

Der Gebirgsbau Sardiniens und seine Beziehungen zu den jungen, circum-mediterranen Faltenzügen.

Von Prof. Dr. A. Tornquist
in Strassburg.

(Vorgelegt von Hrn. BRANCO.)

Vor Jahresfrist habe ich einen gedrängten Bericht¹ meiner stratigraphischen und geologisch-tektonischen Untersuchungen auf der Insel Sardinien gegeben. In der vorliegenden Abhandlung soll allein von dem Gebirgsbau der Insel, ihrem tektonischen Verhältniss zu Corsica und von ihrem muthmasslichen Zusammenhang mit den sie umgebenden, mediterranen tertiären Faltengebirgen die Rede sein.

Die Gebirge Sardiniens gehören ohne Zweifel noch zu den bisher unbekanntesten Gebieten im Bereiche des jungen, circum-mediterranen Gebirgsbogens der Alpen, des Appennin, Siciliens, des nordafricanischen Gebirgszuges, der bätischen Cordillere und der Balearen.

In der französischen Ausgabe des »Antlitz der Erde« von SUSS, in der »Face de la terre« von MARGERIE, BERTRAND u. A. wird in einem kleinen Absatz über Sardinien (p. 306) nur auf das Vorkommen der ausseralpinen Trias in dem von BORNEMANN im Jahre 1881 beschriebenen Gebiete von Gennamari an der Westküste von Sardinien hingewiesen und dann gesagt: »On voit donc que plusieurs questions de la plus haute importance pour l'histoire du bassin de la méditerranée occidentale demeurent encore ouvertes«.

I. Die geologischen Einheiten Sardiniens.

Sardinien und Corsica stellen eine Erhebung im westlichen Mittelmeer dar, welche fast genau meridional verläuft und mit den von SO. nach NW. gerichteten Zügen des festländischen italiänischen Appennin ebensowenig zusammenzugehören scheinen, wie mit dem von O. nach W. verlaufenden ligurischen Appennin und den ligurischen Alpen; auch

¹ Ergebnisse einer Bereisung der Insel Sardinien. Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin. XXXV. 1902. S. 808—829.

kann man sie nicht gut mit den von O. nach W. dahinziehenden Zügen der nordafricanischen Gebirge in Zusammenhang bringen.

Auf den Balearen ist das Streichen der Gebirge ebenfalls schwer mit der äusseren Gestalt von Corsica und Sardinien zu verbinden. Nach NOLAN¹ ist auf Menorca ein nord-südliches Streichen vorhanden, welches sich auf Mallorca nach SW. umbiegt und schliesslich bei Ibiza, gegenüber den östlichen Ketten der bätischen Cordillere, in ein ost-westliches Streichen übergeht.

Dass die Gestalt der Insel Sardinien nicht durch die Richtung jüngerer Antiklinalen und Synklinalen bedingt ist, wird schon durch die plumpen, ungegliederten Küstenformen der Insel angedeutet. Der breite »Rücken« der Insel, die Haupterhebungen, sind dabei dem italiänischen Festlande zugekehrt; es folgen im W. tiefe, sich von N. nach S. erstreckende Niederungen: das breite Grabenthal des Campidano zwischen Cagliari und Oristano und die breite, niedrige Fläche im O. der Nurra di Sassari, zwischen Alghero, Sassari und Portotorres, welche ich im Folgenden gemäss ihres Landschaftscharakters als die Prairie der Nurra von Sassari bezeichnen will. Dort, wo die beiden breiten Niederungen zusammenstossen sollten, breitet sich das mächtige Eruptivgebiet von Macomèr in der mittleren Breite der Insel mit dem Monte Ferru aus. Noch weiter westlich von diesen Niederungen folgen die Gebirgsländer der Iglesiente und Sulcis, ersteres nördlich des Thalgebietes von Iglesias, das letztere südlich davon gelegen. Eine Fortsetzung dieses südwestlichen Gebirglandes Sardiniens entsteigt dem Meere im Norden, wo sich nördlich von Alghero über Cap dell' Argentiera bis zum Cap Falcone das kleine Gebirgsland der Nurra di Sassari ausdehnt.

Im O. der Niederungen des Campidano und der Prairie der Nurra von Sassari unterscheidet man am besten im S. den Sarrabus bis zu einer Linie, welche von Muravera dem Flumendosa-Fluss aufwärts bis Armungia folgt und von dort nach Mandas nach W. schneidet, die Barbagia, welche die Abhänge des höchsten Gebirgscomplexes der Insel, des Gennargentu (Punta Lamarmora 1834^m) bis gegen Nuoro hin einnimmt, das Granitgebiet von Nuoro, an welches sich längs der Thalniederung von Terranova und derjenigen von Ozieri, die Gellura, das Granitgebiet von Tempio, im N. bis zur Küste anschliesst.

Aus der Lagerung der Schichten ergibt sich, dass das Campidano und die Prairie der Nurra zwei geologisch erheblich von einander verschiedene Gebiete trennt, deren Geschiecke schon im Mesozoicum recht

¹ Structure géologique d'ensemble de l'archipel baléaire. Bull. soc. géol. France. 3. sér. 23. 1885. p. 76—91 und Trav. lab. de Grenoble. 3. 1894. p. 29—44.

verschiedene waren. Es zerfällt das Gebirgsstück Sardinien in zwei heterogene Gebiete.

Im W. haben die Gebirge der Iglesiente und der Nurra di Sassari an der jungtertiären bez. alteretaceischen Aufrichtung und Auffaltung der mediterranen Falten Antheil genommen, während im O. der Sarrabus, Barbagia und Gallura von keiner jungen Faltung berührt worden sind.

In der Iglesiente und in der Nurra sind mit andern Worten die mesozoischen Sedimente, die Ablagerungen der Trias-, Jura- und Kreidezeit, in Falten gelegt, während die mesozoischen Ablagerungen der im O. gelegenen Gebiete ihre horizontale Lagerung meist vollständig unverändert beibehalten haben oder doch nur durch Schleppungen an Verwerfungen ein wenig aufgerichtet, jedenfalls nicht gefaltet sind.

Speciell für die Barbagia sind die mit horizontalen Sedimentdecken der Juraformation gekrönten Tafelberge äusserst charakteristische Landschaftsformen. Es breiten sich dort über dem steil aufgerichteten Grundgebirge jurassische Conglomerate, jurassische Kalke und jurassische Dolomite aus. Besonders die letzteren sind äusserst widerstandsfähig gegen die zerstörenden Kräfte der Erosion und der Verwitterung. Wo die Dolomitdecke abgetragen ist, findet eine schnelle Zerstörung der Unterlage statt. Die Folge davon sind steile Abstürze rings um die von der Dolomitdecke gekrönten Plateaus und die schwere Zugänglichkeit der Höhen. Auf den Höhen dehnen sich weithin horizontale, steinige Flächen aus, welche mit wildem Wald von Kork- und Steineichen bestanden sind, in welchem sich nur wenig humöser Waldboden bildet. Es sind dieses die Höhenplateaus zwischen Láconi und Nurri, das Sarcidano, und die unter den Namen Tonneri und Tacchi (sing. Taccu) im sardischen Dialekt benannten Höhen nördlich Seui und westlich und südwestlich Lanusei. Erosionsreste dieser Tafelberge können auch die Form burgartiger Felsthürme, wie man sie aus den Südstaaten der Vereinigten Staaten von Nordamerica kennt, annehmen; eine bekannte Höhe von dieser Gestalt ist die Perda Liana im NO. von Seui, welche ohne besondere Hilfsmittel unbesteigbar ist. Diese unzugänglichen, unübersichtlichen, bewachsenen Tafelberge waren bis vor wenigen Jahren noch die Sitze des vielgenannten sardischen Brigantaggio.

Ausser diesen Fetzen der einstigen mesozoischen Decke befinden sich im Osten Sardiniens noch cretaceische Ablagerungen an der Meeresküste zwischen dem Cap di Monte Santo, nördlich Tortoli bis nach Orosei, ferner auf der Insel Tavolara, welche südlich vom Golf von Terranova liegt und am Cap Figari im Norden dieses Golfes. Auch hier ist die Lagerung der Schichten eine ungefaltete und wenig ge-

neigte. Da ich diese Punkte bisher selbst nicht besucht habe, so muss ich mich auf die vorliegenden älteren Angaben von LA MARMORA¹ beziehen. Dieser beschreibt hier einen Dolomit als Auflagerung auf den Granit bez. auf die krystallinischen Schiefer und über diesen den Hippuritenkalk der oberen Kreide. Nach den vorliegenden Angaben soll der Dolomit unter den Hippuritenkalken auch cretaceisch und nicht mit dem oberjurassischen der Tonneri und Tacchi gleichalterig sein. Die ungefaltete Lagerung dieser Kreide ist auch neuerdings von DE STEFANI² bestätigt worden.

Es stellt sich demnach der axiale und östliche Theil Sardiniens als ein Gebiet dar, welches zur Triaszeit Festland und erst zur Oberen-Jurazeit vom Meere bedeckt und mit Sedimenten versehen worden ist. Wir erhalten für die Gebiete des Sarrabus, der Barbagia und der Gallura das Bild eines mesozoischen hochgelegenen Festlandes, welches durch Transgressionen des Meeres nur zu bestimmten Zeiten bedeckt wurde und welches als befestigte, von N. nach S. sich erstreckende Zone durch die jüngere Faltung nicht überwunden worden ist.

Ich bezeichne diese Zone des centralen und östlichen Sardiniens als die des ungefalteten Vorlandes (vergl. die Karte weiter unten).

Vollkommen anders sind die Ablagerungen und die Tektonik der mesozoischen Ablagerungen im W. Sardiniens. Im Gebiete der Igle-siente und der Nurra di Sassari ist das Mesozoicum in grosser Vollständigkeit vorhanden, wenn auch noch nicht gut bekannt, und diese Ablagerungen sind stets gefaltet oder, falls nur kleine Schollen abgeschlossen sind, stark geneigt. Ein besonders charakteristischer Zug ist derjenige, dass die Ablagerungen der unteren und mittleren Trias nicht wie überall in den circummediterranen Faltenzügen in alpiner oder

¹ Die »Voyage en Sardaique« (III. Band, 1, 1857) von LA MARMORA bildet heutzutage noch fast die einzige Quelle unserer Kenntnisse der Insel. Am Ende der sechziger Jahre wurde das Werk erst von SPANO in das Italiänische übersetzt. Ein neueres Werkchen von COSSU gibt fast nichts durch neuere Beobachtungen erlangtes Neues, sondern ist nur eine Zusammenstellung einiger neuer Daten. Die Oberflächenformen der Insel sind durch die genauen 1 : 25000 und 1 : 50000 ausgeführten Blätter der Carta d' Italia durch das Istituto geografico militare in Florenz genau bekannt geworden. Naturwissenschaftliche und geologische Beobachtungen haben die Kenntniss von der Insel nur wenig über den Stand der Kenntnisse von der Insel nach der LA MARMORA'schen Beschreibung gefördert. Allein die Tertiärversteinerungen Sardiniens sind seit Jahren von LOVISATO mit grossem Erfolg gesammelt und beschrieben worden; auch sind paläozoische Fossilien in einigen ausgezeichneten Monographien von BORNEMANN, CANAVARI u. A. bekannt gemacht worden. — Wichtige Beiträge zur Geologie der vulcanischen Gebilde sind von G. VOM RATH gegeben worden; neuerdings hat DANNENBERG weitere Beiträge gegeben (Centralbl. für Min., Geol. u. Paläont. Stuttgart 1902. S. 331 ff.).

² DE STEFANI, Cenni prel. sui terreni mesozoici della Sardegna. Rendiconti della R. Acc. dei Lincei. VII. 1891. S. 427 ff.

in sogenannter mediterraner Facies, sondern in ausseralpiner, deutscher Facies entwickelt sind. Die eben beschriebene Zone des ungefalteten Vorlandes trennte zur Triaszeit das im heutigen Appennin gelegene Gebiet eines triadisch-mediterranen Meeres von einem sich von der Westküste Sardiniens nach W. hin erstreckenden triadisch-extraalpinen Meere. Das ungefaltete Vorland, welches zur Triaszeit die Faciesgrenze darstellte und im Mesozoicum sich als ein hochgelegenes Festland, das nur zu Zeiten der Transgressionsmaxima vom Meere bedeckt wurde, darstellte, bildete zur Zeit der jüngeren Faltung eine Zone, in deren Bereich diese Faltung nicht stattfand, trotzdem im O. die Appenninfalten und im W. die Faltungen der Iglesiasie und der Nurra entstanden.

Es ist in diesem Stück Sardinien ein fassbares Beispiel gegeben, wie alte mesozoische Faciesgrenzen sich in den Äusserungen der jüngeren faltenden Kräfte widerspiegeln.

Ich bezeichne das westlich von dem ungefalteten Vorlande gelegene Gebiet der Iglesiasie und der Nurra als die Aussenfaltenzzone; auf die Begründung dieser Benennungen komme ich unten zurück.

In der Aussenfaltenzzone sind in den von mir besuchten Theilen der nördlichen Nurra eine Anzahl einfacher Falten und Mulden vorhanden, in denen wohl senkrechte Schichtstellung in den Schenkeln der Falten eintritt, ohne dass es aber oft zu Überkippungen oder Überschiebungen gekommen wäre; es erscheint noch unsicher, ob spätere Untersuchungen solche auf stärkeres Ausmaass der Faltungskräfte zurückzuführende Erscheinungen werden feststellen lassen. In der Nurra ist das Streichen der Falten meist SSO.—NNW., doch finden sich besonders nach Portotorres zu auch Verbiegungen der Falten in andere Richtungen. Neben den Falten treten auch Verwerfungen auf.

In den Triasschollen, an der Westküste bei Gennamari, in der Iglesiasie sind unter dem mächtigen Dünensande nur isolirte Schollen mesozoischer Gesteine, triadischer Kalke, sichtbar, welche schon von BORNEMANN¹ im Jahre 1881 beschrieben worden sind. Das Einfallen der Kalkbänke ist dort stark wechselnd, und die Aufschlüsse sind zu ungenügend, um ein zusammenhängendes Bild des Schichtenaufbaues zu bekommen; dass starke Störungen, nicht einfache Verwerfungen, sondern Faltungen und Aufrichtungen der Bänke vorhanden sind, zeigt aber doch deutlich das starke Einfallen der Schichten an verschiedenen Punkten. Es soll von dieser Trias in einer anderen Abhandlung die Rede sein, über die beobachtete Lagerung machte ich schon in dem vorläufigen Bericht Angaben.

¹ Sul Trias nella parte meridionale dell' isola di Sardegna. Boll. com. geol. d' Italia. 1881. no. 7—8.

An allen anderen Punkten der Westküste Sardiniens, wo mesozoische Schichten noch vorhanden sind, lässt sich die junge Faltung nachweisen; für die Punkte, an denen ich nicht selbst gewesen bin, muss ich auf die Beschreibungen und Abbildungen bei LA MARMORA verweisen, welche aber nicht überall über die Lagerung Auskunft geben.

An der Westseite des Sarrabus befinden sich zwei Schollen mesozoischer Gesteine, der Monte Zari am Golf von Palmas und die Südostecke der Isola di S. Antioco. Es sind am Monte Zari steil aufgerichtete, von N. nach S. streichende Kalkbänke des Dogger, welche eine kleine Gebirgskette bilden. Über die Lagerung der Kreide auf S. Antioco lässt sich leider keine Angabe auffinden.

Nördlich von diesen Punkten, genau westlich von Iglesias, stossen wir wiederum bei Fontanamare auf mesozoische Schichten. Die Kalke des Hochplateaus von Campoma, welche dort steil vom Meere aufsteigen, sind von ZOPPI¹ als triadisch angesehen worden; sind sie diess nach meinen Beobachtungen² auch nicht, so sind doch die Mergel, Schiefer und Conglomerate, welche den Sockel für diese — eocänen — Kalke zusammensetzen, mesozoisch, und zwar cretaceisch. Die steile, zusammengefaltete Stellung dieser an Bryozoen reichen Mergel lässt das Bestehen der jungen Faltung und vor Allem auch ihr Alter genau ermitteln.

Die Faltung muss jünger sein als die gefalteten Kreideschichten und älter als die horizontal gelagerten eocänen Kalke; sie dürfte in die früheste Zeit des Eocän oder in die jüngste Zeit der Kreide fallen.

In den Theilen der Iglesiasente, in welchen keine mesozoischen Sedimente mehr vorhanden sind, sondern wo allein ihre Unterlage ansteht, die Ablagerungen des ältern und jüngern Paläozoicum, lässt sich die junge Faltung natürlich nicht sicher nachweisen, denn alle diese Schichten, mit Ausnahme des Obercarbon, sind schon durch die alte intracarbonische Faltung aus ihrer Lage gebracht und zu einem über die ganze Insel hinziehenden Faltengebirge zusammengestaut worden. Wie weit diese Faltung noch durch eine jüngere Kraft von Neuem verstärkt worden ist, lässt sich nur sehr schwer entscheiden. Auffallend ist aber, dass die Faltung der alten Schichtsysteme in der Iglesiasente eine ganz ungemein viel stärkere ist als im O. und im Centrum Sardiniens, in der Barbágia. Es wäre denkbar, dass diese ungemein viel stärkere Zusammenpressung im W. allein durch die hier

¹ Descrizione geologico-mineraria dell' Iglesiasente. Mem. descr. della Carta geologica d' Italia. IV. 1888. p. 70.

² Vergl. Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. 1902. Siehe oben.

dazugekommene tertiäre Gebirgsbildung hervorgerufen wäre, während zur Carbonzeit die Auffaltung in allen Theilen der Insel annähernd gleich stark eingetreten war; die schwache, aber deutliche Faltung des Carbon von La Cabitza bei Iglesias (vergl. das Profil I) spricht für diese Annahme.

Von der alten Faltung lässt sich sicher sagen, dass sie vor der Ablagerung des obersten Carbon erfolgt ist, denn die discordante Lagerung des Obercarbon in der Iglesiasente und in der Barbágia ist sichergestellt. Für das Alter der paläozoischen Faltung ist das beigegebene, von GAMBERA¹ aufgenommene Profil der Obercarbonmulde von La Cabitza von Bedeutung. Meine Auffassung stimmt allerdings nicht mit der in diesem wiedergegebenen Tektonik der älteren vorcarbonischen, stark aufgerichteten Schichten überein, da ich² eine andere, der ursprünglich von BORNEMANN und von LAMBERT vertretenen Auffassung der Schichtenfolge im alten Gebirge nahekommende Gliederung beobachtet habe, aber deutlich zeigt das Profil die discordante, leichter gefaltete Lagerung des Obercarbon auf den stark gefalteten älteren Bildungen.

Eine vorobercarbonische und nachdevonische Faltung ist dadurch jedenfalls erwiesen.

Ich selbst konnte mich in der Barbágia, im Kohlenbecken von Fondu Corongiu nördlich Séui, von der Discordanz des Obercarbon überzeugen und konnte die Angabe von LA MARMORA dort bestätigen.

Bezüglich der Lagerung und der Schichtenfolge des Alt-Paläozoicum verweise ich auf meinen oben citirten Reisebericht.

Die vorstehende Betrachtung hat uns also gezeigt, dass Sardinien von zwei verschiedenen Zonen von N. nach S. durchzogen wird, von einer im O. der Insel gelegenen, jungen, gefalteten Gebirgszone, von der die Iglesiasente und die Gebirge der Nurra di Sassari Theile bilden und von einer im Centrum und im O. gelegenen, durch die junge Faltung nicht berührte Zone. Beide Gebiete spielen schon zu mesozoischen Zeiten eine ungleiche Rolle; der östliche Theil gibt uns das Bild eines hochgelegenen Festlandes, auf dem nur zur Zeit der maximalen Transgressionen eine Meeresbedeckung eingetreten ist, vor allem zur Oxfordzeit, während in den westlichen Gebieten das Mesozoicum ziemlich vollständig und dabei die Triasformation speciell in ausseralpiner (und auch ausserappenninischer) Facies auftritt. Ich benannte die westlich gelegene Zone als die Aussenfaltzone, die im O. gelegene als die des ungefalteten Vorlandes.

¹ V. GAMBERA. Nella scoperta di fossili nell' Iglesiasente II, Cagliari, Taf. III.

² Vergl. den vorläufigen Bericht S. 812.

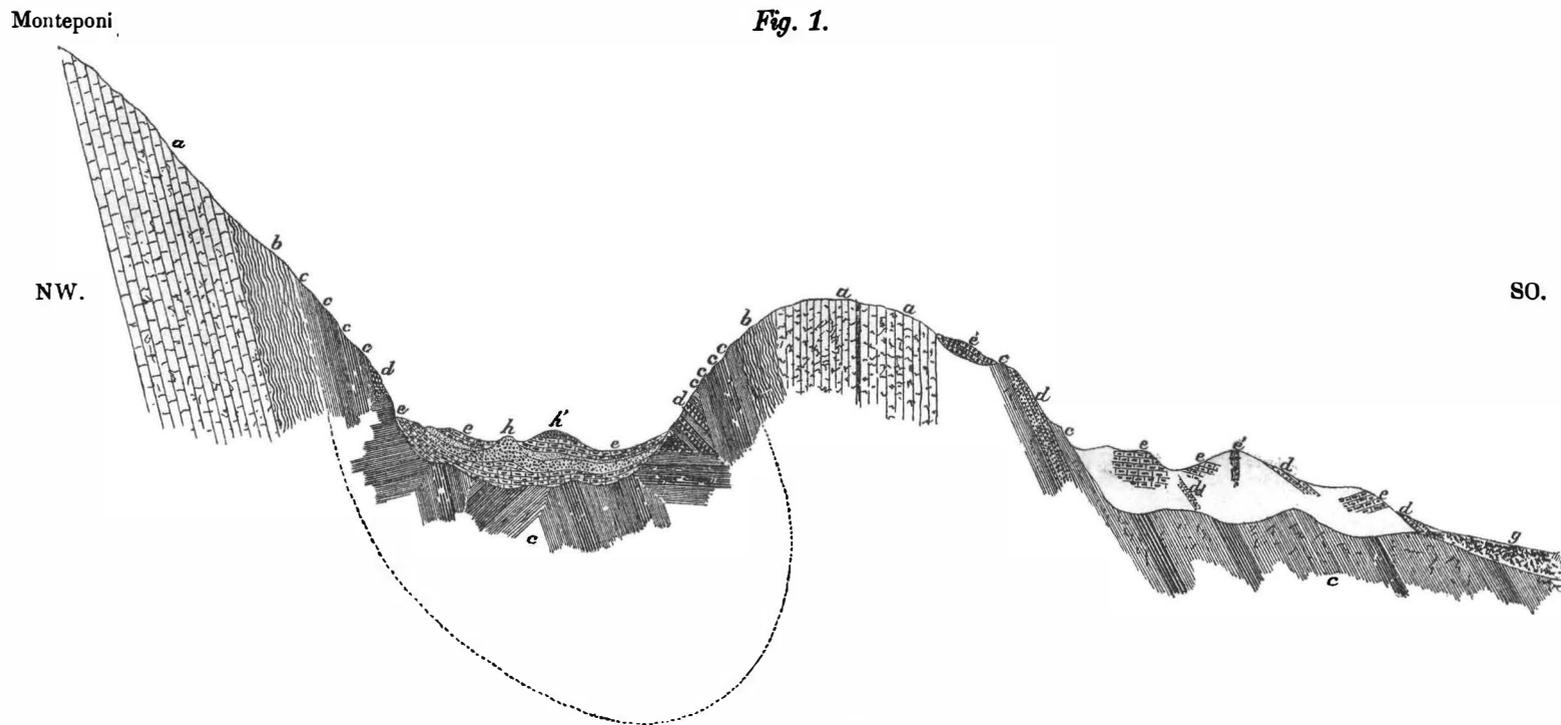


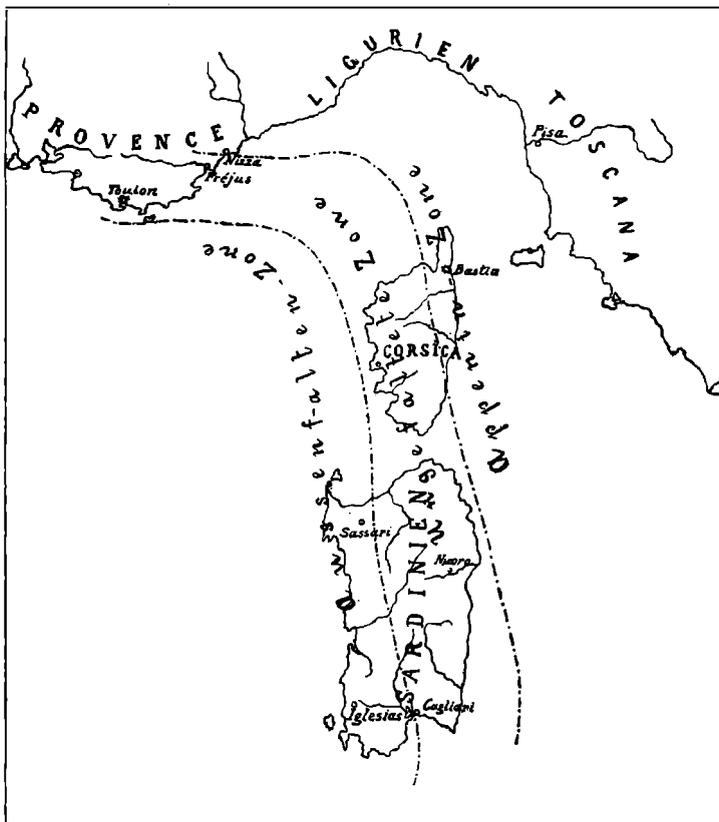
Fig. 1.

Profil durch die Igesiente mit dem aufgelagerten Carbon, welches jüngere Hebung erkennen lässt (nach GAMBERRA). *a* = Kalke, *b* = Kalkschiefer, *c* = verschieden gefärbte Schiefer und Trilobiten, *d* = Quarzite und Trilobiten, *e* = carbonische Kalke und Pflanzen, *e'* = carbonische Schiefer, *g* = Alluvium, *h* = Kalkbreccie, *h'* = Conglomerate.

II. Beziehung Corsicas zu Sardinien.

Wenn wir einen Blick auf eine geologische Übersichtskarte¹ des Mittelmeeres werfen, so wird uns die Rolle, welche Corsica im Vergleich zu Sardinien spielt, leicht klar. Die Hauptmasse Corsicas, der ganze grosse westliche Theil und die von N. nach S. laufende Achse dieser Insel ist die natürliche Fortsetzung der auf Sardinien im Osten

Fig. 2.



Darstellung der geologischen Zonen von Sardinien und Corsica und ihren Zusammenhang mit dem Alpenzuge.

gelegenen Zone des ungefalteten Vorlandes; die Zone der Aussenfalten fehlt dagegen auf dieser Insel vollkommen, sie liegt im O. in der Tiefe des Mittelmeeres; die grosse Granitzone Corsicas ist die Fortsetzung des Granitlandes der Gallura.

Schon die Granitmassive und die Schiefermassen der Insel Asinara im Nordwestzipfel Sardinien zeigt, dass die Zone der Aussenfalten von der Nurra aus nach W. abbiegt und an der Küste Corsicas jeden-

¹ Carte géologique internationale de l'Europe, Berlin, Dietrich Reimer.

falls recht entfernt im W. hinstreicht. Dagegen stellt sich an der Ostküste Corsicas ein neues tektonisches Element ein, welches von Solenzara im S. fast geradlinig von dem Granitmassiv durch einen Bruch, der nach NNW. streicht und bei Pointe de l' Alciolo die Nordküste Corsicas erreicht, abgeschnitten wird. In dieser Zone finden mesozoische, vornehmlich triadische Schichten eine grosse, fast die alleinige Verbreitung; ausser Ablagerungen der Triasformation ist hier nur noch Infralias bekannt. Über die gefalteten Lagerungsverhältnisse des Mesozoismus in dieser Zone hat HOLLANDE¹ eingehende Mittheilungen publicirt. In der »Etude sur la constitution géologique de la Corse« von M. NENTEN² heisst es nur: »Sur les terrains permo-triasiques repose une formation calcaire et dolomitique toujours assez peu puissante et consistant en cargneules de teinte jaune séreuse, souvent superficielle, en calcaires dolomitiques cloisonnés, enfin en calcaires plus compacts. Les parties inférieures et moyennes de la formation renferment en un ou deux endroits des lentilles de gypse; elles ressemblent de tous points aux cargneules gypseuses constituant la partie supérieure du Trias des alpes maritimes et doivent être considérées comme faisant partie de cet étage.«

III. Das Wesen der geologischen Zonen Sardiniens.

Es geht aus dem Vorstehenden klar hervor, dass die Triasfacies im Osten Corsicas sich ausserordentlich scharf von derjenigen der Aussenfaltenzone Sardiniens unterscheidet, dass sie der unvollständigen und küstennahen Entwicklung der mediterranen oder alpinen Triasfacies, welche auf den Höhen der centralen Westalpen angetroffen wird, entspricht, und dass auch hier wiederum die tertiäre, posteoocäne Aufaltung erfolgt ist.

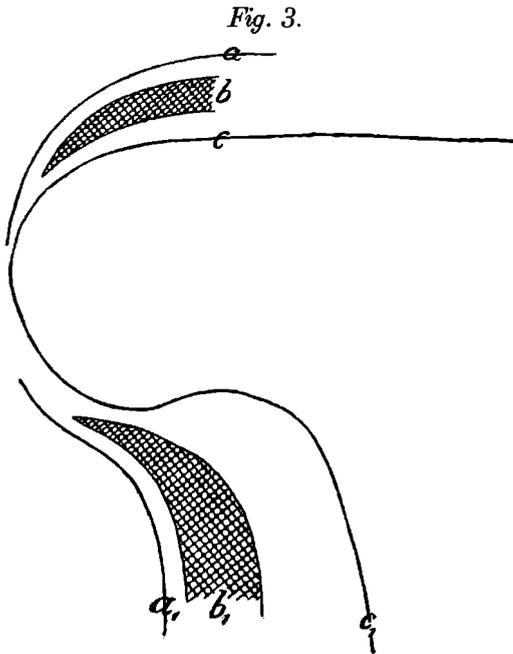
Es ist diess deshalb von Wichtigkeit, weil hieraus klar hervorgeht, dass die Zone des ungefalteten Vorlandes in der That zur Triaszeit in diesen Gebieten die Grenze zwischen der ausseralpinen und der alpinen Trias bildete und dass diese Zone zu jener Zeit in der That eine, wenn auch nur schmale Landbarre bildete. Diese Landbarre zieht also durch den östlichen Theil Sardiniens und durch den westlichen Theil Corsicas. Es muss diese Landbarre eine ähnliche Rolle zur Triaszeit gespielt haben wie die unter der schweizerischen und oberbayerischen Hochebene begrabene Landbarre, auf welcher jedenfalls am Fusse des Schwäbischen Juras auch der Keuper unter Ausfall des Bunt-

¹ Géologie de la Corse. Annales des sc. géol. IX. Paris 1877.

² Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique de la France. Paris 1897.

sandsteines und Muschelkalkes über das alte Gebirge transgredirt, also jene Landbarre, welche das ausseralpine Triasmeer des Juragebirges von dem alpinen des Alpengebietes trennte. Diese Landbarre blieb im Mittelmeer wie in der Schweiz zur Tertiärzeit auch nahezu ungefalteter.¹

Diese Landbarre und die Faciesgrenze läuft nun zur ligurischen Mittelmeerküste hinüber. Man könnte sie entweder dort vermuthen, wo das Massiv der Seealpen unter der jungen Flyschdecke zwischen



Skizze des Alpenbogens mit den beiden anhängenden Aussenfaltenbogen. An der Wendung des Alpenbogens von Ligurien in das Wallis entfernt sich nach N. von den Alpen (c) das Juragebirge (a), zwischen beiden liegt die schweizerische Hochebene (b); nach S. entfernt sich vom Appennin (c₁) die sardische Aussenfaltenzone (a₁) und schliesst das ungefaltete corsische und sardische Hochland (b₁) ein.

Appennin. Der Jura löst sich im Dauphiné vom Alpenzuge ab, so wie, wie wir sehen werden, die sardische Aussenfaltenzone in der Provence sich von den Alpen ablöst. Während die ungefaltete Zwischen-

Albenga und Ventimiglia hindurchsetzt, denn die Trias von Savona-Noli² ist alpin, die von Toulon ausseralpin, oder dort, wo die Chaîne des Maures in einem Complex älterer Schichten unter den jüngeren Sedimenten zu Tage kommt.

Genau so, wie die Aussenfaltenzone Sardiniens durch eine mesozoische Festlandsbarre und eine zur Tertiärzeit nicht in die Faltung einbegriffene, ungefaltete Zone von den tertiären Appenninfalten getrennt ist, genau so ist der schweizerische Jura durch dasselbe Element, hier die schweizerische Hochebene, von den tertiären Alpenfalten getrennt.³ Die Aussenfaltenzone Sardiniens ist dem Juragebirge geologisch homolog und ebenso wie dieses ein Appendix des grossen tertiären Faltenbogens der Alpen und des

¹ Abgesehen von den südlichen, randlichen Molassefalten der schweizerischen Hochebene ist hier bisher noch keine Faltung nachgewiesen.

² Neues Jahrbuch für Min., Geol. u. Paläont. 1900, I, S. 176 f.

³ Wenn wir von den schwachen randlichen Molassefalten der schweizerischen Hochebene absehen, so ist eine tertiäre Faltung hier ebenfalls nicht nachgewiesen oder anzunehmen.

zone in Corsica und Sardinien noch als Gebirge orographisch hervortritt, ist in der Schweiz diese Grenzzone in die Tiefe gesunken und bildet eine Hochebene; trotzdem sind beide geologisch homolog.

Die natürliche Fortsetzung der schweizerischen Hochebene ist die bayerische Hochebene; an der nördlichen, also »äusseren« Grenze dieser, schon im Gebiete des schwäbischen Jura, sind die vulcanischen Centren des Hegau, von Urach und des Ries von Nördlingen gelegen; an der äusseren Grenze der sardischen »ungefalteten Zone« liegt diesen vulcanischen Centren allem Anscheine nach homolog das Eruptionsgebiet von Macomer.

Die den östlichen Zipfel von Corsica zusammensetzende Zone kommt damit in natürliche Beziehung zu dem Appennin. Sie findet ihre Fortsetzung in dem Triasgebiet von Savona und Albenga. Das Homologon zu der westsardischen Aussenfaltzone lässt sich nun ebenfalls leicht erkennen. Diese verhält sich zum Appennin, wie das schweizerische Juragebirge sich zu den Alpen verhält; in beiden ist die Triasformation in ausseralpiner Facies entwickelt; in beiden sind die mesozoischen Ablagerungen deutlich, aber im Verhältniss zu den Alpen und dem Appennin weniger intensiv gefaltet. Diese sardische Zone bildet eine Aussenfaltzone des Appennin, wie das Juragebirge eine solche der Alpen bildet.

IV. Zusammenhang der Gebirgssysteme Sardiniens mit denen des Festlandes.

Nachdem somit die Rolle festgestellt ist, welche die Gebirge Sardiniens und auch Corsicas gegenüber den Appenninfalten spielen, fragt es sich, wo nun die Festsetzung der Aussenfaltzone der Westküste Sardiniens zu suchen ist.

Wir wissen, dass das Juragebirge einen Appendix der Alpen darstellt, welcher sich im Dauphiné unweit Grenoble langsam von dem Hauptgebirge loslöst¹ und im Mont Salève bei Genf die erste Selbständigkeit erreicht und von dort immer mehr von den Alpen divergirt; es ist also wohl zu erwarten, dass die östlichen Gebirgszüge Sardiniens in ähnlicher Weise sich an irgend einer Stelle von dem Hauptzug des tertiären Faltenzuges abzweigen. Wo das geschieht, ist aber sehr schwer zu sagen, da die Ostküste Sardiniens weithin durch Meer von dem nächsten Festland getrennt ist.

¹ Als Theilnehmer der im Anschluss an den achten internationalen Geologen-Congress unternommenen Excursion in den Dauphiné konnte ich diese im Aufbau der Alpen so wichtige Stelle unter der lehrreichen Leitung KILIAN's selbst kennen lernen.

Wo keine geologischen Untersuchungen in Zukunft möglich sein werden, sind Vermuthungen der einzig mögliche Weg, um ein System in das thatsächlich Beobachtete zu bringen. Der folgende Versuch einer construirten Verbindung der ligurischen und tyrrhenischen Gebirgsinseln sei daher, da die Meeresbedeckung uns die Gebirgszüge verhüllt, erlaubt.

Für den muthmasslichen Zusammenhang von Corsica mit dem Festlande geben uns die Tiefenverhältnisse des ligurischen Meeres Aufschlüsse. Der Verlauf der 200- und 500-Faden-Tiefenlinien in jenem Meerestheile lässt deutlich erkennen, wie die gefaltete, mesozoische Zone der Ostküste Corsicas sich in Form einer submarinen Barre an den ligurischen Appennin anschmiegt und die Umbiegung der östlich von Genua befindlichen Rivieraküste mitmacht. Die nach W. hinzeigende Ausbiegung der 1000-Fadenlinie südlich von Genua weist dann auf eine Verbindung dieser Zone etwa mit der Küstenregion hin, welche zwischen Albenga, dem Ausgang des breiten Arroscithales, und San Remo liegt; es ist diess die Stelle, an welcher die krystallinischen Seealpen unter der Flyschdecke das Meer erreichen müssen. Es entsteht nun die Frage, ob die ostcorsische Zone mit der festländischen Triaszone, welche zwischen Savona und Albenga die Küste erreicht, zusammenhängt, oder ob sie mit der mesozoischen Zone zwischen Ventimiglia und Cannes in Zusammenhang zu bringen ist. Die Triaszone Savona-Albenga¹ ist schon früher von mir als die südöstliche Fortsetzung der die Seealpen östlich begleitenden Zone, also der Zone des Briançonais erkannt worden, welche die innere krystalline Zone von der äusseren krystallinen Zone der Westalpen trennt. Dagegen ist die mesozoische Zone von Nizza als die Fortsetzung der Zonen von Gap und Digne, als die äussere Kalkalpenzone anzusehen.

Nach dem Streichen der Faltenzüge an der westlichen Rivieraküste und in der mesozoischen Zone auf Corsica kann man nur geneigt sein, die ostcorsische Zone mit der zuletzt genannten Zone von Nizza in Zusammenhang zu bringen. Dafür spricht der etwas anormale, fast nordsüdliche und sich an der Küste plötzlich nach O. wendende Faltenwurf der Schichten um Nizza; die Richtung des letztern weist auf die beschriebene, von der Nordspitze Corsicas sich dem Continent nähernde Untiefe des Meeres hin. Es würde dann auch die Facies der Trias, welche nach den Angaben von NENTIEN in Corsica übereinstimmt, mit der von S. Sauveur und Guillaume am Westfusse des Massives der Seealpen in dieser selben Zone gleich ausgebildet sein.

Es wäre dann die südliche Fortsetzung der äusseren Zone der Westalpen, die Zone der Seealpen, östlich von Corsica zu suchen und

¹ Neues Jahrbuch für Min., Geol. u. Paläont. 1900, I, S. 176 f.

dürfte vielleicht der Aufbruch der archaischen Gesteine auf Elba als eine isolirt aus dem Meere schauende Höhe dieser Zone anzusehen sein.

Die ungefaltene Aussenzone Corsicas und Sardiniens wäre dann aber mit dem auf dem Continente so räthselhaften Aufbruch der Montagne des Maures in Verbindung zu bringen, und in der That sind zahlreiche tektonische Homologien zwischen den Maures und der krystallinen Zone Corsicas und Sardiniens vorhanden.

Der inhaltreichen Monographie von WALLERANT¹ über die Chaîne des Maures entnimmt man, dass dort wie in dem Esterel-Gebirge die Facies der Triasablagerungen ausseralpin ist und dass die Trias-schichten und die oberen Permschichten ungefaltete, dem gefalteten Grundgebirge und zum Theil dem ältesten Perm discordant aufgelagert sind. Eine grosse Anzahl posttriadischer — wohl tertiärer — Verwerfungen haben das Gebiet zerstückelt; an ihnen haben die triadischen Sedimente wohl hier und da eine Aufrichtung, aber nirgends eine Faltung erfahren. Die Abbildungen 1, 2 und 3 auf der Tafel VIII bei WALLERANT stellen diese Lagerungsverhältnisse sehr klar dar. Ein grosser Wechsel der krystallinischen Schiefer und der in sie eingedrungenen Tiefen- und Ganggesteine ist hier ebenso wie auf Corsica und Sardinien vorhanden. Eine Abweichung im Gebirgsbau der Maures und des Aufbaues von Sardinien besteht allein darin, dass hier noch von N. her permische und ausseralpine triadische Sedimente über die vorher aufgerichteten Gebiete transgredirt haben, während auf Sardinien die Sedimente vollständig zwischen dem Alt-Paläozoicum und den transgredirenden oberjurassischen Ablagerungen fehlen.

Wir sehen so, dass die Auffassung der krystallinen und paläozoischen Zone Corsicas und Sardiniens zusammenhängt mit der Auffassung, welche wir von der Chaîne des Maures in Südfrankreich haben. Beides sind mit der Alpenfaltung nicht in Zusammenhang stehende Gebiete, welche sich als ungefaltete gebliebene Massive an der Hauptfaltenzone befinden.

Wenn wir nun die Fortsetzung der westsardischen Aussenfaltenzone auf dem Continente aufsuchen, so werden wir auf die Faltungs- und Überschiebungszone von Toulon geführt. Da das Streichen der Falten von Toulon und dasjenige der Nurra di Portotorres auf Sardinien recht wohl mit einander in Einklang stehen, so ist diese Verbindung auch durchaus wahrscheinlich. Eine Bestätigung — auf welche ich besonders Werth zu legen geneigt bin — erblicke ich auch in der facieell übereinstimmenden Ausbildung des Mesozoicum, besonders der Triasformation in beiden Gegenden.

¹ Étude géologique de la région des Maures et de l'Ésterel. Paris (Thèse de la faculté de Paris 1889).

Damit wäre ein Anschluss der Gebirgssysteme Sardiniens und Corsicas an die festländischen europäischen Faltungszüge des tertiären circummediterranen Gebirgsbogens vorhanden.

Eine ganze Reihe weiterer Gesichtspunkte für den geologischen Aufbau der westlichen Mittelmeerländer ergeben sich nun noch aus dem hier Dargestellten; das interessanteste Problem, dem ich mich auf meinen späteren Reisen besonders zuwenden will, ist die Art des Zusammenhanges, welcher zwischen den Linien der jungen Faltung und den Linien, an denen im Mesozoicum die Faciesverhältnisse wechselten, bestehen muss.

Die Beziehungen dieser Linien zu einander sind ja im ganzen Aufbau der Alpen zu verfolgen. Die grossen Überschiebungen, an denen die nördlichen Ostalpen auf die Westalpen im Allgäu und in Graubünden geschoben sind, und welche ROTHPLETZ und STEINMANN in neuerer Zeit studirt haben, sind an mesozoischen Faciesgrenzen erfolgt.

Die Grenze zwischen der lombardischen und der venezianischen Ausbildung der südalpinen, mesozoischen Sedimente ist von den judicarischen Falten und Überschiebungen in der Tertiärzeit wiederum verfolgt worden.¹

Kehren wir nun wieder zur Betrachtung Sardiniens zurück, so ist eine weitere Frage zu lösen, nämlich die, wo die südliche Fortsetzung der Aussenfaltzone zu suchen ist.

Es ist von dieser ganzen Zone ja nur ein schmaler Streifen an der Westküste der Insel vorhanden; es muss vermuthet werden — wie es auch aus dem verhältnissmässig flachen Abfall der Küstentiefe wahrscheinlich wird —, dass der Haupttheil des Faltenzuges submarin an der Küste entlang verläuft. Von einer Fortsetzung dieser Zone nach irgend einer Richtung hin, etwa auf die Nordküste von Africa zu, ist aber nichts zu bemerken. Es fehlt vollständig an irgend welchen Anhaltspunkten, auch nur eine Vermuthung aufzustellen, dass sich die Aussenfaltzone Sardiniens noch in andere Gebiete des Mittelmeeres fortsetzt. Es ist daher vor der Hand wohl das Wahrscheinlichste, dass diese Aussenfaltzone, wie auch das Juragebirge nach und nach seinen Charakter als Faltenzone einbüsst und sich langsam in grösserer Entfernung vom Alpenbogen verliert.

¹ Vergl. Geolog. Führer durch Oberitalien I. 1902, S. 37