



# Ammoniten

# **Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde**

**Serie C (Allgemeinverständliche Aufsätze)**

**Heft 4, 1975**

**Herausgegeben vom Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart und  
der Gesellschaft der Freunde und Mitarbeiter des Staatlichen Museums für  
Naturkunde in Stuttgart e. V.**

**Schriftleitung: Hauptkonservator Dr. Horst Janus  
Schloß Rosenstein  
7000 Stuttgart**

**Das Umschlagbild stellt einen *Kosmoceras* aus dem Braunjura zeta von  
Lautlingen dar (2,4fach vergr.)**

**Foto: H. LUMPE.**

**Dieses Heft wurde gedruckt mit Unterstützung folgender Firmen:  
Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart  
Papierfabrik Scheufelen, Oberlenningen  
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart**

**Druck: A. Oelschlägersche Buchdruckerei GmbH, Calw**

## **Inhalt**

**BERNHARD ZIEGLER**

**Über Ammoniten des Schwäbischen Juras**

**GERHARD DIETL**

**Die entrollten Ammoniten des Schwäbischen Juras**

# Über Ammoniten des Schwäbischen Juras

VON BERNHARD ZIEGLER

Mit 22 Abbildungen und 5 Tafeln

## Einleitung

Die Schwäbische Alb zwischen dem Hochrhein bei Schaffhausen und dem Nördlinger Ries samt ihrem Vorland hat bei Sammlern und Wissenschaftlern einen guten Namen. Sie war schon in der Pionierzeit der erdgeschichtlichen Forschung eines der für den Fortschritt der Erkenntnis wichtigsten Gebiete. Dazu haben allerdings nicht nur die Wissenschaftler beigetragen. Einen ganz erheblichen Anteil daran haben auch die vielen, teils prominenten, teils namenlosen Sammler, die dafür sorgten, daß das für die Forschung unerlässliche Material bereitgestellt wurde. Auffangbecken ihres Sammelleifers waren vor allem die beiden staatlichen Sammlungen in Stuttgart und Tübingen, doch spielen daneben auch andere öffentliche und private Sammlungen eine große Rolle.

In ihren Beständen nehmen — neben anderen Fossilgruppen — die Ammoniten großen Raum ein. Dafür sind im wesentlichen drei Gründe verantwortlich. Die Ammoniten gehören im Gebiet der Schwäbischen Alb und ihres Vorlandes zu den häufigeren Fossilien. Sie sind wegen ihrer Formenvielfalt begehrte Sammelobjekte. Außerdem sind sie für die Datierung der Gesteinsfolgen und damit für die Erdgeschichte wichtig.

Die Ammoniten kommen in der Gegenwart nicht mehr vor. Sie sind am Ende der Kreidezeit — also vor etwa 70 Millionen Jahren — ausgestorben, ohne Nachkommen zu hinterlassen. Was man von ihnen kennt, sind fast nur ihre Gehäuse. Der Bau der Weichteile ist in vielen Punkten bis heute ungeklärt. Gewisse, sich allerdings zum Teil widersprechende, Hinweise gibt der Vergleich mit heute lebenden, entfernten Verwandten. Diese sind einerseits das „Perlboot“ *Nautilus* aus den südostasiatischen Meeren, andererseits die Schar der Tintenfische. Nur ganz selten sind außer der Schale eines Ammoniten weitere Strukturen überliefert, die streiflichtartig einige anatomische Details enthüllen. Das meiste über den Bau der Ammoniten bleibt jedoch ungewiss oder umstritten. Trotzdem sind sie hervorragende Leitfossilien, auf denen die erdgeschichtliche Gliederung der Jurazeit — und teilweise auch der Kreidezeit — beruht. Sie verdanken dies vor allem vier Umständen. Sie sind verhältnismäßig häufig. Ihre Arten sind in den meisten Fällen ziemlich gut kenntlich. Ihre Arten hatten sich in der Erdgeschichte rasch umgebildet, weshalb sie im allgemeinen nur in geringmächtigen Schichtpaketen vorkommen. Und schließlich sind sie meist recht weitflächig verbreitet und kommen so in gleichaltrigen Ablagerungen auch aus verschiedenen Gebieten vor.

## Die Ammoniten als Leitfossilien des Juras

### Der geologische Aufbau Südwestdeutschlands

(Abb. 1)

Ehe einige der bezeichnendsten Leitammoniten aus dem Bereich der Schwäbischen Alb und ihres Vorlandes vorgestellt werden können, soll kurz der geologische Bau Südwestdeutschlands skizziert werden.

Die ältesten Gesteine in unserem Raum stehen im Schwarzwald und Odenwald an. Sie sind während einer Gebirgsbildung gegen Ende des Erdaltertums — vor etwa 300 Millionen Jahren — teils überprägt worden, teils aus der Tiefe der Erdkruste emporgedrungen. Sie liegen heute größtenteils als Gneise, Granite und Porphyre vor.

Nach der Einebnung dieses Gebirges lagerten sich — zeitweise in festländischen Becken, zeitweise in einem flachen Meer — die Gesteine der Triaszeit ab. Sie entstanden vor etwa 220 bis 190 Millionen Jahren. Sie bauen heute als „Buntsandstein“ die Ostflanken von Schwarzwald und Odenwald auf. Als „Muschelkalk“ bilden sie die Gäuflächen von der Baar bis in das Bauland, den Taubergund und nach Hohenlohe. Als Keuper sind sie der Untergrund der Waldgebiete des Kleinen Heubergs, des Rammerts und Schönbuschs, des Glemswaldes, des Schwäbischen Waldes und des Steigerwaldes.

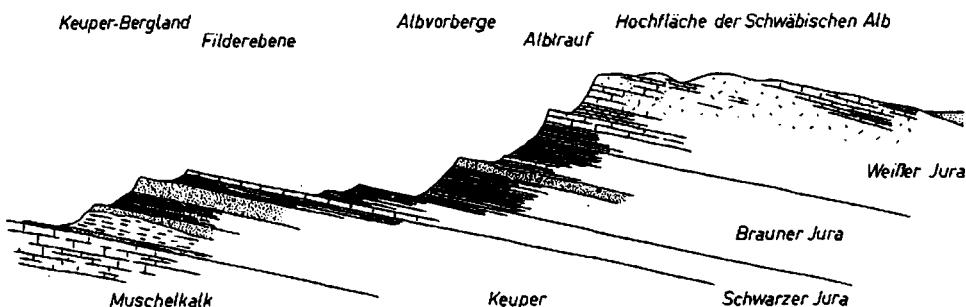


Abb. 1. Schematischer Schnitt (überhöht) durch die Schwäbische Alb und ihr Vorland. Nach G. WAGNER (vereinfacht).

Nach dem Ende der Triaszeit vor etwa 190 Millionen Jahren überflutete das Jura-meer den größten Teil Süddeutschlands. Seine ältesten Ablagerungen stehen auf den Flächen im Vorland der Schwäbischen und Fränkischen Alb an, die nach Nordwesten bis in die Gegend von Trossingen, Rosenfeld, Tübingen, Stuttgart, Welzheim und Ellwangen reichen. Es sind überwiegend dunkle, graue oder grauschwarze Tone, Schiefer, Mergel oder Kalke. Man nennt sie deshalb auch den Schwarzen Jura. Darauf — also später abgelagert — folgt der Braune Jura, der seinen Namen nach der vorherrschenden Farbe seiner Mergel, Sandsteine und Oolithe trägt. Er baut die bewaldeten Berge entlang dem Fuße der Alb auf. Die jüngsten und damit höchsten Ablagerungen der Jura-zeit in unserem Lande sind die hellen Kalke und Mergel des sogenannten Weißen Juras, welche die Alb selbst bilden.

Gegen Ende der Jurazeit — vor etwa 140 Millionen Jahren — zog sich das Meer aus Südwestdeutschland zurück. Die nachfolgende Kreidezeit hinterließ keine Dokumente. Erst im Tertiär entstanden seit vor etwa 25 Millionen Jahren erneut Ablagerungen. Sie sind teilweise der Abtragungsschutt des im älteren Tertiär entstandenen Alpengebirges. Teilweise sind sie die Bildungen eines flachen Meeres. Den vorläufigen Abschluß der Schichtenfolge stellen die eiszeitlichen Moränen im Vorland der Alpen dar.

Die Schichten des Juras sind in Südwestdeutschland durchschnittlich etwa 800 Meter mächtig. Nach Besonderheiten des Gesteins, die oft über eine erstaunlich weite Fläche zu verfolgen sind, kann man sie bis ins einzelne untergliedern. Der Altmeister der schwäbischen Jura-Geologie, der Tübinger Professor Friedrich August Quenstedt, erarbeitete in seinem 1843 erschienenen Werk „Das Flözgebirge Württembergs“ ein Schema, das bis heute Gültigkeit hat. Schwarzen, Brauen und Weißen Jura unterteilte er in jeweils sechs Schichtgruppen, die er mit den griechischen Buchstaben  $\alpha$  (alpha),  $\beta$  (beta),  $\gamma$  (gamma),  $\delta$  (delta),  $\epsilon$  (epsilon) und  $\zeta$  (zeta) belegte. Bei seinen Studien fand er außerdem, daß diese Schichtgruppen nicht nur durch Eigentümlichkeiten des Gesteins, sondern auch durch ganz bestimmte Leitfossilien gekennzeichnet sind.

### Leitammoniten des Schwarzen Juras

Die Ammoniten des Schwarzen Juras sind überwiegend Formen mit verhältnismäßig einfacher Skulptur. Im unteren und mittleren Schwarzen Jura herrschen Typen mit einfachen, ungegabelten, meist geraden Rippen vor. Recht unterschiedlich ist allerdings die Peripherie des Gehäuses gestaltet. Bald ist eine Furche in der Mittellinie vorhanden (z. B. bei *Schlotheimia*), bald trägt die Mittellinie einen Kiel, neben dem seitliche Furchen verlaufen (z. B. Sammelgattung *Arietites*), bald ist der Kiel durch quer verlaufende Rippen zopfartig gekerbt (z. B. bei *Amaltheus*). Zeitweise sind auch Formen häufig, die statt der Rippen — oder zusätzlich zu den Rippen — Knoten tragen (z. B. *Acanthopleuroceras*).

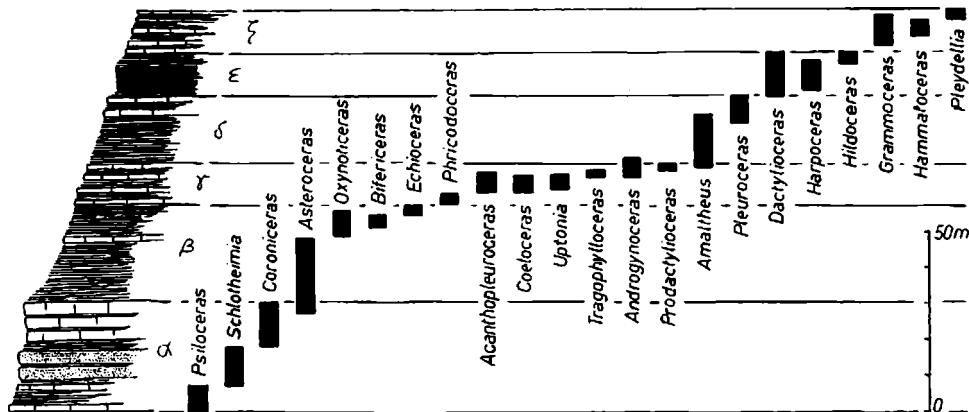


Abb. 2. Schematisches Profil des Schwarzen Juras in Württemberg und Verbreitung einiger leitender Ammoniten-Gattungen.

Ab dem höheren Schwarzen Jura werden die — schon vorher vereinzelt vorkommenden — Formen häufiger, deren Rippen gegabelt sind (z. B. *Dactylioceras*). Zugleich tritt eine Gruppe von Ammoniten auf, deren Kennzeichen sichelförmig geschwungene Rippen und ein Kiel in der Mittellinie des Gehäuses sind (z. B. *Harpoceras*, *Grammoceras*). Im obersten Schwarzen Jura entwickeln sie Typen, bei denen die Rippen gebündelt sind und die Bündelungsstelle knotenartig angeschwollen ist (z. B. *Hammatooceras*).

Welche Ammoniten im einzelnen als Leitfossilien verwendet werden, zeigt Abb. 2. Auffallend an den Leitammoniten des Schwarzen Juras ist, daß sie in der Regel nur sehr geringmächtige Schichtpakete kennzeichnen. Sie treten oft recht unvermittelt auf und verschwinden dann ebenso plötzlich.

## Leitammoniten des Braunen Juras

Im unteren Braünen Jura herrschen Ammoniten vor, bei denen die sichelförmig geschwungenen Rippen gegabelt sind (z. B. *Ludwigia*). Sichelripper kommen auch noch höher vor (z. B. *Oppelia*, *Hecticoceras*). Sie treten jedoch im mittleren Braünen Jura zurück gegenüber Typen mit verhältnismäßig dickem Gehäuse und mit geraden, tief gegabelten Rippen (z. B. *Stephanoceras*, *Teloceras*). Gegen Ende des mittleren Braünen Juras erscheinen Ammoniten mit schlanken Gehäusen und hoch gegabelten

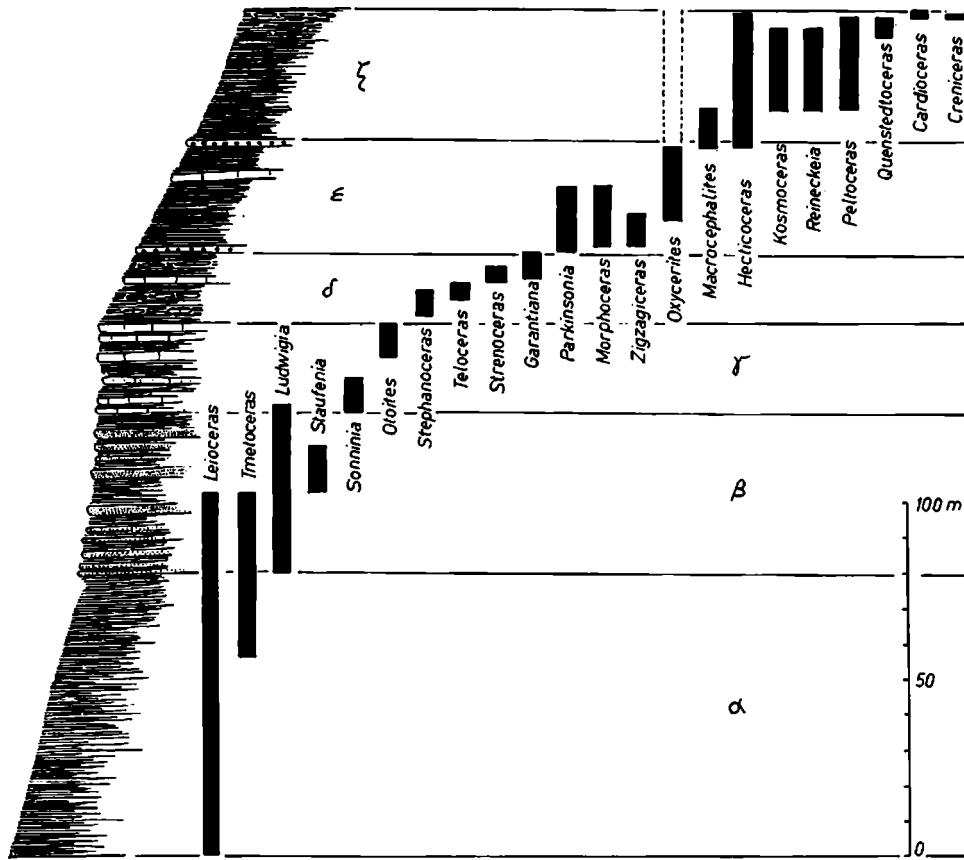


Abb. 3. Schematisches Profil des Braünen Juras im Vorland der Schwäbischen Alb und Verbreitung einiger leitender Ammoniten-Gattungen.

Rippen (z. B. *Parkinsonia*). Im oberen Braünen Jura gibt es dann eine Fülle von Formen, deren Skulptur sehr kompliziert ist. Es treten knotengeschnückte Gehäuse auf (z. B. *Kosmoceras*, *Reineckeia*). Auch Zopfkiele kommen erneut vor (*Cardioceras*).

Die Leitfossilien der einzelnen Schichtgruppen sind in Abb. 3 angegeben. Im Auftreten und Verschwinden ähneln die Ammoniten des Braünen Juras sehr denen des Schwarzen Juras.

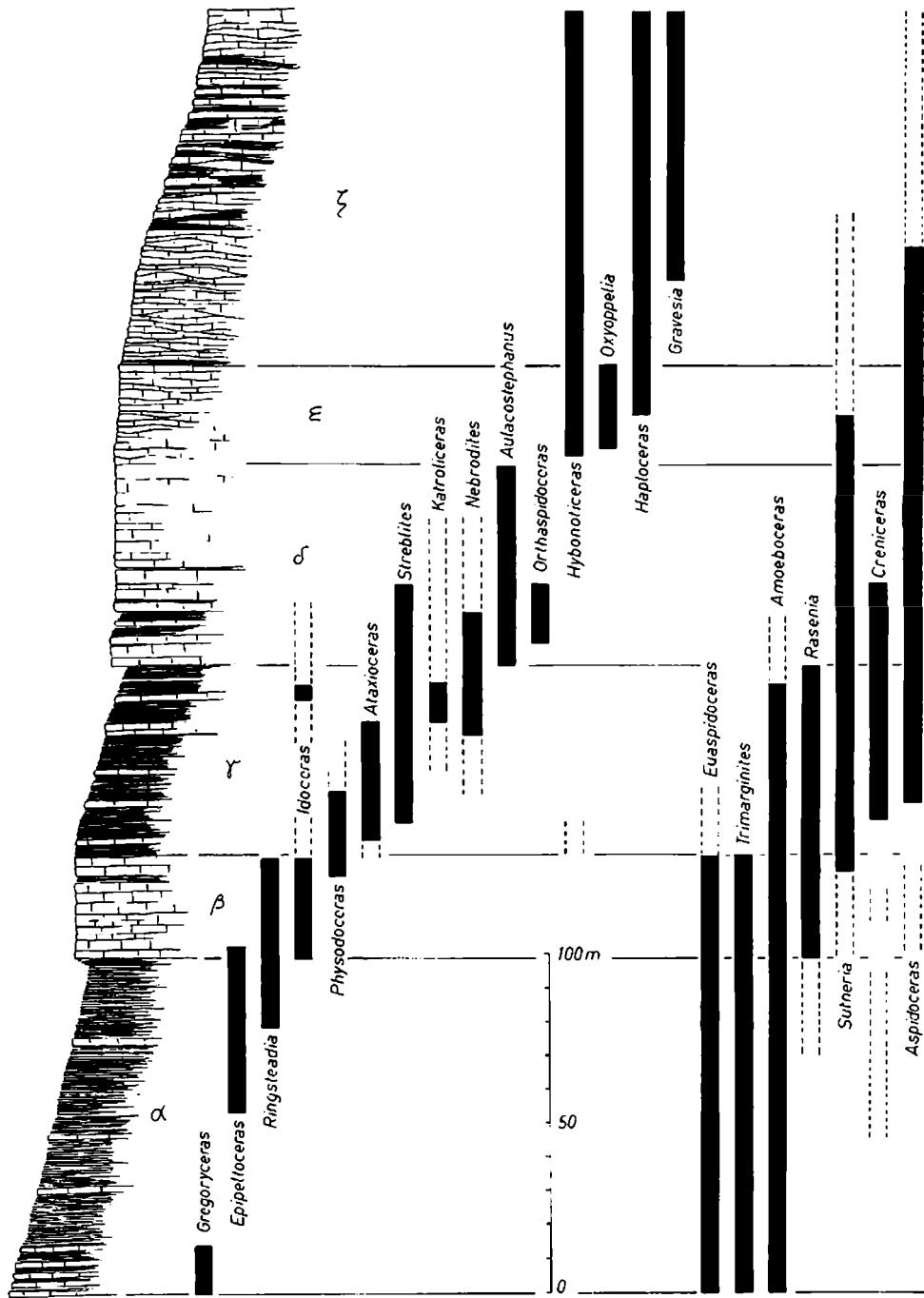


Abb. 4. Schematisches Profil des Weißen Juras der Schwäbischen Alb und Verbreitung einiger leitender Ammoniten-Gattungen.

## Leitammoniten des Weißen Juras

Der Weiße Jura wird — abgesehen von den Nachkommen (*Amoeboceras*) der braunjurassischen Zopfkieler — von drei großen Ammonitengruppen gekennzeichnet. Es sind dies die Sichelripper (z. B. *Taramelliceras*), ferner schlanke Gehäuse mit gegabelten Rippen, die man Perisphinctiden nennt — der Name kommt aus dem Griechischen und bedeutet „ringsum eingeschnürt“ — (z. B. *Orthosphinctes*), sowie dicke Formen mit Knotenskulptur (z. B. *Aspidoceras*). Die leitenden Ammoniten des oberen Juras gehören überwiegend zu Seitenzweigen der großen Gruppe der Perisphinctiden (z. B. *Idoceras*, *Ataxioceras*, *Aulacostephanus*).

Das Vorkommen der Leitammoniten des Weißen Juras ist in Abb. 4 dargestellt. Im Gegensatz zu den Verhältnissen im Schwarzen und Braunen Jura kommen die leitenden Ammoniten des Weißen Juras oft in mächtigen Schichtpaketen vor. In vielen Fällen heben sie sich aus ähnlichen Vorläufern und Nachkommen nur unscharf heraus.

### Der Bau der Ammoniten

#### Das Gehäuse

Die große Mehrzahl aller Ammoniten besitzt ein Gehäuse, das in der Ebene aufgerollt ist. Meistens kann man — guten Erhaltungszustand vorausgesetzt — etwa fünf bis acht Windungen erkennen. Höhe und Breite der Windungen sind von Form zu Form sehr verschieden. Sie sind wichtige Merkmale zur Unterscheidung von Arten und Gattungen. Dasselbe gilt für die sogenannte Nabelweite, die ein Maß für den Einrollungsgrad der Gehäusespirale ist. Man versteht unter ihr die Strecke, entlang welcher bei einer Gehäusewindung die nächstinneren Umgänge sichtbar sind. Vergleiche hierzu Abb. 5.

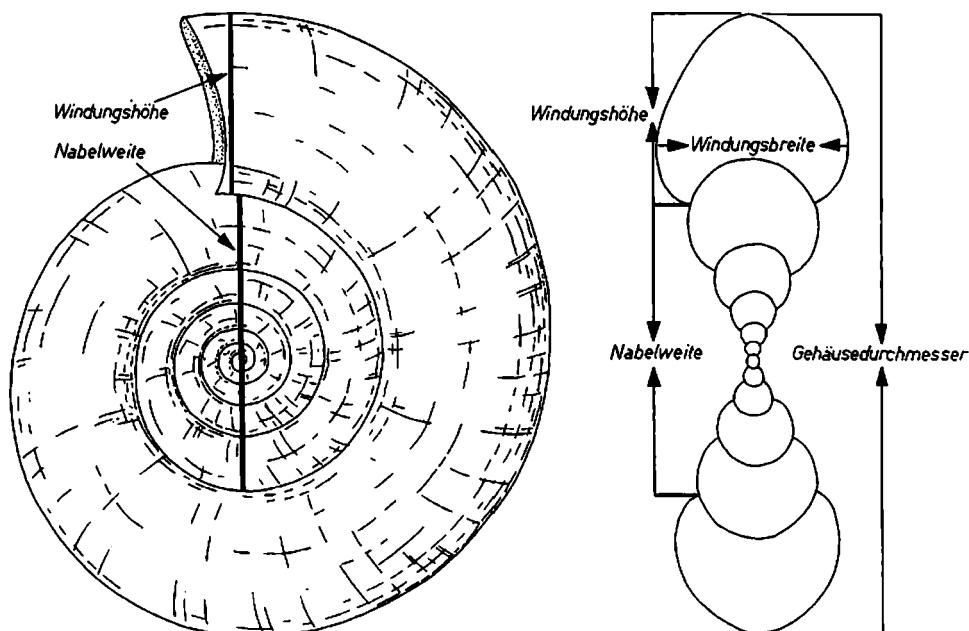


Abb. 5. Schematische Darstellung eines Ammoniten-Gehäuses in der Seitenansicht und im Querschnitt mit der Angabe einiger gebräuchlicher Begriffe.

Die letzte Windung — manchmal nur ein halber Umgang, manchmal auch etwas mehr als ein ganzer Umgang — beherbergte in der sogenannten Wohnkammer das lebende Tier. Die Gehäusemündung kann recht unterschiedlich gestaltet sein. Zuweilen ragt sie in der Mittellinie des Gehäuses in einem langen Sporn vor. Zuweilen sind statt dieses Sporns kurze Lappen vorhanden. Oft trägt die Mündung seitliche Fortsätze, die man Ohren nennt. Allerdings sind alle diese Strukturen nur selten erhalten, da nach dem Tod des Tieres gerade die vorspringenden Schalenteile leicht abbrechen und so der späteren Beobachtung entzogen werden. Vergleiche hierzu Abb. 6.

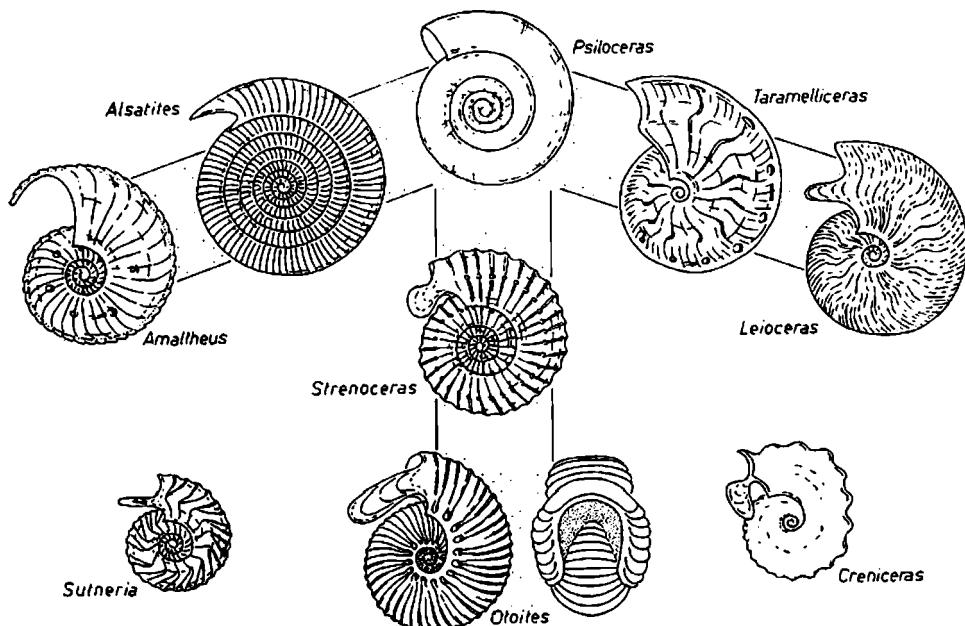


Abb. 6. Die Mündungsformen unterschiedlicher Ammoniten-Gattungen.

Ein sehr augenfälliges Merkmal der Ammonitenschale ist die Skulptur. Bei den meisten Ammoniten ist das Gehäuse durch mehr oder weniger kräftige Rippen, Höcker oder Dornen geschmückt. Die Skulpturentwicklung zeitlich aufeinander folgender Ammoniten gehorcht ganz bestimmten Regeln. Im Verlauf der Stammesentwicklung folgen auf einfache Rippen Gabelrippen. Zusätzlich können die Rippen noch durch Knoten verziert werden. Der ursprünglich steife, gerade Rippenverlauf wird ebenfalls abgewandelt. Eine ganze Ammonitengruppe ist dadurch ausgezeichnet, daß die Rippen sichelförmig geschwungen sind. Auch hier herrschen zunächst Einfachrippen und später Gabelrippen vor. Der zunehmenden Komplikation der Berippung kann umgekehrt auch wieder eine Vereinfachung folgen. So gibt es Formen, bei denen die Rippen zuerst in Knoten aufgelöst und schließlich ganz rückgebildet werden. Vergleiche hierzu Abb. 7.

Neben die unterschiedliche Flankenskulptur tritt eine Vielfalt in der Gestalt der Gehäuseperipherie. Sie kann gerundet oder zugeschrägt, gekielt, gefurcht oder abgeflacht sein. Alle diese Skulpturmerkmale ergeben unzählige Kombinationsmöglichkeiten. Deshalb ist es im allgemeinen ohne allzugroße Schwierigkeiten möglich, Arten und Gattungen zu unterscheiden. Vergleiche hierzu Abb. 8.

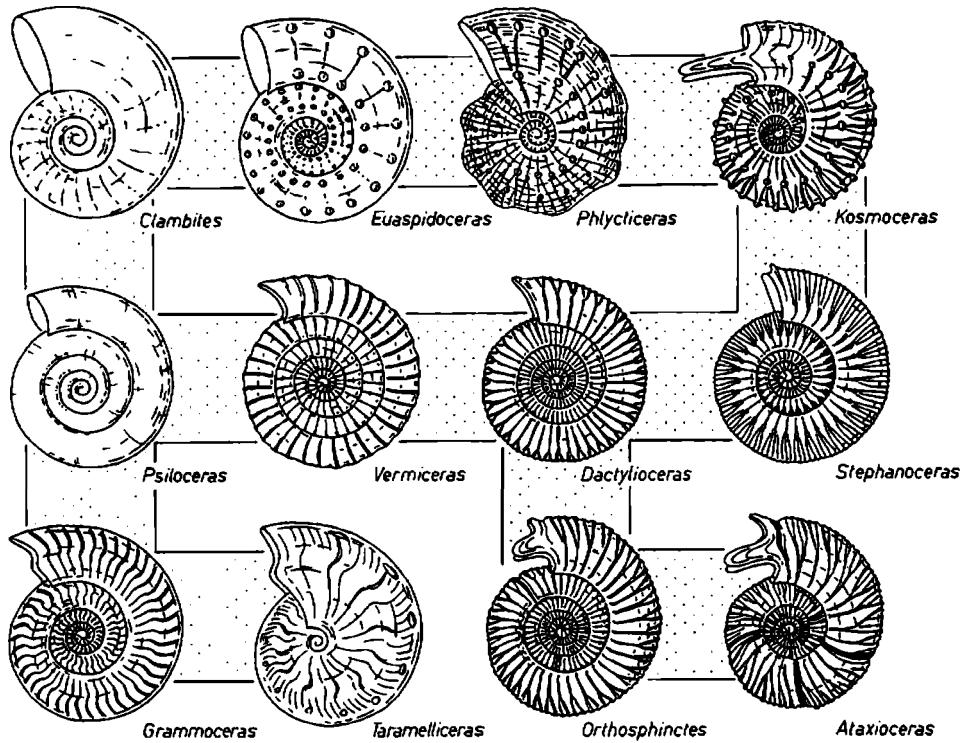


Abb. 7. Skulptur-Typen bei Ammoniten des Juras.

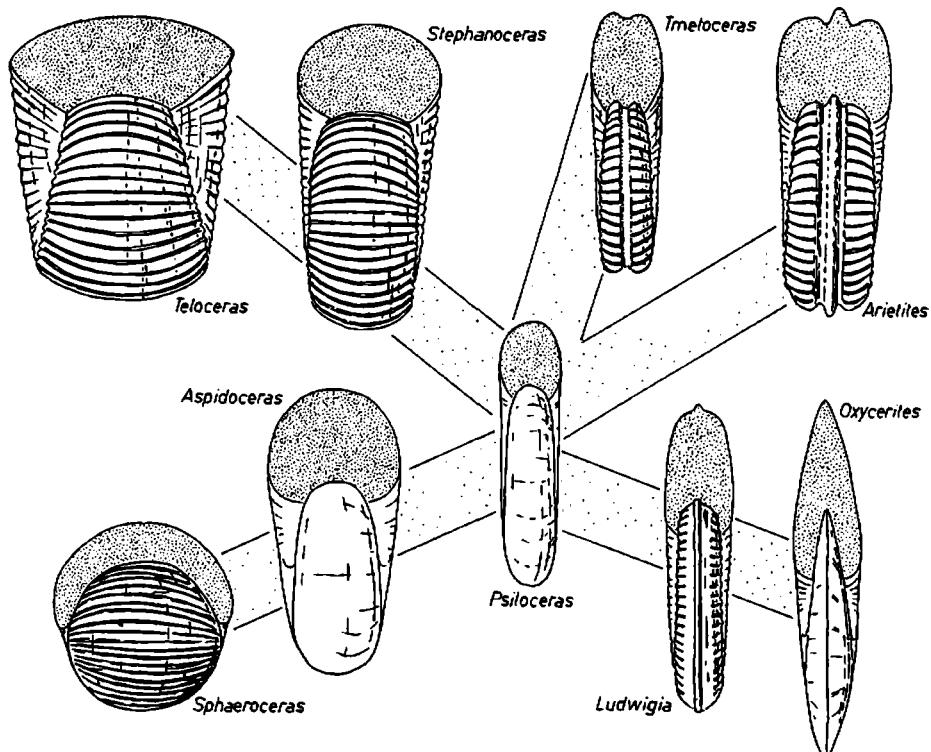


Abb. 8. Die Gestalt der Gehäuse-Peripherie bei Ammoniten des Juras.

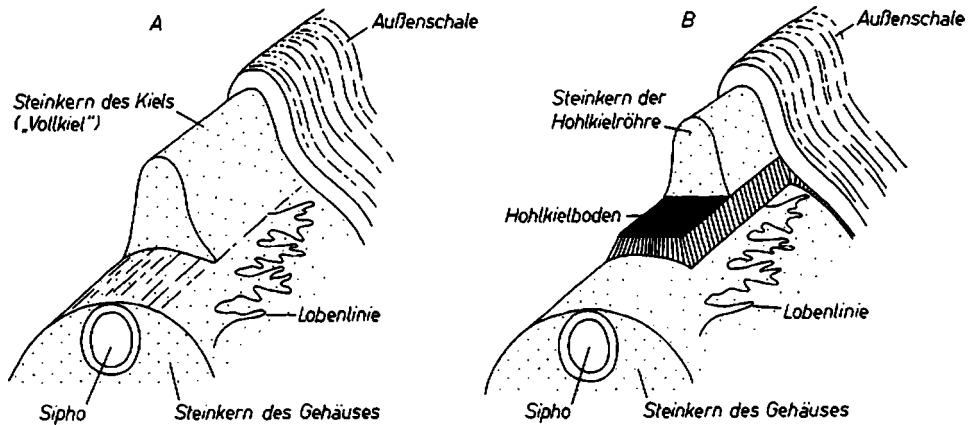


Abb. 9. Der unterschiedliche Bau von Verfaltungen der Schale am Beispiel von Kielen der Externseite. A: Kiel ohne Einbau sekundärer Schalenlagen (Vollkiel). B: Kiel mit Einbau einer sekundären Schalenlage, die als Hohlkielboden bezeichnet wird (Hohlkiel). Nach H. HÖLDER.

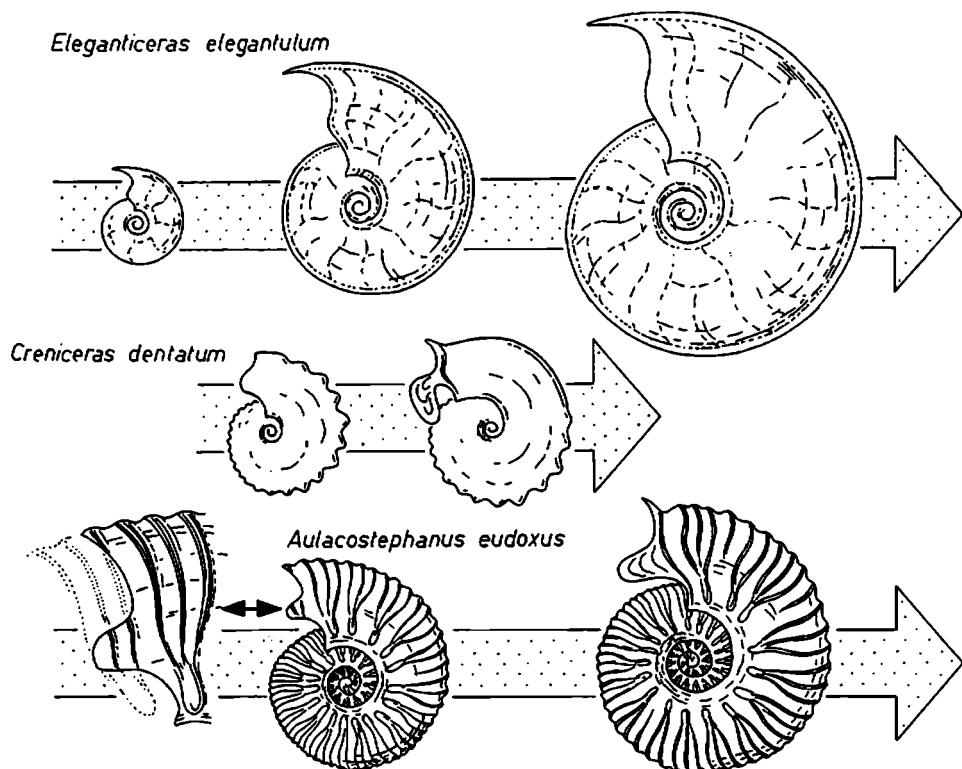


Abb. 10. Fortbau der Gehäusemündung und Skulptur. Bei *Eleganticeras* stimmen Rippenschwung und Mundsaum in allen Wachstumsstadien überein. Bei *Aulacostephanus* werden Teilstücke der Skulptur auf den Ohren angelegt und beim Fortbau der Schale ergänzt. Bei *Creniceras* ändert sich die Mündungsform mit dem Gehäuwachstum.

Rippen und Knoten, Kiele und Furchen sind Verfaltungen und Ausbeulungen der Schale. Sie entstehen beim Fortbau des Gehäuses jeweils an der Mündung. In vielen Fällen glättet der Weichkörper diese Unebenheiten später allmählich wieder aus. Dabei wird oft nicht die ganze Schalenunebenheit aufgefüllt. Es werden vielmehr frei gespannte Schalenlagen eingezogen. Beim Versteinerungsprozeß kommt es dann oft vor, daß solche abgedämmten Strukturen als sogenannte Hohlrippen, Hohlknoten oder Hohlkiele erhalten werden. Die noch offenen Schalenunebenheiten dagegen bilden mit dem Steinkern eine Einheit; sie werden als Vollrippen, Vollknoten oder Vollkiele bezeichnet. Vergleiche hierzu Abb. 9.

Nicht nur die nachträgliche Glättung der Schalenkulptur erfordert vom lebenden Tier spezielle Anpassungen. Auch der Fortbau des Gehäuses an der Mündung kollidiert vielfach mit den Skulpturelementen. Schwierigkeiten treten auf, sobald Rippenschwung und Mündungsform einander nicht entsprechen. In diesen Fällen hat das noch nicht ausgewachsene Tier oft eine andere Mündungsform als die erwachsenen Stadien. Manchmal kann man jedoch auch beobachten, daß auf vorspringenden Mündungssteilen, etwa auf Ohren, Teilstücke von Rippen angelegt werden, die erst später beim Fortbau des Gehäuses zur kompletten Skulptur ergänzt werden. Vergleiche hierzu Abb. 10.

### Der Kammerapparat

Ebenso wie beim heute noch lebenden *Nautilus* ist das Gehäuse durch Querwände in Kammern unterteilt. Verfolgt man, etwa in einem Längsschnitt, die Gehäusespirale von der Wohnkammer nach innen, so kann man in jeder Windung eine größere Anzahl von Kammern feststellen, die durch die sogenannten Kammerscheidewände oder Septen voneinander getrennt sind. Der gesamte gekammerte Teil eines Gehäuses heißt Phragmokon. Von Kammer zu Kammer verläuft ein Rohr, das man den Siphon nennt.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei *Nautilus*, wo der Siphon mitten im Gehäuse verläuft, liegt er bei den Ammoniten hart an der Gehäuseperipherie. Er wird dort durch Befestigungsorgane, die sogenannten Haftbänder, auf der Innenseite der Schale festgehalten. Die randliche Lage des Siphos ist allerdings erst bei fortgeschrittenen Gehäusestadien ausgeprägt. Ganz im Inneren eines jeden Gehäuses sieht man bei aufgebrochenen oder angeschliffenen Stücken, daß der Siphon die Anfangskammer im Zentrum der ersten Kammerscheidewand verläßt. Erst allmählich, oft erst in der zweiten Windung, legt er sich an die Peripherie des Gehäuses an.

Bei *Nautilus* enthält der Siphon Gefäße. Man hat deshalb vermutet, daß er die Aufgabe hat, die Kammerfüllung zu regulieren. Früher nahm man an, daß die Kammern der Nautiliden- und Ammoniten-Schalen gasgefüllt seien. Die Bedeutung des Siphos schien es demnach zu sein, den Gasdruck in den Kammern zu steuern. Seit kurzem weiß man jedoch, daß die Kammern des *Nautilus* zu Lebzeiten teilweise flüssigkeitsgefüllt sind. Die der Wohnkammer benachbarten Kammern sind überwiegend gefüllt. Je weiter eine Kammer von der Wohnkammer entfernt ist, je früher sie also gebildet wurde, desto mehr ist die Flüssigkeit durch Gas ersetzt. Das einzige Organ, das diesen Austausch vornehmen kann, ist der Siphon. Daraus folgt, daß er allmählich die Flüssigkeit in den der Wohnkammer benachbarten Kammern resorbiert.

Auf welche Weise dies geschieht, zeigen Strukturuntersuchungen unter dem Elektronenrastermikroskop. Die Kammerscheidewände sind beiderseits von der sogenannten Kammermembran bedeckt. Diese Membran geht dort, wo der Siphon die Kammerscheidewände durchbricht, in die Siphohülle über. Es ist anzunehmen, daß die Membranen die Flüssigkeit in den Kammern wie Löschkörper aufsaugen und daß die Gefäße im Siphon wiederum die Membranen entwässern. Vergleiche hierzu Abb. 11.

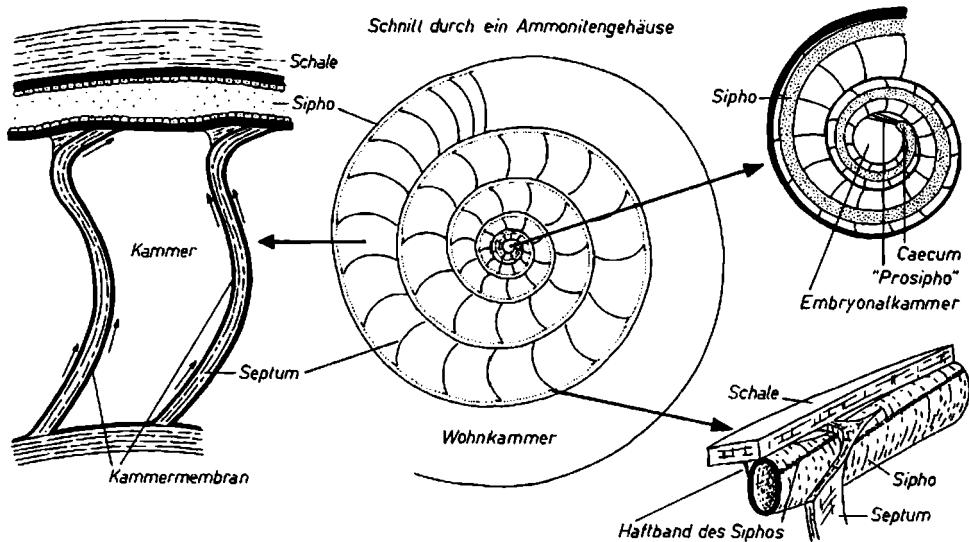
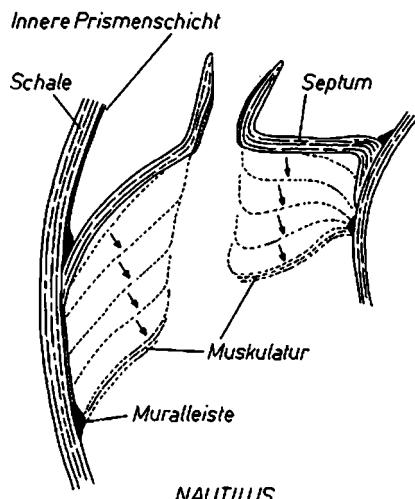


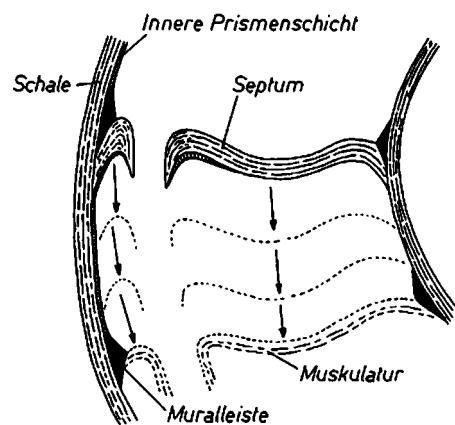
Abb. 11. Kammerapparat und Siphon der Ammoniten. Nach U. BAYER, H. MUTVEI und O. H. SCHINDEWOLF.

Diese Erkenntnisse werfen auch Licht auf die Art und Weise, wie das lebende Tier den Kammerapparat fortbaute. Die frühere Vorstellung von den schon primär gasgefüllten Kammern zwang dazu, einen periodisch gebildeten Gasraum zwischen der letzten Kammerscheidewand und dem Weichkörper anzunehmen. Nach den neuen Beobachtungen wird dieser präseptale Gasraum hinfällig. Der Weichkörper war im rückwärtigen Teil der Wohnkammer doppelt verankert, einmal durch die Retraktionsmuskulatur, die das Tier befähigte, sich bei Gefahr in die Wohnkammer zurückzuziehen, und andererseits durch Haftmuskeln, die an einer sogenannten Muralleiste befestigt waren. Beim Fortbau des Gehäuses rückt die Haftmuskulatur zunächst um eine Kammlänge nach vorn und scheidet dort eine neue Muralleiste aus. Danach zieht sich das kalkausscheidende Epithel bis zur verlassenen Muralleiste zurück und scheidet an ihr das neue Septum aus. Wie bei allen Mollusken erfolgte die Kalkabscheidung über einen Flüssigkeitsfilm zwischen Epithel und Schale. Vergleiche hierzu Abb. 12.

Eines der wesentlichsten Unterscheidungsmerkmale zwischen Ammoniten und Nautiliden ist die Gestalt der Kammerscheidewände und die Art und Weise, wie sie mit dem Gehäuserohr in Verbindung stehen. Bei *Nautilus* ist eine Kammerscheidewand einfach uhrglasförmig gestaltet; die Wölbung weist von der Mündung weg. Die Anwachslinie des Septums mit der Gehäusewand, die man bei den Ammoniten die Lobenlinie nennt, ist bei *Nautilus* eine einfache, gerade Linie. Bei den Ammoniten ist das anders. Dort ist diese Anwachslinie nach einem komplizierten, aber gesetzmäßigen Muster verfaltet. Diejenigen Biegungen der peripheren Teile eines Septums, die von der Mündung wegweisen, nennt man Loben. Die auf die Mündung zu gerichteten Biegungen heißen Sättel. Sowohl die Loben als auch die Sättel sind bei den meisten Ammoniten in ausgewachsenen Stadien zerschlitzt. Auf den innersten Windungen sind die Loben und Sättel dagegen ganzrandig. Es ist jedoch nicht nur der Zerschlitzungsgrad der Lobenlinie, der sich mit zunehmendem Alter des Einzeltieres ändert; auch die Zahl der Elemente nimmt in der Regel zu.



NAUTILUS



AMMONIT

Abb. 12. Der Fortbau des Kammerapparates bei *Nautilus* und den Ammoniten. Nach W. BLIND.

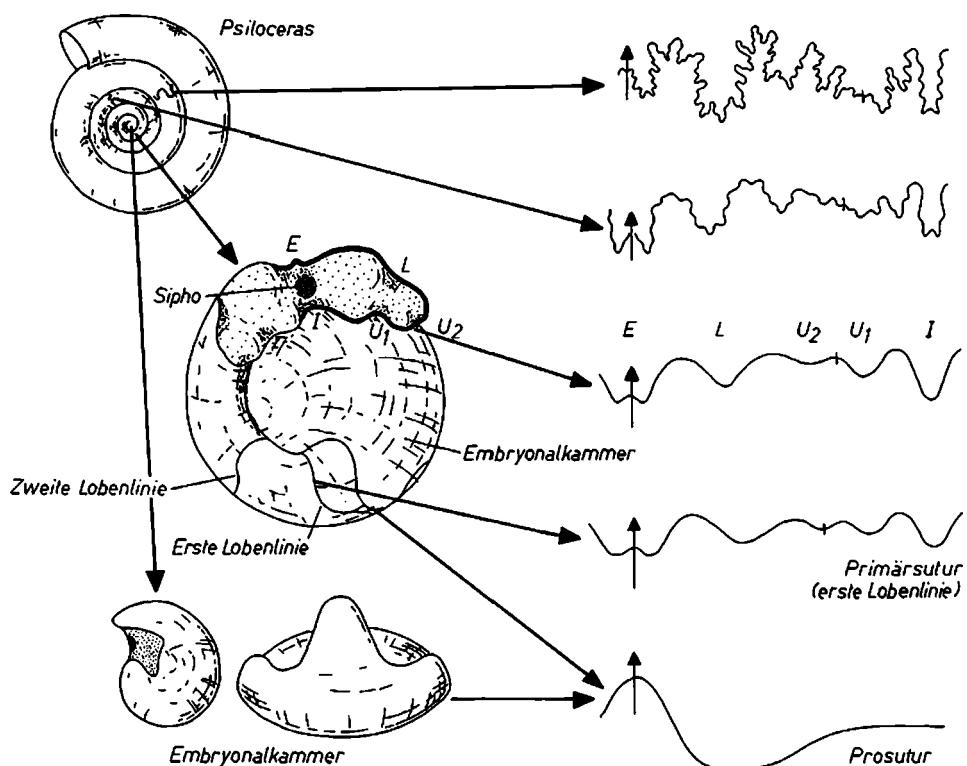


Abb. 13. Die Lobenlinie der Ammoniten des Juras und ihre Entwicklung im Laufe des Gehäusewachstums.

Um die Vorgänge, die sich an der Lobenlinie in der Individualentwicklung — und übrigens auch in der Stammesgeschichte — abspielen, beschreiben zu können, hat man für die einzelnen Loben bestimmte Bezeichnungen eingeführt. Die Benennung nimmt ihren Ausgang von der sogenannten Primärsutur, das ist diejenige Lobenlinie, welche die Kammerscheidewand zwischen der ersten und der zweiten Kammer (unter Ausschluß der Anfangskammer) bildet. Auf der äußeren Peripherie des Gehäuses findet sich der Externlobus. Ihm gegenüber auf der konkaven Innenseite der Windung liegt der Internlobus. Auf den Flanken befinden sich rechts und links je ein Laterallobus. Neben dem Nabel (= Umbilikus) finden sich bei den Ammoniten des Juras rechts und links je zwei sogenannte Umbilikalloben. Mit dem Wachstum des Gehäuses werden zwischen diesen beiden Umbilikalloben vielfach weitere Loben eingeschoben, die man ebenfalls Umbilikalloben nennt und durchnumeriert. Entstehungsfolge und Zahl der Umbilikalloben sind innerhalb der Ammoniten des Juras recht unterschiedlich; mit ihrer Hilfe kann man vielfach einzelne Gattungen bestimmen oder verwandtschaftliche Zusammenhänge rekonstruieren. Vergleiche hierzu Abb. 13.

Die Bedeutung der Lobenlinien ist noch immer weitgehend ungeklärt. Einer der Vorteile einer stark verfalteten und verästelten Lobenlinie liegt darin, daß so das Gehäuse im Inneren abgestützt und dadurch gegenüber einem hohen Außendruck, zum Beispiel beim Tauchen des Tieres in größere Meerestiefen, besser standhalten kann. Ein weiterer Nutzen der Fältelung der peripheren Teile der Kammerscheidewände könnte darin liegen, daß auf diese Weise, das heißt, durch Oberflächenvergrößerung, das Absaugen der Kammerflüssigkeit rascher oder besser bewerkstelligt werden kann. Ob diese Vermutungen allerdings zutreffen, ist völlig ungewiß.

### Die Weichteile

Die allgemeine Orientierung eines Ammoniten-Weichkörpers entspricht derjenigen des *Nautilus* und ist daher recht eindeutig zu rekonstruieren. Die aus dem Gehäuse herausragenden Teile, die bei *Nautilus* in die „Arme“ samt Kopf und den Trichter differenziert sind, entsprechen der Bauchseite der übrigen Mollusken, also zum Beispiel der Schnecken. Die an den gekammerten Teil des Gehäuses stoßenden Teile sind die Rückenseite. Hinten sind die Partien entlang der Gehäuseperipherie und vorn ist derjenige Körperabschnitt, der sich über die vorangehende Windung legt. Diese biologische Orientierung des Ammonitentieres steht im Widerspruch zur landläufigen Bezeichnungsweise bei Ammonitengehäusen, also zum Beispiel zur Beschreibung der Gehäuseperipherie als Ventalseite oder gar als „Rücken“. Sie fußt aber so eindeutig auf den allgemeinen Organisationsprinzipien der Cephalopoden, daß man die alten Begriffe nicht länger verwenden sollte. Vergleiche hierzu Abb. 14.

Noch völlig unklar ist dagegen, wie die ventralen Partien des Weichkörpers im einzelnen beschaffen waren. Es ist nicht bekannt, ob die Ammoniten ebenso wie die heutige lebenden Tintenfische acht oder zehn Arme oder wie der rezente *Nautilus* gar keine eigentlichen Arme, sondern an weichkörperigen Ringen ansitzende Cirren in großer Zahl besaßen.

Unklarheiten bestehen auch über den im hinteren Ventralbereich gelegenen Trichter. Mit diesem Organ bewegen sich die Cephalopoden nach dem Rückstoß-Prinzip fort. Bei *Nautilus* liegt es in der Mittellinie; seine Bewegungsfreiheit wird durch eine seichte Gehäusebucht gewährleistet. Bei vielen Ammoniten springt das Gehäuse in der Mittellinie jedoch in einem Sporn vor. In diesen Fällen wird die Beweglichkeit und Funktion eines median liegenden Trichters stark beeinträchtigt. Man hat deshalb vermutet, daß hier der Trichter paarig war und eine Hälfte links, die andere Hälfte rechts der Mittellinie aus den dort vorhandenen Gehäusebuchtungen herausragte.

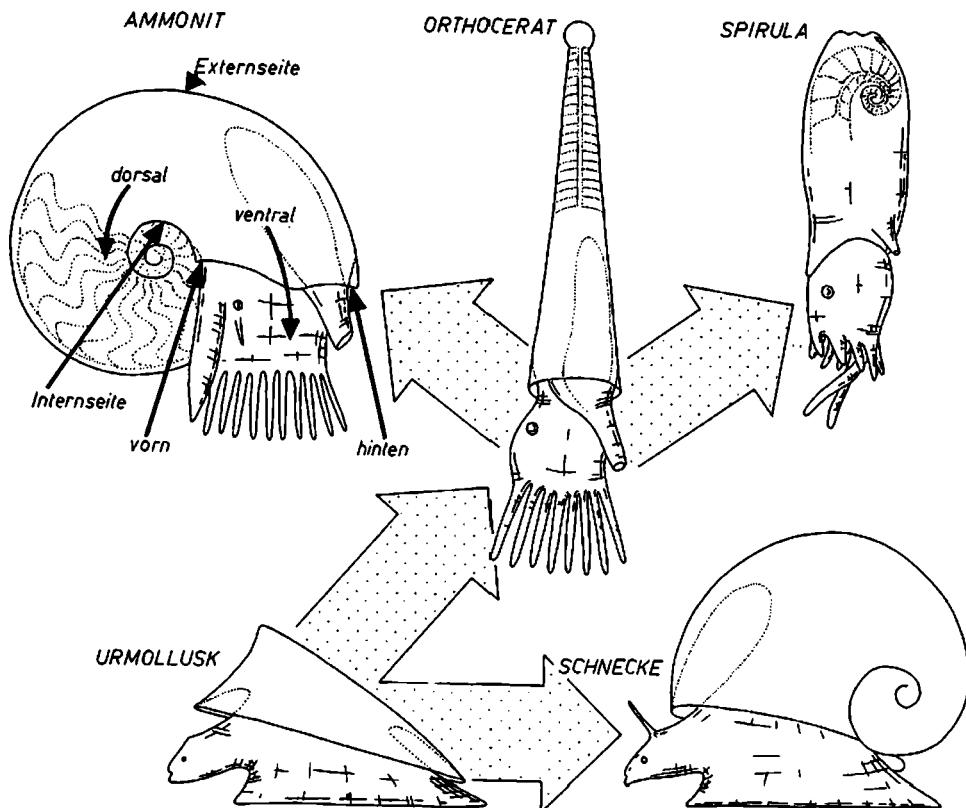
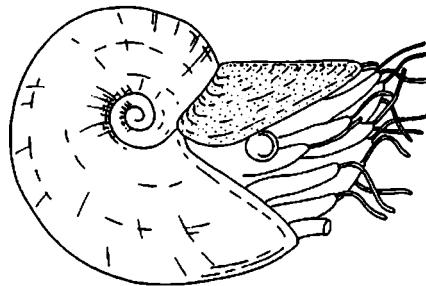


Abb. 14. Die Orientierung der Weichteile der Ammoniten im Vergleich mit anderen Cephalopoden (Orthocerat und Spirula) und den Schnecken.

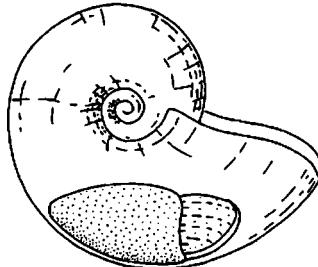
Legt man die Organisation des Trichters bei *Nautilus* zugrunde, so ist eine Paarigkeit verhältnismäßig einfach zu erklären. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den Tintenfischen ist der *Nautilus*-Trichter kein rundum fest verwachsenes Rohr, sondern ein Hautlappen, der nach hinten mit seinen Enden übereinander geschlagen ist. Daß die seitlichen Enden dieses Hautlappens sich auch getrennt zu zwei Organen einrollen können, liegt auf der Hand.

Schon seit langer Zeit kennt man kalkige, zweiklapptige Gebilde, die man als Aptychen bezeichnet und als Deckelorgane von Ammoniten deutet. Die Aptychen sind besonders bei Formen des oberen Juras verbreitet. Im Lias finden sich vergleichbare, jedoch hornige Gebilde, sowie die ungeteilten sogenannten Anaptychen. Untersuchungen an Aptychen des oberen Juras führten zum Schluß, daß sie der Kopfkappe des *Nautilus* entsprechen. Man kennt Ammoniten mit Aptychen in Verschluß-Stellung; die Übereinstimmung mit der eingeklappten Kopfkappe des *Nautilus* ist frappant. Außerdem weiß man, daß in die Kopfkappe Kalkkörperchen eingeschlossen sind. Wenn diese Deutung korrekt ist, dann spricht vieles dafür, daß die Ausbildung von Armen beziehungsweise Cirren bei den Ammoniten ähnlich den Verhältnissen bei *Nautilus* ist. Vergleiche hierzu Abb. 15.

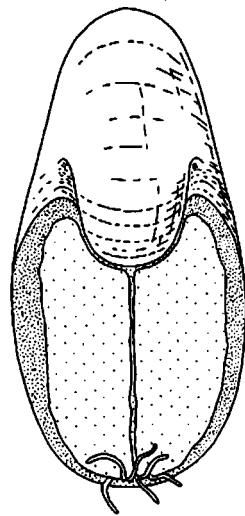
Rekonstruktion eines Ammoniten mit „Aptychus“



Ammonit mit „Aptychus“ in Fundlage



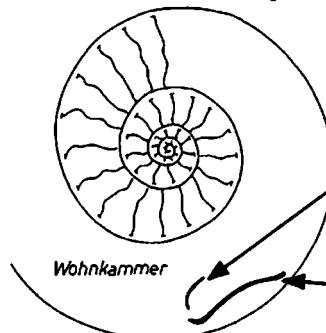
Nautilus mit Kopfkappe



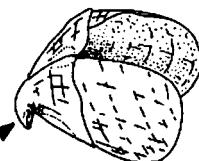
Physodoceras mit „Aptychen“  
in Verschlussstellung  
Oberer Jura, Onstmettingen

Abb. 15. Die Aptychen der Ammoniten und ihr Vergleich mit der Kopfkappe des Nautilus.  
Nach O. H. SCHINDEWOLF.

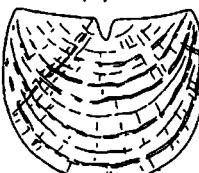
Schnitt durch ein Ammonitengehäuse



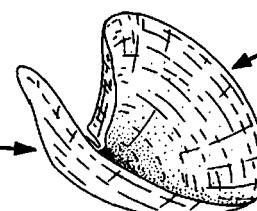
Oberkiefer



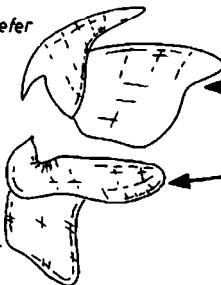
„Anaptychus“



Unterkiefer



Oberkiefer



Schnitt durch Sepia

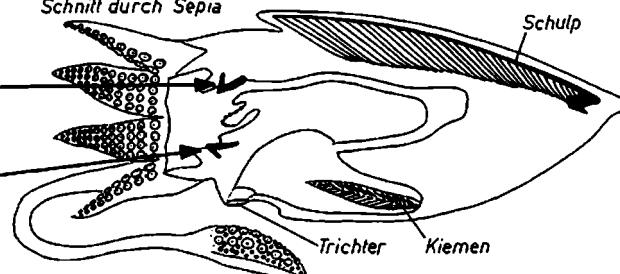


Abb. 16. Die Anaptychen des Schwarzen Juras und ihre Rekonstruktion als Unterkiefer. Unten:  
Vergleich mit Sepia. Nach U. LEHMANN.

Zu völlig anderen Ergebnissen führten jedoch Beobachtungen an Anaptychen des Lias. Danach sind diese Gebilde, die man bisher als stammesgeschichtliche Vorläufer der Aptychen gedeutet hatte, in Wirklichkeit die Unterkiefer der Ammoniten. Ist das richtig, dann sind entweder Aptychen und Anaptychen ganz unterschiedlichen Ursprungs, oder die Aptychen haben einen Funktionswandel durchlaufen und sekundär Aufgaben der Kopfkappe übernommen, mit der sie jedoch dann nicht homolog sind. Vergleiche hierzu Abb. 16.

Eine Entdeckung der letzten Jahre ist die Ammoniten-Radula, das heißt, der Raspelzunge mit ihren kleinen Chitin-Zähnchen. Auffallenderweise stimmt sie weit mehr mit der einfacheren Radula der Tintenfische überein als mit der komplizierteren des *Nautilus*. Damit ist jedoch noch nicht gesagt, daß auch die übrige Weichkörper-Organisation der Ammoniten den Tintenfischen ähnlich ist. Erstens gibt es das sogenannte Gesetz der Mosaik-Evolution, das lehrt, daß in Entwicklungsreihen die Evolution eines Organs weit vorausseilen kann, während die übrigen Organe noch primitiv bleiben. Zweitens ist gerade die Radula ein Gebilde, das bei den unterschiedlichsten Mollusken-Gruppen immer wieder vereinfacht und rückgebildet wird. Vergleiche hierzu Abb. 17.

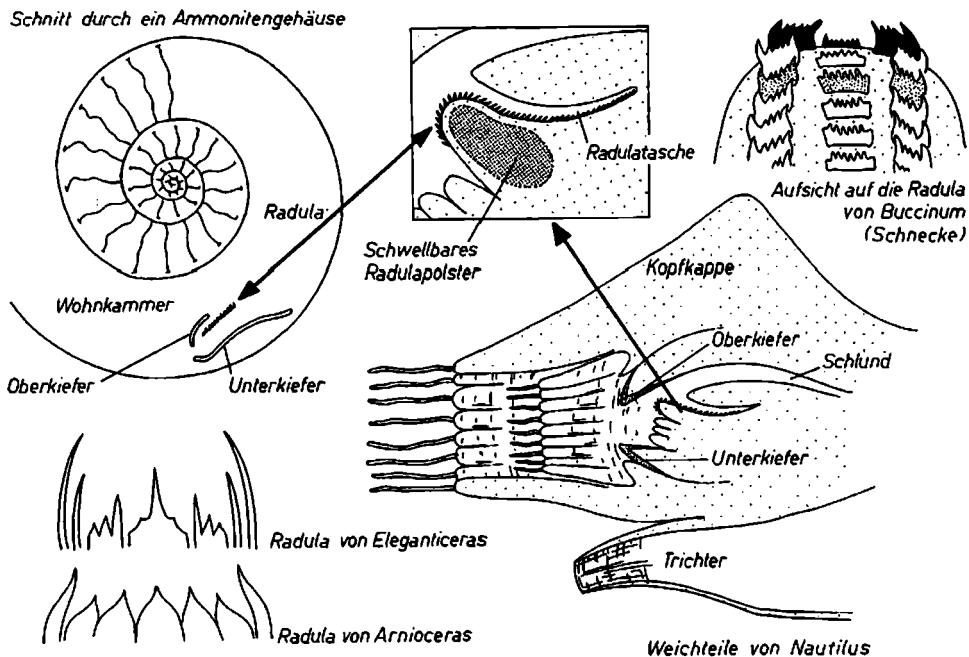


Abb. 17. Die Radula der Ammoniten und ein Vergleich ihrer Morphologie mit den Verhältnissen bei *Nautilus* und den Schnecken. Zum Teil nach U. LEHMANN.

Alle heute lebenden Cephalopoden sind getrenntgeschlechtlich. Beim *Nautilus* unterscheiden sich Männchen und Weibchen fast nur im Bau der Geschlechtsorgane; die Gehäuse sind nicht eindeutig zu unterscheiden. Bei den Tintenfischen dagegen sind Männchen und Weibchen oft sehr verschieden. Das Weibchen ist fast stets deutlich, oft um ein Vielfaches, größer als das Männchen. Bei einem Ammoniten kann man natürlich das Geschlecht nicht mehr direkt feststellen. Man hat jedoch beobachtet, daß zuweilen an einem Ort zwei ähnliche Ammoniten-Arten in den gleichen Schichten zusammen vorkommen. Die eine ist kleinwüchsig und trägt oft Mündungs-

ohren oder externe Sporne an Ende der Schale. Sie wird als „Microconch“ bezeichnet. Die zweite, der dazugehörige „Macroconch“, ist großwüchsig; ihr Mundsaum ist einfach. Innere Umgänge beider sind in der Regel ununterscheidbar. Äußere Windungen dagegen können recht verschieden sein. Diese Artenpaare werden nun von manchen Forschern als die beiden Geschlechter einer Art angesehen. Der kleinere Microconch wird als Männchen, der größere Macroconch als Weibchen gedeutet.

Unterstellt man die Richtigkeit dieser Theorie, so müssen die nur bei den Microconchen auftretenden Gehäusemerkmale (Ohren oder Sporne) Geschlechtsmerkmale sein. Sofern die Anatomie der Weichteile, insbesondere der Arme, bei den Ammoniten mit derjenigen der Tintenfische übereinstimmt, dürften die Ohrfortsätze des Gehäuses die Befestigungsorgane der für die Begattung umgebildeten Arme gewesen sein. Liegt jedoch der Weichteil-Anatomie der Ammoniten die Organisation des *Nautilus* zugrunde, sind die Gehäusemerkmale der Microconchen nur schwer verständlich. Beim *Nautilus* liegen nämlich die der Begattung dienenden Organe weit von der Schale entfernt auf dem inneren weichkörperigen Cirren-Ring.

Eine kritischere Betrachtung des Dimorphismus bei den Ammoniten — der als Dimorphismus unbestreitbar ist — zeigt allerdings, daß er bei vielen in der Literatur beschriebenen Fällen kaum ein Sexualdimorphismus sein kann. Oft kommen nämlich die dimorphen Formen nur an einem einzigen Ort in zeitgleichen Schichten vor, während sich ihr Auftreten in der Erdgeschichte sonst oft recht erheblich unterscheidet. Auch die Stammesentwicklung der dimorphen Formen verläuft vielfach nicht parallel, sondern sehr unterschiedlich. Meistens kann man einem Partner eines dimorphen Paares nicht nur ein einziges Gegenstück zuordnen, sondern deren mehrere. So finden sich zum Beispiel bei Ammoniten des mittleren Doggers in der Literatur sehr unterschiedliche Ansichten über die Zusammenghörigkeit der angeblichen Geschlechter einer Art. Es ist einleuchtend, daß man eine so subjektive Deutung eines — allerdings durchaus realen — Phänomens nicht unbesehen übernehmen darf.

## Die Lebensweise der Ammoniten

### Die Fortbewegung

Wie alle heute lebenden Cephalopoden, schwammen die Ammoniten mit Hilfe ihres Trichters. Durch Ausstoß von Wasser aus diesem Organ konnten sie sich mittels des Rückstoßes fortbewegen. Ob sie sich zur Fortbewegung auf dem Meeresgrund auch der Arme bedienten, ist unbekannt.

Man hat verschiedentlich versucht, aus der Schalenform auf das Schwimmvermögen der Tiere zu schließen. Danach sollten Tiere mit schlankem Gehäuse und schmaler Externseite gewandte Schwimmer gewesen sein. Formen mit plumpen, dicken Gehäusen und breiter Externseite stellte man sich mehr passiv im Wasser treibend vor. Der Trichter, der die Fortbewegung ermöglicht, kann jedoch bei den Ammoniten mit schmaler Externseite wegen der räumlichen Beengtheit kaum sehr leistungsfähig gewesen sein. Deshalb sind die von der Schalenform abgeleiteten Vorstellungen über die Beweglichkeit der Ammoniten oft nur wenig begründet.

### Die Ernährung

Seltene Funde von mutmaßlichem Mageninhalt erlauben Rückschlüsse auf die Nahrung der Ammoniten. Anscheinend fraßen sie überwiegend kleinere, auf oder in der Nähe des Meeresbodens lebende Organismen; sie verschmähten auch jugendliche Artgenossen nicht. Ob sie räuberisch lebten oder Aas fraßen, ist unbekannt. Vom heute lebenden *Nautilus* nimmt man an, daß er zu beidem befähigt ist.

## Jugendstadien

Von vielen Ammonitenarten und -gattungen findet man fast nur ausgewachsene Stücke. So konnte die Auffassung entstehen, daß diese Ammonitengruppen durch eine besonders geringe Sterblichkeit der Jungtiere ausgezeichnet seien. Gelegentlich gibt es allerdings Lokalitäten, die nach Ausweis des Sediments und der Begleitfauna in Strandnähe entstanden sind, und an denen jugendliche und erwachsene Gehäuse zusammengeschwemmt wurden. Strandfernere Ablagerungen desselben Zeitraums liefern dagegen von denselben Ammoniten kaum Jugendstadien. Man muß daraus schließen, daß sich die Jungtiere entweder nach dem Tode anders verhielten, oder daß sie anders lebten als die ausgewachsenen Individuen.

Möglicherweise hilft der Vergleich mit *Nautilus* weiter. Man nimmt an, daß seine Jugendstadien nicht am Meeresboden leben wie die Alttiere, sondern in höheren Wasserschichten schwimmen oder treiben. Man schließt das aus Isotopen-Untersuchungen der Schale, die das Ergebnis brachten, daß die Schalensubstanz in der frühen Jugend unter höheren Temperaturen (also in geringerer Meerestiefe) abgesondert wird als in fortgeschrittenen Altersstadien. Auf die Ammoniten übertragen bedeutet das, daß wir uns Jungtiere vor allem in den oberflächennahen Wasserschichten vorstellen müssen, von wo aus sie verhältnismäßig leicht an Strände und Küsten angespült wurden.

Daß man jedoch nicht verallgemeinern darf, zeigen Fundplätze, die in Strandferne entstanden, und an denen sehr wohl ein erheblicher Prozentsatz der Gehäuse bestimmter Gattungen unerwachsen ist. Der Gedanke liegt nahe, daß man hier die Regionen vor sich hat, in denen die Tiere laichten und wo die Jungen heranwuchsen. Denkbar wäre, daß diejenigen Ammoniten, deren Jugendstadien so selten sind, zur Fortpflanzungszeit Züge zu fernen, noch unbekannten Laichplätzen unternahmen. Ähnliches kennt man auch von den heute lebenden Tintenfischen.

## Die räumliche Verbreitung

Ein wesentliches Element in der Rekonstruktion der Lebensweise der Ammoniten ist das Studium der räumlichen Verbreitung. Man kann nämlich feststellen, daß viele Ammonitenarten im Gegensatz zur weit verbreiteten Meinung oft auf ziemlich kleine Areale beschränkt und von Umwelt-Faktoren oft recht deutlich abhängig waren. Ge-wisse Ammonitengattungen des Lias oder des Malms sind zum Beispiel nur in bestimmten, wohl umgrenzten Gebieten zu finden. So ist die Lias-Gattung *Leucadiella* ein Charakterfossil des Mittelmeerraumes. Die Oberjura-Gattung *Pictonia* in ihrer typischen Gestalt ist auf Nordwesteuropa beschränkt. Andere Formen bevorzugen ganz bestimmte Ablagerungen. Die Gattung *Scaphitoidites* aus dem tiefsten Malm kommt zum Beispiel im Schweizer Jura nur in Tonen, die ähnliche Gattung *Popanites* nur in eisenschüssigen, kondensierten Sedimenten vor. Die Oberjura-Gattung *Creniceras* findet sich im mittleren Weißen Jura der Schwäbischen Alb bevorzugt in der Nachbarschaft von Schwammriffen. Diese Befunde zeigen, daß die betreffenden Ammoniten keine Tiere des freien Wassers der Hochsee waren, denn sonst wäre ihr begrenztes Vorkommen und ihre Bindung an bestimmte Verhältnisse des Meeresbodens nicht erkläbar. Vielmehr muß man folgern, daß viele Ammoniten eine bodenbezogene Lebensweise führten. Sie konnten wohl schwimmen, hielten sich aber wahrscheinlich meist in der Nähe des Meeresbodens auf.

Einen großen Einfluß auf die Verbreitung der Ammoniten hatte die Temperatur des Meerwassers. Zwar herrschten zur Jurazeit wesentlich ausgeglichener klimatische Verhältnisse als in der Gegenwart, es waren aber doch spürbare Temperaturunterschiede zwischen Nord und Süd vorhanden. Durch sie lassen sich die zu gewissen Zeiten (vor allem im Oberjura) sehr auffälligen Faunenverschiedenheiten zwischen

der sogenannten borealen Region im Norden und den südlich anschließenden Bereichen erklären. Im oberen Jura waren bezeichnende Formen der borealen Region vor allem die Arten der Gattung *Amoeboceras*, sowie *Xenostephanus*. Im Süden, vor allem dem heutigen Mittelmeergebiet, waren unter anderem *Nebrodites* und *Hybonoteras* heimisch.

Die Lokalbindung vieler Ammoniten muß jedoch auch noch durch andere Umstände als die Meerestemperaturen bedingt gewesen sein. Eine Analyse etwa gleichaltriger Faunen aus einem mutmaßlich klimatisch verhältnismäßig einheitlichen Gebiet ergibt nämlich ein buntscheckiges Bild der Zusammensetzung dieser Faunen aus den einzelnen Arten, Gattungen und Gattungsgruppen. Man beobachtet dabei nicht nur, daß einzelne Arten oder Gattungen an bestimmten Orten fehlen und durch andere Formen ersetzt werden. Man sieht vielmehr, daß das Gesamtgepräge der Ammonitenfaunen recht unterschiedlich ist. Am deutlichsten sind die Verhältnisse im oberen Jura, doch dürfte Ähnliches auch im Lias und Dogger (wenn auch in abgeschwächter Form) gelten.

Die Ursachen der Faunenverschiedenheiten lassen sich an den Ammonitenfaunen allein nicht ablesen. Glücklicherweise erlaubt jedoch die Begleitfauna, manchmal auch die Gesteinsausbildung, ziemlich weitgehende Rückschlüsse. Legt man der Analyse die Gesamtheit von Fauna, Flora, Gesteinsausbildung und regionalem Zusammenhang zugrunde, so kann man feststellen, daß die Ammonitenfaunen je nach der mutmaßlichen Meerestiefe anders zusammengesetzt sind. Im flachsten Wasser fehlen Ammoniten so gut wie ganz. In Tiefen von ungefähr 20 bis 50 Metern (alle Zahlen können natürlich nur grobe Schätzwerte sein) sind Ammoniten immer noch selten; im oberen Jura kommen hier nur Perisphinctiden und Aspidoceraten vor; Muscheln sind dagegen häufig. In etwa 40 bis 70 Metern Tiefe werden Ammoniten häufiger; sie machen bis zu 30 % der Fauna aus. In Tiefen von etwa 70 bis 100 Metern überwiegen nun die Ammoniten über ihre Begleitfauna; im oberen Jura kommen unter den Ammoniten vor allem Perisphinctiden, daneben jedoch auch Aspidoceraten und Sichelripper vor. Unterhalb von 100 Metern Tiefe finden sich Ammonitenfaunen, in denen die Sichelripper dominieren. In noch größerer Tiefe — vielleicht ab 200 bis 300 Meter — herrschen Phylloceraten und Lytoceraten vor. Bei diesen beiden Gruppen ist nicht sicher nachweisbar, ob sie ebenfalls bodenbezogen lebten. Vor allem die Phylloceraten könnten auch Hochseetiere gewesen sein, die jedoch an das Vorhandensein größerer Tiefen gebunden waren. Mit dieser Theorie kann man jedenfalls erklären, weshalb an manchen Orten Phylloceraten auch auf benachbarte Bereiche flacheren Wassers übergriffen. Sie waren wahrscheinlich durch Strömungen dorthin verfrachtet worden.

Diese Verhältnisse sind nur im oberen Jura so klar erkennbar. Im Lias und Dogger scheint ein Großteil der Ammonitenfauna hinsichtlich der Meerestiefe weniger spezialisiert gewesen zu sein. Die Hecticoceraten des oberen Doggers kommen zum Beispiel in recht unterschiedlichen Lebensräumen vor. Ihre Abkömmlinge *Ochetoceras* und *Trimarginites* sind jedoch im wesentlichen auf die tieferen Bereiche des Schelfs beschränkt. Die Lytoceraten haben sogar im Oberlias eine Gruppe hervorgebracht, die bis weit ins flache Wasser vorstieß.

Die Zusammensetzung der Fauna ist nicht das einzige Phänomen, das in Abhängigkeit von der Meerestiefe steht. Auch die Mannigfaltigkeit der Ammonitenfauna scheint stark von der Tiefe abhängig zu sein. Daß die Ammoniten keine Bewohner des flachen Wassers waren, ist schon aus ihrem Gehäusebau und der Verletzlichkeit bei Stürmen und Brandung zu vermuten. Tatsächlich ist die größte Formenfülle, die sich als Arten- oder Gattungszahl ausdrücken läßt, auch in solchen Bereichen anzutreffen, die man nach den Gesamtumständen als Ablagerungen des tiefen Schelfs deuten muß. Nun ist die Arten- oder Gattungszahl aber nicht nur von der Meerestiefe abhängig. Auch die Temperaturabnahme äußert sich in einer verringerten Mannigfaltigkeit.

tigkeit. In ein und demselben Phänomen überlagern sich somit mindestens zwei — und wahrscheinlich noch mehr — Faktoren. Das zeigt, daß die Analyse der Lebensweise der Ammoniten sich an möglichst viel Material von möglichst vielen Fundorten orientieren muß, um ein einigermaßen zuverlässiges Abschätzen der Wirksamkeit einzelner Umwelteinflüsse zu gestatten.

Allerdings muß man sich auch vor Verallgemeinerungen hüten. Man darf nicht von der Lebensweise der Ammoniten schlechthin sprechen, sondern muß die Aussagen stets auf ganz bestimmte Gruppen beziehen. Sicherlich gab es unter den Ammoniten eine Fülle unterschiedlicher Anpassungsformen — ebenso, wie man das heute zum Beispiel von den Fischen kennt.



Abb. 18. *Arietites*, Schwarzjura α, Stuttgart-Vaihingen. 0,4 × nat. Gr., Foto: H. LUMPE.

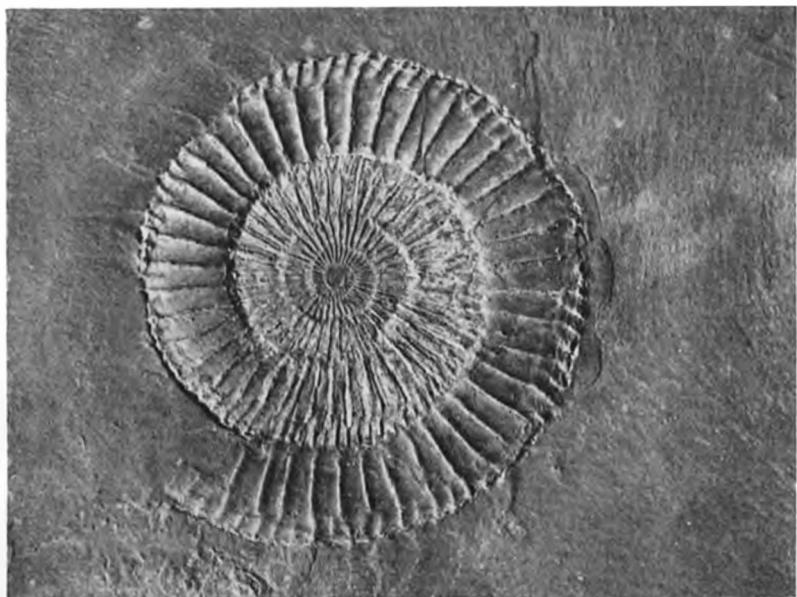


Abb. 19. *Dactylioceras*, Schwarzjura ε, Dotternhausen. Nat. Gr., Foto: H. LUMPE.



Abb. 20. *Harpoceras*, Schwarzjura ε, Ohmden. 0,5× nat. Gr., Foto: H. LUMPE.



Abb. 21. *Stephanoceras*, Braunjura δ, Ipf bei Bopfingen. Nat. Gr., Foto: H. LUMPE.



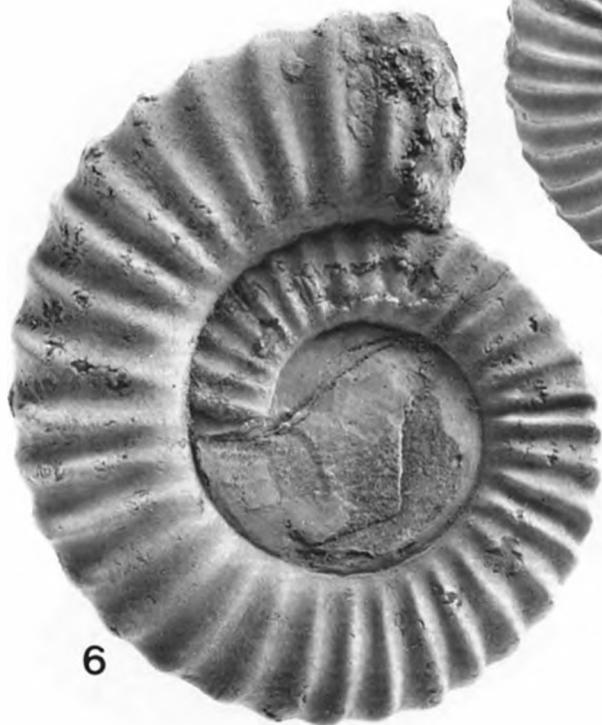
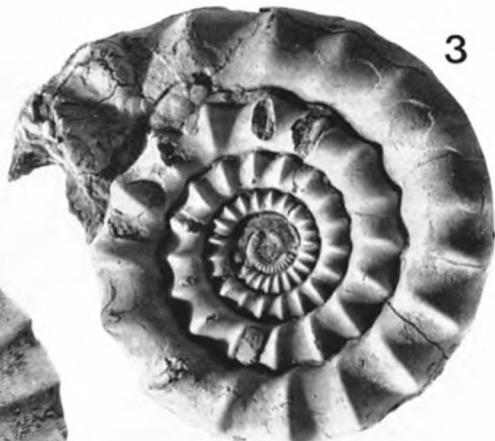
Abb. 22: *Aspidoceras*, Weißjura ♂, Hülben bei Urach. 0,5× nat. Gr., Foto: H. LUMPE.

## T a f e l 1

- Fig. 1. *Psiloceras*, Schwarzjura  $\alpha$ , Nellingen. Nat. Gr.
- Fig. 2. *Schlotheimia*, Schwarzjura  $\alpha$ , Stuttgart-Vaihingen. Nat. Gr.
- Fig. 3. *Echioceras*, Schwarzjura  $\beta$ , Nürtingen. Nat. Gr.
- Fig. 4. *Oxynoticeras*, Schwarzjura  $\beta$ , Hechingen. 1,2 $\times$  vergr.
- Fig. 5. *Acanthopleuroceras*, Schwarzjura  $\gamma$ , Nürtingen. Nat. Gr.
- Fig. 6. *Uptonia*, Schwarzjura  $\gamma$ , Nürtingen. Nat. Gr.

Alle Fotos: H. LUMPE. Die Originale werden im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart aufbewahrt.

Tafel 1

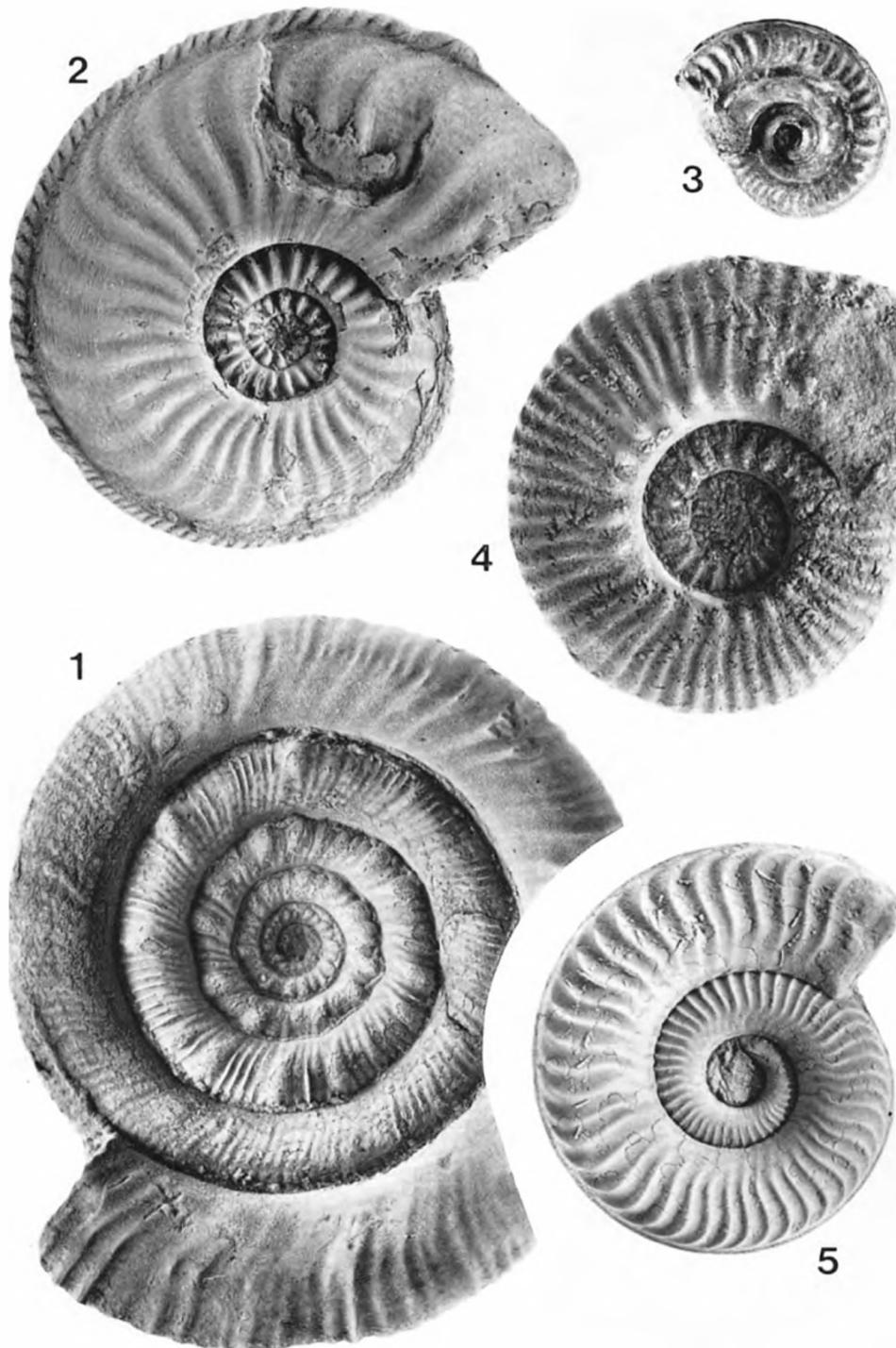


T a f e l 2

- Fig. 1. *Prodactylioceras*, Schwarzjura  $\gamma$ , Bargau. Nat. Gr.  
Fig. 2. *Amaltheus*, Schwarzjura  $\delta$ , Eislingen. Nat. Gr.  
Fig. 3. *Hildoceras*, Schwarzjura  $\varepsilon$ , Reutlingen. Nat. Gr.  
Fig. 4. *Hammatoceras*, Schwarzjura  $\zeta$ , Metzingen. Nat. Gr.  
Fig. 5. *Grammoceras*, Schwarzjura  $\zeta$ , Göppingen. Nat. Gr.

Alle Fotos: H. LUMPE. Die Originale werden im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart aufbewahrt.

Tafel 2

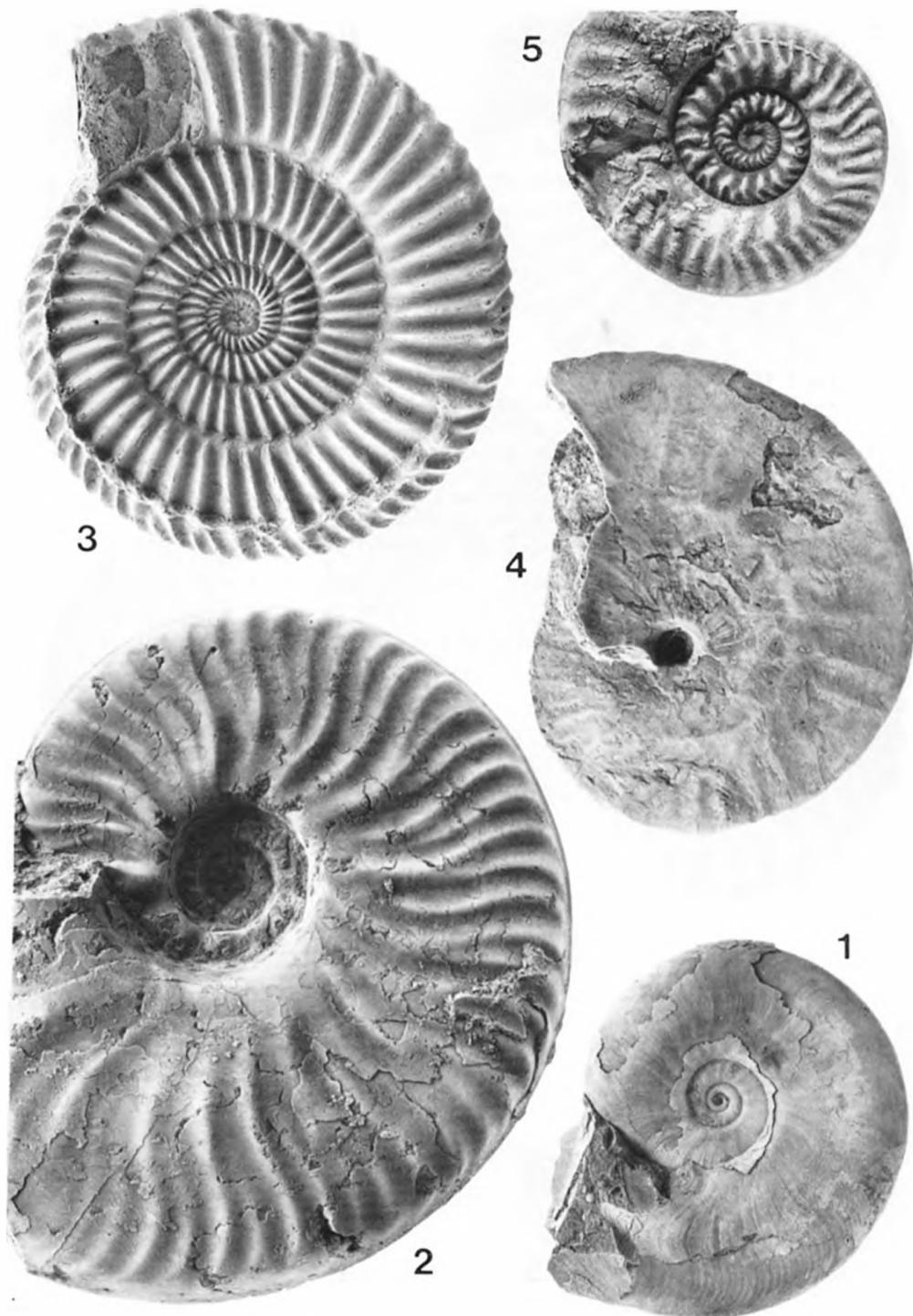


### T a f e l 3

- Fig. 1. *Leioceras*, Braunjura  $\alpha$ , Weilerstoffel. Nat. Gr.
- Fig. 2. *Ludwigia*, Braunjura  $\beta$ , Aselfingen. Nat. Gr.
- Fig. 3. *Parkinsonia*, Braunjura  $\varepsilon$ , Bopfingen. Nat. Gr.
- Fig. 4. *Oxycerites*, Braunjura  $\varepsilon$ , Oberdorf am Ipf. Nat. Gr.
- Fig. 5. *Hecticoceras*, Braunjura  $\zeta$ , Bad Boll. Nat. Gr.

Alle Fotos: H. LUMPE. Die Originale werden im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart aufbewahrt.

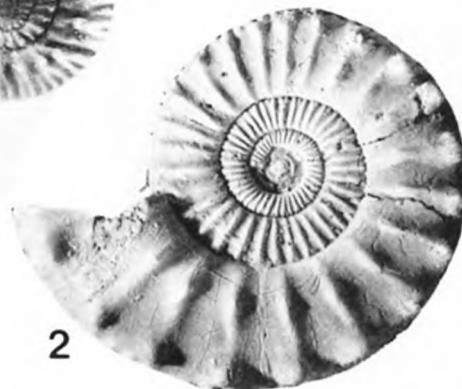
**Tafel 3**



#### T a f e l 4

- Fig. 1. *Macrocephalites*, Braunjura  $\varepsilon$ , Ipf bei Bopfingen. Nat. Gr.  
Fig. 2. *Peltoceras*, Braunjura  $\zeta$ , Bad Boll. Nat. Gr.  
Fig. 3. *Reineckeia*, Braunjura  $\zeta$ , Wasseralfingen. 1,3 $\times$  vergr.  
Fig. 4. *Quenstedtoceras*, Braunjura  $\zeta$ , Laufen an der Eyach. 1,2 $\times$  vergr.  
Fig. 5. *Amoeboceras*, Weißjura  $\alpha$ , Lochen. 1,2 $\times$  vergr.  
Fig. 6. *Epipeltoceras*, Weißjura  $\alpha$ , Grat bei Laufen an der Eyach. Nat. Gr.  
Fig. 7. *Idoceras*, Weißjura  $\beta$ , Unterweckerstell bei Donzdorf. Nat. Gr.  
Fig. 8. *Taramelliceras*, Weißjura  $\beta$ , Dobel bei Laufen an der Eyach. Nat. Gr.

Alle Fotos: H. LUMPE. Die Originale werden im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart aufbewahrt.



### T a f e l 5

- Fig. 1. *Sutneria*, Weißjura  $\gamma$ , Schwäbische Alb.  $1,2 \times$  vergr.  
Fig. 2. *Orthosphinctes*, Weißjura  $\beta$ , Grat bei Laufen an der Eyach. Nat. Gr.  
Fig. 3. *Streblites*, Weißjura  $\gamma$ , Laufen an der Eyach. Nat. Gr.  
Fig. 4. *Ataxioceras*, Weißjura  $\gamma$ , Truchtersheim. Nat. Gr.  
Fig. 5. *Aulacostephanus*, Weißjura  $\delta$ , Nendingen. Nat. Gr.

Fotos: Fig. 1—4: H. LUMPE, Fig. 5: J. AICHINGER. Die Originale werden im  
Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart aufbewahrt.

Tafel 5



5



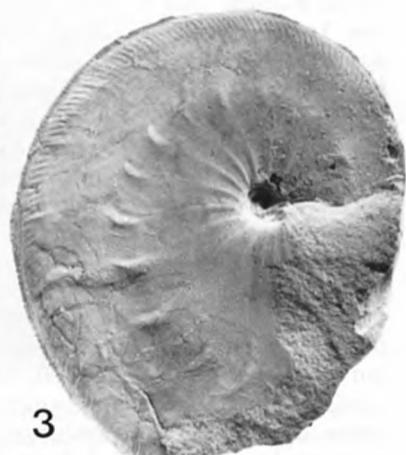
1



2



4



3

# Die entrollten Ammoniten des Schwäbischen Juras

Von GERHARD DIETL

Mit 4 Abbildungen und 1 Tafel

## Die ersten Funde

Der Sammler oder Kenner von Fossilien denkt bei den entrollten Ammoniten — man nennt sie auch aberrante oder heteromorphe Ammoniten (kurz: Heteromorphe) — insbesondere an die bizarren Formen der Kreidezeit. Er hat dabei die offenen Spiral-, Haken-, Stab- und Schraubenformen der Ammonitengehäuse vor Augen. Ihm ist im allgemeinen aber schon weniger bekannt, daß ähnliche Formen auch im Jura vorkommen und zwar besonders im Dogger. So treten sie auch im Schwäbischen Jura auf. Der berühmte Geologe und Paläontologe FRIEDRICH AUGUST QUENSTEDT beschrieb sie erstmals 1843 in seinem Buch „Das Flözgebirge Würtembergs“ unter der Bezeichnung „Hamites“. Auch den Fundplatz an der St. Johanner Steige bei Eningen u. A. in den Schichten des Braunen Juras soll er angeblich selbst entdeckt haben.

Es dauerte nur kurze Zeit bis diese Fundstelle zum Treffpunkt zahlreicher Sammler wurde. So war sie schon im letzten Jahrhundert als „Eninger Hamitengrube“ bekannt. Seitdem haben dort bis vor wenigen Jahrzehnten Generationen von Sammlern ihr Glück versucht, doch oft nur mit wenig Erfolg. Um nämlich an die Spiroceraten, wie man heute den größten Teil der „Hamiten“ QUENSTEDT's mit Gattungsnamen nennt, heranzukommen, mußte man dort erst 2 m tief graben. Danach traf man auf eine ca. 30 cm dicke harte Kalkmergel-Bank, die man „Hamiten-Bank“ genannt hat, obwohl sie fossilleer ist. Sie bildet die Dachbank der sogenannten Hamiten-Tone, in denen man die aberranten Ammoniten gesucht hat. Hatte man diese Bank gelockert, in kleinere Stücke zerschlagen und endlich zur Seite geräumt, so konnte die eigentliche Sucharbeit beginnen. Zu große Erwartungen wurden jedoch schnell gedämpft. Die Suche war mühsam. Mit dem Pickel herausgeschlagene Tonbrocken mußten mit einem stabilen Messer aufgespalten und zerkleinert werden. Da die Spiroceraten in den Tonen dort überwiegend in Pyritterhaltung vorliegen, hatte man besonders auf das glänzende Erz zu achten, um vielleicht einen Fund zu machen. Wenn man Pech hatte, konnte man einige Stunden vergeblich suchen. Manchmal traf man aber auch auf ein sogenanntes Hamitennest, so daß mit einem Mal der Erfolg groß war. In diesen Anhäufungen war jedoch kaum ein vollständiges Stück zu finden. Überhaupt waren große und dann noch vollständige Stücke die größten Raritäten. Daher verwundert es kaum, daß einige Sammler, die etwas weniger erfolgreich waren, nachgeholfen haben. Manches „Prachtexemplar“ wurde so mit viel Fantasie und Geschick aus Fragmenten verschiedener Individuen oder gar Arten zusammengesetzt. Selbst Fachleute ließen sich von solchen Kreationen täuschen. Da also der Aufwand für ein gutes Stück in jeder Hinsicht sehr groß war, verkauften einige ihre Funde, um zumindest die entstandenen Unkosten zu decken. Andere sahen in dem Verkauf vielleicht auch nur eine günstige Erwerbsquelle und waren so besonders um die Herstellung großer, „vollständiger“ Exemplare bemüht. Da auch die Museen und Universitätsinstitute schon damals ganze Sammlungen oder besondere Einzelstücke erwarben, existiert heute noch ein großer Teil dieser Funde von Eningen. Später kamen in Württemberg noch andere Fundplätze hinzu. Sie waren jedoch weniger reich an aberranten Ammoniten.

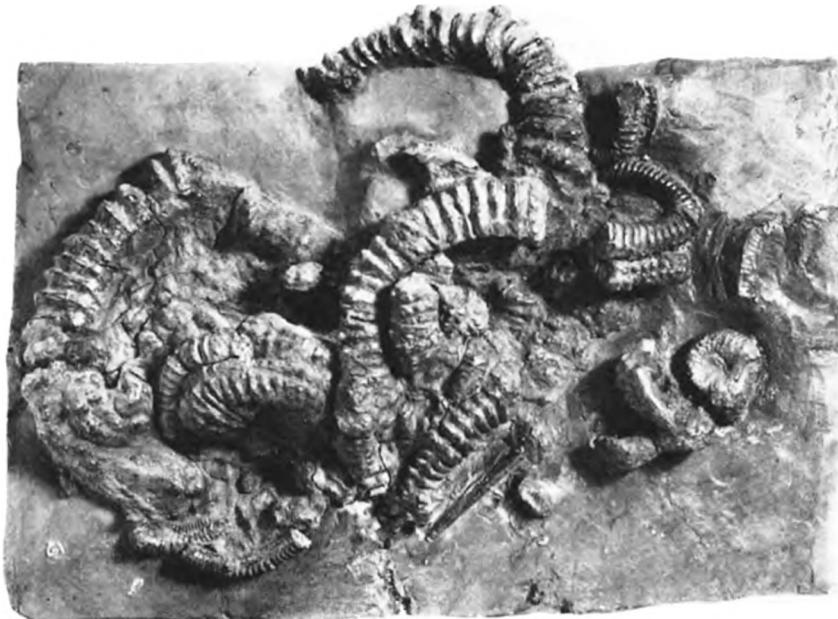


Abb. 1. Sogenanntes Hamiten-Nest; es handelt sich hier überwiegend um die Reste wahrscheinlich umgelagerter Spiroceraten, die vor ihrer Umbettung schon in Pyritsteinkern-Erhaltung vorlagen. Wie leicht verständlich, fehlen bei solchen Anhäufungen meistens die zarten Innenwindungen. Braunjura Ober-delta, Eningen u. Achalm; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen.  $\frac{2}{3}$  natürliche Größe. Foto LUMPE.

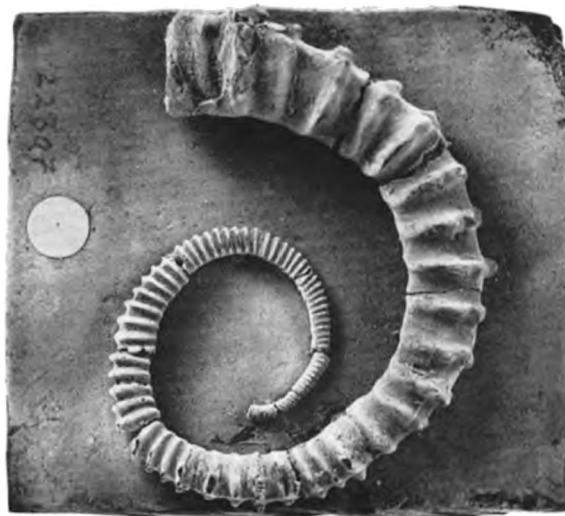


Abb. 2. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER u. SAUZÉ), aus Fragmenten verschiedener Individuen zusammengesetzt. Nur bei genauem Betrachten erkennt man die 12 nicht zusammenpassenden Teile. Sie wurden auf ein Stück „Hamiten-Ton“ in der Form der typischen offenen Spirale aufgeklebt. Original zu POTONIÉ 1929, Braunjura Ober-delta, Eningen u. Achalm; Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart. Natürliche Größe. Foto LUMPE.

Die Zeit unmittelbar nach der Entdeckung durch F. A. QUENSTEDT — aus Frankreich wurden bereits 12 Jahre vorher Funde bekannt — war, was die Zahl der Funde anlangt, am fruchtbarsten. Die Kenntnis über die Formenvielfalt der entrollten Jura-Ammoniten und ihrer genauen Fundhorizonte war daher schon im letzten Jahrhundert gut.

Heute findet der Privatsammler kaum noch einen aberranten Ammoniten, obwohl die Sammelleidenschaft sicher nicht geringer geworden ist. Das mag darin seine Ursache haben, daß die Fundhorizonte in Württemberg in tonigen Schichten liegen und heute zumeist schlecht aufgeschlossen sind. Wenn schon einmal in Baugruben die entsprechenden Schichten angeschnitten sind, so hat zuallererst der Bagger oder die Planieraupe die zerbrechlichen Heteromorphen zerstört. Die anderen normal aufgerollten Ammoniten halten dieser Beanspruchung besser stand. Sie fallen damit dem Sammler eher auf als die nur kleinen und unscheinbaren Fragmente von *Spiroceras* zum Beispiel. Die einzige Chance, noch vollständige Exemplare zu finden, wäre dann gegeben, wenn man in solchen Aufschlüssen nachgraben würde. In der Regel ist dies verständlicherweise verboten. Außerdem bleibt für eine solche Grabungsaktion heute zu wenig Zeit, da die modernen Baumaschinen „viel zu rasch“ arbeiten. Im letzten Jahrhundert hatten es da die Sammler wesentlich leichter. Sie fanden in Hangrutschern und an Wegböschungen noch genügend Möglichkeiten zum Graben. Heute sind solche Rutschhänge durch Drainagen entwässert und von Vegetation überwachsen, und viele der damaligen Wege sind nun Straßen, deren Böschungen durch Beton oder andere Baumaterialien befestigt sind.

#### Die variable Gehäusegestalt — ein typisches Merkmal der Dogger-Heteromorphen

Nach neuen Untersuchungen lassen sich die entrollten Ammoniten des Braunen Juras in 4 Gattungen unterteilen: *Spiroceras*, *Parapatoceras*, *Paracuariceras* und *Acuariceras*. Man kann sie alle bereits auf den ersten Blick von den normal aufgerollten Ammoniten unterscheiden. Ihre Gehäuseumgänge (Windungen) nämlich, auch wenn sie in Form einer Spirale verlaufen, berühren sich nicht. So entsteht eine offene Spirale im Gegensatz zur geschlossenen Spirale der „normalen“ Ammoniten. Nur der embryonale Gehäuseteil (er beginnt mit einer sogenannten Anfangsblase, dem Protoconch) ist



Abb. 3. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER u. SAUZÉ), embryonaler Gehäuseteil. Im kugeligen Anfangsteil sind etwa  $1\frac{1}{2}$  Umgänge aufgerollt. Danach setzt die Entrollung ein. Braunjura-Oberdelta, Eningen u. Achalm; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. 25fach vergrößert. Foto WETZEL.

über etwa 1½ Umgänge aufgerollt. Es fehlt also auf den äußersten Gehäuseabschnitten die sogenannte Innenwindungszone (sie ist eine Einbuchtung auf der Innenseite des Umgangs; an ihr umfaßt die äußere Windung die nächst innere). Der Querschnitt der Gehäuseröhre ist somit zylindrisch bis oval. Während bei den normal aufgerollten Ammoniten die Form der Windungsspirale ein wichtiges Merkmal zur Artbestimmung darstellt, hat sie bei den entrollten Ammoniten des Doggers nur geringe taxonomische Bedeutung. Sie variiert besonders bei der Gattung *Spiroceras*, hier sogar innerhalb einer Art. Man kennt 2 Arten der Entrollung bei den Dogger-Heteromorphen:

1. Die Entrollung in der Ebene; sie konnte so weit gehen, daß gestreckte Gehäuseabschnitte oder stabförmige Röhren entstanden.
2. Die Entrollung senkrecht zur Windungsebene; sie führte zu korkenzieherähnlichen Gehäusen und im Extremfall ebenfalls zu stabförmigen Gehäuseröhren, diesmal aber mit gedrehter Skulptur. Der letzte Fall wurde bisher am schwäbischen Material nicht beobachtet, jedoch an Funden aus Spanien.

Eine Kombination beider Entrollungsarten ist zumindest bei zwei Arten der Gattung *Spiroceras* verwirklicht. Sie bestimmt bei einer Raumspirale den Abstand der einzelnen Umgänge zur Windungssachse. So konnten alle Übergänge von einer engen bis zu einer weiten Raumspirale entstehen.

Gestreckte oder stabförmige Gehäuse sind für die Gattungen *Paracuariceras* und *Acuariceras* typisch. Aber auch die Gattungen *Spiroceras* und *Parapatoceras* umfassen Arten mit gestreckten Gehäuseabschnitten. Bei manchen Individuen besonders der Gattung *Spiroceras* treten hakenförmige Krümmungen oder Abknickungen auf. An solchen Stellen kann man dann hin und wieder beobachten, daß sich das Tier während des Wachstums in seinem Gehäuse gedreht haben mußte.

Um die einzelnen Arten und Gattungen der aberranten Dogger-Ammoniten auseinanderzuhalten, bleibt somit die Skulptur; in wenigen Fällen dient auch die Lobenlinie zur Unterscheidung. Es gibt Formen, die ohne Skulptur, also glatt sind. Die Mehrzahl trägt aber Rippen, auf denen Knoten oder Stacheln aufsitzen können. Im Gegensatz zu den normal aufgerollten Dogger-Ammoniten sind die Rippen stets einfach, d. h. sie gabeln oder spalten sich niemals. Auf der Externseite werden sie durch eine flache Furche unterbrochen. Auffallend sind bei einigen Individuen Unregelmäßigkeiten in der Art der Berippung, die sich über das ganze Gehäuse verteilen können.

#### Die Lobenlinie — ein wichtiges Merkmal zur Unterscheidung von den aberranten Ammoniten der Kreidezeit

War eine Unterscheidung von den normal aufgerollten Ammoniten anhand der Gehäusegestalt leicht möglich, so ist sie gegenüber den entrollten Ammoniten der Kreidezeit wesentlich schwieriger. Es gibt in der unteren Kreide durchaus Heteromorphe, die sich bei gleicher Erhaltung auf den ersten Blick kaum von denen des mittleren Juras unterscheiden lassen. Hier hilft allein die Lobenlinie, wenn man die Fundschicht des zu bestimmenden Stückes nicht genauer kennt.

Im Bereich der aufgerollten Embryonalwindung ist die Lobenlinie der aberranten Ammoniten des Braunen Juras noch normalammonitisch ausgebildet. Sie besitzt also in diesem Stadium 5 Loben. Erst mit dem Beginn der Entrollung wird ein Lobus (L = *Laterallobus*) zurückgebildet und ein anderer, danebenliegender, vormals sehr kleiner Lobus (U<sub>2</sub> = *Umbilicallobus*) wird nun sehr groß. Die Zahl der Loben hat sich aber insgesamt nicht geändert. Auch die Lobenlinie erwachsener Tiere (Adultsuktur) umfaßt noch 5 Loben, im Gegensatz zu den normal aufgerollten Ammoniten, die nun in diesem Stadium eine Lobenlinie mit meistens 6 und mehr Loben aufweisen.

Die aberranten Ammoniten des Doggers und die normal aufgerollten Ammoniten unterscheiden sich also in der Primärsutur nicht. Sie ist bei beiden fünflobig ausgebildet. Die heteromorphen Ammoniten der Kreidezeit weisen dagegen eine vierlobige Primärsutur auf. Diese geringe Lobenzahl verändert sich im Verlaufe des Wachstums nicht. So umfaßt auch die Adultsutur nur 4 Loben. Es genügt also, nur die Lobenlinie erwachsener Stadien zu vergleichen, um zu entscheiden, ob der vorliegende Heteromorphe in den Jura oder in die Kreide gehört.

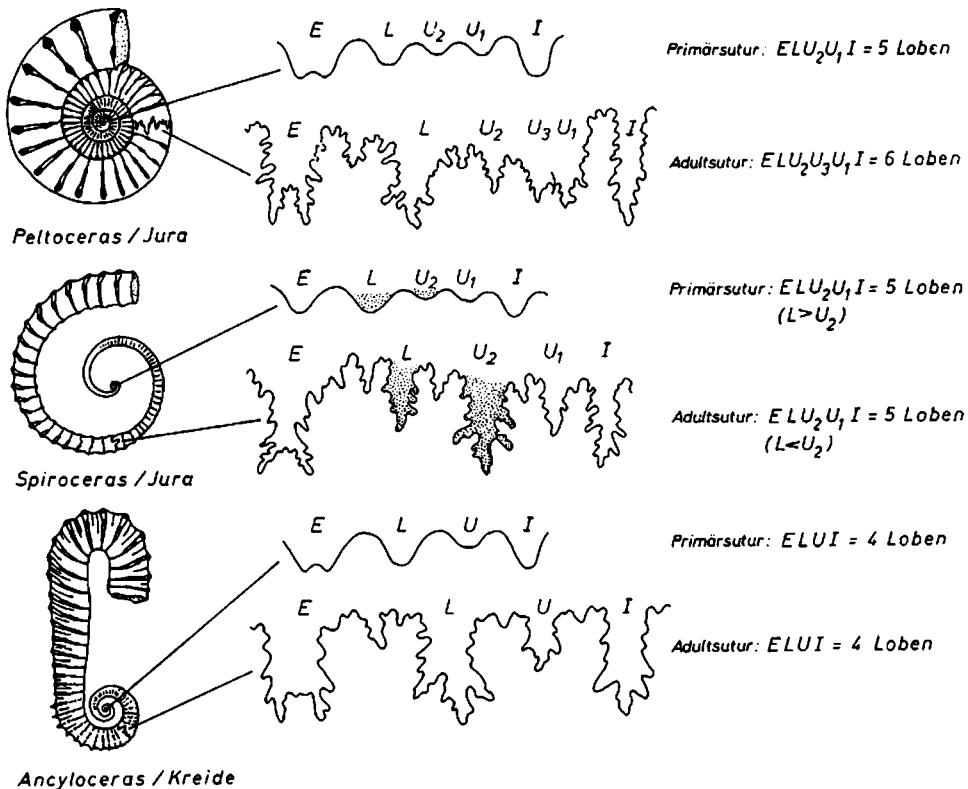


Abb. 4. Die Unterschiede zwischen den normal aufgerollten Ammoniten (Beispiel: *Peltoceras*), den Juraheteromorphen (Beispiel: *Spiroceras*) und den Kreideheteromorphen (Beispiel: *Ancyloceras*) anhand ihrer jeweiligen Lobenentwicklung.

### Die stratigraphische Verbreitung

Wenn man von den Jura-Heteromorphen spricht, meint man damit die Gruppe von aberranten Ammoniten, die nur im Dogger vorkommt. Es gibt auch im obersten Malm (Obertithon) entrollte Ammoniten. Diese gehören aber schon zur Gruppe der Kreide-Heteromorphen. Da zur Zeit des Obertithons in Schwaben schon das Festland herrschte, können wir hier keine Funde dieser Gruppe erwarten. Der Fund eines heteromorphen Ammoniten aus dem Lias stellte sich später als ein Seelilienrest heraus.

Es kommen also im Jura Württembergs nur die schon genannten 4 Braunjura-Heteromorphengattungen vor. Die Gattung *Spiroceras* setzt am frühesten ein und zwar im oberen Braunjura delta (*subfurcatum*-Zone). Sie reicht kaum bis in die Parkinsonien-Schichten. Somit ist fast der gesamte Braunjura epsilon frei von aberranten Ammoniten, denn erst wieder im obersten epsilon erscheint mit der Gattung *Parapatoceras* ein weiterer Heteromorpher. Er reicht bis in den unteren Braunjura zeta. Etwa ab dem mittleren Braunjura zeta treten die beiden letzten Gattungen *Paracuariceras* und *Acuariceras* etwa gleichzeitig auf. Sie erreichen aber kaum den oberen Braunjura zeta.

Während die Spiroceraten an manchen Fundplätzen gegenüber den anderen Ammoniten recht häufig sind, bleiben die Parapatoceraten bei uns immer recht selten. Noch seltener sind die beiden Gattungen *Paracuariceras* und *Acuariceras*. Von letzteren wurden sogar nur wenig mehr als 20 Exemplare gefunden. Ihr Vorkommen scheint auf Schwaben und Franken beschränkt zu sein.

### Degenerierte Endformen oder Spezialisten?

Gegen Ende der Kreidezeit starben die Ammoniten aus. Man suchte verständlicherweise Vorboten dieses Ereignisses. Es lag auf der Hand, die Gehäuse-Aberranz einiger Kreideammoniten in diesem Sinne zu deuten. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei den Ceratiten. Auch hier traten aberrante Formen gegen Ende einer Epoche, nämlich der Trias, auf. Die Heteromorphen wurden so zum Paradebeispiel für eine dem Aussterben vorangehende Degeneration. Man bezeichnete sie deshalb als degenerierte Endformen und in diesem Sinne als entartet und verwildert. Obwohl die aberranten Ammoniten des Doggers bis auf die Gehäuseentrollung wenig mit den Kreide-Heteromorphen gemeinsam haben, wurden sie doch in gleicher Weise gedeutet. Ihr zeitliches Auftreten liegt jedoch inmitten der Blüte der normal aufgerollten Ammoniten. Gleiches gilt übrigens auch für die meisten Kreide-Heteromorphen, von denen ein großer Teil schon in der Unterkreide lebte. Von der Unterkreide bis zum Aussterben der Ammoniten in der Oberkreide war es immerhin ein langer Zeitraum von 50 Jahr-millionen.

In jüngster Zeit haben Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Kreide-Heteromorphen eine überraschende Erkenntnis gebracht. Diese besagt, daß einige Entwicklungslinien der aberranten Ammoniten der Kreidezeit den Trend besaßen, zur normalen planspiralen Gehäuseaufrollung zurückzukehren. Ähnliches ist bei den mitteljurassischen Vertretern noch nicht beobachtet worden.

F. A. QUENSTEDT deutete die „Hamiten“ in seiner Erstbeschreibung als „verkrüppelte Exemplare“ des normal aufgerollten „*Ammonites Bifurcatus*“ (*Strenoceras subfurcatum*). Dieser Annahme widerspricht aber ihr stammesgeschichtlicher Erfolg. Welcher Art war aber ihre Lebensweise, die diesen Erfolg u. a. ermöglichte? Von den normal aufgerollten Ammoniten dürfen wir annehmen, daß diese mehr oder weniger gute Schwimmer waren. Dafür spricht deren symmetrisches Gehäuse. Das Gehäuse der entrollten Ammoniten jedoch entspricht in den meisten Fällen nicht mehr den Anforderungen für eine schwimmende Fortbewegungsweise. Es hat die dafür notwendige bilaterale Symmetrie verloren, die auch bei planktonischer Lebensweise solcher Organismen gefordert werden muß. So bleibt nur eine bodenbewohnende Lebensweise. Eine kriechende Fortbewegung, vielleicht am Meeresboden, vielleicht an Pflanzen, ist wahrscheinlich. Eine festsitzende Lebensweise scheint auszuscheiden, da der hydrostatische Apparat auch noch bei erwachsenen Tieren voll ausgebildet ist. Ein leichter Auftrieb des Gehäuses könnte bei kriechender Fortbewegung durchaus von Nutzen gewesen sein, denkt man nur an die dünnen, zerbrechlichen Gehäuseröhren. Die große Variabilität in der Gehäusespirale deutet ebenfalls darauf hin, daß der Selektionsfaktor Schwimmen keine Funktion mehr gehabt hat.

Eine ständig bodenbezogene Lebensweise, hält man sich die zerbrechlichen Gehäuse vor Augen, war natürlich nicht überall möglich. Durch Wellengang oder Strömungen bewegtes Wasser stand dieser Lebensweise im Weg. Deshalb müssen wir den Lebensraum der entrollten Ammoniten des Juras eher im Stillwasserbereich suchen. So liegt das Hauptvorkommen der Spirocera in Württemberg in den sogenannten Hamitonten. Sie sind Ablagerungen des Stillwassers. In der zum größten Teil zeitgleichen Bewegtwasserfazies dagegen, dem sogenannten Subfurcaten-Oolith, sind Spirocera sehr selten.

Aufgrund ihrer von den normal aufgerollten Ammoniten abweichenden Lebensweise müssen die heteromorphen Ammoniten des Doggers als Spezialisten gedeutet werden. Sie konnten dadurch naturgemäß weniger elastisch auf Änderungen ihrer Umwelt reagieren. Zwangsläufig zum Aussterben verurteilte Formen waren sie aber keineswegs.

#### T a f e l 1

Fig. 1. *Spirocera sauzeanum* (d'ORBIGNY); der größte Teil der abgebildeten Gehäuseröhre ist ungekammert. Original zu POTONIE 1929, Braunjura Ober-delta, Eningen u. Achalm; Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart.  $\frac{2}{3}$ , natürliche Größe. Foto LUMPE.

Fig. 2. *Spirocera orbignyi* (BAUGIER u. SAUZÉ), Jugendwindung. Infolge von Schwefelkies-Zersetzung ist der äußere Umgang teilweise verdickt. Original zu QUENSTEDT 1856 und 1887, Braunjura Ober-delta, Eningen u. Achalm; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. Natürliche Größe. Foto LUMPE.

Fig. 3. *Spirocera orbignyi* (BAUGIER u. SAUZÉ), jugendliches, schwach entrolltes Exemplar. Original zu QUENSTEDT 1856, Braunjura Ober-delta, Eningen u. Achalm; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. Natürliche Größe. Foto LUMPE.

Fig. 4. *Spirocera orbignyi* (BAUGIER u. SAUZÉ), stärker entrollte Innenwindung (vgl. Fig. 3). Original zu POTONIE 1929, Braunjura Ober-delta, Eningen u. Achalm; Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart. Natürliche Größe. Foto LUMPE.

Fig. 5. *Spirocera orbignyi* (BAUGIER u. SAUZÉ), Jugendwindung in Form einer Raumspirale. Das Gehäuse ist senkrecht zur Windungsebene leicht entrollt. Braunjura Ober-delta, Eningen u. Achalm; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. Natürliche Größe. Foto LUMPE.

Fig. 6. *Spirocera orbignyi* (BAUGIER u. SAUZÉ), Fragment in Form einer Raumspirale. Das Gehäuse ist senkrecht zur Windungsebene stark entrollt. Original zu QUENSTEDT 1856, Braunjura Ober-delta, Eningen u. Achalm; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. Natürliche Größe. Foto LUMPE.

Fig. 7. *Parapatoceras tuberculatum* (BAUGIER u. SAUZÉ), gekammertes Fragment. Parapatoceras besitzt eine sehr einfache Lobenlinie, ähnlich der von Paracuariceras. Die Lobenlinie dient u. a. zur Unterscheidung von der Gattung Spirocera. Braunjura zeta, Gammelshausen; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. Natürliche Größe. Foto LUMPE.

Fig. 8. *Paracuariceras incisum* SCHINDEWOLF, fast vollständiges Exemplar. Original zu QUENSTEDT 1851 und SCHINDEWOLF 1963, Braunjura Mittel-zeta, Gammelshausen; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. 3fach vergrößert. Foto WETZEL.

Fig. 9. *Acuariceras acuarium* (QUENSTEDT), Fragment eines ausgewachsenen Individuums. Acuariceras und Paracuariceras unterscheiden sich in der Gehäusegestalt kaum. Nur durch die unterschiedlich zerschlitzte Lobenlinie ist eine Trennung möglich. Original zu SCHINDEWOLF 1963, Braunjura Mittel-zeta, Gammelshausen; Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart. 3fach vergrößert. Foto WETZEL.

# Tafel 1

