

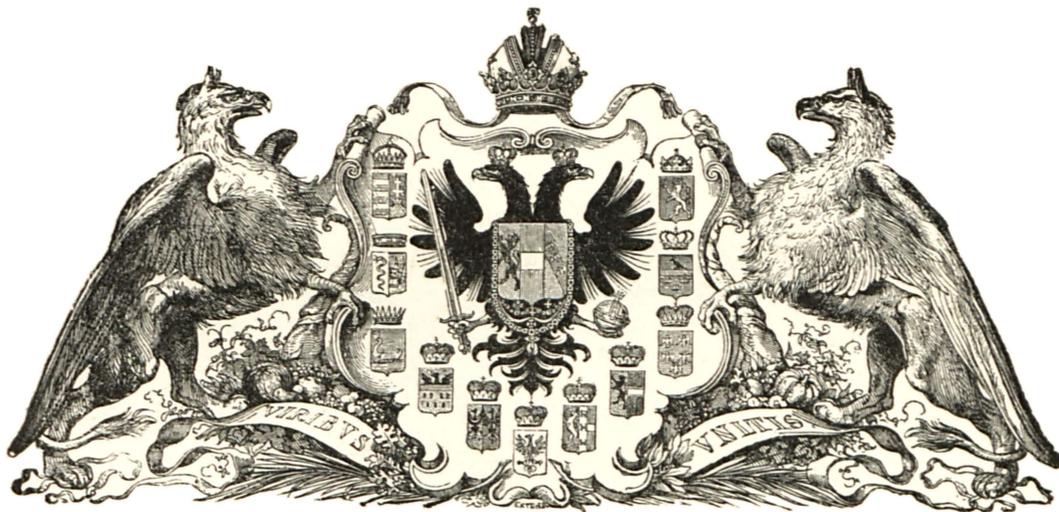
Ausgegeben am 31. October 1903.

UEBER LITHIOTIDEN.

Von

DR. OTTO M. REIS.

(Mit 7 Lichtdruck-Tafeln und 4 Zinkotypen im Text.)



ABHANDLUNGEN DER K. K. GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT, BAND XVII, HEFT 6.

Preis des 6. Heftes: **16 Kronen.**

WIEN, 1903.

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

In Commission bei R. LECHNER (Wilh. MÜLLER)

k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhandlung.

INHALTS-VERZEICHNIS.

	Seite
Vorbemerkung	1—2
Geschichtlicher Rückblick	1
Material	2
Beschreibender Theil	2—13
Charakteristik der Lithiotiden	2
I. <i>Cochlearites</i> nov. gen. Gattungsdiagnose	2—3
1. Die drei Haupttypen des Mittelfeldes von <i>Cochlearites</i> (Textfigur 1—3)	3—6
2. Die Seitenwülste des Mittelfeldes von <i>Cochlearites</i>	6—7
3. Der Wohnraum der Schale und die Muskellage	7—8
4. Die seitlichen Fiederfelder	8
II. <i>Lithiotis Gumbel</i> (emend. Reis) (Textfigur 4)	9—13
1. Die Apicalhöhlung in ihren Maßen und Theilen	10—11
2. Die Deckelschale von <i>Lithiotis</i>	11
3. Einzelheiten der Verkalkung der Apicalhöhle	11—12
4. Der Muskelansatz bei <i>Lithiotis</i>	12—13
Allgemeiner Theil	13—44
1. Wechselnde Stärke der Verkalkung in der Schalensubstanz von <i>Lithiotis</i>	13—15
2. Ueber die Möglichkeiten ungleichmässiger Verkalkung	15
3. Die Mikrostructur der Lithiotidenschale	15—17
4. Nächste Structurbeziehungen der Lithiotiden	17—19
5. Allgemeine Charakteristik der anormalen Bivalvenstructur	19—23
6. Beziehungen zwischen <i>Cochlearites</i> und <i>Lithiotis</i>	24—28
7. Morphologische Beziehungen der Lithiotiden zu den Ostreiden	28—33
8. Morphologische Beziehungen zu den Spondyliden	33—34
9. Allgemeinere, stammesgeschichtliche Beziehungen	34—37
10. Biologische Betrachtungen und Folgerungen	37—40
11. Die Rückbildung des elastischen Ligaments bei Lithiotiden und sein Ersatz	41—43
12. Beziehung zwischen Ligament und Zahnbildung bei Lithiotiden	43—44
13. Nachtrag zu Capitel 11	44

Ueber Lithiotiden.

Von

Dr. Otto M. Reis.

Mit sieben Lichtdrucktafeln und vier Zinkotypien im Text.

Vorbemerkung.

Die nachfolgenden Untersuchungen können in gewissem Sinne als die Fortsetzung der in diesen Abhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1890, Bd. XV, Heft II, von L. Tausch v. Glöckelsturn bearbeiteten Fauna der grauen Kalke Venetiens, zugleich auch als Ergänzung des in den Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt von C. W. v. Gümbel 1890, Nr. 3, S. 64. veröffentlichten Aufsatzes über *Lithiotis problematica* betrachtet werden.

Die „problematische Natur“ der eigenartigen Versteinerungen aus den grauen Kalken Venetiens, welche v. Gümbel 1871 unter dem Namen *Lithiotis* zusammengefasst hat, ist am besten durch die kurze Geschichte ihrer Auffassung in der Wissenschaft gekennzeichnet. Nachdem de Zigno (Fossile Pflanzen aus Marmorschichten im Venetianischen, Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1871) dazu hinneigte, unter ihnen Pflanzenreste (Cycadeen) zu vermuthen — welcher Annahme sich die Ansicht Brongniart's, es seien Bromeliaceenreste, und die Schimper's, dass sie zu den Pandaneen gehörten, an die Seite stellen — hat sich C. W. v. Gümbel 1871 (Abhandlungen d. bayr. Akad. d. Wiss. II. Cl., XI. Bd., I. Abtheil.) sich zu der Auffassung berechtigt gehalten, dass man es mit einer kalkabsondernden Alge aus der Gruppe der *Udotea* zu thun habe. Aus den damaligen Beobachtungen lassen sich folgende Thatsachen zu unserem Gebrauche herübernehmen: erstlich, dass die Structur häufig kreideartige, weiche Lagen sowie Zonen dichter Kalksubstanz zeige; weiter, dass man nach innen die auch im Längsschnitt zu beobachtenden bogig-schalig übereinander liegenden Lagen bemerke, welche bündelartig den Hauptkörper zusammensetzen und auf ihren Flächen, wenn sie durch Bruch zufällig entblösst seien, radial und concentrisch gestreift erscheinen. Gegen die Mitte des ganzen „Pflanzenkörpers“ erkenne man eine oder mehrere rundliche, stielartige, aus sehr dichter, amorph erscheinender Masse bestehende, die Pflanze der Länge nach durchziehende „Absonderungen“, welche dem Caulom oder Stengel zu entsprechen scheinen. Auch ist v. Gümbel schon damals nicht entgangen, dass man häufig zwei dieser Kalkgebilde eng zusammenliegend findet, die das Bild erzeugen, als bestände die Pflanze aus zwei analogen Lappen.

Erneute Aufsammlungen bei Rotzo hatten 1890 das Material der Münchener Staatssammlung so wesentlich vermehrt, dass v. Gümbel von Neuem an die Untersuchung der Reste herantrat und nun (Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1890), einen wichtigen Schritt in der Erkenntnis des Fossils vorwärts machend, zu der Ueberzeugung gelangte, dass *Lithiotis* eine Gattung zweiklappiger Muschelschalen darstelle, welche der Gattung *Ostrea* am nächsten stünde, wenn nicht selbst hierzu gehöre. Gleichzeitig und unabhängig davon hat L. Tausch (Abhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt Bd. XV, Heft 2, 1890) in seiner Fauna der grauen Kalke einen *Trichites loppianus* beschrieben, zu welcher Art und Gattung er auch *Lithiotis problematica* Gümbel rechnet. Etwas später hat G. Böhm (Berichte der naturf. Gesellsch. in Freiburg in B., Bd. VI, Heft 3) das Fossil gleichfalls zu *Ostrea* gestellt; er unterschied unter den bekannten Exemplaren provisorisch zwei Arten, welche v. Gümbel nicht trennte: *Ostrea loppiana* Tausch sp. und *Ostrea problematica* Gümbel; indessen erachtete er auch die Möglichkeit der ferneren Aufrechterhaltung dieser beiden Arten für zweifelhaft.

v. Gümbel hat in seiner erwähnten neuesten Publication bezüglich der von ihm zuerst so verschieden gedeuteten Structur nichts wesentlich Neues hinzugefügt. Die Betonung der feinfaserigen Textur ist ihm ein Beleg

der durch die morphologischen Auslegungen nahegestellten Ostreidendeutung des Petrefactes; die hier auch von de Zigno beobachteten concentrisch geschichteten Stränge glaubt v. Gümbel auch bei *Ostrea* in den Seitenwülsten der Bandgrube gesehen zu haben, was ich in keiner Weise bestätigen kann. Die stengelartigen cylindrischen Stränge sollen nach v. Gümbel nur vom Schalenwachsthum mantelförmig umschlossene, überwucherte Theile des Ligaments sein.

Verfasser, der bei dem Präpariren des v. Gümbel'schen Materials, besonders der Herstellung der Dünnschliffe, betheiligte war, hat von Anfang an das Material, das zur Verfügung stand, für noch zu unvollständig gehalten, um die zahlreichen Einzelheiten und ihre Aenderungen morphologisch und histologisch richtig zu würdigen. Er hat daher, nachdem v. Gümbel seine Absicht, eine eingehendere Untersuchung fortzuführen, durch die G. Böhm'sche Veröffentlichungsabsichten und dessen erwähnte Schrift zurückgestellt hatte, in der vollen Ueberzeugung, dass die Frage noch nicht entschieden sei, bei seinen mehrjährig wiederholten Aufhalten im Vicentin neueres Untersuchungsmaterial sowohl durch Kauf von Meneguzzo als durch eigene Aufsammlungen im Val del Paradiso bei Verona und bei Crespadoro im Chiampothal zusammengebracht, so dass er, was die Structur, Morphologie und Systematik betrifft, wesentlich Neues und auch Zusammenfassendes zu bringen im Stande ist.

Aus eigenen Aufsammlungen an verschiedenen Fundorten mit weicherem Muttergesteine habe ich mich auch überzeugt, dass ganze Exemplare wegen der Zartheit der äussersten ventralen, kaum aus zwei bis drei Zuwachsschichten bestehenden Schalenheile nur unter ganz besonderen, seltenen Umständen der Erhaltung zu erwarten sind; ihre präfossil häufige Ablösung vom eigentlichen Schalenriff und Transport im stark bewegten Wasser, ihr Einschluss in vielfach verquetschten Mergeln zwischen mächtigen Kalkbänken, die Schwierigkeit ihrer Loslösung aus dünnen mergeligen Zwischenfugen lässt ganz gute Exemplare so sehr selten erscheinen. Ich habe darum auch viele Fragmente abbilden lassen müssen, um einen Begriff von der Vielfältigkeit der Formen zu geben und die Vergeblichkeit weiterer eingehender systematischer Versuche klar zu legen; die beiden Gattungen bestehen einstweilen nur aus zwei Arten: *Cochlearites Loppianus* v. *Tausch spec.* und *Lithiotis problematica* v. *Gümbel*.

Die Originale der vorliegenden Abhandlung befinden sich, bis auf einige wenige, welche der königl. bayerischen Staatssammlung angehören, in der Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien. Ich bin der Direction dieser an wichtigsten Publicationsorganen so reichen Anstalt in hohem Maße zu Dank verpflichtet, dass sie es möglich machte, meine Ausführungen durch so zahlreiche Abbildungen zu unterstützen, wobei ich mir nicht verhehle, dass ich der vermittelnden Fürsprache der Redaction dieser „Abhandlungen“, Herrn Bergrath Dr. Friedr. Teller, ein eben solches Maß der Ergebenheit schulde.

Beschreibender Theil.

Familie Spondyliden.

Unterfamilie Lithiotiden.

Flache, ungleichklappige, grosse Bivalven von lang-löffelförmiger Gestalt und spitzem Wirbel, mit einem Schliessmuskel, mit sich reducirendem Ligament, entartetem Schloss- und Ligamentfeld, welches ein starkes dorsoventrales Längenwachsthum aufweist. Die Gattungen sind mit einer, der rechten Klappe aufgewachsen, meist nach vorn, seltener nach hinten eingekrümmt; die eine Gattung zeigt absonderliche, röhrig concretionäre Strukturbildungen in der Schalensubstanz, welche zum Theil morphologisch zu begründen sind; sie hängen mit einer Ueberwachung des Ligamentfeldes zusammen, welche bei nicht reducirtem Ligament auch bei Spondyliden zu beobachten ist, bei Lithiotiden indes in einer Tendenz zu Strukturänderungen eigenartige Texturen erzeugt. Die Familie besteht aus zwei Gattungen: *Cochlearites nov. gen.* und *Lithiotis Gümbel emend. Reis.*

I. *Cochlearites nov. gen.*

Lithiotis problematica: de Zigno, Memorie del R. Istituto Veneto Bd. XXI, Fig. 1.

Trichites loppianus: Tausch, Abhandl. d. k. k. geol. R.-A. Wien, Bd. XV, Heft 2. Taf. V, Fig. 5—7.

Ostrea loppiana: G. Böhm, Bericht d. naturf. Gesellsch. Freiburg in Baden, Bd. VI, Taf. II, Fig. 1—4; Taf. III, Fig. 4.

Ostrea problematica var. lithiotis: G. Böhm, ebenda Taf. IV, Fig. 1.

Gattung mit nicht zu sehr ungleichen Klappen, mit nicht überwachsenem Ligamentfeld, welches in der Unterschale von zwei starken, schief-längs gestreiften und quer-schief geknoteten Wülsten begrenzt ist;

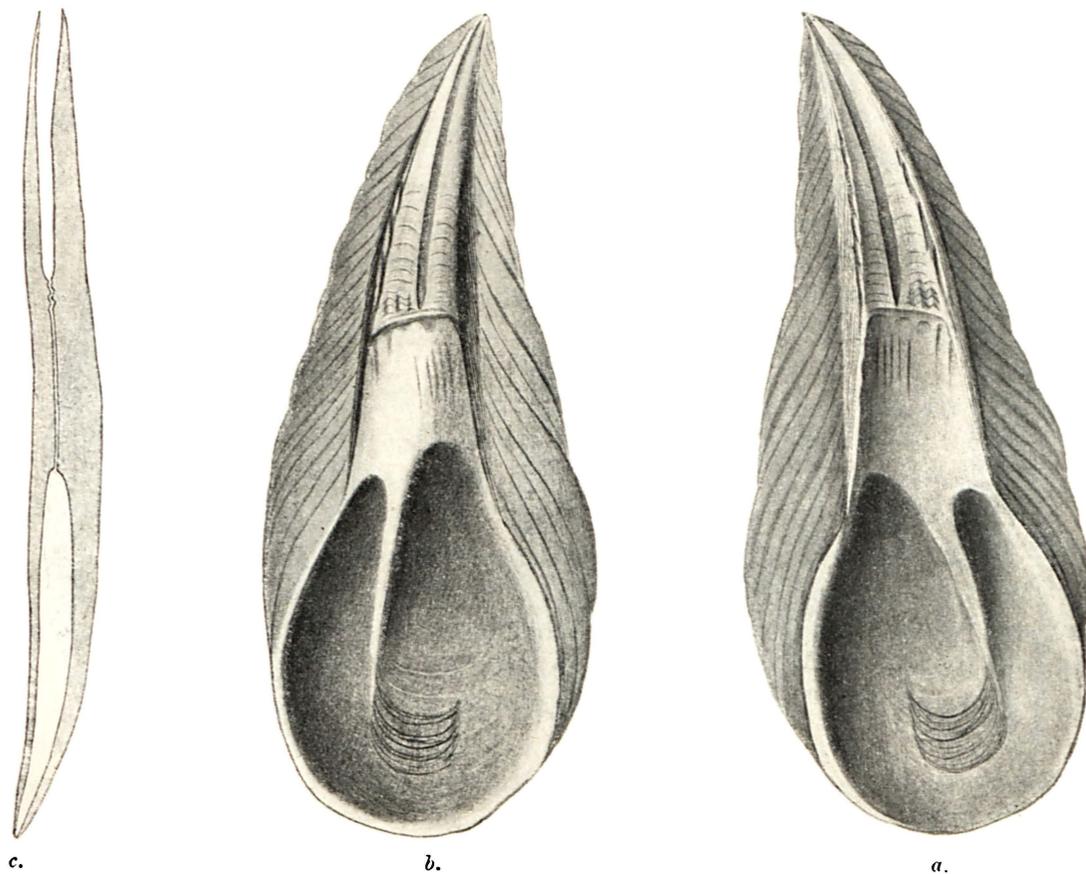
die eigentliche Ligamentgrube, das heisst die Grube für das elastische Ligament, ist eine relativ kurze, ventralwärts oft verschmälerte, seichte und schmale, in der Unterschale etwas stärkere Grube, die in der Mitte zwischen beiden Wülsten liegt; sie ist aber von diesen noch getrennt durch wechselnd breite Zwischenräume, welche eine nach oben convexe Querstreifung in oft verschwindenden schmalen Wülstchen aufweisen. Es sind dies nach aussen (dorsal) convexe Ausbiegungen alter, hier mehr dichtgedrängter Schlossränderleisten, in welche die Ligamentgrube hereinragt; selten erscheinen (vergl. v. Tausch, l. c. Taf. V, Fig. 5—7) hier zarte Längsfurchen, über deren Entstehung wir unten berichten werden.

Beziehentlich des ventral darunterliegenden, bis zu der nicht sehr scharf und deutlich abgegrenzten Wohnkammer des Thieres sich erstreckenden, ziemlich vielgestaltigen Theiles der Schale sind nun drei, das Wesentliche zusammenfassende Haupttypen zu unterscheiden.

1. Die drei Haupttypen des „Mittelfeldes“ von Cochlearites.

Erster Typus. Hier erstreckt sich die Ligamentgrube noch ziemlich weit ventralwärts: an ihrem unteren, bei älteren Exemplaren zugespitzt verschmälerten Ende zieht eine schief-quere Furche und Leiste vom einen der erwähnten zwei Seitenwülste zum anderen auf der eingekrümmten Schalenseite, oder es zeigt sich eine Gruppe von solchen Leisten, welche auch in zackige Erhebungen und Furchen oder längere Längsleisten auslaufen (vergl. beziehungsweise Taf. I, Fig. 1—3).

Fig. 1.



Cochlearites. Erster Typus.

a) Unterschale. — b) Oberschale. — c) Längsschnitt durch die Klappen beim Schalenschluss.

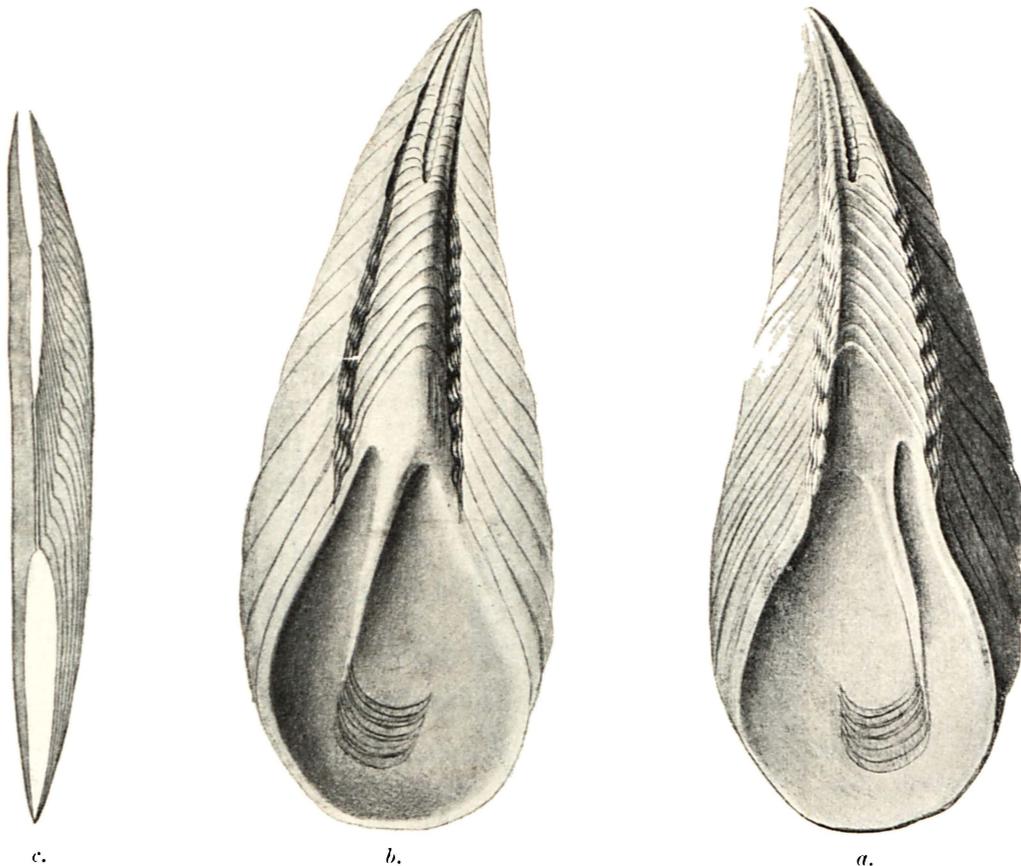
Dabei ist zu erwähnen, dass den Erhebungen der einen Klappe Vertiefungen in der anderen entsprechen, dass also diese starken Quer- und Längsverbindungen der Schalen Functionen¹⁾ haben wie die Zähne der Bivalven. Die erwähnte Region gehört also dem Schlosse an. Wenn auch die Erhebungen fast ganz verfeinert sind, so ist doch diese Stelle unmittelbar unter dem Ligamentende und zu dessen Seiten die Stelle

¹⁾ Diese Erhebungen sind auch oft von fadenförmiger Feinheit, selbst bei riesigen Exemplaren; sie zeigen verschiedene Gruppierung zueinander, wobei sich sehr deutlich erkennen lässt, wie den Erhebungen der einen Seite feinste Furchen auf dem Mittelfelde der anderen entsprechen; dies ist noch häufiger beim zweiten Typus.

völliger, engster Aufeinanderlagerung der beiden Klappen: dies sieht man besonders an Taf. II, Fig. 6, wo dorsal und ventral von dieser Stelle feinstes Schlammmaterial sich zwischen die bilateral divergierenden Schalenteile drängte, die Auflagerungsstelle selbst aber fast völlig frei davon blieb. In dem bis zur Wohnkammer folgenden Abschnitte, der in der Unterschale concav vertieft und in der Oberschale zur dichtesten Flächenauflagerung ganz entsprechend gewölbt ist, zeigen sich öfters noch Gruppen von längslaufenden Furchen und Leisten, welche innen sich so weit ventral erstrecken, als aussen die Längswülste reichen. Zu ergänzen ist, dass zwischen und mit den schief-queren Leisten und Furchen auch die Schalenschichten, welche die Grenze des dorsalen Zuwachsthums der Schale bezeichnen, austreichen.

Zweiter Typus. Bei diesem erstreckt sich das elastische Ligament mit seiner Grube nicht soweit ventralwärts, dagegen zeigt sich ein entsprechend, allerdings auch wechselnd kürzer oder länger ausgezogener Theil mit schief-queren Leisten oder Furchen; diese biegen an der eingekrümmten Seite der Schale mit einer kurzen „apicalen Convexität“ zunächst dem Seitenwulst zurück. Auch hier ist zu betonen, dass jeder Erhöhung auf der hier hohl eingetieften Unterschale eine gleichlaufende und gleich starke Vertiefung auf dem zur engsten Anlagerung gewölbten homologen Theile der Oberschale entspricht. Dabei ist aber gleich zu bemerken, dass stets nur der ventralste Theil dieser schief-queren Furchen und Leisten zu einer völligen Deckung kommt, wie man dies bei geschlossenen Klappen ganz deutlich und häufig beobachten kann. Der quergestreifte

Fig. 2.



Cochlearites. Zweiter Typus.

a) Unterschale. — b) Oberschale. — c) Längsschnitt durch die Klappen beim Schalenschluss, die Unterschale zeigt hier schematisch das Verhalten der Schalenschichtung.

Theil ist also der „verlassene“ Abschnitt des Mittelfeldes. Unter diesem so charakterisirten Felde bis zum Wohnraume hin zeigt sich ein stets zum festesten Flächenverschluss der beiden Klappen unten eingetiefter, oben entsprechend gewölbter Schalenteil, der hie und da auch schwache Längsleisten besitzt, wie an dem gleichliegenden des ersten Typus. Eine neue Bildung ist hier also der oft sehr ausgedehnte, zwischen hier und dem Ligamentende liegende mittlere „verlassene“ Abschnitt, dessen Anomalie deshalb hervorzuheben ist, weil zwischen den Wülsten und Furchen auch die Schalenschichten austreichen. Wenn nämlich bei allen übrigen Bivalven (vergl. Reis, Das Ligament der Bivalven etc., Württembergische Jahreshefte für vaterl. Naturkunde 1902, S. 220, 279) das Ligament wächst, solange noch die Schale in der ganzen Peripherie des Schlosses

und des Wohnraumes neue Schichten ansetzt, das heisst ventral von dem nach unten convexen Unterende des Ligaments nirgends frei ausstreichende Schalenschichten mit Schalen-Schlossrändern vorhanden sind, so ist das bei diesem Typus von *Cochlearites* völlig anders; von dem convexen Unterende der so aufgefassten Ligamentgrube nach dem nicht sehr scharf nach oben abgegrenzten Wohnraume des Thieres zu erstreckt sich ein Feld mit quer verlaufenden Leistchen und dazwischen ausstreichenden Schalenschichten, welche zugleich das Fortschreiten der Schloss- und Wohnfläche nach unten bedeutet, ohne dass das Ligament und seine Grube sich fortsetzt, welche sogar mit sich führt, dass die distalen Theile klaffen und die Ligamentbrücke sehr bald zerrissen werden muss.

Zur Charakterisirung der Veränderlichkeit dieser mittleren Zwischenregion ist hinzuzufügen, dass oft nur der ventralste Querwulst mit seiner Gegenfurche recht deutlich ist¹⁾; weiter, dass Furchen und Wülste oft zu ganz feinen, verschiedenartig hintereinander gestellten und zusammengruppirten Fäden und Riefen zusammenschwinden, dass aber selbst in dieser Form ihres Auftretens die vollste Gegenseitigkeit ausnahmslos gewahrt bleibt, das heisst der feinsten Furche auf der einen Schale die feinste Fadenleiste in der anderen Klappe entspricht. Wir werden im Folgenden die drei bis jetzt hier unterschiedenen Felder 1. das eigentliche Ligamentfeld, 2. das Zwischenstück mit den alten verlassenen Schlossrändern, 3. den Auflagerungstheil nennen. Beim ersten Typus bilden 2 und 3 eine Einheit, das heisst stellen das eigentliche Schlossfeld dar; zu 1 sei bemerkt, dass es eigentlich auch ein Feld mit verlassenen Schlossrändern bedeutet; es sind das aber jüngere Schalenstadien, wo das Ligament noch in das Schlossfeld hineinragt und die Schlossränder beiderseits davon symmetrische Convexitäten zeigen, während nach dem Abschluss der Ligamentgrube nur eine einzige, meist nach dem starken Seitenwulste gerichtete Apicalconvexität im „Zwischenfeld“ vorliegt²⁾.

Dritter Typus (S. 6, Fig. 3). Dieser fasst jene Vorkommen zusammen, bei welchen das Zwischenfeld der verlassenen Schlossränder in unregelmässiger Weise vertheilte Schlossränder-Leisten und anliegende Flächen des zugehörigen Auflagerungsfeldes zum Theil mit Längsleisten, das heisst ein sehr unregelmässiges Vorrücken der alten Schlossränder erkennen lässt. Die Convexität der Ränder ist deutlicher, deren apicale Umbiegungsstelle rückt von dem oft viel weniger eingekrümmten Seitenwulste nach der Mittelregion zwischen beiden Seitenwülsten; durch die Mittelachse der Apicalconvexitäten zieht öfters continuirlich, jedoch auch unterbrochen, in der Unterschale eine ganz schmale Furche, die sich häufig unregelmässig erweitert und an den Durchkreuzungsstellen mit den Furchen und dem Schichtenausstreichen der alten Schalenränder oft pfeilspitzenartige Vertiefungen erzeugt. Die seitlichen Flügel dieser Pfeilvertiefung scheinen durch eine hier nicht dichte Anlage der neuen Schalenschichten verursacht zu sein, welche Theile der früher sich engstens deckenden Flächen des Mittelfeldes freilassen.

Wie allen bis jetzt besprochenen Vertiefungen der Unterschale — ausgenommen die Ligamentgrube selbst — entspricht dieser oft sehr langen Furche eine nach allen Einzelheiten entsprechend ausgestaltete Leiste in der Oberschale (Taf. I, Fig. 5). Diese „Apicalleiste und Apicalfurche“ laufen auf der eingekrümmten Seite der Schale seitlich von der Ligamentgrube aus (Taf. III, Fig. 8).

Wie diese beiden sich ineinanderfügenden Bildungen zur völligen Deckung der Schalen beitragen, das zeigt der Querschnitt Taf. V, Fig. 5, der in Taf. V, Fig. 3 und 4, auseinandergeklappt dargestellten Klappenfragmente (in Fig. 5 sitzt noch ein zweites Klappenpaar auf dem Deckel des ersteren fest aufgewachsen).

Die Apicalleiste und Apicalfurche sind potenzierte Theile des Auflagerungsabschnittes in der Richtung der Apicalconvexität; die Furche befindet sich daher auf der hier eingetieften Unterschale, die Leiste auf der hier gewölbten oberen Klappe.

Neben der Apicalleiste und Furche zeigen sich gelegentlich auch noch andere Längsleisten (vergl. Taf. III, Fig. 5 und 9; Taf. II, Fig. 3 und 8), bei denen, wie dies auch in anderen Fällen (Taf. IV, Fig. 5 und 6; Taf. I, Fig. 3, Oberschale) in der Unterschale der Fall ist, den Erhöhungen ventrale Vorbiegungen, den Vertiefungen dorsale Zurückbiegungen der ausstreichenden Schalenschichten (umgekehrt in der Oberschale) entsprechen³⁾. Diese werden gelegentlich bei eintretender zweiseitigen Anordnung durch zwei fast gleichseitig liegende Apicalconvexitäten abgelöst. Taf. III, Fig. 2 und 9 zeigen

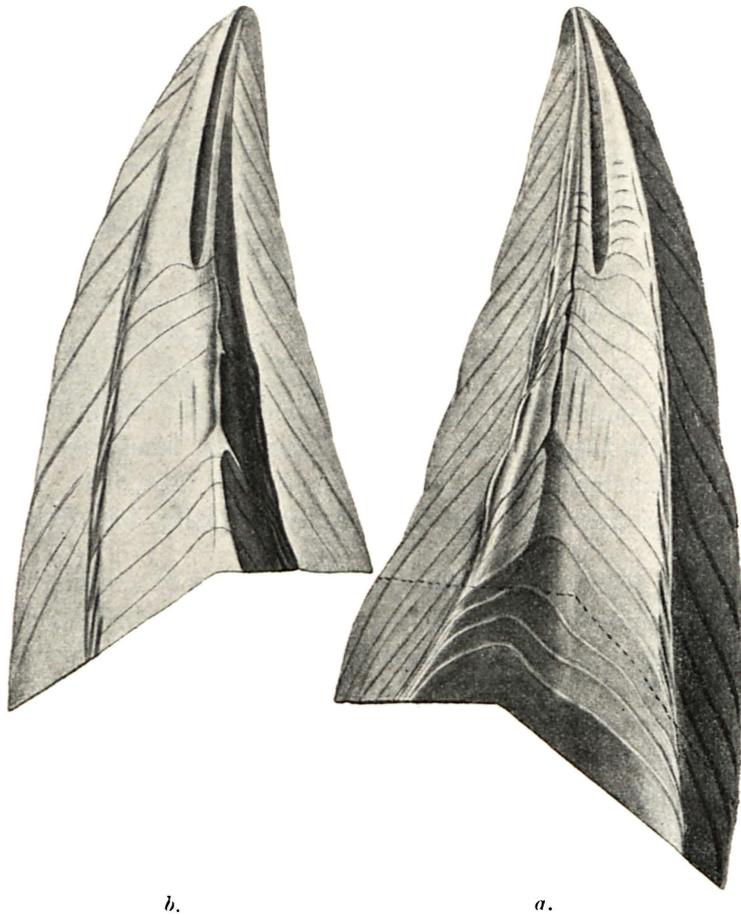
¹⁾ Es gehört das aber wohl zu nachträglichen Veränderungen; da nämlich die dorsal von dem letzten in Function befindlichen Wulste liegenden Theile der beiden gegenständigen Schalenhälften voneinander klaffen, so sind sie den Einwirkungen des Meerwassers und seiner Organismen ausgesetzt, welche hier stets die Vorrugungen glätten und verwaschen: daher sind auch selten die Streifen zu beiden Seiten der Ligamentgrube, ja auch die sonst scharfen Seitenkanten dieser, besonders nach oben hin, deutlich geblieben.

²⁾ Die Abbildungen von L. Tausch l. c. Taf. V lassen deutlich erkennen, dass hier die Apicalconvexität in der Mitte des „Zwischenfeldes“, in der Achsenfortsetzung der deutlichen Ligamentgrube, liegt.

³⁾ Vergl. Jahreshefte des Vereines für vaterländische Naturkunde in Württemberg 1902. Taf. IV, Fig. 4 u. 5.

sich nahe verwandt und beweisen bei letzterer Figur ein völlig selbständiges Wachstum der neuen dorsalen Schalenränder mit wulstigen Verdickungen, eine dorsale Loslösung der neuen Zuwachsschalen vom Gesamtbau (vergl. Textfigur 3a).

Fig. 3.



Cochlearites. Dritter Typus.

a) Unterschale. — b) Oberschale, nur bis zu der punktierten Linie der Unterschale reichend, da für die extreme Form des unter der gestrichelten Linie bei a liegenden Theiles der Unterschale kein Beobachtungsmaterial der Oberschale vorliegt.

Wir haben hiermit in der Hauptsache das zwischen den beiden Seitenwülsten liegende „mittlere Längsfeld“ mit seinem Ligamentabschnitte, seinem mittleren Zwischenabschnitte und seiner ventralen Zusammenlagerungsfläche charakterisirt. Wir kommen nun zu den Seitenwülsten (Unterschale) und Seitenfurchen (Oberschale) selbst.

2. Die Seitenwülste des Mittelfeldes bei Cochlearites.

Die Seitenwülste der Unterschale verlaufen, an Stärke zu- und abnehmend, von der Wirbelspitze nach unten bis zum Beginn der Wohnkammer; ihre grösste Höhe, beziehungsweise Breite erreichen sie stets nahe bei dem Beginne des cardinalen Auflagerungsabschnittes im Mittelfelde.

Nur bei den seltenen, ganz gerade gestreckten Formen sind die beiden Wülste annähernd gleich; meist sind sie ungleich, und zwar liegt der stärkere auf der eingekrümmten Seite der Schale, auf der auch die Apicalconvexität des Schlossrandes gelegen ist; ist die Schale nach der hinteren Seite gekrümmt, wie zum Beispiel Taf. III, Fig. 3 und 4, so liegt auch die Convexität auf dieser Seite und der hintere Seitenwulst ist dann der stärkere.

Es beweist dies einen innigen Functions- und Wachstumszusammenhang (vergl. die Erklärung unten, Allgem. Theil, Cap. 1, S. 14). Die Seitenwülste zeigen entweder auf der inneren Seite oder auf ihrer Oberkante und von dieser ausgehend auf den äusseren Seiten schief nach aussen dorsal verlaufende Erhebungen und Vertiefungen, von welchen erstere meist nach innen vorspringen. Beim ventralen Vorrücken des dorsalen Schalenrandes mit seiner Apicalconvexität rücken auch die in die Längsrichtung des Wulstes einbiegenden

und nach dessen Unterende sich erstreckenden Schalenschichten ventral vor; hierbei bilden diese immer etwas ventral vor den nächst älteren Erhebungen und Vertiefungen neue Erhebungen etc., und hiermit Aus- und Einbiegungen; am Ventralende des Wulstes entsteht so eine ganz neue Erhebung, beziehungsweise Ausbiegung der letzten Schalenschichten. Da mit höherem Alter der Schale die Zuwachscomplexe in dem Maße, wie sie an Peripherie wachsen, auch an Dicke zunehmen, so wird der Wulst immer dicker, das heisst breiter und höher.

Die Seitenwülste der Unterschale entstehen daher dadurch, dass die Schalenschichten zu Seiten des Mittellängsfeldes sich aufwölben und bei ihrem Vorrücken ventralwärts Verdickungen erzeugen, die sich meistens an- und übereinander lagern und fast parallel der Achse des Mittellängsfeldes nach unten ziehen. Von ihrem unteren Ende an biegen die Schalenschichten von dieser Achsenrichtung ab, streichen nach aussen und bilden die beiden seitlichen Fiederfelder (vergl. unten Cap. 4).

Der Seitenwulst ist also, im Ganzen genommen, eine secundäre, summarische Bildung der dorsoventral umbiegenden und seitlich verlaufenden Schlossränder; die oft auf seiner Aussenfläche auftretenden kurzen, schief nach aussen und oben verlaufenden Querwülste sind summarische, secundäre Wülste¹⁾ nach kleinen Erhebungen und Vorrägungen dieser von den beiden Umbiegungsstellen an aufgewölbten und verdickten Ränder.

Dem summarischen Seitenwulste der Unterschale entspricht eine ebensolche Furche in der Oberschale, seinen Erhebungen und Vertiefungen entsprechen dort Vertiefungen und Erhebungen, welche sich vollkommen decken; diese Deckung findet aber nur statt in dem Zwischenraume zwischen dem Uebergreifen der untersten Apicalconvexität auf die Seitenwülste und deren spitzen unteren Endigungen, das heisst längst des „Auflagerungsabschnittes“ in dem mittleren Längsfelde mit dessen Leisten und Furchen. Die Seitenwülste, die nach aussen scharf gegen die fiederartig ausstrahlenden und austreichenden Schichtlinien abgesetzt sind, sind daher als die zahnartig hervorgewölbten Seitenbegrenzungsleisten des „Auflagerungsfeldes“ und als ebensolche hervorgehobene Bildungen zu betrachten, wie die Apicalleiste und -Furche des inneren Mittelfeldes beim dritten Typus, gegen welche die übrigen Leisten und Furchen mehr unbeständigen Auftretens sind. Alle diese Erhöhungen, welche durch das ausserordentlich ausgezogene Wachstum des Wirbelabschnittes eine grosse Länge erreichen, müssen als Schlosszähne betrachtet werden, deren nicht mehr functionirender dorsaler Abschnitt unter den Begriff der secundären Leisten und Wülste gehört (vergl. Reis, Das Ligament der Bivalven I. c., S. 186). Die Länge dieses nicht functionirenden Abschnittes hängt lediglich von der Länge des umbocardinalen Feldes ab. Solche secundäre Wülste nach functionirenden Zähnen treten stets da deutlich auf, wo der dorsale Schlossrand stark nach unten vorrückt und die Schlossplatte mit ihrer Fläche nicht sehr von der Fläche des umbocardinalen Feldes mit den austreichenden Schalenschichten abbiegt (vergl. I. c. Ligament der Bivalven, S. 192. Anmerkung 2). Ueber seltenere Einzelheiten der Seitenwülste vergl. Allgem. Theil, Cap. 9. S. 35.

3. Der Wohnraum der Schale und die Muskellage.

Der Wohnraum der Schale ist undeutlich gegen die cardinale Zusammenfügungsfläche abgesetzt; er ist löffelartig gestaltet und beginnt innerlich ungefähr da, wo aussen die Seitenwülste endigen und zugleich der letzte Zuwachs des seitlichen Fiederfeldes sich scharf von den Seitenwülsten nach aussen abbiegt; innerlich ist der Beginn der Wohnfläche des Thieres auch noch durch eine weitere bemerkenswerthe Bildung gekennzeichnet. Von der Auflagerungsfläche des Mittelfeldes ausgehend, zieht sich nämlich, besonders an der Deckelschale stark hervortretend, eine allmählig verschmälerte, dorsal noch breitwulstförmige Leiste ventralwärts in den Wohnraum herein; sie biegt meist etwas nach jener Randseite aus, auf welcher sie auch liegt, und wiederholt so gleichsam die Ausbiegung des Wohnraumrandes; nach der entgegengesetzten Seite hat er einen stärkeren Flächenabfall, nach der Seite seiner Ausbiegung einen geringeren, so dass dieser Theil der Schalenfläche gegen den jenseits davon liegenden das Kennzeichen einer etwas erhabeneren Schwelle besitzt. Die Leiste endet an der gleichartig orientirten Längsseite des Muskeleindruckes, verschmälert und ganz niedrig geworden, steht aber zu diesem in unverkennbarer Beziehung. Der Muskeleindruck — schon von G. Böhm I. c. Taf. III, Fig. 4, an einem undeutlich hierher gehörigen Fragment gemuthmasst — ist nur an drei Exemplaren beobachtet (Taf. IV, Fig. 10 und 11, Taf. VI, Fig. 4), besonders bei Taf. IV, Fig. 10, mit unzweifelhafter Schärfe: er zeigt ausser der gewöhnlichen ventralconvexen Zuwachsstreifung auch rein sagittale Contactstreifen (vergl. Allgem. Theil, Cap. 7, S. 29). Der links von der Muskelleiste in der angewachsenen Klappe, nach der häufigeren Einkrümmungsseite zu liegende Abschnitt des Wohnraumes ist höher, länger und breiter als der rechts dahinter liegende, welcher daher nur der Raum für den die Afterröhre

¹⁾ Vergl. Ausführlicheres über diesen Begriff im Jahreshfte für vaterländ. Naturkunde in Württemberg 1902. Cap. I. S. 187 etc.

enthaltenden, mit dem Muskel subcentral bis central vorrückenden Theil des Körpers sein kann, während der davorliegende Theil hauptsächlich dem Orobranchialabschnitte entspricht. Nur danach¹⁾ ist hier wahrhaft die Hinterseite des Thieres und der Schale zu bestimmen, und es darf als erwiesen gelten, dass die aufgewachsene Schale stets die rechte Schale ist, nicht, wie mit G. Böhm die früheren Forscher im Sinne der Ostreiden-Hypothese annahmen, die linke wie bei *Ostrea*.

Wegen des bei jeder Wachstumsperiode ventral weit vorrückenden Schalenrandes liegen, dem Wohnraume entsprechend, wenig Schichten zu einer einheitlichen beträchtlicheren Schalendicke übereinander: daher ist stets der Ventralrand im Gegensatze zum Wirbelabschnitte sehr dünn und brüchig, weshalb man ganz selten hier wohlerhaltene Exemplare findet und auch erwarten kann. Darum kommt der Muskeleindruck gar selten zum Vorschein; dieser ist auch bei jenen Bivalvenschalen am stärksten ausgeprägt, bei denen er die dicksten Schalenschichten durchsetzt.

Was die Muskelleiste betrifft, so ist noch die Einzelheit nachzutragen, dass sie sich dorsal völlig continuirlich aus der Fläche des Auflagerungsabschnittes des Mittelfeldes entwickelt und sich schwach nach dem Wohnraume zu erniedrigt: ein dorsaler Abschnitt der beiderseitigen Muskelleisten kommt noch sogar zur Deckung und an unseren Exemplaren ist ganz deutlich, dass eine von unten und von oben stattfindende Einlagerung in einer seichten Längsvertiefung möglich ist.

So selten diese eigenartige Beziehung des Schalenmuskels zu einem Theile der Schlossplatte bei den Bivalven ist, so verständlich ist sie indessen: die Attractoren liegen ja bei zweimuskelligen Gruppen zunächst der Grenze der Commissur, nahe an den seitlichen Schlossgrenzen. Wenn nun auch gerade der hintere Muskel von der Schlossplatte selbst durch den Enddarm und After getrennt ist, so kann er doch auf die Ausgestaltung des Schlossfeldes unmittelbar einen gewissen Einfluss ausüben, der auch bei seiner Wanderung nach der subcentralen Lage fortdauern kann; freilich ist dies nur denkbar, wenn die Lage des Muskels zum Weichkörper die nämliche bleibt und andere Theile, ausser dem Analabschnitte, nicht zwischen ihn und das Schloss treten. Die Zusammenfügungsverhältnisse der Muskelleisten bei *Cochlearites* als Schlossfeld-Fortsetzungen lassen diese Thatsache deutlich hervortreten, denn zwischen dem Abschnitte der Muskelleiste, der sich mit dem Gegenüber deckt, und dem Muskel selbst ist nur ein ganz flacher Raum für das Durchtreten der analen Körperpartie.

4. Die seitlichen Fiederfelder.

Am Ventralende der Seitenwülste, neben dem gleichzeitigen Abschlusse der inneren Auflagerungsfläche mit ihren sporadischen Längsleisten, biegt der Schalenrand mit dem Beginne einer bemerkbaren inneren Schalenhöhlung für das Thier von den Seitenwülsten weg nach vorn und hinten aussen ab. Wie die Seitenwülste in ihrer eigenen Richtung recht schwach divergirend ventralwärts nach dem Wohnraume zu fortwachsen, so rücken die freien Seitenränder des Wohnraumes bei beiden Klappen fast parallel mit sich, in ihrer Breitenentfernung voneinander allmähig zunehmend, vor; während aber der Ventralrand bei gleichem Vorrücken von der Oberansicht her stets bedeckt wird, bleiben die Seitenränder stets unbedeckt und bilden so die seitlich von den Seitenwülsten liegenden, oft höchst regelmässigen Fiederfelder, die ein in ihrer Art so sehr charakteristisches Kennzeichen der Lithiotiden darstellen.

Diese Aehnlichkeit zu betonen, ist umso wichtiger, als, wie wir sehen werden, die Unterschiede zwischen beiden Gattungen sonst nicht unbedeutende sind. Auf den Fiederfeldern sind sehr oft regelmässige wulstige Verdickungen zu sehen, welche, dem Verlaufe der Streifen folgend, nichts anderes sind als besonders vorragende, nach hinten und der Seite abfallende Schalenränder. Sie stellen Ruhepunkte zwischen den Hauptvorrückungsperioden dar: in ihren Zwischenräumen ist auf der Breite der seitlichen Auflagerungsränder ein rasches Vorrücken mit dünnen Schalenschichten zu bemerken, deren Ausstreichen die dieser starken Vorrückungsperiode entsprechenden breiteren Auflagerungsbänder fein streift (vergl. Taf. II, Fig. 6). Um diese Breite rücken daher die Wülste der Fiederfelder vor, hiermit die Seitenwülste um einen Knoten und das Mittelfeld um eine quere Schlossranderhebung. Da diese Randstreifen wirkliche Schalenschlussränder waren, so entsprechen sie sich (entgegengesetzt dem Verhalten bei Ostreiden) so vollkommen, selbst in den „verlassenen“ Abschnitten, auf der Ober- und Unterschale, dass die einen wie der Abguss der anderen erscheinen.

¹⁾ Eine häufig zu bemerkende starke Ausbiegung der Muskelleiste nach hinten ist auch besonders schön auf den beiden von G. Böhm, l. c. Taf. II, schon abgebildeten Exemplaren des Berliner Museums für Naturkunde zu sehen: die Oberschale ist aber hier umgekehrt als „rechte“ Klappe orientirt; die Ausbiegung bezeichnet aber an allen meinen Exemplaren die einseitige Grenze des Hauptlumens des Wohnraumes, welche durch die Muskellage als hintere gelten muss.

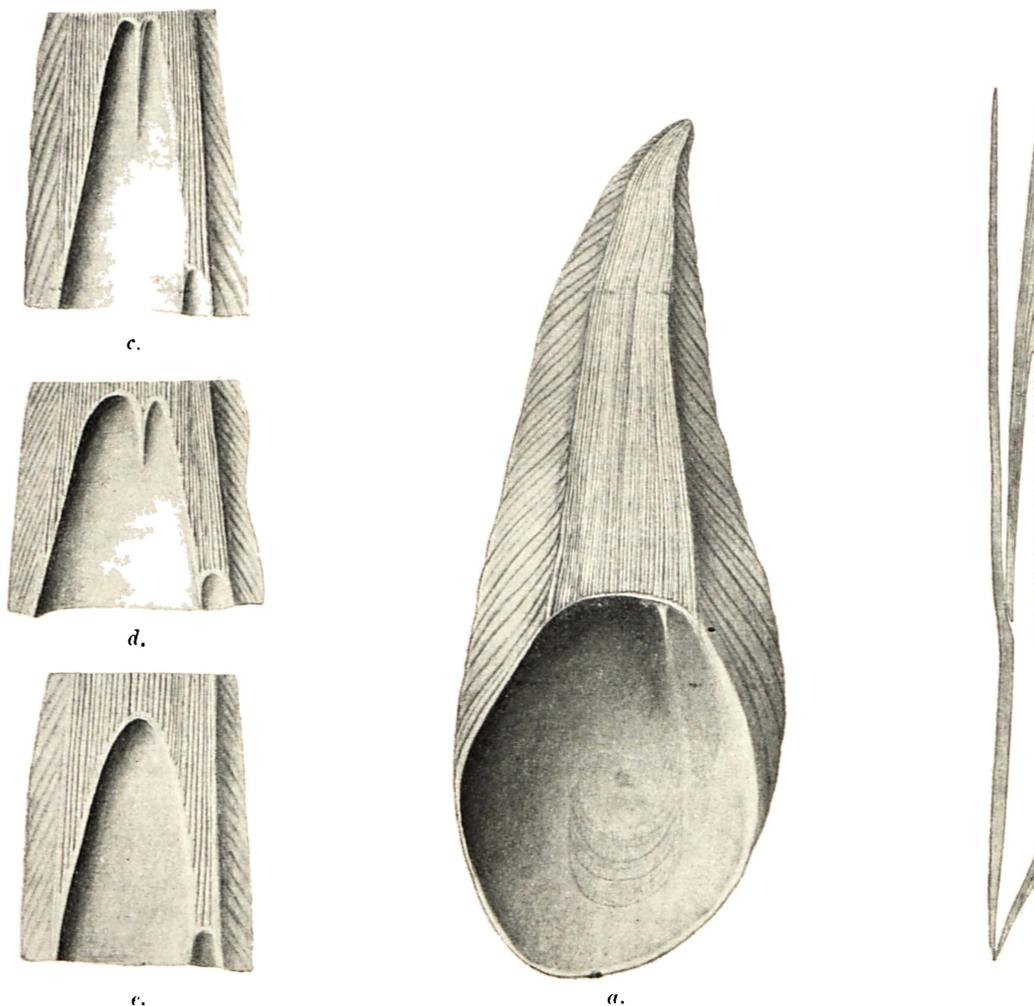
II. *Lithiotis* Gümbel (emend. Reis).

1844. J. Spada, *Corporum lapidefactorum agri veronensis catalogus*, pag. 53. Taf. IX.
 1871. *Lithiotis problematica*: v. Gümbel, Die sogenannten Nulliporen etc. Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. Taf. II, Fig. 13 und 14.
 1879. *Lithiotis problematica*: de Zigno, Memoria del R. Istituto Veneto. Bd. XXI. 1879, Taf. I. Fig. 2—7.
 1890. *Lithiotis problematica*: v. Gümbel, Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1890.
 1892. *Ostrea problematica*: G. Böhm, Ber. d. naturf. Ges. Freiburg in Baden. 1892. Taf. III, Fig. 1—3.

v. Gümbel hat mit G. Böhm die Selbständigkeit dieser seiner Gattung selbst gezogen: aus dem Folgenden wird sich ergeben, welche hohe Eigenart sie gegenüber *Cochleari* gegenüber *Ostrea*, besitzt, so dass obiger Gattungsname gewahrt bleiben muss.

Die äussere Gestaltähnlichkeit zwischen *Lithiotis* und *Cochlearites* ist sehr gross: mit langem breiten Stil, die seitlichen Felder mit fiederartig ausstreichenden Schalenschichten. Seiten eines langgestreckten Mittelfeldes bleiben sich gleich. Zu bemerken ist nur, dass die G gestreckter ist, obwohl es auch stark gekrümmte Exemplare gibt (Taf. VI, Fig. 8 u. 9).

Fig. 4.



***Lithiotis problematica*.**

a. Unterschale. — b. Unterschale mit der nur in Fragmenten bekannten Oberschale im Längsschnitte der schliess; die Unterschale zeigt schematisch die Lamellenumbiegung. — c, d, e zeigen im Aufbruche von c der Wirbelhöhle die Septenbildungen, von welchen die hinterste die constanteste i

Die äussere Fläche des Mittelfeldes zeigt weniger Bemerkenswerthes gegenüber bei *Cochlearites*; sie ist sehr scharf und ziemlich gleichmässig längsgestreift. Die Streifung Leisten mit schmälere oder auch breitere Furchen; erstere zeigen manchmal eine seil aber oft durch schmale scharfe Leisten mehr oder weniger regelmässig längsgegliedert (einer gewissen Breite von der Wirbelspitze an zeigen sich Zweitheilungen und Einschalt Unterbrechungen in dem Längsverlaufe auf und ein sich eng anschliessender Neubeginn mit za

In den etwas breiteren Längsvertiefungen zeigt sich eine sehr zarte Querstreifung auslaufender feinsten Schalen-schichten, welche ausnahmslos nach der Dorsalseite convex ist, wie jene zwischen den Zahnleisten von *Cochlearites*. Daraus ist zu folgern: erstens, dass die Zahnleisten homolog denen von *Cochlearites* sind, zweitens, dass jene keine Ligamentfurchen sein können (vergl. unten Allgem. Theil, Cap. 7).

1. Die Apicalhöhlung in ihren Maßen und Theilen.

Bei allen mir vorliegenden Exemplaren zeigt das längsgestreifte Mittelfeld (Leistenfeld) unregelmässige Einbrüche¹⁾; betrachtet man den hier im Gegensatz zu *Cochlearites* scharf gegen den Wohnraum abgesetzten ventralen Theil des Mittelfeldes von der Ventralansicht her (Taf. VI, Fig. 1), so zeigt sich, dass hier eine Höhlung ausmündet, deren Tiefe sowohl durch den Aufbruch der Decke als auch durch Querdurchschnitte festgestellt wurde (vergl. Textfig. 4c—e).

Mittlere Breite des Leisten-Mittelfeldes	Länge des Fragments	Länge der inneren Höhlung	Breite der inneren Höhlung	Restaurirte Höhe der inneren Höhlung
C e n t i m e t e r				
0·7 cm (G ü m b e l's Original, Taf. VII, Fig. 1) .	7·8	0·6	0·0—1·0	0·15
2·0 cm	6·5	2·5	0·0—1·2	0·0—0·2
2·0 cm (Taf. VII, Fig. 3)	4·0	3·0	0·0—2·0	0·0—0·2
2·3 cm (Taf. VI, Fig. 9, $\frac{2}{3}$ diam.)	8·5	7·0	0·0—1·2	0·25
2·5 cm (Taf. VII, Fig. 4 und 5, 1·75 diam.)	9·0	2·0	0·0—1·0	—
2·5 cm	6·8	5·0	—	0·15—0·25
3·0 cm (Taf. VII, Fig. 8, 2 diam.)	4·0	4·0	2·0—2·5	0·18—0·4
3·0 cm (Taf. VI, Fig. 8, $\frac{2}{3}$ diam.)	8·5	2·0	2·5	0·0—1·0
3·5 cm (Taf. VI, Fig. 13, 2 diam.)	6·0	3·0	0·0—2·0	—
3·5 cm (Taf. VI, Fig. 5, $\frac{2}{3}$ diam.; Taf. VII, Fig. 7, 2 diam.)	13·0	4·0	0·0—1·0	0·0—0·15
3·5 cm	8·0	1·0	0·0—1·0	—
4·0 cm (Taf. VII, Fig. 9, 2 diam.)	12·0	12·0	0·2—2·0	0·1—0·25
4·0 cm (Taf. VI, Fig. 11, $\frac{2}{3}$ diam.)	12·5	7·5	0·0—3·5	0·0—0·55

Man erkennt aus dieser Zusammenstellung, dass die Breite der Höhlung im Allgemeinen mit der Breite des Leistenmittelfeldes wächst, jedoch auch nicht ausnahmslos.

Beziehentlich des Verhältnisses der Breite der Höhlung zur Länge ist zu entnehmen, dass eine grosse Regellosigkeit herrscht, insofern die gleiche Breite bei sehr verschiedener Länge der Höhlung erreicht werden kann. Die Höhe der Höhlung zeigt die geringsten Maße; sie wächst (gemäss dem flachgedrückten Habitus der Schale) nicht entfernt in ähnlichem Verhältnis wie die Breite.

Der Eingang in die Höhlung ist nicht etwa eine einfache Fortsetzung des Wohnraumes, sondern hauptsächlich von der Seite her etwas verengt. Die Oberfläche der Höhlung zeigt kein Schichten-ausstreichen, sondern das dichte und glatte Aussehen der Mantelanlagerungsfläche der Schalenschichten²⁾ (vergl. unten die Structurbeschreib.). Wenn nun zwar die Oberfläche der Höhlung dem Stofflichen nach glatt zu nennen ist, so ist sie doch nicht ohne jedes Relief.

Es zeigen sich sowohl in der Mitte als auch seitlich eigenthümliche Längskämme auf der unteren Fläche, welche dorsalwärts rasch an Höhe gewinnen und sich mit der Decke der Höhlung vereinigen, so dass kurze Scheidewände entstehen.

Durch eine solche mittlere Scheidewand wird zum Beispiel die apicale Concavität der Höhlung in zwei fast gleiche Höhlungen zerlegt. Aehnliche Septen treten auch an den Seiten der Höhlung mehr oder weniger nahe am Eingange, besonders auf einer Seite, auf und bilden hier kleine fingerhutartige Concavitäten, die sich ventralwärts und schlitzartig nach der Innenseite öffnen. Von grosser Constanz ist eine nahe an jener Seite gelegene Concavität, welche nach dem Vergleiche mit der aufgewachsenen Schale von *Cochlearites* als die hintere (Anal-) Seite der Schale bezeichnet werden muss; von 19 Fällen ist sie nur in zwei Fällen sehr gering entwickelt,

¹⁾ Die Einrückung ist bei allen Abbildungen von Spada, de Zigno, v. Gümbel und G. Böhm zu beobachten.

²⁾ Es ist daran zu erinnern, dass bei *Ostrea* besonders im mittleren Innern des Wirbelkörpers die Schalenstructur grossblasig und die Schichten sehr dünn sind. So kommt es bei fossilen Vertretern öfters vor, dass durch Verwitterung oder auch unvorsichtige Präparation diese Schichten fehlen und unter dem Ligamentboden eine kleine Höhle sich befindet; diese Höhle zeigt aber stets an ihren Wänden das Schichtenabbrechen der nachträglichen Zerstörungswirkungen; es ist kaum nöthig, hinzuzufügen, dass die querangeordnete blasige Structur bei *Ostrea* mit den längsentwickelten Röhren nicht das Geringste gemeinsam hat.

jedoch noch angedeutet¹⁾; in neun Fällen von 17 ist zwischen ihr und der Hauptconcauität eine neue eingeschaltet, welche sich deutlich von jener abspaltet und (nach drei möglichen Beobachtungen) ungefähr mit dem Abschlusse der hintersten Concauität erst beginnt; nur in einem Falle zeigte sich vor der Hauptconcauität noch eine vorderste (vergl. Taf. VI, Fig. 9 u. 10). Es liegt also die durch diese Abgliederungen an Breite reducirte Haupthöhle fast stets unmittelbar neben dem vorderen Fiederfelde und erinnert dies an die einseitig gelegene Apicalconvexität²⁾ des Schlossrandes bei *Cochlearites*. Das höchst constante Septum, welches die hinterste Concauität nach vorn abgrenzt, wird mit dem Muskelwulst der Deckelschale und der Unterschale (vergl. unten) in Beziehung zu setzen sein. Das Ganze wäre dadurch entstanden, dass vom Wirbel und von der Seite her der dem Mittelfelde bei *Cochlearites* entsprechende Abschnitt durch eine mit der Schale innigst zusammenhängende continuirliche Decke überdacht worden wäre.

Demgemäss biegen auch sämmtliche Schalenschichten im Längsschnitte von der Apicalconcauität continuirlich nach vorn (beziehungsweise unten), desgleichen im Querschnitte von der Seite des Mittelfeldes nach oben und innen um.

Die Decke der Mittelhöhlung von *Lithiotis* wäre also gegenüber *Cochlearites* das ganz Neue: die Erhöhungen des Mittelfeldes hier wären bei *Lithiotis* ausser Function gesetzt und verschwunden. Als Ersatz hierfür, besonders für die Seitenwülste, müssten dann die regelmässigen, dichtgedrängten Längsleisten des Mittelfeldes zu betrachten sein, welche mit den allerdings selten regelmässig auftretenden Längsleisten der Seitenwülste bei *Cochlearites* eine höchst bedeutsame äussere Aehnlichkeit besitzen.

2. Die Deckelschale von *Lithiotis*.

Die am Schlusse des vorigen Abschnittes angedeutete Frage kann nun nur durch die Kenntniss der Oberschale gelöst werden: hier ist vor Allem zu bemerken, dass, so selten ein ganzes Exemplar von *Cochlearites* und besonders von *Lithiotis* ist, ebenso selten bei *Lithiotis* die Oberschale auch nur in Fragmenten zur Anschauung kommt. Während *Cochlearites* an den meisten Fundstellen fast stets mit der etwas dünneren, aber sonst gleichgebildeten Oberschale vorkommt, kommt *Lithiotis* niemals mit einer wohlentwickelten Klappe vor, die ihr entgegengesetzt gelagert, etwas kleiner und geringer, aber ihr im Wesentlichen gleichgebildet als Deckelschale zu betrachten wäre.

Statt dessen finden sich auf dem Wirbeltheile häufigst Reste dünnerer Lamellen, die oben glatt und unten ähnlich längsgerieft sind wie das Mittelfeld; an einer derselben sah ich, dass die Riefung mit der des Mittelfeldes der eigentlichen *Lithiotis*-Schale abwechselt.

Diese dünnen Lamellen ohne Wirbelhöhlung fanden sich auch an einer Gruppe von Exemplaren (die allem Anscheine nach aufeinander festgewachsen waren); dabei lag eine solche Lamelle immer zwischen zwei Individuen mit Wirbelhöhlung, und zwar an der einer Deckelklappe entsprechenden Stelle (vergl. Taf. VII, Fig. 4 und 5).

Man kann daher mit grosser Sicherheit aussprechen, dass *Lithiotis* eine sehr reducirte dünne Oberschale besitzt, welche durchaus der Unterschale unähnlich ist, das heisst weder die Apicalhöhle, noch die damit verbundenen, zum Theil oben beschriebenen und die noch gleich näher zu betrachtenden Einzelheiten aufweist.

3. Einzelheiten der Verkalkung der Apicalhöhle.

Wir haben oben (siehe nach den Textfiguren 4c, 4d und 4e S. 9) die Morphologie der Wirbelhöhle betrachtet; wir wollen sie nun noch näher im Zusammenhange mit der Wachstumsstructur des Wirbelkörpers prüfen; hierzu dienen die Querschnittserien Taf. VI, Fig. 11—14, und Taf. VII, Fig. 7—10.

Man erkennt hierbei zuvörderst, dass das Fortschieben der Höhlung nach unten durch Ansatz vollständig im Querschnitte ringförmiger Schalenlamellen geschieht, dass kein Auslaufen von solchen Lamellen auf die Innenseite der Höhlung erfolgt; oft ist das Wachstum so continuirlich faserig, dass keine Schichtung zu erkennen ist. Nach der Zweitheilung durch eine Zwischenwand werden die beiden Theilhöhlen öfters langröhrenförmig, schliessen sich aber apical doch vollständig, so dass im Querschnitte Centren von reinem concentrischen Bau zu sehen sind. Hie und da schliessen sich die Lamellen seitlich nicht dicht an: so entstehen im

¹⁾ Die Abbildung eines angewitterten Exemplars in de Zigno's Fig. 3 (vergl. auch unsere Taf. VII, Fig. 6) zeigt diese Concauität auch.

²⁾ Diese Bezeichnung ist bei *Cochlearites* durch die naheliegende Orientirung der Krümmung nach der Dorsalseite berechtigt; bei *Lithiotis* müssen wir aber die analoge Krümmung im Mittelfeld nach der Ventralseite orientiren und können hier nur von einer „Concauität“ reden.

Querschnitte mondsichelartige Lücken von ziemlich langer Erstreckung; auch hier findet nachträgliche Verkalkung auf der Innenfläche dieser Lückenräume durch Absatz von gleichgeformten dünnen Lamellen statt.

Auch in den beiden Theilhöhlen treten wieder Unterabtheilungen durch kleinere Scheidewandbildungen auf, welche endlich wieder zu Verkalkungscentren, das heisst zu langen Achsensträngen concentrischer Lamellen zusammenwachsen, wobei auch hier die Schichtung oft sehr zurücktritt und eine continuirliche, senkrecht zur Oberfläche orientirte Faserung dafür eintritt. Diese Centren sind aber keine concretionären Ausgangspunkte, sondern eigenartige Abschlusscentren der Verkalkung, welche sich an die in scharfem Längenwachsthum röhrenförmig auswachsenden Theilconcavitäten anschliessen, die ihr morphologisches Analogon auch in den vielfältigen Apicalconvexitäten und dazwischenliegenden Leisten des Mittelfeldes von *Cochlearites* besitzen, histologisch freilich nur durch Structurbesonderheiten möglich sind.

Während nun die Haupthöhle, wenn auch in Röhrenbündeln, sich gleichmässig allmähig schliesst, bleiben die röhriigen Seitenconcavitäten viel constanter, sei es dass sie sich gleich schliessen oder lange hohl bleiben; hier finden von Anfang an senkrechte Zweitheilungen, aber auch mehrfache horizontale Scheidewandbildungen statt, welche ebenso verharren. In diesem Gleichbleiben ist es auch begründet, dass bei dem Dickenwachsthum und der seitlichen Erweiterung (Verbreiterung) der Schale nach der Seite zu Lücken entstehen müssten, wenn sie nicht sofort durch seitlich und oberhalb von den Seitensträngen liegende Einstülpungen, die ebenso zu Röhren und Strängen auswachsen, ausgefüllt würden. An dieser Seite sind daher stets ganze Bündel solcher Röhrenstränge zu beobachten, welche nur in dieser Weise ihre Erklärung finden (vergl. unten).

Höchst merkwürdig sind die einseitig über oder unter der Ausfüllung der Haupthöhlung liegenden Füllmassen, welche mit anormal geringer Entwicklung des darunter oder darüber liegenden Theiles der Haupthöhlung verbunden sind, das heisst ebenso an Zahl und Masse zunehmen, als an Raum jener abgeht (vergl. Taf. VI, Fig. 14, Taf. VII, Fig. 7—9); ihre eingehendere Erklärung wird unter Cap. 6 gegeben.

Diese Bildungen entstehen im weiteren Rahmen der morphologisch begründeten Apicalconcavitäten unter der Tendenz rapid wuchernden Schalenwachsthums bei dazu vorgeeigneter Faserung.

In dieser Beziehung ist es von hoher Bedeutung, dass die sehr hinfallige und an Dicke unbedeutende Deckelschale, soweit sie in Querschnitten zur Beobachtung kam, keine Spur solcher Entstehungen aufweist.

4. Der Muskelansatz bei *Lithiotis*.

Leider ist auch von der Unterschale bei *Lithiotis* aus ähnlichen Gründen wie bei *Cochlearites* der Wohnraum nur sehr selten erhalten; von dem Muskeleindrucke kann daher beziehentlich seiner Lage zum Unterrande nichts gesagt werden, als dass er kaum anders gelegen haben dürfte als bei *Cochlearites*.

Das einzige Exemplar, das etwas über den Muskeleindruck bei *Lithiotis* aussagt, ist das Fragment Taf. VII, Fig. 6. Es zeigt ihn aber nicht am freien Schalenrande, sondern in einer Schichtabdeckung einerseits vom dorsalen Theil der Wohnkammer aus, andererseits von der Aussenfläche her; im ersteren Falle hat man die Ansatzfläche selbst, im letzteren Falle den Ueberdeckungsabdruck des Ansatzreliefs des vorrückenden Muskels durch die dorsoventral nachrückende Kalklamellenauflagerung. In dieser Weise kann man das ganze Vorrückungsfeld des Muskels (Gesammtmuskelbahn) bei Ostreiden und Spondyliden, wenn es sich nicht, wie so oft, durch Wegführung der faserigen Muskelanhefteschicht (Hypostracum) als Höhlung in der Schale zu erkennen gibt, zur Anschauung bringen¹⁾.

¹⁾ Der Ansatz der Attractoren an der Innenfläche der Schale geschieht meist mit einer besonderen Schicht, welche bei fossilen Schalen infolge ihrer undichten Faserstructur häufig zerfällt; diese Schicht ist nach Thiele dem Hypostracum anderer Mollusken vergleichbar (siehe Zeitschrift für wiss. Zool. 55, 1893, und Jahreshäfte für vaterl. Naturkunde in Württemberg 1902, S. 219); ihre Bildung bedeutet eine Unterbrechung der Schichtung der Schaleninnenfläche; diese Unterbrechung wird bei allen Bivalven von der eigentlichen Schaleninnenschicht wieder allmähig ausgefüllt, wenn der Muskel ein Stück ventralwärts vorgerückt ist. Diese Vorrückungen geschehen meist in einer einheitlich bleibenden, tangential zu nennenden Fläche, welche, abgesehen von allem anderen, allein schon wegen der Muskel-Loslösung ein besonderes Oberflächenverhalten besitzen muss, daher sie mit der später sie überdeckenden Substanz selten sehr eng verwächst; sie kommt so auch häufiger bei fossilen Schalen zum Vorschein oder kann hier leicht präparirt werden; bei manchen Austern zum Beispiel bilden die summarischen Muskelansatzstellen nicht wie sonst eine der Schalenkrümmung entsprechende, tangential einheitliche Fläche, sondern durch das hier rein radiale Vorrücken der queren Muskelansatzfläche einen hornartig gekrümmten Körper aus übereinander liegenden Schichten faseriger Substanz, welche leicht zerfällt und eine nach dem Wirbel zu gekrümmte Höhlung verursacht; auf dieser Höhlung laufen die zahlreichen Schalenschichtunterbrechungen aus. Durch Nachweis der summarischen Muskelfläche (Gesammtmuskelbahn) bei *Lithiotis* nahe der äusseren Oberfläche der Schale und zwischen dieser und der Haupthöhlung ist dem immerhin möglichen Einwurf zu begegnen, als ob man es bei der Apicalhöhlung von *Lithiotis* mit einer ähnlichen Auslaugungserscheinung zu thun habe. (Vergl. Bemerkung über die Gesammtmuskelbahn in Jahreshäfte für vaterl. Naturkunde in Württemberg 1902, S. 228.)

Der Muskeleindruck bei *Lithiotis* ist, hiernach zu urtheilen, verhältnismässig etwas breiter als bei *Cochlearites*, die Verdickung an seinem Hinterrande etwas schwächer; der Muskelansatz lag jedenfalls auch mehr am Ventralrand, da ihn nur eine recht dünne Schalenschicht von der äusseren Oberfläche trennt; die parallelen convexen Zuwachswülstchen sind wie bei *Cochlearites* von einer feineren radialen Streifung durchkreuzt. Bezüglich der sonstigen Orientirung der Anheftestelle ist zu bemerken, dass ihre hintere, etwas verstärkte Begrenzungslinie genau in der Richtung liegt, in deren Fortsetzung die erwähnte dorsoanale Schwelle im hinteren oberen Wohnkammerraum nach hinten zu beginnt. Die continuirliche Grenzlinie des präparirten summarischen Muskeleindruckes (des Längsfeldes der aufeinanderfolgenden Anwachsstadien der „Muskelbahn“) fällt im Apicalkörper bei völlig gestrecktem Wachsthum mit dem cristaartigen Beginn der dorsoanaln Bodenschwelle des Wohnraumes und dem ihr entsprechenden Röhrenbündel zusammen; beide Grenzstellen sind im Apicalkörper vertical übereinander orientirt, da die erstere von letzterer überwachsen wird; die Regelmässigkeit der Ueberwachsung beweist aber einen gesetzmässigen Zusammenhang, und es unterliegt wohl danach keinem Zweifel, dass diese bei *Lithiotis* die dorsoanale Schwelle begrenzende Crista der verkürzten hinteren Muskelleiste von *Cochlearites* entspricht.

Allgemeiner Theil.

1. Wechselnde Stärke der Verkalkung in der Schalensubstanz von *Lithiotis*.

Schon makroskopisch zeigt sich sehr häufig bei *Lithiotis* im Querschnitte eine eigenartige Vertheilung einer braunen Färbung in der sonst einheitlich scheinenden weisslichen Fasersubstanz, eine Färbung, welche nicht an bestimmte Regionen gebunden zu sein scheint, sondern in wechselnder Weise fast überall auftreten kann, aber gewisse Regionen nur in sehr untergeordnetem Umfange erfasst. Solche Stellen sind: 1. Die Gesamtumhüllung der Apicalhöhlung vor Eintritt der Verkalkung in Röhrenbündel, also zunächst der Wohnkammer; 2. der Boden der hinteren Schwelle im oberen Raum der Wohnkammer; 3. die gesammte Basallamelle, welche sich unter der Höhle auch noch als Boden des seitlichen Fiederfeldes nach beiden Seiten fortsetzt; endlich 4. die ganze Leistendeckschicht. Es sind das die Stellen, welche auch als wichtigste Theile der Schalenbildung gelten können. Die bräunliche Modification der Schalensubstanz aber hält sich 1. an die hintersten Füllröhrchen des Apicalkörpers; 2. öfter auch an die hinter der Haupthöhlung liegende Nebenröhre; 3. an das hinterste Röhrenbündel; 4. nicht selten an die Füllmasse unter der Leistenschicht, nur ganz vereinzelt an diese selbst; 5. recht häufig an die fächerförmig auf die Fiederfelder ausstreichenden Schalenschichten zwischen der Bodenschicht des Fiederfeldes und den erwähnten inneren hellgefärbten Regionen; 6. höchst selten in geringem Maasstabe an Theile der oben unter 3. erwähnten Gesamtbodenlamelle.

Auch v. Gümbel erwähnt eine dunklere Substanz, welche sich widerstandsfähiger gegen schwache Säure verhalten soll und denkt daher an den Einschluss chitinöser Substanz; nach der Art, wie diese Färbung vertheilt ist, hat man auch den Eindruck, dass man es in der helleren Substanz mit einer dichteren und compacteren Verkalkung zu thun hat, was auch daraus hervorgeht, dass in dieser helleren Substanz hauptsächlich die Calcitisirung vor sich geht, in der braunen aber die Verwitterung am entschiedensten und tiefsten vorzudringen vermag; sie verwandelt hier die Schalensubstanz schliesslich in eine kreidige Masse, welche schon die älteren Beobachter beschäftigt hat; die Calcitisirung ist indessen hier nicht ausgeschlossen.

Ich bin nicht der Meinung, dass organische Substanzen in irgendeinem nennenswerthen färbenden Maasse noch vorhanden ist, sondern glaube, dass hier an Stellen unvollkommen geschlossener Verkalkung die sich zersetzende organische Substanz aus den die Calcitisirung der stärkeren Verkalkungspartien verursachenden Carbonatlösungen sehr kleine Mengen Eisencarbonat concentrirt und zwischen den Kalkfasern niedergeschlagen hat, die in weiterem Verlaufe sich oxydirten; daher auch die Umhüllung der Fasern mit einer Art Schutzsubstanz, welche sie widerstandsfähig gegen schwache Säuren macht¹⁾.

Da die Vertheilung solcher Regionen stärkerer und schwächerer Verkalkung zwar eine gewisse

¹⁾ Aus dem Gesagten ist nicht etwa zu folgern, dass die Regionen der bräunlichen Färbung überhaupt nur Stellen völlig nachträglicher Zersetzung wären; wie aus dem im nächsten Capitel Gesagten hervorgeht, sind gerade hier sehr feine Einzelheiten der Kalkausscheidung von besonderer Klarheit und Reinheit der Erhaltung; die erste Umwandlung betrifft also nur die eingefügten stärkeren Reste organischer Substanz, welche ja von der Fossilisation allgemein zuerst betroffen wird.

Regel einhält, dabei aber, wie schon makroskopisch zu erkennen ist, auch ziemlich unregelmässig die Schichten noch quer durchsetzt, so ist die Frage, was wohl die Ursache dieser Vertheilung ist. Mir scheint, dass das häufigste Vorkommen der unvollkommenen Verkalkung der organischen Gerüstsubstanz in den Füllröhren an durchaus nicht einmal dem Wohnraume abgelegenen Stellen auf einem örtlichen Kalkmangel in Folge des starken Kalkverbrauches in den wesentlicheren Schalentheilen zu begründen ist. Es ist dies auch durch das weitere Auftreten der Färbung in den Fiederfeldern zu bestätigen: auch hier, wie bei *Cochlearites*, sind ziemlich regelmässige wulstförmige Fiederabsätze zu erkennen, welche, wie dort, auf regelmässiges Fortrücken eines stärkeren Randes des Wohnraumes zurückzuführen sind, wobei die feineren Streifen auf einen danach stattfindenden raschen Zuwachs mit einzelnen Schichten hinweisen. Während diese Schichten immer auf älteren Schalentheilen einfach fortrücken, müssen die Schichten am anderen Schalenende nach den periodischen Absätzen der Schichtbildung immer wieder auf einem weiter zurückgelegenen Abschnitte des inneren Schalenrandes mit ihrer Fläche sich anlagern, wobei zu bedenken ist, dass das Fortwachsen nicht in ganz geschlossenen Lamellen stattfindet und dabei der hintere Vorrückungsraum einfach als freier Rand sich am Ventralrande vorschiebt; das gleiche Vorrücken ventral verlangt einen viel entschiedeneren Aufwand an skeletbildenden Materialien als die dorsale Vorrückung: dies kann aber nicht durch ein geringeres Vorrücken hier ausgeglichen werden. Bei *Lithiotis* tritt hierzu noch ein anderer Umstand: während bei *Cochlearites* der feinere Streifenzuwachs sowohl wie der stärkere Randzuwachs wegen der ganz flachen und spitzen ventralen Endigung der Seitenwülste keine Höhenentwicklung zu erreichen haben, müssen sich bei *Lithiotis* die Schichten dieses Zuwachses zur Höhe des Leistenfeldes erheben; während das Fiederfeld bei ersterer Gattung ausserhalb der Seitenwülste in tieferem Niveau liegt, erhebt es sich bei *Lithiotis* fast zum Niveau des Leistenfeldes. Es ist daher natürlich, dass die erwähnten Periodenräume mit rascherem Aufwande von Skeletsubstanz hier in der Erhärtungsstärke im Rückstande bleiben müssen; es sind das wie bei *Cochlearites* die zwischen den regelmässigen Fiederwülsten liegenden feingestreiften Theile, welche innen die Conchyolinfärbung haben. Dabei ist noch Folgendes geltend zu machen: Die Verkalkung in den Seitenfeldern ist auch durch das Wachstum im Mittelfelde bedingt, steht wenigstens damit in engstem Zusammenhange der Rückbeziehung. Während die Absätze im Schalenrand-Fiederfeld bei *Cochlearites* sich in den Seitenwülsten und dem Fortrücken des dorsalen queren Randes deutlich ausdrücken, ist dies bei *Lithiotis* nicht oder fast nicht der Fall; das Leistenfeld wächst und verwittert sehr gleichmässig, trotzdem die darunterliegende Lamellenschichtung sehr deutlich verschiedenes Verhalten der Verwitterung gegenüber erkennen lässt (vergl. Taf. VII, Fig. 6, und de Zigno l. c. Fig. 3); der starke, stetige, gleichmässige Kalkverbrauch hier macht die Stadien geringerer Verkalkung im Wachstum des dorsalen Seitenrandes des Wohnraumes infolge davon um so empfindlicher.

Da diese Scheidung in der Kalksubstanz bei *Lithiotis*, soweit mein Material reicht, bei *Cochlearites* überhaupt völlig fehlt, so sind wir zugleich nach dem Vorhergehenden zu der Auffassung genöthigt, dass die besprochene Ungleichheit der Verkalkung durch die Entstehung der Pseudo-Ligamentplatte (Leistenfeldes) verursacht ist; es sind da bei *Lithiotis* alle die auch bei *Cochlearites* schon vorhandenen Theile dicht verkalkt, ausserdem die, welche aus diesen unmittelbar abzuleiten sind; nicht aber die, welche durch diese Entstehung nach sich gezogen oder deutlich in ihrer Ausgestaltung beeinflusst sind oder sein müssen.

Dies ist sowohl für unsere Auffassung des Leistenfeldes wichtig, als auch allgemein für das Verständnis des Zusammenhanges der Verkalkungsvorgänge und der Ursachen seiner Ab- und Zunahme von Bedeutung ¹⁾.

Als aussergewöhnlich regelmässige Vertheilung der vollkommeneren und unvollkommeneren Verkalkung ist die Erscheinung nachzutragen, dass erstere öfters bei der central abschliessenden ringförmig-ovalen Lamellenverkalkung der Haupthöhle oder ihrer gleichmässigen Theilhöhlen nur einen oberen und unteren Sector einnimmt, während nach den Seiten zu, an denen sich auch schon vorher die lunettenartigen Anlagerungslücken eingestellt haben, sich die gelblich gefärbte Verkalkung zeigt. Da diese Verkalkungsregion unter gar keinem mechanischen oder organisirenden Einflusse vom Wohnraume her mehr steht, so ist diese Vertheilung nur von den nach der langen Querachse des flachen Apicalkörpers zu (bei sich mehr und mehr kreisförmig verkürzenden Verkalkungslagen) verstärkten Anforderungen an Kalksubstanz bedingt, wodurch die Verkalkungsdichtigkeit nothwendig daselbst leiden muss.

¹⁾ Ich habe an anderer Stelle (Jahreshefte des Vereines für vaterl. Naturkunde in Württemberg 1902. Bd. 58, z. B. S. 284) darauf aufmerksam gemacht, dass die Einkrümmung des Wirbels bei Bivalven derart durch die Verkürzung auf die Vorderseite unterstützt sei, dass in Folge davon die Schalenschichten dicker werden etc., z. B. auch hierdurch die Höhenentwicklung der Cardinalzähne verstärkt würde. So sind bei *Cochlearites* und *Lithiotis* die am stärksten verkalkten Fiederwülste auch die hervorragenden und entsprechen den Pausen des Längenwachsthums am Ventralrande; so sind bei *Cochlearites* auch die nach der Seite stärkerer Anwachsung, also der eingekrümmten, kürzeren Schalenseite liegenden Zähne die dickeren Zähne, und zwar je nachdem die Einkrümmung nach vorn oder hinten gerichtet ist.

2. Ueber die Möglichkeiten ungleichmässiger Verkalkung.

Die eben ausgeführte Erhärtungsart würde auf zwei Wegen möglich sein, erstens als Ungleichmässigkeit in der primären Anlage der Schalensubstanz, zweitens als Ungleichmässigkeit in einer nachträglichen Kalkverdichtung in ursprünglich gleichartig starken sowie schwachen Anlagen der Schalensubstanz; es ist jedenfalls bei *Lithiotis* das eine und das andere der Fall. Zu letzterer Annahme neige ich auch schon deswegen hin, weil der Umriss der stärker verkalkten Partien eine eigenartige wolzig-rundliche Begrenzung hat (Taf. VI, Fig. 12), die häufig durch Fossilisations-Calcitisierung als völlig hellweissliche Massen noch schärfer hervortreten. Diese seltsam geformten Erhebungen und Vertiefungen können niemals die einer ehemaligen inneren Oberfläche gewesen sein. Sie kommen auch ebenso an der entgegengesetzten Flächen-seite der stark verkalkten Zonen vor; hier können sie auch nicht als in eine ursprünglich glatte Oberfläche schon vorher verkalkter Substanz hereingewachsene Gebilde gelten; auch sind sie an beiden Seiten mit einer sehr schmalen bräunlichen Randzone von der Art der bräunlichen Substanz umgeben, sind also umgrenzt von einer feinen, rein organischer Verkalkung entsprechenden Zone, auf deren Deutung wir unten zurückkommen.

Es müsste dann aber auch die Möglichkeit vorliegen, in der Schalensubstanz nachträglich noch organisches Secret mit gelösten Kalksalzen eindringen zu lassen. Betrachtet man nun die Schaleninnenfläche, besonders nach der Apicalconvexität (ich beziehe mich hierbei auf die Exemplare Taf. VI, Fig. 6 und 8), so erkennt man hier stets eine dorsalwärts sich steigernde Unregelmässigkeit der Oberfläche im Auftreten kleiner Poren, die auf den Seitenflächen sich halbröhrig verlängern und in der Mitte der Convexität durch körnig-rundliche Erhöhungen getrennt sind. Gleiches erkennt man auch an auseinander gesprengten älteren Wohnkammerflächen (Taf. VII, Fig. 6). Dementsprechend zeigen sich auch im Längsschliffe bei dazu günstig erhaltenen Exemplaren lange hellere Streifen, welche völlig sagittal (dorsoventral) durch den Apicalkörper verlaufen und Faser- sowie Lamellenstructurlinien durchkreuzen und durchschneiden. Diese Streifen, welche also die Masse ziemlich gleichmässig durchsetzen, die zum Wachsthum der eigentlichen Schalenverkalkungselemente aber in gar keiner sonstigen Beziehung stehen, können nun als Zuleitungslinien der Fasersubstanz-Verdichtung sehr wohl angenommen werden, da sie selbst in der That Linien etwas undichter Schalenverkalkung darstellen, wobei sie schliesslich auch selbst capillar werden und verschwinden.

Ich werde hierin bestärkt durch eine Beobachtung W. Biedermann's in *Jenaische Zeitschr. etc.* 1901, S. 115 u. 116; bei *Helix* wächst nämlich die zwar nicht in der Form, doch im Wesen der Ausscheidungen unserer Faserverkalkung entsprechende „Stalaktitenschicht“, nachdem sie schon ihren Zuwachsabschluss von der Innenfläche her erhalten hat, nachträglich noch an Dicke; dies kann hier nur vom Schalenrand her zwischen der Cuticula und der Stalaktitenschicht hin erfolgen, wo durch eigenthümliche, am äussersten Rande entstehende fibrilläre Stränge eine durch Tinction erwiesene Zuleitung von Secreten thatsächlich möglich ist.

Aehnliches mag auch hier gelten; solche sich in die Verkalkungsmasse fortsetzenden fibrillären Stränge mögen auch durch die Nothwendigkeit der Mantelbefestigung an der Schale begünstigt sein, wie sie vielleicht auch als Füllmasse der langen dünnen Röhren und als Vermittlung ihrer Verkalkung dienen (vergl. unten); wenn solche Stränge von der einfach gewölbten Manteloberfläche sich in die grossen Lamellen-concavitäten fortsetzen, so ist es auch natürlich, dass sie sich in hervorragenderem Maße in den kleinen Theilausstülpungen des Mantels einstellen werden, welche genau dieselbe axiale Richtung haben. Für diesen Vergleich mag gleich folgender Umstand ins Feld geführt werden: Wie nämlich jene „Fibrillen“-Streifen die Schalenfaserung und ganz besonders die scharfe Lamellengrenze ungeändert durchsetzen, so fehlt jenen feinen Röhren ein beim Wachsthum vorrückender Querabschluss mit Lamellenvorrückung; dies wäre ein weiteres Stadium, es würden die mit fibrillärer Masse erfüllten Faserröhren von dieser aus und nicht von einer Convexität der ihnen entsprechenden Mantelausstülpungen aus erhärten (vergl. unten Capitel 4).

3. Die Mikrostruktur der Lithiotidenschale.

Die Mikrostruktur der Schale hat bei der systematischen Einordnung der Gattung eine nicht unwichtige Rolle gespielt, obwohl man eigentlich nur das auch makroskopisch Sichtbare betont hat. Nur v. Gümbel hat auch Dünnschliffe untersucht; er unterscheidet eine dunkle Epidermis, eine faserige Schicht, welche er mit der Prismenschicht von Ostreiden vergleicht, und eine lamellöse Innenschicht. Ich kann dem nicht folgen; die äussere und innere Schicht sind nicht als abzutrennende Schichten der Schalenzusammensetzung anzuerkennen und von einer mittleren zu unterscheiden, sondern sind nur in der Färbung als weniger entschiedene verkalkte Theile zu erkennen¹⁾. Die Epidermis nach v. Gümbel ist eine dünne Randpartie des innerlich stärker

¹⁾ Ich möchte hier der vielleicht auftauchenden Ansicht vorbeugen, als ob in den vorhandenen Unterschieden zwischen hellerer, weisser und bräunlicher Substanz irgendwie die Folgen von diagenetischen Veränderungen nach dem Tode des Thieres zu

erhärteten Wohnkammerbodens, die innere Schicht gehört der von uns unterschiedenen Füllröhrenverkalkung an und findet sich nicht, wo sie als „Innenschicht“ besonders da sein sollte, nämlich als Bekleidung der der Mantelfläche anliegenden Schalenfläche des Wohnraumes; sie ist auch identisch mit der als eine besondere Schicht nicht festzustellenden braunen Zone des Lamellenausstreichens im Fiederfeld, welche sich am allerwenigsten in das Schema Epidermis, Prismenschicht, Innenschicht hineinzwängen lässt.

Was die Verkalkungselemente betrifft, so sehe ich bei wechselnd deutlichem Ausdruck der Lamellirung lediglich Faserverkalkung; als solche, sei es in feinen oder stärkeren Fasern, verkalkt auch die Leistendecke mit geringster Deutlichkeit der Lamellen bei oberflächlich sehr feinem Ausstreichen der Schichtung, weiter die von v. Gümbel so genannte Epidermis, die Füllröhren in allen Theilen, besonders auch die braunen gefärbten im hintersten Grunde der Apicalhöhlung. Unterschiede bestehen nur in der Feinheit der Fasern, die stets quer zur Lamellirung gerichtet sind; sowohl erkennt man, wie an dicke Fasern sich nach aussen allmähig immer dünnere anschliessen, als auch, dass die Lamellen mit dünnen Fasern schärfer von jenen mit dickeren getrennt sind. Eine entgegengesetzte Differenzirung ist jene, dass die Fasern sich an den Rändern der Schichten, besonders aber häufigst den Anlagerungsrändern an ältere und (bei benachbarten Füllröhren) gleich alte Lamellen, zu einer feinen glashellen Zone schliessen, in die die Faserzwischenräume in sehr wechselnder Höhe hineinragen: ebenso sieht man in einer gemeinsamen hellen, dichteren Querverkalkungszone einige Faser-Lamellen sich ungleich weit hinein erstrecken, endigen und jenseits der gleichen Zone in gleicher Dicke und Art aus dieser Querzone wieder hervortreten. Beides beweist, dass man es hier mit einer Randmodification innerhalb der Lamellen dieser Prismenlagen selbst zu thun hat¹⁾.

Diese Verschmelzungsränder an den Anlagerungsgrenzen benachbarter Faserröhren sind da natürlich besonders häufig, wo viele kleine Röhren nebeneinander liegen; die Verschmelzung findet aber nicht zwischen benachbarten Röhren statt, sondern diese sind durch eine deutliche Fuge voneinander getrennt. Auch in den braunen Fächerzonen, welche auf die Fiederfelder hinausstrahlen, ist eine häufige Schichtunterbrechung der feinfaserigen Verkalkung (mit ursprünglich eingeschlossener organischer Substanz) zu bemerken; hier treten durch die hellen Anlagerungsränder die Lamellen sehr viel besser hervor als in den dickfaserig verkalkten Theilen, in welchen eine Lamellirung durch die compacte Faserung nur in breiteren Zwischenräumen einigermaßen deutlich ist. Ohne diese dichteren Anschlussränder wären die oben erwähnten Zonen viel intensiver der Zersetzung anheimgegeben, als sie es schon in ihren äusseren Theilen sind. Man erkennt, dass die oben erwähnten Zonen verschiedener Färbung in der Zonenstructur sehr wohl begründet sind, die Kalktheile selbst aber dort nicht im mindesten gelitten haben (vergl. S. 13, Anm.).

Wir haben nun noch nachzutragen, wie sich die mikroskopische Structur zu der im Capitel 2 über die Möglichkeiten ungleichmässiger Verkalkung geäusserten Anschauung verhält.

Es lassen sich beide Annahmen bestätigen: die einer primären ungleichartigen Anlage der Verkalkung und einer nachträglichen in beiden Verbreitungsgebieten stattfindenden Verdichtungsverkalkung im organischen Prozesse.

Es lässt sich deutlich erkennen, dass von der Region der grobfaserigen Verkalkungslamellen die traubenförmigen oder blumenkohlartigen Auswüchse im Querschnitte nach unten und oben in die feinelamellöse und feinfaserige braune Substanz vordringt und in der nun verdichteten Masse deren ältere Structureigenschaften noch gut zu erkennen sind; andererseits sieht man, dass die von der makroskopisch sichtbaren braunen Randzone völlig umgebenen Verdichtungsmassen auch nur geringere Abschnitte der primär stärker verkalkten hellen Substanz einnehmen können. Wie ist aber die nach den älteren und jüngeren Theilen der Schale liegende braune Randzone zu erklären? Unter dem Mikroskope erscheint sie als wasserklare Substanz, völlig identisch mit jenen in der braunen Substanz so häufigen Lamellenrändern, in welche als Verschmelzungsränder, wie erwähnt, die feinsten queren Fasern verschieden tief einmünden. Ich glaube daher, dass die nachträgliche Kalkverdichtung lediglich durch die Regionen der ursprünglich verschiedenen Verkalkungsart beeinflusst ist; sie dringt daher vor: 1. im Anschlusse an die grobe Fasermasse der primär stärkeren Verkalkung und bewirkt hier die seltsamen Auswüchse in die braune Substanz hinein; 2. sie findet in der

sehen wären: erstere Substanz erleidet nur eine geschlossene Calcitisirung, welche hauptsächlich bei *Cochlearites* eintritt und die Structur oft völlig undeutlich macht; das ist bei *Lithotis* nicht der Fall, es zeigen sich wohl Calcitisirungen, jedoch meist ohne Veränderungen der Querstructur; die braune Substanz ist viel weniger stark calcitisirt, dagegen meist verwittert, das heisst in eine kreibige Masse verwandelt (vergl. S. 1 v. Gümbel).

¹⁾ Diese im Dünnschliffe helleren Theile erscheinen im auffallenden Lichte ganz dunkel, wie zum Beispiel auch die reinen Kalkspatherfüllungen der Röhrenhöhlungen; dagegen bleiben die bräunlichen, weniger stark verkalkten, feinfaserigen Theile oft auch im Dünnschliffe gelblich; da, wo — wie oben erwähnt — die compacte Faserung in die zwei durch ein Medianseptum getrennten liegend-ovalen Verkalkungscentren in je einem oberen und unteren Sector nach innen vordringt, zeigen sich gelegentlich an den Anlagerungs- oder Uebergangsstellen zu den feinfaserigen seitlichen Sectors ebenso ganz helle Ränder, welche daher in jedem Centrum ein liegendes Kreuz bilden.

schwächer verkalkten feinfaserigen und feinlamellosen Substanz statt und bewirkt hier randliche Faserver-
schmelzung, besonders aber an der Grenze gegen die Auswachsungen des Processes 1, wodurch diesen überhaupt
die Schranken gesetzt werden.

Die zusammenfassende Charakteristik der feineren Structur der Lithiotidenschale würde
also lauten: Sie besteht aus quergefaserten Lamellen von recht verschieden dichten Zusammenschlusse
und verschiedener Stärke der Fasern, von welcher Ausbildung die mehr oder weniger grosse Deutlichkeit des
Lamellenaufbaues abhängt. Von dieser Substanz nach aussen oder innen abzutrennende verschiedene Schalen-
schichten von anderer Grundtextur sind nicht vorhanden; ebensowenig sind bei beiden Gattungen Anzeichen
vorhanden, dass durch verschiedenes Verhalten gegen auflösende Flüssigkeiten in einem zu einer Schaleneinheit
verbundenen Complex gewisse Schichten zerstört worden wären¹⁾.

4. Nächste Structurbeziehungen der Lithiotiden.

Eine hohe Merkwürdigkeit bei Lithiotiden ist demnach die Thatsache, dass alle Flächen des
Schaleninnern, also die Erzeugnisse der inneren Mantelfläche mit der Mantelcommissur,
Faserstructur zeigen, dass also Zähne und Ligamentgrube, dorsaler Schlossrand in ganzer Breite nicht
lediglich von der Schaleninnenschicht, sondern von derselben Verkalkungsart, aus welcher auch der freie Schalen-
rand und mit ihm sonst die äussere Schalenoberfläche bestehen, gebildet ist. Ueberall, wo die scharfe Trennung
in Perlmutter- oder Porzellan-Innenschicht und Prismen-Aussenschicht deutlich ist, da werden alle Erhebungen
der Commissur und des Schaleninnern von der ersteren Schicht, und zwar ebenso ohne irgendwelche Antheil-
nahme der Prismenschicht gebildet, wie die Erhebungen der äusseren Oberflächensculptur ohne Einfluss auf
die Innenwand der Schale bleiben²⁾. Das Verhalten bei Lithiotiden darf daher als aussergewöhnlich bezeichnet
werden und es mag seine Eigenheit wohl ein Licht auf seine Abstammung werfen.

Von jener erwähnten Regel, welche durch die angedeuteten Beziehungen zur Morphologie der Schale
eine gewisse Begründung erhält, weichen nur noch zwei Anisomyariergruppen in ähnlicher Weise ab, wie *Lithiotis*,
die Ostreiden und gewisse Plicatuliden.

Die Structur der Ostreiden ist nun durchaus nicht einheitlich und allgemein zu charakterisiren;
wir wollen von ihren verschiedenen Formen zunächst die jener Arten betrachten, welche morphologisch zum
Vergleiche mit *Lithiotis* herbeigezogen wurden; es sind das lediglich tertiäre Arten, welche Prismenverkalkung
auch in ausgedehnter Weise zeigen³⁾; ihre Structur ist kurz skizzirt folgende:

Ein flüchtiger Anblick des Querbruches scheint drei Schichten zu enthüllen: eine lamellöse, perl-
mutterartige Innenschicht, eine mittlere Prismenschicht und äussere lamellöse Schicht, welche man obenhin als
Epidermis bezeichnen könnte; diese Folge in solcher Auffassung hat v. Gümbel auch im Auge gehabt, wenn
er die Structur der Ostreiden mit der von Lithiotiden parallelisirte. Eine genauere Prüfung zeigt aber
besonders bei fossilen Schalen deutlich, dass die äusserste lamellöse Schicht von der perlmutterartigen innersten
gar nicht verschieden ist und dass diese beiden an den Aussenrändern von einzelnen auskeilenden, quersfasrig
verkalkten Complexen zu einem untrennbaren Ganzen einheitlich verschmelzen, dass daher die Prismenlage
dieser Typen nirgends oder seltener an die Oberfläche tritt⁴⁾. Eine Prüfung der Prismenschicht zeigt ferner,
dass ihre einzelnen Lagen durch wechselnd dickere und sehr dünne Lamellen dieser perlmutterartigen Substanz
geschieden sind, welche ebenso in die äusserste wie in die innerste Schicht einfliessen und mit ihr einheitlich
fortsetzen. Ebensowenig wie die Prismenlage an die äussere Oberfläche tritt, ebensowenig tritt sie aber auch

¹⁾ Dies äussert sich sonst stets in eigenartigen anormalen Schichtunterbrechungen; ganz abzuweisen ist der nur bei flüch-
tiger Kenntnissnahme auftauchende Gedanke, dass man etwa *Cochlearites* als eine *Lithiotis* mit gewissen fehlenden Theilen, demnach
als Auflösungsrest, betrachten könne, wie etwa früher die Gattungen *Dianchova*, *Podopsis* aufgestellt wurden; auch bei *Lithiotis*
kann keine Schicht fehlen, was die massiv verkalkten und einheitlich struirten Wirbelkörper zweifellos darthun.

²⁾ Eine besonders auffällige Erscheinung ist die Thatsache bei angewachsenen Austern und Plicatuliden, dass auf
ihrer Oberschale die Sculptur der Unterlage erscheint (vergl. z. B. Quenstedt, Petrefactenkunde, 1855. Taf. 59, Fig. 4 und 6,
Taf. 60, Fig. 21; Jura. Taf. 37, Fig. 1). Ein herrlich erhaltenes Exemplar einer *Ostrea cyathula* aus dem Meeressande der Rhein-
pfalz zeigt auf der Oberschale die Schlossplatte mit den Ligamentgruben etc. einer *Perna Sandbergeri* und lässt auch zugleich
erkennen, dass weder die Innenfläche der Oberschale noch die der Unterschale eine Spur dieser starken
Sculptur aufweist. Es ist deutlich, wie das möglich ist; die Abformung geschieht durch den anwachsenden
Schalenrand, dessen Unebenheiten zwar nach innen zu ausgeglichen werden, sich aber randlich auf die
hier eng angepasste Oberschale übertragen, auf deren Innenfläche sie gleichfalls verwischt werden.

³⁾ Als die hauptsächlicheren Typen, denen auch v. Gümbel's Untersuchungen zu Grunde liegen, nenne ich: *Ostrea*
crassissima, *Ostr. giengensis*, *Ostr. cyathula* und *gigantea*.

⁴⁾ Die continuirliche, die ganze Oberfläche mit ihren Sculpturen bildende und deckende Schicht mit feinsten Anwachs-
streifen ist es, die bei den fossilen Schalen auch als eine perlmutterartige auffällt; die fehlende oder höchst geringe Betheiligung der
erwähnten Prismenlagen an der Bildung der summarischen Oberfläche der Schale ist also für diese Gruppe der Ostreiden wichtig.

an die innere, besonders sind Schlossrand und Ligamentfeld mit einer dichten Lage der lamellosen „perlmutterartigen“ Substanz nach innen abgeschlossen; diese perlmutterartige Substanz ist aber, völlig entgegen dem sonstigen Verhalten der wahren Perlmutter- oder Innenschicht, von einer äussersten Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung und Fossilisation, welche sogar früher die Prismenlagen ergreifen als sie selbst. Sie unterscheidet sich auch darin von der gewöhnlichen Perlmutterschicht, dass sie eine fein fibrilläre Zusammensetzung hat, wie dies W. Biedermann (Jen. Zeitschr. für Naturwissenschaft, 36. Bd., 1901, S. 25 u. 26) von der Perlmutterschicht von *Meleagrina* in allerdings nicht ganz entschiedener Weise anzuführen möglich war (vergl. unten).

Wenn wir aus dieser Charakteristik ersehen, dass die Ostreidenschale aus zwei verschiedenen Verkalkungssubstanzen zusammengesetzt sein kann, so sind sie doch nicht auf ganz bestimmte Regionen beschränkt, sondern bilden eine Einheit, das heisst sie betheiligen sich zugleich an allen äusseren und inneren Erhebungen der Schalengestaltung¹⁾.

Nur in diesem Umstande liegt ein entfernter Vergleich mit der Schalenbildung von Lithiotiden. Die höchst eigenartige Differenzirung dieser Ostreidenstructur fehlt aber bei ihnen völlig, am allerwenigsten ist eine Spur jener, die Aussen- und Innenfläche bedeckenden und alle Querfaserlagen selbständig trennenden, die Fossilisation überdauernden fibrillär-lamellos struirten Substanz zu erkennen; dagegen betheiligt sich bei Lithiotiden die prismenfaserige Substanz in ausschliesslichem Maße an den Ausgestaltungen der inneren und äusseren Oberfläche der gesamten Schale.

Was nun die angedeuteten Plicatuliden betrifft, so beziehen wir uns hier auf die *Plicatula* engstens anzugliedernde Gattung oder (nach Fischer) Untergattung *Harpax Park.* Deslongchamps hat in seiner classischen Abhandlung²⁾ überzeugend ausgeführt — ich kann ausserdem seine Angaben nach mir vorliegendem Material im Zusammenhange mit mikroskopischen Untersuchungen bestätigen — dass hier die Schale aus einer einzigen lamellosen Substanz bestehe und dass der Anschein einer manchmal zerstörten brüchigen Innenschicht in einem kleinen centralen Bereiche des Wohnraumes durch die hier wie bei *Ostrea* und *Spondylus* zu beobachtenden interlamellären Zwischenräume verursacht sei. Diese lamellöse Substanz, die man nach dem äusseren Glanze ebenso „perlmutterartig“ nennen kann, ist nicht quer-, sondern nur längs (liegend) fibrillär struirt, zeigt auch unter dem Mikroskope keine Querfaserung, aber auch keine querstehenden Prismeneinschaltungen wie *Ostrea*.

Deslongchamps unterscheidet hiermit auch zwischen Plicatuliden, deren Schloss mit blättrigem Gefüge die Fossilisation überdauert und nicht aufgelöst wird, und jenen, bei denen das Schloss entweder aufgelöst ist oder in einer calcitischen Pseudomorphose, wie man sagen könnte, vorliegt. Wie man auch den im Wohnraume zerstörbaren Theil der Schale beurtheilen mag, das ist vor allem bestätigend festzuhalten, dass das Schloss-Ligamentfeld aus derselben unzerstörbaren perlmutterartigen, liegend fibrillären Substanz besteht, aus der auch die Sculpturen der äusseren Oberfläche aufgebaut sind, und dass sich hierin *Harpax* in möglichster Schärfe von *Plicatula* und zugleich *Spondylus* unterscheidet³⁾.

Deslongchamps hat daher von diesem Ausgangspunkte recht, die Structur von *Harpax* der von *Ostrea* zu vergleichen; es fehlt *Harpax* allerdings jede Einschaltung der Prismensubstanz, während den Lithiotiden die rein lamellöse Substanz völlig fehlt. Deslongchamps sagt aber auch: *Harpax* habe die lamellöse Structur der Ostreiden, und er hat auch darin recht, wenn er gewisse ältere, verbreitetere Ostreidenarten und Untergattungen im Auge hat, die sich von der oben skizzirten Structur jüngerer Arten sehr scharf unterscheiden (vergl. unten).

¹⁾ Bei oberflächlich gefalteten Arten dieser Gruppe wird die Ausfüllung der Eintiefungen von der Innenseite her gerade durch die nach dem Tiefenpunkte der Faltungen verdickten Prismenlagen besorgt, wie sie sich ebenso auch an der Ausfüllung der beim Weiterwachsen des Muskels verlassenen Gruben des Muskeleindrucks betheiligen; andererseits wird bei jenen Arten, wo das mittlere Ligamentfeld in der Oberschale gewölbt ist, diese von dem Wohnraume her schon vorbereitete Wölbung lediglich durch die nach dem Höhepunkte der Wölbung verdickten Prismenlagen aufgebaut; trotzdem bleibt das Ligamentfeld als dem der stärksten Concentration der Schalenschichten durch die Faserlamellen gebildet. Wie also bei *Ostrea* die Prismenlagen ausfüllend wirken, so haben wir dies auch für die Röhrenbündel bei *Lithotis* eingehend nachgewiesen. Die Querfaserlage tritt also bei allen Austern an Stellen auf, welche sonst nur von der echten Perlmutterschicht gebildet sind; andererseits tritt die perlmutterartige Schicht ganz besonders an Stellen auf, wo sonst nur die Prismenschicht entsteht.

²⁾ Mémoires de la société Linéenne de Normandie XI, 1856—59.

³⁾ Deslongchamps rechnet hierzu noch eine zahnlose Spondylidengattung *Terquemia (Carpenteria)*, welche genau die gleichen Auflösungs- und Beständigkeitsschichten hat; letztere ist lamellos wie die äussere Schicht bei *Spondylus* und die einzige Schicht bei *Harpax*, welche der Structur der Austernschale gleichgestellt wird. E. Philippi bestätigt die Beobachtungen und Auffassungen von Deslongchamps bezüglich *Terquemia* neuerdings (Zeitschrift der deutsch. geolog. Gesellschaft, 1898, S. 613) durchaus.

Von einer scheinbar möglichen Mischung einer lamellosen „perlmutterartigen“ mit einer prismatisch-faserigen Ausbildung der Conchyolinverkalkung aus, welche diese Ostreiden zeigen (wobei aber wichtige Kennzeichen der eigentlichen Aussen- und Innenschicht nicht anzuwenden sind), wäre einerseits die Schalenbildung von *Harpax* als die einseitig lamellöse, die von Lithiotiden als die einseitig faserige histiogenetisch abzuleiten. Dass aber in einer Familie die gewöhnliche Ausbildung regelrechter Aussen- und Innenschicht neben der einseitig lamellosen auftritt, das eröffnet auch die Möglichkeit der Entwicklung der einseitig faserigen.

Zugleich ist hierdurch auch wohl ein Schlüssel gegeben zum Verständnis der eigenartigen Auswachsungen bei *Lithiotis*; wenn auch die flächenhaft lamellosen Innenschichten merkwürdige Röhreneinstülpungen (fossile Chamiden) nicht ausschliessen, so eignet sich doch die einseitige Faserverkalkung besonders zur Entstehung so enger langgestreckter Röhren, dichter Röhrenbündel und gestreckter schmaler Wirbelkörper, deren Structureigenheiten an ganz fernstehende Bildungen, wie z. B. das Belemnoideenrostrum, erinnern (vergl. Cap. 5).

Ausserdem ist wichtig zu betonen, dass die den Lithiotiden ungefähr gleichzeitigen und nächstjüngeren jurassischen Ostreiden gar keine Spur jener queren Faserverkalkung besitzen, welche erst bei cretacischen Exogyren und Ostreen zu beginnen scheint.

5. Allgemeine Charakteristik der anormalen Bivalvenstructur.

Die im Vorigen charakterisirte anormale „gemischte“ Structur wird dadurch in allgemeiner Weise gekennzeichnet, dass hierbei prismatisch-querfaserige Verkalkung auch da entsteht, wo jenseits vom schmalen Randbereiche des sogenannten freien Mantelrandes sonst nur fein lamellöse, von der übrigbleibenden Mantelfläche ausgeschiedene Perlmutter- oder Porzellansubstanz gebildet wird, wobei diese also jene im Weiterwachs- thume nur von innen her bedecken kann; statt dessen findet sich prismatisch zusammengesetzte Substanz auch auf der Innenfläche von älteren fein lamellosen und umgekehrt. Nach den neueren Untersuchungen, welche W. Biedermann in „Ueber Bau und Entstehung der Molluskenschalen“ l. c. zusammenfasst, ergänzt und deutet, wird nun die Epidermis oder das *Periostracum* als einzige unmittelbare Zellenausscheidung nach Art einer Cuticula vom Mantelepithel in einer Randfalte des Mantels abgesetzt; auf ihrer Innenfläche bildet sich die Prismenlage, deren Wachstum von einem amorphen Secret des Mantelepithels genährt wird und wohl auch in diesem entsteht; die Prismen wachsen an ihrem inneren freien Ende so lange, als das Sekret von der Mantelfläche ausgeschieden wird und bis durch Verschiebung beim radialen Wachstum der inneren Mantelepithelfläche nicht die Schaleninnenschicht auf ihnen abgelagert wird. Die Prismen haben nach Biedermann doppelte Ausbildung: sie können Säulen von platten übereinander geschichteten Sphäriten darstellen, andererseits wirkliche einheitliche Krystalle, deren Hauptachsen ungefähr den Längsachsen der Prismen entsprechen. Die Perlmutter-schicht hat ein in ganzer, aber sehr dünner Gesamtlage erfolgendes Flächenwachstum, dessen einziges inneres Structurmerkmal eine sehr schwache, nicht tief gehende Felderung nach den Epithelzellen der Manteloberfläche ist, worin sich also ein gewisser Gestaltungseinfluss dieses organischen Epithels zeigt; die an dessen Oberfläche ausgeschiedene anorganische Masse kann immerhin nach W. Biedermann l. c. S. 69 in manchen Fällen mehr als „Krystall“ in krystallographisch-mineralogischem Sinne bezeichnet werden als die Prismen der Säulenschicht.

Wenn diese Differenzirung in der Aufeinanderfolge und dem Nebeneinander der Ausscheidungen als die einfachste und eine ursprüngliche gelten kann, so wirft sich die Frage auf: Wie steht es mit der anormal gemischten Structur, woraus ist sie abzuleiten, auf welches Verhältnis zum Mantel ist sie zu beziehen und wie ist der Vorgang ihrer Bildung zu denken? Wir können die Beantwortung dieser Frage nur ganz skizzenhaft versuchen, gewissermassen als vorläufige Mittheilung über eine eingehendere Behandlung dieser Schalensubstanz.

Die Structur, deren äusserste Aenderung wir in der Structur der jüngsten Ostreiden erkennen werden, scheint auf die Monomyarier in beschränkterem Sinne, das heisst mit Ausschluss der Aviculiden und Perniden, beschränkt zu sein; sie zeigt sich in ihren Anfängen schon bei den triassischen Ostreiden, Pectiniden, bei jurassischen Limiden, Plicatuliden und in fernerer Umänderung bei cretacischen und eocänen Spondyliden.

Kurz charakterisirt ist die Sache folgende: Zwischen einer mehr oder weniger reducirten äussersten Prismenschicht und einer vorhandenen, oft durch Fossilisation zerstörten oder auch überhaupt nicht abgesetzten eigentlichen Innenschicht befindet sich eine zu starker Lamellirung und fossil zu sehr leichter lamellöser Zerspaltbarkeit geneigte Schicht von schwachem Perlglanz, welche als Grundmerkmal eine der Hauptlamellirung parallel liegende feinfibrilläre Structur besitzt; weiterhin zeigen sich die Lamellen nicht als continuirliche, sondern sie bestehen aus mehr und weniger scharf getrennten, verschieden geformten, verlängerten Plättchen, nach deren Längsachse die fibrillären Theilchen geordnet sind. Die Plättchen lassen die Lamellen im Querschliff aus faserigen Durchschnitten bestehen, deren Enden zackig miteinander verwachsen sind. Während nun die Prismenschicht (s. str.) nach Erhöhungen und Vertiefungen der äusseren Ober-

fläche gleich bleibt, füllt die Plättchenschicht die inneren Cavitäten der äusseren Oberflächenerhebungen mehr und mehr aus, so dass die endgiltige Rundung der Schaleninnenfläche von der äusseren Unregelmässigkeit wenig oder nichts erkennen lässt. Hierbei stellen sich zuerst die Plättchen häufigst schief gegen die Prismenschicht, sind sogar oft fast senkrecht auf der schmalen Kante stehend; man meint, dass ein rapideres Wachstum in der Richtung der feinfibrillären Innenstructur der Plättchen geeignet ist, am intensivsten die Cavitäten auszufüllen. Dabei zeigen sich die seltsamsten Gestaltungen der Plättchen, deren Kalkfibrillen offenbar rein mineralischem Wachstum gehorchen und besonders für die Querschnitte unter den äusseren Erhöhungen das Bild von mit Eisblumen besetzten Glasscheiben nahe legen. Nach innen zu richten sich die Plättchen mehr und mehr nach der Manteloberfläche und nehmen lamellöse Anordnung an, wobei eine eigentliche Schaleninnenschicht offenbar völlig verdrängt wird¹⁾. Bei besonderen Schuppen oder Stachelerhebungen zeigen sich (wie auch sonst öfters) bei benachbarten Plättchen verschiedene Faserrichtungen, so dass man ein Bild ziemlich regelmässig rhombisch angeordneter, unter einem Winkel von circa 45° sich kreuzender Faserlinien beobachten kann; überhaupt ist zu bemerken, dass die Richtung der Fibrillen bei benachbarten Plättchen nur sehr selten die ganz gleiche zu sein scheint.

Wenn ich hiermit den Ausgangstypus dieser Structur gekennzeichnet habe, so wird jedem, der die neuere Literatur über Schalenstructuren näher beachtet hat, die grosse Annäherung dieser Structurgebilde mit jenen, welche W. Biedermann (Jen. Zeitschr. l. c.) bei Gastropoden genau beschrieb, auffallen und man kann sagen, es liege hierin die grösste Annäherung an die Gastropodenstructur im Rahmen der bei Bivalven schon beobachteten Structuren vor. Die gegebene Definition wäre auch nicht so leicht, wenn nicht diese eingehenden Vorarbeiten über die Structurelemente der Gastropodenschale vorlägen. Wir haben hier ähnlich geformte und ähnlich verwachsende Plättchen, deren letztes Structurelement feinste Kalkfibrillen sind, die sich bei benachbarten kreuzen, welche aber nur in seltenen Fällen auf der Schalenoberfläche mit der schmalen Kante ganz senkrecht stehen, besonders keine so regelmässig angeordnete und ziemlich scharf getrennte Lagen bilden wie bei den Gastropodenschalen.

Wir wollen nun noch kurz die hiervon ausgehenden Structurabänderungen andeuten.

Plicatula (Harpax) aus dem Lias zeigt blos die fibrilläre Mittelschicht, ohne Prismenlage und eigentliche Innenschicht; die Lamellen zeigen continuirliche Fibrillärstructur ohne deutliche Plättchentrennung; unter sich sind aber die kurzzügigen Lamellen in hohem Grade discordant aneinander gelagert, zeigen dabei Muldenausfüllungs-Tendenz; die Cavitäten werden hier nicht durch die von der Prismenschicht verstärkte Cuticula, sondern offenbar von letzterer allein vorgebildet.

Ostrea (Alectryonia) Haidingeriana (alp. Rhät) und *O. montis caprilis* (Raibler Schichten der alpinen Trias), zwei sehr nahe stehende Arten, welche ich entgegen der Vermuthung E. Philipp's für echte Austern (vergl. die Abbildung des Schlossfeldes von v. Wöhrmann, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1889, Bd. 39, S. 200, Taf. II, Fig. 2 und 3) und nicht für zahnlose Spondyliden halten muss, besitzen noch eine deutliche Prismenschicht und die darunter folgende Plättchenschicht, wie *Lima*, *Pecten* und *Spondylus*; auch hier zeigt sich in dieser nach innen zu ein Bestreben zu regelmässiger Lamellirung; bei der älteren *O. montis caprilis* bemerkte ich an äussersten Lappenfortsetzungen der seitlichen Schalentheile wieder eine Verdickung der Plättchenschicht, wobei sich die Plättchen unter der Prismenschicht mehr und mehr senkrecht stellen und sich auch seitlich zu verkürzen scheinen; hierbei tritt schliesslich ein völlig prisenfaseriges Gefüge ein, also Prismenstructur unterhalb (innerhalb) der eigentlichen, noch deutlich erkennbaren Prismenschicht, sowohl in dem ganzen Raume der unmittelbar vorher von verticalen Plättchen eingenommenen Schalendicke als in der Fortsetzung von deren Zuwachsstreifung. In diesem hier noch ganz isolirten Vorkommen sehe ich eine analoge Wachstumserscheinung, wie in den Stachelbildungen von *Spondylus*, die höchst regelmässige Plättchenanordnung besitzen; sie spiegelt sich auch darin wieder, dass bei den jüngeren Ostreiden die Faserstructur zur Ausfüllung der Vertiefungen der inneren Oberfläche zwischen Fibrillär-Lamellen etc. eingeschaltet ist und förmlich das Dickenwachstum bezweckt.

Ostrea (Alectryonia) flabelloides aus dem fränkischen braunen Jura zeigt gegenüber jenen Alectryonien aus der Trias ein starkes Zurückweichen der äusseren Zone mit unregelmässigen Plättchen unter der Prismenschicht und ein ganz ausserordentliches Ueberwiegen des inneren, regelmässiger lamellösen und feinfibrillären Theiles, in welchem die Plättchenstructur sehr zurücktritt, dagegen die bei *Harpax* erwähnte Discordanz der Lamellen öfters deutlich ist.

Ostrea (Gryphaea) cymbium und *obliqua* aus dem fränkischen Lias zeigt unter einer schwachen

¹⁾ Nicht nur die nach der Schmalseite, sondern auch die in deren Längserstreckung benachbart zu nennenden Plättchen haben verschiedene Faserrichtung; wo solche unter stärkerem Winkel zusammentreffen, da sind die zackigen Trennungen deutlich, wo aber die Richtungen gleichartig werden (bei allmählicher Parallellagerung mit der Manteloberfläche), da scheinen die Trennungsflächen zu verschwinden und eine einheitlichere Faserstructur zu dabei continuirlicher werdenden Lamellen sich einzustellen.

Prismenschicht¹⁾ die Plättchenschicht, welche auch hier die ganze Masse der Schalendicke ausmacht, sie sind im Schnitt quer durch den Zuwachs flach-schief auf- und abgestellt und zeigen hier oft eine verticale Uebersinanderordnung in schmalen Säulchen, welche aber ungefähr parallel den Zuwachsstreifen stark verlängert sind und im Lamellendurchbruch als abwechselnd hellere und dunklere, ziemlich gleich breite Streifen bis zu 1.5 cm Länge mit blossen Auge zu erkennen sind. Trotz dieser Verticalanordnung ist durch die zackige Verwachsung der seitliche Zusammenschluss so stark, dass die Schale nur und sehr leicht nach den Lamellen bricht und nicht nach den verticalen Wänden. Nach innen zu wird die Lamellirung erst unmittelbar über der Innenfläche continuirlicher und die undeutlicher werdende Faserung scheint fast einen Uebergang zur echten Innenschicht darzustellen.

Hier anzuschliessen ist nun eine Auster aus älteren Ablagerungen von bedeutenderer Grösse, *Ostrea explanata* aus dem braunen Jura Frankens, welche an Gestaltung etc. den jüngeren typischen Austern sehr nahe kommt²⁾. Unter einer sehr dünnen, nicht sehr deutlichen (vergl. Anm. 1) Prismenschicht zeigen sich zahllose dünne Lamellen mit gefeldert fibrillärer Structur, deren Felderung den Plättchen entspricht; von einer Einschaltung querfaserig-prismatischer Lagen ist auch nicht die geringste Spur bei dieser gewissermassen an der Spitze der typischeren Austern stehenden Art zu erkennen.

Exogyra columba aus der unteren Kreide zeigt nun den grössten Gegensatz hierzu: es sind Stellen in ihrer Schale, wo unter einer sehr dünnen, feinfaserigen Aussenschicht die ganze Schalendicke lediglich aus einer grobfaserigen Masse besteht; an einzelnen Stellen, sowohl an der Innenfläche der Schale als auch an Schichttrennungsfächen, sieht man, dass diese Prismen sich aus schief liegenden fibrillären Lamellenscheiben entwickeln, das heisst scharf in die Schichtflächen plattig-lamellös umbiegen; es sind das Umbiegungserscheinungen, wie zum Beispiel die des Uebertritts von Fibrillen aus den Platten einer Schicht in die einer anderen mit anderer Plattenrichtung bei Gastropoden (vergl. W. Biedermann l. c. Taf. IV, Fig. 25). Das Auftreten von Prismen in der sonst von den Plättchenlamellen eingenommenen Schalenschicht verhält sich hier reciprok dem geschilderten Verhalten bei *Alectr. montis caprillis*. Es ist übrigens zu bemerken, dass dies nicht für alle Exogyren gilt und bei gewissen, auch jünger cretacischen Vorkommen die Betheiligung der fibrillär-lamellösen Substanz eine viel ausgedehntere ist (vergl. zum Beispiel *Exogyra aquila d'Orb.* und *decussata Goldf.*).

Die jüngeren typischeren Austern (*Ostrea gigantea, crassissima, giengensis, cyathula, edulis* etc.) sind es nun, welche das oben geschilderte Verhalten des regelmässigen Wechsels von fein fibrillär-lamellösen und grob-prismatisch quergefaserten Lagen an der ganzen, der Mantelfläche anliegenden Schalensfläche zeigen, an deren Mantelrand also keine eigentliche Prismenschicht gebildet wird; an die in der Mantelrandfalte entstehende Cuticula legt sich hier zuerst eine freiliegende fibrilläre Lamelle an, wie auch der innere Abschluss der gesammten Schale eine solche ist; desgleichen häufen sie sich auch am dünner werdenden Schalenrande an.

Man sieht aus allem Mitgetheilten, dass man von einer eigentlichen Ostreidenstructur gar nicht reden kann, dass die bei *Lithiotis* zu beobachtenden Structurverhältnisse keiner der bei Ostreiden vorhandenen Structuren so besonders nahe stehen, dass ihre Art sich ebensogut an irgendeine andere Familie der Monomyarier (in beschränkterem Sinne) anschliessen kann wie an die der Ostreiden, deren gleichalterige, ja noch nächstjüngere jurassische Vertreter dem erst mit den cretacischen Exogyren stärker auftretenden Structurtypus noch recht fern stehen. Die bei *Lithiotis* erwähnten höchst charakteristischen, ausserordentlich feinen lamellösen, aber sehr fein quergefaserten Partien habe ich in den inneren Schalentheilen von *Lima (Utenostrcon) proboscidea* aus dem braunen Jura Frankens wiedergefunden.

Was nun die feineren Structurmerkmale jener „Plättchen“ im Polarisationsmikroskope betrifft, so habe ich im Flächenschliff jene Anzeichen eines undeutlich sphäritischen Gefüges, wie sie W. Biedermann l. c. S. 126 u. 127, Taf. V, Fig. 38, von Gastropoden beschreibt, auch bei den Monomyariern beobachtet; endlich zeigten sich auch im Flächenschliff bei *Gryphaea cymbium* die quer zu den Längsfibrillen angeordneten Querbänder, welche von fern an Muskelquerstreifen erinnern und von W. Biedermann an künstlichen stalaktitischen Calcosphäriten in organischen Flüssigkeiten als Schichtungsstreifen bezeichnet wurden (vergl. Zeitschr. für allg. Physiologie, I. Bd., II. Heft, Jena 1902, Taf. V, Fig. 20 und 21).

Nach diesen Voraussetzungen ist es nicht zu gewagt, etwas über die phylogenetische Bedeutung dieser Erhärtungsart zu äussern; nach W. Biedermann's u. A. Forschungen sind die Prismen nicht nur prismatische Krystallausschnitte, deren stereometrische Längsachsen nicht ganz mit den

¹⁾ Es ist mir noch nicht gelungen, mit Sicherheit festzustellen, ob man es hier mit thatsächlichen Prismen zu thun hat oder nur mit einer Verticalanordnung von sehr kleinen, seitlich verkürzten Faserplättchen, wie sie in grösserem Maassstabe das Schaleninnere von *Gryphaea* zeigt; es wären freilich erhebliche Grössenunterschiede gleichartiger Elemente, welche übrigens auch W. Biedermann l. c. S. 82 u. 83 bei *Helix* zwischen der äusseren faserigen Schicht und der inneren Blätterschicht festgestellt hat.

²⁾ Zu der hierüber in Württemberg. Jahresh. f. vaterl. Naturk. 1902. S. 196, geäusserten Ansicht, dass die Streifung seitlich des Ligamentfeldes nach dem mittleren convergiere, vergleiche oben unsere Bemerkungen über die Richtung der Streifung des Ligamentfeldes.

optischen Achsen zusammenfallen, sondern entstehen auch aus säulchenartig vertical auf der Oberfläche (Cuticula) übereinander geschichteten plattigen Calcosphäriten (Bioconcretionen). In beiden Fällen wäre die prismatische Form nur die Folge der seitlichen Aneinanderpassung mit völliger Raumerfüllung: im ersten Falle beim schichtweisen Weiterwachsen der Krystalle am Innenende unter Beibehaltung der optischen Achse der Prismen, im letzten im Anschluss an die vorhergehenden Concretionscentren (siehe unten). Mit den Innenenden des ungleichmässigen Fortwachsens, den „Füsschen“, scheinen die Prismen in der Perlmutter-schicht zu „wurzeln“; selbst bei Prismen mit sphäritischer Entstehung zeigen diese freien Innenendflächen nach W. Biedermann ein Mosaik von lauter kleinen Rhomboedern.

In der gemischten Structur der Mittelschicht obiger Monomyarier haben wir nun beide Typen: zum Theil säulchenartig übereinander geschichtete Plättchen und völlig krystallinisch einheitliche Prismen. Es ist für erstere gleichgiltig, dass ihre verticale Anhäufung gemäss der Zuwachscurve des Schalenrandes zu verlängerten „Wand“-Säulen geschieht; gibt es doch auch nach Stempell typische Prismen, die in radialer Richtung (das heisst senkrecht zum Schalenrande) stark verlängert sind, womit zu vergleichen ist, dass bei Gastropoden die Plättchen der Mittelschicht mit ihrer Längsachse dem Randzuwachs, die der äusseren und inneren Schicht der Spirale parallel angeordnet sind.

Zwischen diesen beiden Typen von Elementen der Verticalstructur stehen nun die mehr oder weniger senkrecht gestellten Faserplättchen, welche sich einerseits seitlich verkürzen können, das heisst prismatisch werden und auch in helle Prismen übergehen, wie andererseits letztere continuirlich in liegende Faserplättchen einmünden, so dass eine principielle Trennung zwischen beiden Gebilden nicht angängig ist. Es ist dies offenbar dadurch möglich, dass bei krystallographisch ganz gleichgerichteten Kalkfibrillen und nicht zu starker Einschaltung von organischer Substanz zwischen den Fibrillen durch später noch eindringende Lösung eine völlige Verschmelzung zu innerlich einheitlichen Krystallkörpern eintreten kann, wie dies ebenso zwischen liegenden Plättchen zu den auf grössere Flächen hin einheitlichen Lamellen angenommen werden kann.

Hierbei muss an die Feststellung W. Biedermann's (l. c. Taf. III, Fig. 17) erinnert werden, dass bei *Ostrea* in Anfangsstadien der Schalenbildung prachtvolle, riesig grosse Sphäriten auftreten können, welche fast ausnahmslos paarweise in einer geraden Anpassungsfläche mit zwischengelagerter organischer Substanz aneinander fortwachsen, so dass sie endlich fast einheitlich rundlich sind, aber aus zwei Hälften zu bestehen scheinen und fächerförmig von ihrer Trennungsfläche auswachsen. Diese Erscheinung zeigen auch die Anfangsstadien der Prismen von *Anodonta* häufig (l. c. Taf. III, Fig. 13 und 14). Es darf wohl angenommen werden, dass diese Sphäriten zu den späteren Prismen der gemischten Schicht in vorbereitender Gestaltungsbeziehung stehen und dass nach mosaikartigem, seitlichem Zusammenschluss abgeplatteter Sphäriten dieselben nur noch senkrecht nach innen wachsen und bei zurücktretender Faserung einheitliche Krystallindividuen bilden. Denn so nahe wie dem regelmässigen Krystallskeletwachsthum bei einem sich bildenden Aggregat von Krystallen durch geringe Störungen das sphäritische Wachsthum liegt, so nahe liegt diesem durch Auswachsen einer zufällig irgendwie bevorzugten Radialgruppe das individualisirte Krystallwachsthum. Besonders leicht kann dies bei abgeplatteten Sphäriten der Fall sein, die paarweise als halbkreisförmige Gebilde mit zwei Centren zusammenliegen, wo also das Wachsthum zweier eng aneinander liegender radialer Gruppen mit paralleler Faserichtung die Diffusionsströme nach dieser Richtung verstärken und zu vorwaltenden einheitlichen Individuen führen muss: dies äussert sich auch im Säulenaufbau der Sphäriten mit einheitlicher centraler Achse.

Wenn nun die Gebilde der eigentlichen Aussenschicht unter der Cuticula nach Moynier de Villepoix und Biedermann aus einem vom Mantelrand-Epithel gelieferten amorphen Secret entstehen, so muss dies wohl auch für die die Perlmutter-schicht ersetzenden oder (?) verdrängenden Plättchenlamellen, welche in verschiedenster Weise zur Prismenschicht hinüberleiten, gelten, was möglicherweise an den veränderten Mantelverhältnissen der Monomyarier, einer mehr gelockerten Lagebeziehung zwischen Mantel und Schale, zusammenhängt. Man wird wohl nicht fehl gehen, in dieser Thatsache eine Degenerationserscheinung zu sehen, welche vielleicht für viele Arten, wo die allgemeinen Lebensenergien nicht gleichfalls im Rückstande oder die Umstände ungünstig waren, den Untergang bedeutete, da aber, wo die Gestaltungstribe und die Verhältnisse es ermöglichten, den Grund zu neuen, lebensfähigen Typen schuf.

Zu dieser Gruppe von Erscheinungen gehören auch bei *Lithotis*: 1. Die nicht seltene Thatsache, dass die groben Fasern sich von aussen nach innen, das heisst nach dem jüngeren Theile der Lamellen sich aus radial geordneten, abgeplatteten Kalkconcretionen (vergl. Taf. VI, Fig. 15), welche in der bräunlichen, geringer verkalkten Masse zuerst isolirt auftreten, zusammenschliessen. 2. Dass die groben Fasern des centralen Lamellenkörpers oft ein langgezogen besenförmiges bis fiederstrahliges Faserbüschel-Wachsthum haben, wie solches E. Riefstahl von verschiedenen Stellen des Sepienschulpes (Palaeontographica Bd. XXXII, Taf. XXVII, Fig. 10 und 12) darstellt, wo das concretionäre Wachsthum sich in verschiedenster Weise äussert (man vergl. die Prismen mit und ohne Faserkern Taf. XXVII, Fig. 3 und 4, die polygonalen Dornscheibchen Fig. 13 und 14, die radiale Uebereinanderhäufung Taf. XXVIII, Fig. 22, die Verschmelzung der Scheibchen, soweit die radiale

Faserung vorwiegt, das Fehlen derselben, wo aussen die Fasern nach tangentialer Umbiegung bei benachbarten Plättchen einander entgegen wachsen¹⁾. 3. Wenn aus diesen Umständen gefolgert werden kann, dass es sich hier auch (vergl. nach Moynier de Villepoix in W. Biedermann l. c. Taf. I, Fig. 12 von *Unio*) um Bildung der Fasern etc. aus einem Secret handelt, so ist vor allem die Thatsache noch nachträglicher ungleichmässiger Verdichtungsverkalkung ebenso verständlich, wie die der höchst eigenthümlichen sagittal gerichteten Faserzüge, welche dem Gesamtlängswachsthum und dem Röhrenwachsthum parallel laufen. Zugleich glaube ich hierin eine Begründung dafür zu sehen, dass die ausserordentlich langen Röhren mit so merkwürdig gleichbleibendem fadenförmigen Lumen nur proximal durch kleinere Mantelausstülpungen angelegt sind, dass ihnen nicht ebenso lange Röhren aus Mantelgewebe entsprechen, sondern dass ihr Zusammenschluss (da wo er factisch eintritt) durch Ausscheidung aus einem Secret ermöglicht wird, welches die Prismen an ihren proximalen Enden in der Faserachse senkrecht zur Röhrenachse fortwachsen lässt.

Bezüglich der hier anzuschliessenden Folgerungen über Neubildung von Typen auf Grund vorhergegangener degenerativer Vorgänge durch mögliche Anpassungs-Ausnutzung der hierdurch entstehenden inneren neuen Gestaltungen oder Zustände verweise ich auf das Capitel 8. Wir wollen hier nur kurz zum Schlusse auf die Möglichkeiten aufmerksam machen, welche aus der Thatsache der Krystallisation der Schalensubstanz der Mollusken aus einem amorphen Secret hervorgehen. Allgemein gesagt, können ja die Zellen nicht durch irgendeinen Zauber eine anorganische Ausscheidung schaffen: sie mag entweder in den Zellen oder in den Zellwänden, an deren Aussenfläche oder ganz unabhängig davon geschehen, tritt aber immer nur aus Lösung und wahrscheinlich immer aus einer Verbindung verschiedener Lösungs-Componenten ein. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Secrete letzterer Art nirgends so gleichartig sein können, dass überall eine ganz gleichzeitige und gleichartige anorganische Ausscheidung erfolgt, dass letztere auch schon die Matrix, in welcher sie erfolgt, wie sie diese im Allgemeinen beeinflusst, sie auch bezüglich der Gleichmässigkeit der Concentration fortwährend verändern muss.

Die Ausscheidungen bei Molluskenschalen geschehen nun nicht rings frei in diesem Secret, sondern auf der vorgebildeten Grundlage der Cuticula (Periostracum) und wachsen in das Secret hinein, den von den Epithelzellen neugelieferten Baustoffen entgegen. Durch die Ausscheidungen aus den Lösungen wird aber stets Lösungsmittel frei und es ist zu folgern, dass hierdurch Bewegungen in dem Secret hervorgerufen werden müssen, die sehr langsame sein werden und einen geregelten Verlauf in Beziehung auf die neu zugeführten Stoffe annehmen müssen; die am nächsten liegenden unter solchen Richtungen an der Cuticularoberfläche sind die senkrecht und concordant mit der Zuwachscurve verlaufenden.

Das einfachste, am wenigsten hiervon beeinflusste Verhalten ist ein Wachsthum der Sphäriten oder ihrer Derivate senkrecht von der Cuticula weg in gleichmässigen, wenn auch optisch nicht ganz senkrechten Krystallen oder Säulchen von Concretionen (Sphäriten), welche in ihrem plattigen Hauptwachsthum, durch die vorgebildete Unterlage beeinflusst, zumeist ein seitlich geschlossenes Plättchenmosaik erzeugen, ehe sie senkrecht zu dieser Fläche fortwachsen oder einen neuen Plättchenbelag bewirken. Durch besondere naheliegende Flüssigkeitsbewegungen entstandene Verzerrungen ihres Wachsthum sind die senkrecht und concordant mit der Zuwachscurve gerichteten die wahrscheinlichsten (vergl. oben). Auf erstere Bewegungen und damit zusammenhängenden stärkeren Nachschub der Lösungen könnten die Verlängerungen der Prismen in radialer Richtung (zum Beispiel bei *Solenomya*) und dann bei Gasteropoden die allgemeine Richtung der Längsachse der Plättchen äusserer und innerer Schicht nach der Spirale, auf Bewegungen zweiter Richtung könnten die Verlängerungen der Plättchensäulen parallel der Zuwachscurve bei *Gryphaea* und der Mittelschicht bei Gasteropoden zurückgeführt werden.

Auch die mehr oder weniger regelmässig gekreuzte Faserrichtung bei Nachbar-Plättchen hat eine mineralogische Analogie; man weiss, dass bei Krystallausscheidungen in Lösungen mit geringer Diffusion die Krystallisation mit abnehmender Beschleunigung in einer Richtung stattfindet, dass darauf ein neues Spitzenwachsthum in einer die alte Richtungsachse kreuzenden oder darauf senkrechten Richtung besonders bevorzugt wird, dass das Schlussergebnis eine völlige Raumauffüllung zu entweder regelmässigen Krystallindividuen oder gleichmässigen Aggregationsformen ist. Die oben berührte Verschmelzung gleichgerichteter Kalkfibrillen zu einheitlichen Individuen gehört auch zu der mineralischen Möglichkeit, sofern die optischen Achsen parallel und eine zwischen jenen befindliche, bei der Krystallisation verdrängte organische Substanz kein Hindernis bietet. Einschluss oder Verdrängung der organischen Substanz endlich hinge ganz von der geringeren oder grösseren Schnelligkeit des Krystallwachsthum ab. So möchte ich glauben, dass auch derartige Anordnungen mit Wahrscheinlichkeit auf Vorgänge krystallinischer oder concretionärer Ausscheidungen aus organischen Lösungen (Secreten) zurückgeführt werden könnten.

¹⁾ Bei solchen Aehnlichkeiten mit Einzelheiten der Innenstructur ist auch die grosse Aehnlichkeit der Lamellen- und Faserstructur des Apicalkörpers von *Lithotis* und des Belemnitenrostrums näher gelegt, trotzdem der erstere durch innere, der letztere durch äussere Anlagerung wächst.

6. Beziehungen zwischen Cochlearites und Lithiotis.

Die wesentlichen Unterschiede zwischen *Cochlearites* und *Lithiotis* wären also kurz dahin zusammenzufassen: Es findet bei *Lithiotis* bis zu den seitlichen Grenzen des Mittelfeldes von hinten und der Seite eine Ueberwachsung jenes Theiles der Schale statt, der bei *Cochlearites* als einzig vergleichbarer Abschnitt die mehr oder weniger rückgebildete Ligamentgrube, sehr variable Längsleisten und die Seitenwülste mit Schlossfunctionen besitzt. Dieser Theil zeigt nun keine Ligamentgrube mehr und die bei *Cochlearites* schon nicht ganz wichtigen Mittelfeld-Längsleisten sind in völliger Entartung verschwunden.

Das neugebildete Mittelfeld zeigt auf der neuen Aussenfläche sehr regelmässige scharfkantige Längsleisten in sehr constanter Ausgestaltung, keine Seitenwülste, auch nichts, was auf seiner Fläche zwanglos als Ligamentgrube zu deuten wäre; auf dem Mittelfelde von *Cochlearites* treten auch Längsleisten auf, jedoch sind sie in der Vertheilung nach Breite und Länge sowie in ihrer Form weniger regelmässig und schliessen sich an scharf ausgeprägte quere Absätze an, welche bei *Lithiotis* völlig fehlen; ähnliche Längsleisten auf den gerundeten und nach aussen abfallenden Seitenwülsten von *Cochlearites* haben den Unterschied, dass nur die seitlich innersten an ihren ventralen Enden in Wirksamkeit sind, während auf dem völlig gleichmässig flachen „Pseudoligamentfelde“ von *Lithiotis* die ventralen Enden aller gleichzeitig wirken (vergl. Taf. V, Fig. 9). Eine eigenartige Bildung in der hinteren oberen Ecke des Wohnraumes bei *Lithiotis* ist eine an den Seitenrand sich anschliessende Bodenschwelle, welche mit einer Leiste nach innen abgegrenzt ist; sie dient wahrscheinlich noch einer Randanlagerung der Oberschale im Wohnraum (S. 13 und 27); sie setzt sich unter der Leistendecke zu einer Längsröhre fort und ist Ursache des Anschlusses eines eigenartigen Röhrenbündels im Apicalkörper. — Durch die erwähnte Ueberwachsung im Apicalkörper wird eine seltsame lange Höhle gebildet, welche in ähnlicher Weise in Röhrenbildung verkalkt; als Vorbote dieser Verkalkung zeigen sich in ihr seitliche und mediane Septen; alle diese Bildungen fehlen bei *Cochlearites*.

Die Unterschiede zwischen beiden Gattungen, welche also lediglich auf die Entstehung des „Leistenfeldes“ hinauslaufen, stehen in der äusseren Form, im Umriss, den seitlichen Fiederfeldern ganz ausserordentliche, fast geschwisterlich zu nennende Aehnlichkeiten gegenüber, so dass man auch die Möglichkeit zu prüfen hätte, ob nicht blos geschlechtliche Unterschiede vorliegen könnten. Die Weibchen mancher getrennt geschlechtlich lebenden Gattungen zeigen ja oft erhebliche Unterschiede in ihren Schalen¹⁾. Bei der Section *Thecalia* der Gattung *Cardita* zeigen zum Beispiel die Schalen der Weibchen flach trichterförmige, bei *Milneria* öfters sack- bis beutelförmige geschlossene Einfaltungen des ventralen Schalen- und Mantelrandes zur Aufnahme der Embryonen. Während aber diese Umänderungen in der Schale dem Austrittsorte der sexuellen Producte aus dem Körper und dem Ausfuhrort aus der Schale nahe liegen, dagegen diese Umbildungen die Commissur (Schloss und Ligament) völlig unberührt lassen, wäre bei *Lithiotis* gerade das Umgekehrte der Fall; eine solche Deutung des Zusammenhanges beider Formen wäre also wohl völlig ausgeschlossen.

Diese Ansicht wäre indes auf die Annahme gegründet, das *Cochlearites* die normale, *Lithiotis* die abgeleitete Form wäre; hierfür spricht allerdings bei ersterer 1. das Vorhandensein der deutlichsten Ligamentgrube in gewöhnlicher Form, 2. die grössere Gleichheit der beiden Klappen, 3. das Fehlen der mit dem Verschwinden dieser Einzelheiten auftretenden merkwürdigen Unregelmässigkeiten in Form und innerem Schalenbau.

Man kann nun die Umwandlung der Gattung *Cochlearites* zur Gattung *Lithiotis* vorläufig so auffassen, dass von dem queren Schlossrande der ersteren Gattung (Typ. 2 oder 3) in der Unterschale eine Substanzerhebung zum Niveau der Seitenwülste sich entwickelte und dort eine ebene Platte bildete; damit ist natürlich eingeschlossen, dass diese Platte hier die Deckelschale von dem Mittelfelde in ganzer Länge in die Höhe hob und dass zum Ersatz für die dabei verloren gegangene Berührungsfläche die Platte bis zum ventralen Ende der Seitenwülste fortgesetzt werden musste; auch musste die Deckelschale um den Betrag der Erhebung in der Unterschale vermindert sein, falls die Grössenverhältnisse des Wohnraumes dieselben bleiben sollten. Bei solcher Entwicklung mussten dann natürlich die Zahnfunctionen bei *Cochlearites* ständig fort dauern; als ein Ersatz der verloren gegangenen Zusammenfügung nach gekerbter Schlossleiste, Seitenwülsten und Mittelfeld in alternirenden Erhebungen und Vertiefungen bei *Cochlearites* wäre das Leisten-Mittelfeld von *Lithiotis* zu betrachten.

Die Erhebung des Mittelfeldes zur Höhe der Seitenwülste ist aber keine massive, sondern beschränkt sich auf eine Deckenbildung unter möglichster Materialersparnis; es entsteht also die Apicalhöhlung. Nach dieser Ableitung sollte man meinen, dass die ganze Länge vom dorsalen Endpunkte dieser Höhlung der Auflagerungsfläche des neuen Mittelfeldes entspräche. Dabei ist aber ein Punkt wichtig: die Materialersparnis geschieht nicht wie bei *Ostrea* durch quergestellte unausgefüllte Lücken zwischen den Lamellen, sondern unter Umbiegung der Lamellen nach der Ventralseite. Die wahre Auflagerungsfläche der beiden

¹⁾ Nach einer Zusammenstellung Bronn's sind die Schalen der Männchen von 12 Unioniden-Arten wegen Verschiedenheiten im Umriss, Wölbung und Grösse als eigene Arten aufgestellt worden; desgleichen bei *Milneria*.

Schalen bei *Lithiotis* beginnt erst von jener Querlinie des Leistenfeldes, wo die Schichten nicht mehr auf dem Leistenfelde ausstreichen und dies ist, soweit die Beobachtungen jetzt reichen, ziemlich nahe am Ventralrande weit unterhalb der Apicalconcavität der Fall¹⁾. Die Bildung der Leistendecke kann vielmehr derart aufgefasst werden, als ob der relativ schmale dorsale quere Schlossrand von *Cochlearites* in einer Erhebung bis zur Höhe der Seitenwülste und in rapidem Ventralwachstum bis zu deren Unterende fortgewachsen wäre und so die eigentliche Schlossfläche, der Rückbildung der Oberschale gemäss, bis nahe zum ventralen Rande vorgeschoben und sie an Länge zu gleicher Zeit sehr verringert hätte²⁾. Möglicherweise fand dieser Vorgang in einem Embryonalstadium statt und es wäre darauf zu achten, ob man hier nicht ebenso ein *Cochlearites*-Stadium bei *Lithiotis* beobachten könne, wie man zum Beispiel ein *Anodonta*-Stadium bei *Aetheria* kennt. Eine umgekehrte Ableitung des *Cochlearites* von *Lithiotis* ist nicht durchführbar, wie sie auch morphologisch nicht begründet werden kann; in Bezug auf *Cochlearites* ist also der Boden der Apicalhöhlung nicht einfach der einer sehr verlängerten subcardinalen Höhle, sondern das überwachsene Mittelfeld des *Cochlearites*-Schlosses, das seiner wesentlichsten Funktionen (vergl. unten) beraubt ist.

Die ausserordentliche Länge der Apicalhöhlung enthält dann aber zugleich eine Andeutung, dass ihr Boden nicht einfach in ganzer Ausdehnung dem Auflagerungstheile des Mittelfeldes von *Cochlearites* gleichzustellen ist, sondern dass die Materialzurückhaltung, welche die Erhaltung dieses Bodens als Theil und Folge eines Substanzdefects ermöglicht, schon weiter vorgeschritten ist und die Ausfüllung der Höhle sehr im Rückstande bleibt. Noch deutlicher wird dies, wenn die Höhle an ihrem dorsalen Ende nicht durch queren Abschluss der Lamellen verkalkt ist, sondern nur in vielen röhriigen Einzeltheilen, welche in grosser Längserstreckung hohl bleiben und keine Spuren von queren lamellosen Vorrückungsabschlüssen zeigen, in Röhren also, die im gleichen Längsverlaufe bald massiv verkalken, bald aber auch streckenweise oder auf immer hohl bleiben. Man kennt in diesem Verhalten keine bestimmten Zwecke, sondern die Folgen der übermässigen Abfuhr und des Aufbrauchs der Skelet-Erhärtungsstoffe in der Richtung des ausserordentlichen Längswachstums, dem einseitigen Mangel neben einer anderseitigen Verwendung im Ueberschuss³⁾. Etwas Aehnliches zeigt sich auch in der unvollkommenen Lamellenanlagerung auf der Hinterseite des Verkalkungscentrums; an der ovalen seitlichen Umbiegung der Lamellen von der Oberseite nach der Unterseite legen sich die jüngeren inneren Lamellen mit Raumabkürzung in mehr dem Kreise genäherter Rundung an; es entstehen so mondsichel-förmige Aussparungsräume. Wenn nun in diese Räume die Lamellenverkalkung nachträglich auch noch etwas eindringt und sie abrundend zu meist hohl bleibenden Röhren ergänzt, so liegt dieser Röhrenbildung natürlich das gleiche Princip zu Grunde, das eines vorläufigen, aus Ursache des starken Längenwachstums erfolgenden, räumlich und zeitlich sich abkürzenden, an Masse sich verringernden Skeletwachstums in darauf senkrechter Richtung. Das starke Längswachstum erstreckt sich vornehmlich auf die Bildung der neuen Leistendecke.

Es ist das wichtig zu betonen und weiter auszuführen, weil v. Gümbel die Ansicht geäussert hat, dass in diese röhriigen concretionären Gebilde das Ligament durch Umwachsung und Einverschmelzung eingeschlossen wäre; abgesehen davon, dass man kein Recht hat, von einem derart nie beobachteten Einschluss des Ligaments an einer Stelle zu reden, wo man weder unmittelbar daneben oder noch in weiterer Entfernung weder morphologische noch physiologische Anhaltspunkte für die Existenz des Ligaments hat.

Wenn so die Röhrenverkalkung zwar als eine unvollkommene Schalenerhärtung aufzufassen ist, so muss sie doch einen möglichst engen Zusammenschluss besitzen, falls den Individuen einer Art und Gattung überhaupt die Möglichkeit ihres Daseins gesichert bleiben soll; man erkennt nun leicht in dem Verhältnis zwischen den als Füllmasse zu bezeichnenden Verkalkungspartien und den grossblättrigen Röhrenbildungen, welche gleichsam das „Skelet“ der Schale darstellen, eine völlige räumliche Vertretung, die wie eine gegenseitige Verdrängung zwischen beiden Structuren aussieht, es aber offenbar nicht ist. Es liegen drei Hauptgestaltungen in der Morphologie der Schale vor, welche sich in dem Wachstum der stärkeren Structuren äussern müssen; solche feste Bestandtheile der Structur sind *a*) die auf den Boden der Wohnkammer, *b*) die auf die Fiederfelder bezüglichen, leicht erkennbaren lamellosen Theile.

¹⁾ Bei Taf. VII, Fig. 10, ist diese feine Querstreifung (Taf. VI, Fig. 16) noch bei der stärksten Breite der Innenhöhlung, die das Fragment besitzt, deutlich zu erkennen.

²⁾ Bei *Lithiotis* ist es ganz unleugbar, dass die Schlossplatte innerlich so weit ventralwärts reicht, als aussen die Grenze des Fiederfeldes an der dorsal-seitlichen Ausbiegung der oberen seitlichen Wohnkammerbegrenzung liegt: dies auf *Cochlearites* angewandt, ergibt die Bestätigung der Erstreckung der hier von uns angenommenen Grenze zwischen Schloss und Wohnraum.

³⁾ Ich glaube nicht, dass den Röhren in der Erstreckung, wie sie uns hohl vorliegen, auch Ausstülpungen des Mantels entsprechen, wenn diese auch proximal die Weite der Röhre bestimmen mögen; ich glaube vielmehr (vergl. oben S. 23), dass die Röhren mit einem flüssigen Secret und fibrillären Differenzirungen erfüllt sind, wie wir solche in gleichmässiger Vertheilung in der Schalensubstanz, in parallelem Verlaufe mit den Röhren die Lamellirung durchsetzend, wahrscheinlich gemacht haben.

c) die Verkalkungsumhüllung der Fortsetzung der Wohnkammer in die Apicalhöhle, d) die Schicht der Leistendecke.

Der in der Form constanteste Theil ist die ebenflächige Leistendecke, der gegenüber die entgegengesetzte Oberfläche sich zwar im Allgemeinen gerundet zeigt, aber auch Verbiegungen von der gewohnten Wachstumsrichtung hat: treten solche nach unten hin auf, was ja selten ist, so wird an der Stelle, wo der Wohnraum in die Wirbelhöhle eintritt, auch eine solche Abbiegung sich bemerkbar machen: bei der Tendenz zu geradlinigen Verkalkungsröhren nahe der Commissur des Mantels (vergl. oben S. 33) wird die hierauf senkrechte Abbiegung zu einem Platz für Neuanlage von Füllröhrchen und die Hauptröhre wird um den Raum dieser Anlage vermindert (vergl. Taf. VII, Fig. 8)¹⁾. Gemäss der erwähnten Abbiegung in der Unterschale muss sich auch eine entsprechende Abbiegung bei der Deckelschale äussern, welche an der Verbindung beider Klappen der Leistendecke sich bemerkbar machen muss. Hier zeigt sich dementsprechend eine ganz ausserordentliche Verdünnung der Leistenschicht (vergl. Taf. VII, Fig. 8).

Das entgegengesetzte Phänomen ist das der Entstehung von Füllröhrchen unter der Leistendecke (Taf. VI, Fig. 14. Taf. VII, Fig. 7—9); sie ist eine viel häufigere Erscheinung und ist offenbar darauf zurückzuführen, dass die Deckelschale sich wechselnd stark nach unten, dem Wohnraume zu, einbiegt, wie das auch sonst bei sehr rückgebildeten Oberschalen der Fall ist. Bei trotzdem gleichbleibender Fläche der Leistendecke wird hierdurch je nach dem Wachstum des freien Schalenrandes auch der Eingang aus dem Wohnraume in die Apicalhöhle etwas mehr oder weniger herabgedrückt und der hierdurch entstehende Zwischenraum zwischen beiden durch eine Reihe von Füllröhrchen eingenommen. Das Mass der Einbiegung der Deckelschale bleibt für ein Individuum natürlich constant; sie hängt auch mit zum Beispiel bei Aetherien zu beobachtendem Wechsel in Länge, Breite und Höhe der Wohnkammer bei verschiedenen Individuen sogar des nämlichen Standortes zusammen.

Wenn die bis jetzt besprochenen Seitenröhrchen sich als Abschnürungen der schon mit lamellöser Ringverkalkung fertig gebildeten Wirbelhöhle erkennen lassen, so gilt das für das hinterste Röhrenbündel nicht. Es ist nicht als eine röhrig zertheilte Verkalkung eines rings geschlossenen Cylinders aufzufassen, wie dies bei den Haupthöhlen der Fall ist; es hat nur einen lamellösen Boden, einen im Querschnitt liegend mondsichelartigen Theil eines Cylinders zur Grundlage: dies beweist unwiderleglich, dass dieser schon ausserhalb der Stelle angelegt wurde, wo die Seitenränder des Wohnraumes sich unter der Deckschicht zu der flachcylindrischen Höhle schliessen, das heisst schon im dorsalen Raume der Wohnkammer zunächst dem hinteren Schalenrande, woselbst der Boden des späteren Bündels eine erhöhte Lage gegenüber dem eigentlichen Wohnkammerboden einnahm, was sich aber ventralwärts rasch auszugleichen scheint (vergl. Taf. VII, Fig. 6). Wenn man nun sieht, wie dieses hintere Bündel, besonders sein deutlicher Boden (er fehlt nur in vier Fällen von zwölf)²⁾, verschwindet, je näher das hintere Fiederfeld an die Haupthöhle rückt, so kann man fragen, was im entgegengesetzten Falle das Fiederfeld nach aussen hinausdrückt? Wir haben nun schon oben erwähnt, dass die unter der Leistendecke liegenden Füllröhrchen durch eine Abbiegung der reducirten Deckelschale nach unten zu erklären sein würden; da nun das hintere Röhrenbündel völlig analog unter der Leistendecke gelegen ist, so ist es wahrscheinlich, dass an seinem ventralen Ende, wo nur sein Boden in die Wohnkammer ragt und dieser eine erhöhte Lage am dorsalen Schalen-Hinterrand besitzt, die herabgebogene Deckelschale eine randliche Anlagerungsfläche einnimmt. Dies wird dadurch gestützt, dass auch bei *Cochlearites* mit einer Verflachung der Erhebungen auf der hinteren Schalseite auch eine innigere Flächenanlagerung der Klappen an der Hinterseite der Wohnkammer zu beobachten ist, die umso schärfer werden mag, je untergeordneter und verschwächer die Deckelschale ist. In Taf. VII, Fig. 1, ist auch bei *Lithiotis* zu sehen, dass der Vorderrand der Schale steil nach innen abfällt, der hintere dagegen breiter und flacher ist; eine gewisse Stelle ist auch an dieser Figur zunächst der Leistendecke ganz deutlich derartig differenzirt, aber noch nicht (dem Jugendstadium nach) wohl entwickelt, wie auch überhaupt bei Querschnitten durch die gleichen Stadien des Mittelfeldes das hinterste Röhrenbündel bei anderen Individuen stets sehr gering ist oder noch ganz fehlt.

Eine wichtige Stütze dieser Ansicht ist die oben ausgeführte Thatsache, dass der Beziehung nach.

¹⁾ Dass an einer solchen Stelle nicht von einer Umwachsung von Ligamenttheilen die Rede sein kann, liegt auf der Hand; auch kann das Ligament nicht in Längssträngen zerschlitzt werden, sondern wird nur an den älteren äusseren Theilen der Ligamentbrücke mechanisch quer zersprengt.

²⁾ Hierzu sind noch zu rechnen ein Exemplar der Abbildungen bei de Zigno (l. c. Fig. 3), ja sogar das breitere von J. Spada (l. c.) abgebildete Exemplar, wo die Eindrückung über der Apicalhöhle sehr deutlich ist und das breitere hintere, nicht eingedrückte Längsband des Leistenfeldes das innere Verkalkungsbündel verräth: zu betonen ist hierbei die Gesetzmässigkeit, dass das hinterste Seitenbündel über der halbmondförmigen Bodenlamelle nie fehlt, wenn auch die inneren Septen vorhanden sind; nur wo diese nicht da sind, kann jenes auch in seltenen Fällen fehlen; man sollte diese Gesetzmässigkeit in umgekehrter Folge formuliren, da letzteres die Ursache des ersteren ist.

welche die die Schwelle begrenzende Crista zum Hinterrande der Muskelbahn hat, diese Crista bei *Lithiotis* nichts anderes ist, als die sehr verkürzte Muskelleiste bei *Cochlearites*; diese Muskelleiste hat aber als einfache Fortsetzung der Auflagerungsfläche des Mittelfeldes im dorsalen Theile noch deutliche Zusammenfüngs-Function, von welcher eine Modification noch bei *Lithiotis* fortbestehen muss; diese ist als Ursache des hinteren Röhrenbündels und seiner Bodenlamelle anzusehen, welche auf eine am Eingange der Apicalhöhle wirkende Ursache einseitiger Verengerung der ringförmigen Verkalkung der apicalen Höhle unabweislich hindeuten.

Wir fassen unsere Ansicht über die Entstehung der Röhren kurz zusammen: Das hintere Röhrenbündel entsteht über einer in der hinteren oberen Ecke des Wohnraumes befindlichen Erhebung des Schalenbodens, welche auch im Anschluss an den breiten, zugleich flachen Schalenhinterrand als besonders gehobene Schwelle des dorsalen Beginnes einer Auf- und Anlagerungsfläche für die herabgebogene Deckelschale betrachtet werden kann; demgemäss ist die weiter hinten beginnende röhriige Verkalkung zwischen dieser Schalenschwelle und der Leistendeckschicht auch seitlich als ein eigenes Bündel von Füllröhrchen fast stets wohl abbegrenzt.

Die Hauptröhre ist eine durch diese hintere Schwelle und die sich an sie anschliessende Röhrenverkalkung von der hinteren Seite her beschränkte, dorsal sehr verlängerte und nach oben unter der Deckschicht durch lamellöse Verkalkung rings geschlossene Fortsetzung der Wohnkammer; ihrer Entstehungsart nach ist sie eine durch starkes Dorsoventral-Wachstum im Rückstande befindliche, eigenartig entstandene subcardinale Höhlung, die dorsal entweder lamellös abschliesst, aber auch bei zunehmender Verflachung mit einem quer verbreiterten Röhrchenbündel oder einer linearen Reihe von einzelnen Röhrchen verkalkt; sie wird durch eine sehr wechselnd lange Mantelausstülpung abgesetzt, welche natürlich eine gewisse morphologische Constanz gegenüber dem Wachstum des freien Schalenrandes besitzen muss: durch seltene, aber gelegentliche Verbiegungen entstehen sowohl neue Räume zwischen der Haupthöhlung und den Lamellen der Wohnkammer, andererseits kann die Haupthöhlung durch die von oben angedeutete Deckelschale von oben her beschränkt werden, wie dies von der hinteren Seite her geschieht, ohne dass die Lage und Richtung (der Ebene) der Leistendecke sich ändern darf: hierdurch entstehen wieder zunächst dem Eingange in die Haupthöhle Räume, welche der Röhrchenfüllung anheimfallen; diesen Röhrchen werden aber wohl keine ebenso zahlreichen und langen Theilzotten der Mantel-Ausstülpung entsprechen.

Eine auffällige Abspaltung von der Haupthöhlung geschieht in einer gleichlaufenden Seitenröhre tief im Innern der ersteren, und zwar setzt sie, wie es scheint, regelmässig mit dem Abschlusse der Verkalkung des hintersten Röhrchenbündels ein, das heisst mit dem Ersatze von dessen freier Höhlung durch ein geschlossenes Röhrchenbündel; sehr selten entspricht dieser Erscheinung eine gleichzeitig entstehende Röhrenabspaltung auf der Vorderseite der Haupthöhle. Diese Röhrenentstehung, entfernt von jeder organisatorischen oder morphogenetischen Beeinflussung, ist lediglich eine Theilung der Hauptröhre zum Beginn der vollständigen Verkalkung, welche meist durch eine schliesslich auftretende Schluss-Zweitheilung der Rest-Höhle endgültig eingeleitet wird. Das Zusammentreffen der ersteren hinteren Theilröhre mit dem Abschlusse des hintersten Röhrenbündels lässt sich leicht als ein hierdurch verursachter Verkalkungsanstoss in der unmittelbar daneben liegenden Mantelausstülpung der Haupthöhle auffassen, der sich auch gelegentlich analog am Vorderrande der Höhle bemerkbar machen kann.

Wenn nun, vergleichbar der Lage der Apicalconvexität bei *Cochlearites*, die Haupthöhle bei *Lithiotis* auf der Vorderseite liegt, so wirkt doch hier nicht, wie dort, die Verschiedenheit der Zahnwülste je auf der eingekrümmten Seite: bei *Lithiotis* ist stets die Vorderseite der Schale höher als die hintere, auch wenn die Einkrümmung auf der Hinterseite läge, ohne dass Verschiedenheiten der Leistenbildung auf dem äusseren Mittelfelde zu beobachten wären; die Lammellenlagerung ist vorn dichter zusammengedrängt, hinten zwangloser; wie bei *Cochlearites* der hintere Schenkel der Apicalconvexität lang und schief von vorn, dorsal nach hinten ventral zieht, so fallen bei *Lithiotis* die Septen und anliegenden Lamellen (im Querschnitt gesehen) schief von vorn nach hinten und unten ab. Worin liegen nun die Ursachen dieser zum Theil im Innern der Apicalhöhle entstehenden Erscheinungen, deren seitliche Orientirung bei *Cochlearites* mit der Stärke der Seitenwülste zusammenhängt? Die einzige Bildung, die hier in Betracht kommen könnte, wäre eben die dem hintersten Röhrenbündel bei seiner ventralen Ausmündung entsprechende Schwelle, welcher damit auch von einem physiologischen Standpunkt eine besondere Bedeutung in der Verbindung der Klappen beizulegen wäre: sie ist die einzige in den Wohnraum hereinragende Gestaltung aus dem Complexe der Mittelfeld-Gestaltungen, welche, trotzdem sie bei *Lithiotis* dem inneren Mittelfelde angehört, in der Lage dem Unterrande der äusseren Leistendecke sich nähert und einer Schalenverbindung dienen könnte. Es wäre die einzige bei der Rückbildung des Auflagerungsabschnittes im Mittelfelde von *Cochlearites* in Folge der Bildung der Leistendecke bei *Lithiotis* erhalten gebliebene Function des ersteren. Sie konnte hier in ausgesprochener Differenzirung erhalten bleiben, weil hier in derselben Ecke auf der Analseite die beste Gelegenheit dazu war; die Analröhre selbst öffnet sich hinter dem Muskel nach dem ventralen Stirnrande der

Schale, die orobranchialen Functionen verlangen dagegen eine Erhöhung des Schalenlumens vor und über dem Muskel, womit nicht gesagt sein soll, dass die Kiemenlappen bei Lithiotiden nicht noch, dem freien Schalenrande folgend, ventral vom Muskel etwas sich nach hinten ausdehnen konnten.

7. Morphologische Beziehungen der Lithiotiden zu den Ostreiden.

Man hat *Lithiotis* neuerdings zu den Ostreiden gestellt und da man die Unterscheidung der dieser Gattung zugerechneten Petrefacten nach zwei Gattungen nicht machte, hat man einerseits das Mittelfeld und die Seitenwülste bei *Cochlearites* mit den quergestreiften Feldern des elastischen und unelastischen Ligaments verglichen, welche letzteren fast bei allen Monomyariern vorliegen, aber bei gewissen *Ostrea*-Arten wulstförmig gerundet sind; andererseits hat man die Längsstreifung bei *Lithiotis*, welche aber keine Seitenwülste besitzt¹⁾, mit einer durch Fossilisation und Verwitterung²⁾ vertieften, öfters bei *Ostrea* zu beobachtenden Längsstreifung zu erklären versucht. Es kommt also darauf an, die morphologischen Beziehungen auf das Genaueste abzuwägen; die Vorarbeiten hierzu haben wir in den Württembergischen Jahresheften für vaterländische Naturkunde 1902, Seite 179—202, zu leisten und in die bis jetzt etwas vernachlässigte Morphologie des Ligamentfeldes von allen Seiten Licht zu bringen versucht.

Es wurde daselbst vor allen Dingen festgelegt, dass ein der Commissurlänge des Mantels entsprechendes, seitlich wohl abgegrenztes umbocardinales Feld mit Querstreifen bei fossilen Bivalven durchaus nicht auf einen in ganzer Fläche nothwendigen Besatz mit Ligamentsubstanzen hinweist (vergl. *Spondylus* l. c. Taf. IV, Fig. 1 u. 2, *Aetheria* Taf. II, Fig. 11, Taf. III, Fig. 1—3, und *Mytilus* Taf. IV, Fig. 4 u. 5), weiter, dass die Querstreifen an und für sich keine weitere Bedeutung haben als das Ausstreichen von Schalenschichten, an welche Ausstreichlinien sich Ligament befestigend anschliessen kann oder auch nicht. — Die Ausstreichlinien am Ligamentfelde sind, zum Beispiel bei fossilen Schalen, etwa homolog den Ausstreichlinien der Prismenschicht, an welchen die Perlmutter-schicht abgewittert ist, bilden also eine einfache Unterbrechungsgrenzfläche. — Wir haben weiter für den Fall eines möglichen Ligamentbesatzes auch Anhaltspunkte über die Art des Ligaments zu gewinnen gesucht. Da ist nun zuvörderst zu bemerken, dass das elastische Ligament, selbst wenn es auf einer Leiste liegt, doch stets in einer mehr und weniger seichten, möglichst einheitlich gestalteten Grube befestigt ist, dass der Unterrand und die gesammten ihm gleichlaufenden Querstreifen der Grube nach unten convex sind; es beruht das darauf, dass das elastische Ligament, das durch Bieungselasticität wirkt, dieser am intensivsten bei sattelförmiger, das heisst transversal concaver und oro-anal convexer Oberfläche unterworfen ist; letztere ist es eben, welcher auch die ventral convexen Ansatzstreifen folgen.

Diese auch theoretisch zu begründende empirische Regel³⁾ ist ausnahmslos; bei *Cochlearites* genügt ihr nur die schon von v. Tausch als Ligamentgrube bezeichnete Längsgrube, welche Deutung wir bestätigen. Die zu beiden Seiten dieser Grube nach den Seitenwülsten hin liegenden Flächen des Mittelfeldes haben wohl ausgeprägte dorsal- oder apicalconvexe (ventralconcave) Streifung, können also kein elastisches Ligament tragen. Das Gleiche gilt für den ventral von dieser Ligamentgrube liegenden, beim Typus II und III mit Schichten-ausstreichen, das heisst Querstreifen versehenen Theil des Mittelfeldes, das „Zwischenfeld“; es gilt sogar für dieses in erhöhtem Maße, denn die apicale, nach der Dorsalseite gerichtete Convexität ist viel stärker und meist ganz einseitig gelegen. Das elastische Ligament besäße auch hier statt sattelförmiger eine bilateral comprimirte glockenförmige Ventralfläche; eine solche gehört derart in die Functions-Unmöglichkeit des elastischen Ligaments, dass bei den mit stark eingerolltem Wirbel versehenen Bivalven, bei gleichartig dorsalconvexem Oberrande des Schlosses, das elastische Ligament in einer leicht entgegengesetzt gekrümmten unteren Grenzlinie (seiner Anwachsung an der Schale) hinter die Verbindungslinie der kürzesten Schichtenzuwachs verlagert wird, das heisst hierin die Ursache der einseitigen Ligamentlage und der Nymphenbildung gegeben ist (vergl. besonders meine Ausführungen über das Ligament der Bivalven l. c. S. 234—236). Für einen Monomyarier hätte *Cochlearites* einen ausnahmsweise nach aussen convexen Schlossrand; da nun auch nicht die hierzu nothwendige Ligamentgestaltung der Isomyarier vorliegt, so stimmt unsere Ansicht, dass im „Zwischenfeld“ von Typus II und III kein elastisches Ligament mehr vorhanden sein kann, mit unseren obenerwähnten Ausführungen über die Beziehungen von Schlossrand und Ligamentlage überein.

¹⁾ Die rein mechanische Eindrückung über der Haupthöhle bei *Lithiotis* lässt ganz schmale Ränder des Leistenfeldes zunächst den Fiederfeldern oberflächlich als Längserhebungen hervortreten, womit man wohl die Seitenwülste von *Cochlearites* verglichen hat.

²⁾ Vergl. Einwände dagegen in: Württ. Jahresh. f. vaterl. Naturkunde 1902, S. 195 u. 196.

³⁾ Zu den dort angeführten zahlreichen Begründungen sei noch hinzugefügt, dass das verkalkte Ligament an und für sich einen grösseren Raum beansprucht als das nicht verkalkte, das heisst durch die Verkalkung eine Ausdehnung erfährt. Weiter tritt hierdurch auch die weniger verkalkte Uebergangsstelle in das unelastische Ligament sehr zurück und dieses kommt am wenigsten in die Lage, zwischen die Schlossflächen eingeklemmt zu werden und so den völligen Schluss der Klappen zu verhindern.

Wir kommen nun zu der weiteren Frage: Wie sind die Längserhebungen des Mittelfeldes, beziehungsweise Zwischenfeldes, mit der Function eines hier etwa vorhandenen elastischen Ligaments zu vereinigen, besonders da, wo die eigentliche, von uns so gedeutete Ligamentgrube fehlt und daher die ganze Breite des Mittelfeldes bis zu den Seitenwülsten von elastischer Substanz eingenommen sein müsste, wenn sie überhaupt da wäre? Man kennt nun Erhebungen im Felde des elastischen Ligaments bei älteren und jüngeren Ostreiden sowie bei fossilen und lebenden Spondyliden. Bei ersteren liegen sie auch in den Seitenfeldern des unelastischen Ligaments, überschreiten aber niemals eine gewisse Feinheit, so dass sie die Einheitlichkeit der Ansatzfläche stören könnten; es sind das ganz feine Streifenrunzeln, welche auch auf Schlossplatten und Zahnflächen, an Muskelansatzflächen zu beobachten sind (vergl. das Ligament der Bivalven l. c. S. 195). Sie haben zu jenen auf den Gegenklappen auch nicht die geringsten Beziehungen entsprechender oder auch alternirender Entwicklung; sie sind regellos nebeneinander und gegeneinander gestellt (vergl. auch unten S. 2^o und S. 33 Anmerkung). Mit diesen Streifen haben die sehr viel stärkeren, veränderlichen und sparsamen Längsleisten von *Cochlearites* auch nicht die geringste äussere Aehnlichkeit, noch viel weniger die scharfen, kräftigen und höchst regelmässigen von *Lithiotis*, die beide dadurch charakterisirt sind, dass sie, wie die Zähne, mit denen der Gegenschale streng alterniren. Das gleiche alternirende Verhalten haben ja auch die queren Verdickungen, welche stets unmittelbar ventral von dem Schichtausstreichen selbst liegen, während Vergleichbares das ungleich dicke Schichtausstreichen im elastischen Ligamentfelde (das continuirlich in das unelastische Feld hinüberstreicht, also mit den Functionen gar keinen Zusammenhang darthut) durchaus nicht hat¹⁾.

Das bis in die feinste Entfaltung scharf ausgeprägte Alterniren der Streifen hat daher — wie es proximal auch von der dichtesten Aneinanderlagerung der Klappen begleitet ist — mit Ligamentfunctionen gar nichts zu thun. Das Alterniren der Erhebungen und Vertiefungen in den Klappen wäre überhaupt mit einer Ligamentfunction gar nicht vereinbar. Wenn zwar ausnahmsweise, jedoch begründet, bei *Ostrea* ein einziges gewölbtes elastisches Feld einem vertieften der Gegenklappe zugeordnet ist, so würde ein gleichartiges, jedoch vielfach wechselndes Alterniren auf verschiedenen Klappen die Ligamentsubstanz nach ganz verschiedenen Seiten zusammenbiegen, diese daher an den Grenzlinien benachbarter Längspaare auseinanderreißen, was für die Ligamentfunction umso verhängnisvoller wäre, je dichter die Paare von Gruben und Leisten nebeneinander lägen (vergl. *Lithiotis*).

Um die Prüfung der Längsstreifen im Ligamentfelde bei *Ostrea* noch eingehender vorzunehmen, müssen wir die Beziehung dieser Erhöhungen zum Schichtausstreichen hier feststellen: wenn die Streifung auf die Gestaltung des Ausstreichens überhaupt eine Wirkung hat, dann zeigt sich stets gemäss den Streifenerhebungen ein convexes Ausbiegen nach der Dorsalseite: genau dasselbe zeigen auch die Streifen der dem Ligamentboden gleichgelegenen Muskelansatzflächen: auch hier biegen sich die Schicht-Ausstreichlinien an den Streifenerhöhungen in dorsaler Convexität aus. Diese Streifen sind bei sehr vielen Gattungen an dem sogenannten Muskeleindrucke und am Manteleindrucke zu sehen und sind hier völlig identisch mit den Ligamentstreifen.

Wir werden diese Eigenheit besser zu Vergleichen und Unterscheidungen anwenden können, wenn wir ihre Entstehung erklären: ich halte die erhabenen Streifen in dem Ligamentfelde und der Muskelansatzfläche für keine positiven Wachsthumserzeugnisse; beide Flächen sind bedeckt mit einer eng an sie angeschlossenen Substanz, welche in derselben Richtung wächst wie die Ansatzfläche; bei diesem Wachsthum äussert sich noch ein solches an Dicke und Breite neben dem linear fortschreitenden Vorrückungswachsthum: es wachsen aber zum Beispiel die Auflagerungssubstanzen nicht überall völlig gleich und ein stärker begünstigtes Wachsthum in der Länge kann auch ein solches in Breite und Dicke auf der einen Seite zur Folge haben oder umgekehrt. Da, wo zum Beispiel ersterer Wachsthumsfall vorliegt, wird an der Auflagerungsfläche eine Vertiefung sein und das Längenwachsthum wird sich in einem der insgesamt gebogenen Grenzfläche von Ligament oder Muskel conformen Ausbiegen der Schalenschichten äussern. Das Verdickungswachsthum der Schalensubstanz selbst wird aber in den dazwischen liegenden Partien geringer intensiven Auflagerungswachsthums sich äussern und das umso schwächer, je geschlossener die Auflagerungsmasse wächst; eine gewisse Stärke kann daher diese Art von Streifen nicht überschreiten, ohne die Geschlossenheit der Wirkung und des Wachsthums der Auflagerungs- und Anheftungs-

¹⁾ Die Verdickungen der Ausstreichlinien im Ligamentfelde von Ostreen hängen lediglich und allein mit Schalenwachsthumperioden zusammen und äussern sich in beiden Schalenhälften in gleicher Weise; die äusserlich entsprechenden Leistenverdickungen bei *Cochlearites* sind, wo sie nicht völlig verschwinden, dagegen streng alternirend, wenn gleich eine Periodicität des Zuwachses daneben bemerkbar ist. Erwähnenswerth ist, dass das Leistenfeld von *Lithiotis* nirgends diese im Fiederfeld daselbst so deutlichen Periodenabsätze zeigt, ist also nicht mit einer geschichteten Substanz besetzt, welche als Modification der Schalensubstanz der Periodicität selbst mehr unterworfen ist, wie das elastische Ligament, sondern beweist die Nothwendigkeit der Erhaltung einer möglichst glatten und continuirlichen Oberfläche, was eher für eine Bewegungsgelenkfläche als für eine Contactfläche (vergl. unten) spricht; es beweist das die möglichste Concentration der Schichten bei stärkster Umbocardinalstreckung.

substanzen überhaupt in Frage zu stellen. Wie sehr diese Streifen als Folge eines Contactwachsthums sich äussern, das zeigt die Thatsache, dass sie nicht von radialem, sondern von rein dorsoventralem Verlaufe sind, das heisst zum Beispiel bei divergirenden Seitenareen des Ligamentfeldes, an deren Aussengrenzen beginnend, sich nach unten mehr und mehr dem sich auch verbreiternden elastischen Ligamente nähern, ja bei einer im Alter sich verschmälernden Ligamentarea nach innen zu convergiren (vergl. *Ostrea explanata* Goldf. in Württemb. Jahreshefte etc. 1902, S. 196)¹⁾. Voraussetzung dieser Erklärung ist gleichzeitiges und gleichwerthiges Contactwachsthum. Die Leisten bei *Lithiotis* sind radial divergent²⁾.

Das Ausstreichen der Schalenschichten auf den Leisten des Zwischenfeldes von *Cochlearites* und *Lithiotis* ist nun auf beiden Klappen völlig ungleich; auf der Unterschale, welche auch für *Lithiotis* bekannt ist, krümmt es sich (entgegengesetzt dem Verhalten bei der Ligamentstreifung) nach der Ventralseite und (entsprechend dem strengen Alterniren von Erhebung und Vertiefung) auf den Leisten der Oberschale nach der Dorsalseite; es scheint mir hierin ein Beweis dafür zu liegen, dass eine unvermittelte Anlagerung beider Schalensflächen und nicht eine eingeschaltete Substanz die Entstehung der Leisten beherrscht. Warum aber gerade hier bei den Erhöhungen das Ausstreichen der Schalenschichten in der Unterschale nach der Ventralseite gerichtet ist, das wird unten näher zu erklären versucht werden; es sei hier nur kurz auf die Analogie hingewiesen, dass die dorsal gerichtete Apicalconvexität auch in der Unterschale in der Mulde des Mittelfeldes liegt und das Schichtausstreichen nach den Seitenwülsten zu und an ihnen in die Höhe aber ventralwärts vorspringt.

Wir kommen nun zu den weiteren allgemeinen Kennzeichen für das elastische Ligament, nach welchem bei gleich- oder nahezu gleichklappigen, besonders den streng bilateral gegenüberstehenden Bivalven der Ligamentort in beiden Klappen nicht wesentlich, höchstens an Stärke nur etwas verschieden ist.

Dieses Verhalten zeigt nun einzig und allein die von uns nach v. Tausch so gedeutete Längsgrube im Mittelfelde, welcher Deutung G. Böhm ja auch im Grunde beistimmt; es gilt aber nicht für jene seitlich davon liegenden Theile und den ventralen Abschnitt (Zwischenfeld) bis zum Wohnraume bei *Cochlearites* Typus II und III (S. 4 und 6).

Diese kurze dorsal gelegene Längsgrube war jenen Beobachtern, welche auf *Ostrea* hinwiesen, nicht genügend bekannt; weiter schien für ihre Meinung zu sprechen, dass, wie ich ausführte, bei gewissen Ostreen das elastische Ligament in der Unterschale in einer Grube, oben in einer ähnlich gestalteten wulstförmigen Area gelagert ist. Ich habe nun l. c. 1902, S. 207 u. 208, dargelegt, dass dies dann der Fall sei, wenn die sehr ungleiche Deckelschale und ihr Ligamentansatz jenem der Unterschale nicht bilateral gegenüber, sondern dorsoventral untergeordnet seien.

Dies ist aber bei *Cochlearites* nicht der Fall und die völlige bilaterale Gegenstellung, abgesehen von allem Anderen, durch das alternirende Ineinanderverschmelzen von Längs- und Querleisten als völlig erwiesen zu betrachten. Wenn man ausserdem die mittlere Grube auf beiden Klappen bei *Cochlearites* als die des elastischen Ligaments deutet, kann man die ihr zu Seiten liegenden Flächen, die auf der Unterschale concav und oben convex sind, nicht ebenso auf das elastische Ligament von *Ostrea* beziehen, da bliebe nur übrig, an ein Feld des unelastischen Ligaments zu denken, das dann später nach Verschwinden der mittleren Grube das ganze Zwischenfeld einnehmen müsste. Dann müsste aber doch aus dem Umstande, dass diese Flächen auf der Unterschale concav, oben dagegen convex wären, geschlossen werden, dass für sie, ebenso wie für die Seitenwülste, ventral davon wirkliche Schalenschlussfunctionen vorlägen, die allen Erhebungen und Vertiefungen in der Nähe des elastischen Ligaments zu Grunde liegen; auch im Bereiche des unelastischen Ligaments gehören alle solche Bildungen dem Schlosse, das heisst der Commissur, an, was auch aus dem Vergleiche mit *Lithiotis* hervorgehen würde (vergl. S. 32).

Wir haben nun, zum weiteren Vergleich, noch bei *Spondylus* und Verwandten eine höchst eigenartige Zerschlitzzung des Ligamentbodens kennen gelernt (vergl. Das Ligament der Bivalven l. c. 1902, S. 193—195, Taf. V, Fig. 7 und 8). Diese kommt dadurch zu Stande, dass die Schalensubstanz des Ligamentbodens sich seiner Wachstumsrichtung nach in regelmässige, wenn auch niedrige Längsfalten wirft; da das Ligament aber einer möglichst einheitlichen Ansatzfläche — zur Vermeidung von Zerreiassungen bei unregelmässigen Spannungen — bedarf, so hebt es sich gleichsam aus den Vertiefungen heraus, sitzt lediglich auf den verbreiterten, auch

¹⁾ Wenn wir am angeführten Orte S. 195 und 289 die feinste Zahnrunzelung zum Beispiel bei Pectiniden und die Streifung des Ligamentfeldes bei Ostreiden unter dem gleichen ganz allgemeinen Gesichtspunkte einer Entstehung in Folge eines stärker vorschreitenden Flächenwachsthums der der Commissur nächstliegenden Schalensinnenschicht und zusammenhängend der Ligamentschichten als Folge eines auf geringe Raumgrenze zusammengehaltenen Strebens nach Raumvergrösserung behandelt haben, so müssen wir jetzt danach unterscheiden, ob diese Raumvergrösserung an einer freien Oberfläche oder einer Contactfläche mit anderen Verwachsungssubstanzen stattfindet. Jedenfalls setzen sich gelegentlich die Streifen vom Ligamentfelde auch auf die Wohnfläche fort (vergl. l. c. Taf. II, Fig. 9).

²⁾ Sie vermehren sich daher durch innere Gabelung und Einschaltung, die bei *Ostrea* durch Anlagerung an der Aussenseite.

hier regelrecht etwas vertieften Leistenfalten auf und überbrückt jene Furchen. Auf den Faltenleisten zeigt sich trotz dieser Unregelmässigkeiten die regelmässige ventralconvexe Querstreifung des Ansatzes des elastischen Ligaments.

Mit diesen Bildungen hätte, äusserlich genommen, das mittlere Leistenfeld von *Lithiotis* die meiste Aehnlichkeit: ausser allgemeinen Anzeichen spricht aber ein sehr wichtiger Umstand dagegen, nämlich die Thatsache, dass die Leisten bei *Lithiotis* gar keine Ansatzfläche für die Ligamentsubstanz haben, sondern gegensätzlich zu allen Ligamentansatzstellen eher zugespitzt und gezackt sind: wir werden auch sehen, dass gerade bei *Lithiotis* noch die Ursachen oder Begleitumstände einer solchen Faltung der Schalensubstanz im Ligamentboden der äusseren Mittelplatte, wie sie bei *Spondylus* vorhanden sind, völlig fehlen.

Wir haben bis jetzt die unserer Ansicht nach höchst verschiedenen Mittelfelder von *Cochlearites* und *Lithiotis*¹⁾ mit solchen des elastischen Ligaments bei anderen ähnlich gestalteten Anisomyariern verglichen: wir betrachten jetzt auch die Seitenwülste von *Cochlearites*, welche so weit nach unten reichen als innerlich das Auflagerungsfeld und dessen sporadische Leisten. Die Wülste wurden mit den ziemlich vereinzelt wulstförmig gestalteten seitlichen Feldern des unelastischen Ligaments bei gewissen tertiären *Ostrea*-Arten verglichen, wobei der Zufall den Vergleich dadurch begünstigen konnte, dass hier das seitliche Ligamentfeld auf der einen Schale ein erhöhter Wulst, auf der anderen eine flache Grube darstellt, während sonst die Felder des seitlichen Ligaments bei *Ostrea* stets gleichmässig flache und ausgeebnete Theile der umbocardinalen Area darstellen.

Wenn hier nun eine Analogie vorliegt, so ist es doch keine Homologie, denn erstens sind bei *Cochlearites* die Wülste sehr scharfkantig und zum Theil quer geknotet, zweitens passen sie hier mit den tiefen Furchen der Gegenschale, wenigstens proximal, so eng deckend und raumabschliessend ineinander ein, wie nie bei dem Vergleichsgebilde von *Ostrea* thatsächlich und auch möglich ist.

Die Wülste von *Ostrea* haben nie eine zweite quere Knotungssculptur auf ihrer Höhenkante oder auf ihrer Innenseitenfläche, welcher Sculptur auch eine alternirende in der Gegenfurchen der Gegenschale entspräche, wie bei *Cochlearites*; sie können auch keine haben, weil dies einschliesse, dass ventral am Ende des Wulstes und an der Grenzstelle von elastischem und unelastischem Ligament eine oberflächlich und nach innen zu quergeknotete echte commissurale Zahnbildung vorläge, welche sich nach dem Princip der Entstehung secundärer Wülste und Leisten in den Bereich des unelastischen Ligaments fortsetzte. Ein weiterer Unterschied, der einerseits mit der Entstehung des Wulstes bei *Ostrea* (vergl. l. c. 1902, S. 189—191²⁾), andererseits mit der Bedeutung des Wulstes bei *Cochlearites* (nach unserer Auffassung) engstens und unzweideutig zusammenhängt, liegt darin, dass sich der Wulst bei *Ostrea* nach dem Ventralrande an der mit dem Alter an Stärke zunehmenden queren Ausgangsstelle seiner „secundären Abformung“ verbreitert und verdickt, während bei *Cochlearites* das Gegentheil der Fall ist, das heisst hier eine selbständige Bildung sich stets im Kleinen wieder erneuert. Auf diesen Wulst läuft bei jenen *Ostreen* vom Wohnraum der Schale her eine Erhebung der Schalensubstanz aus, welche die eigentliche und nächste Ursache der Wulstform des seitlichen Ligamentfeldes ist. Derartige fehlt bei *Cochlearites*, der Wulst ist also hier nicht secundär bedingt wie alle jene die Querstreifen des unelastischen Ligamentfeldes durchsetzenden Längserhebungen, sondern hat eine selbständige primäre Bedeutung. Die höchste Verdickung des Wulstes bei *Cochlearites* liegt daher an einer ganz anderen Stelle, und zwar da, wo sein eigentlicher Charakter, dem Schalenschlusse zu dienen, aus dem Zusammenhange mit den Querwülstchen des Mittelfeldes am deutlichsten hervortritt.

Scharf getrennt, aber unmittelbar neben dem Wulste oder der Seitenplatte des unelastischen Ligaments befindet sich nun bei *Ostrea* meist in der Unterschale eine Furchen, in der Oberschale eine Leiste. Diese beiden Gebilde decken sich bei geschlossenen Schalen, soweit das Ligamentfeld reicht, nicht, sondern divergiren nach aussen; unmittelbar unter dem Ligamentfelde setzen sie sich aber fort und erweisen sich hier als ein dem Schalenschlusse zunächst der Mantelcommissur dienender, dort verstärkter oder allein noch erhalten gebliebener Theil der Schalenrandkerbung der freien Mantelhälften.

Wollte man mit dieser secundären Furchen (beziehungsweise Wulst) etwa die ähnlichen Gebilde bei *Cochlearites* vergleichen — obwohl sie umgekehrt in den Klappen auftreten³⁾ — so würde man auf die Bedeutung des Wulstes als der des Ligamentwulstes von *Ostrea* Verzicht leisten: hält man aber an diesem Vergleiche

¹⁾ Der Irrthum, dass *Lithiotis* (wie *Cochlearites*) Seitenwülste und ein Mittelfeld habe, ist dadurch entstanden, dass man die vertiefte mittlere Region bei *Lithiotis* für natürlich geworden nahm, während sie doch die Folge der mechanischen Eindrückung einer bei *Cochlearites* fehlenden inneren Längshöhlung ist.

²⁾ Ich bemerke, dass auf S. 188 l. c. der Ableitung dieser Entstehung Zeile 16 und 19 statt „unelastischen“ Ligaments das Wort „elastischen“ stehen geblieben ist, was dem aufmerksamen Leser aus dem Zusammenhange als Druckfehler sofort ersichtlich ist.

³⁾ Die Längsfurche ist umgekehrt bei *Ostrea* stets in der dickeren Unterschale, die Leiste in der Oberschale.

fest, so muss man sich des anderen entschlagen, da man nicht miteinander vermengbare, einerseits der Mantelcommissur, andererseits den freien Mantelrändern entstammende Gebilde vor sich hat, die, nebeneinander liegend, entwicklungsgeschichtlich ganz ebenso voneinander geschieden werden müssen wie etwa Schlosszähne und Schalenrandkerben.

Jedenfalls fehlt *Cochlearites* neben dem bisher als seitlichen Ligamentwulst gedeuteten Theil eine gekerbte Furche als secundäre Furche nach einer extracommissuralen Schalenrand-Schlossfurche, welche selbst natürlich auch fehlt; andererseits hat der Seitenwulst bei *Cochlearites* keine Anzeichen eines seitlichen Ligamentträgers, denn die Anzeichen des Ligamentansatzes, das Ausstreichen der Schalenschichten, zeigen sich erst auf seiner meist steil abfallenden Aussenfläche, die Firstkante und Innenfläche des Wulstes wäre immerhin eine selbständige Bildung, die mit dem Ligament nichts zu thun haben können, wobei man natürlich den proximalen, längs der Auflagerungsfläche gelegenen, sicher functionirenden Theil, nicht den „verlassenen Theil“, in Betracht nehmen muss.

Dient der Wulst aber dem Schalenschlusse, so kann er nicht als Differenzirung der Schalenrandkerbung aufgefasst werden, denn unser Vergleich mit *Lithiotis* beweist unwiderleglich, dass er dem Schalenbildungsbereiche der Mantelcommissur angehören muss, welche bei Ostreiden auch nicht die leiseste Spur von Gestaltungen hervorbringt, die der Ineinanderfügung der Klappen dienen¹⁾; kein Zweifel ist, dass bei *Lithiotis* die Breite des Leistenfeldes der Länge der Commissur entspricht, überhaupt alle Bildungen zwischen den beiden Fiederfeldern bei Lithiotiden der Commissur angehören.

Der Vergleich mit Ostreiden ist also von keiner Seite nur angehend, geschweige befriedigend oder gar überzeugend.

Die Aehnlichkeit der Gestaltungen zwischen Lithiotiden und Ostreiden gehörte dann in das Capitel der unechten Convergenzgebilde, wozu wir noch Folgendes zu erwähnen haben. *Cochlearites* (und damit auch *Lithiotis*) zeigen ein ausserordentlich starkes Dorsoventralwachsthum. Wie am ventralen Schalenrande, so rücken auch hier, was sonst bei Bivalven noch nicht beobachtet ist²⁾, zusammenhängend mit dem Verschwinden des elastischen Ligaments die dorsalen Zuwachsränder in oft unregelmässigen weiten Zwischenräumen ventral vor, so dass hier (vergl. Taf. IV, Fig. 10) oft gar kein Zusammendrängen der Schalenschichten zu einem gemeinsamen dorsalen Schlossrande vorliegt, wie es sonst als Folge möglicher Raumverminderung bei der Wirbeleinkrümmung gewöhnlich ist. Während nun dabei alle regelmässigen Schlosserhebungen zum Theil noch dadurch an Stärke relativ wachsen, dass die neuen Schalenschichten sich deckend auf den älteren Erhebungen auflagern, ist bei stark ventralwärts rückendem dorsalen Schlossrand eine natürliche Verstärkung hierdurch nicht möglich; es sinken daher besonders die queren Verbindungen der Mittelfelder in Erhebungen und Furchen zu ausserordentlicher Feinheit herab, ja verschwinden sogar als relativ durchaus unzureichend³⁾, wobei als wichtiger Umstand mitwirkt, dass die queren Erhebungen der Streckung des Längenwachstums entgegen sind, daher durch den Kalkverbrauch in diesem möglichst aufgehoben werden müssen (vergl. S. 25). Wo aber der quere Rand nun seitlich in der Dorsoventralrichtung umbiegt, da legen sich die Schalenschichten — die Hauptwachstumsrichtung der Schale fällt natürlich mit der Verlängerungsachse des Thieres und damit auch mit dem gestreckten Vorder- und Hinterrande der Schale zusammen — bei geringer Verbreiterung der Schale natürlich übereinander; an dieser Stelle müssen also die Längszahn-Bildungen ganz ausserordentlich gestärkt und gehoben werden; es entstehen daher am äussersten Rande der Commissur hier ganz hervorragende Erhöhungen mit starken secundären Wülsten als nicht mehr functionirende Abschnitte jener; das sind die Seitenwülste (vergl. unten S. 35).

Die Convergenz mit *Ostrea* besteht nun darin, dass diese Gattung überhaupt keine commissuralen Schlossbildungen hat, dagegen die Schalenrandkerbung in der extracommissuralen Furche und Leiste sich ähnlich unmittelbar neben der Commissur, das heisst bei der Umbiegung des queren Dorsalrandes der Schale in den verlängerten Vorder- und Hinterrand der Schale, erhalten und verstärkt hat; ferner, dass sich an die Existenz dieser Gestaltungen secundäre, nicht selbständig functionirende Fortsetzungen dorsalwärts ins Ligamentfeld und dessen Seitenflächen erstrecken. Das Fehlen eigentlich commissuraler Zahnerhebungen bei *Ostrea* erhält in der mit der lateralen Verdrängung der Seitenzähne (und ihrer Wülste) zusammenhängenden Entstehung des an Längserhebungen fast freien Mittelfeldes bei *Cochlearites* eine äusserliche Parallele, welche durch das heterogene Leistenfeld bei *Lithiotis* und eine gelegentliche Längsstreifung des Ligamentfeldes bei *Ostrea* einen weiteren Convergenzpunkt erhält. Alle diese Aehnlichkeiten beruhen aber auf Analogien, nicht auf morphologischen Homologien, gehören in der That zu dem Begriffe Convergenz-

¹⁾ Die Schalenrandkerbung (beziehungsweise Schalenrandfurche) zieht sich, ausser bei *Ostrea*, auch bei anderen Bivalven in einer secundären, oft gekerbten Furche seitlich hinter dem eigentlichen Ligamentfelde (*Chama*, *Lucina*, *Aetheria*) fort.

²⁾ Es zeigt sich auch gelegentlich ein periodischer Höhenpunkt des Zuwachses in ganz feinen, dichtgedrängten Zusatzschichten, aber kein so abruptes Vorrücken in grossen Zwischenräumen.

³⁾ Vergl. Tafelerkl. zu Taf. III, Fig. 10 und Taf. V, Fig. 9.

erscheinungen.¹⁾ Wir können dabei nicht einmal feststellen, dass es echte Convergenzen sind, das heisst morphologische Annäherungen bei sehr verschiedenen Organismen und Organisationen durch Homologien in Einzelorganen; die Convergenz erstreckt sich lediglich auf eine Analogie, das heisst auf eine äussere morphologische Aehnlichkeit in phylogenetisch und physiologisch sehr verschiedenen Gebilden; sie ist also eine unechte Convergenz.

8. Morphologische Beziehungen zu den Spondyliden.

Wenn man nun nach anderen Vergleichstypen für beide Gattungen sich umsieht, so muss man die absonderliche Verlängerung des Wirbeltheiles bis zum Wohnraume in Abrechnung zu bringen gefasst sein. Ich habe an anderer Stelle (zum Beispiel l. c. 1902, S. 288 u. 289, Pkt. 27) ausgeführt, dass durch solche das Wesentliche eines Genus kaum berührende Verlängerungen, besonders bei flachen sessilen Formen, Gestaltungen auf dem Umbocardinalfelde erscheinen, welche, an Erhebungen der eigentlichen Schlossplatte anschliessend, fremdartige Fortsetzungen jener bilden, secundäre Leisten und Furchen nach noch functionirenden Schlosszähnen an ihrer ventralen Endigung, welche in ganzer Fläche von epidermalem Ligament überdeckt sein können; es wurde dergleichen bei *Ostrea*, *Pecten*, *Lima*, *Spondylus*, *Plicatula*, *Aetheria*, *Chama*, *Mytilus*, *Lucina* beobachtet und erklärt, dass das Nothwendige ihres Auftretens daran geknüpft sei, dass die Schlossplatte mit ihrer Zusammenlagerungsfläche möglichst wenig von der Fläche der umbocardinalen Schalenverlängerung abbiege. Wir müssen also an Monomyarier denken mit durch umbocardinales Längenwachsthum gestreckten secundären Wülsten nach functionirenden Schlosszähnen.

Eine ganz spezifische Aehnlichkeit mit dem normaleren Typus von *Cochlearites*, besonders hinsichtlich der Lage und Ausdehnung des elastischen Ligaments zwischen zwei seitlichen Zähnen, der gering deutlichen Abtrennung von Schlossfeld und Wohnraum, existirt nun bei *Plicatula-Harpax*, von der ich auch nachwies, dass nicht geringe secundäre Wülste nach den beiden vorhandenen Schlosszähnen in der That vorliegen. Die Verlängerung des Wirbeltheiles ist allerdings nicht stark: sie erreicht aber bei *Spondylus* ein wechselndes und oft grosses Maß, wo indessen die zwei starken Schlosszähne wegen der fast rechtwinkligen Abbiegung der Schlossplatte vom Umbocardinalfeld in ganz unverhältnismässig geringerem Maßstabe auf letzterem als secundäre Wülste zu beobachten sind.

Viel deutlicher sind indessen bei *Spondylus* die auch schon von F. Bernard beobachteten und auf die Bezahnung der pectinidenartigen Embryonalschale zurückgeführten Längsstreifen des umbocardinalen Feldes, welche als Kerbung einer die Schlossplatte am Dorsalrande begrenzenden Furche (beziehungsweise Leiste) noch bei den ausgewachseneren Schalen erhalten ist, während sie bei *Plicatula* früher verschwindet; wie der Schlossrand sich verbreitert, so entstehen auch die Kerben fort und fort; ihre secundären Fortsetzungen erfüllen auch das umbocardinale Feld mit ganz gleichmässigen Längsleisten, welche ihrerseits wieder eindringlich an die bei *Lithiotis* erinnern, ebenso wie wir in der queren Furche (und Leiste) — mit ihrer Kerbung ganz Gleiches und Seltsames bei *Cochlearites* erwähnen konnten. Dass diese Längsleisten mit der Bezahnung der embryonalen Schale bei Spondyliden wenigstens zum Theil zusammenhängen, das gibt ihnen eine entschiedenere Bedeutung und nimmt die Möglichkeit, sie als variable oder nebensächliche Gebilde zu übersehen, wozu man allerdings bei keinem Naturgegenstande das Recht hat.

Bedenkt man weiter die deutliche Reduction des Ligaments bei Spondyliden (S. 30 u. 31), welche es auch nicht mehr zur Bildung des unelastischen Ligaments bringen, so könnte ein weiterer Schritt rückwärts die Ligament-Rückbildung bei den Lithiotiden erklärlicher erscheinen lassen.

¹⁾ Die feinen Streifen im Ligamentfelde von *Ostrea* haben gar keine Beziehung dazu, ob das Ligament lang oder kurz ist, ob es eine einheitliche Fläche oder regelmässig periodische Absätze bildet (vergl. zum Beispiel G. Böhm l. c. Taf. II, Fig. 2); die manchmal symmetrisch stattfindende Verstärkung einzelner Streifen hat ebenso wenig Beziehung zu bestimmten physiologischen Differenzirungen, als zum Beispiel die mediane Septenbildung in der hintersten Apicalhöhle von *Lithiotis*; dagegen lässt sich durch den näheren Vergleich von *Cochlearites* und *Lithiotis* mit grosser Sicherheit annehmen, dass das als ausserordentlich geringfügig bemerkbare quere Ausstreichen der Schalenschichten auf dem Leistenfelde von *Lithiotis* 1. durch das Fehlen des Ligaments, 2. durch das Fehlen jeder Verstärkung von queren Schlossrandleisten daselbst, 3. durch das Ueberwiegen des Längsleistenwachsthums verursacht ist, wobei das Wachsthum in der einen Richtung das Material dem Wachsthum in der anderen entzieht; dies kann bei *Ostrea* nicht der Fall sein, da die Längsleisten die elastische Function nicht unterstützen und das quere Schichtausstreichen gerade zum festen Ansatz des ähnlich blätterigen Ligaments unabweislich nothwendig ist. Während das strahlige Auseinanderweichen der seitlichen Ligamentgrenzen und der seitlichen Ligamentfelder von der proximalen Verbreiterung der gesammten Ligamentoberfläche abhängig ist, sind die Streifen nicht davon abhängig, sonst hätten sie auch radiale Strahlungsanordnung; in ihrem rein dorsoventralen Verlauf stehen sie vielmehr senkrecht auf dem gestreckten Schlossrand und bezeichnen die Richtung des Wachsthumsvorrückens des Schlossrandes (S. 30). Die gleiche Stellung und Richtung haben auch die embryonalen Schlosskerben bei Spondyliden, auf welche (beziehungsweise ihre secundären Leistenfortsetzungen) wir die Leisten von *Lithiotis* beziehen (vergl. Cap. 9); auch hierin liegt eine unechte Convergenz mit Ostreiden.

Einen vollen Beweis dafür, was als Ligamentgrube anzusehen ist, sehen wir in dem Verhalten des Exemplars Taf. II, Fig. 6. Es lässt sich hier feststellen, dass das Ligament nach dem Tode noch wirksam die Schalenhälften klaffen liess; daher ist die Wohnkammer sehr stark mit Thonschlamm gefüllt, die Auflagerungsfläche des Mittelfeldes bis zu einer dorsal scharf bestimmten Grenze aber immer weniger und weniger; in diese Grenze ragt als einzige hier endigende Bildung die von uns sogenannte schmale Ligamentgrube herein; hier ist also die einzige Stelle, wo die Ursache des Schalenklaffens zu suchen ist; was ventral und seitlich von dieser ganzen Linie liegt, gehört dem Schlosse an; was dorsal davon liegt, das ist die Region der verlassenen Schlossränder und Ligamentstellen; diese Felder klaffen stets etwas, sind daher in Taf. II, Fig. 6 auch von feiner Thonmasse erfüllt. (Vergl. auch die Tafelerklärung.)

Als ein ganz auffälliger, den Kreis dieser Beziehungen abschliessender Umstand ist aber zu erwähnen, dass das Ligament von einer oft dicht geschlossenen Platte bei *Spondylus* und *Plicatula* median überwachsen ist, dass gerade diese Platte bei *Spondylus* in grösserer Flächenausdehnung jene Längsstreifen besitzt wie *Lithiotis* im Mittelfelde. — Unseren genauesten Darlegungen nach ist die höchste Merkwürdigkeit bei *Lithiotis* aber gerade eine ganz gleichartige und in der Eigenartigkeit der Form sonst nicht wieder beobachtete Ueberwachsung jenes Feldes, das wir bei *Cochlearites* als Mittelfeld haben kennen lernen, wobei aber Zahn- und Ligamentwachstum entweder ganz rückgebildet oder nur degenerirt erhalten sind; in diesem Vorgange erscheint auch die höchst merkwürdige Innenstructur begründet, welche bei *Lithiotis* beobachtet wurde und in unvollkommener Erkenntnis zu mannigfachen Missdeutungen Anlass gegeben hat; sie beweist, dass man es hier nicht mit einer einfachen subcardinalen Wirbelhöhle, sondern mit einer eigentlich über dieser zu orientirenden Neubildung zu thun hat, welche das alte Schlossligamentfeld überdacht.

Eine solche Bildung kennt man auch bei *Spondylus* und *Plicatula*; sie überdeckt hier allerdings lediglich das Ligament, wenn auch nicht zu verkennen ist, dass die seltsam tief gelenkige Verrammung der grossen Zähne auf ein beginnendes Hinübergreifen der Ueberwachsung in das eigentliche Schlosszahngelände in deutlichster Weise zurückgeführt werden kann.¹⁾

Immer aber ist in der Ueberwachsung des Ligamentfeldes und der Zähne im Wachstum der Zähne selbst ein auch mit dem Schalenanwachs und der äusseren Sculptur (hohles Stachelwachstum) sich äussernder Wucherungscharakter bei *Spondylus* erkenntlich, der sich auch in gleicher Weise im Boden des Ligamentfeldes zeigt, im Ligament selbst aber keine Parallelerscheinung hat. Diese Wucherung äussert sich in der Faltung des Ligamentbodens und dem Abheben des elastischen Ligaments längs der zwischen den Falten liegenden canalartigen Längsvertiefungen, deren unechte Convergenz mit *Lithiotis* wir oben, S. 30, besprochen haben.

Auf dem Boden der Ueberdeckungshöhle von *Lithiotis* ist nun nichts zu erkennen, was auf einen Ligamentansatz hindeutet; selbst die dünnste Röhrenverkalkung zeigt eine vollkommen lamellös einheitliche Flächenauskleidung, nirgends zeigen sich Schichtunterbrechungen und ohne solche gibt es keinen Ligamentansatz; die Ligamentbildung ist ja nicht den Schalenlamellen heterogen aufgesetzt und angeklebt, sondern eine die Schalenlamellen seitlich im Verlaufe des Lamellenwachstums ersetzende, stellvertretende Modification der Schalenbildung selbst, sei es nun, dass man die Homologie so auffasst, wie ich es gethan habe (vergl. l. c. 1902, S. 214—226) oder wie es Stempel und Müller äusserten. Es gibt keinen Ligamentansatz ohne Schichtunterbrechung, keinen Ligamentansatz auf glatten Schalenlamellenflächen.

Hiermit erledigt sich auch von diesem Standpunkte die von W. v. Gümbel ausgedrückte Ansicht, dass das Ligament von der Schalensubstanz röhrig umschlossen sei und in dieser Umschliessung sein Längswachstum erhalte.

Wie bei *Cochlearites* im Typus 2 und 3 die Ligamentgrube im Verlaufe des späteren Wachstums nicht mehr fortgesetzt wird, so hat es den Anschein, als ob es bei *Lithiotis* gar nicht oder nur noch in den jüngsten Schalenstadien angelegt würde, wie es zum Beispiel bei Pholadiden ganz obliterirt.

9. Allgemeinere stammesgeschichtliche Beziehungen.

Wenn wir *Cochlearites* und *Lithiotis* auf den Spondylidenstamm beziehen, so können wir bei ersterer Gattung an Jugendzustände von *Plicatula* anknüpfen, etwa an das Stadium, in dem nach Bernard in jeder Schale ein definitiver Zahn erscheint und gleichzeitig die quere, mit Kerben versehene Schlossrandleiste (bande crenelée) noch existirt; dieser Zustand wäre bei Lithiotiden in einem rapiden Längenwachstum festgehalten; durch die Divergenz der vorhandenen Zähne bei nicht gleichzeitiger und gleichartiger Verbreiterung

¹⁾ Man könnte dem Orte der Zahnstellung bei *Spondylus* nachsagen, dass er eine Uebergangsstellung zu der entarteten bei den Lithiotiden darstelle.

der Schale würden diese, besonders die Hauptzähne A_I und P_I ¹⁾ der Unterschale, nahe an der vorderen und hinteren Seitenwand der Schlossplatte vorrücken und so die A_{II} und P_{II} der Deckelschale völlig oder fast ganz verdrängt werden. Dass eine solche Verdrängung und hiermit Vereinfachung thatsächlich stattfindet, das beweist der Umstand, dass — soweit die Ligamentgrube bei *Cochlearites* reicht — an vielen Exemplaren (vergl. Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 6; Taf. III, Fig. 1; Taf. IV, Fig. 2 und mehrere nicht abgebildete Fundstücke) der Seitenwulst eigentlich aus zwei Wülsten besteht, einem stärkeren inneren, der fast continuirlich in den Hauptwulst des ligamentfreien Stadiums übergeht, und einer durch eine wechselnd breite Längsgrube von diesen getrennten Randverdickung, die späterhin auf dem äusseren Seitenabfalle des vereinfachten Randwulstes verschwindet. In dem durch solche Prozesse entstehenden Mittelfelde, das in der Unterschale als Raum zwischen den beiden Hauptzähnen eine vertiefte, in der Oberschale als Raum zwischen den beiden Hauptgruben eine erhöhte Oberfläche hätte, welche Flächen sich als Theile der Schlossplatte natürlich eng decken müssen, würde als dorsale Grenze der cardinalen Auflagerungsfläche auch der embryonale quere Schlossrand beim ventralen Vorrücken stets wieder mehr oder weniger deutlich zum Vorschein kommen; seine Kerbung würde, wenn sie auftritt, dem allgemeinen Charakter des Wachstums der Schale nach auch eine etwas verlängerte sein. Die Hauptzähne würden durch das starke ventrale Fortrücken des dorsalen Schlossrandes und die so entstehenden secundären Wülste sehr verlängert erscheinen, während die kürzeren, weniger bedeutenden Leisten des Mittelfeldes keine so constante Aufeinanderfolge besitzen und keine secundären Verlängerungen erfahren.

Wie man so zwischen *Cochlearites* und *Plicatula* innige Beziehungen hat, so sind andererseits die zwischen *Lithiotis* und *Spondylus* deutlich; sie sind hier durch die Erhaltung der „bande crenelée“ auch im erwachsenen Zustande²⁾ auf einer „Pseudoligamentplatte“ charakterisirt, wobei sie auch an der definitiven Schlossplatte theilnehmen; während der Dissoconch und Prodissoconch bei *Plicatula* keinen langen Bestand in der Entwicklungsgeschichte haben und besonders schon früh an der Festwachsung der Schale theilnehmen, ist das Verharren der freilebenden Embryonalschale bei *Spondylus* viel andauernder; sie behält auch deutlich ohne Anwachsung die wohlentwickelte Pectinidenform bei. Hierdurch gewinnt dieses Schälchen mit seinem sehr gestreckten Schlossrande und dessen Kerbung einen nachhaltigeren Einfluss auf die Gestaltung des Schlosses der anwachsenden definitiven Schale; es ist ganz natürlich, dass die Erhaltung und Verwerthung dieser embryonalen Schlossrandkerbung um so leichter eintreten kann, ja eintreten muss, wenn die spätere Schlossplatte ebenflächig fortwachsend mit dem gerade gestreckten Schlossrande des Pectiniden-Embryonalschälchens zusammenfällt; dies ist durch die bei den Spondyliden fast überall mehr oder weniger deutlich dorsoventral-medial gerichtete Ueberwucherung des Ligament- und Schlossfeldes gewährleistet. Die naheliegende Wiederkehr des Zusammentreffens dieser Umstände bei *Lithiotis* würde wenigstens hierin grosse Aehnlichkeiten mit *Spondylus* hervorrufen, ohne dass man gezwungen wäre, aus den Hauptmerkmalen der Familie auszutreten oder verschiedene Abstammung von *Lithiotis* oder *Cochlearites* je von *Spondylus* oder *Plicatula* anzunehmen, was auch schon wegen der Structurverhältnisse nicht angeht.

Ein wichtiger Unterschied zwischen beiden Gattungen *Lithiotis* und *Spondylus* wäre in den sehr verschiedenen Folgen gegeben, welche die Ueberwucherung hinsichtlich der endgiltigen Gestaltung des Schlosses begleiten. Wenn diese Ueberwucherung von ganz hinten nach vorn und beiderseits von den äussersten Seitengrenzen des Schlossfeldes nach innen zu vor sich geht, so muss sie auch die Seitenzähne von *Cochlearites* in sich begreifen; bleibt nun das Verhältnis so, dass die Schalen in den Schlossflächen streng bilateral gegenüberstehen, so werden bei noch so geringer Längsanlagerung der Schlossflächen die Seitenzähne vor Allem nicht über den ventralen Rand der Pseudoligamentplatte nach unten hinausragen und sich der Gegenschale entgegenbiegen; es wird vielmehr eine Stärkeausgleichung zwischen den Seitenzähnen und den Kerbleisten des Mittelfeldes stattfinden, eine Verminderung der ersteren, eine Stärkung der letzteren. Bei *Spondylus* ist aber die Deckelschale in viel erheblicherem Maße der Hauptschale dorsoventral untergeordnet und es sind daher die Zahnbildungen stark vorragend (vergl. auch Capitel 11).

¹⁾ Bezeichnung von Fel. Bernard, Bull. soc. géol. 1896, Taf. 24, S. 437—442.

²⁾ Es ist darauf aufmerksam zu machen, dass diese äusserlich an die taxodonte Bezeichnung erinnernde Schlossrandkerbung auch bei *Malleus*-Arten (mit secundären Leistenfortsetzungen unter dem unelastischen Ligamente hin) vorhanden ist; unter fossilen Vorkommen ist nach E. Philippi (Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges. 1898, S. 621, Textfig. 6 und 7) das von *Spondylopecten globosus* Qu. zu nennen, das dabei auch den Ansatz zu einer „Spondylidendecke“ (vergl. unten) besitzt. — Zugleich ergreife ich die Gelegenheit, eine in den Württemb. Jahrb. für vaterl. Naturkunde 1902, S. 189 Anm., gegebene Bemerkung zu verbessern, dass nämlich „nach den übereinstimmenden Resultaten neuerer Forscher (Neumayr zum Theil, Frech und Beushausen) die Präcardiiden kein eigentliches Schloss, sondern eine nach der Radialsculptur gerichtete Schalenrandkerbung“ besässen; ich habe dabei übersehen, dass F. Frech im Neuen Jahrb. f. Min. etc. 1899, Bd. II, S. 170, Fig. 5 und 6 schon auf die Uebereinstimmung der Embryonalzähnen der Taxodonten und Anisomyarier mit den bei einigen Paläoconchen (*Praecardium primum*, *Praelucina mater* etc.) beobachteten echten Zahnbildungen hinweist.

Während bei *Cochlearites* wie bei *Plicatula* (*Harpax*) der Wohnraum undeutlich gegen die Schlossfläche abgegrenzt wird, ist er durch die wohlentwickelte, die Breite der Schlossränder gleichmässig von einer Seite zur anderen ausfüllende „Pseudoligamentplatte“ bei *Lithiotis* und *Spondylus* scharf abgesetzt.

Die ontogenetischen Thatsachen bei lebenden und jungfossilen Spondyliden widersprechen daher unserer Einbeziehung der Lithiotiden in die engere Stammesentwicklung dieser Familie in keinem Punkte. Wie ist es nun mit der Stammesgeschichte selbst? Von bezahnten Spondyliden liegen in ausseralpinen Liasablagerungen die Vertreter der Gattung *Harpax* Park. am nächsten. Obwohl wir grosse Unterschiede in der Schalensubstanz (vergl. oben) betonen müssen, sind doch hier gewisse Umstände wichtig, welche auf unsere Lithiotiden hinweisen. Deslongchamps betont bei den Zähnen der aufgewachsenen Schale, dass sie stark divergiren; es entsteht also schon hier ein breiterer Raum zwischen der eigentlichen Ligamentgrube und den Hauptzähnen. Hiermit im Zusammenhange stehen die „rébords de la cavité ligamentaire“ nach Deslongchamps, der diese Randleisten offenbar als dem Ligamente angehörig betrachtet. — Es ist aber nach weiten Auseinandersetzungen über alle dem elastischen Ligament wesentlich zugehörigen Erhebungen (vergl. Jahreshfte für vaterl. Naturkunde in Württemberg 1901, S. 179—215) nichts ausfindig zu machen, wonach diese „Randleisten“ dem Ligamente zuzutheilen wären. Ein Theil der Randleisten hat nun zweifellos Schlossfunction, nämlich ihre Seitenwand, welche fein gerunzelt ist und zur Umschliessung des Hauptzahnes der Gegenplatte bis zu dessen Wurzel hinabreicht; hierbei berührt sie den gegenseitigen Schlossboden und ruht auf ihm auf. Deslongchamps scheint Recht zu haben, wenn er gegenüber Parkinson für diese Randleisten die Bezeichnung als Zähne nicht anwendet, da diese Erhebungen von der Gegenleiste nicht wieder von innen her, wenn auch mit einer geringen Erhebung, gleichmässig umfasst werden¹⁾; wir deuten also diese Leiste als Theil der sonst bedeutungslosen Schlossanlagerungsflächen. Dadurch aber, dass diese Leiste dem Schlossboden aufliegt, wird sie auch Träger jener dorsoventral das Ligament überbrückenden Deckplatte, welche bei *Harpax* in der Oberschale vorhanden ist; diese Deckplatte rückt nun in ihren queren Zuwachsrändern ventral vor und bezeichnet auch stets einen kleinen Theil der Rand-Berührungsfläche der beiderseitigen Schlossplatten. Wir sehen in dieser Differenzirung den Anfang der morphologischen Bildung des Mittelfeldes bei *Lithiotis*, das heisst jener grossen Zusammenfügungsfläche innerhalb der Seitenleisten und ausserhalb der Ligamentgrube, soweit sie existirt, eine Fläche, auf die sich auch die primitive Kerbung ventralwärts von den sich deckenden queren Schlossrändern fortsetzen kann.

Wer ausserdem noch bedenkt, wie sich hier bei *Harpax* die Ueberdeckungsplatte allein zwischen jenen Schwielen von hinten her blos über das Ligament ventralwärts zieht, wird auch für *Lithiotis* die Entstehung der ganz ähnlichen Platte nicht einfach für eine subcardinale Wirbelhöhlung halten. Es ist vielmehr eine über die Ebene des Schlosses sich erhebende, sich in den völlig functionslos gewordenen Raum der auseinandergesprengten älteren Ligamentpartien hineindringende Kalkablagerung, was besonders dort statthaben kann, wo bei völlig innerem Ligamente eine Ausbreitung der Commissur in den dorsal von ihm liegenden verlassenen Raum seines Ansatzfeldes sehr nahe liegt. Bei *Anomia* und *Nucula*²⁾ sind es gelegentlich formlose Kalkabsätze, bei *Rangia* organisirte, d. h. zum völlig ununterbrochenen und glatten Schloss-Schalenrande umgewandelt, bei *Lasaea* zu Theilen der Schlossplatte, bei Spondyliden zu einer Ueberdachung von Theilen des Schlosses im Zusammenhange mit dem Vorrücken des dorsalen Schlossrandes als Träger der daneben persistirenden Reste der primitiven Schalenrandkerbung der Embryonalschale.

Wie sehr man es hier mit Wucherungsbildungen zu thun hat, geht daraus hervor, dass bei *Harpax* ausnahmsweise die Deckenbildung in der Oberschale, während bei *Plicatula* und *Spondylus* sie nur in der Unterschale oder dort sehr stark vorhanden ist; dies stimmt damit, dass die Unterschale hier die grössere und dickere ist, dass sie das breitere Ligament, die stärkere Zerschlitzung des Ligamentbodens und mit der Anwachsfläche die stärkere Sculptur hat. Bei *Harpax* ist aber nach Deslongchamps ausnahmslos die Oberschale die stärker gewölbte (wie bei *Anomia*) und massivere, daher wir auch hier die „Spondylidendecke“ zu beobachten haben.³⁾

¹⁾ Eine Abbildung bei Goldfuss, Petref. Germ. Taf. CVII, Fig. 1 k, zeigt allerdings nicht nur die Randleiste des Ligaments der Unterschale schwach schwielig wie zur Umwallung der Randleiste der Oberschale, sondern auch daneben eine Reihe kleiner Grübchen wie zur Aufnahme von kantenständigen Kerben der Randleiste der Oberschale; ich habe an dem mir vorliegenden Materiale davon nichts gesehen.

²⁾ Wie F. Bernard sich ausdrückt: „production calleuse“.

³⁾ Wie sehr die überschüssigen, wuchernden Kalkentwicklungen in einer Schalenbildung einerseits sich compensiren, andererseits sich heben und stützen können, das geht aus Folgendem hervor: *Spondylus* hat wie *Ostrea* die Hauptsulptur der Schalenoberfläche, die ja aus einer Wucherungsfältelung zu grösserer Oberfläche hervorgeht, auf der angewachsenen Unterschale. *Harpax* zeigt auf beiden Schalen nach Deslongchamps so lange, das heisst so weit keine Sculptur, als sie angewachsen ist; demnach wird die Sculptur durch den Aufwand der Anheftung auf der Unterschale hintangehalten und erscheint auch nicht

Eine für unsere weiteren Auseinandersetzungen wichtige Bemerkung macht Deslongchamps über das Längenwachstum der Schlossregion (l. c. S. 28 u. 29, Vergleichstabelle) bei einigen Arten, das bis zur Hälfte der Schalenlänge reicht. Nach seiner Beobachtung scheint diese ganz aussergewöhnliche Verlängerung eine Alterserscheinung zu sein, weshalb er eine Art, welche bei grosser Schalendicke diese Verlängerung schon in früheren Stadien zeigt, *Harpax senescens* nennt.

10. Biologische Betrachtungen und Folgerungen.

Allen Forschern ist die ausserordentliche Grössenentwicklung der Lithiotiden auffallend gewesen. Da man es in den grauen Liaskalken und Mergeln, in denen sie vorkommen, in der Hauptsache mit ursprünglich schlammigen Ablagerungen in seichten küstennahen Gewässern zu thun hat, so ist es verständlich, dass jene Ansichten, welche geneigt sind, Veränderungen und Eigenheiten in der Organisation nur auf Veränderungen und Eigenheiten in den äusseren Umständen als deren unmittelbare Folge zurückzuführen, auch die Grösse der Lithiotiden daraus abzuleiten versuchen werden; ich erwähne hier eine mir privat geäusserte Meinung, um ihrer etwaigen Verfechtung von irgendwelcher Seite zu begegnen. Nach dieser Annahme sollen die Lithiotiden auf schlammigem Grunde sessil gewohnt und sich in der Richtung der Einströmung dadurch verlängert haben, dass sie von hinten her sehr langsam, aber stetig mit Schlamm bedeckt wurden. Da sie die ganze Schalenöffnung freihalten mussten, rückte ihr Wachstum immer aus dem Schlamm heraus. Wir müssen hier nun gleich einem principiellen Bedenken Ausdruck geben. Bivalven, welche sich beweglich im Schlamm eingraben, haben stets noch so viel Beweglichkeit und Bewegungsfreiheit, dass sie, soweit sie nicht passiv durch Mantelverwachsung etc. geschützt sind, durch gleichartig bilaterale Klappenbewegung etc. selbstthätig den schädlichen Folgen der Schlamm-einschwemmung begegnen können. Anders ist es mit sessilen Bivalven, wenn wir einmal annehmen wollen, dass schlammiger Grund einen überhaupt genügend unbeweglichen Rückhalt für ortständiges Wachstum abgebe; ein schwacher Ersatz für mangelnde Ortsbewegung, sei sie noch so beschränkt, sind folgende meist vereinigte That-sachen: mehr oder weniger starke Trennung der Mantellappen, stärkeres Klaffen der Schalen, weiterhin Ver-längerung des Wachstums der Schale von der Anheftfläche weg zu rings völlig und möglichst dauernd freier Stellung der gesammten Klappenöffnung. Im grossen Nachtheile sind diese Gattungen besonders deswegen, weil sie meist ungefähr horizontal anwachsen und diese ihre Stellung sowie die Unbeweglichkeit einer Klappe die dauernd störende Auflagerung von Fremdkörpern besonders ermöglicht; Schalen, welche in diesen Hinsichten ungünstige Stellungen haben, verfallen wohl früher der Verkümmern. Sehr wichtig ist natürlich für die Wahl des Wohnortes die Vermeidung der Möglichkeit der Einlagerung von Fremdkörpern vom Schalenrande her, welche allmähig mehr und mehr den völligen Schalenschluss verhindert. Je weiter nun die Klappen geöffnet werden, desto mehr müssen auch dorsal vom Schlosse die umbocardinalen Theile voneinander abstehen, dass sich diese Theile nicht der ventralen Oeffnung widersetzen. Der Winkelraum zwischen den Wirbeln wird umso grösser sein, je länger die Theile in Folge des von der Anwachsfläche sich stark abwendenden Schalenwachstums werden können; auch hier gerade müssen alle Einschwemmungen vermieden werden, wenn das Ligament seine volle Spannweite beibehalten und nicht ungenügende Ernährung, mangelhafte, durch ungenügende Abfuhr der analen Ausscheidungen verschlechterte Athmung die Folge sein sollen.

Welche grossen morphologischen Verschiedenheiten mit dem sessilen Wachstume (vergl. unten über dessen eigentliche Ursachen) verbunden sind, das zeigen z. B. die von den Unioniden abstammenden Aetheriiden, welche an felsigen, steinigen Vorsprüngen mit oft ganz geringer Anwachsfläche bei gelegentlich grosser Längen-entwicklung ortständig festsitzen; sie bilden in auffälligster Weise nicht nur äusserlich an der Schale Convergeng-gestaltungen mit Ostreiden und Spondyliden (vergl. Jahresh. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg 1902, S. 216, Taf. III, Fig. 1—3)¹⁾, sondern auch tiefere Organisations-Annäherungen und Gleichheiten mit Aniso(-Mono)myariern, welche mit der ortständigen Lebensweise für die Erhaltung der Gattung unerlässlich erscheinen.

Wenn nun Gattungen und Arten sich in ausserordentlicher Individuenzahl und dabei starker Variirung der Form und gewaltigen Grössenentwicklungen erhalten und vermehren, so ist zu folgern, dass, selbst wenn solche auf degenerativem Wege sich befänden, die einfacheren und allgemeineren Bedingungen einer gesicherten Lebensweise in vollem Maße erfüllt sind. Dies müssen wir für die Lithiotiden in Anspruch nehmen. Von vornherein ist die Möglichkeit abzuweisen, als ob ihr Längenwachstum die Folge eines in der Einschwemmungs-richtung von Schlamm fortschreitenden stetigen, aus der Anschwemmfläche sich herausarbeitenden Wachstums

auf der Oberschale; nachdem aber die Schale ohne weitere Anheftung fortwächst, erscheint die Sculptur hier und zugleich auch auf der Oberschale, als der gewölbten und stärker entwickelten. Uebrigens ist zu bemerken, dass in der Unterschale die Sculptur auch schon seitlich von einer mittleren Anwachsstelle während der Periode des Anwachsens erscheinen kann.

¹⁾ Ich mache besonders auf l. c. Taf. II, Fig. 1 aufmerksam; das Exemplar ist eine „Lithiotis“ unter den Aetheriiden. übertrifft diese Gattung in ihrer äusseren Gestaltung noch an Austerconvergenz und illustriert die Mahnung zur Vorsicht, welche man bei derartigen sessil degenerativen Geschlechtern walten lassen muss.

sei; bei der grossen Divergenz der „verlassenen Theile“ des Ligamentfeldes und ihrer Länge wäre dann eine Oeffnung des nach Monomyarier-Verhältnissen gestalteten freien Schalen- und Mantelrandes unter regelmässigem und so bedeutendem Längenwachsthum geradezu unmöglich. Wir glauben mit Sicherheit aussprechen zu können, dass unsere Gattungen sich, wenn nicht an vorragenden Stellen eines erhärteten Strandess älterer Schichten ¹⁾, so doch an ausgebreiteten Schalenanhäufungen, welche durch die Anheftung der Schalen selbst untereinander einigermaßen zusammengehalten sind, befestigt haben und so eine überragende Lagerung über der Trübungssphäre des Grundes erreicht haben; dieses Austern-artige Zusammenwachsen ist durch eine Anzahl von Vorkommen bei Lithiotiden völlig erwiesen.

Nun könnte aber eingewendet werden, dass die Unterbrechung der Ligamentbildung bei *Cochlearites* und ihr Fehlen bei *Lithiotis* gerade auf Einwirkungen zurückgeführt werden könnten, welche, wie die erwähnten, hindern könnten, dass nach einer Zusammenbiegung das Ligament sich wieder zur vollen Spannweite öffnen kann, so dass der nächste Ligamentzuwachs eine geringere Spannweite von vornherein haben musste; da dann gleiche Einschwemmungsursachen zwischen den Wirbeln von Neuem wirken könnten, würde die Schale sich schliesslich gar nicht mehr öffnen können. Wenn hierdurch eine ungünstige Einwirkung auf die Entwicklungsneigung des Ligaments abgeleitet und sein schliesslich völliges Ausbleiben erklärlich gemacht werden könnte, so müsste doch dabei die Schalenbildung an dem Punkte einer grossen äusserlichen Umgestaltung stehen, der etwa dem Uebergange von der frei beweglichen zu der ortsständigen Lebensweise vergleichbar wäre; statt dessen bleiben die Schalengestaltungen nicht nur nicht dieselben wie vorher, ohne dass dadurch den Ursachen der Ligamentunterdrückung irgendwie ausgewichen wäre, sondern es beginnt erst danach eine reichere Entwicklung an Individuen mit sehr geringem Ligament, also der Hauptlebensdauer und stärksten Grössenentwicklung ohne solches, eine reichere Entwicklung von Formenveränderlichkeit, ja sogar die Crescenz einer neuen Gattung ganz ohne Ligament, deren Gestaltung aber immer noch stets derart wäre, dass die Individuen unter den nämlichen ungünstigen Bedingungen der allmähigen Verhinderung freier Klappenöffnung ständen. Dies wäre umso auffälliger, als jene die Ligamentwirkungen einigermaßen zu ersetzen vermögenden Wirkungen von geringerer Erfolgstärke wären, also die Individuen unter viel härterem Zwange ständen als vorher.

Daraus ist zu folgern, dass etwaige, das Ligament von aussen beeinträchtigende Wirkungen durchaus nicht vorliegen können, dass dies am wenigsten eine mit dem Längenwachsthum zusammenhängende Ueberschwemmung der sessilen Muschel mit Schlamm wäre, welche auch die Oeffnung der Klappen ungünstig beeinflusste. Wir sind im Gegentheil gezwungen, anzunehmen, dass hier im besonderen Maße der Standort ein derartiger gewesen ist, dass möglichst wenig Schwemmsubstanzen zwischen die Schalenränder ventral und dorsal der Commissur, besonders von der der Anheftefläche zugewandten Seite her, zwischen die auseinander weichenden klaffenden Umbocardinaltheile sich eindringen; der Standort war also sicher ein freier und klare Wasserbewegung sichernder, kurz gesagt, ein „riffartiger“.

Wenn wir hierauf die Natur der Umgebung bei der Auffindung der fossilen Schalen prüfen, so ist für Fossilien der grauen Kalke die Vertheilung der einzelnen Fossilien nach einzelnen Bänken charakteristisch; so kommen auch beide Gattungen vor, *Lithiotis* meist für sich, *Cochlearites* meist für sich. Ziemlich weit auseinander gelegene Fundpunkte, die ich selbst besucht habe, das Val del Paradiso bei Verona, die Fundorte im Chiampothal bei Crespadoro zeigen nun oft *Cochlearites* in grauem, beziehungsweise schwarzem Mergel mit kohligen Resten übereinandergelagert. Mir ist es kein Zweifel, dass man es hier auch mit Verschwemmungen zu thun hat, welche als schlammführende Süsswasserströmungen die schwach gefesteten Schalenriffe der übereinander gewachsenen Lithiotiden zerrissen, verlagert und zu schwachen Bänkchen ausgeebnet haben. Das Vorkommen von einzelnen noch miteinander verbundenen, festgeschlossenen Klappenpaaren, die Unterschale zu oberst gelagert, mit starker Anwachsfläche und gebrochenem Anwachsrest beweist die Verlagerungs-Zertrümmerung eines lebenden Schalenriffes, den Transport und die möglichst baldige Bedeckung mit Schlamm; es handelt sich hier offenbar um Strömungskatastrophen, welche massenhaft Pflanzenreste und Baumstämme vom Lande her mit sich führten und zusammen mit den Lithiotidenschalen begruben.

Wir müssen demnach der Frage näher treten, wie die ungewöhnliche Verlängerung bei Lithiotiden auf andere Weise zu erklären ist, wenn nicht Schlammanschwemmung sie verursacht haben kann. Wir haben erwähnt, dass es eine allgemeine Eigenschaft der mit einer Klappe anwachsenden Schalen wäre, dass sie sich in dorsoventraler bis oroanaler Richtung verlängern, um mit der Mantelöffnung eine möglichst ins Freie ragende Lage zu gewinnen. Bei Annahme eines flachen, dem Boden aufgelagerten Schalenriffes, das bankartig eine grössere Horizontalverbreitung und geringe Höhe besitzt, sich dem Einfallen des abschüssigen Grundes anpasst und nur in beschränktem Maße der Ueberschüttung mit aufgewühltem und verschwemmtem Schlamm ausgesetzt

¹⁾ Nach Tornquist's Führer durch das oberitalienische Seengebiet ist durch die Transgression des unteren Lias sogar der Hauptdolomit bis auf geringe Mächtigkeit reducirt; flache Felsenriffbildungen liegen also sehr nahe!

ist, wird bei horizontaler Orientirung der Anwachsung der freie Schalenrand umso höher vom schlammigen Boden entfernt sein, je länger die Schale selbst wird; ein Zwang zur Verlängerung bei schwacher Böschung der Gesamtansatzfläche ist hier bedeutend grösser als beim Anwachsen an steilen oder gar senkrechten riffartigen Anwachsflächen. Auch wirkt hier die selbst bei weiter auseinander liegenden Anwachspunkten doch mögliche allzu dichte Uebereinanderschichtung der Individuen in der Vertikalen noch steigernd auf das Längenwachsthum ein; es sucht jedes Individuum aus dem Ernährungsbereiche und besonders dem Umkreise des Niedersinkens der Abfallstoffe der in höherem Niveau Angewachsenen herauszuwachsen.

Dies wären also äussere Ursachen aus der Lebensweise und dem Standorte, welche eine bedeutende Verlängerung der Schalenbildung unterstützen; es ist nur die Frage, wie das Thier solchen Antrieben zu gehorchen vermag. Schon J. Walther macht auf die Thatsache aufmerksam, dass die auf dem Meeresgrunde festgewachsenen Pflanzen und Thiere kräftige Kalkskelette besitzen. Ich glaube mich nun nicht zu irren, dass man ziemlich allgemein annimmt, das sei lediglich die Folge der sessilen Lebensweise; sicher wird ein wenig oder nicht beweglicher Organismus leichter anorganische Stoffe in einem kräftigen Skelet oder in Schalen absetzen können; es ist aber doch die Frage, ob die Lebensweise und der feste Standort gerade die gehäufte Aufnahme solcher Stoffe ermöglichen und ihre Ansammlung begünstigen¹⁾.

Ich möchte annehmen, dass die erste Ursache dazu im Organismus selbst liegt; wie man ja weiss, dass Absatz von Kalksalzen so häufig degenerirende Gewebe begleitet und dass Kalkskelettheile, Knochen und Zähne zum Beispiel bei Vertebraten ein pathologisches Längen- und Dickenwachsthum besitzen, dass besonders bei Hautknochen und Zähnen diesem selbständigen Plattenwachsthum oft der völlige Verlust auf dem Fusse folgt, ja dem Untergange des Organismus vorausgeht²⁾, so möchte ich Aehnliches für die Kalkschalen von gewissen Bivalven annehmen, besonders bei dem Fall, dass die allgemeinen Organisationsverhältnisse nicht mit der Steigerung der Kalkabsätze sich heben, sondern in einem gewissen gleichermassen degenerativen Charakter eher verhältnismässig im Rückstande bleiben. Aus diesem Missverhältnis entspringt das Bedürfnis bleibender Befestigung der Schale, welche bei gebotener Möglichkeit ihrer Ausführung dem Organismus einen Stillstand des Rückganges, ja einen neuen Generationsantrieb verbürgen kann.

Eine der ersten Folgen geringerer Bewegungsfähigkeit bei grösserer Belastung des Körpers durch die schwerer gewordene Klappe ist die ständige Lagerung auf einer Klappe, welche oft dem Zufalle anheimgegeben ist; hierbei wird die liegende Klappe zum Stützpunkt der Bewegungen der freien oberen Klappe; hierdurch scheint mir eine Steigerung der Kalkausscheidung in der liegenden Klappe verursacht zu sein. Bei dem Oeffnen der Klappen wirkt das elastische Ligament, das als ein integrierender Theil der Schalenbildung und Conchylinverkalkung leicht deren Veränderungen entsprechend sich erweitern kann; beim Schalenschluss wirkt aber die Musculatur, welche umso leichter wirken kann, je weniger Last in der Oberschale zu bewegen ist. Die Bewegungen der Adductoren geschehen aber nach der Unterschale zu. Wenn man erwägt, wie die Mantelmusculatur nach dem werdenden Periostracum hin wirkt (vergl. Jahresh. f. vaterl. Naturk. in Württemberg 1900, S. 228, nach F. Müller), so kann man folgern, dass schon allein durch energische Reize vom Organismus aus die Schalenbildung in der Unterschale gesteigert wird. Diese Reize werden nun nicht nur von innen (den Hauptattractoren), sondern auch vom Mantelrande unter der Einwirkung der sich an sie herandrängenden Fremdkörper ausgeübt, es werden zuerst vom ventralen Schalenrande solche Fremdkörper umwachsen: das führt, in immer frühere Entwicklungsstadien zurückgehend, endlich zur selbständigen Anheftung der Unterschale an festen Gegenständen des Untergrundes. Eine weitere Folge-Entwicklung von diesem Punkte aus ist der relative Entzug der Skeletbildung in der oberen Schale und ihre allmälige Unterordnung unter die Hauptklappe. Wie schon oben ausgeführt, führt ein Verlust der Möglichkeit der Ortsveränderung die Nothwendigkeit der Anheftung an Stellen lebhafterer äusserer Wasserbewegungen mit sich, welche wiederum die Schalen zwingt, sich in gewisser Höhe über der stets aufgewühlten schlammigen Trübe eines solchen Ortes zu erheben. Wo es möglich ist, heften sich daher die Schalen an senkrechten oder steilen Wänden der Ufer in ganz beliebiger Höhe an oder sie wachsen vom horizontalen Grunde aus senkrecht in die Höhe (Rudisten) oder sie strecken sich auf einem Grunde mit schwacher Böschung rasch in strenger Horizontallage in der Richtung der

¹⁾ In W. Biedermann's Abhandlungen über Bau und Entstehung der Molluskenschalen (Jen. Zeitschr. f. Naturw. 1901, S. 2) finde ich die Bemerkung von einem „Wahlvermögen“ bestimmter lebendiger Zellen, durch welches dieselben befähigt werden, gewisse Stoffe an sich zu reissen, wenn dieselben auch nur in geringster Menge zur Verfügung stehen. Man braucht sich deswegen nicht vorzustellen, dass ungeheure Mengen der Flüssigkeit, welche diese Stoffe gelöst enthalten, sozusagen durch die lebendige Substanz hindurchfiltrirt werden. Ein solches Wahlvermögen kann natürlich gesteigert, die Aufnahmefähigkeit für solche Lösungen in den Zellen erhöht und die Art und die Zeit der anorganischen Ausscheidung geändert werden zu Gunsten eines Massenabsatzes. Wenn eine solche Möglichkeit nahe vorliegt, so wird sie auch zu beobachten sein und für unseren Fall verwertbar angenommen werden. Die wichtigste Unterstützung dieses Vermögens ist aber die freie Beweglichkeit.

²⁾ Vergl. z. B. in Schwalbe's Morphol. Arbeiten, Band 6, S. 192 und 202, und Abhandl. der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft 1897, S. 111 etc.

Einfallslinie der Böschung in die Länge und erreichen so bald mit dem freien Schalenrande eine gewisse Höhe über der Trübungssphäre des Schlammes. Es ist für die meisten Fälle ein rasch von der Anwachsstelle sich abwendendes Wachstum zu einer frei ausgeladenen Lage des Schalen- und Mantelrandes charakteristisch. Die horizontale Richtung des äusseren Schalenrandes mag in ähnlicher Weise beeinflusst sein wie der freie Rand der Korallenstöcke an den Korallenriffen nach Joh. Walther (Allgem. Meereskunde, S. 190): „Dem horizontalen Stoss des Wassers muss der Stock möglichst geringen Widerstand bieten.“

Wir fragen nun, welche Folgen diese durch die Beziehung zur Umgebung auf die inneren Reize hin erfolgende Verlängerung der Schale hat; es ist dies ja keine Vergrösserung des Thieres, sondern nur ein rascheres Vorrücken jüngerer Schalenstadien auf der Grundlage von älteren, welche gewöhnlich eine völlige Einheitsschale bilden, aber nicht nothwendig bilden müssen. Ein rapides Längenwachstum kann nun nicht nur durch rasche und dichte Massenlagerung von Schalenschichten, sondern auch durch undichte Lagerung der jüngeren Theile, durch eine Art örtliche Loslösung der aufeinander folgenden Zuwachsphasen erfolgen; endlich kann die Masse einerseits dicht gelagert sein, andererseits dennoch Aussparungshöhlungen verliegen, deren dichte Ausfüllung mit Skeletsubstanz ausserordentliche Mengen von dieser erfordert: schliesslich kann auch die Intensität der Verkalkung da, wo sie eintrat, verschieden gross, das heisst der Kalkniederschlag verschieden dicht sein.

Bei *Lithiotiden* ist von jedem dieser Punkte etwas vertreten, am meisten vom ersten und dritten, weniger vom zweiten und vierten; der erste und dritte stehen auch in gewissem inneren Zusammenhang und schliessen den zweiten, wenigstens in bedeutenderem Maße, aus.

Völlig dichte Lagerung der Lamellen zeigt *Cochlearites*, doch zeigt das Längenwachstum ausser einer Glättung der Schlossplatte und deren unvollkommener Abstufung vom Wohnraume, das heisst einer Verminderung aller verkürzenden Quererhebungen, nicht nur ein starkes Vorrücken des ventralen Schalenrandes, sondern auch ein ruckweise starkes Vorrücken des dorsalen Schlossrandes. Wie nun bei nicht ausschreitendem Längenwachstum die Schalenzuwachs eine einheitliche Form und inneren Structurzusammenhang bilden, so gilt dies auch für das Ligament, dessen jüngste Schichten nur mit einem gewissen Complex der älteren zusammen die Schichtmasse der gesamten Schalenstadien zu heben vermögen. In Folge des nun bei *Cochlearites* nachzuweisenden scharfen, ruckweisen Vorrückens des dorsalen Schalenrandes und seines Schichtausstreichens, an welches allein sich das Ligament als Schalenmodification anschliesst, könnte immer nur die ventralste Partie des Ligaments zur Wirkung kommen und diese Schicht wäre auch dem Längenwachstum nach sehr dünn. Bei der stetigen Verlängerung des Wohnraumes und der relativen Vergrösserung der Schalenzuwachstheile müsste aber umgekehrt das Ligament immer grössere Leistungen ausüben; statt dessen wird die Einheitlichkeit der Ligamentschichten aufgelöst und es werden die Schichten selbst verringert. Aus diesem grossen Missverhältnis zwischen Bildungsmöglichkeit und nothwendigen Wirkungen erklärt sich mir die rasche völlige Unterdrückung des elastischen Ligaments, da bei dieser Art des Schalenwachsthumes eine Förderung, Steigerung und Adaptirung der Ligamentbildung ausgeschlossen ist¹⁾.

Auch *Lithiotis* zeigt noch im Ganzen dichte Lagerung der Lamellen, wenn sich auch hier an gewissen Stellen ein interlamelläre Lücken lassender Anschluss der Schalenschichten erkennbar macht; diese Unvollkommenheiten der Verkalkung zeigen dagegen in höchstem Maße *Ostrea*, *Spondylus*, *Aetheria*, *Hippurites*. Im grossen Gegensatze hierzu steht die Hohlräumbildung bei *Lithiotis* in den Apicalhöhlen und den strangartigen Ausfüllungsröhren, die von dem Wohnraume als Aussparungsräume ausgehen. Ihnen vergleichbarer sind etwa bei den Rudisten die in der Oberschale und bei fossilen Chamiden in beiden Schalen auftretende lange Röhren zwischen einer Innenwand und der Prismenschicht, welche sich morphologisch als nach dem Rand vervielfältigte Einstülpungen nächst dem freien Schalenrande von der Oberfläche des Wohnraumes her definiren lassen, daher lamellös begrenzt sind; hierin liegt in vielen Fällen eine völlige Gleichheit der Erscheinung des Aufbaues der Röhren mit denen von *Lithiotis* vor. Die Unterschale der Rudisten etc. zeigt aber auch die Form lückenhafter Verkalkung in dem bei Ostreiden und Spondyliden bekannten Auftreten von interlamellären Innenhöhlräumen, welche daselbst mit Flüssigkeit, beziehungsweise mit Gas erfüllt sind; die Erscheinungsart dieser Hohlräume bei Hippuriten ist nur eine Anpassung an die Einzelkorallen-artige Horn- oder Röhrenform²⁾, wie auch die Art der Schalen-Oberflächenbildung und die Lage der Prismen hierzu eine Modification erleidet (vergl. Württembergische Jahreshefte für vaterländische Naturkunde 1901, S. 217, Anm.) Ueber das Maß der Bethheiligung der Mantelausstülpungen an der Röhrenbildung bei *Lithiotis* vergl. S. 23 und 25, Anm.

¹⁾ Die Voraussetzungen zum Verständnis dieser Beweisführung finden sich in Jahreshefte für vaterl. Naturkunde in Württemberg 1901 (Das Ligament der Bivalven) an verschiedensten Stellen.

²⁾ Ich verweise hier auch auf die interessante Parallele zwischen Hippuriten und Tetrakorallen, welche J. Walther in Zeitschr. d. geol. Ges. 1897, 2. S. 229 (Ueber die Lebensweise fossiler Meeresthiere), aufstellt.

11. Die Rückbildung des elastischen Ligaments bei Lithiotiden und sein Ersatz.

Eine gesonderte, zusammenfassende Betrachtung verlangt unsere Stellung in der Ligamentfrage. Wir führten aus, dass das Ligament nur bei *Cochlearites* vorhanden war, und zwar in einer verhältnismässig kurzen, wenn auch wechselnden Zeitdauer der Einzelentwicklung; jene längliche Grube der Unterschale nämlich, welcher eine ganz gleiche in der Oberschale entspricht und welcher sonst alle auf morphologischer und physiologischer Grundlage beruhenden „eindeutigen“ und „nothwendigen“ Kennzeichen des Ligamentfeldes zukommen (vergl. meine mehrfach erwähnten Ausführungen über das Ligament der Bivalven), besteht nur eine kurze Zeit in der Schalenentwicklung bei *Cochlearites* und nach ihrem plötzlichen Verschwinden tritt keine Bildung in der inneren Schalenoberfläche auf, welche als eine neue Ligamentgrube unzweideutig anzusprechen wäre.

Aus der Ansicht, dass die Ligamentbildung in einer Modification der Schalensubstanz bestehe (vergl. S. 34), folgert die bis jetzt durch keine einzige Thatsache widersprochene Regel, dass das Ligament sich so lange bildet, als die Schale wächst: — man sollte sagen: in normaler Weise wächst, denn es mögen Fälle nicht ausgeschlossen sein, wo Störungen des Schalenwachstums auf das so viel geringer ausgedehnte und geringer verkalkende Conchyolinligament so ungünstig einwirkt, dass es ganz zurückbleibt. — Eine weitere Thatsache und auch eine physiologische Folgerung ist diese, dass zwar die letzte Zuwachsschicht des Ligaments wohl auf die letzte Schalenzuwachsschicht berechnet sein kann, bei der Schalenöffnung aber nicht allein diese bewegt, sondern auch die ganze ältere Schalenschichtenmasse, wozu auch die nächstälteren Zuwachscomplexe des Ligaments nöthig sind, soweit sie nicht durch die distale Zerspaltung über den ältesten Theilen der Ligamentflächen unbrauchbar gemacht sind¹⁾.

Es bedarf also der dichtesten und einheitlichst wirkenden Zusammenfassung der proximalen und jüngsten Ligamentschichten; aus ihrem innigen Zusammenhang mit dem Schalenzuwachs folgert die auch thatsächlich engste Zusammendrängung der Ausstreich-Querschnitte der Schalenschichten an deren Zusammenstossen mit den Ligamentschichten, was auch auf die Schalenschichten der gesammten dorsalen Schlossregion von Einfluss ist; besonders gilt dies, wenn das Ligament ein sogenannt „halbinnerliches“ ist (und als solches eine mittlere Lage am Schlossrande einnimmt), für die beiderseits vom Ligamente liegenden Schlosstheile, beziehungsweise das dorsale Ausstreichen der die Schlossplatte bildenden Schalenschichten (einerlei, ob das unelastische Ligament vorhanden ist oder nicht); nahezu symmetrische Ausdehnung der Schlossplattenbreite zu beiden Seiten der Ligamentgrube und dichtgedrängtes Ausstreichen der Schlossrandschichten bei subcentralem Muskel sind hier die Regel.

Die Gleichseitigkeit des Schlosses der Bivalven ist in frühen Schalenstadien fast allgemein eine Begleiterscheinung einer mittleren Lage des Ligaments; diese mittlere Lage entsteht eigentlich durch das oral-anal gleichseitige Anwachsen der bilateralen Kalkklappen an die Innenfläche der sich verbreiternden Seitentheile der unpaaren Conchyolinanlage, an welche auch das Ligament als unpaares Organ im Wachstume sich engstens anschliesst, dabei eine eigene Modification und Fortsetzung dieses unpaaren Schalenwachstums darstellt; so bleibt das elastische Ligament eigentlich der Lage nach immer unter dem Einflusse der ferneren Schalen-gestaltung, welche von physiologischen und biologischen Entfaltungen des Gesamtorganismus abhängig ist, behält jedoch gegenüber dem dadurch sehr wechselnden Verhalten der Schalengestaltung und dem diese Veränderungen stärker abspiegelnden Schlosse eine conservative Eintönigkeit in seiner Form und Grösse. Die physiologischen Beziehungen des Ligaments zu der Anordnung, Form und Grösse der Zahnbildungen gibt aber den wechselnden Gestaltungstendenzen im Schlosse doch wieder eine gewisse Constanz; ihre Wechselbeziehungen sind unverkennbar. Veränderungen des einen Factors bringen Veränderungen des anderen mit sich; jedoch bleibt das Ligament im Wesentlichen mehr der leidende Theil und behauptet im Allgemeinen nur die Möglichkeit seiner Function, die freilich auch ganz in Frage kommen kann.

Dies gilt auch für *Cochlearites*, soweit die Grube, welche wir nach eindeutigen Kennzeichen als Grube des elastischen Ligaments annehmen, noch vorhanden ist, wenn wir zwar bekennen müssen: 1. dass die Breite dieser Grube schon in keinem rechten Verhältnis steht zu den zu hebenden Schalenmassen und 2. dass die Breitezunahme da, wo sie überhaupt bemerkt wird, keine bedeutende und besonders keine continuirliche ist, statt dessen sich häufiger periodische Einschnürungen zeigen, als wie von theilweisen, ja gänzlichen Loslösungen jüngerer und jüngster (vergl. Taf. IV, Fig. 1 und 2) Zuwachscomplexe von älteren, welche ebenso zweifellos auch eine einheitliche Wirksamkeit grösserer Ligamentmassen verhindern, als sie ein periodisches

¹⁾ Man kann sagen, dass die Breitezunahme des Ligaments abhängig ist 1. von der allgemeinen und regelmässigen Gewichtszunahme der Schale in den bei normalem Wuchse ziemlich gleichmässigen Schalenzuwachsperioden und 2. von dem Maße der durch die besonderen Schalen- und Schlossgestaltungen abhängigen Zerspaltung der älteren distalen Partien des Ligaments, welches für bestimmte Arten auch ein ziemlich regelmässiges zu sein scheint, da es auf der bedingt zunehmenden Divergenz der gesammten, so auch der älteren Theile des Ligamentbodens beruht (vergl. auch: Das Lig. der Bivalven l. c. 1902, S. 254).

Nachlassen der Ligamentbildung nach Pausen in stärkeren Zuwachsperioden der Gesamtschale verrathen, 3. dass die Ligamentgrube sich bei mehreren guten Exemplaren am ventralen Ende völlig zuspitzt oder verschmälert, was für normales Ligamentwachsthum höchst aussergewöhnlich ist und als ein Abschluss der Ligamentbildung überhaupt erscheint¹⁾.

Nach dem Verschwinden der Ligamentgrube tritt nun ziemlich plötzlich erstens die symmetrische Ausbildung des Schlossrandes zunächst der Grube völlig zurück; anstatt zweier apical gerichteter flacher Convexitäten zu beiden Seiten einer die Ligamentlage bezeichnenden Mittellinie hat man meist nur eine spitze, einseitig gelegene, welche dem stärkeren Seitenwulst zurückt, deren kürzerer Schenkel hier liegt, während der längere weit nach unten (ventral) zurückweicht; zweitens rücken die aufeinander folgenden Schlossränder weit auseinander und lassen breite Bänder der älteren Auflagerungsfläche unbedeckt; da das Ligament sich nur an das Schichtausstreichen anschliesst, so würden zwischen den aufeinander folgenden Ligament-Zuwachstheilen grosse Lücken eintreten und eine Function wird bald unmöglich werden, da nur die proximale Schicht allein wirken könnte; drittens zeigt sich entsprechend dem ersten Punkt das dorsale Schichtausstreichen nicht ganzlinig, sondern je nach den Erhöhungen oder Vertiefungen vor- und zurückspringend oder umgekehrt auf der Gegenklappe, wobei man erkennt, dass bei diesem Wachsthum nur das ganz Nothwendige in der Ausdehnung des Schichtauslaufens an dem Dorsalrande, soweit nämlich die Erstreckung der zahnartigen Erhöhungen in Betracht kommt, berücksichtigt wird (vergl. auch S. 30).

Aus alledem lässt sich folgende Ansicht von der Ursache und dem Vorgang des Verschwindens des Ligaments aufstellen. Die Lithiotiden neigen in der Skeletbildung zu starken Kalkausscheidungen mit grobfaserigen Kalkelementen; es werden dadurch alle jene Eigenschaften sessiler Bivalven, welche mit der davon schon beeinflussten Anwachsung zusammenhängen, hier ausserordentlich gesteigert, vorzüglich wird ein besonderes Längenwachsthum hervorgerufen. Durch dieses wird in der Schale selbst ein starker Kalkentzug an den jenem entgegengesetzten Polen des Wachsthums verursacht; es zeigt sich erstens schon in den jüngeren Stadien ein bemerkbar grösseres Voneinanderliegen der dorsalen Schalenränder, welche auch die Anlagerung der Ligamentschichten weniger dicht macht und durch sehr rasche Steigerung der äusseren Ligamentfelder-Divergenz die distale Zersprengung sehr früh eintreten lässt; andererseits bedarf das Ligament der Verkalkungsfasern zu seiner entschiedenen Wirkung; durch den Kalkentzug am dorsalen Schlossrande wird aber das elastische Ligament gehindert, in dem Maße sich in der Breite auszudehnen, als es an Schichtenzusammenhang in der Längsachse verliert, ein Umstand, der auch schon bei *Spondylus* wirksam zu sein scheint. Ein Ausdruck dieser geringen Tendenz zum Breitenwachsthum sind die häufig zu beobachtenden seitlichen Einschnürungen der Ligamentgrube bei *Cochlearites*. Dies kann nun so lange dauern, als die zu bewegende Klappe noch nicht zu schwer ist, das heisst schon ihr Gewicht nicht über die Elasticitätsgrenze des Ligaments hinaus wirkt und so die Schalen zusammendrückt; von diesem Momente an mag nun naturgemäss zuerst eine störende Stockung im Gesamtwachsthum eintreten, auf welche eine Reaction in einem noch schnelleren Längenwachsthum folgt, wodurch zugleich die nothwendige Klaffweite der Klappen wieder erreicht wird. Durch das so verstärkte Auseinanderrücken der dorsalen Schalenränder würde aber die Ligamentwirkung in ganz dünnen und vereinzelt Zuwachsschichten noch mehr verringert und das elastische Ligament schliesslich als völlig nebensächlich rasch rückgebildet.

Bei den Pholadiden, bei denen ebenfalls das Ligament fehlt, haben wir nun einen gewissen Ersatz für seine Wirkung darin, dass der vordere Muskel zwischen die Wirbel rückt, dort beiderseits eine merkwürdige Auflagerungsplatte erzeugt und hier durch Attraction die Wirbel einander nähert, das heisst die vorderen bis ventralen Schalenränder voneinander entfernt. Von etwas Derartigem kann bei *Cochlearites* und *Lithiotis* nicht die Rede sein, ein zweiter vorderer Muskel existirt sicher nicht, kann also auch nicht in Antagonismus zu dem subcentral liegenden hinteren Muskel treten.

Es bleibt nun nach Ausscheiden der Attractoren als bewegendes Moment nur noch der Fuss übrig und es liegt hier die Möglichkeit vor, dass derselbe sowohl durch sein Schwellvermögen als auch durch seine Bewegungsfähigkeit zu der Oeffnung der Klappen beitragen kann (vergl. z. B.: Ueber das Ligament der Bivalven l. c. S. 247).

Wir haben nun schon oben bemerkt, dass das Ligament von *Spondylus* die deutlichsten Anzeichen eines gewissen Rückganges hat; den Ostreiden gegenüber erscheint das Ligament gering entfaltet zu sein; vielleicht, dass auch hier zur Oeffnung der gelenkartig verbundenen Klappen schon der Fuss mitwirkte. Bei Ostreiden fehlt der Fuss, bei *Spondylus* ist er aber vorhanden und zeigt sogar eine sonderbare, eigenartige

¹⁾ Die Thatsache wird durch Fig. 1, Taf. I, und Fig. 2, Taf. III, deutlichst dargelegt, wozu man die Fig. 1, Taf. II der G. Boehm'schen Studie vergleichen möge (seine Bemerkung, dass bei einem nichtabgebildeten Berliner Exemplar die Ligamentgrube zu einem feinen Riss reducirt sei, lässt vermuthen, dass dieser „feine Riss“ vielleicht der Apicalfurche entspricht); die Exemplare bei L. v. Tausch sind sämmtlich etwas jünger, zeigen also die starke Verschmälerng noch nicht.

Gestaltung des distalen Endes. Nach Fischer's Beschreibung ist der Fuss kurz, breit und scheibenförmig, contractil, wie eine Actinie aussehend; aus einer Vertiefung seines äusseren Endes tritt eine sphärische, gestielte Erhebung hervor, welche von mehreren Häuten gebildet wird und eine Flüssigkeit enthält. Ueber seiner Function wird vermuthet, dass er den Wasserstrom zum Munde und den Kiemen leite: dies kommt mir nicht wahrscheinlich vor und halte ich seine abnorme Gestaltung als zur Unterstützung des Ligaments entstanden. Eine solche Function ist auch offenbar nicht vereinzelt auf die Gattung *Spondylus* beschränkt, sondern sie hat als Rückbildungsverwendung eines von seinem ursprünglichsten Zweck der Fortbewegung abgekommenen Organs bei dieser durchgängig sessilen Bivalven-Familie einen einheitlichen Zweck erhalten; ich glaube daher, dass der Fuss auch wohl bei den Lithiotiden noch vorhanden und zuerst als Beihilfe zur Schalenöffnung, endlich als Schalenöffner wirksam war. (Vergl. Nachtrag S. 44.)

12. Beziehung zwischen Ligament und Zahnbildung bei Lithiotiden.

Der Verfasser hat im Jahreshefte des Vereines für vaterländische Naturkunde in Württemberg, Jahrg. 1902, S. 245—253, darzulegen versucht, dass die Zähne des Schlosses der Bivalven hauptsächlich zur „Führung“ bei der Zusammenfügung der Klappen ausgestaltet seien und dieses besonders mit Hinsicht darauf, dass das Ligament nicht durch zu enge Zusammenbiegung über seine Elasticitätsgrenze hinaus in ganzer Länge zum Bersten komme, wie dies ja an und für sich schon für seine distalen Theile gelte. Es wurde dabei hauptsächlich auf die immerhin verschiedenen Bewegungsmöglichkeiten auf der Vorder- und Hinterseite der Schale Bezug genommen, besonders auch auf die Nebenwirkungen der Bewegungen des Fusses auf die geöffnete Klappe beim Ortswechsel. — Was das Ligament betrifft, so konnte auf die Pholadiden verwiesen werden, welche kein Ligament und auch kein Schloss haben; andererseits konnte geltend gemacht werden, dass bei Monomyariern mit einzigem subcentral stehenden Schalenattractor, daher auch eindeutigen Bewegungen der Klappen zueinander, geringer Beweglichkeit des Fusses oder beim Vorhandensein einer für seine Bewegungen bei geschlossenen Klappen geltenden Oeffnung entweder das Schloss verhältnismässig schwach entwickelt sei oder ganz fehle. Bei festgewachsenen lebenden Ostreiden fehlt Fuss und Schloss¹⁾. Bei den ebenso festgewachsenen Spondyliden im engsten Sinne ist dagegen das Extrem der Schalenzusammenfügung vorhanden: diese Thatsache ist solange räthselhaft, als man nicht das Vorhandensein des Fusses bei Spondyliden in Betracht zieht. Bei der oben dargestellten Möglichkeit, dass hier der Fuss zur Unterstützung des Ligaments auf die Deckelschale wirkt (und zwar für den Fall natürlich etwas einseitig), ist die Schlossbildung viel verständlicher; man könnte sogar die Ansicht hegen, dass das Eigenartige in der Schlossbildung eine beschränkte Klaffweite gegen ein Zuviel der Wirkung des Fusses verbürge.

Die Lithiotiden könnten nun als Belege dafür angeführt werden, dass Schlossvorrichtungen auch bei fehlendem Ligamente noch vorhanden sein können, die Beziehungen zwischen Ligament und Schloss also nicht so innige sein müssen, wie oben dargestellt wurde. Es ist aber weder einerseits behauptet worden, dass die erste Entstehung der Zähne schon allein unter dem Hinweise auf das Ligament zu verstehen sei, noch ist andererseits anzunehmen, dass bei einem plötzlichen Abbrechen des Ligaments auch sogleich alle Schlossvorrichtungen verschwinden müssen. Wie l. c. S. 290 vermuthet wurde, entstehen die Zähne als Oberflächenfaltungen wohl in Folge der raumvermindernden Concentration längs der commissuralen Schalenrand-Auflagerung (welche auch die Zahnbildungen zu verstärken vermag); hierin ist schon ein gewisser Wucherungscharakter ausgedrückt, der sich auch noch nach dem Verschwinden des Ligaments äussern kann.

Es vereinfacht sich aber das Schloss bei *Cochlearites* nach Abschluss der Ligamentbildung (S. 35); die eine überbleibende Zahnleiste wird aber hierdurch besonders auf der eingekrümmten Seite sehr verstärkt; die Seitenwulstbildung geschieht aber immer noch unter dem Einflusse der schon im normalen Schalenstadium festgesetzten Anlagen. Bei *Lithiotis* haben wir aber eine Wucherungsbildung in der Leistendeckplatte, welche einerseits die früheren zahnartigen Erhebungen des Schlosses auebnet, andererseits diese Platte aber in ein Niveau bringt, wo offenbar, wie bei *Spondylus* nach F. Bernard, die Embryonalschale mit der primitiven Kerbung gestaltend auf diese Schlossplatte einwirken kann, deren Kerben einerseits in Leisten ventral fortgesetzt, andererseits die als Flächenfalten entstehenden neuen Sculpturen in der commissuralen Region (vergl. *Spondylus*) auch seitlich von der Ausdehnung des embryonalen Schlossrandes in gleichartigen Leistenerhebungen uniformierend weiter gebildet werden.

Es können also auch die Veränderungen im Schlossbau der Lithiotiden (Vereinfachungen und daraufhin unveränderte, beziehungsweise entwicklungsarme Fortführung embryonaler Schlossgestaltungen) wohl darauf bezogen werden, dass in der Schlossgestaltung die wichtige Wechselbeziehung zum Ligament fehlt.

¹⁾ Aehnlich bei Aetheriiden, wobei zu bedenken ist, dass bei festgewachsenen Gattungen nur die Deckelschale bewegt zu werden braucht.

Andererseits zeigt dieselbe grosse Familie der Spondyliden auch Gattungen mit völlig fehlendem Schloss, wo also jene Verhältnisse vorliegen, welche oben im Allgemeinen über die geringe Nothwendigkeit der Zahnbildungen bei eindeutigen Klappenbewegungen angewachsener einmuskeliger Muscheln dargestellt wurden. Die Gattung *Terquemia* wurde zwar von v. Zittel, wie *Lithiotis* von v. Gümbel etc., zu den Austern gestellt, Philippi hat aber die von Deslongchamps angeführten Gründe von Neuem bestätigt¹⁾ und mit anderen Gattungen ihre Zutheilung zu den Spondyliden sichergestellt.

13. Nachtrag zu Capitel 11 (S. 42 und 43).

Zu den möglichen Beziehungen zwischen Ligament und Fuss bei Spondyliden und Lithiotiden ist noch Folgendes nachzutragen. Wir erwähnten, dass der Fuss bei ersteren noch nach Anheftung der Schale fortexistire, nachdem er in der Jugend vorübergehend zur Anheftung des Byssus diene; seine Function ist nicht völlig aufgeklärt. Die lebenden Ostreiden haben keinen Fuss; interessant aber ist, dass die mit dem eingedrehten Wirbel anwachsende Untergattung *Exogyra* bei einzelnen Arten, z. B. bei *Ex. aquila*, im hinteren oberen Wirbelraum, hinten über dem Schalenattractor eine ziemlich tief eingesenkte Narbe hat, welche sich durch die Schalenschichten in einer zusammenhängenden „Muskelbahn“ verfolgen lässt und ebenso in der flachen Oberschale vorhanden ist. Diese zweifellose Muskelnarbe, wie solche völlig gleich auch bei fossilen Perniden deutlich sind, kann wohl nur dem Elevator pedis (vergl. Lang-Hescheler, Vergleichende Anatomie der wirbellosen Thiere III, 1, S. 193) zugeschrieben werden. Bedenkt man nun, dass, abgesehen von der an Spondyliden erinnernden Vereinfachung des Ligamentfeldes, dieses im Verhältnis zur Grösse der Schale sehr gering ist, so dürfte auch hierin eine Analogie mit Spondyliden vorliegen; sollte daher hier nicht auch das Auftreten eines das Vorquellen des etwa durch Schwellung sich ausdehnenden Fusses zurückziehenden und vermindern Muskels nicht als eine Unterstützung der nicht ausreichenden Ligamentfunction betrachtet werden? Man kann sogar weiter gehen und mit dem etwaigen Vorhandensein eines solchen Muskels bei Lithiotiden auch die merkwürdige Muskelleiste mit ihren eigenartigen Ausbuchtungen und die dorsoanale Schwelle (*Lithiotis*) in Beziehung setzen (vergl. Taf. I, Fig. 2, Taf. IV, Fig. 3 und 4 und Taf. V, Fig. 1 mit der betreffenden Tafelerklärung).

¹⁾ Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellschaft, Jahrg. 1893, S. 619.

Tafel I.

Dr. Otto M. Reis: Ueber Lithiotiden.

Tafel I.

Sämmtliche Figuren gehören zur Gattung *Cochlearites*.*)

Fig. 1. Unterschale von *Cochl.* Erster Typus mit nur theilweise erhaltener Wohnkammer. Man erkennt in Mitte des oberen Schalenteiles die längliche, unten stark verschmälerte Ligamentgrube, welche unmittelbar oberhalb einer nicht sehr prägnant erhaltenen queren Furchenleisten-Schlossverbindung endet; mit dieser Leiste sind auch kürzere Längsgruben und -Leisten verbunden, welche ebenso dem Schalenschlusse dienen und deren Gestaltung man in Fig. 3 deutlicher sieht. Während die Seitenwülste im Bereich der inneren Ausdehnung des Ligaments längliche Gruben zeigen, deren Bedeutung als „summarische“ Gruben aus späteren Figuren ersichtlich ist, zeigen sie unterhalb der queren Verbindungsfurche schwach nach aussen divergirende, ziemlich regelmässige Leisten, die an der seitlichen äusseren Grenze des Wulstes deutlich auslaufen; der Beginn der Wohnkammer ist gut erkennbar, hier allein ist ein freier Raum zwischen den beiden Schalen, der auch reichlicher durch Gesteinsmasse ausgefüllt war: fast verschwindender Zwischenraum zwischen beiden Klappen (vergl. noch Fig. 2) ist aber von hier an (dorsal) aufwärts nach der queren Leiste zu; es ist ein glattes Auflagerungsfeld. Ventral davon fand auch, besonders an der Oberschale, eine Eindrückung in einem Hohlraum statt.

Fig. 2. Oberschale zu Fig. 1. Ausser der auch hier deutlichen, aber etwas seichteren Ligamentgrube und der Wohnkammer sind alle Bildungen innerhalb der beiderseits gelegenen Fiederfelder reciprok, das heisst wo eine Erhebung auf der einen Seite ist, da ist auf der anderen eine Vertiefung; dies gilt auch für die grösseren glatten Flächen; es ermöglicht das eine höchst innige, auf breiteste Flächen vertheilte Zusammenfügung der beiden Klappen, welche für die dorsal von der queren Furchen-Leistenverbindung befindliche Fläche freilich nicht mehr in Wirksamkeit sein konnte, da von hier aus nach oben die Klappen mehr und mehr divergiren. Auffällig sind hier die Ausbuchtungen auf dem Vorderabfall der Muskelleiste (vergl. Taf. IV, Fig. 4 und Taf. V, Fig. 2); Fussmuskelgruben vergl. S. 44?

Fig. 3. Fragment mit Ergänzung der seitlichen Fiederfelder zur Orientirung über den Umriss. Man sieht hier die quere, durch starke Längszahnzacken modificirte Schalenverbindungs-Vorrichtung; das Fragment gehört einer Oberschale mit gewölbtem Mittelfeld an; die Längsleisten sind summarische und secundäre; es ist von ihnen natürlich nur der ventral von der untersten Zuwachs-Schichtfuge liegende Theil in Wirksamkeit.

Fig. 4. Fragment eines Schlossfeldes ohne die eigentliche Ligamentregion, ohne das Auflagerungsfeld und ohne Wohnkammerabschnitt; Unterschale mit eingetieftem Mittelfeld, mit nicht scharf davon getrennten Seitenwülsten, deren Verlauf durch unregelmässige Längsgruben und -Leisten bezeichnet ist; diese sind auch hier secundäre, d. h. nur der innere untere Theil ist in Wirksamkeit und früher wirksame Furchen und Leisten sind zu summarischen, morphologisch einheitlichen Gruben und Erhöhungen hintereinander gereiht. Im Innern des Mittelfeldes sind links nach einer mittleren Furche convergirende Streifen deutlich. Diese Mittelfurche (Apicalfurche) biegt nach oben zu mehr und mehr seitlich ein (vergl. Taf. III, Fig. 7 und 8).

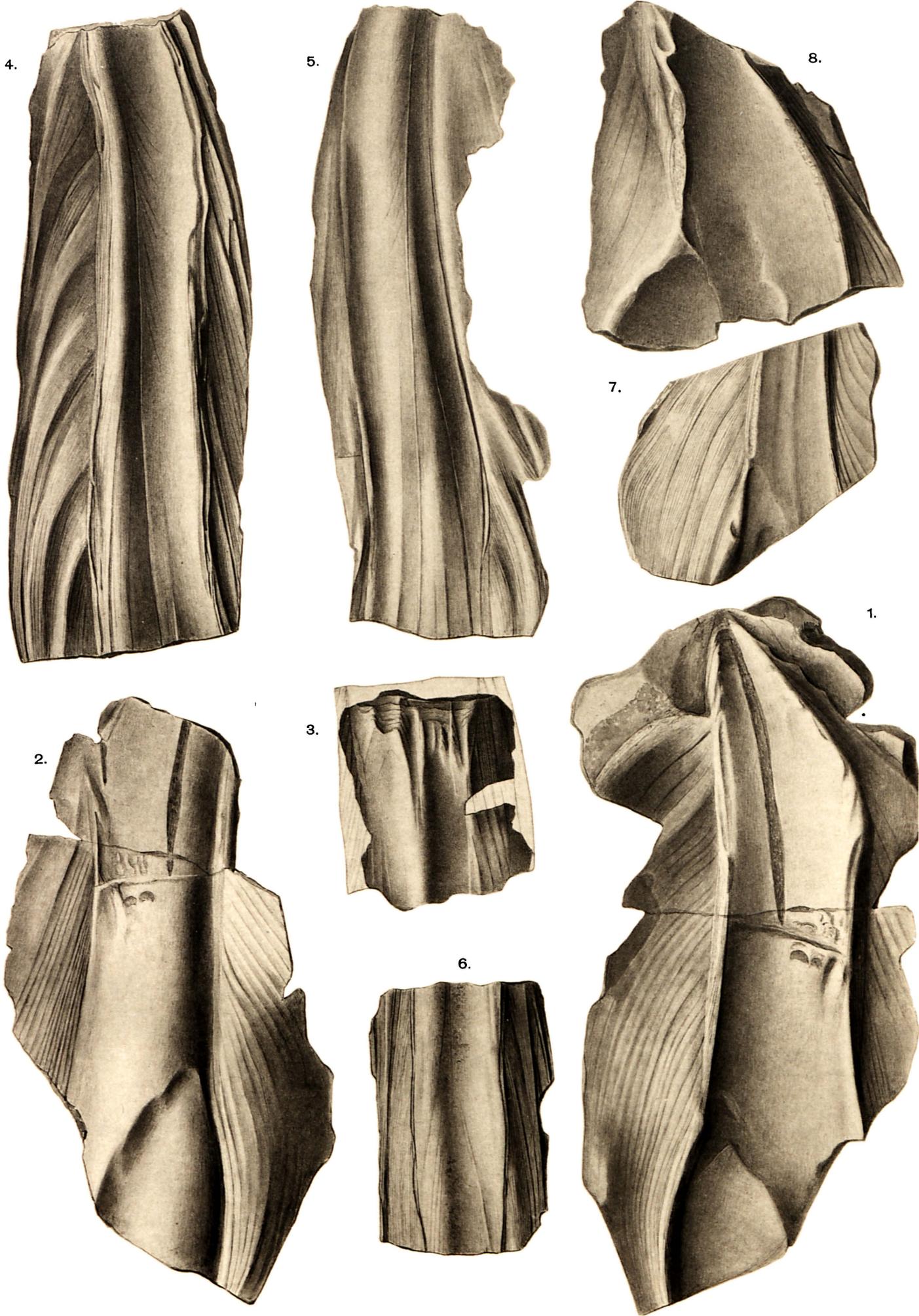
Fig. 5. Dünne Oberschale zu Fig. 4. Im hier gewölbten Mittelfeld sind alle Sculpturen, welche auf der Unterschale als Erhöhungen oder Vertiefungen auftreten, umgekehrt Vertiefungen oder Erhöhungen, welche sich gegenseitig engstens decken; besonders gilt dies auch von der mittleren Apicalleiste, welche auch an anderen Exemplaren deutlich ist. An den summarischen Gruben oder Erhebungen deckt sich natürlich nur der jüngste (innerste und unterste) Abschnitt, durch dessen Schichtauflagerung die älteren Abschnitte voneinander abgehoben werden.

Fig. 6 vergl. Fig. 4. Die seitlichen Gruben und Leisten sind bei ausserordentlicher Streckung der Schale weniger stark quer gereiht und lösen sich in eine Reihe fast hintereinander liegender Leisten und Furchen auf, deren obere und untere Enden nur kurze Strecken nebeneinander herlaufen; sie sind indessen so gereiht, dass die jüngere weiter nach unten reichende sich von innen her an die nächstältere anlegt (vergl. besonders noch Taf. IV, Fig. 9 und Taf. V, Fig. 7); das flache Fragment gehört wie Fig. 4 völlig dem „Zwischenfeld“ an.

Fig. 7. Fragment des Mittelfeldes einer Unterschale mit beginnender Wohnkammer und dem ventralen Ausläufer der Seitenwülste und schwachen mittleren Längswülsten. Die Schale ist nach hinten eingekrümmt; auf dieser Seite liegt der stärkere Seitenwulst.

Fig. 8. Fragment des Mittelfeldes einer normal nach vorn eingekrümmtten Unterschale mit beginnender Wohnkammer; der vordere (stärkere) Seitenwulst zeigt ganz erhebliche nach dem inneren Mittelfelde zugerichtete Zahnzacken. (Paläontologisches Institut München)

*) Für alle Figuren der Tafel I—VI (ausgenommen Taf. VI, Fig. 6, 7, 12 und 16) gilt, dass sie in natürlicher Grösse gezeichnet und durch die photographische Reproduction um etwa $\frac{1}{3}$ verkleinert sind; in Tafel VII zeigen Fig. 1, 2, 3 und 6 natürliche Grösse, die übrigen Figuren sind in verschiedenem Maße (vergl. Tafelerklärung) vergrössert. Die Vorderseite der Unterschale ist (ausgenommen der Querschnitte von *Lithotis* in Taf. VII, Fig. 8) stets nach der linken Tafelseite, die Dorsalseite nach der Wirbelspitze zu (ausgenommen Taf. VII, Fig. 7—10) nach oben orientirt.



Tuschzeichnung von Keller, München.

Lichtdruck von Max Jaffé, Wien.

Tafel II.

Dr. Otto M. Reiss: Ueber Lithiotiden.

Sämmtliche Figuren gehören zur Gattung *Cochlearites*.

Fig. 1. Zweiter Typus. Fragment des Mittelfeldes einer Unterschale; in oberer Hälfte, im „Zwischenfeld“, die Summe der ausser Wirkung gesetzten Schlossränderleisten mit starker, auf der normal nach vorn eingekrümmten Seite liegender Convexität, auf welcher Seite auch der stärkere Seitenwulst liegt; in dem Scheitel der Umbiegung der Schlossränder, die ziemlich regelmässig in breiten Absätzen vorrücken, zeigt sich oben eine schwache Apicalfurche (vergl. Taf. I, Fig. 4 u. 5). Sonst sind hier durchaus keine Längserhebungen im Mittelfelde und anschliessend an die queren Schlossleisten (vergl. Taf. I, Fig. 1 und 3). Die Seitenwülste zeigen als Quersculptur summarische Wülste und Gruben, deren proximaler Leisten- und Furchenzuwachs in Wirksamkeit ist; die Leistenbegrenzungen springen zurück, die der Furchen springen nach innen unten vor. Soweit ventralwärts solche der Verzahnung der Wülste dienende Erhebungen und Vertiefungen auf der hinteren Seite liegen, soweit reichen sie auch vorn, liegen aber hier auf der Innenseite des Wulstes nach dem glatten Auflagerungsraume des Mittelfeldes zu.

Fig. 2. Deckelschale von Fig. 1, zu ihr passend, mit völliger Deckung und Raumabschluss nach allen Flächen-erhebungen und Vertiefungen, besonders des unteren proximalen Theiles der beiden Klappenfragmente; überall, wo bei Fig. 1 Vertiefungen sind, da befinden sich, soweit der Schalenzustand es beobachten lässt, bei Fig. 2 entsprechende Erhebungen zur völligen gegenüberstehenden Ineinanderfügung der Klappen.

Diese obere Klappe ist, wie stets, etwas weniger dick als die untere. Die Streifen der vorrückenden Schlossränder sind versehentlich in Fig. 2 etwas zu dicht gedrängt gezeichnet, dagegen in Fig. 1 richtig.

Fig. 3. Unterschale mit einseitig erhaltenem Wohnraum: zweiter Typus mit am oberen Ende des Mittelfeldes noch hereinragender Ligamentgrube; der vordere Seitenwulst stärker, mit wohlerhaltenen Längsleisten und ihrer deutlichen unteren Endigung gegen die Umgrenzung der Wohnkammer, deren ungedeckte Schichtsäume beim Weiterwachsen das „Fiederfeld“ bilden. Der dorsale Schlossrand (eine schwachkantige Leiste, etwas nach der vorderen starken Seitenwulst dorsalwärts aufsteigend) liegt schon eine bedeutende Strecke unterhalb des Endes der Ligamentgrube; zunächst des vorderen Wulstes erkennt man auf der Auflagerungsfläche des Mittelfeldes, soweit der Wulst reicht, schwache Längsfurchen; von diesem Felde ragt ein gerundeter Längswulst in die Wohnkammer, der, wie wir in Taf. III, Fig. 10 und 11, und Taf. VI, Fig. 4, sehen können, hinter dem Muskeleindrucke gelegen ist (vergl. auch Fig. 4). Die Deckelschale ist nur in einem Fragmente erhalten.

Fig. 4 und 5. Unterschale und Deckelschale eines sich engstens an Fig. 1 und 2 anschliessenden Exemplars; auch an diesem Exemplare ist besonders deutlich, wie die alten Schlossränder des Mittelfeldes der Unterschale erhöhte Leisten bilden, welche auf der Deckelschale in Furchen sich einfügen. Während die Wohnkammer und der verlassene Theil des Mittelfeldes (Zwischenfeld) ursprünglich von dem Ventral- und Dorsalrande der Schale sich mit Gesteinsmasse ausgefüllt haben, ist die unmittelbare Auflagerungszone ohne Thonzwischenmasse ventral vom jüngsten Schlossrande durch Rauigkeiten gekennzeichnet; hier haben sich, wie sehr häufig, an den fast unmittelbar sich berührenden Kalkschalenflächen Auflösungsuturen gebildet, die, wo mehr Thon eingeschaltet war, nicht zum Vorschein kamen (vergl. Fig. 6). In den Wohnraum ragt aus der Mittelfläche eine Leiste herein, hinter der sich eine Längsgrube bemerkbar macht; dieser entspricht auf der Deckelschale ein Wulst, ein Beweis, dass sich auch hier hinter der Muskelleiste die Deckelschale engstens an die Unterschale einfügend anpasst (vergl. Fig. 6 und Taf. IV, Fig. 11). Der Vorderrand der Muskelleiste ist steil und frei, die Schale über dem Wohnraum ist eingedrückt.

Fig. 6. Unterschale eines nach hinten eingekrümmten Exemplars mit weiterhaltenem Wohnraum; das Exemplar ist absichtlich nicht von dem anhaftenden Gesteinsmaterial, das sich zwischen die beiden erhaltenen Klappen drängte und die offenen Zwischenräume erfüllte, befreit. Verschwindende Menge von eingedrungener feiner Thonsubstanz zeigt eine gewisse, dorsal scharf begrenzte mittlere Querzone des Mittelfeldes, in welche die Ligamentgrube noch hineinreicht; in diesem Stadium ist also das Ligament noch nicht nach den verlassenen Theil des Mittelfeldes ausgeschaltet, das heisst vom Auflagerungsfeld durch ein Zwischenfeld getrennt (I. Typus).

Der Wohnraum ist stark mit Gesteinsmasse ausgefüllt, die „Muskel“-Leiste der Oberschale ist hier als starker Längsabruck bemerkbar; im Querbruch der Unterschale ist eine gleiche Erhöhung von unten herauf zu erkennen. Der der Erstreckung der Seitenwülste entsprechende Schlossauflagerungstheil des Mittelfeldes unterhalb des hellen Querbandes zeigt ganz schwache Längsleisten; er ist etwas mehr von eingeschwemmter Mergelsubstanz bedeckt, ein Beweis, dass die Schale bei Wirksamkeit des Ligaments nach dem Tode des Thieres klappte, so dass nur der dem Ligamente zunächst liegende Theil am wenigsten eröffnet war (das erwähnte helle Querband).

Man sieht, wie der vordere Seitenwulst, der wie der Wohnkammerrand als Auflagerungstheil keine Gesteinszwischenmasse hat, scharf von der Umgrenzung der Wohnkammer sich abhebt; die gezeichneten Fiederstreifen sind nur die Abdrücke der Oberschale, wie auch das Ligament der abgehobene Ausguss der Grube der Oberschale darstellt.

Dies Exemplar würde also ohne Umschweife beweisen, dass wenn irgendwo das Ligament gelegen hat, es nur dorsal von dem tiefsten fein leistenartigen Querstreifen oberhalb der sogenannten Auflagerungsfläche gelegen haben kann, also mit den Seitenwülsten nichts zu schaffen hat und nur in der von uns mit L. v. Tausch so gedeuteten Ligamentgrube gelegen war.

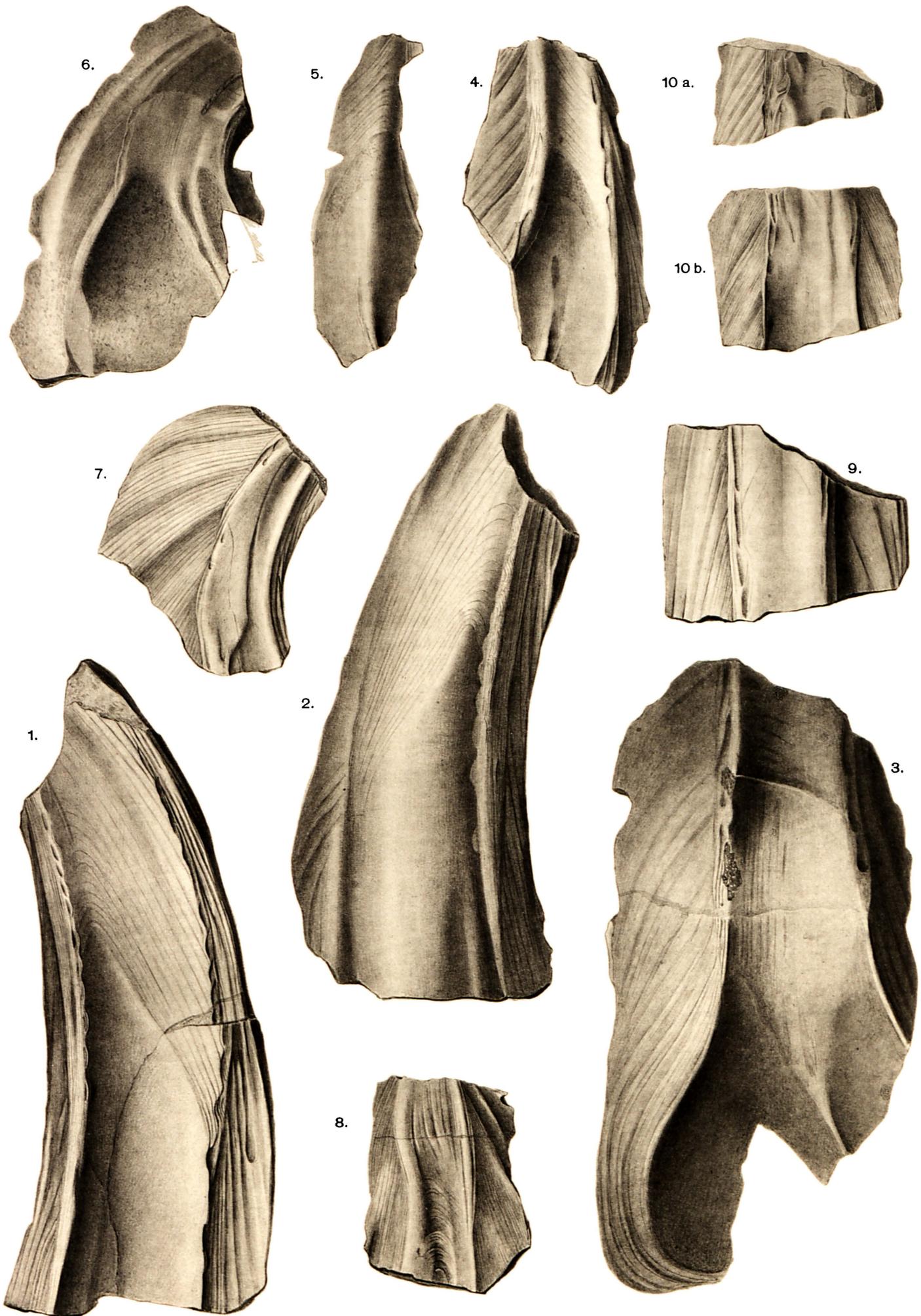
Die Deckelschale ist nicht abgebildet; sie hat sich glatt von der gezeichneten Unterschale mit ihrer Ausfüllungsmasse abgelöst. An der Hinterseite von Fig. 6 ist die Fortsetzung des Seitenwulstes und Fiederfeldes unter der Gesteinsmasse durch Querbrüche festgestellt und in Linienskizze angedeutet.

Fig. 7. Unterschale eines scharf nach hinten eingekrümmten Exemplars; die von der auf dieser Seite liegenden Apicalconvexität auslaufende Furche drängt sich nichtsdestoweniger auf die Vorderseite, als ob die Schale ursprünglich stark nach vorn eingekrümmt gewesen sei. Solche Wechsel in der Einkrümmung sind zum Beispiel in Tafel I, Fig. 4, deutlich und bewirken, dass abwechselnd der vordere oder hintere Seitenwulst sich verstärkt; auch hier zeigt sich eine Ablenkung der Apicalfurche nach der hinteren Einkrümmung zu.

Fig. 8. Fragment einer Unterschale; zeigt einerseits oben eine ausnahmsweise starke Entfaltung der Längsleisten des Mittelfeldes, andererseits unten ein stärkeres Hervortreten des Schichtausstreichens der jüngeren, etwas breiteren Schlossrandsäume; der Wechsel ist mit einer Breitereverringung des Mittelfeldes verbunden; von einer Ligamentgrube ist keine Spur vorhanden, weder dass die von uns sogenannte Ligamentgrube vorhanden wäre, noch dass die vorhandenen Gruben eine auf das Ligament hinweisende Streifung hätten; das Ganze gehört natürlich zum verlassenen Theile des Schlossfeldes (Zwischenfeld); hier zeigt eine neue Längsgrube an dem hinteren Seitenwulste auf der Aussenseite einen verdickten Rand.

Fig. 9. Zwischenfeld-Ausschnitt einer Unterschale mit fast ganz symmetrischem Bau bei sehr gerader Schalenstreckung mit schwach gegen das eigentliche kaum vertiefte Mittelfeld abgesetzten Seitenwülsten; Längsgruben und -Leisten der Seitenwülste bei starker Streckung fast hintereinander gereiht; jedoch bei den jüngeren schwach auf der Innenseite des vorgehenden beginnend; Apicalfurche dorsal angedeutet, desgleichen in ihr als Achse auslaufend, median liegende Apicalconvexitäten des Schichtausstreichens. Die zart diagonal gestreiften Längsgruben haben einen gemeinsamen verdickten Aussenrand.

Fig. 10 a und b. Zusammengehörige Theile eines Mittelfeldes bis zum unteren Ende des vorderen Seitenwulstes; die Unregelmässigkeit der Erhebungen und Vertiefungen des Mittelfeldes und der Seitenwülste sowohl im noch wirksamen Theile (unteres Fragment) als im verlassenen (oberes Fragment) ist nicht so auffällig, weil sie nicht selten ist. Die Gruben zwischen den kleinen Leisten der nach innen gerichteten Knotenerhebungen des vorderen Längswulstes (oberes Stück) halte ich sowohl für solche, die entsprechenden Erhöhungen der Deckelschale entgegenwirken, als auch nur für secundäre, durch das in Weite und Höhe unregelmässige Vorrücken der dorsalseitlichen Grenzleistchen entstandene Zwischenvertiefungen.



Tuschzeichnung von Keller, München.

Lichtdruck von Max Jaffé, Wien.

Tafel III.

Dr. Otto M. Reis: Ueber Lithiotiden.

Tafel III.

Sämmtliche Figuren gehören zur Gattung *Cochlearites*.

Fig. 1 und 2. Fragmente des Wirbeltheiles mit besonders bei Fig. 2 schön erhaltener, ventralwärts sehr verschmälerter (vergl. Taf. I, Fig. 1) Ligamentgrube, deren Fortwachsthum gewisse mit dem Fortrücken des dorsalen Schalenrandes zusammenhängende Einschnürungen erkennen lässt. Es zeigen sich hier unter dem Ende der Ligamentgrube Längserhebungen des Auflagerungsabschnittes, welche natürlich der Zusammenfügung dienen; L. v. Tausch's l. c. Fig. 5, Taf. V zeigt etwas Aehnliches, wie sich unter den regellosen Längserhebungen des Auflagerungsfeldes öfters eine median gelagerte besonders stark hervorhebt.

Fig. 3 und 4. Fragment eines Wirbelschlosstheiles einer rückwärts eingekrümmten Schale; der „verlassene Schlosstheil“ (Zwischenfeld) mit der weit zurück liegenden Ligamentgrube ist unten begrenzt durch ein queres, von einer Kante begrenztes Band, dessen spitze apicale Umbiegung (der Wirbelkrümmung entsprechend) auf der Hinterseite liegt, wo auch die stärkere Kantenerhebung des Seitenwulstes ist. Der ventral von diesem Bande lagernde Theil des Mittelfeldes gehört noch nicht dem Wohnraume an, sondern deckt sich mit der reciprok gestalteten Fläche der Deckelschale (Fig. 4) in jeder Hinsicht vollkommen, während die Oberfläche der verlassenen Abschnitte weiter voneinander klaffen; auch die feinen Längsfurchen des Auflagerungsabschnittes des Mittelfeldes decken sich völlig mit dazu passenden Erhebungen der Oberschale.

Fig. 5. Sehr langes, verlassenes Schlossfeld einer Unterschale, dessen oberste Spitze mit der Ligamentgrube fehlt; Seitenwülste mit Längsgruben schwach entwickelt; die Apicalfurche wechselnd breit, in einer Entfaltung, welche morphologisch zur extremen Form (vergl. Fig. 6, 7 und 8 sowie Taf. I, Fig. 4 und 5 und Taf. II, Fig. 7 und 8) überleitet; ventral von einigen der älteren Schlossränder sieht man unbedeckte Säume mit einer älteren stärkeren Längsstreifung des Mittelfeldes (Auflagerungsfläche); man erkennt das unregelmässige weitflächige Vorrücken der dorsalen Schlossränder.

Fig. 6. Mittelfeld mit local erweiterter Apicalfurche: die vordere Seitenwulst ist schwächer erhöht, seine verbreitete Fläche zeigt etwas unregelmässig von aussen nach innen aneinandergereihte, durch breite Zwischenräume getrennte Leisten; die Zwischenräume sind zum Theil Vorrückungslücken; doch ist kein Zweifel, dass wenigstens die erste, die proximale Grube von aussen begrenzende Längsleiste mit der innersten Leiste gleichzeitig in Wirksamkeit ist.

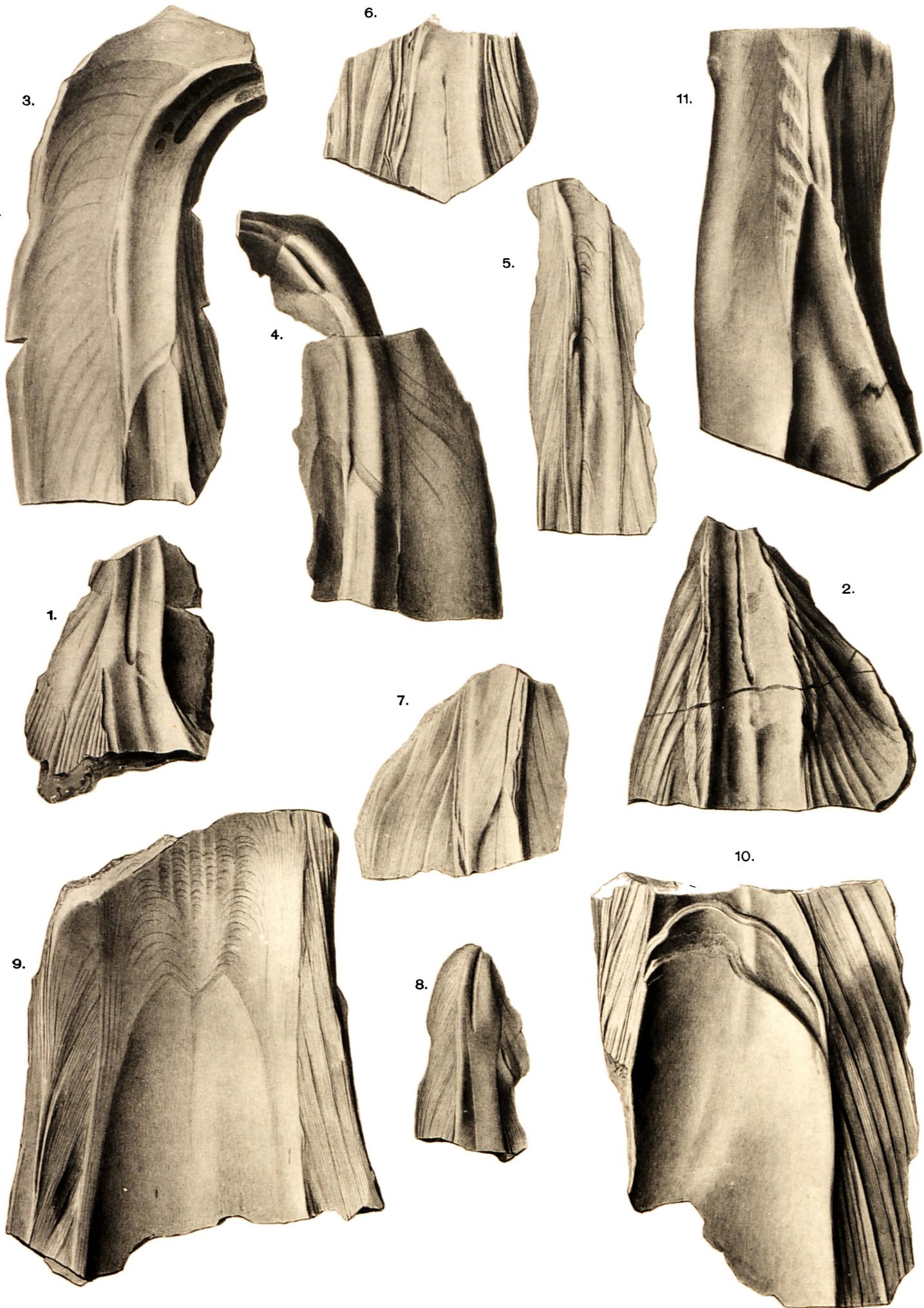
Fig. 7. Mittelfeld einer nach hinten gekrümmten Unterschale mit der sich aus der Apicalconvexität am Unterrande des verlassenen Schlossfeld (Zwischenfeldes) entwickelnden Apicalfurche, welche beide auf der eingekrümmten Hinterseite liegen.

Fig. 8. Oberster Theil eines Mittelfeldes einer aufgewachsenen Unterschale; er zeigt das Ausmünden der Apicalfurche auf das vor der Ligamentgrube liegende Feld der vorderen convexen Schlossrandleisten, welche (wie dies schon Fig. 2 zeigt) den hinter der Ligamentfurche liegenden ähnlich liegenden zarten Erhebungen alter Schlossränder ganz gleichwerthig sind; zur Zeit des Bestandes der Ligamentgrube war also das Schloss viel vollkommener symmetrisch als nach ihrer Rückbildung.

Fig. 9. Theil eines Mittelfeldes von der unteren Grenzregion des verlassenen Schlossfeldes bis etwa zum Beginne der Wohnkammer, die noch nicht angezeigt ist und, nach der eng anliegenden Deckelschale zu schliessen, noch nicht vorliegen kann. In interessanter Weise zeigt sich an der unteren Grenze des verlassenen Schlossfeldes ein Wechsel von zahlreicheren Längsleisten zu blos zwei symmetrisch liegenden Erhebungen und Vertiefungen, denen zwei Convexitäten des eigentlichen dorsalen Schlossrandes entsprechen; zu ersterer Entwicklung vergleiche besonders Taf. I, Fig. 3, wo unschwer zu erkennen ist, dass auch hier eine zweiseitige Vertheilung der Leisten und Furchen angebahnt ist.

Fig. 10. Fragment eines Wohnraumanfanges der Unterschale eines grossen Exemplars aus dem Val paradiso bei Verona; man erkennt, wie am dorsalen Rand des Wohnraumes die neuen Schalenschichten in grossen und zugleich unregelmässigen Abständen beim Weiterwachsthum der Schale ventralwärts vorrücken, während sie auf den Seiten, den Seitenwülsten entsprechend, sich regelmässig und dicht anlagern; die Ränder der Anwachsstufen sind etwas verdickt, die Oberschale fehlt; man sieht, dass hier bei dem starken Dorsoventralwachsthum der Zwang fehlt, dass die neuen Schalenschichten sich engstens an die alten anlegen, um einen gemeinsamen compacten dorsalen Schlossschalenrand zu bilden: dies ist hier nur beim Fehlen des Ligaments möglich und beweist, dass der Schalen-Zusammenschluss von der dorsalen Querlinie des Schlosses auf seine Seitenbegrenzung verlegt ist, wo dann die Regelmässigkeit der Anlagerung gewährt bleibt (vergl. auch das starke Vorrücken des dorsalen Zuwachsrandes in Taf. III, Fig. 5). In den Seitenwulst sind, als einer summarischen Bildung, auch noch stets ältere Stadien Richtung erhaltend eingeschlossen.

Fig. 11. Unterschalenfragment eines sehr massiven Exemplars; das Mittelfeld ist hier fast ganz verschwunden, die Seitenwülste sind engstens zusammengedrückt und schief quer geknotet; es ist wiederholt zu erwähnen, dass natürlich nur die am meisten vorragenden ventralsten und innersten Theile dieser Knoten in Wirksamkeit sein können. (Paläont. Inst. München.)



Tuschzeichnung von Keller, München.

Lichtdruck von Max Jaffé, Wien.

Tafel IV.

Dr. Otto M. Re is: Ueber Lithiotiden.

Tafel IV.

Sämmtliche Figuren gehören zur Gattung *Cochlearites*.

Fig. 1 und 2. Unter- und Oberschale eines normal nach vorn gekrümmten Exemplars des zweiten Typus: die eigentliche Ligamentgrube endet (auf der Oberschale mit einem „losgelösten“ Zuwachs) in einiger Entfernung vom Dorsalrand der hier die beiden Schalen am dichtesten zusammenschliessenden Schloss-Auflagerungsfläche; die Apicalconvexitäten der verdickten Schlossränder liegen auf der Vorderseite; diese Einseitigkeit in deren Wachsthum beginnt deutlich mit dem unteren Abschlusse des Ligaments; das Zwischenfeld ist nicht sehr lang. Der Wohnraum ist in dem Fragmente nicht mehr berührt; die dichteste Auflagerung der beiden Klappen liegt auch hier im Umkreis des Unterendes des verlassenen Theiles des Mittelfeldes, des „Zwischenfeldes“; ein sehr geringer Zwischenraum zwischen den Klappen ist im Auflagerungsfeld mit Thonschlamm gefüllt; Seitenwülste normal; äussere Leistenbegrenzung der seitlichen Furche einheitlich; Original in der Münchener Staatssammlung, Paläontologisches Institut.

Fig. 3 und 4. Unter- und Oberschale eines nach hinten eingekrümmten Exemplars mit zur Hälfte erhaltenem Wohnraum, der randlich durch das Unterende der Seitenwülste und innerlich durch den von der Auflagerungsfläche sich abhebenden Muskelwulst gekennzeichnet ist; Mittelfeld und Seitenwulst sind nur mit gering starken Längsleisten und Knotungen versehen; von der Ligamentgrube ist keine Spur vorhanden; sie lag auf dem abgebrochenen oberen Ende. Auch hier war im unteren und mittleren Theile des Auflagerungsfeldes die geringste Zwischenmasse zwischen den Klappenoberflächen, stellenweise keine hinwegzupräpariren, ein Beweis der dichtesten Zusammenlagerung der Klappen an dieser Stelle und der erst dorsalwärts eintretenden Divergenz; der Wohnraum in dem Umfange, wie wir ihn auffassen, war natürlich dick mit Mergelmasse erfüllt. Es ist fraglich, ob in Fig. 3 im oberen Ende des Mittelfeldes schon das Zwischenfeld enthalten ist. Der stärkere und höhere Seitenwulst der Unterschale liegt auf der eingekrümmten Hinterseite. Auch hier (vergl. Taf. I, Fig. 1) zeigt der vordere Steilrand der Muskelleiste der Oberschale (Fig. 4) eigenartige Ausbuchtungen und flache Gruben, welche bei der Verticalansicht weniger deutlich sind (vergl. Taf. V, Fig. 1 und Nachtrag zu Capitel XI, S. 44).

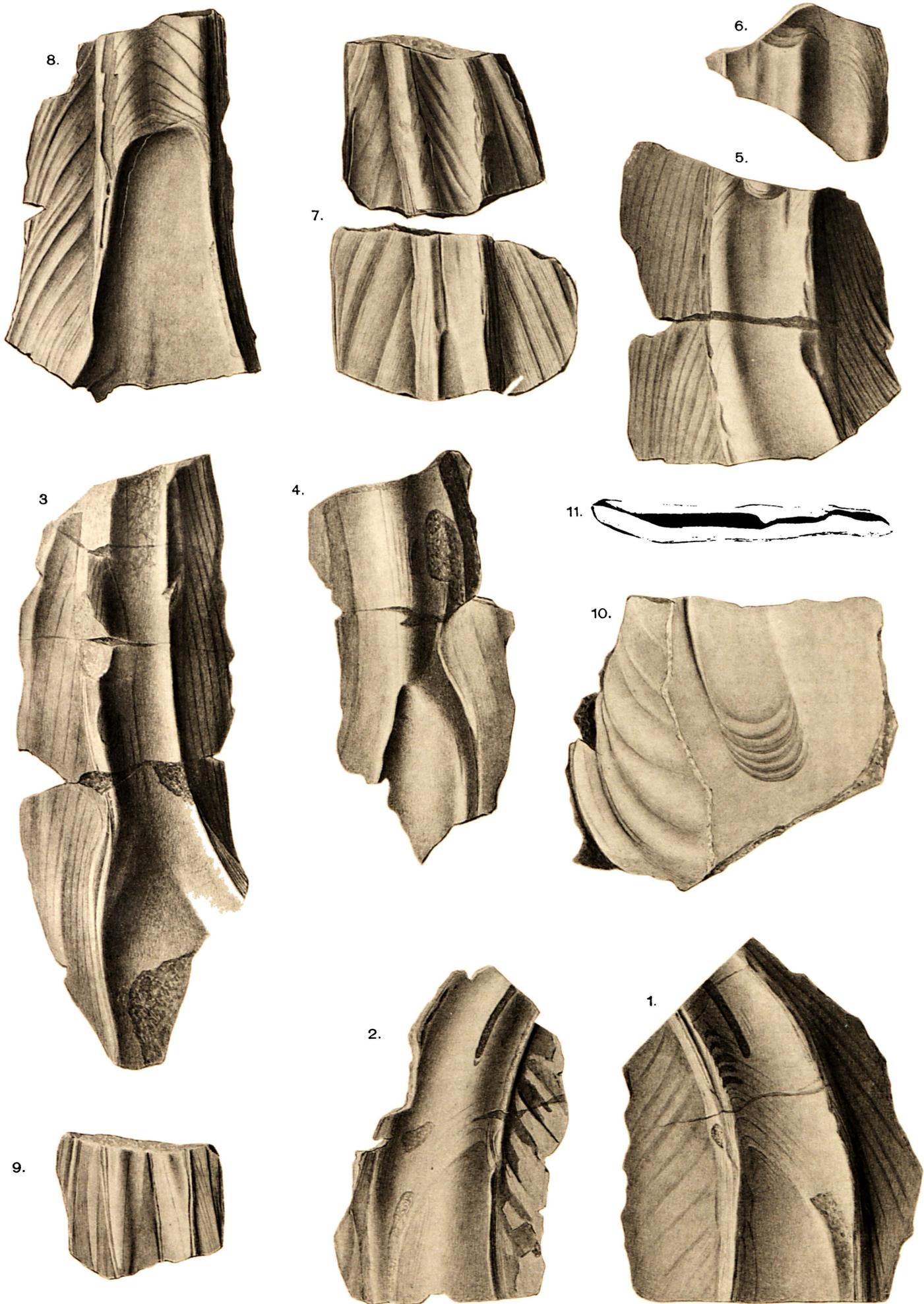
Fig. 5 und 6. Grösseres Fragment einer Unterschale und kleineres der zugehörigen Deckelschale eines nach hinten gekrümmten Exemplars: am dorsalen Querbruche zeigt sich die Quererhebung einer verdickten Schlossrandstelle (vergl. besonders Taf. I, Fig. 3).

Fig. 7. Zwei wohl zu einem Exemplare gehörige Fragmente mit der aus der Apicalconvexität der Auflagerungsfläche sich entwickelnden Furche; im oberen Fragmente sieht man die Reste der Vereinigungsstellen dieser Furche mit Theilen der älteren Apicalconvexitäten, welche durch undichte Anlagerung der neuen Schalenschichten pfeilspitzenartige Erweiterungen bilden (vergl. Taf. V, Fig. 6); die älteren Schlossränder sind deutlich ausgeprägt.

Fig. 8. Fragment einer Unterschale, oben mit dem Mittelfelde der verlassenen Schlossränder (Zwischenfeld), unten mit der Auflagerungsfläche und dem beginnenden Wohnraume; die Apicalconvexität liegt hier fast genau in der Mitte des Mittelfeldes, wird aber nach unten stumpf zugerundet; auch hier zeigen sich auf der Vorderseite zwei durch eine summarische Längsgrube getrennte Erhebungen, von denen im Bereich der Auflagerungsfläche die innere das Uebergewicht erhält, so dass die Längsgrube auf den Seitenabfall verdrängt erscheint.

Fig. 9. Bemerkenswerth ist hier, wie die noch deutliche Anlagerung neuer Schalenschichten im Mittelfelde fast ohne jede Erhebung oder Furche in solcher Verdünnung erfolgt, dass die Fläche des Zwischenfeldes im Gesamten nahezu glatt bleibt; dies bildet den Uebergang dazu, dass trotz fortschreitenden Schichtenzuwachses bei *Cochlearites* häufig eine völlig glatte Fläche vorliegt; die Apicalfurche ist deutlich ausgeprägt; die schwachen Seitenwülste zeigen langgestreckte schmale Längsleisten und Längsfurchen.

Fig. 10 und 11. Durch theilweise Abhebung der Unterschale blossgelegter Muskeleindruck der Oberschale eines doppelt so langen Exemplars mit der an der Hinterseite des Muskels auslaufenden Muskelleiste (zum Theil nach dem Abguss in dem freigelegten Steinkerne gezeichnet); Fig. 11 zeigt den mit der Deckelschale nach oben gezeichneten, etwas schief nach hinten dorsalwärts laufenden Querbruch (Oberrand der Fig. 10), woraus hervorgeht, dass, wie sonst, die Muskelleiste in der Oberschale stärker ist als in der Unterschale (vergl. Fig. 4, Taf. I, 2, Taf. II, 5, S. 8¹), wobei ich bemerke, dass dies auch die Deckelschale von Taf. II, Fig. 6 zeigt; der Bruchoberrand des ganzen Fragments verläuft 6 cm oberhalb dem Oberrande von Fig. 10 u. 11 und zeigt schon die völlig dichte Zusammenlagerung der Klappen, welche in einer Mittelregion gar keinen Zwischenraum zur Einschwemmung feinen Thones aufweisen; man erkennt besonders aus dem Querschnitte, dass der vor der Muskelleiste liegende Theil der Wohnkammer der geräumigere ist und der Schalenboden hinter der Leiste sich zu einer „Schwelle“ erhebt (vergl. Taf. IV, Fig. 3 und 4, Taf. V, Fig. 1).



Tuschzeichnung von Keller, München.

Lichtdruck von Max Jaffé, Wien.

Tafel V.

Dr. Otto M. Re is: Ueber Lithiotiden.

Tafel V.

Sämmtliche Figuren gehören zur Gattung *Cochlearites*.

Fig. 1 und 2. Unter- und Oberschale eines normal nach vorn eingekrümmten Exemplars: oben: eine flache quere Leiste als obere Grenze der Auflagerungsfläche des Mittelfeldes; unten: der Beginn der Wohnkammer, wo die Muskelleiste (vergl. Taf. IV, Fig. 3 und 4, 10 und 11) sich an der Deckelschale stärker bemerkbar macht; engster Zusammenschluss der Klappen mit den „Auflagerungsflächen“; der Querschnitt am Ventralrande des Fragments bietet genau dasselbe Bild wie in Taf. IV, Fig. 11. Die Muskelleiste der Unterschale hat durch die Präparation an Höhe verloren. Auch hier mache ich auf die merkwürdigen Buchten und Gruben ¹⁾ an dem steilen Vorderrand der Muskelleiste aufmerksam, welche möglicherweise als Fussmuskelgruben zu deuten sind (vergl. Taf. I, Fig. 1; Taf. IV, Fig. 3 und 4 und Nachtrag zu Capitel XI, S. 44).

Fig. 3, 4 und 5. Fragment einer Unterschale (Fig. 3) und einer Oberschale (Fig. 4) im Bereiche der Auflagerungsfläche des Mittelfeldes, wobei oben noch die quere, schief von hinten unten nach vorn oben ziehende Verbindungsleiste (und -Furche) zu bemerken ist. Die Vertiefung des Mittelfeldes der Unterschale und die Erhöhung bei der Oberschale wird in dessen Mitte besonders durch eine stärkere Längsvertiefung, beziehentlich Längserhebung gekennzeichnet. Der Hauptvertiefung oder -Erhöhung schliessen sich schwächere gleichlaufende an; es sind das Gestaltungen, welche zu dem Begriffe der Apicalfurche oder -Leiste gehören; den allernächsten Flächenzusammenschluss im Bereiche des Mittelfeldes (einschliesslich der Seitenwülste und Furchen) zeigt Fig. 5 im schiefen Anschliff der Oberkante des Fragments; zum Verständnis dieser Fig. 5 ist hinzuzufügen, dass auf der Deckelschale Fig. 4 ein neues Schalenpaar aufgewachsen ist; es zeigt, wie gewöhnlich, dass seine dickere „untere“ Klappe auf der dünneren oberen des unteren Schalenpaares aufgewachsen ist.

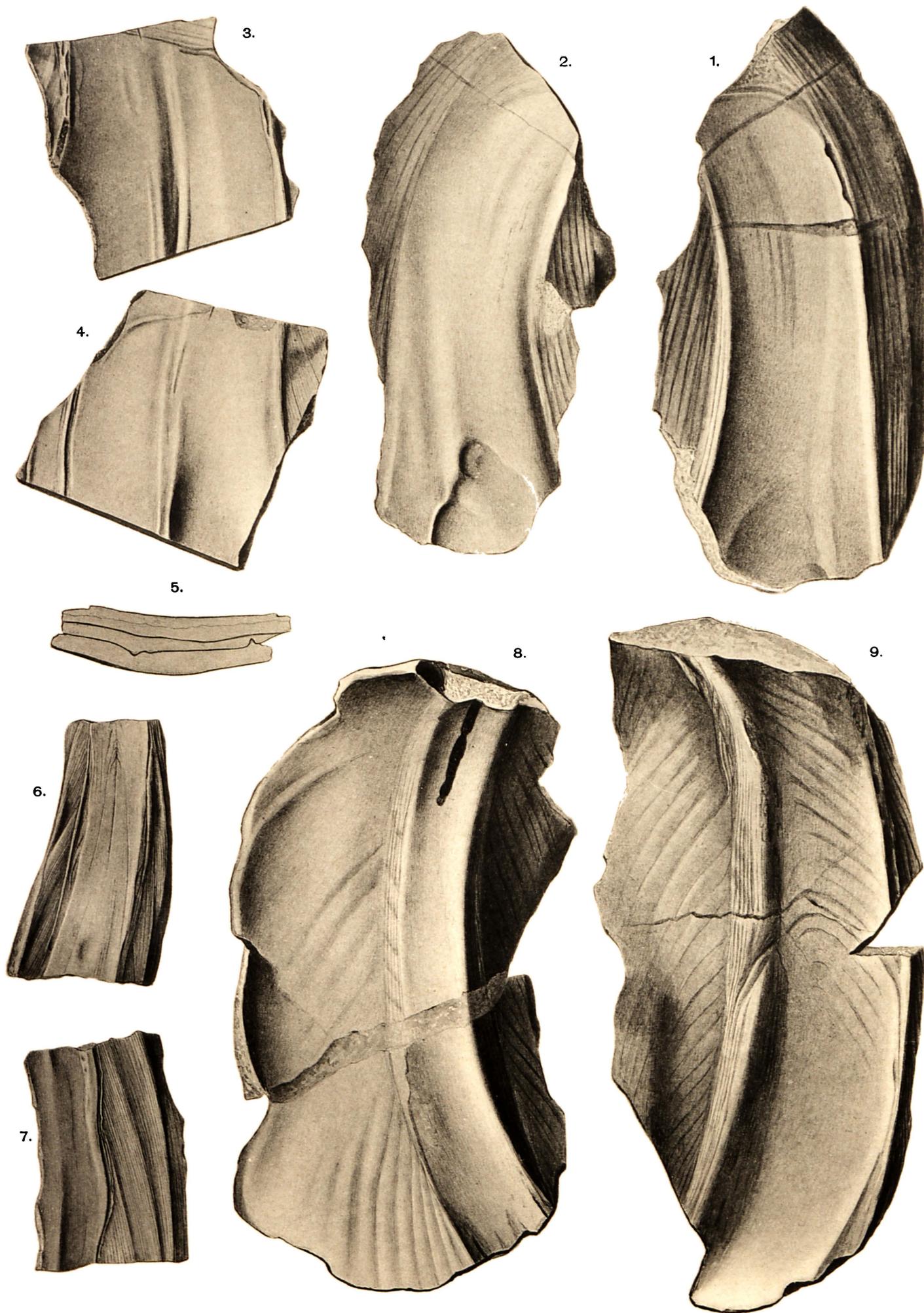
Fig. 6. Schönes Bild zart entwickelter Apicalconvexität mit seichter Mittelfurche (Unterschale nach vorn gekrümmt). Die Seitenwülste zeigen unregelmässige Längsfurchen des wechselnden Vorrückens der inneren Randleisten; auch hier zeigt sich deutlich eine äussere unregelmässig verdickte Randleiste, welche als Randzahn gleichzeitig in Function ist.

Fig. 7. Hier sieht man deutlich die sehr verlängerten Furchen des hinteren Seitenwulstes einer Unterschale, welche zum Theil als Intervalle des Vorrückens der sich von innen her anlegenden Randleisten-Längserhebung des Seitenwulstes anzusehen sind (vergl. Bemerkung zu Taf. III, Fig. 6). Die Oberschale erscheint in Allem, selbst den Streifen des Fiederfeldes, als ein Abguss der unteren, zeigt also überall das negative Bild; bezüglich der Deckung der Fiederfeldstreifen ist daran zu erinnern, dass dies Streifen der sich engstens zusammenfügenden „verlassenen“ Schalenränder und daher von den frei abgebogenen Schalen-Schichtausstreichen zu unterscheiden sind, welche bei Ostreiden etc. zu Seiten des Ligamentfeldes auftreten (vergl. Taf. II, Fig. 6).

Fig. 8. Exemplar mit sehr verlängertem und gegenüber dem Fiederfelde sehr schmalen Mittelfelde, in welchem ganz oben noch die Ligamentgrube zu erkennen ist; da die Fiederung der Seitenfelder nichts weiter darstellt, als die regelmässige Folge der freien Seitenränder des Wohnraumes, soweit sie nicht vom stark vorrückenden Ventralrand von oben her verdeckt erscheinen, da weiterhin das seitliche Ausbiegen dieser Seitenränder nach aussen am Unterende des Mittelfeldes dem Beginne der Wohnkammer entspricht, so darf die Ansicht ausgesprochen werden, dass hier noch kein Theil der Wohnkammer vorliegt, wie ja auch der verstärkte hintere Seitenwulst dieser nach hinten eingekrümmten Unterschale sich gerade erst zu einer Endspitze verschmälert und erniedrigt. — Am vorderen Seitenwulst erkennt man die schiefen secundären Querwülste der Randverdickungen des kantigen Seitenwulstes; es sind in schiefen Reihen geordnete Verdickungen der Randkante, von denen nur die letzte oberste und innerste in Function sein konnte. Bezüglich der Ligamentgrube ist zu betonen, dass sie weder zur Schalengrösse in richtigem Verhältnis steht, noch eine entsprechende Verbreiterungszunahme erkennen lässt; eher ist am ventralen Ende eine Verschmälung mit theilweiser Abschnürung festzustellen.

Fig. 9. Unterschale eines auch mit der Oberschale erhaltenen, normal eingekrümmten Exemplars; das Mittelfeld zeigt in dem verlassenen Abschnitte die schiefqueren Wülste der alten Schlossränder und auf dem stärkeren vorderen Seitenwulste ziemlich regelmässige Längsleisten, das heisst verdickte Aussenränder der Schichten der Schlossplattenseite. Während der Gesamtaussenrand dieses Längswulstes ziemlich ungestört (vergl. Taf. III, Fig. 10) verläuft, erkennt man im Längsverlaufe an seiner Oberfläche eine Unterbrechung in den Leisten; sie stimmt damit überein, dass auch im Mittelfelde eine Aenderung eintritt: erstens treten die alten Ränder schärfer hervor und zweitens rückt die Apicalconvexität mehr nach der Mitte des Schlossfeldes. Wir haben auch hier den Eindruck, dass es auf die Einzelgestaltungen des Mittelfeldes wenig ankommt, vielmehr auf die Gesamterhaltung des Seitenwulstes. — Auch bei diesem Fragmente ist der Wohnraum des Thieres noch nicht erreicht; die Klappen schliessen auch im unteren Theil des Mittelfeldes noch ganz eng zusammen; es fehlt hiermit die seitliche Randausbiegung nach hinten und vorn, welche dem Seitenfiederverlaufe entspricht und welche sich an eine deutliche untere Endzuspitzung des Seitenwulstes anschliesst; es fehlt auch dementsprechend innerlich der Beginn der Muskelleiste.

¹⁾ In schwacher Weise sind diese Bildungen auch auf den von G. Boehm l. c. abgebildeten Berliner Exemplaren zu sehen; ich habe diese sicher nicht bedeutungslosen Gestaltungen in den Restaurationen auf S. 3 und 4 (in Fig. 1b, bzw. 2b) leider nicht angebracht. Wenn die im Nachtrag zu Capitel XI ausgesprochene Vermuthung, dass man es hier mit Fussmuskelgruben (vergl. *Spondylus*) zu thun habe, richtig ist, so ist bezüglich der auf der Oberschale zu bemerkenden einseitig stärkeren Entwicklung der Muskelleiste und der Gruben daran zu erinnern, dass bei Pectiniden die Fussretractoren ganz asymmetrisch nur auf der linken Schale inseriren (vergl. Lang-Hescheler l. c. III. 1., S. 193).



Tuschzeichnung von Keller, München.

Lichtdruck von Max Jaffé, Wien.

Tafel VI.

Dr. Otto M. Reis: Ueber Lithiotiden.

(*Cochlearites* [Fig. 1—4] und *Lithiotis* [Fig. 5—16].)

Fig. 1 und 2. Unter- und Oberschale eines normal eingekrümmten Exemplars von *Cochl.*, welches das verlassene Schlossfeld (Zwischenfeld), den Auflagerungsabschnitt des Mittelfeldes und deutlich den Beginn der Wohnkammer aufweist. Auch hier ist ganz klar erkennbar, dass die queren Leisten des Zwischenfeldes der Unterschale sich engstens zum Schalenschluss in die entsprechenden Furchen der Oberschale einfügen (und umgekehrt), und dass, wenn irgendwo, erst mit der sogenannten **Auflagerungsfläche** die innigste Zusammenlegung der beiden Klappen erfolgt. Der seitlich aussen von der Haupterhebung der **Seitenwülste** liegenden Furche entspricht in der Deckelschale, wie dies besonders am eingekrümmten Theile der Fig. 2 deutlich ist, eine Leiste, welche zweifellos noch von dem verdickten Seitenrande des gegenseitigen Schlossfeldes (zahngrubenartig) umfasst wird.

Fig. 3. Unterschale (ohne Deckelschale); beweist die ausserordentliche Vielgestaltigkeit des Mittelfeldes. Die Apicalconvexität bildet hier deutlich selbst den vorderen Seitenwulst; während die Auflagerungsfläche des Mittelfeldes vertieft ist, erscheint dies in dem Raume der verlassenen Schlossränder nicht mehr in gleichem Maße, wie dies auch sonst (vergl. z. B. Fig. 1 und 2 dieser Tafel) vorkommt.

Fig. 4. Deckelschale mit dem Muskeleindrucke und dem links dahinterliegenden Muskelwulste; die Schale ist etwas verdrückt; zugehörige Unterschale ebenfalls vorhanden.

Lithiotis problematica Gümbel.

Fig. 5. Fragment eines auch in der äusseren Oberfläche wohl erhaltenen Apicalkörpers, dessen Querdurchschnitte in Taf. VII, Fig. 7 dargestellt sind; in zwei Drittel seiner Höhe beginnt die innere Höhlung, deren Verlauf durch die oberflächliche Eindrückung gegeben ist; die grosse Ebenfächigkeit des oberen Endes des Stückes ist auf die völlig massive Verkalkung auch der übrigen unten noch mehr röhriigen Seitenfüllmassen zurückzuführen; daher hier auch seitlich die sehr unregelmässigen Oberflächen-Eindrückungen; die Längsleisten zeigen keine irgendwie gesetzmässige Gruppierung, sind zum Theil breit, zum Theil sehr scharfkantig.

Fig. 6. Vergrößerter Längsdurchschnitt mit der Structur des massiven Theiles des Apicalkörpers (zum Theil nach dem Exemplare Taf. VII, Fig. 6); zu oberst der Durchschnitt durch die feine Faserung einer Längsleiste der Decke, dann der Längsschnitt durch eine eingeschaltete Füllröhre mit dem sehr feinen, querwandfreien Lumen; endlich der Apicalkörper selbst mit der der hinteren Convexität der Apicalhöhlung entsprechenden Lamellirung und darauf senkrechten Faserung; diese Lamellirung ist nach dem Leistenfelde hier stark aufgebogen, auch unten zeigt sich eine Abbiegung, welche wahrscheinlich dem Eingange der Höhlung zu dem Wohnraume hin entspricht. Auffällig sind die horizontalen Streifen, welche beide Liniensysteme durchschneiden und deren Ausmündungen im Querschnitt in Fig. 7 in noch stärkerer Vergrößerung dargestellt sind.

Fig. 7. Vergl. Fig. 6.

Fig. 8. Stark gekrümmtes Exemplar mit dem hintersten Abschnitte der apicalen Höhlung, deren Bedeckung zum Theil abgebrochen, zum Theil angeschliffen ist.

Fig. 9 und 10. Stark gekrümmtes Exemplar mit dem Einbruche der Decke über der inneren apicalen Höhlung, entsprechend dem inneren Mittelfelde; zu beiden Seiten dieser sieht man am ventralen Abbruchrande ventral gerichtete Ausmündungen von Röhren, auf der einen Seite einer grösseren, auf der anderen Seite zweier schmäleren; immerhin entspricht deren Breite dem im mittleren Theile der Schale nicht oder weniger eingebrochenen seitlichen Abschnitte des äusseren Mittelfeldes; ihre Wandungen haben daher hier schon eine gewisse Festigkeit; der Querschnitt 10 *a* zeigt die Stärke der Höhlungen in einem 1 *cm* weiter dorsalwärts liegenden Querbruche.

Fig. 11, 11 *a* und 11 *b*. Ventraler Abschnitt eines grösseren Fragments von oben, von vorn und dem dorsalen Querschnitte; das oberste Ende des nicht gezeichneten 5.5 *cm* langen Theiles zeigt schon völlig massiven Apicalkörper; der ganze übrige Theil lässt die der inneren Höhlung entsprechende Eindrückung an der Ober- wie Unterseite erkennen; diese und alle übrigen Eindrückungen sind an dem gezeichneten Abschnitte restaurirt, um einen Theil der präparirten Gestaltungen des inneren Mittelfeldes deutlich hervortreten zu lassen. Auf der Hinterseite der Schale, wo fast ausnahmslos die starken Röhrenbildungen liegen, zeigt 11 *a* hinter der Haupthöhlung am angeschliffenen Ventralrande eine äusserste Seitenhöhle, welche am gleichfalls angeschliffenen und in 11 *b* gezeichneten Dorsalrande des Stückes schon durch ein Röhrenbündel ausgefüllt ist. Im hinteren aufgebrochenen Theile der Haupthöhlung von 11 und 11 *a* erscheint aber daneben auf dem Boden des inneren Mittelfeldes ein Septum, das nach oben wächst und nach hinten eine schmalere Seitenhöhlung abschnürt; diese neue Seitenhöhlung besteht eigentlich aus zweien, welche durch ein unteres flach-schief liegendes Septum getrennt sind; die untere Höhle ist an dem Dorsalrande des Stückes schon röhrig verkalkt; auch über dem ersten Septum erscheint nach der Leistendecke zu die Ausmündung einer kleinen Röhre (11 *a* und 11 *b*); diese neue innere von den beiden hinteren Röhren erscheint auf dem unteren Fragmente von der Seite, auf dem oberen (nicht gezeichneten) von aussen eingedrückt, jedoch beginnen am oberen Ende (circa 10 *cm* von dem unteren gezeichneten Ende der Höhlung) an der einen Seite sich schon abschliessende Verkalkungsröhren einzustellen.

Fig. 11 *b* gibt die Vertheilung der inneren Structuren vom oberen Anschliff des Stückes 11, in der Orientirung der Hauptfiguren gezeichnet; hier wie in 11 *a* sind an der Anschlifffläche die verschieden gefärbten Theile auch in verschiedenen Tönen gegeben (vergl. Allgemeiner Theil, Cap. 1).

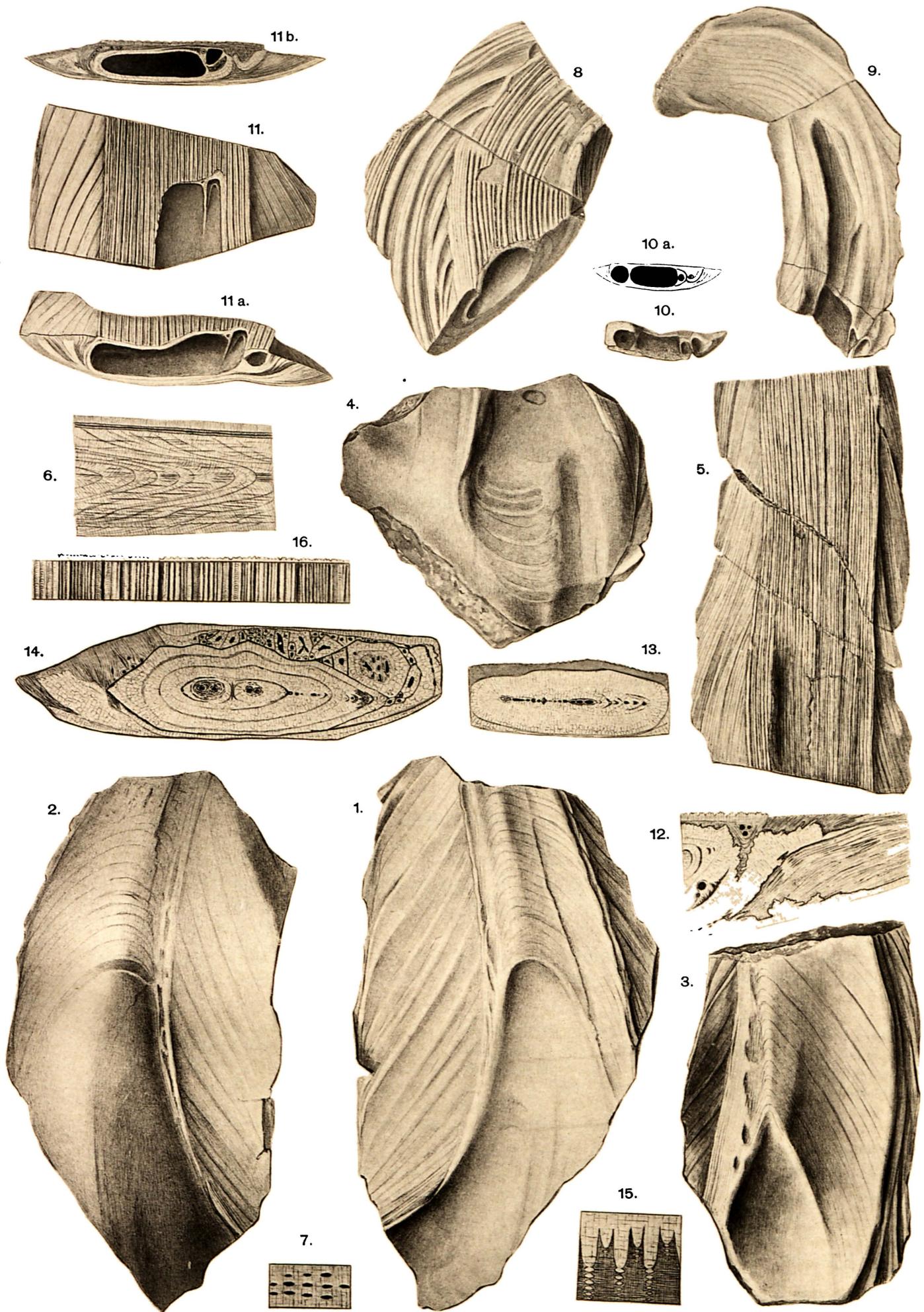
Fig. 12. Lupenansicht des hinteren Theiles eines Querschnittes von *Lithotis* in vierfacher Vergrößerung; zeigt besonders den Umriss der dicht- und dickfaserig verkalkten Theile gegen die bräunlichen, weniger stark verkalkten Regionen, wo die Lamellirung stärker, die Faserung weniger stark zum Vorschein kommt; die hellen dickfaserigen Massen zeigen blumenkohlartige Auswüchse, deren ganze Masse gegen die fein lamellöse durch ein bräunliches Conturband abgetrennt ist; unter dem Mikroskope erscheint letzteres Band als glashelle Grenzzone zwischen beiden Fasermodifikationen.

Fig. 13. Querschnitt durch einen Apicalkörper mit einer langen Reihe von Verkalkungscentren; diese Verkalkungsart entspricht offenbar einer breiten und stumpfen Endigung einer an und für sich niedrigen Apicalhöhle; in zweifacher Vergrößerung.

Fig. 14. $3\frac{1}{4}$ malige Vergrößerung eines Querschnittes mit dem centralen dichtgeschlossenen Lamellenkörper der Apicalverkalkung; man erkennt in seinem Innern eine excentrisch nach vorn gelegene Zweitheilung in zwei Gruppen von dichtgedrängten Verkalkungscentren, in deren analer Fortsetzung nach hinten noch schwächere Centren und Stellen unvollkommener Zusammenlagerung der Lamellen zu bemerken sind. Zwischen der faserigen Leistendecke und diesem Lamellenkörper liegt eine Schicht dicker Füllröhren, welche in ganz gleicher Anordnung und Stärke durch eine Länge von 9 *cm* an jeder Querschnittfläche zu beobachten sind, also thatsächliche Röhren darstellen, welche am proximalen Ende durch Mantelausstülpungszotten angelegt, im weiteren Längswachstum entweder durch in genügender Menge ausgeschiedenes Secret weiterwachsend sich ausfüllen oder auch theilweise hohl bleiben; am hinteren Ende der Füllröhrenmasse ist ein grösseres, von der centralen Masse durch eine schief nach hinten abfallende Fläche getrenntes Röhrenbündel deutlich, welches die Kennzeichen der in Taf. VII durchgängig dargestellten beiden hintersten Röhrencomplexe vereinigt. Am vorderen Ende ist die Ungleichartigkeit der Verkalkung in einer dem Färbungsunterschiede vergleichbaren Abtönung gegeben.

Fig. 15 zeigt den Zusammenschluss radial angelegter concretionärer Kalkpartikel zu dichter dicker Faserung innerhalb der fein querfaserig-lamellösen, bräunlichen Substanz; hauptsächlich an Querschnitten des in Fig. 11 dargestellten Exemplars zu erkennen; schematisch gehaltene Zeichnung nach der Lupenansicht, stark vergrössert.

Fig. 16 zeigt die Sculptur der Leistenoberfläche des in Taf. VII, Fig. 10 dargestellten Exemplars, und zwar an dem Fig. 10 *a* zunächst gelegenen Theile der Oberfläche; man erkennt in allen seichteren oder stärkeren Vertiefungen (vergl. Profil) nach der Dorsalseite convexes Ausstreichen der Schalenzuwachsschichten; diese Convexität der Schichtlinien weist die Annahme ab, dass man es hier mit einer Ansatzstreifung des elastischen Ligaments zu thun habe; 2.5 diam.



Tuschzeichnung von Keller, München.

Lichtdruck von Max Jaffé, Wien.

Tafel VII.

Dr. Otto M. Reis: Ueber Lithiotiden.

Fig. 1 und 2. Das Original v. G ü m b e l's und G. B ö h m's in völliger Präparation des Apicalkörpers; man erkennt die Leisten des äusseren Mittelfeldes besser und den Beginn der Eindrückung, die, wie man sich durch Sondieren von der blossgelegten ventralen Oeffnung aus überzeugen kann, über der Höhlung längs dem inneren Mittelfelde anfängt.

Fig. 2 zeigt das gleiche Exemplar perspectivisch von der Ventralseite her mit dem flach eingedrückten Eingange in die apicale Höhlung; es ist zu bemerken, dass der Ventralrand des Leistenfeldes nicht ganz unverletzt ist und daher nicht so ausgebuchtet war, wie es in Fig. 1 ersichtlich ist.

Fig. 3. Fragment, dessen Haupthöhhlung von vorn und von der Decke her angebrochen ist und den glatten Boden erkennen lässt; auf der rechten hinteren Schalenseite sieht man die zwei hinteren Seitenhöhlen mit ihrer glatten Verkalkungs-Innenfläche.

Fig. 4 und 5. Zwei ca. 4·5 *cm* voneinander entfernte Querdurchschnitte durch eine Schale mit Deckelschale in doppelter Grösse; der grössere Durchschnitt ist an einem starken Querbruche zerquetscht, so dass die wirkliche Breite der Schale nicht festzustellen ist; auf der lamellosen Deckelschale ist ein zweites Exemplar festgewachsen, das ebenso Fragmente einer gleichartigen Deckelschale aufweist; andererseits findet sich auf der Unterseite des gezeichneten Exemplars ein grösseres Fragment einer gleichartigen Lamelle mit den für *Lithiotis* charakteristischen Leisten; es wäre das wieder die Deckelschale eines zum Theil vorhandenen Exemplars, auf der das gezeichnete mittlere Exemplar aufgewachsen wäre.

Fig. 6. Ventrale Hälfte eines Fragments mit angewitterter Oberfläche der Leistendecke und des Fiederfeldes: durch die Verwitterung verschieden stark verkalkter Partien liess sich das Fragment in verschiedener Hinsicht präpariren: 1. liess sich ein Theil am ventralen Ende des massiven Apicalkörpers absprengen und so erschien das dorsale Ende eines älteren Wohnraumes, an dessen oberer rechter Ecke die durch eine Crista bezeichnete „Schwelle“ sichtbar ist; 2. erschien an dem Boden dieser Wohnfläche durch weitere Absprengung einer Schicht der Muskeleindruck der Wohnfläche eines früheren Stadiums, über den das spätere Stadium hinübergewachsen ist; 3. zeigt sich am oberen Ende des Fragments die von oben nach unten (bilateral) zusammengedrückte eichelartige Fortwachsungsausfüllung einer hinteren Endigung einer Apicalhöhhlung in ganz glatter Absprengung von der eigentlichen älteren Innenfläche dieser Höhlung; 4. liess sich die Muskelansatzfläche auch an der oberen nicht gezeichneten Hälfte des Fragments von der Aussen-Oberfläche der Schale präpariren; man erhält dabei natürlich nur seinen Abdruck seitens der organischen Ueberwachsung durch jüngere Schalensubstanz: es zeigte sich hierbei, dass die summarische Muskelfläche

eine einheitliche Fläche ist, welche ziemlich parallel mit der äusseren Oberfläche sehr nahe unter dieser (zwischen ihr und der Haupthöhlung, beziehungsweise deren Kalkausfüllung) gelegen ist; ihre hintere Seitengrenze liegt völlig gleich der ebenso einheitlichen summarischen vorderen Begrenzung der dorsoanal Bodenschwellen der Wohnkammer, beziehungsweise des ihr im Apicalkörper entsprechenden hintersten Röhrenbündels; im Querschnitt sind daher beide Grenzen nach der Unterschale orientirt, stets vertical übereinander gelegen.

Fig. 7 a—c¹. Unten ein dorsaler und oben ein ventraler sowie ein mittlerer Anschliff quer durch den Körper des in Taf. VI, Fig. 5 gezeichneten Exemplars, in doppelter Grösse; der untere (dorsale) und obere (ventrale) Anschliff geht annähernd senkrecht zur Längsachse des 12 cm langen Fragments; der mittlere geht schief hindurch, die rechte Seite ist $5\frac{1}{4}$ cm von beiden Endanschliffen entfernt, die linke nach unten 4, nach oben 8 cm; die in Taf. VI, Fig. 5 gezeichnete Eindrückung ist hier restaurirt; sie entspricht scharf begrenzt der Breite der inneren Höhlung, welche in den dorsalen gelegenen Anschnitten völlig geschlossen ist; man erkennt dann deutlich zwei fast concretionär aussehende, durch ein Septum getrennte Verkalkungsspitzen. Hinter der Haupthöhlung liegt ein in allen drei Querschnitten gleichmässig bis auf eine fadenförmige Höhlung geschlossener Verkalkungscylinder; dahinter ein ganzes Röhrenbündel. Soweit diese Höhlen seitlich gehen, reichen oben die regelmässigen Längsleisten, neben denen das Ausstreichen der Schichten der seitlichen Fiederfelder deutlich zu erkennen ist. Auch unter der Deckschicht, die die Leisten bildet, findet sich noch eine Reihe durch die ganze Länge zu verfolgender Röhren, welche am ventralen Ende des Stückes der vorderen Seite der Höhlung entspricht. Die Structur der Deckschicht mit den oberflächlichen Leisten ist nicht ganz deutlich, die Dicke der Schicht bleibt sich aber für alle drei Anschliffe gleich.

Fig. 8 a und b. Zwei Anschliffe eines Fragments in doppelter Grösse. Der Anschliff des ventralen Durchbruches (8b) ist im Spiegel gezeichnet, also in der gleichen Orientirung wie der Anschliff des dorsalen Querbruches; an letzterem fehlt noch jede Eindrückung der Innenhöhlung, die aber unmittelbar ventral davon beginnt und hier mehr von der Unterfläche der Schale eingetreten ist; in beiden Figuren ist also, entgegengesetzt der Orientirung bei allen übrigen Figuren (auch der übrigen Tafeln), die Hinterseite der Schale auf der linken Tafelseite. Die Haupthöhle und die dahinter liegende innere Seitenhöhle verdicken sich in ihrer scharf ausgeprägten Wandung ziemlich gleichmässig, die Verkalkung ist stark faserig prismatisch, fast ohne Lamellirung. Die Seitenröhre liegt höher als die Hauptröhre und ist so emporgehoben, dass die Deckschicht hier ganz dünn ist. Es zeigt sich daher gegen die Basallamellen hin eine Füllmasse mit Röhren, welche in der Anlage etwas älter gewesen zu sein scheinen, da die Wand der darüberliegenden grösseren Röhre sich in deren Vertiefungen einsenkt und bei innerer Ausrundung daher über den Einsenkungsstellen eine Verdickung erhält; auch oben zeigt sich zwischen Haupt- und Seitenröhre ein Füllröhren eingeschaltet. — Das hintere Seitenbündel feiner Röhren verhält sich wie in Fig. 7. Auch hier sind zwischen der Deckschicht und der Innenhöhlung kleine Röhren unregelmässig eingeschaltet, welche seitlich comprimirt erscheinen; die dünne Deckschicht selbst ist dicht verkalkt. Die Längsleisten der Deckschicht sind hier in vorzüglicher Erhaltung und beweisen ihre primäre Entstehung als scharfkantige, zum Theil fast schneidende Leisten. Original im paläontologischen Institut der bayrischen Staatssammlung München.

Fig. 9 a—c. Vier Querschnitte, in beziehungsweise 4.0, 5.0 und 1.5 cm Entfernung voneinander gelegt; es zeigt sich hier besonders die Entwicklung der Verkalkung der Haupthöhlung durch zuerst erfolgende Lamellenanlagerung, welche im dritten Durchschnitte auf der Hinterseite an einer Stelle nicht anschliessend ist und eine Höhlung lässt, die sich wieder durch eigene Lamellenverkalkung schliesst; zwischen den ersten und zweiten Querschnitt (im Spiegel gezeichnete Dorsalflächen) ist der Anschnitt der ventralen Schnittfläche von 9c dargestellt, welche den Beginn der gewöhnlichen Zweitheilung der Haupthöhle und einer auch unten, in der langen Achse des Querschnittes liegenden, auf der Hinterseite davon befindlichen, nicht anschliessenden Lamellenanlagerung aufweist, was besonders im dorsalsten Anschliff deutlich ist; auch im unteren hinteren Winkel der Lamellen zeigt sich ein solches Anlagerungsrelict, das eine schwache Lamellenauskleidung besitzt; es ist, wie dies hier und da auch bei anderen kleinen Röhren vorkommt, im ventralen Durchschnitte stärker verkalkt und scheint sich zu verlieren.

Wir sehen also hierin eine eigenthümliche Benachtheiligung der hinteren Schalenhälfte, wo auch sonst die Seitenröhren und Röhrenbündel liegen. Die Trennungslinie (-fläche) nach der ersten hinteren Röhre ist, wie fast stets, nach hinten geneigt; diese Röhre bleibt sich auf 10 cm völlig gleich; sie ist in vier Röhrenzellen durch feine doppelwandige Septen getheilt; diese Septen sind nichts anderes als die fast geradflächig aneinandergesetzten, für sich einheitlichen Wände von vier durch eine unvollständige Verkalkung mit Erfüllung der ganzen Röhre entstandenen Aussackungen des Schalenraumes vom Wohnraume her, welche auch von daher mit Thonschlamm ausgefüllt wurde; auch hier zeigt sich in den umhüllenden Lamellen der ganzen Röhre an einer Stelle eine unvollkommene Anlagerung mit einer ventralwärts dicht werdenden Verkalkung.

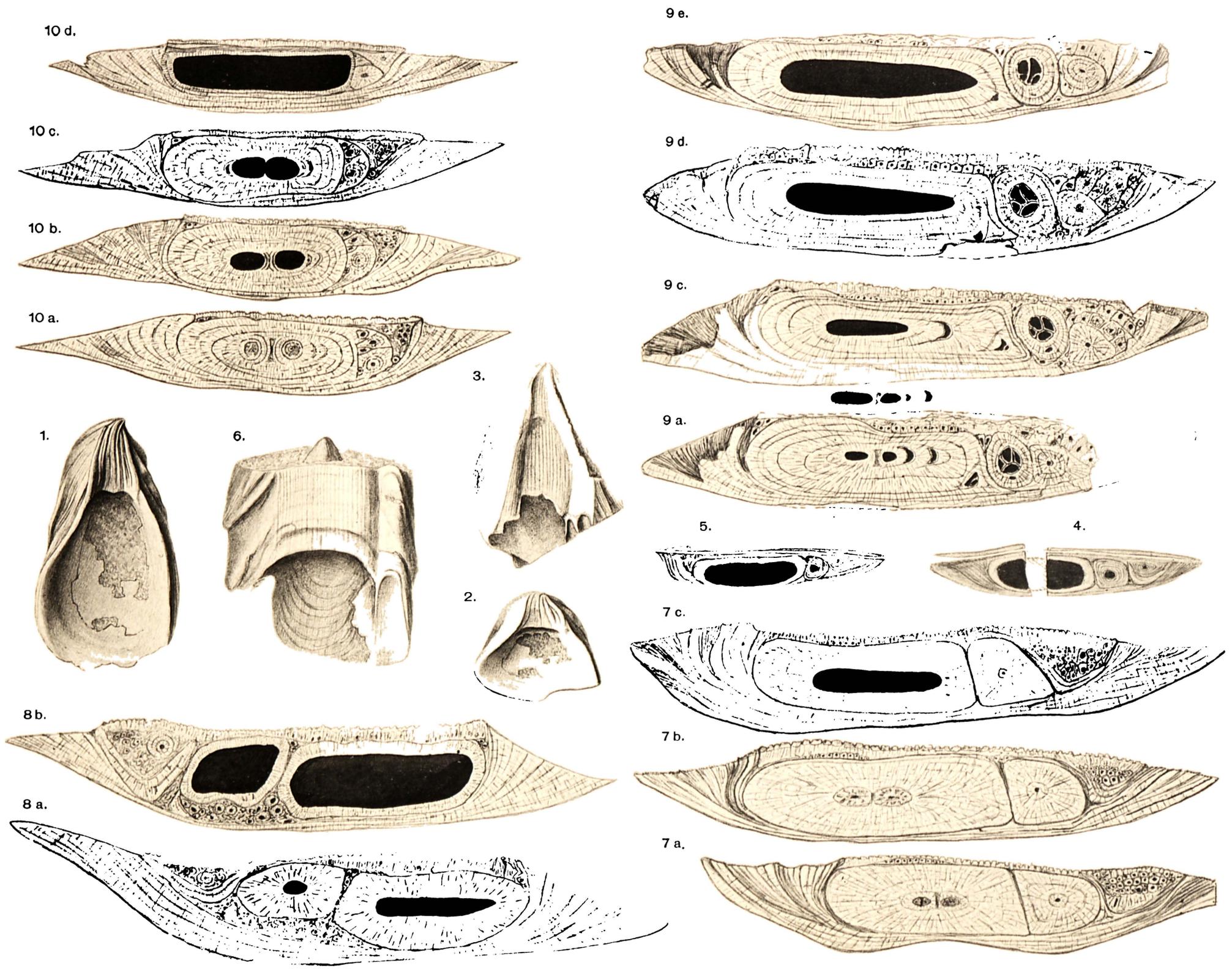
Das hinterste Röhrenbündel zeigt eine stärkere, am tiefsten liegende Röhre; auch hier liegen keine wesentlichen Unterschiede zwischen dem dorsalsten und ventralsten Anschliffe vor.

Zwischen den Lamellen der Haupthöhlung und der an diesem Exemplar nicht wohl erhaltenen Leistenschicht zeigt sich an verschiedenen Stellen eine Reihe kleiner Röhren, deren geringere und stärkere Entwicklung mit Auf- und Abbiegungen der Lamellen in Beziehung steht, so dass eine gegenseitige räumliche Vertretung zu beobachten ist. (Zweimalige Vergrösserung.)

Fig. 10 a—d. Vier beziehentlich 7 cm, 0.25 und 1 cm auseinander liegende Querschnitte, von welchen Zwischenräumen der erste der Region der Eindrückung von oben angehört; der oberste Querschnitt konnte nur bis zum Hinterrande der Höhlung wirklich senkrecht zur Längsachse gelegt werden; von da geht er schief dorsalwärts, weswegen der Structur des hinteren Bündels nicht deutlich ist; jedoch erkennt man schon hier die Haupttheile, welche in den dorsalsten Querschnitten beschrieben werden; die Haupthöhle ist restaurirt; sie ist, soweit sie nicht zusammengedrückt war, mit Thon ausgefüllt.

Die folgenden Querschnitte zeigen eine Entfernung von etwa 1 cm. Während sich in dem grossen Zwischenraume von 7 cm die Lamellen der Haupthöhle durch Anlagerung von innen nur um etwas mehr als das Doppelte vermehrt und das Lumen der Höhlung verringert haben, findet nun in raschem Vorgange durch mediane Septenbildung eine Zweitheilung und von da aus ein rascher völlig Abschluss der Höhlung statt.

¹) In dieser Tafel sind von Fig. 7—10 im Gegensatz zu der Orientirung in den übrigen Tafeln die Durchschnitte durch die dorsalen Theile der Wirbelkörper zu unterst, die durch die ventralen zu oberst gestellt.



Tuschzeichnung von Keller, München.

Lichtdruck von Max Jaffé, Wien.