

EINE
GEOLOGISCHE REISE
DURCH SPANIEN.

VON
RUDOLF HOERNES.



GRAZ.
VERLAG DES NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINES FÜR STEIERMARK.
1906.

Eine geologische Reise durch Spanien.

Von
Rudolf Hoernes.

Unter dem obigen Titel hielt ich in der Jahres- und Hauptversammlung des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark am 9. Dezember 1905 einen durch Vorführung zahlreicher Diapositive, welche lediglich auf der Reise aufgenommene Aufnahmen zur Anschauung brachten, erläuterten Vortrag, dessen Inhalt nachstehend wiedergegeben werden soll, ergänzt durch Mitteilungen, welche über einzelne, geologisch besonders interessante Gebiete in den Sitzungen der Sektion für Geologie, Mineralogie und Paläontologie unseres Vereines gemacht wurden, sowie durch Auszüge aus den Reiseberichten, die in den Schriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien veröffentlicht wurden.¹

Von dieser Akademie hatte ich eine Reisesubvention behufs Untersuchung der jüngeren Tertiärgebilde des westlichen Mittelmeergebietes erhalten, für welche auch an dieser Stelle pflichtschuldiger Dank zum Ausdruck gebracht werden soll. Die Reise wurde im Mai 1905 angetreten. Über die Schweiz und Südfrankreich, wo ich bei Professor A. Heim in Zürich und Professor Ch. Depéret in Lyon lehrreiche Tage zubachte, begab ich mich nach Spanien, um dort den größten Teil des Frühjahrs und Sommers zuzubringen. Erst Ende August kehrte ich auf dem Seewege von Málaga über Oran, Algier, Tunis, Malta, Messina, Catania, Bari, Venedig, Triest zurück. Über die Eindrücke dieser höchst angenehmen Seereise an Bord des Dampfers „Adria“ der gleichnamigen ungarischen

¹ Auf diese im 114. Bande der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften, S. 467—476, 637—660 und 737—763, enthaltenen Reiseberichte sei hier hinsichtlich der ausführlichen Fossilisten wie der Wiedergabe einiger Profilskizzen hingewiesen, welche man in den vorliegenden Schilderungen vermissen wird.

Schiffahrtsgesellschaft soll vielleicht ein andermal berichtet werden; die nachfolgenden Darstellungen beziehen sich lediglich auf meinen Aufenthalt in Spanien.

Da die Umgebung von Barcelona wohl von allen Gebieten der Pyrenäen-Halbinsel, welche jüngere Tertiärablagerungen in reicher Entfaltung aufweisen, am besten gekannt ist, wie das Vorhandensein einer trefflichen geologischen Spezialkarte¹ und einer reichen, gerade die jüngeren Tertiärgebilde und ihre Gliederung eingehend erörternden Literatur² bekundet, beschloß ich die Untersuchung der Neogenablagerungen des westlichen Mittelmeergebietes, mit welcher ich von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften betraut wurde, an dieser Stelle zu beginnen, zumal schon aus der bisherigen Literatur zur Genüge erhellt, daß die katalonischen Neogenablagerungen am besten die Vergleichung mit den ost-mittelländischen und österreichischen Vorkommnissen ermöglichen.

Ich hatte diesen Entschluß in keiner Weise zu bereuen. Von Seite des um die Untersuchung der geologischen Verhältnisse Kataloniens so hochverdienten Herrn Kanonikus Dr. Jaime Almera wurde ich in freundlichster und entgegenkommendster Weise aufgenommen und besichtigte vor allem unter seiner liebenswürdigen Führung die reichen Sammlungen, welche er im Seminario, an dem er als Professor wirkt, zustande gebracht hat. Neben ausgedehnten Suiten der älteren, paläozoischen und mesozoischen Ablagerungen Kataloniens finden sich im Museum des Seminario solche der eozänen, oligozänen, miozänen, pliozänen und pleistozänen Gebilde, welche durch ihren Reichtum, wie durch ihre gute Anordnung überraschen. Das Museo Martorell im Parque de la Ciudadela

¹ Mapa topográfico y geológico detallado de la Provincia de Barcellona, 1 : 40.000 (Geologia par el canónigo Dr. D. Jaime Almera, Topografia par D. Eduardo Brossa). Für meine Studien war besonders die 1897 herausgegebene „Región segunda“ von Belang.

² Aus dieser reichen Literatur sei hier die in den Memorias der Real Academia di Ciencia y Artes de Barcelona 1896 veröffentlichte Abhandlung Almeras „Reconocimiento de la presencia del primer piso mediterráneo en el Panadés“ hervorgehoben, da in den folgenden Ausführungen vielfach auf dieselbe Bezug genommen werden muß.

enthält wohl eine sehr ausgedehnte und schöne stratigraphische Sammlung auswärtiger Suiten, welche nur durch wenige, besonders schöne Vorkommnisse katalonischer Provenienz ergänzt wird; die letzteren sind zumeist Geschenke des Herrn Arturo Bofill, welcher neben Almera an der paläontologischen Untersuchung der Tertiärablagerungen der Umgebung von Barcelona in hervorragender Weise sich beteiligte. Das Museo Martorell und die Sammlungen Almeras im Seminario ergänzen sich daher gewissermaßen, und bei Besichtigung der letzteren unter freundlicher Erklärung Almeras konnte ich mich am besten über die Dinge orientieren, die ich dann im Terrain aufzusuchen hatte. Auch für die zweckentsprechende Ausführung meiner Exkursionen sorgte Almera in der liebenswürdigsten Weise, indem er mich teils selbst geleitete, teils durch seinen Assistenten, Herrn Laura, und seine Schüler führen ließ, endlich auch durch Mitgabe seines Dieners, welcher ihn gewöhnlich bei den eigenen geologischen Untersuchungen begleitete, die Fundorte gut kannte und mir daher beim Besuche derselben wie beim Aufsammeln von Versteinerungen ganz vorzügliche Dienste leistete.

Von meinen Exkursionen möchte ich zunächst diejenige anführen, welche ich in Gesellschaft Almeras in das Eozängebiet von Vich nördlich von Barcelona unternahm, um auch die marine Vertretung des katalonischen Eozän kennen zu lernen. Die dortigen Eozänablagerungen sind zwar sehr reich an Versteinerungen, doch läßt der Erhaltungszustand derselben manches zu wünschen. Bemerkenswert erscheint mir, daß ich im marinen Mitteleozän der Lokalität Cánovas bei San Julian de Vilatorra eine ziemliche Anzahl von Wirbeltierresten fand. Auf den mit großen Exemplaren der *Neritina* (*Velates*) *Schmideliana* bedeckten Schichtflächen lagen zerstreut große Rippen, welche durch ihre Krümmung, ihren ovalen Querschnitt und ihre dichte Struktur die Zugehörigkeit zu Seesäugetieren vom Typus des *Halitherium* bekundeten. Ich begnügte mich, die lose herumliegenden Stücke aufzusammeln, und ließ drei der größten Rippen unangetastet, da ihre Gewinnung in unversehrtem Zustande nur durch Anwendung von größeren Brecheisen möglich gewesen wäre. Die

größte dieser Rippen erreichte, in der Sehne des Bogens gemessen, eine Länge von 33 *cm*.

Ich machte ferner einen Ausflug auf den Montserrat, welcher mich über die gewaltige Mächtigkeit der oligozänen Konglomerate orientierte, die ungeheure Steilwände bilden und auf den Zinnen des Berges in isolierten Felstürmen emporragen, den bis 100 *m* hohen Peñascos, die mit mannigfachen Namen bezeichnet werden (Caball berrat, Rocas de San Antonio, Dedos oder Procession de Monjes u. s. w.).

Das Kloster Montserrat, der sagenhafte *Montsalvatsch*, von dem der Gralsritter Lohengrin singt, daß seine Burg den Schritten gewöhnlicher Sterblicher unnahbar sei, ist heute sehr bequem zugänglich und eine Zahnradbahn führt in kühner Anlage unter den Steilwänden und Felstürmen zu den ausgedehnten Gebäuden des 887 *m* über dem Meere gelegenen Klosters empor. Schon von der Bahn und der unmittelbaren Umgebung des Klosters aus genießt man eine wunderbare Fernsicht. Auf die nicht ganz mühelose und längere Zeit beanspruchende Besteigung der höchsten Zinne des Montserrat des Turó de San Jerónimo (1241 *m*) leistete ich Verzicht und begnügte mich mit der weiten Rundschau von dem südöstlich vom Kloster gelegenen Mirador. Von hier sieht man fast senkrecht zu dem 650 *m* tiefer fließenden Llobregat hinab und überblickt auch am besten die weitläufige Anlage des Klosters, seine eigenartige Umgebung, die steilaufragenden Felswände und die Peñascos.

Eine weitere Exkursion führte mich nach Papiol und gab mir Gelegenheit, bei Castell Bisbal die diskordant auf älteren Binnenablagerungen ruhenden pliozänen Süßwasserschichten mit zahlreichen kleinen Dreissensien, Cardien, Melanopsis, Melania und Neritina kennen zu lernen, welche keineswegs als Vertretung der pontischen Stufe, sondern als Äquivalent der jüngeren, pliozänen Süßwasserablagerungen des südlichen Frankreichs, von Theziers u. s. w. zu betrachten sind, während die pontische Stufe in Katalonien sowie in der Gegend von Cucuron durch terrestre Bildungen mit Helix, Cyclostoma und Hipparion gracile vertreten ist. Bei Papiol selbst fand ich Gelegenheit zu Aufsammlungen in

den ungemein versteinerungsreichen marinen Pliozänablagerungen, welche durch die Schilderungen Almeras¹ und Depérets² hinlänglich bekannt sind. Die Fauna dieser pliozänen Meeresbildungen stimmt sehr genau mit jener der südfranzösischen, gleichzeitigen Ablagerungen des Rhônetales überein.

Die wichtigste der von Barcelona aus unternommenen Exkursionen war für mich jedenfalls jene nach Panadés, welche mehrere Tage in Anspruch nahm und jenes durch Almeras Untersuchungen klassisch gewordene Gebiet zum Gegenstande hatte, in welchem derselbe in unzweifelhafter Weise die Übereinanderfolge der beiden miozänen Mediterranstufen nachgewiesen hat. Die Gegner der Unterscheidung der beiden miozänen Mediterranstufen sind bei uns in Österreich schon sehr zusammengeschmolzen, und, wie es scheint, hält dermalen nur mehr F. Toulou in seinem Lehrbuch der Geologie an der seinerzeit durch A. Bittner und E. Tietze mit so großem Eifer und so scharfsinnigen Deutungen vertretenen Ansicht fest, daß die Unterschiede der beiden Stufen nicht sowohl auf Altersverschiedenheit, als auf mannigfache Faciesverhältnisse zurückzuführen seien. Sollte es noch weiterer Auseinandersetzungen über diese, wie mir scheint, endgiltig zu Gunsten der Sueß'schen Gliederung entschiedenen Frage bedürfen, so wäre mit Nachdruck darauf hinzuweisen, daß die von Almera auf das sorgfältigste studierten Profile des Gebietes von Panadés die Überlagerung des Burdigalien durch das Vindobonien mit derselben Sicherheit erkennen lassen, wie das so oft als Beweis hiefür angeführte Profil von St. Paul-Trois-Châteaux im Rhônetal. Sie liefern eine vollgiltige Be-

¹ Descripción de los terrenos pliocénicos del bajo Llobregat y contornos de Barcelona, p. 33.

² Im „Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España“, T. XXVII. Madrid 1903, findet sich ein ausführlicher Bericht über die Excursiones de la sociedad geológica de Francia 1894 (Wiedergabe der im Bulletin der Société géologique de France über diese Exkursion veröffentlichten Darstellung), in welchem unter anderem auch der Ausflug nach Castell bisbal und Papiol eingehend geschildert wird; p. 306 u. ff. findet sich eine zusammenfassende Darstellung „Los terrenos néogenos de Barcelona“ von Ch. Depéret.

stätigung der Ausführungen Depérets über die Gliederung der europäischen Miozänablagerungen,¹ welche Almera mit Recht zur Basis seiner Vergleichung der katalonischen Neogenbildungen mit den auswärtigen Vorkommnissen — vor allem des Wiener Beckens — gemacht hat.

Ich habe in der Gegend von Panadés zunächst das Profil von San Pau de Ordal begangen, welches Almera so eingehend geschildert hat.² Ich freue mich, feststellen zu können, daß ich die tatsächlich zu beobachtenden Verhältnisse dieses wichtigen Profiles, ebenso wie jene des später besuchten Durchschnittes des Torrente Monjos³ vollkommen übereinstimmend mit den Darstellungen Almeras fand. Ich vermag nur in einer Hinsicht mit den von ihm seinerzeit gegebenen Deutungen nicht übereinzustimmen, nämlich hinsichtlich der im obersten Teile des Profiles von San Pau de Ordal bei Casa Vendrell auftretenden Schichten, in welchen Almera ein Äquivalent unserer sarmatischen Stufe mit bezeichnenden Conchylien derselben erkennen wollte.⁴ Ich habe mich weder bei Besichtigung der Sammlungen des Seminario, noch später an der kritischen Stelle im Terrain davon überzeugen können, daß hier tatsächlich sarmatische Schichten vorhanden sind. Die als *Macra podolica* und *Ervilia podolica* angeführten Reste sind zweifelhafter Natur; es handelt sich um kleine, sehr unvollkommen, in einem schiefrigen Tegel erhaltene Zweischaler, an welchen außer dem allgemeinen Umriß des Gehäuses kaum etwas zu sehen ist. Zumal die Details des Schloßbaues entziehen sich der Untersuchung. Ich getraue mich unter

¹ Charles Depéret, La classification et le parallélisme du système miocène de l'Europe. Bulletin de la Société géologique de France, 3^e Ser., T. XXI.

² Vergl. „Corte de San Sadurn de Noya á San Pau de Ordal“ bei Almera, a. o. c. O., p. 26 bis 37.

³ Vergl. „Corte de la Vall á Sarmoná de San Martí Sarroca“ a. a. O., p. 19 bis 23.

⁴ Almera, a. a. O., p. 42. Desgl. Ch. Depéret, „Los terrenos neógenos de Barcelona“ im Boletín de la comision del Mapa geológico de España, T. XXVII, Madrid 1903, und die auf die „sarmatischen Ablagerungen“ Bezug nehmende Stelle in dem Berichte „Los excursiones de la sociedad geológica de Francia“, a. a. O., p. 220 und 221.

diesen Umständen nicht, die fraglichen Reste auf bestimmte Arten, zumal nicht auf die genannten, für die sarmatische Stufe bezeichnenden Formen zurückzuführen, von welchen sie mir im Gegenteil verschieden zu sein scheinen. Ich befinde mich in dieser Hinsicht in Übereinstimmung mit Herrn Arturo Bofill, welcher, wie er mir mündlich mitteilte, sich auch nicht von der Zugehörigkeit der fraglichen Reste zu den sarmatischen Arten überzeugen konnte. Auf das Auftreten von Cerithien, wie sie in einiger Entfernung von der Casa Vendrell, in der Vigna del Guilera in Menge vorkommen, kann kein besonderes Gewicht gelegt werden. Die vielgestaltigen Potamides aus der Gruppe des *Cerithium pictum* Bast. gehen von Aquitanien bis in die sarmatische Stufe hinauf. Diese negativen, doch nur einen Zweifel an der sarmatischen Natur der fraglichen Schichten begründenden Tatsachen werden aber auch durch positive Umstände ergänzt, welche mit Bestimmtheit dartun, daß bei Casa Vendrell lediglich Schichten der zweiten Mediterranstufe vorliegen. Ich beobachtete in Übereinstimmung mit den diesbezüglich schon von Almera und Depéret gemachten Angaben das Vorkommen zahlreicher echt mariner Versteinerungen in den fraglichen Schichten. Almera selbst äußerte sich über den Gegenstand mir gegenüber dahin, er sei selbst nicht mehr der Ansicht, daß die fraglichen Schichten, wie er früher meinte, der sarmatischen Stufe des Wiener Beckens entsprächen, es handle sich wohl nur um brackische Einlagerungen in den oberen Schichten des Tortonien. Es schien mir jedoch notwendig, dieses Fehlen echt sarmatischer Schichten bei San Pau de Ordal zu betonen, da dieses Vorkommens häufiger in der Literatur gedacht wird, als desjenigen, welches im Gebiete des westlichen Mittelmeeres mit größerer Sicherheit das Auftreten sarmatischer Schichten festzustellen gestattet, als dies auf den Balearen und in Andalusien der Fall sei. Es mag diesbezüglich an die Bemerkungen A. de Lapparents über das Vorkommen der sarmatischen Stufe in Spanien erinnert werden. Er sagt:¹ „Peut-être faut-il rapporter au sarmatien près de Barcelone un dépôt marno-

¹ A. de Lapparent, *Traité de géologie*, 2^e Edit., t. III (1900), p. 1545.

arénacé à *Cerithium pictum* et *Mactra podolica*, qui d'ailleurs est plus franchement marin que le sarmatien oriental“. — „Le sarmatien est représenté en Andalousie par de cailloutis, avec lits de calcaire à *Cerithium vulgatum* et *C. mitrale*“. — „Des couches à petites cérithes, peut-être sarmatiennes recouvrent aux Baléares les marnes à *Ostrea crassissima*“. — Auf die Frage nach dem Vorkommen sarmatischer Schichten auf den Balearen und in Andalusien werde ich später zurückzukommen haben.

Hinsichtlich der Neogenablagerungen von Panadés habe ich den ungemeinen Reichtum an Versteinerungen hervorzuheben, den sie darbieten und von dem ich mich bei meinen Exkursionen überzeugen konnte. Das Burdigalien der Gegend von Monjós enthält in Menge *Pecten praescabriusculus* Font. und zahlreiche andere Pectines — vor allem die ausgezeichnete Varietät *catalaunica* des *P. praescabriusculus* — welche J. Almera und A. Bofill geschildert haben.¹ Einen ungemeinen Reichtum an mannigfachen Versteinerungen bieten sodann die Schichten mit *Schizaster Scillae* (Desm.) Desor derselben Gegend dar. Die an der oberen Grenze des Burdigalien liegenden Sandsteine mit der großen *Scutella lusitanica* Loriol bergen zumal in der tief eingerissenen steilwandigen Schlucht des Torrente Lavernó bei San Sadurní de Noya eine große Menge von Austern und Anomien neben den tellergroßen Scutellen, welche so häufig vorkommen, daß man geradezu von einem Scutellensandstein sprechen kann. Hervorzuheben ist auch die innige Verknüpfung und der allmähliche petrographische und paläontologische Übergang in die nun folgende, hauptsächlich durch mergelige Gesteine vertretene Stufe des Vindobonien. Das bezeichnendste Fossil ist hier *Pereiraia Gervaisi* Vez. und die begleitende Fauna ist im wesentlichen dieselbe, wie in den *Pereiraia*-Schichten Unterkrains, welche Vinzenz Hilber geschildert hat. Der Reichtum an mannigfachen Versteinerungen, zumal an Pleurotomen ist jedoch bei San Pau de Ordal ein ungleich größerer

¹ Jaime Almera y Arturo Bofill, Monografía de las especies del Género *Pecten* del Burdigalense superior etc. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona 1896.

wie ein Vergleich der von Almera veröffentlichten Liste¹ mit der von Hilber gegebenen Aufzählung zeigt. Sehr viele und gerade die häufigsten Arten sind beiden Ablagerungen gemeinsam. Für die Pereiraia-Schichten Cataloniens sind auch zwei recht häufig vorkommende große Conchylien bezeichnend: *Lucina miocenica* Michetti var. *Catalaunica* und *Rostellaria Dordariensis* Almera et Bofill. Leider haben die blauen Mergel der katalonischen Pereiraia-Schichten ziemliche Härte und Schieferstruktur, während die eingeschlossenen Conchylien häufig mehr oder minder zerdrückt und zerbrochen sind, sodaß die Aufsammlung vollständiger Exemplare der großen, bezeichnenden Formen der Gattungen Pereiraia, Rostellaria und Lucina schwer möglich ist.

Almera gliedert die Pereiraia-Schichten von Panadés in drei Unterabteilungen, welche allerdings durch den Wechsel des Gesteincharakters und manche paläontologische Verhältnisse Unterschiede aufweisen. Die unterste und oberste Abteilung sind vorherrschend durch Mergel vertreten, die mittlere ist mehr kalkig und sandig, sie enthält mehrfache Einschaltungen von Lithothamnienbänken, welche unserem Leithakalk in hohem Grade ähneln. Die dritte Abteilung ist nach den von Almera mitgeteilten Listen weitaus die reichste an mannigfachen Versteinerungen; ich hatte auch auf dem Grunde des Tales von San Pau de Ordal in den betreffenden Aufschlüssen Gelegenheit, mich durch den Augenschein von diesem Reichtum zu überzeugen. Almera weist die untere Abteilung dem Helvetien S. stricto, die obere hingegen dem Tortonien zu; hierüber, wie über die von ihm mit den österreichischen Gliedern der zweiten Mediterranstufe gezogenen Parallelen wäre manches zu sagen, doch kann ein Eingehen auf diese Einzelheiten ohne Wiedergabe des Almera'schen Profiles von San Pau de Ordal und ohne Diskussion der Fossillisten nicht wohl erfolgen.

Dem isoliert aus der Ebene des Llobregat bis zu einer Seehöhe von 230 m aufsteigenden, Barcelona beherrschenden und von einem Fort gekrönten Montjuich wurde besondere

¹ Almera, l. c. p. 32 bis 35.

Aufmerksamkeit zugewendet, da seine Flanken durch große Steinbrüche aufgeschlossen sind, welche den größten Teil des Steinmaterials für die Bauten Barcelonas geliefert haben. Das Gestein ist ein harter, quarziger, stellenweise in ein grobes Konglomerat übergehender Sandstein. Beim Betrachten einzelner Handstücke würde man sicher geneigt sein, diesen festen, buntgefärbten, meist aber braunroten Sandstein einer viel älteren Formation zuzuweisen; in der Tat gehören die Ablagerungen aber der zweiten Mediterranstufe an. In den Steinbrüchen in der Nähe des Cementerio del Oeste, zu welchen mich Herr Assistent Laura geleitete, hatte ich Gelegenheit, mich von dem Vorkommen zahlreicher Versteinerungen zu überzeugen, welche zum größten Teile mit jenen der Pereira-Schichten von Panadés übereinstimmen. Am häufigsten ist unter ihnen wohl *Turritella rotifera* Lamk, ferner kommen Austern (zumal *Ostrea crassissima*) und Pectines, ferner zahlreiche andere Muscheln und Schnecken (diese jedoch meist nur in Hohldrücken und Steinkernen), endlich auch Balanen in Menge vor. Manche der bezeichnendsten Formen der reichen Fauna des Montjuich wie *Cardita Jouanneti* var. *leviplana* und den in besonders großen Exemplaren sich findenden *Pectunculus pilosus* u. a. m. konnte ich allerdings nur in der Sammlung des Seminario in zahlreichen schönen Stücken betrachten.

An einem schönen Sonntagnachmittag — es war der 28. Mai — nahm ich an einer Exkursion teil, welche Dr. Jaime Almera mit seinen Hörern und Freunden nach Moncada nördlich von Barcelona ausführte. Wir besuchten dabei zuerst die aus cambrischen und silurischen Schichten bestehende Höhe, welche die Burgruine Moncada trägt, und hatten dabei Gelegenheit, mehrere Niveaus von Graptolithenschiefern zu sehen. Dann wandten wir uns den letzten Aufschlüssen der marinen Ablagerungen des Vindobonien zu, welche die Umgebung von Barcelona in nordöstlicher Richtung darbietet. Sie liegen in kleinen Einschnitten der Bahn nächst der Station Moncada-Ripollet. In einem hellen, an die zerreiblichen Gesteine des heimischen Leithakalkniveaus erinnernden kalkig-sandigen Mergel fanden sich hier Steinkerne und Abdrücke

verschiedener *Turritella*-Arten, dann solche von *Venus*, *Cytherea*, *Cardium*, *Cerithium* u.s.w. Nächst dem Bahnhofe Moncada-Ripollet treten in diesem Niveau auch Einschaltungen von Mergeln mit Pflanzenresten auf.

Es mag von Interesse sein, festzustellen, daß an diesem Ausfluge 46 Personen teilnahmen, teils gegenwärtige, teils frühere Eleven des Seminario, dann mehrere ältere Freunde der Geologie. Almera hat in diesem Jahre, wie er mir mitteilte, einen Kursus über Geologie gehalten, an welchem an hundert Hörer teilnahmen. So darf wohl der zuversichtlichen Hoffnung Ausdruck gegeben werden, daß die ausgezeichnete geologische Schule Barcelonas nicht aussterben wird; die Universität Barcelona aber ist allerdings an diesen erfreulichen Verhältnissen gänzlich unbeteiligt, denn sie besitzt heute noch eine einzige Lehrkanzel für das Gesamtgebiet der Naturgeschichte, ein Zustand, der lebhaft an denjenigen der vormärzlichen Hochschulen Österreichs erinnert.

Als ich am 7. Juni mit dem Dampfer „Bellver“ die Überfahrt von Barcelona nach Palma machte, führte mich ein glücklicher Zufall in derselben Kajüte mit Herrn Geheimen Regierungsrat Dr. Adalbert Bezzenberger, Professor der Universität Königsberg, zusammen, welcher die Balearen besuchte, um die prähistorischen Steindenkmäler derselben näher kennen zu lernen, insbesondere die turmartigen zyklischen Bauten, die Talayots der Balearen mit den Nurhagen Sardiniens, die er kurz vorher an Ort und Stelle untersucht hatte, zu vergleichen. Da die von Prof. Bezzenberger in Aussicht genommenen Exkursionen auf Mallorca sich der Hauptsache nach auf mein engeres Arbeitsgebiet erstreckten — die auf Mallorca nur zum geringeren Teile erhaltenen megalithischen Bauten liegen fast ausschließlich in dem niedrigeren, flachen Teil der Insel, welcher von Tertiärablagerungen gebildet wird — so beschloß ich, von der sich darbietenden Gelegenheit Gebrauch zu machen und der freundlichen Aufforderung Prof. Bezzenbergers folgend, zur vorläufigen Orientierung etliche Touren gemeinsam auszuführen, was für mich in vieler Hinsicht von großem Vorteil war. Wir führten so vom 8. bis

14. Juni eine Anzahl gemeinsamer Exkursionen nach Felanitx Lluchmayor, Manacor, beziehungsweise den in der Nähe oder in der weiteren Umgebung der genannten Orte gelegenen megalithischen Denkmälern von San Herued, S'Aguila bei Capcorpvell und Canova dell Morell aus, fuhren auch nach Puebla und Pollenza, dem einstigen römischen Pol-lentia, an welchem Orte wir die zahlreiche prähistorische und römische Fundgegenstände vereinigende Sammlung des Pfarrers Miguel Costa Llobera besichtigten, die uns von ihrem Besitzer in freundlichster Weise gezeigt wurde. Am 15. Juni schifften wir uns auf dem Dampfer „Isla de Menorca“ nach Mahón ein, besuchten zunächst in der Umgebung von Mahón zahlreiche prähistorische megalithische Bauten bei Trepuco, Carnia, Turo und Delati de Dalt, ferner die künstlichen, als Begräbnisstätten verwendeten Höhlen von Calas Covas und durchquerten dann auf der prächtigen Straße nach Ciudadela die Insel Menorca in ihrer ganzen Ausdehnung, um auch in der Umgebung von Ciudadela megalithische Denkmäler, zumal das die Gestalt eines umgestürzten Schiffes nachahmende „Nau“ de Tudons kennen zu lernen.

Am 18. Juni mußte ich mich zu meinem lebhaften Bedauern von Herrn Prof. Bezzenberger, in dem ich einen ebenso kenntnisreichen wie liebenswürdigen Reisegefährten zu finden so glücklich war, verabschieden, da er sich in Ciudadela nach Barcelona einschiffte. Ich hatte bei unseren gemeinsamen Exkursionen, abgesehen davon, daß sie mir ein gutes Bild von den beiden großen Balearen: Mallorca und Menorca in ihren wesentlichsten Verhältnissen gewährten (die kleineren Inseln Ibiza und Formentara zu besuchen war von vornherein nicht meine Absicht), auch die prähistorischen Denkmäler, an welchen die Balearen so reich sind, unter trefflicher sachkundiger Führung kennen gelernt. Es würde jedenfalls dem Zwecke dieses Reiseberichtes nicht entsprechen, wollte ich hier ausführlicher über diese höchst interessanten, durch E. Cartailhac zuerst dem Urteil der wissenschaftlichen Welt zugänglich gemachten Dinge, die Steinkreise, die Talayots, die Naus oder Navetas und die künstlichen Höhlen berichten, ich kann auch um so eher davon absehen, als Herr Prof. Bezzen-

berger die Ergebnisse seiner genauen, mit zahlreichen Messungen und photographischen Aufnahmen verbundenen Untersuchungen darzulegen beabsichtigt, wodurch er gewiß eine um so schätzenswertere Ergänzung der 1892 durch Cartailhac veröffentlichten Monographie¹ bieten wird, als er, wie bereits bemerkt, die sardinischen Nurhagen, welche zumeist mit den balearischen Talayots in unmittelbare Beziehung gebracht werden, gleichfalls an Ort und Stelle untersucht hat.

Nach Bezzenbergers Abreise beschäftigte ich mich etwas eingehender mit den versteinerungsreichen Tertiärablagerungen der unmittelbaren Umgebung von Ciudadela und kehrte dann nach Mahón zurück, um auch die eigenartigen Verhältnisse des dortigen großen Hafens näher kennen zu lernen. Kurz vor meiner Abreise besichtigte ich in Mahón, von Herrn Juan Pons y Soler auf das freundlichste aufgenommen, dessen ungemein reichhaltige Sammlungen balearischer Antiquitäten, welche neben neueren, mittelalterlichen und römischen auch zahlreiche phönizische und prähistorische Objekte enthalten. Mehrere der letzteren waren bereits Cartailhac bekannt und wurden von ihm zur Abbildung gebracht. Aber auch mit H. Hermite², dem Erforscher der geologischen Verhältnisse der Balearen, war Herr Pons y Soler befreundet und er sprach sein lebhaftes Bedauern darüber aus, daß das reiche Material, welches Hermite zu einem zweiten Bande über die Geologie der Balearen gesammelt hatte (der erste erschien 1879), durch den vorzeitigen Tod seines Freundes verloren gegangen sei. Herr Pons y Soler machte mir unter anderem auch die Mitteilung, daß auf Menorca jungtertiäre Süßwasserbildungen mit *Pisidium* aufgefunden worden seien. Hermite habe bereits Kenntnis davon erhalten, doch dürfte das von ihm gesammelte Material leider nicht aufbewahrt worden sein. Zu meinem Bedauern war ich nicht mehr imstande, diese Süßwasserbildungen Menorcas aufzusuchen, da die Dampferverbindung mit Palma eine ziemlich beschränkte

¹ Emile Cartailhac, *Monuments primitifs des îles Baléares* Toulouse 1892.

² Henri Hermite, *Études géologiques sur les îles Baléares*. Paris 1879. (Übersetzt im *Boletín del Mapa geológico de España*. XV. 1888.)

ist (nur einmal die Woche verkehrt der Dampfer „Isla de Menorca“ zwischen Mahón und Palma). So kehrte ich am 20. Juni nach Palma zurück, um auf Mallorca eine Anzahl der von Hermite namhaft gemachten Fundstellen von Tertiärversteinerungen zu besuchen und mich vor allem eingehend mit der unmittelbaren Umgebung von Palma und dem von Hermite geschilderten Profil von Bellver zu beschäftigen. Einige Ausflüge hatten die Tertiärgebilde des östlichen Teiles von Mallorca, die Umgebung von Muro und Llubí zum Ziele, die landschaftlich schönsten Teile der Insel, namentlich den alpinen Nordwesten derselben, welcher in der Silla de Torrellas 1570 *m* Seehöhe erreicht, lernte ich nur flüchtig kennen, da mich meine engere Aufgabe im flachen Tertiärgebiete Mallorcas festhielt. Doch unternahm ich schon des eigenartigen Tertiärvorkommens von Deyá wegen einen Ausflug über Valldemosa nach Miramar, der herrlichen Besitzung Seiner kaiserlichen Hoheit des Herrn Erzherzogs Ludwig Salvator, von der ich über Sóller nach Palma zurückkehrte. Der Wunsch, die jungtertiären Süßwasserbildungen von Son Crespí kennen zu lernen, führte mich dann noch einmal nach Manacor und von dort zu dessen Hafenort Puerto Christo, bei welcher Gelegenheit ich auch die Cueva de Drach besuchen konnte, welche an Mannigfaltigkeit und Schönheit der Tropfsteingebilde der Adelsberger Grotte gleichkommt, sie aber durch den eigenartigen Reiz der unterirdischen kristallklaren Seen übertrifft.

Nachstehend möchte ich nur die wesentlichsten Ergebnisse meiner Begehungen skizzieren, weiteres wird sich vielleicht nach genauerer Bestimmung des reichlich aufgesammelten Materiales an Versteinerungen ergeben. Vor allem habe ich zu bemerken, daß ich Hermites Beobachtungen und Angaben der Hauptsache nach allenthalben bestätigt fand und mich verpflichtet fühle, die große Arbeit, welche er durch seine geologische Erforschung der Balearen geleistet hat, als eine grundlegende und vortreffliche anzuerkennen. Die abweichende Deutung einzelner tertiärer Straten, welche dieses Urteil keineswegs beirren darf, soll in den nachstehenden Ausführungen motiviert werden.

Hermite unterschied, abgesehen von älteren tertiären Ablagerungen (dem auf Mallorca kohlenführend entwickelten Eozän), im Tertiär der Balearen drei miozäne Glieder:

1. Clypeasterkalk oder unteres Miozän.
2. Schichten der *Ostrea crassissima* oder Mittelmiozän.
3. Oberes Miozän, durch das Fehlen der *Ostrea crassissima* und das Auftreten kleiner Cerithien ausgezeichnet. Hermite war geneigt, diese Schichten für ein Äquivalent der sarmatischen Stufe anzusprechen.

Die beiden Stufen 2 und 3 sollen nach Hermite nur in sehr beschränkter Ausdehnung auf Mallorca auftreten, hingegen auf Menorca gänzlich fehlen, wo die Tertiärformation lediglich durch die Etage der Clypeasterkalke vertreten sei.

Eine vielleicht den Kongerienschichten entsprechende, räumlich äußerst beschränkte Süßwasserablagerung tritt bei Son Crespi auf, und ausdrücklich hebt Hermite hervor, daß er nirgends auf den Balearen marine Pliozänablagerungen angetroffen habe. Hingegen rechnet er dem Pliozän Süßwasserbildungen zu, kieselige Kalke, welche im Osten von Palma auf dem Wege gegen Lluchmajor auftreten, dort aber nur schwer aus dem harten Gestein Versteinerungen gewinnen lassen, während dies aus weicherem, mergeligem Kalk bei den Steinbrüchen von Coll d'en Rebasa möglich sei.

Quartär sind nach Hermite auf Mallorca in großer Ausdehnung vorkommende grobe Konglomerate und Schotter, sowie feinere Sande und Sandsteine, von welch letzteren der Marés genannte als Hauptbaustein für Palma hervorgehoben zu werden verdient. Er wird in großen Steinbrüchen bei Coll d'en Rebasa gewonnen und enthält dort Landconchylien.

Im Osten von Palma, an der Meeresküste, lagert dieser Sandstein auf quartären Meeresbildungen mit *Strombus mediterraneus* Duclos.

Da Hermite bei den einzelnen Kapiteln eine eingehende Erörterung der älteren Literatur bietet, kann ich über diese hier füglich hinweggehen und mich lediglich auf die Bemerkung beschränken, daß die (auch von einer geologischen Karte begleitete) Schilderung der geologischen Verhältnisse Mallorcas in dem großen Balearenwerke des Erzherzogs Ludwig Salvator

sich auf eine ältere von P. Bouvy herrührende Darstellung¹ gründet. Diese Bouvy'sche Darstellung ist aber nicht bloß in dem älteren, vielbändigen großen Balearenwerke des Erzherzogs (der betreffende zweite Band erschien 1871), sondern auch in der späteren auszugsweisen Wiedergabe, in dem 1897 veröffentlichten zweibändigen, auf einen größeren Leserkreis berechneten Werke des Erzherzogs ausschließlich berücksichtigt worden.² Hermite's Forschungen sind leider dem Erzherzog, dessen Balearenwerke sich sonst durch ebenso große Vielseitigkeit wie Gründlichkeit auszeichnen, unbekannt geblieben. Ich muß das hervorheben, weil Bouvy und, ihm folgend, der Erzherzog den größten Teil der tertiären Ebene Mallorcas dem marinen Pliozän zuschreiben, während das Miozän nur inselartig in der Umgebung von Muro auftreten sollte. Nun ist es aber gerade einer der hervorstechendsten Züge in der geologischen Geschichte der Balearen, daß ihnen, wie schon Hermite hervorhob, marines Pliozän gänzlich fehlt, eine Tatsache, welche ich, soweit es eben meine nur auf einen Teil des Gebietes sich erstreckenden Begehungen erlauben, bestätigen muß. Die Balearen teilen diese Eigentümlichkeit mit dem andalusischen Tertiärgebiet zwischen der iberischen Meseta und der betischen Cordillera, in welchem auch marine Pliozängebilde gänzlich fehlen, während sie südlich von der Cordillera bei Malaga wohl entwickelt sind, ebenso wie ein den Balearen benachbartes Tertiärgebiet, jenes von Barcelona, marines Pliozän aufweist.

Was die Miozänablagerungen Mallorcas anlangt, so läge es gewiß nahe, dieselben, beziehungsweise die drei von Hermite unterschiedenen, oben namhaft gemachten Hauptglieder der Reihe nach mit der ersten und zweiten Mediterranstufe, sowie mit der sarmatischen Stufe zu parallelisieren. Wenn man jedoch die Lagerungsverhältnisse wie die bezeichnenden Versteinerungen genauer prüft, erkennt man bald, daß ein guter Teil des „Clypeasterkalkes“ der zweiten Mediterranstufe zugerechnet werden muß, wie Arturo Bofill schon 1899

¹ Pablo Bouvy, *Ensayo de una descripción geológica de la isla de Mallorca*. Palma 1867.

² „Die Balearen in Wort und Bild“. 2 Bde. Leipzig 1897.

gerade hinsichtlich des versteinierungsreichsten Fundortes Muro behauptete. Auf Menorca soll nach Hermite die Tertiärformation lediglich durch den Clypeasterkalk vertreten sein. Er sagt (p. 246 seines Werkes) von Menorca: „Ici le terrain tertiaire ne présente pas le mêmes difficultés qu'à Majorque. L'éocène fait complètement défaut et les terrains tertiaires ne sont représentés que par les calcaires à clypeastres.“ Ich habe Menorca nur flüchtig durchstreift und nur die nähere Umgebung der beiden Hafenstädte Mahón und Ciudadela etwas genauer besichtigt. An diesen beiden Stellen liegt zweifellos erste Mediterranstufe oder Burdigalien vor. Bei Mahón sind es hauptsächlich grobe Strandbildungen, Schotter und daraus entstandene Konglomerate mit untergeordneten feineren Sand- und Sandsteinschichten, in denen gelegentlich ein oder das andere Fragment eines Conchyls, zumeist Pecten-scherben, vorkommen. Die Ablagerungen von Ciudadela zeigen eine günstigere Fazies. Es sind versteinungsreiche kalkige Bildungen, oft reine Foraminiferen und Lithothamnienkalke, welche in Menge wohlerhaltene Versteinungen bergen, wie schon die von Hermite veröffentlichten Listen zeigen. Auch ich konnte in der unmittelbaren Umgebung von Ciudadela eine größere Menge von Versteinungen, zumal Pectines, sowie einige Clypeaster sammeln. Für die Altersbestimmung ist insbesondere das Vorkommen von *Pecten praescabriusculus* Font. von Wichtigkeit. Aber abgesehen von den bereits erwähnten jungtertiären Süßwasserbildungen, die ich leider nicht aufsuchen konnte, treten auf Menorca gewiß auch jüngere miozäne Bildungen auf, oder vielmehr es gehört auch auf Menorca ein Teil des Clypeasterkalkes der zweiten Mediterranstufe oder dem Vindobonien an.

In der Nähe von Calas Covas, auf dem Wege von San Domingo zu der Bucht, deren Steilwände die künstlichen Grotten bergen, sammelte ich *Pecten latissimus*, und zwar, wie ich hervorheben will, jene Form, die unter diesem Namen bei uns aus dem echten Leithakalk in den Sammlungen liegt und von dem pliozänen *Pecten latissimus* Brocc. wie von einer im Burdigalien auftretenden, nahe verwandten Form bestimmt verschieden ist. Es dürfte sehr eingehende Unter-

suchungen erheischen, wollte man auf der Karte Menorcas den Anteil der beiden Mediterranstufen genau ausscheiden. Das südliche Flachland dieser Insel stellt eine wenig wellige plateauartige steinige Hochfläche dar, die ihre heutige Gestalt offenbar der weitgehenden Abtragung durch eine lange dauernde Erosion dankt, wie Gleiches auch von ausgedehnten Tertiärgebieten Mallorcas gilt. Nun sind allerdings auf Mallorca die tertiären Ablagerungen in ziemlich hohem Grade gestört, aufgerichtet und gefaltet, was auf Menorca in viel geringerem Maße der Fall zu sein scheint. Hier herrscht flache Lagerung vor, dafür scheinen an einzelnen Stellen Verwerfungen eine größere Rolle zu spielen. Auf der flachen Plateauoberfläche sind diese Störungen schon deshalb schwer zu verfolgen, weil die karstartige Oberfläche des Kalkes vielfach mit losen Blöcken und terra rossaähnlichem rotgelben Lehm bedeckt ist, auch erschweren die zahllosen Steinmauern, welche die einzelnen Grundstücke umgeben, gerade die Untersuchung solcher Störungen sehr. Dort, wo die Calas genannten, steilwandigen Buchten in das Land eingreifen, erkennt man ihr Auftreten viel leichter und zumal ist dies bei Calas Covas der Fall, wo die prähistorischen Bewohner Menorcas zur Anlage ihrer künstlichen Begräbnishöhlen der weicheren, leicht angreifbaren Sandsteinschichten aufsuchten, während die härteren kalkreichen Bänke Boden und Dach der künstlich hergestellten Hohlräume bilden. Man sieht hier, wie benachbarte Höhlen in verschiedenen Niveaus liegen, weil eben die weicheren, mergeligen und sandigen Schichten, die oft bis 2 m Mächtigkeit erreichen, durch die Verwerfungen disloziert werden. Die Verwerfungsflächen bilden dabei häufig die seitlichen Abgrenzungen der Hohlräume. Ist auch die Sprunghöhe der einzelnen Verwerfungen keine sehr beträchtliche — in mehreren Fällen erreichte sie noch nicht einen Meter — so mögen doch schließlich durch Summierung vieler einzelner derartiger Dislokationen, welche in gleichem Sinne erfolgten, recht altersverschiedene Gebilde in ein und dasselbe Niveau gebracht worden sein, so wie dies auf Mallorca durch Aufrichtung und Faltung der tertiären Schichten geschehen ist. Es ist demnach nicht ausgeschlossen, daß ein relativ großer Teil der Tertiärablagerungen Menorcas

dem Vindobonien angehört, jedenfalls nimmt dieses an der Zusammensetzung des flacheren Teiles der Insel in noch näher zu bestimmendem Grade Anteil.

Neben der allgemeinen Abflachung des tertiären Landes weisen noch andere, besonders auffallende Erscheinungen auf die lange Erosionsperiode hin, welche am Schlusse der Tertiärzeit vorausgesetzt werden muß: die zahlreichen, mehr oder minder tief in das Land eingreifenden schmalen Buchten, welche den Charakter von Flußtälern haben, die heute von dem Meere okkupiert sind. Der kleine, nur für Barken zugängliche Hafen von Ciudadela trägt ebenso diesen Charakter, wie der für ganze Flotten der größten Kriegsschiffe Raum gewährende, über 7 *km* lange und bis 1·7 *km* breite Hafen von Mahón: es sind Teile von Flußtälern, welche ausgewaschen wurden zu einer Zeit, als der Spiegel des Meeres tiefer lag als heute und in welche später das Meer eindrang, als sein Spiegel wieder ein höheres Niveau behauptete. Ich werde unten bei Erörterung der betreffenden Verhältnisse Mallorcas darauf zurückzukommen haben, daß wir hier mit größter Wahrscheinlichkeit die Resultate einer jungtertiären Erosion zu sehen haben, welche damals ihre größte Entfaltung erreicht haben mag, als der Spiegel des Mittelmeeres seinen tiefsten Stand einnahm, d. h. zur Zeit, als im Osten die Ablagerungen der sarmatischen Stufe stattfanden.

In Beziehung auf Mallorca habe ich vor allem des schon oben erwähnten Umstandes zu gedenken, daß A. Bofill in den versteinerungsreichen Kalken von Muro die zweite Mediterranstufe erkennen will. Sowohl Hermite als Bofill¹ geben Listen von den im oberen Teile des in zahlreichen Steinbrüchen bei Muro ausgebeuteten Kalkes auftretenden mannigfachen Versteinerungen.

Ich habe bei meinem Besuch der Aufschlüsse bei Muro zahlreiche dieser Arten wieder beobachtet. Es scheint also schon aus diesem einen Beispiel hervorzugehen, daß die Schichten der zweiten Mediterranstufe auf Mallorca eine

¹ Arturo Bofill y Poch, Indicaciones sobre algunos fósiles de la Caliza basta blanca de Muro, isla de Mallorca (Boletín y Memorias de la real Academia de Ciencias y artes de Barcelona 1899).

ungleich größere Verbreitung haben, als man nach der Darstellung durch Hermite vermuten sollte, denn es gehören eben außer seinem Mittelmiozän mit *Ostrea crassissima* und seinem Obermiozän, in welchem er eine Vertretung der sarmatischen Stufe vermutete, auch ein Teil des Clypeaster-Kalkes zur zweiten Mediterranstufe. Die räumliche Trennung und Ausscheidung beider Mediterranstufen auf der Karte würde aber bei einer eventuellen Detailuntersuchung sehr große Schwierigkeiten bereiten, weil beide Serien konkordant gelagert sind, später starken Störungen durch Aufrichtung und Faltung unterlagen und endlich eine weitgehende Abtragung und Einebnung erlitten haben. Manche Teile Mallorcas machen vollkommen den Eindruck einer Ebene, doch zeigen die Steigungen der schmalspurigen Bahn, welche in mehreren Verzweigungen die Insel durchzieht, daß man es keineswegs mit vollkommen ebenem Terrain zu tun hat, und dann orientieren die Einschnitte, welche durch die flachen Terrainwellen bedingt werden, über die steile Schichtstellung und Faltung der tertiären Schichten, welche man ohne diese Aufschlüsse kaum vermuten würde.

Von besonderem Interesse war die Untersuchung des von Hermite genau geschilderten Durchschnittes von Bellver bei Palma, weil dieselbe entscheidend für die Stellung des Miocène supérieur Hermites sein mußte. Es handelt sich dabei insbesondere um die Frage, ob, wie Hermite meint, die Schichten mit den kleinen Cerithien: *Cerithium pictum*, *C. rubiginosum* etc., welche an der Mündung des Torrent Mal. Pas zwischen Corp Mari und El Terreno anstehen, der sarmatischen Stufe zugerechnet werden dürfen.

Es ist aber schon aus der Schilderung Hermites selbst zur Genüge klar, daß diese Schichten nur eine Einlagerung in den Schichten der zweiten Mediterranstufe darstellen, in welcher ja auch sonst vielfach Cerithien aus den Gruppen des *Cerithium pictum* und des *Cerithium rubiginosum* vorkommen. In den fraglichen Schichten selbst nennt Hermite mehrere bezeichnende marine Formen, wie *Arca turonica*, *Janira subbenedicta* und *Ostrea lemellosa*. Endlich werden die fraglichen Cerithiensichten von dem Schicht-

system des Bellverkalkes mit einer reichen, für die zweite Mediterranstufe bezeichnenden Fauna überlagert. Zu den schon von Hermite namhaft gemachten Formen kann ich auf Grund meiner Aufsammlungen noch ein weiteres sehr charakteristisches Fossil anführen, welches ich sowohl fast unmittelbar beim Castel Bellver (200 Schritte nördlich von diesem), wie in etwas größerer Entfernung, nahe dem Nordende des Parkes von Bellver in Menge traf: *Turritella rotifera* Lamk. an der zweiten Stelle noch mit *Turritella gradata* Menke vergesellschaftet. Beide fanden sich allerdings nur als Steinkerne und Hohldrücke im Kalkstein, aber so scharf ausgeprägt, daß an der Richtigkeit der Bestimmung nicht wohl gezweifelt werden kann. Nun ist *Turritella rotifera* Lamk. (= *Turritella carniolica* Stache) eine der verbreitetsten und bezeichnendsten Versteinerungen des Vindobonien und kann schon nach dem Vorkommen dieser Art, die bei Castel Bellver ebenso zahlreich auftritt, wie im Sandstein des Montjuich, an der Zugehörigkeit des Bellverkalkes zur zweiten Mediterranstufe nicht gezweifelt werden. Damit fällt auch die Möglichkeit, in den tieferen Schichten mit den kleinen Cerithien ein Äquivalent der sarmatischen Stufe zu erkennen.

So wie im Rhônetal ist zweifellos die sarmatische Stufe auch auf den Balearen durch eine Lücke in der Sedimentierung vertreten. Der damalige Tiefstand des Meeres bedingte eine weitgehende Erosionstätigkeit, die sich in der Abtragung des Reliefs der vorher gestörten und aufgerichteten Ablagerungen der ersten und zweiten Mediterranstufe, sowie in dem Einschneiden von Erosionsrinnen bis unter das heutige Meeresniveau ausspricht. Die Calas der Balearen liefern für die letztere Annahme sehr schöne Belege. Auf Mallorca bildet der kleine Hafenort von Manacor, Puerto Christo, ein Gegenstück zu den oben erörterten Verhältnissen der Häfen von Ciudadela und Mahón auf Menorca. Man sieht hier aber noch deutlicher, daß es sich um einen in die Kalkplatte eingeschnittenen, alten, serpentinisierenden Flußlauf handelt, in dessen letzte unter die Meeresfläche hinabreichenden Krümmungen das seither angestiegene Mittelmeer eingetreten ist. Die Eintiefung dieser Erosionstäler aber muß vor Schluß der Tertiärzeit erfolgt

sein, denn das Meer der Quartärzeit stand, wie die Beobachtungen an zahlreichen Küsten des Mittelmeeres lehren und auch an den Ufern Mallorcas zu ersehen ist, höher als das heutige Mittelmeer.

Zu den von Hermite gegebenen Ausführungen über jungtertiäre Binnenbildungen auf Mallorca vermag ich leider nichts hinzuzufügen. Eine Exkursion nach San Crespi (die beiden benachbarten Besitzungen diesen Namens liegen nahe der Straße, welche Manacor mit Puerto Christo verbindet) blieb insofern resultatlos, als ich dort wohl weiche, mergelige Kalke und Tone fand, in denen ich aber vergeblich nach den von Hermite angegebenen Resten von *Melanopsis* und *Cardium* suchte. Sonst beobachtete ich nur ungefähr halben Weges zwischen den Stationen Llubí und Empalme einen kieseligen Süßwasserkalk mit undeutlichen Versteinerungen, der möglicherweise dem durch Hermite von der Route Lluchmayor geschilderten gleichzustellen wäre. Auch hier handelt es sich nur um ein räumlich beschränktes, unvollkommen aufgeschlossenes Vorkommen.

Es mag dafür gestattet sein, ein paar Worte über die quartären Bildungen Mallorcas einzufügen. Hermite führt an, daß östlich von Palma, am Meeresstrand, und zwar teilweise unter dem Spiegel des Meeres, teils in geringer Höhe über demselben grobe Konglomerate anstehen, welche eine reiche marine Quartärfauna enthalten, Er gibt (p. 281 und 282 seines Werkes) eine ausführliche Liste, welche, mit Ausschluß des erloschenen *Strombus mediterraneus* Duclos, lauter noch heute im Mittelmeere lebende Formen aufzählt. Über diesen quartären Meeresbildungen tritt ein Sandstein mit *Helices* auf, der für die Bauten von Palma vielfach verwendete Marés, der auch hier bis zur Meeresfläche herab in Steinbrüchen abgebaut wurde. Hermite bemerkt, daß nur hier am Strande der Marés-Sandstein über dem Konglomerat mit *Strombus mediterraneus* liege, sonst sei er in der Regel den Schichten mit *Cardium edule* (d. h. den Bellver Schichten) aufgelagert. Ich habe die quartären marinen Konglomerate mit ihrer bezeichnenden Fauna im Osten von Palma auf ziemlich weite Strecken verfolgt. Die Ablagerung zeichnet sich vor

allem durch die Größe und Dickschaligkeit der Conchylien, zumal des *Strombus mediterraneus*, aus. Ich habe Exemplare derselben gesammelt, welche an Größe, Dickschaligkeit und kräftiger Skulptur vollkommen dem im atlantischen Ozean lebenden *Strombus bubonius* gleichen. Auch die Schalen anderer Formen, wie *Cardium rusticum*, *Pectunculus violascens*, *Purpura haemastoma*, zeichnen sich durch ihre ungewöhnliche Größe und Dickschaligkeit aus. Die ganze Ablagerung trägt eine Art subtropischen, dem heutigen Mittelmeere fremden Charakter. Ich möchte das betonen, weil sich die Notwendigkeit ergeben wird, die quartären Meeresbildungen des Mittelmeeres schärfer zu gliedern als dies bisher der Fall war.

E. Suess stellt in seinem großen Werke „Das Antlitz der Erde“ in dem die Geschichte des Mittelmeeres behandelnden Abschnitt eine dritte und eine vierte Mediterranstufe auf. Die dritte entspricht der pliocänen Meeresfauna, die vierte wird durch das Eindringen „nordischer Gäste“ gekennzeichnet. Es liegt nahe, dieses Eindringen nordischer Formen in Parallele zu bringen mit dem Eintreten der Eiszeit; doch läßt sich leicht zeigen, daß der Zeitpunkt dieses Eindringens von einem lokalen Ereignis, der Eröffnung der Straße von Gibraltar, abhängig war, also nicht genau mit dem Beginn oder dem Höhepunkte der Vereisung zusammenzufallen braucht. Immerhin ist es wahrscheinlich, daß das Erscheinen der nordischen Gäste im Mittelmeere mit einer Kälteperiode zusammenfällt. Wir wissen aber jetzt, daß es mehrere, zum mindesten vier große Vereisungen während der Diluvialzeit gegeben hat und Zwischenzeiten, in welchen das Klima Mitteleuropas sogar ein besseres war als heute, wie das Vorkommen von *Rhododendron ponticum* und *Buxus sempervirens* bei Innsbruck beweist. Es liegt gewiß nahe, die quartären Meeresbildungen mit *Strombus mediterraneus*, der füglich als ein subtropischer Gast im Mittelmeere betrachtet werden darf, gleichfalls einer wärmeren Zwischeneiszeit zuzuweisen. Aus dieser Erwägung ergibt sich aber die fernere Möglichkeit, vielleicht durch genauere Verfolgung der in verschiedenen Niveaus über dem heutigen Meeresspiegel auf-

tretenden quartären Meeresablagerungen des Mittelmeeres und sorgfältige vergleichende Untersuchung ihrer Fauna zu einer schärferen Gliederung, ja sogar zu Parallelen mit den auf dem Festlande durch die wiederholten Vereisungen festgestellten Zeitabschnitten zu gelangen.

Hinsichtlich der Beziehungen des Marés-Sandsteines zu den quartären Meeresbildungen beobachtete ich an einer Stelle unweit der östlich von Palma gelegenen Küstenbatterie, daß hier das marine Konglomerat mit *Strombus mediterraneus* eine wenige Dezimeter mächtige, sich anscheinend auskeilende Einlagerung im Marés bildet, beide Ablagerungen sonach als innig zusammenhängende Bildungen bezeichnet werden dürfen. Damit stimmt es gut überein, daß L. Vidal¹ in den tiefsten Schichten des Marés von Coll d'en Rebassa Turritellen beobachtete und Hermite bei Andraitx im Niveau des Meeres eine Mischung von Meeres- und Landconchylien im Marés beobachtet hat.

Ich habe die Marés-Ablagerungen bei Coll d'en Rebassa, wo sie durch ausgedehnte Steinbrüche aufgeschlossen sind, näher untersucht. Der Betrieb der Steinbrüche hat hier etwas nachgelassen, weil der Marés von Rebassa von gröberem, ungleichem Korn, löcherig und leichter zerstörbar ist; die Schmalspurbahn aber, welche die ganzen niedrigen Tertiärgebiete Mallorcas durchzieht, Gelegenheit bietet, von verschiedenen Stellen feinkörnigeres, besseres Material zu erhalten. Allerdings ist dann auch die Färbung oft recht verschieden und die rosenroten Ergänzungen einiger Strebepfeiler der alten Kathedrale kontrastieren mit dem gelbbraunen Tone der alten Marés-Quadern des Bauwerkes.

Der Marés von Coll d'en Rebassa zeigt deutlich eine schräge Schichtung, welche ungefähr 40° nach SSE geneigt ist. Ich beobachtete etwa 4·50 bis 5 m unter der heutigen Oberfläche das Durchsetzen einer horizontalen, rotgelben, tonigen Lage, welche etwa 20 bis 60 cm stark, unregelmäßig in kleine Vertiefungen der unteren Marés-Masse eingriff, auch einzelne Fragmente von Marés enthielt und nach oben ohne

¹ L. Vidal, Excursion geológica par la isla de Mallorca. Boletín de la comision del Mapa geológico de Espana. VI. 1879.

scharfe Grenze in die hangende Marés-Partie übergang, welche die gleiche schräge Schichtung erkennen ließ wie die untere Abteilung, die 5 bis 6 m hoch über dem Schutte, der ihren unteren Teil verhüllt, sichtbar ist. An anderen Stellen reichen die Gruben, aus denen die Steine geholt werden, noch tiefer hinab.

Sowohl die untere als die obere Partie des Marés enthalten Schneckenschalen, aber selten vollständige Gehäuse, meist nur Fragmente, und einzelne Lagen sind geradezu von sehr kleinen Bruchstücken erfüllt. Die horizontal eingeschaltete rotgelbe, tonige Schicht aber enthält die schon von Hermité angeführte Fauna in zahlreichen wohl erhaltenen Exemplaren. Die Ablagerung dieser Schicht, welche einer Unterbrechung der Marés-Bildung entspricht, muß daher relativ ruhig vor sich gegangen sein. Unter der mir noch am ehesten den Verhältnissen entsprechend scheinenden Annahme, daß in der Marés-Bildung eine Deltaablagerung vorläge, würde die rotgelbe Zwischenschicht, welche einigermaßen an die Terra rossa erinnert, einer Oszillation entsprechen, welche für einige Zeit Trockenlegung verursachte, später wäre dann wieder entgegengesetzte Bewegung und abermalige Aufschüttung erfolgt.

Der Annahme einer Deltabildung scheint das Mangeln aller Meeresconchylien (mit Ausnahme der untersten Marés-Schichten) zu widersprechen, während Landconchylien in großer Menge auftreten. Bei der sehr gleichförmigen schrägen Schichtung scheint mir aber eine andere Annahme kaum zulässig. Eine Dünenbildung z. B. würde gewiß eine viel unregelmäßigere und ungleiche schräge Schichtung verursacht haben, auch wäre bei einer solchen die Bildung einer horizontal durchlaufenden Zwischenschicht nicht gut verständlich. Ich halte es für die Marés-Bildungen von Coll d'en Rebassa für möglich, daß sie als Deltaabsätze im quartären Meere gebildet worden sind, möchte aber keineswegs eine solche Entstehung für alle als „Marés“ bezeichneten Bildungen Mallorcas in Anspruch nehmen.

So wie ein großer Teil der quartären Schotter werden auch die gleich alten Sande und Sandsteine als Landbildungen zu betrachten sein. Man müßte sonst entweder an-

nehmen, daß das quartäre Meer bis 300 *m* über das Niveau des heutigen Mittelmeeres gereicht hätte, wogegen das Fehlen der Meeresconchylien in den höheren Lagen und auch die bathymetrische Stellung der tatsächlich ungefähr im Niveau des heutigen Strandes auftretenden quartären Meeresbildungen mit *Strombus mediterraneus* spricht — oder daß seit dem Absatze der Marés-Schichten ungleichförmige Bewegungen stattfanden, welche dieselben in verschiedene Niveaus rückten. Die letztere Annahme ist tatsächlich gemacht worden.

R. Lozano erörterte in einer 1884 in Palma veröffentlichten Abhandlung, welche hauptsächlich die physikalische Geographie und die nutzbaren Gesteine und Minerale der Insel zum Gegenstande hat, auch die geologischen Verhältnisse der Insel und spricht sich über die Entstehung des Marés in diesem Sinne aus.¹

Man könnte sich zur Stütze für derartige Ansichten vielleicht (aber wohl mit Unrecht) auf die häufigen Erdbeben berufen, von welchen Mallorca heimgesucht wird. Erzherzog Ludwig Salvator berichtet,² daß im Jahre 1660 die Domkirche von Palma durch ein Erdbeben stark beschädigt worden sei, auch in der Stadt und an anderen Orten der Insel habe das Beben Schaden verursacht. Im Jahre 1755 habe das große Beben von Lissabon die Kathedrale Palmas neuerdings beschädigt. Im Jahre 1827 habe ein Erdbeben auf Mallorca stattgefunden, bei welchem insbesondere die Pfarrkirche von Sineu gelitten hätte. Am 15. Mai des Jahres 1851 ereignete sich in Palma ein heftiges Erdbeben, das beträchtlichen Schaden verursachte und eine Bebenperiode inaugurierte, welche bis zum 31. August 1852 dauerte. Die Stöße vom 15. Mai, 1. und 29. Juni, 30. August und 23. Dezember 1851, sowie jener vom 31. August 1852 werden als die bedeutendsten bezeichnet.

An älteren Gebäuden Palmas, zumal an der Kathedrale, sieht man denn auch heute noch unverkennbare Spuren heftiger Erderschütterungen. Die südliche Langseite des gewaltigen Domes läßt gerade in der Wölbung des durch seinen Skulp-

¹ R. Lozano, *Anotaciones físicas y geológicas de la isla de Mallorca*. Palma 1884, p. 63.

² Die Balearen, II. Bd., 1871, p. 33 und 34.

turenschmuck ausgezeichneten spätgotischen Portales (Puerta del Mirador) gewaltige Sprünge erkennen. Die westliche Fassade des riesigen Gebäudes (die Gewölbespannung des Mittelschiffes ist die größte, welche gotische Kirchen aufweisen; sie beträgt von Pfeilerachse zu Pfeilerachse 19·5 m) wurde im vorigen Jahrhundert neu aufgeführt. Ebenso hat die alte, große Kirche St. Eulalia, die sich gegenwärtig im Zustande der Rekonstruktion befindet, eine neue Fassade erhalten. Abgesehen von der geringen Festigkeit und Widerstandskraft des Marés-Sandsteines mögen wohl die häufigen Beben an dieser auffallenden Baufälligkeit der großen Kirchen Palmas schuld tragen.

Die häufigen Erderschütterungen der Balearen sind wohl ebenso wie die andalusischen Beben verursacht durch den Einbruch eines großen Kettengebirges, das in der jüngeren Tertiärzeit aufgestaut wurde und seither stückweise zur Tiefe geht. Die Balearen erweisen sich auch durch diese noch heute andauernden Beben als ein Bruchstück der betischen Cordillera, mit der sie im Bau und in der geologischen Geschichte so große Übereinstimmung zeigen.

Mein Aufenthalt in Madrid vom 8. bis 18. Juli war hauptsächlich dem Besuche der Sammlungen gewidmet; mit dem Aufsuchen der Fachgenossen hatte ich wenig Glück, da die meisten bei der vorgerückten Jahreszeit Madrid bereits verlassen hatten. Zumal die Bekanntschaft mit Calderon y Arana, der früher in Sevilla Professor war, wäre mir von Wert gewesen, da sich derselbe eingehend mit den Tertiärbildungen Andalusiens beschäftigt hatte. In den Räumen der Comision del Mapa geologico traf ich nur den Sekretär des Institutes, den Mineningenieur Rafael Sanchez Lozano, welcher mir in zuvorkommendster Weise die Sammlungen zugänglich machte (von tertiären Versteinerungen ist nur eine kleine, aber aus ausgewählt schönen und bezeichnenden Stücken bestehende Sammlung aufgestellt) und auch sonst alle gewünschten Auskünfte erteilte. Ich versorgte mich mit den nötigen Kartenblättern für Südspanien und war dabei freudig überrascht von der Billigkeit derselben, die als nachzuahmendes Beispiel hervorgehoben zu werden verdient. Die einzelnen Blätter des Mapa geologico de España im Maßstabe von 1 : 400.000 kosten

nur eine Peseta das Stück, die ganze geologische Karte von Spanien 50 Pesetas, wobei in Rechnung zu ziehen ist, daß die Peseta nicht einen Frank, sondern infolge des Disagio nur 70 bis 75 Centimes gilt. In Bezug auf die naturhistorischen Sammlungen Madrids sei noch bemerkt, daß das große Museo de Ciencias Naturales im Erdgeschoß des Palacio de la Biblioteca y Museos Nacionales seit 1899 vollkommen neu aufgestellt wurde.

An geologischen und paläontologischen Objekten finden sich aber nur wenige ausgezeichnete Exemplare auswärtiger Herkunft, so die berühmten, jetzt in zwei Schaukästen verwahrten, von zwei Individuen herrührenden Skeletteile von *Megatherium*. Über die geologischen Verhältnisse Spaniens aber könnte man sich im Madrider Nationalmuseum kaum orientieren. Hingegen ist die mineralogische Sammlung, deren Aufstellung noch nicht vollkommen fertiggestellt ist, gerade an Mineralschätzen Spaniens besonders reich und gewährt durch die Art ihrer Anordnung einen guten Überblick der in Spanien vorkommenden Minerale, welcher die Unvollkommenheit des geologischen Teiles des Nationalmuseums umso lebhafter empfinden läßt.

Durch die Vermittlung des Sekretärs der k. u. k. österreichisch-ungarischen Botschaft, Dr. Karl Kovačević, machte ich die Bekanntschaft des Prof. Francisco Vidal y Creta, welcher an der Madrider Universität die Lehrkanzel für physikalische Geographie bekleidet. Unter Führung desselben lernte ich am 11. Juli eine klassische Lokalität der spanischen Diluvialbildungen kennen: die Ziegeleien („Los Tejares“) von San Isidro, welche durch Mortillet's Schilderung als einer jener Orte, an denen menschliche Artefakte unter Schichten mit diluvialen Tierresten lagern, bekannt geworden sind. Nach Mortillet's Profil liegt unter der Ackererde zunächst Sand in unregelmäßiger Schichtung, dann Ton, der in eine obere dunklere und in eine untere hellere Lage zerfällt, in welcher letzterer Elefantenreste vorkamen; zu unterst liegt dann abermals Sand und Schotter, in welchem Feuersteinkeile vom Chellestypus auftreten. Bei unserer Exkursion, an der auch Se. Exzellenz der österreichisch-ungarische Botschafter Graf

Welsersheimb sowie Dr. Kovačević teilnahmen, konnten wir wohl im allgemeinen Übereinstimmung der tatsächlichen Verhältnisse mit der Schilderung durch Mortillet wahrnehmen, doch ist die mittlere Tonlage, auf welcher die Existenz der Ziegeleien beruht, sehr ungleichmäßig entwickelt, sie wird oft ziemlich mächtig, keilt aber auch stellenweise fast vollkommen aus. Der obere Sand bildet häufig Taschen in der Tonlage, seine Schichtung ist ziemlich unregelmäßig; an einzelnen Stellen sind fluviatile Taschen unverkennbar, an anderen deutet schräge Schichtung auf Deltabildung hin. Sowohl in den oberen wie in den tieferen Schichten treten ebenfalls einzelne unregelmäßige und wenig mächtige Lehmlagen auf.

In den ziemlich ausgedehnten Aufschlüssen spielt der obere Sand, der bis 8 m Mächtigkeit erkennen läßt, die Hauptrolle. Der Ton ist nur auf geringere Ausdehnung bloßgelegt und die unteren Sand- und Schotterlagen nur durch einzelne tiefere Grabungen aufgeschlossen.

Das Ganze machte den Eindruck einer durch fluviatile Einschwemmungen gestörten Seebildung. Von den Arbeitern erhielten wir etliche Chelleskeile, allerdings nicht ganz typische Stücke; auch behaupteten die Leute, daß sie nicht aus der Schicht unter dem Ton stammten, sondern unmittelbar über dem Lehm in der oberen Sandschicht gefunden worden wären.

Mit Dr. Kovačević, der in Madrid in liebenswürdigster Weise meinen Führer machte, besichtigte ich auch die Depósitos del Canal de Lozoya, beziehungsweise das dritte Wasserreservoir, welches durch die wiederholten Einstürze während des Baues zu einer traurigen Berühmtheit gelangte. Die allzu gering bemessenen Dimensionen der Granitpfeiler sowie die insgesamt nach einer Richtung angeordneten flachen Wölbungen, welche einen gewaltigen Schub senkrecht zu ihrer Längsrichtung erzeugten, mögen wohl in erster Linie an der Katastrophe Ursache sein. Prof. F. Vidal hat in einem Artikel, der im „Heraldo de Madrid“ vom 5. Mai 1905 erschien, der Vermutung Ausdruck gegeben, daß das kurze Zeit vorher eingetretene gewaltige indische Beben durch seine Fernwirkungen den Einsturz des Reservoirs veranlaßt haben könnte. Ohne auf eine Prüfung der Frage näher einzugehen, möchte

ich mir die Bemerkung erlauben, daß ein solches Auslösen einer Bewegung in großer Ferne durch ein Beben wohl möglich scheint, wie denn auch Prof. A. Belar geneigt ist, die Baufälligkeit und den schließlichen Einsturz des Markusturmes den häufigen Beben des Adriagebietes zuzuschreiben.

Von Madrid aus unternahm ich die gewöhnlichen Exkursionen nach Aranjuez, Toledo und Escorial, welche wohl kein Reisender unterläßt, der Spanien zum erstenmale besucht. Zu geologischen Beobachtungen boten dieselben nur insofern Anlaß, als der eigenartige Durchbruch des Tajo bei Toledo wohl als einer der schönsten Fälle der Bildung eines Durchbruchtales durch Superposition bezeichnet werden kann; während sich bei der Exkursion nach Escorial Gelegenheit bietet, die gewaltigen diluvialen Schuttbildungen am Fuße des Guadarramagebirges kennen zu lernen, welche in den tiefen Einschnitten bei Las Matas sehr schön aufgeschlossen sind. Bei flüchtiger Betrachtung wird man leicht durch das Vorherrschen riesiger gerundeter Granitblöcke in anscheinend regelloser Lagerung zu der Annahme veranlaßt, Moränen vor sich zu haben; doch erkennt man immer noch Sonderung des Materials und Schichtung. Die großen Blöcke sind meist in einzelnen Lagen vereinigt, und zumal das feinere, lagenweise eingeschaltete Material läßt deutlich die Schichtung erkennen. Immerhin setzt die Mächtigkeit der Ablagerung und die Größe der einzelnen Blöcke in Staunen. Man kann sich schwer vorstellen, daß solche Massen bloß durch fließendes Wasser bewegt worden seien, und möchte die Bildung wenigstens als eine „fluvioglaziale“ ansprechen. Doch hat Penck bekanntlich nur für die höchsten Teile des Guadarramagebirges Vergletscherung in sehr bescheidenem Maße nachgewiesen. Gestützt auf die unten zu erörternden Wahrnehmungen an der miozänen Blockformation Andalusiens möchte ich der Vermutung Ausdruck geben, daß die Brandung des gewaltigen tertiären Binnensees diese Blockanhäufungen am Fuße des Guadarramagebirges erzeugte und zur Diluvialzeit nur eine teilweise Umlagerung des vorgebildeten Materials durch fließendes Wasser stattfand. Diese Hypothese würde wenigstens die außerordentliche Verbreitung des Schuttes am Fuße des Gebirges und das so häufige Vorkommen von voll-

kommen gerundeten riesigen Granitblöcken am besten erklären.

Von Madrid begab ich mich über Córdoba nach Sevilla. Durch Prof. F. Vidal hatte ich eine Empfehlung an den Nachfolger Calderon's, Prof. Serafin Sanz y Agud, erhalten, von der ich leider keinen Gebrauch machen konnte, da Prof. Sanz zur Zeit in Huelva weilte. Von Exkursionen konnte übrigens in Unterandalusien der exzessiven Hitze wegen keine Rede sein. Es waren die heißesten Tage der ganzen Reise, die ich in Córdoba und Sevilla erlebte, 47° C. im Schatten und 58° in der Sonne. Ich mußte deshalb auf den geplanten Besuch der Fundorte Gerena und Villanueva am Fuße der Sierra Morena verzichten, an welchen bezeichnende Versteinerungen der ersten Mediterranstufe vorkommen.¹

Am 25. Juli traf ich in Granada ein. Die ersten Tage meines dortigen Aufenthaltes verwendete ich zur Orientierung über die in der Stadt selbst und in der nächsten Umgebung derselben auftretenden Schichten der „Alhambraformation“. Ich verfolgte ihr Auftreten auf der Alhambrahöhe selbst, sowie auf dem durch die Assabicaschlucht getrennten Monte Mauror, dann auf dem Albaicin und in dem tief eingerissenen Tale des Darro. Man kann sich füglich in Granada selbst davon überzeugen, daß die durch Richard v. Drasche² vorgenommene Scheidung der Alhambraschichten von der „miozänen Blockformation“ (zweite Mediterranstufe) nicht aufrecht zu erhalten ist. Nur auf einen Teil des Terrains, der Alhambrahöhe selbst und zumal den steilen, ihre Schichten vortrefflich aufschließenden Absturz von der Alcazaba gegen Nord, sowie auf die Hauptmasse der jenseits des Darro sich erhebenden, in ihren letzten Ausläufern die ärmlichen Siedlungen des Albaicin tragenden Höhen von San Miguel el Alto und den Cerro gordo, ferner auf die höheren Teile der südöstlich von Gra-

¹ „Mission d'Andalousie. Études relatives au tremblement de terre du 25 Decembre 1884 et à la constitution géologique du sol ébranlé par les secousses“, p. 509.

² Dr. Richard v. Drasche, Geologische Skizze des Hochgebirgsteiles der Sierra Nevada in Spanien. Jahrb. der k. k. geologischen Reichsanstalt, 29. Bd., 1879.

nada aufragenden Hügel, wie man an der Silla del Moro und an den Aufschlüssen bei dem Friedhof südöstlich von der Alhambra erkennen mag, paßt die Schilderung, welche Drasche von der Alhambraformation gibt, vollkommen. Man sieht jedoch im Anstieg von der Darroschlucht zu San Miguel el Alto über den Zigeunerwohnungen mehrfach Einlagerungen von mergeliger und selbst kalkiger Natur, sowie einzelne Bänke größerer Gerölle. Bänke von grobem Geröll, mit feineren, sandigen Schichten wechsellagernd, kann man auch an der steilen Cuesta del Rey Chico, welche zwischen den Höhen des Generalife und der Alhambra zur letzteren hinaufführt, beobachten. Manche der Gerölle erreichen etliche Dezimeter Durchmesser. Auf dem Wege von Granada gegen Cenes im Genital hat man dann unmittelbar bei der Stadt Gelegenheit, das Auftreten noch größerer Gerölle und Blöcke in den Schichten der Alhambraformation zu beobachten; ich werde unten darauf zurückzukommen haben, daß die von Drasche behauptete diskordante Überlagerung der miozänen Blockformation durch selbständige Alhambraschichten, welche angeblich bei Cenes zu konstatieren wäre, gerade hier nicht zu beobachten ist, sondern beide einer und derselben Schichtreihe angehören.

Ich unternahm dann eine Reihe von Exkursionen nach La Malá und Escúzar, um das Verhältnis der miozänen Blockformation und der von der Mission d'Andalousie als pliozän bezeichneten Gipsformation kennen zu lernen, dann ins obere Genital über Cenes und im Tale der Aguas blancas aufwärts nach Quéntar, welcher Ausflug hauptsächlich die nähere Untersuchung der miozänen Blockformation und ihrer Beziehungen zu den bei Quéntar auftretenden versteinerungsreichen tonigen und mergeligen Sedimenten der zweiten Mediterranstufe zum Gegenstande hatte, endlich nach Montefrio, wo die gestörten Ablagerungen der ersten Mediterranstufe unmittelbar auf mesozoischen Ablagerungen ruhen.

Die Exkursion nach La Malá lehrte mich die außerordentliche Mächtigkeit der gips- und salzführenden jungtertiären Binnenablagerungen kennen, welche westlich von Granada bis Alhama eine wellige, von tiefen Flußeinrissen durchschnittenen Hochfläche bilden. Zweifellos nahmen solche Ab-

lagerungen, die noch jetzt in Andalusien sehr verbreitet sind, früher noch ungleich größere Flächenräume ein. Die salzhaltigen Flüsse und die größeren und kleineren Ansammlungen von salzigem Wasser danken offenbar ihren Salzgehalt der Auslaugung dieser Gipsformation. Es ist bezeichnend, daß ein Ort auf der Strecke La Roda—Sevilla den Namen „Agua dulce“ führt, weil sonst in der Umgebung nur brackisches Wasser zu finden ist. Die salzigen Seen besitzen teilweise so hohen Salzgehalt, daß zur trockenen Jahreszeit Salsabsatz stattfindet. So sah ich die große Laguna Salada bei Fuente de Piedra an der Bahn zwischen La Roda und Bobadilla von Salz wie von einer Eisdecke überzogen.

Auf der Fahrt von Granada nach La Malá kommt man bei Gábia la Grande (südwestlich von Granada) in das Gebiet der Gipsformation. Wie schon Drasche bemerkt hat, nehmen die Gips- und Alabasterlagen im Hangenden an Mächtigkeit zu und werden hinter Gábia ausgebeutet. Die Straße steigt stark an und in den Einschnitten in das wahren Steppencharakter tragende Terrain sieht man zahllose Wechsellagerung von sandig mergeligen Schichten und Gipslagen, die oft nur wenige Zentimeter stark sind. In den Mergellagern ist nirgends die Spur einer Versteinerung zu entdecken. Die Stärke der Gipslagen nimmt zu, je mehr man sich La Malá nähert. La Malá selbst liegt auf dem Grunde eines tief eingerissenen, schluchtartigen Tales, zu welchem die Straße in vielen Windungen hinabsteigt. Die hier zutage tretenden Salzquellen werden zur Salzgewinnung verwendet, indem man das Wasser in flachen, künstlich hergestellten Teichen der Verdampfung überläßt. Die Straße wendet sich von La Malá nach WSW gegen Alhama, ich verfolgte sie aber nur eine kurze Strecke, um mich dann südwärts gegen Escúzar zu wenden, da über die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der dort auftretenden miozänen Meeresbildungen und der Gipsformation durch Drasche Beobachtungen mitgeteilt wurden, welche mit der von der Mission d'Andalousie vertretenen Ansicht über die stratigraphische Stellung der Gipsformation nicht wohl vereinbar scheinen. Nach Drasche¹ fänden sich südlich von Escúzar

¹ A. o. a. O. p. 115.

miozäne Lithothamnienkalke im Hangenden der Gipsformation. Drasche beobachtete in den betreffenden Schichten Kalkalgen, Bryozoen, Muschelfragmente, darunter *Pecten Zitteli* Fuchs und *Pecten cf. acuticostatus*. Würde die Beobachtung der Lagerungsverhältnisse richtig sein, so wäre damit die Unhaltbarkeit der von der Mission d'Andalousie vertretenen Ansicht von dem pliozänen Alter der Gipsformation erwiesen und es läge die Vermutung nahe, daß dieselbe dem „Schlier“, der an der Grenze der ersten und zweiten Mediterranstufe eine so weite selbständige Verbreitung besitzt und in so großen Flächenräumen durch salz- und gipsführende Schichten vertreten ist, zuzuweisen wäre. Ich glaubte deshalb, die Verhältnisse südlich von Escúzar einer neuerlichen Prüfung unterziehen zu müssen.

Unmittelbar bei Escúzar, nächst den südlichen Häusern des Ortes, konnte ich Lithothamnien führende sandige Mergel in geringer Ausdehnung wahrnehmen. Der Aufschluß ist aber unvollkommen und gestattet kaum ein sicheres Urteil über die Verhältnisse zwischen Gipsformation und marinen Miozanschichten. Etwa 2 km weiter südlich ist hingegen unter der durch das Vorkommen sehr starker, blendend weißer Gipslagen (von meist 10 bis 20 cm Mächtigkeit) ausgezeichneten Gipsformation ein weiteres Vorkommen von Lithothamnien führenden, sandigen Mergeln in größerer Ausdehnung aufgeschlossen. Ich beobachtete und sammelte hier auch einige leider recht schlecht erhaltene *Pectines*, dann *Anomien*- und *Ostreen*fragmente. An der Überlagerung dieser marinen Bildungen durch die Gipsformation konnte hier kein Zweifel sein, ebenso noch weiter südlich, wo unter der Gipsformation zuerst sandige Mergel mit *Pectines* und *Ostreen*bruchstücken auftreten, welche ähnlichen Gesteinscharakter zeigen wie die nördlich beobachteten marinen Bildungen, dann aber höher hinauf typische miozäne Blockformation mit riesigen Kalkgeröllen bis zu 1, ja selbst 2 m Durchmesser. Diese Kalkgerölle sind zum sehr großen Teile von Vioen und Bohrmuscheln angebohrt. In den großen, gerundeten, aus halbkristallinem, dunkel blaugrauem Kalke bestehenden Geröllen fand ich über daumendicke Bohrlöcher, welche ganz das Aus-

sehen von Pholadenlöchern hatten; doch gelang es mir, obwohl ich viele der Blöcke zerschlug, nie, eine Schale oder den Abdruck eines solchen in der mergeligen Ausfüllung des Bohrloches anzutreffen. Zwischen den groben Geröllbänken schalteten sich vielfach feinere sandige Schichten und Mergellager ein, in welchen ich vergebens nach Versteinerungen suchte. In Escúzar erfuhr ich dann bei der Rückkehr, daß kaum eine halbe Stunde östlich von der Linie meines Profils in einem Steinbruche zahlreiche *Pectines* vorkämen, hatte aber nicht mehr Zeit, diese Nachricht auf ihre Stichhaltigkeit zu prüfen.

Hinsichtlich der Lagerungsverhältnisse der Gipsformation sei noch bemerkt, daß südlich von Escúzar im allgemeinen die wechselnden Mergel- und Gipslagen ziemlich flache Lagerung zeigen und deutlich diskordant zu den steiler aufgerichteten miozänen Meeresbildungen liegen. Zwischen Gábia la Grande und La Malá herrscht wohl auch im allgemeinen flache Lagerung der Gipsformation, doch kommen häufig Verwerfungen und streckenweise auch steile Schichtstellung und Faltung vor; es hat aber den Anschein, als ob die letzteren Störungen nicht der Gebirgsbildung, sondern inneren Vorgängen durch Auslaugung einerseits, durch Volumvermehrung infolge der Umwandlung von Anhydrit in Gips andererseits zuzuschreiben wäre. Manche Gipslagen zeigen ähnliche Windungen wie der bekannte Wieliczkaer „Gekrösestein.“

Das pliozäne Alter der andalusischen Gipsformation scheint mir keineswegs erwiesen. Aus der diskordanten Stellung der Gipslager bei Escúzar, welche wahrscheinlich den hangenden Partien der Ablagerung angehören, folgt noch nicht das Vorhandensein eines Hiatus zwischen den Bildungen der zweiten Mediterranstufe und der Gipsformation. Das Vorhandensein der sarmatischen Stufe in Andalusien ist auf Grund ganz unzureichenden Beobachtungsmateriales behauptet worden. Die Daten, welche die Mission d'Andalousie über dieses Vorkommen mitteilt, verdienen umsomehr nähere Beleuchtung, als sie ziemlich widerspruchsvoll sind. Die fraglichen, nur an einem einzigen Punkte, zu Jayena, südwestlich von Granada beobachteten Dinge werden einmal dem oberen Teile der

Blockformation zugeschrieben. Das Miocène supérieur wird in die eigentliche Blockformation (Tortonien) und die „Cailloutis supérieurs“ (sarmatiques) geschieden. An Versteinerungen werden daraus angeführt *Cerithium mitrale* Eichw. und *Cer. vulgatum* Brug. von Jayena und dann werden Polypiers mit der Bemerkung genannt: „formant un banc à Jayena et à Illora un lit intercalé dans les cailloutis“. In der Aufzählung der für die einzelnen Stufen bezeichnenden Versteinerungen werden die pseudosarmatischen Bildungen von Jayena sonach mit den unzweifelhaft der zweiten Mediterranstufe angehörigen Korallenschichten von Illora den oberen Teilen der Blockformation zugerechnet. An anderer Stelle¹ aber heißt es: „A Jayena, des calcaires appartenant au même système que le gypse sont remplis d'empreintes des cerithes appartenant aux espèces suivantes: *Cerithium vulgatum* Brug., *Cer. mitrale* Eichw.“ Die logische Konsequenz wäre dann doch die Zuteilung der Gipsformation zur sarmatischen Stufe? Die Widersprüche der einzelnen Stellen des großen Werkes der Mission d'Andalousie erklären sich wohl durch verschiedene Auffassung seitens der einzelnen Mitarbeiter und bedürfen weiter keiner Erörterung. Daß auf Grund des Vorkommens einer Art, nämlich des *Cerithium mitrale* Eichw. (*Cer. vulgatum* Brug. ist bisher in sarmatischen Bildungen nicht nachgewiesen), kaum von dem Auftreten der sarmatischen Stufe in Südspanien gesprochen werden kann, ist nach dem, was ich in früheren Berichten über das angebliche Vorkommen sarmatischer Ablagerungen in Katalonien und auf den Balearen dargelegt habe, gleichfalls klar. Die Bestimmung der fraglichen Reste als *Cerithium mitrale* Eichw. ist zudem zweifelhaft. Nach der Gestalt der Anfangswindungen soll nach V. Hilber die Eichwald'sche Art, die für die sarmatische Stufe bezeichnend wäre, von dem in tieferen miozänen Schichten auftretenden Formenkreis des *Cerithium pictum* Bast. verschieden sein. Nun handelt es sich aber bei Jayena lediglich um Abdrücke, an welchen derartige Details kaum ersichtlich sein dürften, ganz abgesehen

¹ Mission d'Andalousie, p. 722.

davon, daß die Hilber'schen Ausführungen über die Unterscheidung des *Cerithium mitrale* von den verwandten älteren *Potamides*-Formen von anderer Seite in Zweifel gezogen wurden, eine Frage, auf welche selbstverständlich an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden kann. Das angebliche Vorkommen sarmatischer Schichten bei Jayena ist also wohl in derselben Weise aufzufassen, wie jenes der pseudosarmatischen Einlagerungen in dem von Hermite geschilderten Profil von Bellver auf Mallorca und an der von Almera beschriebenen Lokalität Casa Vendrell bei San Pau de Ordal.

Nicht unmöglich, ja sogar sehr wahrscheinlich aber scheint es mir, daß die Ablagerung der gips- und salzföhrnden Schichten Andalusiens schon zur sarmatischen Zeit begonnen habe, d. h. unmittelbar nachdem durch die gebirgsbildenden Vorgänge am Ende der zweiten Mediterranstufe die Verbindung mit dem Ozean unterbrochen und weite, vorher vom Meere bedeckte Gebiete isoliert und teilweise trocken gelegt wurden. Wie weit die Salz- und Gipsablagerungen noch in die späteren Abschnitte der Tertiärformation hinaufreichen, bedarf noch der näheren Untersuchung. Die Mission d'Andalousie hat an mehreren Stellen das Vorkommen von Süßwasserkonchylien jungtertiären Charakters festgestellt; allerdings reichen die bisher bekannten Reste nicht hin, schärfere Parallelen mit den Binnenbildungen Italiens und Osteuropas zu ziehen.

Bei der Exkursion nach Cenés hatte ich zunächst das Verhältnis der Alhambraschichten zu der miozänen Blockformation zu prüfen. Drasche sagt über die von ihm unterschiedene Blockformation, daß sie am schönsten im Genital entwickelt sei.¹ Auf dem Wege nach dem Dorfe Cenés, kurz bevor man dieses erreicht, tauchen nach Drasche unter dem horizontal lagernden jungen Alhambrakonglomerat sandige, NNO fallende Bänke hervor, welche in sandig glimmerigem, bald mergeligem, bald schlierartigem Bindemittel zahlreiche Blöcke im Volumen bis zu vielen Kubikmetern enthalten.

¹ Jahrb. der k. k. geologischen Reichsanstalt, a. a. O. p. 112 u. f.

Meist seien sie etwas abgerundet, doch nie so, daß sie als eigentliche Gerölle bezeichnet werden können. „Die Blöcke bestehen aus solchen Gesteinen der Sierra, welche sich in der Umgebung der Genilquellen finden, also Tonglimmerschiefer, Quarzite, Granatglimmerschiefer, Serpentine und etwas Kalk. Durch Überhandnehmen des Bindemittels oder der Blöcke entstehen zahlreiche Ausbildungsweisen. Bei Cenes tritt stellenweise das lose Bindemittel so weit zurück, daß man einen wild durcheinander geworfenen Schuttkegel oder eine Moräne vor sich zu haben glaubt; doch dünne Mergellager dazwischen zeigen immer wieder das Fallen der Schichten an.“ Bei vorherrschendem Bindemittel gingen dann Mergellager hervor, in welchen Drasche auch marine Fossilien beobachtete. Er führt von der Venta unterhalb Huejar einen drei Zoll breiten *Pecten* vom Typus der *Pecten* aus den Schioschichten, eine feingestreifte *Tellina*, *Cardium*-Bruchstücke, Echinidenstacheln und Bryozoen an. Die Schilderung, welche Drasche von der miozänen Blockformation gibt, ist vollkommen zutreffend; unrichtig ist nur der von ihm behauptete Gegensatz, in welchem sie zu den Alhambraschichten stehen soll, denn das Alhambrakonglomerat stellt bloß den oberen, durch flachere, gleichmäßigere Lagerung und geringere Größe der Gerölle (bis Faustgröße, meist aber geringer) gekennzeichneten Teil der Blockformation dar, welcher gegen W größere Mächtigkeit gewinnt. Drasche schätzt dieselbe auf mindestens 100 *m*. Während er für die Blockformation miozänes Alter nachwies, ist er geneigt, für die Alhambrakonglomerate diluviale Entstehung anzunehmen und ebenso wie für seine Guadixformation den Zusammenhang mit Glazialbildungen zu vermuten: „Sowohl die Guadixformation als die Alhambrakonglomerate sind jedenfalls nur Reste von Bildungen, die früher eine große Ausdehnung hatten und zum größten Teile durch die Erosion weggeschwemmt wurden. Wenn irgendwie in der Nevada Spuren einer ehemaligen Eiszeit vorhanden wären, so könnte man vielleicht die Entstehung jener losen Massen mit dem Zeitpunkte des endlichen Schmelzens der Gletscher in Verbindung bringen; die großartigen Erosionserscheinungen in den Tälern der Nevada finden so auch eine

befriedigende Erklärung.¹ Drasche gibt dann an, daß er, abgesehen von einem eigentümlichen, gekratzten und gehobelten Kalkfelsen an dem Camino de los Neveros nirgends Beweise für die ehemalige Existenz von Gletschern fand, obwohl er eifrig nach Spuren derselben suchte. Er erwähnt dann die in Schimpers „Voyage botanique au Sud d'Espagne 1849“, enthaltenen Angaben über das Vorkommen großer Moränen am Ausgange des Geniltales, welche darauf zurückzuführen sind, daß Schimper sowohl die Blockformation wie die Alhambra-schichten für Moränenbildungen hielt und meint: „Von diesen irrigen Beobachtungen sind, wie es scheint, alle Angaben über das Vorkommen einer ehemaligen Vergletscherung der Sierra Nevada hergenommen.“ Zweifellos war die Sierra Nevada zur Eiszeit in ihren höheren Teilen vergletschert. Dies lehrt insbesondere das Vorhandensein von echten Karseen in der Sierra, wie der Laguna de las Yeguas in 2970 m Seehöhe. Allzu ausgedehnt dürfte die Vergletscherung der Sierra aber kaum gewesen sein, und die von Drasche hypothetisch mit ihr in Verbindung gebrachten Ablagerungen gehören zweifellos der miozänen Blockformation an. Daß Schimper diese für Moränenablagerungen hielt, ist wohl begreiflich. Beschränkt man sich auf die Betrachtung einiger Stellen bei Cenes, in welchen riesige Felstrümmer in chaotischer Verwirrung übereinander gehäuft sind, meist unvollkommen gerundet und mit regellos dazwischen gestreutem, feinerem Material, so erhält man gewiß nicht den Eindruck einer marinen Ablagerung. Und doch erkennt man die Natur derselben, wenn man wenige Schritte weiter mergelige Zwischenlager die Schichtung andeuten sieht, Bänke von deutlichen Geröllen unterscheidet, auch wohl in vereinzelt Kalkblöcken Bohrungen von Vioa und Bohrmuscheln entdeckt.

Wendet man sich in dem Seitental des Genil gegen Quéntar, so sieht man die weichen, mergelig-sandigen Zwischenlagen größere Ausdehnung erreichen, bis bei Quéntar selbst unter der Hauptmasse der Blockformation Ton in großer Mächtigkeit auftritt. Beide Bildungen sind auf das innigste

¹ A. o. a. O., p. 121.

miteinander verknüpft. In den Tonlagen treten einzelne Gerölle oft von ziemlich bedeutenden Dimensionen auf und in der Blockformation im engeren Sinne finden sich, wie schon Drasche hervorhebt, zahlreiche sandig-mergelige Zwischenschichten. In solchen sammelte ich in ziemlicher Höhe nördlich von Quéntar Fragmente von *Ostrea*, *Pecten* und *Anomia*, während ich in der Blockformation selbst, welche hier ziemlich häufig Kalkgerölle führt, südlich von Quéntar nicht bloß zahllose, von Bohrmuscheln angebohrte beobachten konnte, sondern auch solche, an welchen Ostreen angeheftet waren. In den in der Tiefe des Tales aufgeschlossenen Ton-schichten, welche an dem Ostgehänge desselben in großer Ausdehnung die Lehnen bilden, sammelte ich unmittelbar südlich bei dem Dorfe Quéntar an der Mündung eines von Westen herabkommenden kleinen Seitentälchens ziemlich zahlreiche Versteinerungen. Von Interesse scheint mir das Vorkommen zahlreicher Pteropodenschälchen, dann von Fragmenten eines glatten dünnschaligen *Pecten*, sowie das Auftreten von *Dentalium*, lauter Formen, welche auf ziemlich tiefes Wasser hindeuten.

Die Mission d'Andalousie führt aus der von ihr dem Tortonien zugerechneten Blockformation zahlreiche Arten an.

Ohne in eine Kritik der einzelnen Formen einzugehen, welche ja ohne Literatur und Vergleichsmaterial kaum möglich wäre, möchte ich bemerken, daß die Gesamtheit der Fauna (mit Ausnahme der vermutlich aus den sandig-mergeligen Zwischenschichten der eigentlichen Blockformation stammenden *Ostrea lamellosa*) entschieden auf die Bildung in ziemlich tiefem Wasser hinweist. Über die Zugehörigkeit zur zweiten Mediterraneanstufe (Vindobonien Depérets) kann gleichfalls kein Zweifel herrschen. Sehr auffallend scheint nur die innige Verbindung einer solchen Tiefwasserablagerung mit dem Haufwerk der gewaltigen Gerölle und Felstrümmer der Blockformation. Es erklärt sich dieselbe wohl am besten durch die Annahme, daß infolge der gebirgsbildenden Bewegungen, deren Schauplatz Andalusien während der Miozänzeit war, eine tiefe Senke unmittelbar neben steil aufragendem Küstengebirge entstand. Während in der Tiefe tonige Ablagerungen mit der ange-

führten, für tieferes Wasser bezeichnenden Fauna zustande kamen, wurden durch die Brandung gewaltige Felstrümmer abgelöst, welche dank dem Steilabfall der Küste bis zu größerer Tiefe hinabsinken konnten, als dies sonst bei Brandungsgeröll erfolgen mag. Diese Annahme erklärt noch am ehesten die Lagerungsverhältnisse der miozänen Blockformation. Als durch die Sedimentation allmähliche Auffüllung eintrat, entstand ein immer schwächer geneigter Talus und schließlich kamen die fast horizontalen Geröllablagerungen zustande, welche dem Alhambrakonglomerat entsprechen.

Die pseudoglazialen Bildungen der Blockformation bei Cenes lassen deutlich erkennen, wie leicht auf andere Art entstandene Trümmeranhäufungen für Moränenwälle gehalten werden können. Dies gilt nicht bloß von Bergstürzen, wie ich denn selbst die von einem solchen herrührenden Schuttmassen der Rovine di Vedana bei Belluno, welchen allerdings teilweise Moränenschutt beigemischt war, für glazial hielt, sondern auch für unter besonderen Umständen abgelagerten Brandungsschutt des Meeres. Ich habe oben darauf aufmerksam gemacht, daß möglicherweise die durch das Vorkommen zahlloser riesiger, gerundeter Granitblöcke ausgezeichneten pseudoglazialen Bildungen am Fuße des Guadarramagebirges auf ähnliche Weise entstanden sein mögen. Hier fehlt allerdings das Meer, aber der durch lange Zeit während der Tertiärperiode vorhandene große Binnensee konnte recht wohl an seinen Steilufern Brandungswirkungen erzielen, welche hinter jenen des Meeres nicht zurückstanden.

Am 1. August unternahm ich einen Ausflug nach Montefrio, um die dort unmittelbar auf mesozoischen Ablagerungen ruhenden, versteinerungsreichen Ablagerungen der ersten Mediterranstufe zu untersuchen. Ich fuhr in Begleitung des Führers des Hotels „Viktoria“, J. Flores, die sich mir sehr nützlich erwies, zunächst mit der Bahn nach Tocón und von dort mit der Diligencia nach Montefrio. Nächst Tocón stehen in horizontaler Lagerung Gesteine der zweiten Mediterranstufe vom Typus der Alhambrakonglomerate an. Sie lehnen sich an stark gestörte, mesozoische Ablagerungen. Oberer Jura und untere Kreide bilden den hoch aufsteigenden Rücken, der das

Tal von Montefrio von der durch die Bahn verquerten Niederung trennt. Die Straße steigt langsam in zahlreichen Windungen zur Höhe, die wohl an 1000 *m* Seehöhe erreichen mag, und senkt sich dann jenseits nach Montefrio hinab. Schon bald nach Überschreitung der höchsten Stellen fesselt der Burgfels von Montefrio, der noch einen Teil seiner Befestigungen und eine verlassene Kirche trägt, den Blick. Er besteht aus etwa 35° nach SW geneigten Schichten der ersten Mediterranstufe. Die Straße kommt, ehe sie nach Montefrio gelangt, an mehreren Aufschlüssen in denselben Schichten vorüber, welche entgegengesetztes Fallen, zugleich aber auch vielfach schräge Schichtung erkennen lassen. Sandige Gesteine von mitteleigroßem Korn mit kalkig-mergeligem Bindemittel herrschen vor.

Durch die Vermittlung des Herrn J. Flores machte ich in Montefrio die Bekanntschaft des Prof. Guillermo Valdecasas Paez aus Granada, der sich zur Sommerfrische in Montefrio aufhielt, und zahlreicher Herren, welche mich sofort zu den Versteinerungsfundpunkten an dem Burgfels von Montefrio geleiteten und selbst tätigen Anteil an der Aufsammlung von Versteinerungen nahmen. Einzelne Schichten sind überreich an solchen, zumal an Terebrateln und Pectines. Die Facies erinnert durchaus an die bekannten Terebratelsande von Eisenstadt im Leithagebirge, nur daß die Arten durchwegs verschieden sind. Die häufigsten Formen scheinen *Pecten praescabriusculus* Font., sowie die Varietät *talarensis* Kilian dieser Art zu sein. Aber auch andere *Pecten*-Arten kamen in zahlreichen Exemplaren vor.

Von den übrigen Versteinerungen wären Fischzähne, Balanen und vor allem Terebrateln als häufige Vorkommnisse hervorzuheben. Zahlreiche Exemplare einer ziemlich großen Terebratel, welche ich aufsammlte, schienen mir ziemlich gut mit *Terebratula Hoernesii* Suess aus den Sanden von Maissau bei Horn zu stimmen; doch wage ich selbstverständlich ohne Vergleichsmaterial die Identität nicht zu behaupten.

Über das Auftreten der ersten und zweiten Mediterranstufe bei Montefrio, beziehungsweise Tocón, mag das nach-

stehende Profil orientieren. Die Bildungen der ersten Stufe oder des „Burdigalien“ Depérets finden sich in bedeutenderer Höhe und gestörter Lagerung, jene der zweiten Stufe oder des „Vindobonien“ in der Niederung, in horizontaler ungestörter Schichtstellung. Beide Ablagerungen ruhen diskordant auf mesozoischen Bildungen.

Am Südgehänge des aus Jurakalk gebildeten Monte Parapanda, der sich südöstlich von Montefrio zu einer Seehöhe von 1602 *m* erhebt, treten bei Illora Korallen in den Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe auf. Durch die Freundlichkeit eines der Herren aus Montefrio erhielt ich ein schönes Exemplar einer Koralle von Illora, in welcher ich eine der häufigsten Korallen unserer zweiten Mediterranstufe zu erkennen glaube. Das Vorkommen von Korallen bei Illora wird schon von der Mission d'Andalousie erwähnt und angegeben, daß zu Illora „un lit intercalé dans les cailloutis supérieurs (sarmatiques)“ auftrete.

Aus den besprochenen Tatsachen erhellt wohl zur Genüge, daß die Mission d'Andalousie mit Recht drei große, durch tektonische Vorgänge bedingte Diskordanzen im Miozän Andalusiens unterscheidet: „Trois grandes discordances se font remarquer: la première ayant précédé la formation de la molasse (celle-ci repose indifféremment sur les terrains secondaires, primaires ou sur les assises du nummulitique¹, la seconde après le dépôt de la molasse sépare ce terrain du tortonien; la troisième correspond au début de l'époque pliocène“² Es ist nur nötig hinzuzufügen, daß die Molasse dem Burdigalien und das Tortonien dem Vindobonien entspricht, sowie daß höchst wahrscheinlich auch die dritte Diskordanz noch ins Miozän fällt, da die Ablagerung der Gipsformation höchst wahrscheinlich noch zur Miozänzeit begonnen hat. Es sind sonach drei gewaltige Bewegungsvorgänge vorauszusetzen: der erste veranlaßt mit dem Beginn der ersten Mediterranstufe die Inundation einer durch geraume Zeit trocken gelegenen, ausgedehnten Region im Süden der iberischen Meseta. Die südliche Grenze dieses Meeres der ersten Medi-

¹ Cette discordance a été signalée par de Verneuil.

² Mission d'Andalousie. p. 478.

terranstufe läßt sich schwer feststellen, denn einzelne Lappen der zerstückelten und auf weite Strecken entfernten Ablagerungen treten hoch oben im gestörten Gebirge auf. Ein Beispiel haben wir in Montefrio kennen gelernt, ein anderes bildet das Vorkommen von Ronda. Nach Ablagerung dieser Bildungen erfolgen abermals ausgedehnte Bewegungen, welche teils Gebiete, in welchen Bildungen der ersten Mediterranstufe auftreten, dem Bereiche des Meeres entrücken, teils dasselbe in neugeschaffene Senkungen eintreten lassen. Noch vor dem Ende der Miozänzeit aber wird durch weitere Bewegungen die ganze Verbindung zwischen der iberischen Meseta und der betischen Cordillere unterbrochen, und es erfolgen in diesem Raume fortan lediglich Binnenablagerungen, während im Süden von der Cordillere marine Pliozänablagerungen auftreten.

Alle diese Dinge sind eigentlich durch die Mission d'Andalousie bereits zur Genüge dargelegt worden, und doch hat ihre eingehende Darstellung der Tertiärablagerungen Andalusiens zu recht argen Mißverständnissen Anlaß gegeben, welche vor allem wohl dadurch veranlaßt wurden, daß die Ablagerungen der ersten Mediterranstufe als Molasse de l'Helvétien bezeichnet wurden. An einer Stelle¹ wird freilich gesagt: „Nous nous bornerons à dire que probablement notre molasse helvétique est l'équivalent des couches de Horn et de Grund (1^{er} étage méditerranéen). Peut-être une étude minutieuse de l'helvétien de Grenade permettra-t-elle un jour de le subdiviser et de trouver les équivalents des divers horizons viennois lorsque l'entente sera faite à leur sujet.“ Unter so widerspruchsvollen Äußerungen ist es allerdings für den nicht näher Eingeweihten nicht leicht, das Richtige herauszuholen, und man begreift, wie A. de Lapparent zu der Meinung gelangen konnte, daß das Burdigalien oder die erste Mediterranstufe in Andalusien gar nicht vertreten sei und dieser Ansicht mit folgenden Worten Ausdruck gibt: „La transgression helvétique est d'autant mieux accusée en Andalousie, que tout l'oligocène et même le burdigalien paraissent y faire défaut“.² Es ist dies wohl eines der besten Beispiele für die

¹ Mission d'Andalousie, p. 516.

² A. de Lapparent, Traité de géologie, III, p. 1536 (2^e Edit.).

Verwirrungen, welche die schlecht begründeten und vielfach mißverständenen Mayer'schen Etagen angerichtet haben.

Von Granada begab ich mich nach Málaga, um hier die im Süden der betischen Cordillere entwickelten Pliozänablagerungen kennen zu lernen. Im Weichbilde von Málaga selbst ist Pliozän in den Ziegeleien (Los Tejares) vortrefflich aufgeschlossen. Die Mission d'Andalousie hat auch diese Lokalität ausgebeutet und die reiche Fauna der blaugrauen Tone von Los Tejares geschildert. Die Verhältnisse liegen jetzt insofern minder günstig, als das Ayuntamiento von Málaga die gesundheitsschädlichen Einflüsse der Teiche von Los Tejares erkannte und die weitere Arbeit der großen Ziegeleien einstellte. Bei meiner Anwesenheit waren nur wenige Arbeiter mehr tätig, um den schon früher ausgehobenen Ton zu Ziegeln zu verarbeiten. Ich konnte demgemäß nur eine relativ geringe Ausbeute machen; doch befanden sich unter dem von mir aufgesammelten Material auch mehrere von der Mission d'Andalousie nicht namhaft gemachte Formen. Von diesen möchte ich vor allem hervorheben *Pecten* (*Pleuronectia*) *comitatus* Font., schon deshalb, weil diese Form ungleich häufiger ist als *Pecten* (*Pleuronectia*) *cristatus* Bronn, ja neben einem großen *Dentalium* das häufigste Konchyl darstellt, welches ich in den blaugrauen Tönen von Los Tejares antraf. Neben dem großen *Flabellum malagense* fand ich ferner eine kleinere Einzelkoralle (*Ceratotrochus?* sp.).

Über dem blaugrauen Ton von Los Tejares liegen gelbbraune Letten und gelbe Sande, in welchen, wie bereits die Mission d'Andalousie angibt, eine andere Fauna auftritt, die sich durch das Vorkommen zahlreicher *Pectines* auszeichnet. In den oberen gelbbraunen Tönen von Los Tejares scheint *Pecten comitatus* viel seltener zu sein, während *Pecten cristatus* häufiger vorkommt. In den Sanden treten dann andere *Pectines* massenhaft auf, vor allem Formen, welche der Untergattung *Vola* der Autoren oder, wie Depéret zeigte, der Gattung *Pecten* im engeren Sinne angehören. Es finden sich aber auch einige andere *Pecten*-Arten und unter diesen, wenngleich selten, der echte pliozäne *Pecten latissimus* Brocc. Außerdem sind *Ostreen*, *Anomien* und *Balanen*

häufig. Von *Pecten latissimus* sah ich auch ein riesiges Exemplar, welches auf dem Friedhof von San Miguel, unweit von Los Tejares, in 8 m Tiefe gefunden wurde. Es befindet sich im Besitze des Herrn Konsuls Federico Groß, dem, wie auch seinen Söhnen, ich für Förderung meiner Untersuchungen zu bestem Danke verpflichtet bin.

Ich möchte nicht glauben, daß man im Pliozän von Málaga zwei verschiedene Stufen zu unterscheiden hätte. Die Mission d'Andalousie betrachtet die blaugrauen Tone von Los Tejares als Unterpliozän, die gelben Sande aber als Mittelpliozän. Ich vermute, daß beide Ablagerungen einer und derselben Stufe angehören und nur abweichende Facies darstellen. Verglichen mit den Faciesgebilden der zweiten miozänen Mediterranstufe bei Wien, entspricht der blaugraue Tegel auf das genaueste dem Tegel von Baden und Vöslau, der gelbe Sand aber dem Sande des Leithakalkes. Bei einem Ausfluge, den ich nach Torremolinos, südwestlich von Málaga, unternahm, hatte ich auch Gelegenheit, noch andere Facies des Pliozän kennen zu lernen. Der Streifen von Pliozän, welcher von Churriana im Norden zur Küste bei Amádena herabzieht, besteht der Hauptsache nach aus Konglomeraten und Sanden. In den ersteren walten recht grobe Gerölle vor, in den Sanden suchte ich an den Stellen, die ich betrat, vergebens nach Versteinerungen. Diese sind auch in den stellenweise entwickelten Lithothamnienkalken selten. Das herrliche, dem Konsul F. Groß gehörige Landgut San Tecla nächst Torremolinos liegt zum größten Teil auf Kalkboden, der dem Gedeihen der Weinrebe besonders günstig ist. Es sind also auch Strandkonglomerate und Lithothamnienkalk unter den Faciesgebilden des Pliozän von Málaga vertreten.

Nach marinen Diluvialgebilden suchte ich in der Umgegend von Málaga vergebens. Weder in südwestlicher Richtung bei Torremolinos noch in östlicher, in welche ich einen Ausflug nach El Palo unternahm, gelang es mir, derartige Absätze zu entdecken. Hingegen möchte ich dem Diluvium eine mächtige Kalkablagerung zuschreiben, welche bei Torremolinos in zahlreichen kleinen Steinbrüchen abgebaut wird. Es ist hier im Steilabfall zum Meere ein wohl an 20 m mäch-

tiger Kalktuff aufgeschlossen, der zahlreiche Pflanzenreste, Schilfstengel und Blätter, sowie auch Konchylien (*Melanopsis* und *Helix*) enthält. Die Konchylien, welche noch die Farbenzeichnung aufweisen, scheinen noch heute in Südspanien lebenden Arten anzugehören. Diluviales Alter der Ablagerung läßt ihre Mächtigkeit und Ausdehnung, sowie der Umstand vermuten, daß in dem Tuffe zahlreiche größere und kleinere Hohlräume und Grotten vorhanden sind, in welchen sich Tropfsteingebilde in großer Menge befinden. Manche Hohlräume sind ganz mit Sinter ausgekleidet, die Stalaktiten und Stalagmiten allerdings zum größten Teile abgeschlagen, doch konnte ich eine Tropfsteinsäule von gut Mannesdicke beobachten.

Weiter nach Westen treten marine Diluvialgebilde auf. Sie finden sich in der Gegend von Estepona, denn die von der Mission d'Andalousie mitgeteilte Fossilliste¹ von San Pedro de Alcantara läßt wohl kaum einen Zweifel übrig, daß die dortigen Schichten, welche ein Gemenge von pliozänen und rezenten Arten enthalten, diluvialen Alters sind. Die Mission d'Andalousie erklärt diese Schichten für Oberpliozän, und zwar deshalb, weil in ihnen mehrere Konchylien gefunden worden seien, die für Pliozän bezeichnend wären, da sie bis nun noch nie in jüngeren Schichten angetroffen worden seien.

Ich halte diesen Beweis nicht für stichhältig, denn die Abgrenzung der wirklich pliozänen und der diluvialen Meeresbildungen oder, um die von Suess aufgestellten Termini zu gebrauchen, der dritten und der vierten Mediterranstufe, ist bisher noch nicht klargestellt. Die Ablagerungen von San Pedro de Alcantara enthalten unter 59 Arten ein entschiedenes Übergewicht von heute noch lebenden Formen, dann einige von der Mission d'Andalousie als neu beschriebene Arten und die oben aufgezählten. Es fördert unsere Kenntnis der Sachlage wenig, wenn diese Bildungen mit jenen von Palermo, Tarent, Kos, Cypern und Rhodus verglichen werden,² in welchen allen vorherrschend rezente Formen mit einem wechselnden Prozentsatz an erloschenen oder ausgewanderten auftreten. Die Chronologie aller dieser bis nun als jung-

¹ Mission d'Andalousie, p. 241, 242.

² Mission d'Andalousie, p. 246.

pliozän bezeichneten Ablagerungen muß erst genau festgestellt werden.

Von Málaga aus unternahm ich einen Ausflug nach Ronda, um die dort isoliert in ziemlich beträchtlicher Seehöhe (Ronda liegt 750 *m* über dem Meere) auftretenden marinen Miozänbildungen kennen zu lernen. Es treten dort grobe Konglomerate von sehr bedeutender Mächtigkeit auf, welche steile Abstürze und Wände bilden. Ronda liegt überaus malerisch hoch über der fruchtbaren, vom Quadalevin durchströmten Vega zu beiden Seiten einer 90 *m* breiten und 160 *m* tiefen Schlucht, die der genannte Fluß in den miozänen Konglomeraten ausgewaschen hat. Der kühne, 1761 von José Martín de Aldeguela erbaute Puente Nuevo verbindet die Alt- und Neustadt von Ronda. Von dem im Sommer wasserarmen Fluß, der sonst die Schlucht mit dem Wasserstaub seiner Fälle erfüllen soll, war nicht viel zu sehen, da fast seine ganze Wassermenge durch die Kraftanlage, welche Ronda mit elektrischem Licht versieht, in Anspruch genommen wurde. Das Vorkommen von Versteinerungen, welche für die erste miozäne Mediterranstufe oder das Burdigalien bezeichnend sind, wurde bereits durch die Mission d'Andalousie auf Grund älterer Aufsammlungen festgestellt.

Von Ronda begab ich mich nach Gibraltar, mußte aber, da ich daselbst den Dampfer „Adria“, auf dem ich die Heimreise antreten wollte, nicht mehr vorfand, eiligst nach Málaga zurückkehren, um mich dort einschiffen zu können. So war es mir nur vergönnt, wenige Stunden an der Bucht von Algeciras und in Gibraltar zuzubringen. Die schönste Erinnerung an dieselben bildet der Blick, den ich einerseits auf den steilen Jurakalkfelsen von Gibraltar, andererseits auf die afrikanische Küste mit der hochaufragenden Sierra Bullones bei der Überfahrt von Algeciras nach Gibraltar an einem herrlichen Sommerabend genießen konnte.
