

Die Gliederung und Fossilführung der ausser-alpinen Trias auf Sardinien.

Von Prof. Dr. A. TORNQUIST
zu Strassburg.

(Vorgelegt von Hrn. BRANCO.)

Im Frühjahr 1904 setzte ich meine im Jahre 1902 begonnene Untersuchung der Triasablagerungen der Insel Sardinien fort und gelangte durch die Feststellung eines fast lückenlosen Profils der gesammten Trias und durch die Auffindung zahlreicher wichtiger Fossilien, wie vor Allem verschiedener nodoser Ceratiten, zu einem Abschluss dieser Untersuchungen auf Sardinien.

Meine Bereisung der Insel im Jahre 1902¹ hatte sich auf den Besuch sämtlicher Localitäten Sardinien erstreckt, von welchen bisher Trias beschrieben worden war. Das Resultat dieser Untersuchung war im Allgemeinen das gewesen, dass Triasablagerungen nur nahe der Westküste der Insel auftreten, in dem Gebiete der sogenannten »Aussenfaltenszone«², während im Centrum der Insel, im Bereiche der »ungefalteten Zone«, der obere Jura direkt dem alten Gebirge transgredirend aufgelagert ist.

Über das jurassische Alter dieser transgredirenden Schichten im centralen und östlichen Theile der Insel kann jetzt ein Zweifel nicht mehr bestehen, nachdem seither GIOTTO DAINELLI³ eine monographische Beschreibung der Fossilien dieses Horizontes gab, nach welcher die transgredirenden Schichten dem Bathonien angehören, was auch schon L. PAMPALONI⁴ im Jahre 1900 wahrscheinlich gemacht hatte. LOVISATO⁵ hat aber auch neuerdings daran festgehalten, dass

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

² Der Gebirgsbau Sardinien und seine Beziehungen zu den jungen, circum-mediterranen Faltenzügen. Ebenda. 1903. XXXII. S. 685.

³ Fossili batoniani della Sardegna. Boll. soc. ital. 1903. XXII. S. 253.

⁴ I terreni carboniferi di Seui ed oolitici della Perdaliana. Rend. della R. Acad. dei Lincei. 1900. IX. 1^o sem. 5^a. fasc. II^o.

⁵ Rend. del R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. ser. 2^a. vol. 36. 1903.

die basalen Conglomerate und die pflanzenführenden Sandsteine, welche über dem alten Gebirge als Unterlage der oberjurassischen Serie lagern, den Buntsandstein repräsentiren, und zwar beruft sich dieser verdiente Geologe Sardinien's darauf, dass diese Ablagerungen Pflanzenreste erhalten, unter denen ein *Pterophyllum* deutlich erkennbar ist.

Eine genauere Prüfung dieser Blätter auf Grund des vorhandenen, mir von Hrn. Prof. LOVISATO freundlichst zur Verfügung gestellten Materiales ergab aber — worauf mich Hr. Graf zu SOLMS LAUBACH zuerst aufmerksam machte —, dass diese Formen nicht zur Gattung *Pterophyllum*, sondern zu *Ptilophyllum* zu stellen sind, also einer Pflanze angehören, welche in der jurassischen Serie der Gondwanaschichten und im Dogger Englands vorkommt.

Es finden sich in den weinrothen Sandsteinen und Arkosen von Laconi ausser dieser Cycadaceen-Art, welche dem *Ptilophyllum cutchense* MORR. (Palaeont. indica. Ser. XI. 2. 1877. Taf. VI) sehr nahe steht, wenn sie mit dieser Art nicht vielleicht identisch ist, noch andere Pflanzenreste, welche ich mit den ebenfalls jurassischen Gattungen *Coniopteris* und *Otozamites* identificiren konnte.

Bei *Ptilophyllum* cf. *cutchense* sind die Gattungsmerkmale sehr deutlich ausgeprägt und Unterschiede von *Pterophyllum* sehr deutlich erkennbar. Vor Allem sind die Fiedern nicht rechtwinkelig zur Spindel gestellt, sondern nach oben gerichtet; ferner sind die Fiedern der beiden Seiten nicht gegenständig, sondern alternirend gestellt; vor Allem aber sitzen die Fiedern der Spindel nicht mit gerader Basis auf, sondern sie sind am Grunde verschmälert und abgerundet. Diese von *Pterophyllum* stark abweichenden Merkmale kommen auch in dem ganzen Habitus der Wedel deutlich zum Ausdruck; dadurch, dass die Befestigung der Fieder an der Spindel an der Oberseite der letzteren erfolgt, sind Abdrücke der Ober- und Unterseite der Wedel sehr verschieden; die Fiedern sind stark nach oben gerichtet und gebogen, während die Spitzen wiederum nach unten hängen.

Ptilophyllum cutchense ist aber eine Pflanze des indischen mittlern Jura, und zwar liegt sie in Schichten, welche dem Unteroolit gleichzustellen sind. Es stimmt diese Altersbestimmung also bestens mit derjenigen der darüberliegenden, fossilreichen Kalke, welche dem Bathonien angehören, überein.

Nachdem es nunmehr heute feststeht, dass keine Ablagerung der ungefalteten Sedimentdecke in Central-Sardinien der Trias angehört, habe ich meine diesjährige Untersuchung ausschliesslich auf die Nurra von Alghero und Porto Torres in Nordwest-Sardinien beschränken können.

Ich hatte mich auch in diesem Jahre der lebenswürdig gewährten Hülfe von verschiedenen Seiten zu erfreuen. Vor Allem besass Se.

Excellenz der Hr. Staatsminister von TIRPITZ die Güte, mir in Alghero seine Pferde zur täglichen Verfügung zu stellen, und war mir Hr. Verwalter CALVINO dort in jeder Weise behülflich. Hr. Prof. BÜCKING hatte die Freundlichkeit, die Bestimmung der von mir mitgebrachten Eruptivgesteine vorzunehmen und mir zur Verfügung zu stellen. Auch in diesem Jahre begleitete mich Hr. Dr. K. DENINGER, welcher sich nach der Feststellung der interessanten tektonischen Verhältnisse in der Nurra die Aufgabe gestellt hat, im kommenden Jahre eine genauere tektonische Untersuchung der Nurra vorzunehmen, sich in diesem Frühjahr aber vor Allem mit den Jura- und Kreide-Sedimenten beschäftigt hat. An der Reise nahm heuer auch Hr. stud. geol. KARL BODEN Theil.

Die Tektonik der südlichen Nurra offenbarte sich nicht unwesentlich anders, als ich es nach dem Besuch der nördlichen Berge (des Mte. Santa Giusta) von Porto Torres aus erwartet hatte. Während der Mte. Santa Giusta ein leicht gefaltetes Gebirgsstück darstellt, tritt im Süden (am Mte. Doglia, Timidone, usw.) die tertiäre Faltung stark zurück, und an ihre Stelle treten Verwerfungen von sehr beträchtlichen Sprunghöhen und Überschiebungen auf, welche sich vielleicht bei weiterer Untersuchung als von grösserem Ausmaasse herausstellen könnten und vielleicht nicht unähnlich denen sein dürften, welche MARCEL BERTRAND in der Basse Provence hat feststellen können. Über diese Tektonik der Nurra, welche auf dem ersten Anblick einfach erscheint, dürfte noch lange nicht das letzte Wort gesprochen sein.

Es sei hier nur hervorgehoben, dass die Darstellung, welche dieser nordwestliche Theil der Insel auf allen Karten (so auch auf der Carte géologique de l'Europe) erfahren hat, eine stark von den wirklichen Verhältnissen abweichende ist. Die grosse Gebirgsgruppe des Mte. Forte, welche als Trias kartirt ist, besteht aus alten Schiefen (Quarzitschiefern und Glimmerschiefern), der Mte. Doglia, welcher als Kreide angegeben wird, besteht aus Jura-, der Südfuss der Nurra aus Kreideschichten. Der Streifen mesozoischer Sedimente, welcher südlich Alghero an der Küste aufgeschlossen ist, wird nicht aus Jura, sondern aus Trias-sedimenten aufgebaut. Das geologische Bild der Nurra dürfte nach genauerer Untersuchung ein vollständig anderes werden.

In der vorliegenden Mittheilung soll noch kein Versuch gemacht werden, auf diese tektonischen Fragen, welche die Nurra der zukünftigen Untersuchung — jetzt gerade nach der genaueren Altersbestimmung der verschiedenen Sedimente — stellt, einzugehen. Meine Arbeit beschränkte sich vorläufig auf die Feststellung der Schichtenentwicklung der sardischen Trias und auf die Aufsammlung der in ihr enthaltenen Fossilien. Fest steht nur, dass sich eine Anzahl grosser

Brüche durch die Nurra hindurch verfolgen lassen. So verläuft eine sehr ausgesprochene, grosse Störung von N.N.W. nach S.S.O., von den Höhen südlich Mte. Santa Giusta am Ostfuss des Mte. Rosso und Mte. Forte bis nach Alghero zu. Diese Störung trennt die südlichen Ausläufer des Muschelkalks des Giusta-Berges von den paläozoischen und azoischen Schiefergesteinen, welche den westlichen Theil der Nurra zusammensetzen. Eine andere Störung dürfte von W.S.W. nach O.N.O. am Südfuss des Mte. Forte-Massives, an den felsigen Hügeln der Punta li Candaleri, entlang verlaufen und liess hier die triadisch-jurassische Scholle des Mte. Zirra absinken.

Das Vorkommen von Triasschichten in der Nurra.

Triasablagerungen treten in dem Gebiete von Alghero und Portotorres in drei von einander getrennten Gebieten auf:

1. südlich von Alghero an der Küste unter der Bedeckung einer diluvialen Hochterrasse,
2. am Mte. Zirra in der südlichen Nurra,
3. nördlich des Mte. Forte in der nördlichen Nurra bis zum Mte. Santa Giusta.

Die Trias des Mte. Santa Giusta wurde von mir bereits im Jahre 1902 eingehend geschildert; ich brauche auf diese daher nur vergleichsweise einzugehen. Hr. Dr. DENINGER, welcher in diesem Jahre dieses Gebiet noch einmal allein in seiner südlichen Verlängerung begangen hat, stellte fest, dass der Muschelkalk sich vom Santa Giusta nach Südosten bis in den Höhenzug des Mte. Correda erstreckt und dass das Thal Baddi Campu Chervaggiu wohl die östliche Grenze sein dürfte, weil bereits bei der Ovile Zamburra jüngerer Mesozoicum angetroffen wird. Der grösste Fossilienreichtum und die beste Gliederung der Schichten wurde dagegen von mir in der südlichen Umgebung von Alghero und am Mte. Zirra beobachtet.

Von den Felsen, auf denen die alte Stadt Alghero gebaut ist, bis fast zur Punta Padrellu, vier Kilometer südlich Alghero, wird die Steilküste ausschliesslich von Triasgesteinen aufgebaut. Buntsandstein und Muschelkalk mit einer ganz geringmächtigen Überlagerung von Mergelschichten, welche schon dem unteren Keuper angehören, treten hier leicht gefaltet mit im Allgemeinen südwest-nordöstlichem Streichen zu Tage. Die Untersuchung der Schichten ist nur an der felsigen Küste selbst möglich, weil das von dem Meere nicht abgewaschene Gehänge von einer Decke einer altdiluvialen sandigkalkigen Muschelbreccie bedeckt ist, welche auch weiter landeinwärts die Trias vollständig verhüllt. Diese altdiluvialen, marinen Schichten reichen

bis zu 80^m über dem Meere, und sie beweisen hier sehr drastisch, dass die Umgebung von Alghero sich seit dem Diluvium um mindestens 80^m gehoben hat. Noch bis in die südliche Nurra hinein und in die nordöstliche Umgebung von Alghero tritt dieses Sediment im Zusammenhang auf.¹ Schon LAMARMORA hat diese Bildung richtig erkannt und an vielen anderen Punkten des nordwestlichen Sardiniens wiedergefunden.² Oben auf der Höhe über dem Steilabfall zum Meer befinden sich in den untersten Bänken dieser Ablagerung grosse, gerundete Blöcke des Muschelkalks und lose gerollte Muschelkalkfossilien, vor Allem beobachtete ich gerollte Exemplare von *Nautilus bidorsatus*. Es ist oft sehr schwer zu entscheiden, ob diese lose gefundenen Fossilien direct aus den jüngst verwitterten Muschelkalkbänken stammen, oder ob sie schon herausgewittert in der altdiluvialen marinen Hochterrasse eingebettet gewesen sind. Ein weiter Transport kann für diese in den diluvialen Schichten eingeschlossenen Versteinerungen und Blöcke auf keinen Fall angenommen werden, denn dieselben entsprechen stets den direct unterliegenden Ursprungsschichten. Die abgerollten *Nautilus bidorsatus* fanden sich nur an der einen Stelle, wo der oberste Muschelkalk direct unter der jungen Terrasse ansteht.

An einem Punkte nur überragen die Muschelschichten die obere Grenze dieser Terrasse und sind dort in etwas grösserer Entfernung vom Ufer frei von jüngerer Bedeckung. Es ist das an der 108^m hohen Punta. Argentiera der Fall, auf deren Gipfel eine grössere Scholle Muschelkalk freigelegt ist, auf welcher hier aber local nach Osten hin eine mit Galmei angereicherte Gehänge- und vielleicht auch Spaltenbreccie auftritt.

Über die Lagerung der Triassschichten am Steilgehänge zum Meere hin stellte ich Folgendes fest:

Unmittelbar südlich Alghero bei der Sperone-Bastion treten zunächst südöstlich einfallende, feste, dunkle Dolomitbänke auf, welche mit Kalkbänken wechsellagern, aber keine Fossilien zeigten; es dürften die Dolomitbänke des mittleren Muschelkalks sein. Etwa 300^m südlich Alghero schneidet eine Vorwerfung diese Scholle ab, es fallen hier die Bänke des mittleren Muschelkalks plötzlich westsüdwestlich ein. Das Gestein besteht hier aus einem zellig zerfressenen Dolomit, in dem gelbe, steinmergelartige Dolomite und einige Kalkbänke eingelagert sind. Weiter südlich ändert sich das Fallen bald von Neuem; es treten einige kleine Sättel und Mulden in den gleichen Bänken des mittleren

¹ Seit prähistorischer Zeit ist eine weitere Bewegung des Strandes hier jedenfalls nicht eingetreten, denn die Nuraghen, jene uralten Steinhürme, befinden sich heute noch nahe dem Meere.

² Voyage en Sardaigne. III. Theil. 1857. S. 357.

Muschelkalks auf. Dann folgen schwebend gelagerte, klotzige, blaue Muschelkalke, welche ein wesentlich anderes Bild gewähren als die Bänke des mittleren Muschelkalks. Sie gehören dem oberen Muschelkalk an, und hier ist die einzige Stelle am Steilabfall der Küste, an welcher der obere Muschelkalk in seiner ziemlich fossilreichen Ausbildung vollständig bis zum Keuper hinauf aufgeschlossen ist, die Stelle, an welcher das später zu besprechende, detaillierte Profil mit den Fossilien aufgenommen worden ist. Über der Steilkante des felsigen Abfalles zum Meer treten die mergeligen und knolligen Kalkbänke des *Nodosus*-Horizonts in leicht geneigtem Hange auf.

Das Liegende dieses ganzen Kalkcomplexes hebt sich weiter nach Süden hin mit nordwestlichem Einfallen langsam aus dem Meere heraus; es zeigen sich bald von Neuem die Dolomite des mittleren Muschelkalks. Dann verschwindet der Muschelkalk auf grössere Entfernung unter einer bis zum Meere hinabreichenden Bedeckung der quartären Kalksandsteine, und es zeigt sich dann an der Cala Bona ein felsiger, ins Meer hineinragender Gang jungen Liparits, welcher die Triassedimente durchsetzt.

Jenseits des Liparits erscheint nun zunächst die obere Partie des Buntsandsteins, von dem später an dieser Stelle ein genaues Profil beschrieben werden wird. Sodann wird das Mesozoicum von Neuem auf einer kleinen Strecke fast ganz von dem Quartär bedeckt, nur in der Brandungszone ragen einige Schollen des unterlagernden Buntsandsteins hervor. Kurz vor dem nördlich Punta Padrebella vorspringenden Cap erscheint Muschelkalk noch einmal, und zwar in Gestalt östlich und nordöstlich einfallender, schliesslich stark gefalteter, fester Kalkbänke des unteren Muschelkalks. Die kleine, felsige Insel, welche hier aus dem Meere auftaucht, bildet die Axe eines kleinen Sattels, in dem Dolomite des untersten Muschelkalks von etwas höheren Kalkbänken überlagert werden. Hier findet dann ein jähes Abschneiden der Triassedimente dadurch statt, dass ein rother, fester Trachyttuff auf weite Strecke bis an's Meer hinan tritt.

Ein weiterer Aufschluss des unteren Muschelkalks mit Fossilien befindet sich im Übrigen nur auf dem Gipfel der Punta Argentiera, wo westnordwestlich einfallende untere Muschelkalkbänke aufgeschlossen sind.

Das Bild, welches die Trias in diesem Küstenstreifen südlich Alghero zeigt, setzt sich also aus einer schwach gefalteten, von SW. nach NO. streichenden Schichtenserie zusammen, in welcher einige in Streichen verlaufende Brüche auftreten. Eine Abweichung von dem allgemeinen Streichen ist nur auf der Punta Argentiera vorhanden, wo ein Streichen von SSW. nach NNO. vorherrscht mit westnordwest-

lichem Einfallen, während die an der Sperone-Bastion anstehenden Dolomitbänke ebenfalls dieses Streichen mit einem Einfallen nach SSO. zeigen.

Während diese Localität mir das vollständige Profil vom unteren Buntsandstein bis zum obersten Muschelkalk verschaffte, konnte ich weit im Norden, etwa 12 Kilometer (Luftlinie) nördlich von Alghero, ein Profil durch den Keuper bis zur Überlagerung durch den Lias aufnehmen. Dieses für meine Untersuchung wichtige Profil befindet sich nördlich vom Abfall des Mte. Zirra, in dem kleinen, nach Westen sich öffnenden Thälchen, in welchem sich unten das Gehöft Cuili Zirra befindet. In einer Aushebung zur Fundamentirung eines Hauses wurde ich dort zuerst der typischen, graugrünen Mergel und Steinmergel unserer deutschen Keuperfacies ansichtig, und gelang es weiterhin, an dem Abhange des nördlich des eigentlichen Mte. Zirra im Rio la Coda di lu Soldadu gelegenen Hügels höhere Keuperschichten, oberen Keuper und schliesslich sogar die überlagernden Juraschichten im vollständigen Zusammenhang anzuschlagen. Die untere Keuperpartie bei Cuili Zirra zeigt ein Einfallen nach NW., während die Schichten an der Flanke der nördlichen Hügel nach NO. einfallen. Hier ist das später mitgetheilte Profil aufgenommen. Sehr eigenthümlich ist am Westfusse dieser Berge das Auftreten eines rothen, festen Sandsteins, welcher vom Buntsandstein schwer zu unterscheiden ist, aber ihm wohl nicht entspricht. Da derselbe mit den verschiedensten Stufen der Trias, der Kreide und des Jura in Berührung kommt als Unter- und Überlagerung, so dürfte die Tektonik der Nurra sich noch als recht complicirt erweisen. Hr. Dr. DENINGER fand in einem rothen Sandsteinblock am Mte. Elva zahlreiche schöne, kleine Rhychnellen.

Stratigraphie der Triasschichten.

Die genaue Untersuchung der Triasablagerungen Nordwest-Sardiniens hat jetzt vor Allem ergeben, dass die Facies dieser Schichten vom Buntsandstein bis in den oberen Keuper ausseralpin ist und eine ungeahnte Ähnlichkeit mit der Trias der nördlich der Alpen gelegenen Gebiete, vor Allem Deutschlands, zeigt. Mit Ausnahme der obersten Keuperschichten ist kein Schichtglied der grossen Triasserie mit der alpinen oder auch mediterran genannten Triasfacies zu vergleichen. Erst die obersten Keuperschichten bekommen gewisse Anklänge an die alpine Entwicklung, und erst im Rhät tritt der Facieswechsel deutlich hervor. Damit stimmen auch die fossilen Einschlüsse der verschiedenen Schichten überein; auch diese sind allein mit unseren deutschen

Triasfossilien zu vergleichen, nur ganz sparsame alpine Faunenelemente finden sich hier und da mit ihnen vereint. Es ist diese Thatsache bei der Lage Sardiniens inmitten des westlichen Mittelmeeres gewiss eine nicht wenig überraschende.

Bei der beträchtlichen Entfernung von der im Norden der Alpen entwickelten Trias ist es nun auch andererseits verständlich, dass wohl die übereinstimmende Gliederung der Schichten im Grossen wiedererkannt werden kann, dass aber im Einzelnen nicht die so auffällig gleichartige Gliederung der Trias bis in kleinste Zonen, wie sie für viele Etagen über ganz Deutschland durchgeführt werden kann, hier in Sardinien wiederzuerkennen ist. Schon die Mächtigkeitsverhältnisse sind wesentlich andere.

Was die Trias Sardiniens ihrem Wesen nach vor Allem von unserer Trias unterscheidet, ist, dass die einzelnen Schichten in ihrer horizontalen Ausdehnung durch die Nurra, also in der verhältnissmässig geringen Entfernung von etwa 40 Kilometer, nicht unwesentlich ihre Ausbildung und Fossilführung verändern.

Die Fossilien der Triasablagerungen Sardiniens lassen sich, wie oben schon gesagt, fast alle leicht auf unsere deutschen Triasarten zurückführen; aber die meisten zeigen kleine, unwesentliche Abänderungen, welche durchaus nicht zur Aufstellung neuer Arten berechtigen, aber interessante Varianten darstellen, welche, soweit mir eine grössere Anzahl von Exemplaren derselben Art vorliegen, in Sardinien ganz constant sind. Die paläontologische Untersuchung dieser Fossilien, welche ich jetzt im Zusammenhang vornehmen werde, wird sich also im Wesentlichen auf die Feststellung dieser geringen Abweichungen erstrecken.

A. Buntsandstein.

In der nördlichen Nurra, am Westfuss des Mte. Santa Giusta, beobachtet man die Auflagerung des Buntsandsteins auf das alte Gebirge und kann den Sandstein bis zur Überlagerung durch den unteren Muschelkalk verfolgen. Derselbe ist etwa 50^m mächtig und besteht in seinem unteren und mittleren Theil aus rothen, lockeren, auch entfärbten Arkosesandsteinen. Der obere Theil setzt sich dagegen aus Conglomeratbänken und einem Gypslager zusammen, dessen Reste noch in Gestalt von Gypsresiduen, welche in gelber Dolomiterde liegen, erkennbar sind. 20^m unter der Muschelkalkgrenze treten Conglomeratbänke mit Schiefer- und Quarzbrocken auf, welche augenscheinlich aus dem zerstörten alten Gebirge der Unterlage stammen; in diesem Niveau befinden sich auch rothe, sandige Letten und weisse Sande.

Südlich Alghero ist der Buntsandstein nur in seiner oberen und mittleren Abtheilung aufgeschlossen; es sind etwa die oberen 30^m sichtbar. Die Gesteinsentwicklung ist hier eine etwas andere als am Mte. Santa Giusta. Vor Allem sind die Sandsteinbänke durchgehends fester, meist quarzitisch, ganz ähnlich der Entwicklung bei Gennamari in der Iglesiente, wo G. BORNEMANN¹ die Stufe zuerst erkannt hatte, ohne dass es dort aber möglich wäre, ein genaues Profil zu beobachten. Während aber bei Gennamari ebenfalls ein Gypslager im oberen Buntsandstein zu erkennen ist, fehlt ein solches vollständig bei Alghero. Die direkt unter dem Muschelkalk auftretenden Schichten zeigen keinerlei deutliche Anzeichen für das einstige Vorhandensein des Gypses in diesem Niveau. Unter den Rhizocorallienbänken des unteren Muschelkalks befinden sich einige Dolomithbänke, welche mit gelben, festen Steinmergeln wechsellagern und eine Auslösung von Salzen nicht bestimmt erkennen lassen. Dieses Niveau muss dem Gypsniveau im Norden am Giustaberge und im Süden bei Gennamari entsprechen. Damit stimmt auch gut überein, dass als Liegendes rothe, sandige, verfestigte Letten folgen, welche den rothen Letten im Liegenden des Gypsniveaus am Mte. Santa Giusta gleichen. Bei Alghero beträgt die Mächtigkeit dieser Mergel und des überlagernden Dolomites bis zum unteren Muschelkalk etwa 12^m.

Direct unter den rothen, sandigen Mergeln beginnt eine einheitliche Folge rother Sandsteine und rother Quarzite, welche im Hangenden noch einige unbedeutende Dolomitlager enthalten; die Serie schliesst mit Conglomeratbänken und Sandsteinen, in denen einzelne Gerölle eingebacken sind, ab, ohne dass die untere Hälfte des Sandsteins bei Alghero zu beobachten wäre.

Die Parallelisirung des Buntsandsteins in Südsardinien bei Gennamari und im Norden bei Alghero und am Mte. Santa Giusta würde also in der Weise wie in der umstehenden Tabelle vorzunehmen sein.

Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass der obere Buntsandstein dieser Profile ein zeitliches Aequivalent unseres deutschen Röth darstellt; dieser würde demnach in Sardinien ebenso wie in weiten Theilen Deutschlands, vor Allem in Thüringen aber auch in den Südalpen durch die Führung von Gypslagern ausgezeichnet sein. Was die tieferen Horizonte des sardischen Buntsandsteins anbelangt, so erinnern diese durch die Conglomeratbänke und conglomeratischen Sandsteine an die Ausbildung dieser Horizonte in jenen Theilen Deutschlands, in denen das Festland zur Buntsandsteinzeit in der Nähe war, wie vor Allem

¹ Sul Trias nella parte meridionale dell' Isola di Sardegna. Boll. com. geol. d' Italia, 1881, und meine erste Mittheilung in den Sitzungsber. der K. Preuss. Akad. d. Wiss., 1902, s. oben.

Süd-Sardinien.

Nord-Sardinien.

	Gennamari	Alghero	Santa Giusta
Oberer Buntsandstein	Zellendolomite und Rauchwacken ? ? ?	Dolomitbank mit gelben Steinmergeln rothe, sandige Letten, verfestigt	Gypslager mit gelben, dolomitischen Mergeln Conglomerate rothe, auch entfärbte, sandige Letten Conglomeratbänke
Mittlerer und unterer Buntsandstein	Quarzitschiefer ¹ ? ? ?	rothe Sandsteine mit Dolomitbänkchen rothe, verfestigte, sandige Schiefer und rothe Quarzite Conglomeratbänke und conglomeratische Sandsteine ?	rothe und entfärbte Arkosesandsteine oben mit Dolomitknuern rothe, sandige Letten und weisse, lockere Sandsteine Conglomeratbänke rothe Sandsteine und sandige Letten

Altes Schiefergebirge.

im südlichen Schwarzwald und in den südlichen Vogesen, aber auch im Gebiete des sogenannten Hauptconglomerates, d. i. in Lothringen und der Pfalz.²

Eine Parallelisirung der tieferen Buntsandsteinstufen Sardiniens mit bestimmten Stufen des deutschen mittleren und unteren Buntsandsteines ist nicht möglich. Ihre Ausbildung dürfte am Rande des im Osten vorhanden gewesenen Continentes (der ungefalteten Zone) eine ziemlich locale sein.

B. Der Muschelkalk.

Ein ziemlich vollständiges Muschelkalkprofil habe ich im Jahre 1902 in der nördlichen Nurra am Mte. Santa Giusta mitgetheilt. Sehr viel fossilreicher und deutlicher offenbart sich der Muschelkalk südlich von

¹ Ich hatte diese Quarzitschiefer bei Gennamari Anfangs mit BORNEMANN für paläozoisch angesprochen, dieselben entsprechen aber den triadischen Quarziten bei Alghero so vollkommen, dass ich heute nicht mehr daran zweifle, sie in den Buntsandstein einreihen zu können.

² Der Annahme der Bildung des Buntsandsteins als continental bin ich bereits früher entgegengetreten (Vicentinisches Triasgebirge. 1901. S. 93).

Alghero. Bei Gennamari ist der Muschelkalk am unvollständigsten aufgeschlossen, dort tritt nur der unterste Muschelkalk über dem Buntsandstein auf.

Wichtig für die Gliederung des Muschelkalkes ist in erster Linie die Ausbildung des mittleren Muschelkalkes in ganz Sardinien als ziemlich geschlossener Complex von festen Dolomitbänken. Diese meist zerfressenen und löcherigen Dolomite konnte ich am Mte. S. Giusta zuerst stratigraphisch festlegen und sie mit dem bisher als tertiär angesehenen »Lacchitus-Dolomit« bei Gennamari parallelisieren. In gleicher Ausbildung zeigt sich diese Stufe bei Alghero.

Unter und über diesem Dolomit befindet sich ein durch Fossilien gekennzeichneter, ziemlich mächtiger Kalkcomplex, der untere und der obere Muschelkalk.

Der untere Muschelkalk. Südlich Alghero ist der untere Muschelkalk als Überlagerung des Buntsandsteins als eine mindestens 40^m mächtige Folge fester Kalkbänke entwickelt, in denen häufig unebenflächige, mergelige Kalkbänke und ganz dünne Mergellagen auftreten. Nur wenige Bänke sind hier von den verzweigten, sogenannten Rhizocorallen-Gebilden durchsetzt. Für Alghero ist in diesem Niveau im Gegensatz zum oberen Muschelkalk das Auftreten sehr fester, schwarzer Kalke mit ganz dünnen, den einzelnen Bänken eingelagerten Mergeln charakteristisch. Besonders auffallende Bänke in irgend einem bestimmten Niveau konnte ich nicht erkennen; es muss der ganze Complex daher auch ungegliedert bleiben. Am Strand fand ich eine Bank schwarzen Kalkes, in welcher die starkgerippte *Myophoria*, welche ich im Jahre 1902 am Giustaberge fand und welche BORNE-MANN von Gennamari als *Myophoria Goldfussi* aufführt, massenhaft auftritt. Die meisten Fossilien dieses Niveaus lieferte mir aber ein Kalkbruch auf der Punta Argentiera, wo ebenfalls inmitten der schwarzen Kalkbänke, an der Wechselfläche zu einem dünnen Mergellager, eine Anzahl Fossilien herausgeschlagen werden konnten, welche ich, unter Ausserachtlassung der oben bereits erwähnten, kleinen Abweichungen von den deutschen Exemplaren derselben Arten, folgendermassen bestimmen konnte:

Lima lineata SCHL. in sehr grossen Exemplaren,

Lima striata SCHL.,

Myophoria sp.,

Gervillia sp. nov.,

Ostrea cf. *spondyloides* SCHL.

Im Verhältnisse zum oberen ist dieser untere Muschelkalk fossilarm; auch am Mte. Santa Giusta konnte ich neben der erwähnten *Myophoria* nur unbestimmbare Fossilreste finden, desgleichen ist die

Fossilführung bei Gennamari eine sehr dürftige. BORNEMANN stellte neben der *Myophoria* fest:

Gervillia subglobosa CREDNER,
 »*Panopaea*« sp.,
Naticopsis pulla GOLDF.,
Litorina sp.,
 Fischreste.

Der Gesteincharakter des unteren Muschelkalks ist an allen drei Localitäten aber sehr ähnlich. Die Gesteine sind auch gewissen Bänken des deutschen Muschelkalks zum Verwechseln ähnlich.

Der mittlere Muschelkalk. Der mittlere Muschelkalk zeigt sich bei Alghero genau so wie am Giustaberge und bei Lacchitus bei Gennamari als ein geschlossener, etwa 10^m mächtiger Complex von festen Dolomitbänken, welche besonders dort, wo sie in der Brandung des Meeres stehen, ein löcheriges, sehr stark zerfressenes Aussehen zeigen.

Bei Alghero können diese Dolomite nur unmittelbar in der Meeresbrandung beobachtet werden, welche zum Theil die etwas weicheren Bänke schon zerstört hat. Fossilien konnte ich in diesen Dolomiten nirgends beobachten. Der sardische mittlere Muschelkalk ist deshalb ebenso wenig erfreulich wie der deutsche. Unmittelbar über dem festen Dolomithorizont zeigt sich bei Alghero genau so wie am Mte. Santa Giusta ein wenig mächtiger Complex von gelben, dolomitischen Mergeln, über denen die erste Kalkbank des oberen Muschelkalks einsetzt.

Petrographisch ist der sardische mittlere Muschelkalk demnach nicht unerheblich verschieden von dem deutschen mittleren Muschelkalk, nur im Allgemeinen herrscht in beiden eine dolomitische Ausbildung im Gegensatz zu den Kalken im Liegenden und Hangenden vor. Mit irgend einer alpinen Ausbildung dieser Stufe besitzt die sardische Facies keine Ähnlichkeit.

Der obere Muschelkalk. Eine reich gegliederte und durch reichere Fossilführung ausgezeichnete Schichtfolge der sardischen Trias stellt der obere Muschelkalk dar.

Südlich Alghero besitzt derselbe eine Mächtigkeit von etwa 27^m. Es sind dort zwei Fossilhorizonte vorhanden, welche beide nodose Ceratiten enthalten; der untere Nodosen-Horizont befindet sich etwa 8^m über dem mittleren Muschelkalk, er ist selbst etwa 7^m mächtig; der obere Nodosen-Horizont folgt im Hangenden in einem Verticalabstand von etwa 12^m von dem unteren in einer Mächtigkeit von 6^m. Der untere dieser Horizonte besteht aus festen, blauen Kalken; der obere Horizont setzt sich aus mergeligen Kalken und Mergeln zusam-

men; im mergeligen Horizont liegen Ceratiten, welche einem höheren deutschen *Nodosus*-Horizont entsprechen. Der Schichtcomplex, welcher diese beiden Nodosen-Horizonte enthält, ist als eine obere Stufe des oberen Muschelkalks einer tieferen etwa 8^m mächtigen, fossilieren Stufe gegenüberzustellen, welche man trotz des Fehlens von Resten von *Encrinus liliiformis* unserem Trochitenkalk in Deutschland gleichstellen muss.

Diese untere Stufe beginnt über den Dolomiten des mittleren Muschelkalks mit einer festen Kalkbank, auf welche noch einmal eine kleine Partie gelber Steinmergel folgt, wie sie ähnlich schon im mittleren Muschelkalk auftritt. Dann folgt eine zusammenhängende Masse fester Kalklänke, welche ausser sparsamen sogenannten Rhizokorallenwülsten keine weiteren Fossilien zeigte. Erst die nun folgende feste, blau Kalkbank, der untere Nodosen-Horizont, ist fossilreich. Ich sammelte in ihr folgende Arten:

- Ceratites* ex aff. *Münsteri* (DIEN.) 'TORNQ.,
Gervillia socialis SCHL.,
Myophoria sp.,
Myophoria cf. *cardissoides* SCHL.,
Myoconcha laevis PHIL.,
Pseudocorbula Sandbergeri PHIL.,
Anomia sp.,
Loxonema Schlotheimi QUENST.,
Naticopsis sp.,
Dentalium laeve SCHL.

Das bei weitem interessanteste Fossil dieses Horizontes sind die nodosen Ceratiten. Ich fand sechs Exemplare, welche alle in derselben festen Kalkbank eingewachsen waren und nur zum Theil herausgeschlagen werden konnten. Diese sechs Exemplare gleichen einander vollkommen, so dass sie einer nicht variablen, sondern constanten Art angehören. Mit einer der deutschen Varietäten von *Ceratites nodosus* kann diese Form nicht identificirt worden. Ganz im Gegensatz zu den deutschen Nodosen des unteren Nodosuskalkes ist die sardische Art ganz auffallend breitrückig; die Sculptur erinnert dabei am meisten an diejenige des *Ceratites Münsteri* (DIEN.) 'TORNQ. Man könnte diese Art in allgemeiner Diagnose als einen breitrückigen *Ceratites Münsteri* bezeichnen. Wie wir später sehen werden, sind die sardischen Nodosen des oberen Nodosus-Horizontes dem *Ceratites Münsteri* direct identisch, so dass dadurch diese tiefere Art noch eine besondere genetische Bedeutung erhält.

Es verdient demnach besonders hervorgehoben zu werden, dass die allgemeinen Charaktere dieser sardischen Nodosen aus dem tieferen

Nodosen-Horizont durchaus nicht mit den Charakteren unserer älteren Nodosen des deutschen Muschelkalkes übereinstimmen. Nähere Angaben muss ich der Specialbeschreibung der Nodosen gelegentlich meiner paläontologischen Bearbeitung der gesammten sardischen Muschelkalkfossilien vorbehalten.

Für diesen unteren Nodosen-Horizont ist es weiterhin charakteristisch, dass *Gerrillia socialis* hier massenhaft auftritt; ganze Schichtflächen dieses Niveaus sind dicht bedeckt mit ihren Schalen.

Auf diese festen Kalke des unteren Nodosus-Niveaus folgt eine Serie mergeliger Kalke, denen auch weiche Mergelschichten zwischengelagert sind, während die Kalke selbst die Form von Linsen annehmen. In diesen 2^m mächtigen Kalken habe ich Fossilien ebensowenig gefunden wie in den nun folgenden festen Rhizocorallienkalken, welche unten ein etwas zerfressenes Aussehen zeigen.

Erst hierüber folgt der obere Nodosus-Horizont, eine 6^m mächtige Partie weicher Mergel mit einzelnen Kalkbänken, welche meist gut erhaltene Fossilien enthalten, die auch lose herauswittern können.

In diesem Niveau fand ich folgende Arten:

Ceratites Münsteri (DIEN.) TORNQ.

Ceratites sp.

Protrachyceras longobardicum v. MOJS.

Nautilus bidorsatus SCHL.

Terebratula vulgaris SCHL. var.

Myophoria sp.

Gerrillia socialis SCHL.

Lima striata SCHL.

Myoconcha sp.

Myoconcha laevis PHIL.

Diplopora ex. aff. *annulata* SCHAFFL. (diese findet sich in den Kalken des Mte. Santa Giusta).

Das interessanteste Fossil dieser Stufe ist wiederum der nodose *Ceratites*. Derselbe stimmt fast vollständig mit dem von mir aus den vicentinischen Alpen beschriebenen Stücke (*Ceratites Münsteri*) überein, also einer Art, welche auch in unserem deutschen Muschelkalk vorkommt. Es scheint *Ceratites Münsteri* übrigens im Muschelkalk deutscher Facies im Gebiet des westlichen Mittelmeeres geradezu der charakteristische Nodosus zu sein, weil auch *Ceratiten* aus dem Muschelkalk von Toulon nach PHILIPPI¹ mit dieser Art durchaus identisch sind.

¹ Die *Ceratiten* des oberen deutschen Muschelkalks. Paläont. Abhandl. von KOKEN. VIII. 1901. S. 47. Von PHILIPPI hier als identisch mit dem *Ceratites Tornquisti* (wie seither nachgewiesen syn. *Ceratites Münsteri*) angegeben.

		Alghero.	Mte. Santa Giusta.
Keuper		steinmergelartige dolomitische Mergel	?
oberer Muschelkalk	Aequivalent des deutschen Nodosus-Horizontes	6 ^m } Terebratelbänke Kalkknollen in Mergeln (oberer Nodosus-Horizont)	?
		10 ^m } feste Kalke und Rhizokorallienkalke	Thonige Kalkplatten mit sog. Rhizokorallien
		2 ^m Knollenkalke mit Mergeln	5 ^m } feste, blaue und graue Kalkbänke mit <i>Encrinurus lilijformis</i> , <i>Lima striata</i> , <i>Terebratula vulgaris</i> u. s. w.
		2 ^m } Rhizokorallienkalke mit Nodosen (unterer Nodosus-Horizont)	
	Aequivalent des deutschen Trochitenkalkes	Gervillienbänke	10 ^m } feste, grobe Bänke eines hie und da löcherigen, blauen Muschelkalks ohne Fossilien.
		7 ^m } Kalkbänke gelbe Steinmergel feste Kalkbank	
		dolomitische Mergel des mittleren Muschelkalks	dolomitische Mergelplatten des mittleren Muschelkalks

Eine weitere sehr bemerkenswerthe Form dieses Horizontes ist *Protrachyceras longobardicum*, ein Ammonit der alpinen Triasfacies, welcher sich im Esinokalk (alpines Aequivalent des oberen Muschelkalks und unteren Keuper) gefunden hat. Die Invasion dieser alpinen Form inmitten der im Übrigen ganz ausseralpin entwickelten Fauna des sardischen Muschelkalks ist ja nichts so sehr Erstaunliches, sie ist unter dem gleichen Gesichtspunkte zu betrachten wie die seltenen aber gelegentlich auch in Deutschland im Muschelkalk auftretenden alpinen Faunen-Elemente. Von Wichtigkeit sind die Funde nur zur Parallelisirung der ausseralpinen und alpinen Horizonte. Das Auftreten des *Protrachyceras longobardicum* bei Alghero zusammen mit dem *Ceratites Münsteri* stimmt aufs beste überein mit dem Vorkommen desselben Ceratiten mit zahlreichen Arpaditen vom Esinotypus in den oberen »Buchensteiner Schichten« des Vicentin. Es wird damit bewiesen, dass die Aequivalente des deutschen Nodosuskalkes zusammen mit anderen Horizonten bei Esino im Esinokalk vertreten sind und dass der sardische obere Nodosus-Horizont dem alpinen oberen »Buchensteiner Niveau« aequivalent ist.

Bei Besprechung der Fossiliste möchte ich hier noch erwähnen, dass DE STEFANI¹ von Alghero aus den höchsten Schichten der dort entwickelten Kalke und Dolomite angibt: *Pecten* sp., *Halobia Lommeli*

¹ Cenni preliminari sui terreni mesozoici della Sardegna. Rend. R. Acc. dei Lincei. 1891. Vol. VII. p. 429.

WISSM., *H. simplex* GEMM., *Daonella styriaca* MOJS., neben »andern Fossilien, welche die Zone des *Trachyceras aonoides* repräsentiren«. Eine Aufklärung dieser Funde kann sich meines Erachtens erst bei einer Nachuntersuchung dieser Fossilien ergeben. Ich habe von Allem dem nichts gesehen und gefunden.

Wie sich aus der oben (S. 1112) wiedergegebenen Tabelle ergibt, ist die Gliederung und Ausbildung des Muschelkalks am Mte. Giusta etwas abweichend von der bei Alghero beobachteten. Die grosse Gleichartigkeit, welche unser deutscher Muschelkalk in Deutschland über weite Gebiete zeigt, ist allem Anscheine nach im westlichen Mittelmeer in dem gleich ausgebildeten Horizont nicht vorhanden.

Desgleichen ist die Fossilführung des sardischen Muschelkalkes auf keineswegs sehr grosse Entfernungen hin ziemlich wechselnd. Von den zahlreichen *Encrinurus*-Resten am Mte. Santa Giusta ist bei Alghero nichts zu bemerken, während dort wiederum die Nodosen zu fehlen scheinen. Der einzige Fund eines nodosen Ceratiten in der nördlichen Nurra bleibt auch heute noch der von mir im Jahre 1901¹ mitgetheilte *Ceratites* ex aff. *evolutus* PHIL., an den sich jetzt aber die zahlreichen viel besseren Funde bei Alghero anschliessen.

Petrographisch ist die Ausbildung aller Bänke des sardischen Muschelkalkes mit gewissen Bänken unseres deutschen Muschelkalkes zum Verwechseln ähnlich, es ist auch die Haupteintheilung des letzteren in Sardinien bestimmt wiederzuerkennen, aber die Übereinstimmung in beiden Gebieten ist doch nicht derartig, dass eine Parellelisirung bis auf kleinste Horizonte vorzunehmen wäre. Einen solchen Versuch würde ich als ganz verfehlt ansehen. Die Verhältnisse, welche die grossen Wechsel in der Sedimentirung zur Muschelkalkzeit in Deutschland und im westlichen Mittelmeergebiet bewirkt haben, traten in beiden Gebieten gleichmässig ein, aber die kleineren, in den Sedimenten überlieferten Änderungen in den Verhältnissen kamen auf so grosse Entfernung nicht gleichmässig zum Ausdruck. Es hiesse, durch übertriebene Exactheit unexact werden, wollte man Versuche der Parellelisirung einzelner Bänke in beiden Gebieten unternehmen. Es hat mich auch jetzt schon die allerdings nur cursorische Untersuchung einiger Muschelkalkaufschlüsse bei Toulon (Hyères) davon überzeugt, dass diese Étage dort schon eine im Einzelnen von der Ausbildung in der Nurra nicht unwesentliche Abweichung zeigt, sowohl in der Mächtigkeit als auch in der Gliederung. Nach meiner in Aussicht genommenen Untersuchung der Trias in anderen Gebieten des westlichen Mittelmeeres dürfte auch hierfür der Schlüssel gefunden werden.

¹ Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie u. s. w. 1901. S. 385.

C. Der Keuper.

Nach den bisher über den Nachweis von Keuper in Sardinien bekannt gewordenen Angaben musste man darauf gefasst sein, diese Stufe in Sardinien in einer der alpinen Facies ähnlichen Ausbildung anzutreffen. Ich glaubte, daraufhin ein Gebiet im westlichen Mittelmeer zu erkennen, in welchem über ausseralpin entwickeltem Muschelkalk alpin entwickelter Keuper läge, und nahm die Bezeichnung einer »tyrrhenischen Triasfacies« daraufhin auf.

PHILIPPI¹ äusserte bereits berechtigte Zweifel über die Existenz einer dergestalt zu trennenden Facies; nachdem es mir aber in diesem Frühjahr gelang, auch den Keuper exclusive Rhät in Sardinien in seiner rein ausseralpin entwickelten Facies aufzufinden, stehe ich selbst nicht an, wenigstens auf Grund der Verhältnisse auf Sardinien eine sogenannte thyrrhenische Triasfacies als unberechtigt zu erklären.

Speziell am Mte. Zirra in der Nurra sind die Keupersedimente vorzüglich aufgeschlossen und ist ihre Entwicklung unserer deutschen fast ganz entsprechend.

Keupersedimente sind mir in der Nurra in ihren tiefsten Schichten als gelegentliche Decke über dem oberen Muschelkalk bekannt geworden; es handelt sich hier aber meist nur um geringe Reste weicher dolomitischer Mergel, welche in geringer Mächtigkeit noch über dem festeren Muschelkalk erhalten blieben; besser sind die Aufschlüsse der höheren Keupersedimente, welche unter den festen, überlagernden Jura-(Lias-)Kalken vorhanden sind. Ein vollständiges Profil, welches den gesammten Keuper im Zusammenhang zeigt, oder auch nur die Mächtigkeit des Keupers erkennen liesse, fand ich leider nirgends.

Der Keuper beginnt über den mergeligen Kalken des oberen Muschelkalkes in Form gelber und grauer, weicher, dolomitischer Mergel, welche irgend welche besonders auffällige Bänke südlich Alghero nicht zeigen. In der höheren Region des Keupers stellen sich sodann die typischen, dolomitischen Mergel ein, in denen Steinmergelbänke auftreten, genau so wie in Deutschland. Gerade diese untere Partie des Keupers, die Aequivalente des Lettenkohlenkeupers habe ich aber nirgends gut aufgeschlossen beobachtet, es bleibt die Entwicklung dieser Stufe in Sardinien noch recht unbekannt.

In den mittleren Keuper ist der ganze Complex von Keuperschichten zu stellen, welcher am Mte. Zirra aufgeschlossen ist. Unten an der Cuili Zirra waren zur Zeit weiche, dolomitische Mergel mit Steinmergelbänken und fast reine Dolomitbänke frisch aufgeschlossen,

¹ Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1901, S. 551.

welche ihrem Aussehen nach vollständig unseren Keupermergeln gleichen; dieselben dürften, wie das folgende Profil zeigt, der unteren Abtheilung unseres mittleren Keupers entsprechen, also dem Salzkeuper mit den festen Estherienbänken im Hangenden. Die Schichtenfolge ist folgende:

Ausseralpines Aequivalent	Schichtenfolge	Alpines Aequivalent
	feste, oolithische Kalkbänke voll Fossilien	Lias
	Korallenkalke (Lithodendronkalke) mit Hydrozoen, Zweischaler. <i>Cidaris</i> u. s. w. } Rhät gelbe, fossilere Kalke	Lithodendronkalk
Steinmergel- keuper	{ 20 ^m feste, zum Theil krystalline Dolomite und feste Steinmergel zum Theil brecciös und zellig 1 ^m knollige Einlagerungen von grosskrystallinem Kalk (Residuen von Gyps) auch Calcit	Hauptdolomit
Hauptsteinmergel	etwa 10 ^m feste, graugrüne, dolomitische Steinmergelbänke zu unterst gelb verwitternd mit Fossilresten	
Estherien- schichten + Salzkeuper	etwa 30 ^m weisse, blaugraue, dolomitische Mergel mit vielen festen, fast reinen Dolomiten und dolomitischen Steinmergelbänken.	

Diese Schichten sind zwar nur in einer Mächtigkeit von etwa 30^m am Fuss des Berges aufgeschlossen, doch besteht kein Grund dafür, dass sie nicht erheblich mächtiger sind. Steigt man das sich bei Cuili Zirra öffnende Thälchen hinan, so zeigt sich, dass die Mergel alsbald fester werden, und eine etwa 10^m mächtige Folge fester Steinmergelbänke ganz vom Habitus unserer deutschen steht in Felsen am Wege an. In dem unteren Complex dieser Schichten fand ich einige mässig erhaltene Schalen von Zweischalern, unter denen sich eine berippte *Myophoria* und vielleicht eine *Corbula* befinden dürften. Diese Bänke zeigen durchaus den Habitus des linksrheinischen Hauptsteinmergels. Darüber folgt ein Horizont, welcher deutliche Auslösungserscheinungen zeigt, in Form rother, grosskrystallinischer Kalk- oder Calcitknollen; hier dürfte ein ausgelöster Gypshorizont vorhanden gewesen sein, welcher dem Gyps über dem Hauptsteinmergel entspräche, und nun stellen sich sehr feste Steinmergelbänke, zum Theil reine Dolomitbänke ein, welche in letzterer Ausbildung dem alpinen Hauptdolomit absolut gleichen, während die mehr thonigen Lager dem süd-deutschen Steinmergelkeuper entsprechen. Dieser ziemlich mächtige, felsige Horizont ist eine sehr auffallende Bildung, bei der man theils an die deutschen Steinmergel theils an den alpinen Hauptdolomit erinnert wird. In diesem Horizont geht auch in der That der Facieswechsel von der ausser

alpinen zur alpinen Facies vor sich, denn was jetzt im Hangenden folgt, hat keinerlei Ähnlichkeit mit unserem Rhät, sondern kann schon wegen seiner rein marinen Fossilführung nur eine pelagische Bildung sein, in ähnlicher Facies wie uns das Rhät in den Alpen entgegentritt. In dieser Facies, und zwar nur in dieser rein pelagischen Facies, ohne irgend einen Rückschlag in die ausseralpine Facies, sind dann die ganzen sehr mächtigen Jura- und Kreidesedimente der Nurra entwickelt.

Durch den Nachweis, dass der Facieswechsel, d. h. der Einbruch des rein marinen, offenen Meeres über Westsardinien in der jüngsten Zeit des Steinmergelkeupers eintrat, gewinnt dieses Profil am Mtc. Zirra eine weitgehende Bedeutung und dürfte in ihm die Lösung dieser interessantesten und wichtigsten Frage stratigraphischer Natur, welche bezüglich der Sedimente Sardinien bestand, gegeben sein.

Über die im Hangenden des Steinmergelkeupers folgenden fossil-leeren, gelbverwitterten Kalke ist nicht viel zu sagen, um so mehr über die nun folgenden fossilreichen Kalke, in denen Cidarisstacheln, Zweischaler, Gastropoden und Korallen und vor Allem eine sehr eigenthümliche Hydrozoe auftreten. Ich rechne diese Schichten, welche sich von den mächtigen, im Hangenden folgenden, festen, oolithischen Kalken leicht durch den Mangel jeglicher oolithischen Zusammensetzung unterscheiden, zum Rhät, weil ausser dieser auffallenden petrographischen Abweichung Korallen in ihnen auftreten, welche den rhätischen Formen, vor Allem der langkelchigen *Rhabdophyllia longobardica*, ausserordentlich ähnlich sind. Die in diesem Horizont häufig in bis zu 8^{em} grossen Stücken auftretende, neue Hydrozoe zeigt einen deutlich lamellären Aufbau mit maschigem Zwischengewebe. Sie erinnert etwas an das kürzlich von STEINMANN¹ beschriebene *Milleporidium Remesi* aus dem Tithon, doch ist sowohl Wachstum als Structur auch hiervon stark abweichend. Eine genauere Beschreibung auch dieses Fossils muss ich der späteren Bearbeitung vorbehalten.

Schlusswort.

Überblicken wir also die Ergebnisse meiner Untersuchung der Trias auf Sardinien, so gelangen wir zu folgenden wichtigsten Schlussfolgerungen:

1. Die Entwicklung der Trias in unserer deutschen, ausseralpinen Entwicklung geht durch Südfrankreich bis weit ins westliche Mittel-

¹ STEINMANN. Milleporidium, eine Hydrocorallina aus dem Tithon von Stramberg. Beitr. zur Pal. und Geol. Öst.-Ung. u. d. Orients. XV. S. 1.

meer hinein. Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper unter Ausschluss des Rhät sind sicher bis in die Breite von Gennamari (Breite von Cosenza in Calabrien) in ausseralpiner Entwicklung vertreten.

2. Die Ostgrenze dieser Entwicklung, zugleich die Grenze gegen die im Osten folgende alpine Entwicklung der gleichen Schichtglieder ist sehr scharf durch das centralsardische und westcorsische Schiefer- und Granitgebirge, die im Tertiär ungefaltete Zone, gebildet.

3. Es lassen sich in dieser westmediterranen ausseralpinen Trias leicht die Hauptabtheilungen der deutschen Trias wiedererkennen, doch ist eine Gliederung in kleinere Stufen und eine dahingehende Parallelisirung nicht möglich.

4. Nodose Ceratiten des oberen Muschelkalkes finden sich noch häufig in Sardinien, doch treten auch hier nicht dieselben Varietäten in derselben Vertheilung auf. *Ceratites Münsteri*, der einzige bisher bekannte nodose Ceratit, welcher zugleich im Gebiete der alpinen (Vicentin) und ausseralpinen Facies auftritt, findet sich ebenfalls in Sardinien und zwar hat er sein Lager hier in einem oberen Nodosen-Horizont, während 12^m tiefer ein älterer Nodosen-Horizont liegt, in dem eine breitere, aber mit ihm ebenfalls nahe verwandte Form ihr Lager hat. *Ceratites Münsteri* ist demnach der in der ausseralpinen Trias verbreitetste Ceratit und zugleich der einzige, welcher bisher in der alpinen Entwicklung angetroffen wurde.

5. Während die ausseralpine Facies in Sardinien durch die ganze Trias bis in die oberen Etagen des mittleren Keupers anhält, vollzieht sich der Facieswechsel in die alpine Ausbildung, welche die Jura- und Kreide-Sedimente zeigen, im obersten Steinmergelkeuper dergestalt, dass in diesem schon Hauptdolomit-ähnliche Lager auftreten und das Rhät bereits rein pelagisch entwickelt ist.

Ausgegeben am 28. Juli.
