© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Über Form und Bau der Ammonitensepten und ihre Beziehungen zur Suturlinie.

Vortrag, gehalten zu Uelzen in der Frühjahrs-Hauptversammlung des Niedersächsischen geologischen Vereins am 19. April 1911 von **E. Pfaff** in Hildesheim.

Mit Tafel XI und 11 Figuren im Text.

Alle gebräuchlichen Untersuchungsmethoden zur Klassifikation der Ammoniten stützen sich der Hauptsache nach auf die Form der Skulptur, des Röhrenquerschnittes und der Lobenlinie, die Involution, Größe der Wohnkammer; dann besonders auf die Form der Embryonalkammern, die Entwicklung der Jugendstadien und der Lobenlinien. Es sind dies auf rein morphologischen Beobachtungsreihen aufgebaute Ergebnisse.

Über den Grund und die Gesetzmäßigkeit des eigenartigen Aufbaues der Cephalopodengehäuse, die Ursachen der eigenartigen Skulpturen, die Ursachen der verschiedenen Septenformen und Lobenausbildung sind bisher wenige oder gar keine eingehenden Untersuchungen angestellt, meistens nur Vermutungen ohne sichere Beweise angegeben worden. Es hat dies seinen Grund hauptsächlich darin, daß uns von den fossilen Cephalopoden nur die Gehäuse, von den Tieren dagegen nichts erhalten ist. Es kann sich daher jede Untersuchung auch nur auf diese uns erhaltenen Überreste stützen, doch ist bei allen bisherigen Untersuchungsmethoden auf die Festigkeitsverhältnisse derselben und ihre Widerstandsfähigkeit gegen den Wasserdruck keine Rücksicht genommen und doch sind es gerade diese, welche fast alle Eigenarten ihres Baues leicht erklären und begründen lassen.

Betrachten wir nun den allgemeinen Bau der Cephalopoden, welche Wohnkammern und durch Septen abgeteilte Luftkammern besitzen, so zeigt diese einfache Zweiteilung des Gehäuses schon eine absolute Abhängigkeit von dem auf die Luftkammern von allen Seiten auch von der Wohnkammerseite einwirkenden Wasser-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

druck. Das Tier lebte in der Wohnkammer im Wasser, während die durch die Septen abgeschlossenen Kammern mit Luft angefüllt waren. Das Schleppnetz der Challengerexpedition hat nun einen lebenden *Nautilus Pompilius* aus einer Tiefe von 300 Faden = 549 m zu Tage gefördert. Bei dieser Tiefe lastet auf dem gekammerten Teil des Gehäuses ein Druck von rund 55 Atm. = 55 kg pro qcm gedrückte Fläche.

Es könnte eingewandt werden, daß das Tier diesen äußeren Überdruck durch Einpressen von komprimierter Luft in die Luftkammern ganz oder zum Teil ausgleichen könnte. Dem widerspricht aber folgendes:

1. Hat man bei *Nautilus Pompilius* bisher kein Organ nachweisen können, welches nach Art einer Kompressionspumpe imstande wäre einen so großen atmosphärischen Überdruck in die Luftkammern hineinzupressen.

2. Zeigen die Beobachtungen des Sipho keinerlei Öffnungen, welche notwendig wären um eine derartige Luftzirkulation zu ermöglichen.

3. Eine einfachere und natürlichere Erklärung bietet sich dagegen dadurch, daß der Bau der Septen mathematisch genau diejenige Fläche zeigt, die geeignet ist, den Druck des Wassers auf die Röhrenwände zu übertragen.

4. Wären beim schnellen Aufsteigen des Tieres an die Oberfläche die dünnschaligen Ammoniten durch den inneren Atmosphärenüberdruck auseinandergesprengt worden, weil besonders diese Gehäuse in ihrer ganzen Bauart nur dem von Außen wirkenden Wasserdruck in geradezu idealer Weise und bis in die kleinsten Details hinein angepaßt sind.

Ich habe mich nun seit längerer Zeit damit beschäftigt, den Gehäusebau der gekammerten Cephalopoden auf dieser einfachen gegebenen Grundlage des äußeren Wasserüberdruckes, welcher auf die Luftkammern wirkt und diese einzudrücken bestrebt ist nach den Regeln und Gesetzen eingehend zu untersuchen, welche uns die Elastizitäts und Festigkeitslehre an die Hand gibt. Es lassen sich auf diesem Wege fast alle Erscheinungen der Skulptur, des Septen und Schalenbaues erklären und gesetzmäßig begründen.

Da die Behandlung der vielen ihrer Bauart nach sehr verschieden beanspruchten Gehäuse, besonders der paläozoischen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Nautiliden weit über den Rahmen eines solchen Vortrages hinausgeht und ich dieselbe in einer demnächst erscheinenden größeren Arbeit zu veröffentlichen beabsichtige, werde ich mich nur auf den Bau der Ammonitengehäuse und auch hier nur auf die Untersuchung der Septen und ihrer Anheftelinien der Suturlinien[1]) beschränken und nur soweit es zur Beweisführung nötig ist, den Septenbau des *Nautilus Pompilius* heranziehen.

Nach ihrer Bauart und Beanspruchung durch den Wasserdruck d. h. den in den Septen hervorgerufenen inneren Spannungen sind die Septen der Ammonoideen und Nautiliden

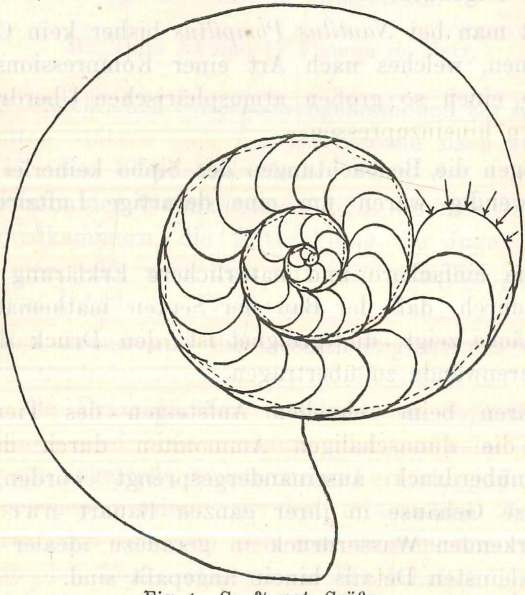


Fig. 1. Ca. 2/3 nat. Größe.

Schematischer Medianschnitt durch die Schale eines Ammoniten mit zentral gestützten Septen.

Die Septen bilden in der Ebene der korrespondierenden Loben eine dem Wasserdruck entgegengekrümmte Gewölbefläche, auf welche sich die Sättel stichkappenartig aufsetzen.

grundverschieden. Die Septen der ersteren sind nach der Wohnkammerseite zu gekrümmt (Fig. 1). Die Septen der Nautiliden nach der Luftkammerseite (Fig. 2). Die Ammonitensepten übertragen

[1]) Die Bedeutung der Skulptur für den Schalenbau und der Stellung der Septen zur Röhre soll ebenfalls in einer besonderen Arbeit behandelt werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

daher den Wasserdruck genau wie ein Gewölbe auf die Röhrenwände und werden nur auf Druck beansprucht, während die Nautilidensepten wie ein an allen Seiten befestigtes Tuch den Wasserdruck auf die Röhrenwände übertragen, die inneren im Septum hervorgerufenen Spannungen sind daher Zugspannungen.

Welche Bedeutung dieser fundamentale Unterschied für den Bau der Septen und Gehäuse hat, wird am besten ersichtlich aus dem Vergleich der Bruchbelastungen des Septenmaterials auf Zug und Druck.

Ich habe von dem Endseptum (das Endseptum von *Nautilus Pompilius* ist durchweg erheblich stärker als die übrigen) eines

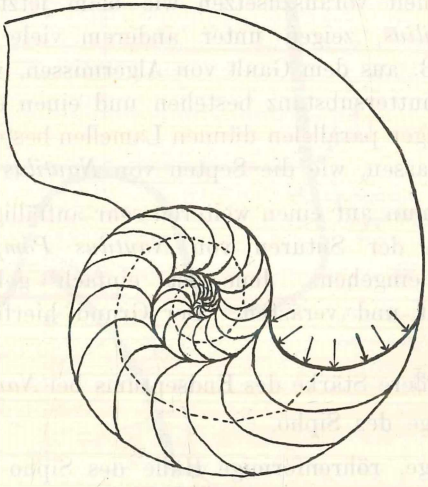


Fig. 2.

Schematischer Medianschnitt durch die Schale von *Nautilus Pompilius*.
Die Septen in der Richtung des Wasserdruckes durchgebogen.
Das Endseptum stets erheblich stärker als die vorhergehenden.

Nautilus Pompilius mehrere Probestücke herausgeschnitten und dieselben durch Zerreiß- bezw. Druckproben auf ihre Festigkeit gegen Zug und Druck untersucht. Es ergab sich bei jedesmaliger Belastung bis zum Bruch eine mittlere Zugfestigkeit in der Richtung Sipho-Externseite von kz = 2,92 kg/qmm als mittlere Druckfestigkeit quer zur Septalfläche kd = 18 kg/qmm, d. h. das Septenmaterial kann pro Flächeneinheit 6 mal so viel Druck aufnehmen als Zug ohne zerstört zu werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Daraus folgt aber, daß die Endsepten der Ammoniten, welche nur Druckspannungen bekommen, bei gleicher Wasserbelastung nur den 6. Teil so stark zu sein brauchen, wie die Septen der Nautiliden, welche auf Zug beansprucht werden, d. h. der Hauptgrund, daß die Ammoniten trotz ihrer teilweise papierdünnen Gehäuse und Septen ebenso große Meerestiefen aufsuchen konnten ohne eingedrückt zu werden, wie die wesentlich stärker gebauten Nautiliden ist eben der, daß ihre Septen gewölbeartig dem Wasser entgegengekrümmt sind und daher nur Druckspannungen erleiden, die Nautilidensepten dagegen Zugspannungen.

Daß wir berechtigt sind für die Ammoniten ein Septenmaterial von gleichen Eigenschaften und gleicher Festigkeit pro Querschnittseinheit vorauszusetzen wie beim jetzt noch lebenden *Nautilus Pompilius*, zeigen unter anderem viele wohl erhaltene Ammoniten z. B. aus dem Gault von Algermissen, welche aus ganz ähnlicher Perlmuttersubstanz bestehen und einen ebensolchen aus mehr oder weniger parallelen dünnen Lamellen bestehenden Septenbau erkennen lassen, wie die Septen von *Nautilus Pompilius*.

Ich muß nun auf einen weiteren sehr auffälligen Unterschied in der Gestalt der Suturen von *Nautilus Pompilius* und der Ammonoideen eingehen. Jene ist einfach gekrümmt, diese stark zerschlitzt und verästelt. Der Grund hierfür ist ein zweifacher:

1. die größere Stärke des Endseptums bei *Nautilus Pompilius*.
2. die Lage des Sipho.

Die kalkige, röhrenförmige Hülle des Sipho unterstützt bei *Nautilus Pompilius* das Endseptum gegen den Wasserdruck wie eine Säule. Auch bei sehr vielen anderen Nautiliden und den Jugendformen vieler Ammoniten ist der Sipho ein Flächen stützender Faktor.

Hierfür lassen sich folgende Beweise anführen:

1. der Sipho ist von Septum (Siphonaldute) zu Septum geradlinig,

2. fällt die Siphonaldute, d. h. der Unterstützungspunkt des Sipho, wie in Fig. 3 und 4 auf graphischem Wege nachgewiesen ist, genau mit dem Schwerpunkte der freitragenden Septalfläche zusammen. In diesem Schwerpunkte greift aber der Wasserdruck an, der auf dieser Fläche lastet, der Sipho wird dann auch nicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

exzentrisch beansprucht, es ist dies also der günstigste Unterstützungspunkt für ihn.

3. Legt man die durch die Zerreißproben erhaltenen Festigkeitszahlen zu Grunde, so kann man überschläglich unter Nicht-

Fig. 3.

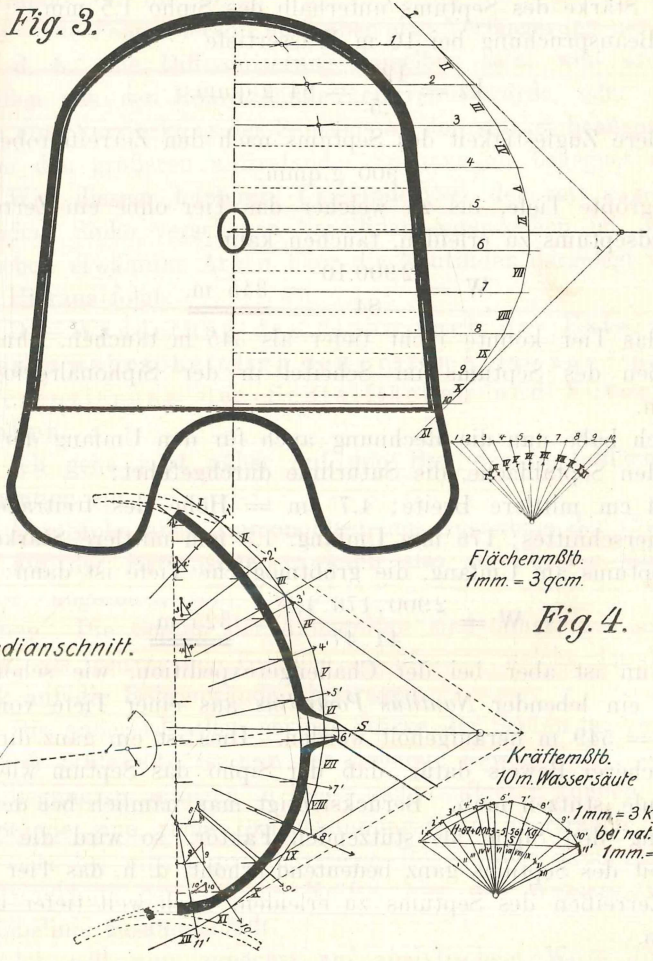


Fig. 4.

berücksichtigung des Sipho als stützenden Faktor die Wassertiefe berechnen, bei welcher ein sicheres Zerreißen des Endseptums eintreten würde. Die Ermittlung der im Septum auftretenden inneren Spannkräfte ist ebenfalls auf graphischem Wege in Fig. 4 ermittelt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Es ist

$$H = 67.0{,}083 = 5{,}561 \text{ kg} = 5561 \text{ g}$$

Mittlere Breite des Septums im Siphonalquerschnitt = 44 mm

$$H = \frac{5561}{44} = 126 \text{ g pro mm Septentiefe}$$

Stärke des Septums unterhalb des Sipho 1,5 mm, daher Beanspruchung bei 10 m Wassertiefe

$$kz = \frac{126}{1{,}5} = 84 \text{ g/qmm},$$

Mittlere Zugfestigkeit des Septums nach den Zerreißproben:

2900 g/qmm,

daher größte Tiefe, bis zu welcher das Tier ohne ein Zerreißen des Endseptums zu erleiden, tauchen kann:

$$W = \frac{2900.10}{84} = \underline{\underline{345 \text{ m}}},$$

d. h. das Tier könnte nicht tiefer als 345 m tauchen, ohne ein Aufreißen des Septums im Scheitel in der Siphonalregion zu erleiden.

Ich habe nun die Rechnung auch für den Umfang der freitragenden Septalfläche, die Suturlinie durchgeführt:

4,4 cm mittlere Breite; 4,7 cm = Höhe des freitragenden Querschnittes; 176 mm Umfang, 1,3 mm mittlere Stärke des Septums am Umfang, die größtmögliche Tiefe ist dann:

$$W = \frac{2900.176.1{,}3}{44.47} = \underline{\underline{325 \text{ m}}}.$$

Nun ist aber bei der Challengerexpedition, wie schon erwähnt, ein lebender *Nautilus Pompilius* aus einer Tiefe von 300 Faden = 549 m heraufgeholt worden. Dies ist ein ganz direkter und sicherer Beweis dafür, daß der Sipho das Septum wie eine Hohlsäule stützen muß. Berücksichtigt man nämlich bei der Berechnung den Sipho als stützenden Faktor, so wird die Tragfähigkeit des Septums ganz bedeutend erhöht, d. h. das Tier kann ohne Zerreißen des Septums zu erleiden, noch weit tiefer untertauchen.

4. Endlich weist die Form des Seilpolygons in Fig. 4 darauf hin, daß der Sipho das Septum stützt, weil die Resultierende der äußeren Wasserdruckkräfte mit der Achse der Siphonaldute zusammenfällt.

Bei fast allen Nautiliden mit einfacher Suturlinie und dem *Nautilus Pompilius* ähnlicher Bauart liegt nun der Sipho direkt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in oder dicht neben dem Schwerpunkt der freitragenden Wasser gedrückten Fläche. Das Gleiche gilt von einer größeren Zahl Ammoniten im Jugendstadium. Wandert nun der Sipho nach der Externseite, so wird der ganze Wasserdruck in der Suturlinie auf die Röhrenwände übertragen, während vorher ein großer Teil vom Sipho auf die weiter rückwärts liegenden Septen verteilt wurde. Die Folge hiervon muß aber eine Verlängerung der Suturlinie, d. h. eine Differenzierung derselben sein, weil sonst ein Abreißen von den Röhrenwänden eintreten würde, oder es muß durch eine Verstärkung des Septums an den stärkst beanspruchten Stellen den größeren auftretenden Spannungen begegnet werden.

Wie diesem letzteren Umstande bei den mit exzentrisch liegendem Sipho versehenen Nautiliden entsprochen ist, wird in der schon erwähnten Arbeit über die Nautiliden dargelegt werden.

Hieraus folgt:

Die Wanderung des Sipho nach der Externseite hat sehr wahrscheinlich den ersten Anlaß zur stärkeren Differenzierung der Septalflächen und Suturlinien gegeben.

Ich gehe jetzt näher auf den Bau der Septalflächen der Ammoniten ein.

Der Sipho aller Ammonoideen mit Ausnahme der Clymenien liegt auf der Externseite, er kann also als Flächen stützender Faktor, abgesehen vom Jugendstadium, hier nicht in Betracht kommen. Die Septen der Ammoniten sind daher, wie schon erwähnt, als freitragende Gewölbe aufzufassen, welche den Wasserdruck auf die Röhrenwände übertragen.

Die außerordentlich geringe Stärke der Septen im Verhältnis zu ihrer Stützweite ist nun der sicherste Beweis dafür, daß Zug und Biegungsspannungen in ihnen nicht auftreten können, sie nur im Stande sind reine Druckspannungen zu übertragen. Dieser Fall tritt bei einem gewölbeartigen Bogen aber dann ein, wenn die Drucklinie der äußeren Kräfte, hier des Wassers, mit der Gewölbelinie zusammenfällt.

Ich will nun zunächst auf analytischem Wege die Form berechnen, welche ein dünnes Septum unter dem Einfluß des Wasserdruckes annehmen muß, wenn die Stützlinie mit der Septenachse zusammenfallen soll.

Der Wasserdruck wirkt als gleichmäßig verteilte Last auf alle Flächenelemente des Septums. Da die Höhe h zwischen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Scheitel und Suturlinie im Verhältnis zur Höhe der darüberstehenden Wassersäule verschwindend klein ist, ist er außerdem für je eine bestimmte Lage des Tieres unter Wasser für alle Flächenelemente konstant. Es sei nun in Fig. 5 die durch die Punkte $K_2 S K_1$ gehende Linie die zu bestimmende Kurve und der Linienzug A B O das zugehörige Kräftepolygon. Da hier nur die

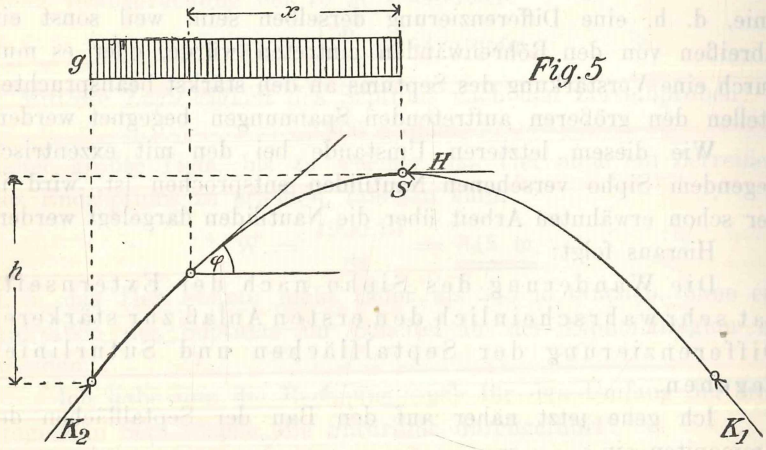
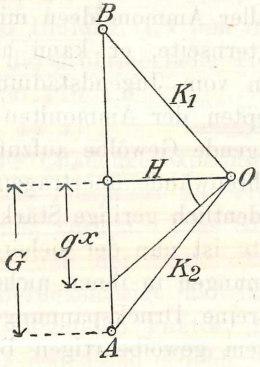


Fig. 5



Scheitelregion der Kurve untersucht wird und für diese die Druckrichtungen der Partialflächendrücke wenig von einander abweichen, sind diese der Einfachheit wegen als Parallelkräfte aufgefaßt.

Unter Berücksichtigung der Figur 5 ist nun für einen beliebigen Punkt C der Kurve aus dem Kräftepolygon

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{gx}{H}$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

andererseits ist:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{dy}{dx} \text{ also:}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{gx}{H} \text{ worin H den Horizontal-}$$

schub im Scheitel bedeutet.

Durch Integration erhält man endlich hieraus:

$$y = \frac{gx^2}{2H} + C, \text{ worin C Integrations-}$$

konstante ist und = 0 wird.

Dieser Ausdruck ist aber die Gleichung einer parabolischen Kettenlinie, d. h. die Form, welche eine dünne, elastische, gewölbeartig gebogene Fläche in ihrem Scheitelteil unter dem Wasserdruck annehmen muß, ist eine parabolische Kettenlinie.

In überraschender Übereinstimmung mit dem Ergebnis dieser mathematischen Betrachtung stehen nun meine Untersuchungen zahlreicher Septenflächen der verschiedensten Familien angehörenden Ammoniten. Zwei derselben, die aus dem mittleren Gault und aus den Coronatenschichten stammen, sind in Fig. 6 und 7 dargestellt. Diese und viele andere von mir untersuchte Septen zeigen bis zu einem Grenzpunkte, an welchem die Lobenzerteilung beginnt, und den ich den **charakteristischen Punkt** (Punkt C) nennen möchte, eine mathematisch genaue Parabelfläche von gleichen Abmessungen. Die Schnitte in Fig. 6 und 7 sind in der Richtung des 1. Lateralloblus geführt. Vom charakteristischen Punkte bis zur äußersten Lobenspitze ist die Kurve, wie die graphische Untersuchung zeigt, eine Seillinie, deren Form von der Druckfläche des jeweiligen Lobengrates, d. h. von der Art der Lobenzerschlitzung abhängig ist.

Die kleinen Seitengewölbe der Sättel sind genau nach demselben Gesetz gebaut und stellen kleine Partialgewölbe oder Stichkappen mit schlank ausgerundeten Graten dar.

Auf Tafel XI sind drei präparierte Septen von Ammoniten verschiedenster Querschnitte und Familien dargestellt,[1]) in welchen diese Schnitte durch Linien C—C angedeutet sind. Sieht man bei den hochmündigen Formen über die Septalfläche in der Richtung von der Intern- nach der Externseite, bei den flach-

[1]) Die Photographieen zu denselben hat mir in liebenswürdigster Weise Herr Dr. Schrammen hergestellt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

mündigen senkrecht dazu, so kann man die Parabelform dieser Schnitte in der Scheitelregion sofort erkennen. Die eingetragenen Kurven, Tafel XI, Fig. II und IIIa, sind die idealen Durchdringungskurven der partialen Seitengewölbe mit den Hauptgewölben.

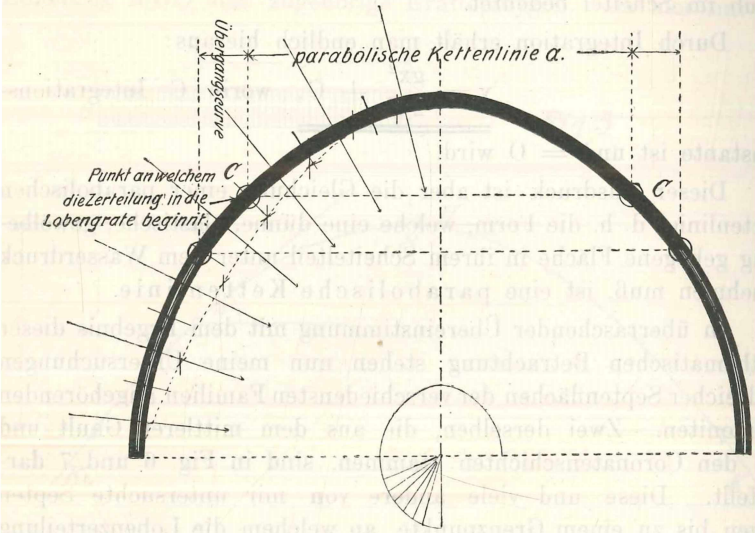


Fig. 6.

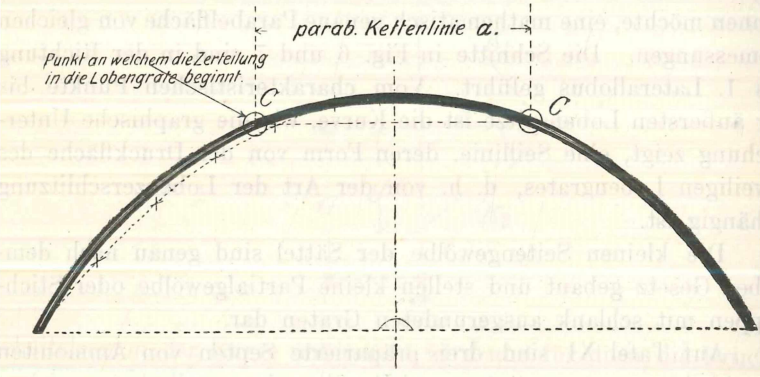


Fig. 7.

Fig. 6 und 7: Schnitte in der mit a bezeichneten Richtung des ersten Laterallobus der Figuren 9 und 8.

Die Septalflächen sämtlicher Ammonoideen sind nun nach denselben Grundsätzen gebaut und es folgt hieraus das für den Septenbau aller Ammonoideen giltige Grundgesetz:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

„Die Septen aller Ammonoideen sind mathematisch genau nach der Wasserdrucklinie in der Scheitelregion nach einer parabolisch gekrümmten Kettenlinie geformte Gewölbeflächen, welche den auf das jeweilige Endseptum wirkenden Wasserdruck in der Suturlinie auf die Röhrenwandungen übertragen."

Die Stützrichtung der Hauptgewölbe liegt fast durchweg in der Richtung der geringsten Breite des Querschnittes.

Nach der Stützrichtung der Hauptgewölbeflächen kann man nun zwei Hauptgruppen von Ammonitensepten unterscheiden:

1. Lateral gestützte Fig. 8 u. 9.
2. Zentral gestützte Fig. 10 u. 11.

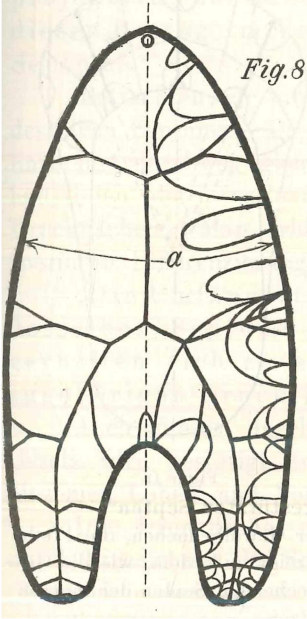


Fig. 8

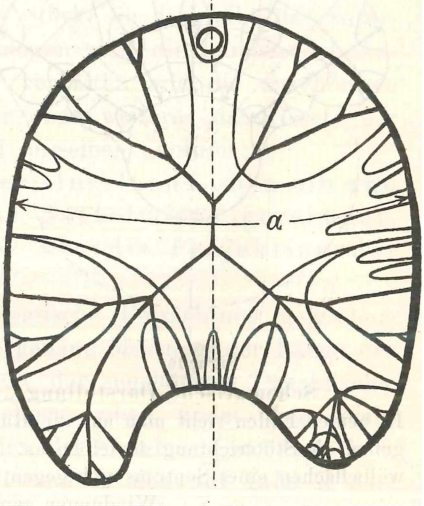


Fig. 9.

Schematische Darstellung „lateral gestützter Septen".
a = Druckfläche des ersten Laterallobus.

Zu ersteren gehören fast alle hochmündigen, zu letzteren fast alle flachmündigen Formen mit wenigen Ausnahmen.

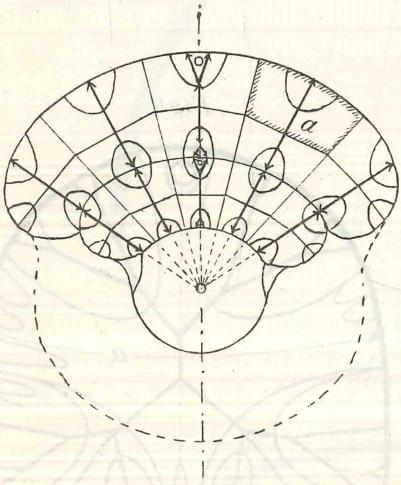
Zwischen den beiden ihrer Stützrichtung nach grundverschiedenen Gruppen gibt es eine größere Anzahl von Übergängen.

Im folgenden letzten Abschnitt werde ich nun auf denselben Grundlagen fußend einige allgemeine Gesetze über die Lobendifferenzierung entwickeln.

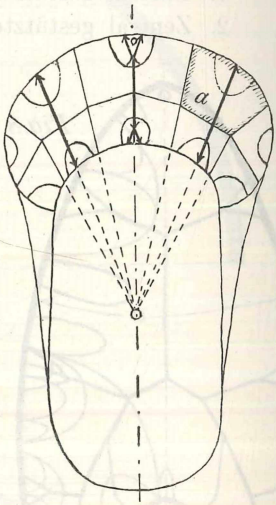
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Aus der Mathematik ist bekannt, daß die Umfänge ebener Figuren im einfachen Verhältnis der Abmessungen, die Flächen dagegen im Quadrate der Abmessungen wachsen.

Die Projektionen der Septalflächen ohne Lobenzerschlitzung nehmen also beim Wachsen des Tieres im Quadrat, die Umfänge dagegen, wenn sie nicht zerschlitzt sind, im einfachen Verhältnis der Abmessungen zu. Nun wächst aber der Wasserdruck auf das Endseptum im gleichen Verhältnis wie die Projektion der Fläche desselben, d. h. im Quadrat der Abmessungen. Wird also z. B. das Septum eines Ammoniten beim Wachsen des Tieres 5 mal so



Figur 10.



Figur 11.

Schematische Darstellung „zentral gestützter Septen".
In beiden Fällen sieht man auf die Rückseite der Gewölbeflächen, die Pfeile geben die Stützrichtung derselben an. Figur 10 zeigt außerdem, wie die Gewölbeflächen eines Septums sich gegen die entsprechenden Septen der inneren Windungen zentral abstützen.
a = Druckfläche des ersten Laterallobus.

groß als das erste, so wächst der Druck um das 25 fache, während der Umfang ohne Lobenzerschlitzung nur 5 mal so groß wie der des ersten wird. Es würde also wenn das erste Septum eben gerade noch den Festigkeitsbedingungen genügte, das zweite in den Abmessungen 5 mal größere, wenn keine Verlängerung des Umfanges d. h. der Suturlinie eintritt unfehlbar von der Röhrenwand abreißen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Dieses Abreißen von den Röhrenwänden kann nun auf dreifache Art vermieden werden.

1. Durch Vergrößerung der Septenstärke d. h. Vergrößerung der Anheftefläche.

2. Durch Verlängerung des Umfanges also Zerschlitzung der Anheftelinie des Septums d. h. Differenzierung der Suturlinie.

3. Durch beide zugleich.

Es folgt hieraus ohne weiteres das allgemeine Gesetz der Lobendifferenzierung.

„Die Länge der Suturlinie wächst bei gleichbleibender Stärke der Septen in der Suturregion mit dem Quadrat der Abmessungen der Septalflächenprojektion, bei zunehmender Stärke vermindert sich dieser Betrag im Verhältnis der Stärkezunahme des Septums."

Betrachten wir nun die Längen der einzelnen Loben ein und desselben Septums. Da hier die Stärke in der Nähe der Suturlinie fast durchweg gleich ist, müssen sich die Längen der Anheftelinien der einzelnen Loben verhalten wie die zugehörigen Druckflächen. Man erhält daher ohne weiteres das Gesetz der speziellen Differenzierung ein und desselben Septums:

„Die Umfangslängen der einzelnen Loben ein und desselben Septums bis zur Sattelmitte gerechnet, verhalten sich zu einander wie die Projektion der zugehörigen Druckflächen."

Auch dieses durch mathematische Betrachtung gefundene Gesetz wird bestätigt durch die genaue Messung der Länge der einzelnen Loben und Vergleich mit der zugehörigen Druckfläche.

Die Druckfläche der einzelnen Loben findet man leicht durch Einzeichnen der Scheitellinien der einzelnen Gewölbeflächen. (Sie sind in den Fig. 8, 9, 10, 11 und in den auf Tafel X dargestellten Septenpräparaten mit schwarzen geraden Linien umgrenzt.

Hieraus lassen sich nun mehrere bisher nicht genügend erklärte Erscheinungen einfach deuten:

1. Da die Druckfläche des 1. Laterallobus bei den hochmündigen Formen fast durchweg die größte ist, so muß hier die Differenzierung am stärksten sein.

2. Da nun ferner in der Richtung der stützenden Hauptgewölbe auch der Hauptdruck übertragen wird und die Hauptgewölbe in der Regel die kleinere Breite des Querschnittes über-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

spannen, so muß die stärkste Differenzierung an den jedesmaligen 2 größeren der vier Seiten eines Querschnittes eintreten, d. h. bei den hochmündigen Formen an den beiden Breitseiten, bei den flachmündigen an der Extern- und Internseite. Es ist dies eine Tatsache, die längst bekannt, aber noch nicht erklärt war.

3. Da beim Wachsen des Tieres die Septalflächen nach der Externseite relativ am meisten an Fläche zunehmen, muß die Differenzierung an der Externseite beginnen und nach der Internseite fortschreiten und am Hauptlobus am stärksten sein; eine Erscheinung, die ebenfalls längst durch Beobachtung festgestellt, aber noch nicht erklärt war.

Auch die Form der Loben aufgerollter und gestreckter Ammoniten werden durch die vorstehenden Gesetze leicht verständlich. Z. B. sind bei vielen Baculiten die einzelnen Loben fast gleich lang, ändern sich wenig und ziemlich gleichmäßig. Es hat dies seinen Grund in der fast ganz gleichbleibenden Größe der einzelnen Druckflächen und der geringen Zunahme der Septalflächen.

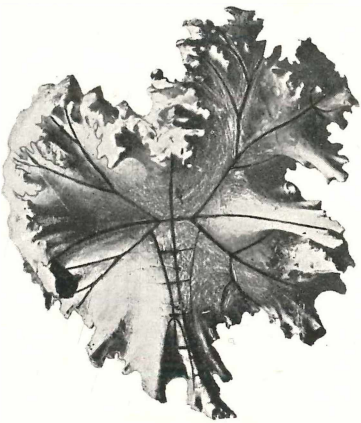
Aus allen vorhergehenden Betrachtungen folgt nun, daß die Gestalt der Septen und ihrer Suturlinien absolut abhängig ist von der Form des Querschnittes, der Verringerung oder Vergrößerung der Involution und der Stärke des Endseptums. Es ist daher von großer Wichtigkeit bei der Artenbeschreibung diese Momente eingehend zu berücksichtigen.

Setzt man gleichmäßige Größenzunahme auch bei Verringerung der Involution voraus, so müssen die vorher gegen die inneren Windungen abgestützten Wasserdruckflächen von dem Internlobus und den Nahtloben aufgenommen werden. Es hat dies eine Vergrößerung dieser Lobendruckflächen und bei vorher hochmündigen Exemplaren eine Verbreiterung meist des unteren Teiles des Querschnittes zur Folge. Dies kann zu einer völligen Umgestaltung der Septalflächen und Suturlinie führen.

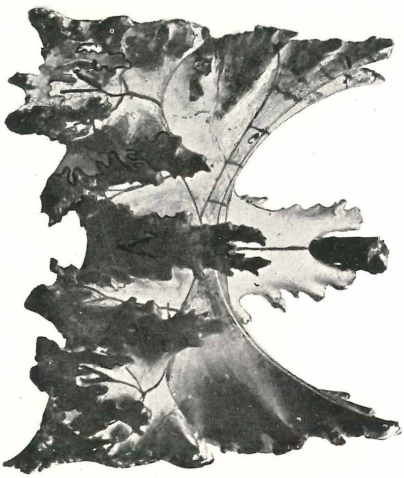
Die gesamten vorliegenden Untersuchungen beweisen, daß die Septen und ihre Suturlinien geradezu ideal schöne Beispiele für die Anpassung an die gegebenen äußeren Verhältnisse, hier den Wasserdruck sind, deren Einzelheiten und Änderungen sich mit absoluter mathematischer Genauigkeit nachweisen lassen.

Bemerkung. Der Flächenmaßstab in Fig. 3 und der Kräftemaßstab in Fig. 4 ist durch die Verkleinerung der Originalskizzen ebenfalls entsprechend verkleinert anzunehmen ca. 1 : ½.

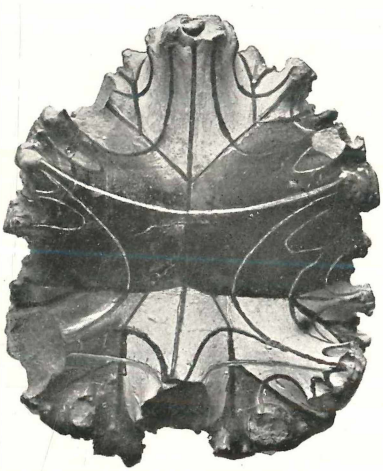
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



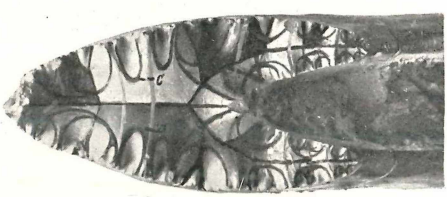
1a.



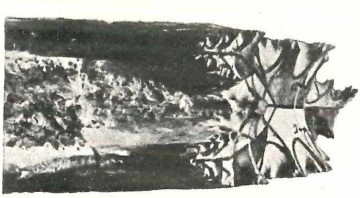
1b.



2.



3a.



3b.

Fig. 1a u. 1b. Septum eines Ammoniten aus der Zone des *Hoplites tardefurcatus*, Immensen, 1/2 bezw. 5/9 nat. Größe. Fig. 2. Septum eines *Crioceras* aus der Zone des *Crioceras capricornu*, nat. Größe, Moorberg bei Sarstedt. Fig. 3a und 3b. Septum einer *Dorsetensia* aus den Coronaten-Schichten von Gerzen, 4/5 nat. Größe.

Die Originale befinden sich in der Sammlung des Verfassers.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Erklärung zu Tafel XI.

Fig. 1a u. 1b zeigt nur die Belastungsscheiden der einzelnen Lobendruckflächen, in Fig. 2, 3a u. 3b sind außer den Belastungsscheiden auch noch die Durchdringungskurven der zu den einzelnen Loben gehörigen Partial- und Hauptgewölbeflächen eingezeichnet.

Fig. 1a, 2 u. 3a zeigen die durch die Belastungsscheiden umgrenzten Druckflächen der einzelnen Loben.

Fig. 1b u. 3b zeigen in der Richtung des 1 Laterallobus C—C sehr deutlich die parabolische Form der Septalfläche.

In Fig. 1a, 1b, 3a u. 3b bedeuten „C" die charakteristischen Punkte für die Hauptgewölbefläche.

Fig. 1a links zeigt eine Anzahl von der Medianebene bis zur Lobenspitze immer schmaler werdender Trapeze. Zeichnet man die diesen Drucktrapezen entsprechende Seilkurve (mit Hilfe des Kräfte- und Seilpolygons) indem man die Trapezflächen als Kräfte auffaßt, so erhält man genau die Kurve, nach welcher der Hauptgrat des 1 Laterallobus gekrümmt ist. (Fig. 1b links.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover

Jahr/Year: 1909-1911

Band/Volume: 60-61

Autor(en)/Author(s): Pfaff E.

Artikel/Article: Über Form und Bau der Ammonitensepten und ihre Beziehungen zur Suturlinie 2208-2223