

1. Juni 1963

# GEOLOGISCHE BLÄTTER FÜR NORDOST-BAYERN

und angrenzende Gebiete

Herausgegeben von Professor Dr. Bruno von Freyberg  
Vorstand des Geolog. Instituts der Universität Erlangen

Band 11

1961

Heft 1

## Inhalt:

### Geologische Forschungen: Seite

Kolb, Anton: Die Ammoniten als Dibranchiata, Untersuchung einer Schleifmarke aus den Solnhofener Schiefern. Mit Tafel 1 und 2 und 5 Abb. 1

Fesefeldt, Klaus: Schichtenfolge und Lagerung des oberen Weißjura zwischen Solnhofen und der Donau (Südliche Frankenalb). (Auszug) 27

### Geologische Heimatkunde:

Boie, Heinz-Jürgen: Wissenswertes vom Wasser und seiner Gefährdung im Karst. (Zwei Uranin-Salzungs-Versuche). Mit 4 Abb. 40

### Aus dem Notizbuch:

Zeiss, Arnold: Das Profil vom Braunjura  $\gamma$  bis Weißjura  $\alpha_2$  in den Bohrungen Friedrich 15—19 und Willenberg 1 westlich Pegnitz/Ofr. Mit 1 Abb. 53

### Wichtige Bohrprofile:

Freyberg, B. v.: Die 3 Keuperbohrungen südwestlich Bad Berneck (1959/60). Mit 4 Abb. 63

Schnitzer, Walter Alexander: Petrographie des Benkersandsteins in der Tiefbohrung Berneck b. Mit 1 Abb. 75

Kleine Mitteilungen 78

Personen-Nachrichten 78

Geologisches Schrifttum über Nordost-Bayern 79

Geol. Bl. NO-Bayern	Band 11	Heft 1	Seite 1—88 Tafel 1 u. 2	Erlangen 23. II. 1961
------------------------	---------	--------	----------------------------	--------------------------

ПМН  
0 1168

## GEOLOGISCHE FORSCHUNGEN

### Die Ammoniten als Dibranchiata.

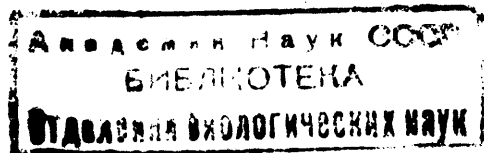
#### Untersuchung einer Schleifmarke aus den Solnhofener Schiefen

Von Anton Kolb, Hochschule Bamberg

Mit Tafel 1 und 2 und 5 Abb. im Text

Auf der Rückreise von der Beerdigung des Hauptkonservators Dr. Theodor Schneid, Bamberg, die an seinem Geburtsort Ammerbach stattfand, besuchte ich die Solnhofener Aktiengesellschaft. Es fügte sich, daß ich in der dortigen Sammlung gerade einen Ammoniten mit Schleifmarke von der Gruppe fand, über die, wie sich später herausstellte, der Verstorbene selbst gearbeitet hatte. Herr Generaldirektor Zehntner überließ mir die entsprechenden Platten zur Bearbeitung und schenkte mir diese anschließend, wofür ich ihm bestens danke.

Zur Bearbeitung stehen zwei Platten zur Verfügung. Sie wurden im Gemeindestock im Hartbuch — im Bereich der Gemeinde Mönsheim — gefunden. Der Flinz, in dem sie gefunden wurden, wird als vierter Dicker von sechs Dicken bezeichnet. Bezüglich der Feinstratigraphie vergleiche man Fesefeldt (1960). Der Verlauf der Marke erstreckte sich von NW nach SO. Der Ammonit fand sich am Ende der Marke im SO. Eine Platte zeigt einen Ammoniten, von dem Streifen abziehen. Der Ammonit ist zwar schlecht und nur teilweise erhalten, aber immerhin zu bestimmen. Es handelt sich um eine liegende Platte (T. 1 Fig. 1 u. 2), die von einem natürlichen Bruch, der wieder verkittet ist, der Länge nach durchzogen wird. Dieser Bruch zieht sich auch direkt durch den Ammoniten und ein zweiter um ihn herum. Die Platte ist bei der Bergung in einer Entfernung von 12 cm vom Ammoniten quer und von der Mitte dieses Querbruches weiter in Richtung zur Wohnkammer des Ammoniten am Rande der Platte ein zweites Mal gebrochen. Dieser letzte Bruch führt entlang eines früheren, z. T. mit Fäule gefüllten Risses. Die Bruchstücke wurden wieder geleimt, aber leider kam gerade dieses ausgebrochene Dreieck im Bereich des Ammoniten etwas tiefer zu liegen, wodurch ein Teil des Wohnkammerbereiches jetzt abgesetzt erscheint. In weiterer Entfernung vom Ammoniten finden sich noch einige Querbrüche. Der Ammonit selbst liegt auf einem ganz niedrigen Sockel etwas erhaben. Auf der Seite der Streifen kann man deutlich auf eine Breite von etwa 2 cm kleine Rippelmarken erkennen. Sie werden auf der linken Seite des Ammoniten schmaler und zeigen somit recht schön, daß den Ammoniten nach dem Festsetzen noch Wasser umspülte. Er wurde von Herrn Dr. Zeiß,



Erlangen, freundlicherweise als *Subplanites rueppellianus* (Quenstedt 1887) bestimmt.

Die andere Platte (T. 2, Fig. 2) ist eine hangende. Sie zeigt mehrere sehr schön und deutlich ausgebildete Streifen, die der ganzen Länge nach über sie hinwegziehen. Es fehlt jedoch der auf der ersten Platte zu sehende Ammonit. Die Platte benötigte keinerlei Präparation; ich bekam sie so, wie sie vorliegt.

#### Beschreibung und Bestimmung des Ammoniten (von A. Zeiss)

Die Gehäusemaße des vorliegenden Stückes lassen sich infolge der unvollkommenen Erhaltung nur ungefähr angeben: Dm 17,8 cm; Wh 5,3 cm; Wb ?; Nw 8,7 cm. Die Zahl der Innenrippen beträgt auf dem letzten halben Umgang 27, die der Außenrippen steigt mit zunehmendem Durchmesser: Soweit erkennbar, spalten sich die Innenrippen auf der Flanke bis etwa 4,8 cm Wh dichotom, von 4,8 Wh ab virgatitom; zunächst sieht man bis 5,0 cm Wh dreispaltige, dann vierspaltige Rippen; ein bis zwei Spaltrippen können vorhanden sein. Die Innenrippen beginnen am Nabel mit einem nach vorne offenen Häkchen und verlaufen bis zum Spalt-punkt gerade. Erst am Rande des letzten Umgangsviertels beschreiben sie eine leicht nach vorne geschwungene Biegung. Infolge zunehmender Virgatitomie rücken die Innenrippen am Umgangsende auseinander.

Von den bekannten Ammoniten des fränkischen oberen Malms steht der vorliegenden Form „*Subplanites rueppellianus*“ F. A. Quenstedt (1887, S. 1089, Taf. 126, Fig. 1) am nächsten. Der Holotyp, der von seinem Autor nur teilweise als Zeichnung bekannt gemacht wurde, liegt erst seit kurzem ganz abgebildet vor (F. Berckhmer und H. Hölder, 1959, S. 51, Taf. 12, Fig. 56). Von diesem Stück unterscheidet sich das vorliegende durch seinen etwas weiteren Nabel, die feinere Ausprägung der Skulptur und die stärkere Virgatitomie der Rippen am Ende des letzten Umganges, wodurch sowohl die Zahl der Sekundärrippen größer als auch die Abstände der Rippen am Umbilikalrand weiter werden. — S ch n e i d's Exemplar (1914, S. 161, Taf. 3, Fig. 3) besitzt ein längeres Stadium dreispaltiger Rippen, die mit zweispaltigen Rippen alternieren können, es entstammt einem höheren Horizont des oberen Malms. — Dem Holotyp sehr ähnlich ist *Subplanites reisi* (S ch n e i d), der sich nur durch die größere Anzahl (fast das Doppelte) der Rippen auf den inneren Windungen von *S. rueppellianus* unterscheidet (vgl. 1914, S. 162, Taf. 3, Fig. 3). S ch n e i d's *rueppellianus* zeigt gegenüber *S. reisi* einen ovalen, weniger breiten Querschnitt, geringere Windungs-

höhe, weiteren Nabel, das Fehlen einer deutlichen Nabelkante und einer hohen, steilen Nabelwand, sowie eine geringere Zahl der Rippen auf den inneren Windungen; er unterscheidet sich vom Holotyp *Q u e n s t e d t's* hinsichtlich der Gehäusemaße in gleicher Weise wie von *S. reisi*; die Skulpturmerkmale sind ähnlich; Urteile über Wb und Höhe der Nabelwand sind an *Q u e n s t e d t's* Typ und dem vorliegenden Stück infolge der Verdrückung nicht möglich.

### B e s c h r e i b u n g d e r S t r e i f e n

Auf der liegenden Platte, mit den Ausmaßen  $135 \times 28$  cm, ziehen, wie auf T. 2, Fig. 1, ersichtlich ist, von dem Ammoniten mehrere nebeneinanderliegende bandförmige Streifen ab, die in ihrer Längserstreckung zum Teil präpariert werden mußten. Wegen der großen Schwierigkeiten bei der Präparation wurden die Streifen lediglich in der Nähe des Ammoniten völlig freigelegt, während der übrige Teil unberührt blieb. Sieht man mehr oder weniger senkrecht auf die Platte, so kann man im Bereiche der Präparation vier bandförmige Streifen deutlich erkennen. Außerhalb des Präparationsbereiches ist lediglich ein Streifen sehr gut, ein weiterer nur undeutlich sichtbar. Die Streifen variieren sowohl in der Art ihrer Ausprägung als auch in ihren Breitenausmaßen. Während die beiden ersten Streifen etwas vertieft liegen, die Felder jedoch mehr oder weniger flach sind, hat das Feld des dritten Streifens eine rinnenförmige Gestalt und weist eine Tiefe von etwa 1 mm auf. Der vierte Streifen ist flach und, vom Ammoniten aus gesehen, auf der linken Seite lediglich durch eine rillenförmige Vertiefung begrenzt. Das Feld ist kaum merklich abgesenkt, sondern befindet sich in fast der gleichen Höhe mit der übrigen Platte.

Die Breite dieser Streifen bewegt sich innerhalb gewisser Grenzen. Es ist jedoch weder die Breite des einzelnen Streifens noch die der gesamten vier gleichbleibend. Die Breite des einzelnen Streifens schwankt etwa zwischen 16 mm und 22 mm, die der vier Streifen zusammen zwischen 64 und 72 mm. Unmittelbar am Ammoniten taucht der erste Streifen unter den zweiten unter, wodurch die Streifen auf die rechte Seite des Ammoniten weisen.

Die Streifenfelder zeigen im Präparationsbereich keine deutliche Gliederung, doch findet sich im ersten Streifen eine schwache, kielförmige Erhebung. Auch der dritte Streifen, der als einziger von den drei Streifen mit vertieftem Feld auf der ganzen Platte vollkommen frei liegt, hat ein einheitliches Gepräge. Das Feld des vierten Streifens weist bereits im Bereich der Präparation einen ganz schwachen rinnenförmigen Streifen auf, der je-

doch bald wieder verschwindet, um später erneut aufzutreten und gegen das Ende der Platte zu deutlicher zu werden. Es entsteht dadurch der Eindruck einer Gabelung des Streifens. Die linke Begrenzung dieses Streifens beginnt an dieser scheinbaren Gabelungsstelle undeutlicher zu werden und kann bei senkrechter Aufsicht auf die Platte nicht überall gut erkannt werden.

Als ich von meinem Schreibtisch aus ganz flach auf die auf dem Arbeitstisch liegende Platte sah, konnte ich bei seitlichem Lichteinfall den weiteren Verlauf wenigstens einigermaßen verfolgen. Hierbei wird man sehr stark durch die scheinbare Gabelung getäuscht. Man hat den Eindruck, daß der Streifen sich von dieser Stelle an stark verbreitert, was jedoch nicht zutrifft. Erst durch Legen von Papierschnitzeln zur besseren Kennzeichnung der Begrenzung und durch direkte Abmessung wird man sich dieses irreführenden Eindruckes bewußt. Der Streifen variiert wohl innerhalb einer gewissen Breite, wie das sowohl für die gesamte Schleifspur als auch für die einzelnen Streifen bereits betont wurde, verbreitert sich jedoch im ganzen gesehen nicht.

Außer diesen vier Streifen, die sich, wie erwähnt, in der Nähe des Ammoniten auch bei senkrechter Aufsicht genau feststellen lassen, habe ich gerade bei der erwähnten flachen Sicht vom Schreibtisch aus zu meiner Überraschung eine Anzahl weiterer Streifen erkennen können. Von ihrer Existenz merkt man bei senkrechter Aufsicht überhaupt nichts. Sie stellen ganz leichte Wellungen dar und ziehen sich kontinuierlich vom Ammoniten bis zum Ende der Platte. Es ist außerordentlich schwierig, die Zahl und die Abgrenzung dieser Streifen genau festzulegen. Nur mit der bereits erwähnten Methode, Papierschnitzel zur Markierung der Grenzen der einzelnen Streifen auszulegen, und durch wiederholtes Betrachten konnten mit einiger Sicherheit weitere vier Streifen festgelegt werden. Was die Breite dieser Streifen betrifft, so ist diese aus T. 2, Fig. 1, zu ersehen. Der erste Streifen, der besonders in der Nähe des Ammoniten am deutlichsten in Erscheinung tritt, ist etwa so breit wie die bereits besprochenen vier Streifen, während die übrigen Streifen sukzessive nach links an Breite abnehmen. In T. 2, Fig. 1, wo zur Verdeutlichung der Spur die genannten Papierschnitzel gelegt wurden, ist dies gut zu erkennen. Die Deutlichkeit der Streifen wechselt in der Längserstreckung der Platte verschiedentlich. Von rechts nach links ist ebenfalls eine Abnahme der Deutlichkeit festzustellen. Die Versuche, bei der Aufnahme mit Hilfe von Schattenwirkungen diese Streifen im Bilde festzuhalten, sind nur teilweise gelungen (T. 1, Fig. 1 u. 2).

Der Zusammenhang dieser vier letztgenannten Streifen mit den vorher beschriebenen ist über jeden Zweifel erhaben. Sie beginnen in der Nähe des Ammoniten. Der über den Ammoniten hinaus sich erstreckende Teil der Platte ist glatt. Der Übergang von den deutlichen zu den undeutlichen Streifen vollzieht sich allmählich. Besonders deutlich kommt die Zusammengehörigkeit aller Streifen durch die Tatsache zum Ausdruck, daß von allen Streifen die bei der Längserstreckung leichten, seitlichen Schwingungen gleichsinnig mitgemacht werden. Zusammenfassend kann also von diesen Streifen gesagt werden, daß es acht sind, die sich kontinuierlich der Länge nach über die ganze Platte bis zum Ammoniten erstrecken. Die Streifen nehmen von rechts nach links, vom Ammoniten aus gesehen, sowohl an Breite als auch an Deutlichkeit ab.

Vor der bereits beschriebenen Bruchlinie in unmittelbarer Nähe des Ammoniten befindet sich ein schiffchenförmiger Eindruck. Er hat eine Länge von 25 mm, die größte Breite beträgt 7 mm und die Tiefe etwa 3 mm. Die Wandflächen sind uneben und von zahlreichen Rillen durchfurcht.

Auf der rechten Seite der Streifen sieht man an verschiedenen Stellen mit wechselnder Deutlichkeit fiederartige Streifen zur Spur in Richtung zum Ammoniten heranziehen. In Abb. 1 ist dies gut zu erkennen.

Die zweite Platte, die zur Verfügung steht, ist eine hangende Platte mit den Ausmaßen  $112 \times 14$  cm. Sie ist in T. 2, Fig. 2, wiedergegeben, wo man außerdem ersehen kann, daß sie sich etwa ab der Mitte gegen das eine Ende laufend verschmälert. Die Streifen auf dieser Platte lassen sich unschwer als das Negativum der Streifen der bereits beschriebenen Platte erkennen, wenn sie auch aus größerer Entfernung vom Ammoniten stammen. Die Anordnung der Abbildung wurde so gewählt, daß sie das Spiegelbild zur liegenden Platte darstellt. Hier sind auf der linken Seite der Spur die zuletzt erwähnten, fiederförmigen Streifen, die auf der ersten Platte rechts lagen, gut zu erkennen (Abb. 1). Ganz klar treten auch die ersten drei und etwas weniger deutlich der vierte Streifen in Erscheinung. Es nimmt also wiederum die Deutlichkeit der Streifen in derselben Weise ab wie bei der ersten Platte. Auch die Breite der einzelnen Felder der Streifen entspricht der für die liegende Platte genannten. Die ersten zwei Streifen liegen etwas erhaben, ihre Felder sind jedoch fast vollkommen flach, während das Feld des dritten Streifens gewölbt ist. Das Feld des vierten Streifens ist kaum erhaben; lediglich die bei senkrechter Aufsicht nicht immer deutlich sichtbare Begrenzung tritt uns in Form eines leicht erhabenen Kieles entgegen.

Das Feld des ersten Streifens ist im linken Randgebiet mitunter etwas wulstartig erhaben und angeraut. Sowohl die Breite als auch die Stärke der Ausbildung dieser sich abhebenden Randzone wechseln beträchtlich. Im ersten Streifen ist zudem eine rillen-

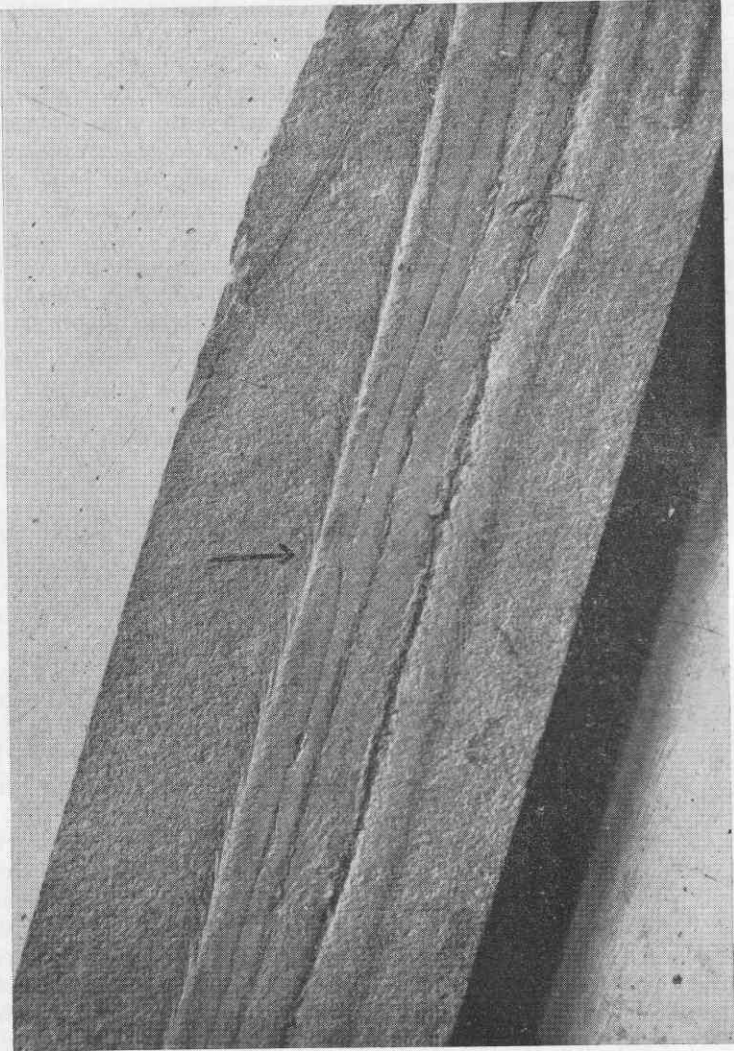


Abb. 1. Teilansicht der hangenden Platte mit unterbrochener Rille.  
2/5 nat. Gr.

förmige Vertiefung zu sehen, die sich mit beinahe gleichbleibender Deutlichkeit auf die ganze Länge des Streifens erstreckt. Doch verläuft diese Rille nicht etwa in der Mitte des Feldes, sondern pendelt, bald der äußeren, bald der inneren Begrenzung des Feldes sich nähernd, in dessen mittlerem Bereich. An einer Stelle, etwa in der Mitte der Platte, kann man eine Unterbrechung dieser Rille sehen (Abb. 1). Hier führt die im mittleren Bereich des Streifens verlaufende Rille nach links außen und verliert sich in der angerauten Randzone, während die weiterziehende Rille an dem Bogen der nach außen ziehenden zart beginnt, um wieder kräftiger zu werden und im mittleren Bereich des Streifens weiterzuziehen. An der unterbrochenen Stelle sieht man zudem in der gradlinigen Fortsetzung der Rille einen angerauten Streifen, der in die weiterziehende Rille einmündet. Von den übrigen vier zarten Streifen der liegenden Platte ist hier wenig zu sehen, weil die Platte auf die bereits genannte Breite von 14 cm zugeschnitten war, noch bevor ich sie zu sehen bekam. Es spiegelt sich die bereits genannte Tatsache wieder, daß man von diesen zarten Streifen nur bei seitlicher Beleuchtung etwas sieht, weshalb die Steinbrucharbeiter nicht sehen konnten, daß sie beinahe die Hälfte der Streifen weggeschnitten haben. Freilich bestünde auch die (allerdings höchst unwahrscheinliche) Möglichkeit, daß diese äußersten Streifen noch zarter waren oder auch gänzlich verschwunden sind, da diese Platte aus einer nicht genau bekannten Entfernung vom Ammoniten stammt. Die Mindestentfernung der Platte vom Ammoniten muß jedoch wenigstens die Länge der Streifen auf der liegenden Platte, also mehr als 1.06 m, betragen haben. Da die Spur auf der liegenden Platte in ihrer ganzen Länge teilweise gerade von demjenigen Teil der hangenden Platte bedeckt wird, der dort sehr schön ausgeprägt ist, so kann die hangende Platte nur von einem entfernteren Abschnitt stammen.

Somit ist die hangende Platte tatsächlich ein getreues Spiegelbild der vier deutlichen Streifen der liegenden Platte. Alle Einzelheiten derselben finden sich auf ihr genau so gut, ja zum Teil sogar besser ausgeprägt wieder. Dies gilt ganz besonders für die Struktur des ersten Streifens.

### Deutung der Streifen

Es dürfte wohl kaum ein Zweifel bestehen, daß die Streifen von dem auf der Platte sich befindlichen Ammoniten, *Subplanites rueppellianus* (Q u., 1887) hervorgerufen wurden, da diese mit dem Ammoniten endigen. Viel schwieriger ist zu sagen, wie diese Streifen zustande kamen, bzw. welcher Teil des Ammoniten sie verursachte.



Zweifelsohne handelt es sich um ein Gebilde, das der im seichten Wasser treibende Ammonit hervorgerufen hat. Daß die Bewegung des Wassers in Richtung der Streifen zum Ammoniten erfolgte, das zeigen u. a. die bereits erwähnten Rippelmarken an dieser Seite des Ammoniten, die in Richtung zur äußersten Linken des Ammoniten immer schmaler werden, sich dann wieder etwas erweitern und auf der den Streifen gegenüberliegenden Seite vollkommen fehlen. Außerdem sieht man sehr deutlich, daß das Wasser den Ammoniten in der genannten Richtung umspülte, da auf dem kurzen Stück der Platte, das über den Ammoniten hinausreicht, der ohnehin niedrige Sockel des Ammoniten äußerst langsam in den Horizont der Platte übergeht, während auf der Seite der Streifen der Sockel bedeutend steiler ist. Somit darf es als erwiesen gelten, daß der Ammonit in der Abbildung von oben nach unten im Wasser treibend diese Streifen verursachte.

*Kann die Schale des Ammoniten eine solche Spur hervorrufen?*

Bedeutend schwieriger ist jedoch die Frage: Womit hat *Subplanites* diese Streifen verursacht? In erster Linie muß an die Schale des Tieres gedacht werden! Es ist daher vor allem zu prüfen, ob die Schale des genannten Ammoniten in der Lage war, derartige Streifen hervorzurufen.

Nehmen wir an, die Schale des Tieres hätte im seichten Wasser getrieben und dabei den Grund berührt. Die in senkrechter Lage treibende Schale wäre dadurch, in eine rotierende Bewegung versetzt, solange auf dem Grund dahingerollt, bis sie diesen nicht mehr berührt hätte. Dabei hätte rein theoretisch nur die Struktur der Außenwand zum Abdruck kommen können. Diese hätte sich auf dem Untergrund abrollen müssen, wie das Profil eines Autoreifens im Schnee oder in weicher Erde. Die Vorstellung trifft auch tatsächlich zu. Wir haben verschiedentlich solche Abdrücke, Ammonitenrollmarken, die die Struktur der Außenwand, die Rippen deutlich zeigen. Rothpletz hat Abdrücke der Außenseite eines Perisphincten beschrieben und abgebildet, die dieser vor der Einbettung verursacht hatte. In T. 1, Fig. 3 ist eine Platte mit einer nicht zusammenhängenden Rollmarke wiedergegeben. Sie stammt von Wintershof bei Eichstätt und ist Eigentum der Phil.-Theol. Hochschule Eichstätt. In Abb. 2 sehen wir eine Platte mit mehreren derartigen Rollmarken nebeneinander. Diese Platte wurde bei Painten gefunden und befindet sich im Paläontologischen Institut der Universität Zürich/Schweiz. Solche Rollmarken haben, wie die beiden Abbildungen zeigen, ein ganz anderes Aus-

sehen, wie die zu besprechenden Streifen. Es kann sich also bei unserem Objekt nicht um eine Ammonitenrollmarke handeln<sup>1)</sup>.

Nehmen wir aber an, der Ammonit hätte in so seichtem Wasser getrieben, daß die Schale nicht mehr senkrecht schweben konnte, und hätte in einem bestimmten Winkel geneigt auf dem Grund schleifend Eindrücke verursacht. Wie hätten diese ausgesehen? Es müßte sich auch hier die Struktur der Schale im Bereich des streifenden Teiles in den Eindrücken widerspiegeln. So müßten insbesondere alle Rippen eine den Erhebungen entsprechende Vertiefung hervorrufen. Diese Vorstellung wurde experimentell untersucht.

Im Versuch habe ich auf glattgestrichener, trockener Schlämme-  
kreide mit verschiedenen Ammoniten den Vorgang des Schleifens  
rekonstruiert. Alle Rippen haben sich entsprechend ihrer Größe

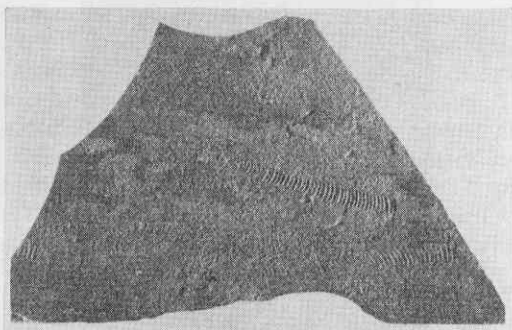


Abb. 2. Platte mit Rollmarken eines Ammoniten  
von Painten b. Eichstätt. 1/4 nat. Gr.

in Form von größeren oder kleineren Furchen, die Zwischenräume der Rippen in Form von Wällen in der Schlämme-  
kreide abgezeichnet, so daß der Streifen ein wellblechartiges Aussehen erhielt (Abb. 3). Sowohl der konkave Teil der Wellentäler als auch der konvexe Teil der Wellenberge war schön gerundet. Die Zahl der Furchen stimmt mit der Zahl der Rippen genau überein. Auf die genaue Übereinstimmung der Zahl der Furchen mit der Zahl der Rippen hat bereits Rothpletz hingewiesen, als er die Schleifmarke des Schalenstückes eines Perisphincten beschrieb und abbildete. Die von ihm bearbeitete Schleifmarke stimmt mit der von mir künstlich erzeugten vollkommen überein.

1) Herrn Prof. Dr. Kuhn-Schnyder-Zürich und Herrn Prof. Dr. Mayr-Eichstätt danke ich bestens für die leihweise Überlassung der Objekte.

Bei den Ammoniten mit gegabelten Rippen können allerdings je nachdem, ob sich die Spaltung der Rippen hauptsächlich auf die Außenwand erstreckt oder weit auf die Flanken der Schale übergreift, zwei verschiedene Eindrücke entstehen. Welcher der beiden Eindrücke entsteht, hängt von der Neigung des Ammoniten bei der Erzeugung derselben ab. Ist die Neigung des Ammoniten gering, hält sie sich im Bereich eines stumpfen Winkels, so treten nur die Rippen der Außenwand in Erscheinung. Ist die Neigung des Ammoniten dagegen eine sehr starke, beträgt der Winkel nur etwa  $30^\circ$ , so verursachen lediglich diejenigen Rippen, die sich auf die Flanke erstrecken, einen Eindruck. Es kann also gegebenenfalls ein und dieselbe Schale eines Ammoniten je nach

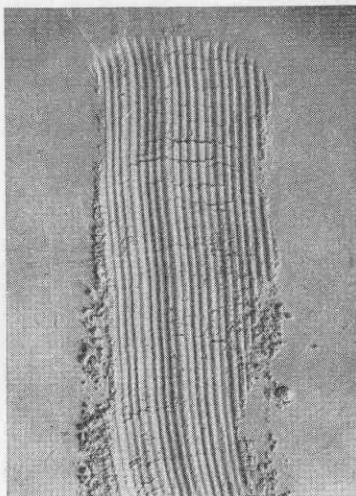


Abb. 3. Künstlich erzeugte Schleifmarke mit *Perisphinctes cf. breviceps*. Qu.

Stärke der Neigung und Ausbildung der Rippen zwei verschiedene Marken hervorrufen. Die auf diese Weise erzeugten Marken haben eine gewisse Ähnlichkeit mit der von Trusheim beschriebenen Lebensspur eines Ammoniten. Nach Betrachtung dieser Originalplatte, es ist eine hangende Platte, kam ich zu der Überzeugung, daß es sich hier lediglich um Roll-, Schleif- und Einstichmarken treffender Ammonitenschalen handelt. Bei den vermeintlichen Spuren der Arme eines Ammoniten handelt es sich hauptsächlich um die zuletzt genannten Einstichmarken des Mundsaumes einer Ammonitenschale. (Herrn Prof. K n e t s c h - Würzburg danke ich für die leihweise Überlassung der Platte).

Wie liegen nun die Verhältnisse bei *Subplanites rueppellianus*? Wir haben bei der Beschreibung des Ammoniten gesehen, daß die Rippen sich bereits auf der Flankenmitte zu spalten beginnen. Auf Grund unserer bisher gewonnenen Erkenntnis müssen wir fordern, daß in der Marke alle Rippen in Erscheinung treten. Dies trifft auch tatsächlich zu! Mit dem Original von *Virgatosphinctes rueppellianus* (S c h n e i d), das mir Prof. Dr. F r a n z M a y r, Eichstätt, dankenswerter Weise leihweise überließ, habe ich bei größtmöglicher Neigung in einem Becken mit Schlammkreide eine Marke verursacht. Hierbei traten sämtliche Rippen in Form von Wellentälern und ebensolchen Wellenbergen in Erscheinung wie in Abb. 3. Die Tatsache, daß selbst bei stärkster Neigung alle Rippen der Außenwand, die sich ja weit auf die Flanke erstrecken, in Erscheinung treten, macht es unmöglich, daß die uns vorliegende Marke von der Schale des *Subplanites* hervorgerufen wurde. Sie ist auch ganz anders geartet, als die mit *Virgatosphinctes* künstlich erzeugte Marke. Sie zeigt insbesondere keine Wellenberge und Wellentäler, die als markantes Merkmal einer durch eine Ammoniten-Schale dieses Typs hervorgerufenen Marke angesehen werden müssen. Statt eines Wellentales finden wir schmale Rillen als Begrenzung der einzelnen Felder, die niemals dem Zwischenraum zweier Rippen entsprechen können. Was aber besonders ausschlaggebend ist: Die deutlich in Erscheinung tretenden vier Streifen der Marke haben eine Breite, die den Abstand zweier Rippen um das etwa Fünffache überschreiten, wie aus direkten Messungen an unserem Objekt hervorgeht. Die Marke kann also keinesfalls von den Rippen herühren. Aber auch kein anderer Teil der Schale, wie etwa die als Ohren bezeichneten, lappenförmigen Fortsätze am Mundsaum, kann hierfür verantwortlich gemacht werden. Würde nämlich dieser Schalenteil für die Marke verantwortlich sein, so müßte, abgesehen von vielem Anderen, die Mündung der Schale in gradliniger Fortsetzung der Streifen liegen und dürfte nicht beinahe in die entgegengesetzte Richtung weisen.

Wenn nun die Schale des Ammoniten diese Marke nicht hervorgerufen haben kann, so müssen wir nach einem anderen Teil des Tieres suchen, der hierfür in Frage kommen könnte, da diese Marke nun einmal von dem vorliegenden Ammoniten erzeugt wurde.

*Können Weichteile des Ammoniten eine solche Marke verursachen?*

Außer der Schale des Ammoniten haben wir lediglich die Weichteile auf die Möglichkeit, ob sie vielleicht die Verursacher der Streifen sein könnten, zu prüfen. Hier darf die allgemein

bekannte Tatsache erwähnt werden, daß wir bis zum heutigen Tag über den Bau der Ammoniten-Weichteile lediglich Theorien kennen, jedoch keinen direkten oder indirekten Nachweis besitzen. Bei den Betrachtungen über die Möglichkeit der Verursachung dieser Streifen durch Weichteile des Ammoniten möchte ich daher alle bestehenden Vorstellungen außer acht lassen und, soweit es nötig ist, lediglich rezente Vertreter der Cephalopoden zum Vergleich heranziehen. Vorausschicken darf ich, daß die Gleichmäßigkeit der Streifen, die über 2 m weit entweder auf der liegenden oder auf der hangenden Platte zu verfolgen sind, uns zwingt anzunehmen, daß das Tier bereits tot oder zu Tode ermattet war, als es im Wasser treibend diese Streifen verursachte.

Die Gliederung der Marke in die vorerst zu betrachtenden vier deutlichen Streifen verlangt als Verursacher kein einheitliches, sondern ein detailliertes Gebilde. Dieses tritt uns bei den Cephalopoden in Gestalt der Kopffüße oder Arme gegenüber, weshalb zu untersuchen ist, ob eventuell diese als Urheber der Streifen anzusehen sind. Somit erhebt sich die Frage: Können die Kopffüße oder Arme eines Ammoniten eine Marke von der vorliegenden Art hervorrufen? Wenn ja! Wie müssen diese gestaltet gewesen sein?

Nehmen wir also an, ein toter oder zu Tode ermatteter Ammonit, dessen Arme aus der Schale hängen, schleift über den Kalkschlamm. Die Marke wird aus so vielen Streifen bestehen, wie Arme auf dem Boden schleifen. Es entsteht also kein einheitlicher, sondern ein aus mehreren Streifen bestehender Eindruck. Dabei muß die Gestalt des einzelnen Streifens demjenigen Teil des Armes entsprechen, der gerade auf dem Untergrund schleift. Die Außenseite der rund um die Mundöffnung stehenden Arme ist bei den Cephalopoden etwas gerundet, weshalb erwartet werden muß, daß ein Arm mit dieser Seite eine rinnenförmige Vertiefung erzeugt. Kommen die Arme nicht mit der Außenseite, sondern seitlich verkantet auf den Grund oder streifen sie nur ganz leicht, so müssen die Streifen selbstverständlich untereinander verschieden sein. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Streifen muß klein sein, da sich diese flexiblen Gebilde eng aneinander legen. Weil die Arme zudem an der Basis breit sind und sich gegen das distale Ende zu verjüngen, so hängt die Breite des Streifens davon ab, ob sie mit dem proximalen oder, vielleicht wegen des Aufliegens auf einem anderen Arm an der Basis, mehr mit dem distalen Teil des Armes auf dem Grund schleifen. Im ersten Fall wird ein breiterer Streifen erzeugt als im zweiten. Doch kann ein Arm gegebenenfalls sogar drei Streifen erzeugen. Dies tritt

dann ein, wenn der breitere Teil eines Armes einen Streifen erzeugt, sich dann etwas vom Grunde abhebt und ein schmalerer Teil dieses Armes nochmal schleift. Wahrscheinlich ist jedoch dieser zuletzt erzeugte Streifen sehr zart, da sonst der Arm durch das Streifen gestreckt und damit kein zweiter Streifen entstehen würde. Da die Arme kranzförmig den Mund umstehen, so können beim Schleifen über den Schlamm nicht alle Arme in gleicher Weise zur Geltung kommen. Höchstens die Hälfte der Arme und zwar die vom unteren Teil des Kranzes können einigermaßen gleichbreite Streifen erzeugen, die zugleich gewisse Rückschlüsse auf die Beschaffenheit sowie auf die Ausmaße und Gestalt der Arme zulassen.

Die vorliegende Marke erfüllt meines Erachtens die theoretischen Erwägungen weitgehendst, wenn auch noch Einiges zu klären ist. Der dritte Streifen (in T. 2, Fig. 1, von rechts nach links gezählt) ist das beste Beispiel hierfür. Er ist flach, rinnenförmig und symmetrisch ausgebildet. Es finden sich keinerlei weitere Strukturen, weshalb er den idealen Streifen darstellt, wie wir ihn vorher theoretisch forderten. Er zeigt das typische Bild, das entstehen muß, wenn ein Arm mit der Außenseite über den Schlamm schleift. Die flache Rinne spiegelt die Rundung des Armes wieder, während die geringen Wellenbewegungen in der schwankenden Breite des Streifens ihren Niederschlag finden. Denn die Wellen haben das Tier und damit den Arm bald etwas gehoben, bald etwas gesenkt, weshalb abwechselnd ein etwas schmalerer und ein etwas breiterer Teil des sich distal verjüngenden Armes auf dem Grund schleifte. Es darf zugleich angenommen werden, daß dieser Streifen von demjenigen Arm verursacht wurde, der zu unterst zu liegen kam. Auf Grund der Verhältnisse ist zu schließen, daß der Arm während des Schleifens seine normale Lage beibehalten hat.

Anders ist es mit den Armen, die die übrigen Streifen verursachten. Sie konnten auf Grund ihrer Lage nicht mit der Außenseite schleifen, sondern mit dem Seitenteil. Und so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß die beiden äußeren Streifen in T. 2, Fig. 1 rechts jeweils von dem Seitenteil eines Armes verursacht wurden. Dies dürfte auch in der Eigenart der Streifen (vertieftes, jedoch flaches Feld) seinen Ausdruck finden. Auf Grund der Stellung der Arme im Kreis konnten die diese Spur verursachenden Arme auch nicht mit ihrer Rückseite auf dem Grund schleifen, sondern mußten, der innere weniger, der äußere mehr, mit dem Seitenteil diesen berühren. Außerdem mußte auf Grund der kranzförmigen Anordnung der Arme der den äußeren Streifen verursachende Arm etwas seitlich ausge-

lagert sein, da er doch zum Teil über den Arm, der den zweiten Streifen verursachte, zu liegen kam. Darin dürfte auch die so stark variierende Breite dieses Streifens ihre Begründung finden.

Nun zeigt das Feld des äußeren Streifens zudem eine kiel-förmige Erhebung, die in T. 2, Fig. 1, auf Grund der unvollständigen Präparation nur spärlich in Erscheinung tritt, auf der hangenden Platte T. 2, Fig. 2, jedoch um so deutlicher als Rille zu verfolgen ist. Diese kielartige Erhebung auf der liegenden bzw. die Rille auf der hangenden Platte konnte wohl nur dadurch zustandekommen, daß der schleifende Arm irgendeine Einkerbung hatte. Bei dieser Einkerbung dürfte es sich vermutlich um den Zwischenraum von zwei Saugnäpfen handeln. Man muß also annehmen, daß der entsprechende Arm schon etwas auf die Innenseite gedreht über den Grund schleifte. Dies stößt auf keinerlei Schwierigkeiten, weil der im Kranz seitlich liegende Arm ja ohnedies mit seiner Seitenfläche beim Herabhängen den Grund berühren mußte, so daß eine geringfügige Drehung genügte, um die Innenseite etwas nach unten zu kehren. Auch die Tatsache, daß die hiervon herrührende Rille auf der hangenden Platte im ersten Streifen auf die variierende Breite des Streifens nicht entsprechend reagiert und sich bald der einen, bald der anderen Begrenzung des Streifens nähert, zeigt, daß sich nicht etwa auf der Innenseite des Armes eine längsverlaufende Rille befand. Besonders die auf der hangenden Platte unterbrochenen und übereinandergreifenden Rillen (Abb. 1) lassen dies völlig ausgeschlossen erscheinen. Doch läßt sich der Vorgang durch die Lage dieses Armes erklären. Der Arm mußte sich, wie beschrieben, etwas krümmen, um neben die darunter liegenden Arme zu gelangen. Wenn der Arm nun auf Grund von Wellenbewegungen auf dem Untergrund abwechselnd mit einem breiteren oder schmäleren Teil schleifte, so wurde der hierdurch erzeugte Streifen verschieden breit. Hand in Hand mit den Wellenbewegungen ging auch die Stärke der seitlichen Drehung des Armes und damit die Lage der für die Rille verantwortlichen Saugnäpfe. Auf diese Weise wird das Pendeln der Rille innerhalb des Streifens und die mitunter sehr starke Verbreiterung des Streifens leicht verständlich.

Der vierte Streifen ist auf der liegenden Platte lediglich durch eine Rille begrenzt, die bei ihm noch deutlich, beim fünften und den anschließenden Streifen nur bei entsprechender Seitenbeleuchtung verwaschen zu sehen ist. Da das Feld des vierten Streifens fast mit dem Horizont der Platte übereinstimmt, so kann der Arm nicht stark geschleift haben. Die Begrenzung des Feldes durch eine Rille dürfte dadurch zustande gekommen sein, daß der hierfür verantwortliche Arm auf der rechten Seite etwas auf dem

Arm, der den dritten Streifen verursachte, auflag, so daß sein linker Rand schleifte und die Rille hervorrief. Diese Rille ist auch auf der hangenden Platte durchgehend als ganz schwache kielartige Erhebung zu verfolgen.

Die bereits beschriebene, scheinbare Gabelung dieses Feldes dürfte dadurch zustande gekommen sein, daß der sich verjüngende Arm bisweilen mit einem schmälere Teil schleifte, also nicht vollkommen plan auflag, sondern etwas vertikal gekrümmt war und beim Wiederauftreffen auf dem Grund einen schmälere Streifen verursachte. Bei intermittierendem Schleifen, was wiederum durch die Wellenbewegung zustande kommen kann, entsteht der Eindruck einer Gabelung, während in Wirklichkeit nur ein schmaler Streifen innerhalb des breiten Streifens aufzutreten beginnt, wodurch drei Streifen entstehen.

Auch die sehr zarten, übrige Streifen sind durch das Schleifen verjüngter Armabschnitte entstanden. Freilich wäre es auch möglich, daß lediglich das distale, spitze Ende eines Armes in einem gewissen Abstand von dem daneben liegenden Arm geschleift hätte. Doch halte ich dies auf Grund der Struktur nicht für wahrscheinlich. Auch hier kommt die Schale als Verursacher nicht in Frage. Einerseits besteht ein so enger Zusammenhang zwischen dem deutlichen und dem undeutlichen Teil der Streifen, daß beide nur ein und denselben Urheber haben können, andererseits verschwinden die zarten Streifen in der Nähe des Ammoniten fast vollständig, wo sie, wären sie von der Schale verursacht, deutlicher in Erscheinung treten müßten.

Von einer speziellen Benennung der Marke kann abgesehen werden, weil der Urheber derselben eindeutig festzustellen ist. Es handelt sich hier um ein Gebilde, von dem man wohl annehmen darf, daß es in dem Bereich, der uns zur Verfügung steht, nach Seilacher als „Schleifmarke“ aufzufassen ist. Doch ist es nicht ausgeschlossen, daß das Tier nicht „tot“, sondern nur „zu Tode ermattet“ war und mitunter einige Zuckungen durch das Tier liefen, worauf vielleicht die eigenartig unterbrochene Rille auf der hangenden Platte zurückzuführen wäre.

### *Zahl und Gestalt der Arme*

Die Schleifmarke gibt uns außerdem einen Hinweis auf die Zahl und Gestalt der Arme. Gerade die Tatsache, daß fünf Streifen mit durchschnittlich gleicher Breite vorhanden sind, wenn auch der fünfte nicht mehr so klar in Erscheinung tritt, gibt Anlaß, diese Marke noch aus einem anderen Gesichtspunkt zu betrachten. Wenn wir, wie oben dargelegt, den dritten Streifen als von demjenigen Arm verursacht betrachten, der zu unterst



zu liegen kam, so ist dies zugleich ein Arm, der an der Außenseite der Schale lag. Bei normaler Lage der Arme müßte sich links und rechts etwa dieselbe Zahl befinden. Auf Grund der Schleifmarke aber kommen bei der erwähnten Betrachtung der T. 2, Fig. 1, rechts von ihm nur zwei Arme zu liegen, während sich links alle übrigen befinden. Die oben aufliegenden Arme dürften durch eine Welle schon vorher auf die linke Seite geworfen worden sein, wo sie auf Grund der Schwere verblieben, während die sicher ruhige Strömung beim Schleifen keinen Einfluß mehr auf die Lagerung der Arme nahm. Es wurde in erster Linie die Schale, als der schwebende Teil, von der Strömung erfaßt, während der Weichkörper, als der schleifende und somit von der Schale gezogene Teil, die entfernteste Stelle von der Schale einzunehmen bestrebt war. Da zudem die Schleifmarke in einer Entfernung von 60 cm von der Schale deutlich nach rechts biegt, ist das weitere Verbleiben der nun einmal links liegenden Arme um so deutlicher verständlich. Ob für die drei künstlich markierten schmälere Streifen jeweils ein Arm verantwortlich zu machen ist, kann auf Grund der bereits dargelegten Möglichkeit, daß ein Arm mehrere Streifen verursachen kann, zwar nicht mit absoluter Sicherheit gesagt werden, doch ist es sehr nahelegend. Eines aber wird deutlich, nämlich daß die Zahl der Arme nicht groß gewesen sein kann und die Zahl der Streifen etwa der Zahl der Arme entsprechen dürfte.

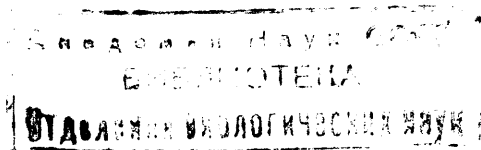
Einen weiteren Rückschluß auf die Zahl der Arme erlaubt auch die Breite der gut meßbaren Streifen in Beziehung zum Umfang der Wohnkammer. Die Breite der einzelnen Streifen entspricht ja der Breite des entsprechenden Armes und zwar in der Nähe der Basis. Nun schwankt die Breite der Streifen, wie oben berichtet, weshalb es das Beste ist, die durchschnittliche Breite des dritten Streifens, die 2 cm beträgt, als Grundlage zu nehmen. Die Breite dieses Streifens schwankt nicht nur am wenigsten, sondern ist auch wegen der bereits dargelegten anderen Gesichtspunkte bestens geeignet, als Grundlage zu dienen. Wenn die Breite eines Armes in der Nähe der Basis etwa 2 cm beträgt, so besteht die Möglichkeit zu errechnen, wie viele Arme dieser Breite in die Wohnkammer passen. Da es sich bei unserem Ammoniten um einen *Subplanites rueppellianus* handelt und dieser dem von S c h n e i d (1914) bearbeiteten *Virgatosphinctes rueppellianus* zumindestens außerordentlich nahe steht, so ist es wohl berechtigt, beide miteinander in Beziehung zu bringen, wenn auch kleine Differenzen bestehen. S c h n e i d gibt mit der Abbildung von *Virgatosphinctes rueppellianus* auch den Querschnitt an. Mißt man den Umfang dieses Querschnittes, so ergibt dieser

7,9 cm, bei einer Windungshöhe von 2,3 cm. Die Windungshöhe unseres *Subplanites* beträgt 5,3 cm. Setzen wir nun beide miteinander in Beziehung, so muß der Umfang des Querschnittes unseres Ammoniten  $(5,3 : 2,3) \cdot 7,9 \text{ cm} = 18,17 \text{ cm}$  betragen. Die Zahl der Arme ergibt sich aus dem Umfang des Querschnittes und dem Durchmesser eines Armes und beträgt somit  $18,17 : 2 = 9,1$  Arme. Die Rechnung geht zwar nicht auf, entspricht jedoch auch den tatsächlichen Verhältnissen nicht vollkommen. Als Breite des Armes wurden 2 cm entsprechend der Breite des dritten Streifens angenommen. Der Streifen wurde jedoch von dem entsprechenden Arm mit einer bereits verjüngten Stelle hervorgerufen. Der Umfang des Ammonitenquerschnittes entspricht aber jener Stelle am Tier, dem Kopf, wo die Arme inseriert und zugleich am breitesten sind. Somit wurden zwar zwei nicht miteinander vergleichbare Größen verglichen, die allerdings eines mit Sicherheit zeigen, daß die Zahl der Arme nicht mehr als zehn, wenn überhaupt soviel, betragen hat. Um den Verhältnissen gerecht zu werden, müssen wir daher die Verjüngung der Arme zu erforschen versuchen.

Daß die Arme nicht so kurz und lappenförmig waren, wie z. B. bei *Sepia*, sondern mehr denen eines *Octopus* ähnelten, das zeigen die besprochenen, weit links außen liegenden, schwachen Schleifmarken. Die sie verursachenden Arme mußten zum Teil über die darunter liegenden hinwegreichen, um auf dem Boden schleifen zu können. Da sie außerdem schräg nach hinten gerichtet sein mußten, muß eine Mindestlänge von etwa 15 cm für die Arme angenommen werden. Dies um so mehr, als noch gezeigt werden wird, daß der Weichkörper des Ammoniten während des Schleifens noch fest in der Schale verankert war. So konnte auch der die schönste, die dritte Spur hervorrufende Arm erst in einiger Entfernung vom Kopf schleifen. Bei einem zum Vergleich herangezogenen *Octopus* beträgt die Breite eines Armes an der Basis 1,4 cm, der Umfang an der Insertionsstelle 16 cm. Ein Arm verjüngt sich auf 1 cm etwa um 1,3 mm. Bei Berücksichtigung dieser Tatsachen dürfen wir für unseren *Subplanites* lediglich 8 derartig ausgebildete Arme annehmen, da nur dadurch den bei der Gliederung der Arme auftretenden Zwischenräumen und besonders der Verjüngung der Arme Rechnung getragen wird.

#### Lage des Ammoniten

Betrachtet man jedoch in T. 2, Fig. 1, den Ammoniten, der mit der Wohnkammer in die fast entgegengesetzte Richtung der Schleifmarke weist, so scheint seine Lage trotz aller angeführten Beweise und Analogieschlüsse, die Vorstellung zunichte zu ma-



chen, daß die Arme des Ammoniten diese Schleifmarke verursacht haben. Denn, so sieht man sich gezwungen zu argumentieren, bei freiem Schweben des Ammoniten im Wasser können die schleifenden Arme die Schale doch nur so orientieren, daß die Wohnkammer in die Richtung der schleifenden Arme weist. Und selbst wenn man annehmen würde, er hätte bereits schräg liegend im seichten Wasser auch mit der Schale geschleift und die nachfolgenden Arme hätten diese Spur verwischt, so müßte um so mehr durch den Zug der schleifenden Arme und der Schale gerade die Wohnkammer in der direkten Fortsetzung der Marke liegen. Und gerade dies ist nicht der Fall. — So richtig diese Gedankengänge theoretisch zu sein scheinen und so schwer dieses Problem für mich zu lösen war, die Bedenken erwiesen sich im Experiment als völlig falsch, weil sie den tatsächlichen Verhältnissen nicht vollkommen Rechnung trugen.

Zur Lösung dieses Problems ließ ich in eine *Nautilus*-Schale ein Stückchen einer Sperrholzplatte einbauen und acht etwa 15 cm lange Wattlestränge, altes Material zum Abdichten von Museumschränken, als Arme anbringen. In eine Wanne, deren Boden mit Sand bedeckt war, setzte ich den so hergerichteten *Nautilus*. Erwartungsgemäß schwebte er mit den Gaskammern nach oben und mit der Wohnkammer nach unten gerichtet im Wasser, wobei die Arme nach unten hingen. Die Schale ragte ein Stück über das Wasser heraus, was auch Reymont in seinen Experimenten feststellte. Die mit Hilfe eines Wasserschlauches erzeugte Strömung führte den *Nautilus* mit sich, wobei er sich in verschiedenen Richtungen drehte. Als ich aber so viel Wasser abheberte, bis die Arme auf dem Boden schleiften (Abb. 4a), nahm er die bereits theoretisch geforderte Richtung ein. Die Wohnkammern mit den Armen wurde nach rückwärts orientiert. Als ich die Zufuhr von Wasser weiter einschränkte, das Abhebern jedoch fortsetzte, berührte auch die Schale den Boden und blieb stehen. Die Arme behielten die bereits geschilderte Richtung bei. Solange das Wasser eine entsprechende Tiefe hatte, blieb der *Nautilus* gerade stehen. Beim Zurückgehen des Wassers drehte er sich gleichzeitig um die eigene Achse (Abb. 4b), wodurch die Wohnkammer gehoben wurde. Bei weiterem Zurückgehen des Wassers neigte sich der *Nautilus* zur Seite (Abb. 4c), und zwar zur rechten, wo der Schlauch zum Abhebern des Wassers sich befand; das Neigen zur rechten Seite geschah wohl auf Grund der — wenn auch nur geringen — Strömung des Wassers in dieser Richtung. Je mehr das Wasser zurückging, desto stärker neigte sich der *Nautilus* erst zur Seite, dann etwas quer zur vorhergehenden Schwimmrichtung, wobei er etwas nach links ausschwenkte, bis

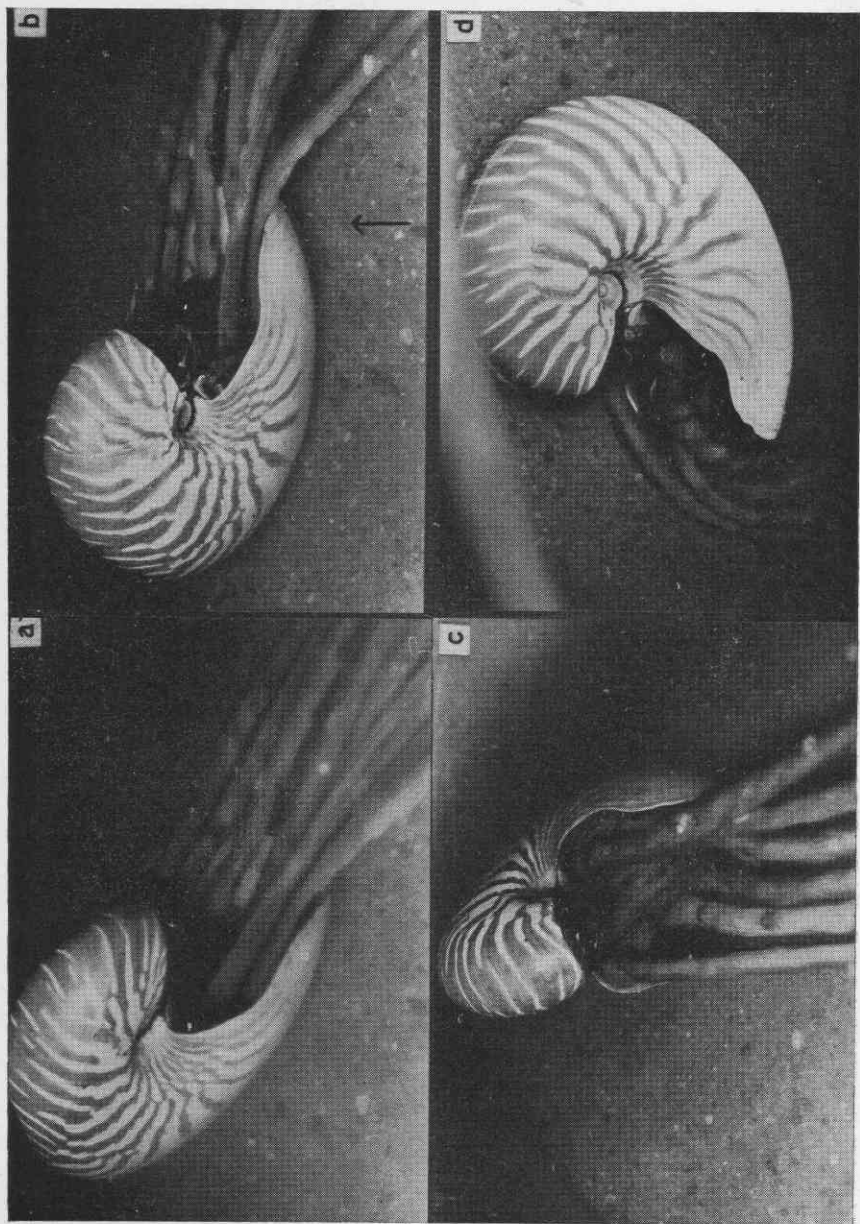


Abb. 4. a) Nautilus mit künstlichen Armen auf dem Grund schleifend; b) Nautilus sitzt auf dem Grund auf und dreht sich beim Zurückgehen des Wassers mit der Wohnkammer hoch; c) Nautilus bei weiterem Abzug des Wassers sich zur Seite neigend; d) Nautilus auf dem Grund liegend.

er schließlich bei fast vollkommenem Abzug des Wassers gänzlich auf dem Grund des Wasserbehälters lag (Abb. 4d). Die Lage war sehr überraschend und lehrreich. Die etwas hochgedrehte Wohnkammer kam auf die Seite zu liegen, mit der Öffnung fast entgegengesetzt der Schwimmrichtung weisend und somit dieselbe Lage einnehmend, die unser Ammonit zeigt. Die Arme wurden hierbei besonders an der Basis von links nach rechts gezogen und die linken den rechten aufgelagert, so daß die Situation mit der auf der liegenden Platte in T. 2, Fig. 1 unmittelbar am Ammoniten verblüffende Ähnlichkeit hatte. Noch deutlicher wurden mir die Einzelheiten des Vorgangs vor Augen geführt, als ich bei einem erneuten Experiment mit dem *Nautilus* die Arme so legte, daß sie nicht gleichmäßig verteilt waren, sondern die darüber liegenden schräg nach links außen verliefen, so wie ich ihre Lage für den Ammoniten annahm. Die Arme behielten diese künstlich geschaffene Lage bei und zeigten die Situation am Ammoniten beim Umkippen noch schöner. Diesmal kamen auf der rechten Seite der Spur nicht die darüber liegenden Arme nach unten, weil sie nach links verliefen und die Lage beibehielten. Es wurden durch die Drehung beim Umkippen die nach links anschließenden, in der ganzen Länge schleifenden Arme besonders in unmittelbarer Nähe der Schale auf den rechts daneben liegenden Arm gezogen.

So wurde die Situation, wie wir sie bei der Schleifspur unseres Ammoniten antreffen, durch den *Nautilus* ganz einzigartig wiedergegeben. Denn auch dort sehen wir unmittelbar vor dem Ammoniten, daß das Feld des zweiten Streifens nach rechts ausschwenkt und das erste bedeckt, das dritte aber dem Verlauf des zweiten folgt. Dies ist zugleich ein Hinweis, daß die Weichteile des Ammoniten, als er die Schleifspur erzeugte, noch fest mit der Schale verhaftet waren, da im entgegengesetzten Falle eine derartige Torsion sich nicht in dieser Weise auf die Arme ausgewirkt hätte.

Das Ergebnis dieser Versuche war so unerwartet und verblüffend, daß ich den Versuch mit demselben Ergebnis einigemal wiederholte. Da die Versuche so schön demonstrierten, wie es zu der etwas eigenartigen Lage des Ammoniten kam und noch dazu den nicht ohne weiteres zu verstehenden Verlauf der Schleifmarke unmittelbar am Ammoniten so einzigartig klarlegten, haben sie viel dazu beigetragen, auch die letzten Bedenken zu beseitigen.

Die eigenartige Lage des Ammoniten verlangt noch eine kurze Schilderung der wirksamen Kräfte. Die mit Gas gefüllten Kammern machen den größten Teil des *Nautilus* spezifisch leichter als das Wasser. Lediglich die Wohnkammer mit den Weichteilen ist schwerer als dieses. Wenn jedoch die Region der Gaskammern

beim Aufsetzen des *Nautilus* auf dem Boden und beim Zurückweichen des Wassers aus diesem weiter herausragt, so fällt der Auftrieb dieses Teiles der Schale weg und es kommt zu einer Schwerpunktverlagerung, die zu der bereits geschilderten Drehung der Schale führt. Diese Beobachtung machte auch R e y m e n t, als er die Schwimmfähigkeit der Schalen untersuchte. Die Veränderung der Lage eines *Nautilus* beruht also darauf, daß dieses exzentrische Gebilde eine andere Lage einnimmt, wenn es von den Gaskammern getragen im Wasser schwebt, als wenn es auf einer Unterlage ruht. Ob sich in der Wohnkammer Weichteile befinden oder nicht, dürfte nur eine geringe Rolle spielen, da die Weichteile der marinen wirbellosen Tiere fast völlig dem spezifischen Gewicht des Meerwassers entsprechen. Das in der Drehrichtung, wenn auch nur langsam fließende Wasser trägt ebenfalls zu der in Frage stehenden Drehung bei. Wenn sich bei weiterem Zurückweichen des Wassers der *Nautilus* zur Seite neigt, so bleibt die Wohnkammer mit den Weichteilen immer noch innerhalb des Wassers, während die Gaskammern mit dem größten Teil ihres Bereiches aus dem Wasser herausragen. Durch das, wenn auch nur ganz gering fließende Wasser wird die Neigungsrichtung der Schale geändert. War sie vorher zur Seite geneigt, so bewirken die genannten Kräfte, daß diese mehr in der Richtung der Fortsetzung der Schleifspur erfolgt. Diese Neigungsrichtung behält der *Nautilus* bei, bis er schließlich auf dem Grunde liegt.

Freilich kann man einwenden, die Vorgänge der *Nautilus*-Schale brauchen noch lange nicht für die doch etwas anders geartete Ammonitenschale gelten. Diesem sehr wohl berechtigten Einwand verhalf ein eigenartiger Zufall zur Klärung. Als ich mit Hilfe eines völlig präparierten *Perisphinctes* einem Herrn erklären wollte, wie sich die *Nautilus*-Schale beim Aufsitzen auf dem Boden dreht, mußte ich zu meinem größten Erstaunen feststellen, daß der Ammonit die Drehung von selbst ausführte. Hierauf versuchte ich zahlreiche gut präparierte Objekte der Gattungen: *Perisphinctes*, *Ataxioceras*, *Ringstaedia* und *Involuticeras*. Überall fand ich dieselbe Erscheinung. Hält man einen Ammoniten am Nabel und läßt ihn frei ausbalancieren, so nimmt er eine Lage ein, wobei sich die Wohnkammer fast ganz unten befindet. In demselben Moment jedoch, wo man ihn auf eine Unterlage aufsitzen läßt, dreht er sich mit der Wohnkammer nach oben, wie ich dies vorher bei *Nautilus* schilderte. Daraus darf man den berechtigten Schluß ziehen, daß sich die nicht fossile Schale wohl auch nicht anders verhielt, wie der fossile Steinkern heute. Auch T r u e m a n n gibt für verschiedene Ammonitenschalen, die schwe-

rer sind als das Wasser und sich deshalb auf dem Boden befinden, an, daß ihre Wohnkammeröffnung nach oben sieht.

Die Versuche zeigen uns, daß bei den Nautiloidea und Ammonoidea sich völlig gleichsinnige Vorgänge beim Aufsetzen auf eine Unterlage abspielen. Sie erlauben die Annahme, daß auch der zweite Akt dieses Vorganges, das Neigen und die weiteren Phasen des Umlegens des Ammoniten, sich in ähnlicher Weise wie bei *Nautilus* vollzieht. Nur bei Berücksichtigung der einzelnen Phasen dieses Vorganges läßt sich die eigenartige Lage unseres Ammoniten zur Schleifmarke und das Hinausragen desselben über diese verstehen.

### *Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Schleifmarke*

Wenn wir nun die Einzelheiten der Betrachtung dieser Schleifmarke zusammenfassen, können wir folgende Feststellung machen:

1. Die Schleifmarke wurde von *Subplanites rueppellianus* hervorgerufen.
2. Die Ausprägung der Schleifmarke schließt die Schale als Verursacher aus.
3. Als Verursacher der Schleifmarke kommen lediglich die Weichteile, speziell die Arme in Frage.
4. Die Arme hatten eine Länge von etwa 15 cm und dürften auf der Innenseite mit Saugnäpfen besetzt gewesen sein. Ihre Zahl betrug höchstwahrscheinlich acht, ihre Gestalt hatte Ähnlichkeit mit denen eines *Octopus*.
5. Die etwas eigenartig anmutende Lage des Ammoniten zur Schleifspur entspricht vollkommen den natürlichen Gegebenheiten.

Auf Grund dieser Feststellungen tritt uns der Ammonit *Subplanites rueppellianus* ganz neugestaltet gegenüber (Abb. 5). Er sieht mit seinen acht, etwa 15 cm langen, auf der Innenseite mit Saugnäpfen besetzten Armen ganz anders aus wie das herkömmliche Bild, das man sich von Ammoniten machte. So sieht man sich veranlaßt, auch die systematische Stellung auf Grund der morphologischen Verhältnisse zu überprüfen.

### *Systematische Stellung der Ammoniten*

Nach Owen werden die Cephalopoden in zwei Ordnungen, die Tetrabranchiata und die Dibbranchiata, eingeteilt. Als Merkmal für die Tetrabranchiata gilt der Besitz von vier Kiemen und einer großen Zahl von Armen. Der einzige rezente Vertreter der Tetra-

branchiata, *Nautilus*, der als den Ammoniten nächststehender Cephalopode bezeichnet wird, hat 90 Arme, die in zwei Kränzen angeordnet sind. Die Dibranchiata dagegen besitzen lediglich 2 Kiemen und 10 bzw. 8 Arme. Über die Zahl der Kiemen haben wir von unserem Ammoniten keinerlei Anhaltspunkte, da lediglich die Schleifmarke der Arme zur Verfügung steht. Da aber auch eine bestimmte Zahl von Armen für eine entsprechende Gruppe typisch ist, so muß auf Grund der Erkenntnisse über die Zahl der Arme, die uns die Schleifmarke vermittelt, gefolgert werden, daß *Subplanites rueppellianus* nicht zu den Tetrabranchiata, sondern zu den Dibranchiata zu zählen ist. Dies geschieht in der Voraussetzung natürlich, daß die Zahl der Arme in Analogie zu den rezenten Vertretern auch für die Einstufung der fossilen Cephalopoden Gültigkeit hat.

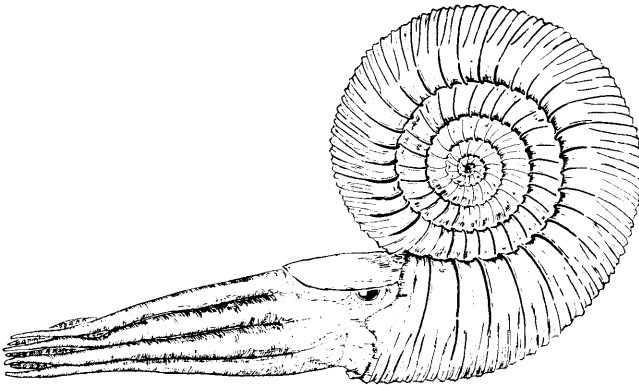


Abb. 5. Rekonstruktion eines Ammoniten. (Aptychus auf der Innenseite arretiert, acht Arme mit Saugnäpfen).

Eine weitere Einstufung unseres Ammoniten in die Octo- bzw. Decabrachia ist auf Grund der vorliegenden Ergebnisse jedoch nicht mit absoluter Sicherheit durchzuführen, wenn auch Vieles für die Zugehörigkeit zu den Octobranchia spricht. So würden z. B. eventuell vorhandene Fangarme, die an der Basis dünn sind, gegen das distale Ende zu jedoch eine mehr oder weniger starke Erweiterung erfahren, wohl im Kreise der übrigen Arme noch Platz finden. Doch ist nicht einzusehen, warum sie dann nicht auch in der Schleifmarke in Erscheinung treten, da sie doch alle übrigen Arme an Länge übertreffen und somit nicht durch Auflagerung auf andere Arme am Schleifen auf dem Grund gehindert werden konnten. Dieser Gesichtspunkt gibt der Vermutung, daß



es sich bei unserem Ammoniten um einen *Octobranchia* handelt, einige Berechtigung.

Freilich sieht man sich weiter zu dem Schluß gezwungen, daß nicht nur *Subplanites rueppellianus* zu den Dibranchiata zu zählen ist, sondern zumindest auch die nächst verwandten Arten und Gattungen. Stellt *Subplanites* auf Grund der gegabelten Rippen auch keinen ursprünglichen Typ (Wedekind) dar, so kann er umgekehrt auch nicht als eine aberrante Art bezeichnet werden. Es ist somit ein Ammonit aus der Mitte der zahlreichen Gattungen und Arten, was um so mehr berechtigt, seinen Bauplan als den einer größeren Gruppe von Ammoniten, wenn nicht überhaupt aller Ammoniten, anzusehen.

Wenn man sich nun gezwungen sieht, wahrscheinlich sämtliche Ammoniten zu den Dibranchiata zu stellen, so ist es von einem gewissen Interesse zu untersuchen, welche Gesichtspunkte für ihre bisherige Einstufung maßgebend waren.

Die Ammoniten wurden von den älteren Autoren wegen der Ähnlichkeit ihrer Schalen mit der Schale der Nautiloidea allgemein zu den Tetrabranchiata gerechnet. Später wurde diese Einstufung von einigen Forschern wie Suess, Barrande, Munier-Chalmas, Ihering, Steinmann, Beurlen u. a. in Zweifel gezogen. Hierfür wurden verschiedene Argumente angeführt, die ihre Zugehörigkeit zu den Dibranchiata beweisen sollten. Sehr häufig wurde ein gewisser Unterschied in der Embryonalkammer zwischen den Nautiloidea und Ammonoidea herangezogen, wie dies Schindewolf (1932) in einer zusammenfassenden Abhandlung darlegt. Auch die Deutung der Aptychen als Kopfknochen der Ammoniten gab Veranlassung, die Ammoniten als Dibranchiata anzusehen. Alle diese Vorstellungen, welche die Ammoniten zu den Dibranchiata zu stellen versuchten, kamen jedoch bis zum heutigen Tag nicht zum Durchbruch, da es ihnen eines direkten Beweises ermangelte. Freilich kann man sich bei mancher Argumentation nicht ganz des Eindrucks erwehren, daß der rezente *Nautilus* eine gewisse Suggestivkraft ausgeübt hat und daher eine vollkommen unvoreingenommene Betrachtung nicht immer stattfand. Umgekehrt hat die Schale der Nautiloidea mit der Schale der Ammonoidea im bezug auf äußere Form, Struktur und Kammerung eine so große Ähnlichkeit, daß man bisher mit einem gewissen Recht der Ansicht sein konnte, daß die Differenzen, die sich verschiedentlich finden, das Gemeinsame nicht überwiegen. Freilich wollten die Stimmen nicht völlig verstummen, die meinten, annehmen zu müssen, daß die Ammoniten zu den Dibranchiata zu stellen seien. Erst 1957 hat Beurlen eine ähnliche Vorstellung wie Steinmann ge-

äußert, der annahm, daß *Argonauta* der letzte Vertreter der Ammonoidea sei und diese im Laufe der Zeit ihren gekammerten Schalenteil vereinfacht bzw. ihr Gehäuse abgestoßen hätten. Er hat der Meinung Ausdruck verliehen, daß unsere Octobranchia die schalenlos gewordenen Ammonoidea darstellen. Seine Gedankengänge fußen hauptsächlich auf der kritischen Betrachtung der Ammonitenschale als Schwebeorgan. Auf dem Wege zum aktiven Schwimmer war dieser Schwebeapparat ein Hindernis, so nimmt *B e u r l e n* an, und es wäre wohl wert zu untersuchen, ob nicht in der späten Phase der Ammoniten-Entwicklung der z. B. bei Crioceraten zu beobachtende Abbau des hydrostatischen Apparates in dem völligen Abbau desselben bei den Octopoden gipfele.

Ob und inwieweit die Vorstellungen der verschiedenen Forscher, die die Ammoniten als Dibranchiata betrachteten, zu Recht bestehen, soll hier im einzelnen nicht untersucht werden. Es würde den Rahmen dieser Arbeit weit übersteigen, wollte man alle Vorstellungen über die Organisation, die systematische Zugehörigkeit oder gar die phylogenetische Entwicklung untersuchen.

Von der jüngsten Arbeit *S c h i n d e w o l f*'s „Über die Aptychen“ sei kurz erwähnt, daß die vorliegende Schleifmarke für die dort geäußerte Ansicht spricht, daß der Aptychus auf der Innenseite des Tieres verankert war. Wäre nämlich der Aptychus auf der Außenseite verankert gewesen, so hätte er in der Marke in Erscheinung treten müssen, da er auf Grund des ausgefahrenen Körpers geöffnet sein mußte. Ausgeschlossen jedoch ist die Vorstellung, daß vielleicht der dritte Streifen der Marke vom Aptychus hervorgerufen wurde. Dies ist schon deshalb nicht möglich, weil dieser Streifen bedeutend schmaler ist als die Wohnkammer und somit auch schmaler als der Aptychus. Überdies zeigt der dritte Streifen die Schwenkung zur Wohnkammer in unmittelbarer Nähe des Ammoniten besonders schön. Dies ist zugleich aber jene Stelle, wo der Aptychus auf Grund der bereits geschilderten Vorgänge beim Aufsetzen der Schale auf dem Grund keinesfalls hätte schleifen können. Es muß deshalb angenommen werden, daß der Aptychus auf der Innenseite des Ammoniten arretiert war (Abb. 5).

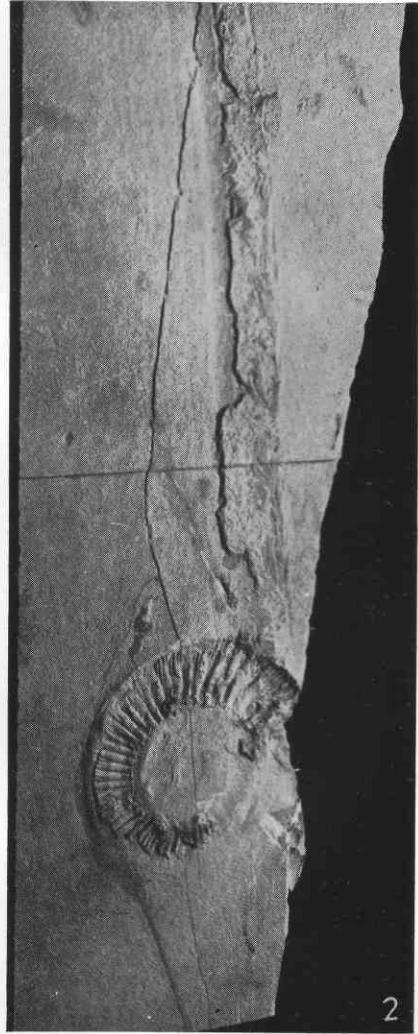
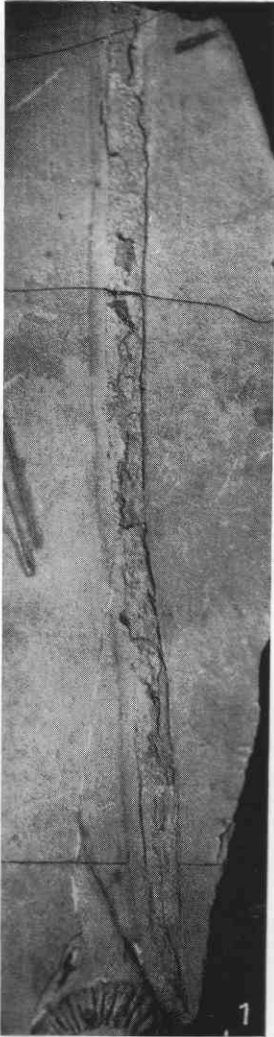
Die Tatsache, daß wir zum erstenmal einen eindeutigen Hinweis auf die Organisation der Weichteile eines Ammoniten haben, dessen Fehlen bisher zu manchen Spekulationen Anlaß gab, wird ihre Bedeutung für die Bewertung unterschiedlicher Merkmale zwischen den Ammonoidea und den Nautiloidea und für die Lösung mancher anderer Probleme nicht verfehlen.

## Schrifttum

- Beurlen, Karl: Die ammonitischen Nebenformen. Überlegungen zur Frage des Entwicklungsmechanismus der Ammonitenschale. Z. d. D. Geol. Ges. Bd. 108, 1956.
- Geczy, B.: Über das Absterben und die Einbettung der Ammoniten. Annales Universitatis Scientiarum Budapestensis de Rolando Eötvös nominatae 1959.
- Kaestner, Alfred: Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Verlag Gustav Fischer, Stuttgart 1955.
- Reyment, R. A.: Some factors in the distribution of fossil cephalopods. Acta Universitatis Stockholmiensis, Stockholm Contributions in Geology V. I: 6, 1958.
- Rothpletz, A.: Über die Einbettung der Ammoniten in den Solnhofener Schichten. Abh. d. II. Kl. d. K. Ak. d. Wiss. XXIV., Bd. II., Abt. 1909.
- Seilacher, Adolf: Über Methoden der Paläozoologie. Neues Jb. Geol. u. Palaeont. Abh. 96, 1953.
- Schindewolf, O. H.: Zur Stammesgeschichte Amoneen. Palaeontol. Zeitschrift, Bd. 14, 1932.
- : Über Aptychen (Ammonoidea) Palaeontographia 110, 1958.
- Schneid, Theodor: Die Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. D. Geognostische Jahreshefte XXVII u. XXVIII. Jhg. 1914 u. 1915.
- Steinmann, G.: Beiträge zur Stammesgeschichte der Cephalopoden. Z. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre, Bd. 36, 1925.
- Berckheimer u. Hölder: Ammoniten aus dem Oberen Weißen Jura Süddeutschlands. Beiheft z. Geol. Jhb. II. 35. 1959.
- Schwarzbach, M.: Zur Lebensweise der Ammoniten. Natur u. Volk 66, 1936.
- Trueman, Arthur: The Ammonite Body-Chamber, with special Reference to the Buoyancy and Mode of Life of the Living Ammonite. The Quarterly Journal of the Geological Society of London. Vol. XCVI 1941.
- Trusheim, F.: Eine neue Lebensspur aus den lithographischen Schiefen Süddeutschlands. Palaeont. Z. 16, 1934.
- Wedekind, R.: Einführung in die Grundlage der historischen Geologie, I. Bd. Enke Stuttgart, 1935.

## Erklärung der Tafeln

- Taf. 1 Fig. 1 Liegende Platte mit Gesamtansicht der Schleifmarke. 1/8 nat. Gr.  
Fig. 2 Teilansicht der liegenden Platte vor der Präparation. 1/10 nat. Gr.  
Fig. 3 Platte mit Rollmarken eines Ammoniten von Wintershof b. Eichstätt. 1/5 nat. Gr.
- Taf. 2 Fig. 1 Teilansicht der liegenden Platte nach der Präparation. 1/4 nat. Gr.  
Fig. 2 Hangende Platte. 1/4 nat. Gr.



Zur Abhandlung Kolb

