bildungen, sowie der Ueberlagerung derartig verdeckter oder wieder freigewaschener Kalksteinböden mit zum Theil mächtigen Massen eines feinen Dünen- oder Flugsandes.

5. Die fünfte und letzte Hauptepoche ist diejenige, welche mit der im Vergleiche zu allen früheren Umbildungsvorgängen des küstenländischen Gebirgsmaterials fast kataklismatisch erscheinenden Schollenversenkung und Verschiebung der festen Gebirgsunterlage des neogenquartären Festlandbestandes und mit dem Eindringen der Adria in die Senkungsregion nach der Zeit der pleistocänen Sandausbreitungen (von Südistrien über Sansego und Lissa bis Curzola) begann und noch in nachrömisch-historischer Zeit die Nachwirkungen jener

gewaltigen abyssischen Störung des stabilen Gleichgewichtes der alten Gebirgsunterlage durch regionale Schwankungen der Küsten und des Meeresbodens erkennen liess.

Die einschneidendste Umgestaltung der orographischen und hydrographischen Verhältnisse, die jetzige Form der Abscheidung der Wasserläufe von dem alpinen Donau-Hinterland, die Ausbildung der zerrissenen buchtenreichen Küstenlinie mit ihren Inselreihen, die Ausarbeitung der unterirdischen Structur und der Oberflächen-Plastik der Karstgebiete, die fortschreitende Zerstörung der älteren Terra rossa-Decken durch Abschwemmung in die Tiefe und der isolirten Reste der jüngeren Sandablagerung durch aeolische Abtragung, sowie endlich das Verschwinden von Ansiedlungen und Bauobjecten unter dem Meeresniveau sind die directeren Folgen oder die secundären Nachwirkungen von mit dem Beginne einer grossen, vulcanischen Actionsperiode im Mittelmeergebiet in Zusammenhang zu bringenden Senkungs- und Einbruchsvorgängen im Gebiete des adriatischen älteren Quartärlandes.

Das Küstenland der quartär-historischen Entwicklungsperiode, welches wir vor uns sehen, erscheint uns demnach, als ein im Stadium relativer Ruhe und des wiedererlangten Gleichgewichtes der Grundschollen verbliebener, nur zur Hälfte erhaltener, ruinenhafter Rest jenes grösseren Festlandbestandes, dessen andere Hälfte zu Gunsten des adriatischen Meeresarmes verschwunden ist.

Mit Rücksicht auf den Ursprung der grösseren und gewaltsamen Gebirgshewegungen, welche dieses vorläufige Schlussresultat herbeiführten, könnte diese letzte als „abyssomotorische Umbildungs-epoche“ bezeichnet werden.

Für eine geologische Entwicklungsgeschichte unseres Küstenlandes habe ich hiermit vorläufig die natürlichen Hauptabschnitte zu charakterisiren und mit entsprechenden Ueberschriften zu versehen versucht.

Sollten die Bezeichnungen „halotropisch“, „tektodynamisch“ und „abyssomotorisch“, welche hier der Kürze wegen für die bei dem istro-dalmatischen Küstengebiet nachweisbaren, genetischen Hauptkategorien von Festlandsbildung und Umbildung gewählt wurden, verschiedenen Fachgenossen nicht entsprechend erscheinen, so werde ich mit Dank Vorschläge für einen Ersatz durch zutreffendere Ausdrücke berücksichtigen, da ich gegenüber einer richtigen Feststellung des Wesens und der Aufeinanderfolge genetischer Vorgänge aus der Beobachtung der sich darbietenden Erscheinungen der Wahl von bestmöglichen und kürzesten Bezeichnungen nur eine untergeordnete Bedeutung zugestehen möchte.

A. M. Łomnicki. Beiträge zur Geologie der Umgegend Żółkiews.<sup>1)</sup>

### I. Die Diluvialbildungen.

Das ganze zwischen Lemberg und Żółkiew durchforschte Terrain, vorzüglich aber in der nächsten Umgebung von Żółkiew, Glinsko und Mokrotyń, gehört seinen orographischen Verhältnissen nach zum Theil

<sup>1)</sup> Ziemlich gleichzeitig mit diesen Beiträgen erscheint dieselbe Arbeit ausführlicher in polnischer Sprache in der Lemberger Zeitschrift „Kosmos“ (Materiały do geologii okolic Żółkwi. Lwów. 1887).