Ueber die Einbettung der Ammoniten in die Solnhofener Schichten.

Von

August Rothpletz.

Mit 2 Tafeln.

Einleitung.

Es wird allgemein angenommen, daß die Kalkschiefer, welche die Solnhofener Lithographiesteine einschließen, unter ganz anderen äußeren Bedingungen zum Absatz kamen als die jurassischen Kalksteine, welche ihre Unterlage bilden. In diesem Sinne haben sich die zwei besten Kenner jener Gegend, Gümbel und Neumayr, schon vor längerer Zeit ausgesprochen. Gümbel sagt (Geologie von Bayern II, S. 819): „in Bezug auf die Lagerungsverhältnisse nehmen die lithographischen Schiefer eine Ausnahmestellung ein, indem sie nicht, wie es bei den Schichtgesteinen gewöhnlich der Fall zu sein pflegt, regelmäßig über dem zunächst älteren Malmgliede, dem Frankendolomite, in höherem Niveau aufgelagert sind, sondern in mehr oder weniger muldenförmigen Vertiefungen desselben, d. h. an relativ tieferen Stellen abgesetzt erscheinen. Dies deutet auf zungenförmige Buchten hin, in welchen damals das Meer ausgezackt über dem Untergrunde sich ausbreitete und hier besonders günstige Verhältnisse bot, um sowohl eine besonders reiche Tierwelt zu beherbergen als auch ein ungemein feines Niederschlagsmaterial in zahlreichen, rasch aufeinander folgenden Absatzperioden, welche man den wechselnden Jahreszeiten vergleichen möchte, abzulagern.“ [1])

Neumayr (Erdgeschichte II, S. 318) teilt mit Gümbel die stratigraphische Auffassung, geht aber näher wie dieser auf den Bildungsprozeß ein. Er schreibt: „Schon in der Gesteinsbeschaffenheit verrät sich eine gewisse Abweichung vom normalen Typus, indem sehr reine marine Kalke in der Regel nicht geschiefert sind, und es wird dadurch die Vermutung nahe gelegt, daß das Material hier nicht, wie bei anderen Kalken, durch Organismen, durch die Schalen von Foraminiferen, Mollusken, Kalkalgen u. s. w., gebildet, sondern als feiner Klalkschlamm von einem benachbarten festen Lande herbeigebracht

[1]) Siehe außerdem dessen Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb, 1891, S. 101—156, 263—297 uud insbesondere 207—208.

sei . . . In dem ganzen süddeutschen Juragebiete ist ein allerdings sehr sanftes und kaum merkliches Einfallen der Schichten gegen Süden und Südosten bemerkbar, welches sehr wahrscheinlich mit einer ursprünglichen Neigung des Meeresbodens in Zusammenhang steht. Bei einer Trockenlegung des ursprünglichen Meeresbodens mußten also die nördlichen Regionen zuerst emportauchen und das Meer allmählich nach Süden zurückweichen. Es lag also gegen Norden ein weites Land, aus damals sehr jungen, teilweise noch wenig erhärteten Kalkschichten bestehend, von welchem die Flüsse das Material für die Bildung der Solnhofener Schiefer herbeibrachten. Ob etwa Verhältnisse, wie wir sie heute in den Lagunen der Barriereriffe finden, dabei mitwirkten, das ist eine Frage, auf die wir nicht weiter eingehen wollen. In diesen Wassern lebten Fische, Reptilien, Krebse, wenige Mollusken, einige Seeigel, zahlreiche ungestielte Krinoiden, Seesterne, Würmer, Quallen; strandbewohnende Landtiere wateten umher und fliegende Tiere, Vögel, Pterodaktylen, Insekten wurden vom Winde ins Wasser getrieben, . . . das überaus seicht war, wie man aus dem Umstande schließen kann, daß man Fußfährten von Landtieren auf der Oberfläche der Schieferplatten gefunden hat."

Was Neumayr nur nebenbei angedeutet hat, nämlich die Möglichkeit, daß diese Absätze in Lagunen zwischen Barriereriffen stattgefunden haben könnten, ist dann von Joh. Walther 1904 (Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke, bionomisch betrachtet. In der Festschrift zum siebzigsten Geburtstage Häckels) weiter ausgeführt worden. Er faßt die Plattenkalke nicht als einen Horizont auf, der durchaus jünger als der ihn sonst unterlagernde plumpe Felsenkalk und Frankendolomit ist, sondern er nimmt an, daß letztere aus Korallenriffen hervorgegangen sind, die zur Zeit des Plattenkalkes zwar noch immer weiter in die Höhe wuchsen, aber stellenweise ihr Wachstum eingestellt hatten, wo sich dann weite Lagunen ausbreiten konnten. In diese Lagunen mündeten keine Flüsse ein, aber von dem im Süden liegenden vindelicischen Festlande wehte der Wind feinen Staub in die Lagunen, der darin die tonigen „Fäulen" bildete, welche mit den „Zwicksteinen" und „Flinzen" wechsellagern. Dazu kam von den Riffen ein feiner Korallenschlick und das Regenwasser brachte von ebenda gelösten Kalk in die Lagune, der sich bei einsetzender Verdunstung chemisch niederschlug und die mehr tonigen Lagen (Fäulen) wie mit „einem zarten Schnee feiner Kalkteilchen" überschüttete. So entstanden dann die Lithographiesteine.

Zur Ebbezeit lag der Boden dieser Lagunen höher als der Meeresspiegel und nur bei besonders hohen Fluten oder langandauernden Stürmen überschritt das Meer den Gürtel der Saumriffe, überschwemmte den halbtrockenen

Kalkschlamm der Lagunen und brachte allerhand Getier mit herein in diese wasserarmen und darum lebensfeindlichen Lagunen.

„Mit Ausnahme von Geocoma, die vorübergehend bei Zandt gelebt hat, hat kein marines Wassertier in den Gewässern gelebt, an deren Boden die Plattenkalke gebildet wurden. Alle Medusen, Echinodermen, Krebse und Fische waren schon tot, ehe sie eingebettet wurden, und sanken als Leichen auf den Boden nieder. Ganz vereinzelt sind die Spuren einer Agonie oder kräftiger Bewegungen. Von den Wassertieren hat mit Sicherheit nur Limulus gelebt, aber auch dieser ist gestorben, nachdem er eine Strecke über den Schlammboden gelaufen war“ ... „Die Gewässer der Plattenkalkregion waren auch für die Ansiedelung nicht mariner Wassertiere ungeeignet. Dagegen haben auf dem Gebiete der Plattenkalke vereinzelte Archaeopteryx Pterodactylus und einige größere, noch unbekannte luftatmende Tiere gelebt. Auch die große Mehrzahl der Insekten hat keine Bewegungen mehr ausgeführt. So erscheint uns die Fauna der Plattenkalke als ein großes Leichenfeld: die so wunderbar erhaltenen Fossilien waren dem Tode nah oder schon gestorben.“

So lehrreich und anregend diese Arbeit Walthers auch ist, dürfen wir doch nicht übersehen, daß sie einige Punkte enthält, für die der sichere Nachweis erst erbracht werden muß. Noch fehlt uns der paläontologische Beweis dafür, daß ein gewisser oberer Teil der Dolomite und plumpen Felsenkalke wirkliches zeitliches Äquivalent des Plattenkalkes ist. Sodann wäre die ursprünglich beckenförmige Einlagerung dieser in jene auf Grund genauer geologischer Aufnahmen auf Höhenkurvenkarten zunächst festzulegen, denn aus den vorhandenen älteren Aufnahmen kann man dies nicht erkennen und profilmäßig darstellen. Ich erwähne dies jedoch nicht, um Zweifel an der Richtigkeit der Waltherschen Auffassung auszusprechen, sondern nur um die Folgerungen einzuschränken, die etwa aus den im allgemeinen zustimmenden Ergebnissen meiner Untersuchung zu Gunsten jener stratigraphischen Auffassung gezogen werden könnten.

1. Der Erhaltungszustand der Ammoniten.

Obschon ungefähr 20 Arten von Ammoniten aus den Solnhofener Plattenkalken beschrieben worden sind, gehören gute Exemplare doch zu den Seltenheiten und selbst in der Münchener Staatssammlung sind so viele nicht aufbewahrt, als man vielleicht vermuten möchte. Meist liegen sie ganz vereinzelt im Gestein und nur die kleinen Oppelien treten zuweilen zu mehreren in Gesellschaft auf. Sie liefern überhaupt die meiste Ausbeute und auf einer 32 cm langen und 17½ cm breiten Platte des hiesigen Museums kann man

sechs Gehäuse, von denen jedes noch seinen Aptychus in der Wohnkammer besitzt, liegen sehen. Das ist überhaupt eine Eigentümlichkeit der Solnhofener Ammoniten, daß sie häufiger als in irgend einem anderen Fundort den Aptychus entweder noch in der Wohnkammer oder doch unmittelbar neben dem Gehäuse liegend haben. Man wird daraus kaum einen anderen Schluß ziehen können, als daß das Gehäuse im Moment seiner Einbettung noch von dem Tiere bewohnt war.

Die Substanz des Aptychus ist samt ihrer charakteristischen Struktur vollkommen erhalten. Um so auffälliger ist es, daß von der Schale des Gehäuses in der Regel gar nichts vorhanden ist, selbst dann wenn der Aptychus in der Wohnkammer an der Schale anliegt. Ihre frühere Anwesenheit macht sich nur durch den scharfen und glatten Abdruck bemerkbar, den sie sowohl auf der Kammerausfüllung als auch auf der umgebenden Gesteinsmasse zurückgelassen hat, und dadurch, daß sich die äußere Gesteinsmasse verhältnismäßig leicht vom Steinkern ablöst. Aber selbst die inneren Querböden sind verschwunden und das ist der Grund, weshalb auch der Steinkern so selten nur die Suturlinien erkennen läßt. Bloß die Siphonalröhren machen insbesondere bei den Oppelien eine Ausnahme, bei denen sie nicht nur erhalten, sondern oft auch etwas gegen das Innere der Kammern verschoben sind.

Es liegt nahe, diese merkwürdige Tatsache, auf die Theodor Fuchs schon 1877 (Sitzungsber. der Akademie, Wien) aufmerksam gemacht hat, durch die Annahme zu erklären, daß die Schalen, welche besonders bei den Perisphincten sehr dünn waren, sich leichter als die Röhren und Aptychen unter der Einwirkung der im Meereswasser vorhandenen Kohlensäure, der Sulfate oder der Chloride auflösen ließen. Dieser Auflösungsprozeß muß jedoch längere Zeit in Anspruch genommen und kann erst begonnen haben, nachdem die Gehäuse schon ganz im Schlamm eingebettet und von diesem zusammengedrückt worden waren.

Fast alle Gehäuse zeigen Spuren von Verdrückung, die meisten sind völlig zusammengequetscht, mit Ausnahme etwa der Wohnkammer, in die schon bei der Einbettung häufig so viel Schlamm eingedrungen war, daß eine Zusammenpresssung gar nicht oder doch nur in geringem Maße eintreten konnte. Die Luftkammern waren also bei der Einbettung noch unversehrt und mit Luft gefüllt. Sobald diese jedoch austrat, konnte die Last des auflagernden Schlammes die Kammern zusammendrücken und das geschah sehr häufig so vollständig, daß die beiderseitigen Wände dicht aufeinander zu liegen kamen. In manchen Fällen scheint das Entweichen der Luft aber nicht eingetreten zu sein, das Gehäuse wurde nur wenig deformiert und in den Hohlräumen konnten sich

später, nachdem der Schlamm festes Gestein geworden war, Calcitkristalle ansetzen, die jene jetzt teilweise oder ganz ausfüllen.

Gewöhnlich legten sich die Ammoniten mit einer der Breitseiten ihres Gehäuses in den Schlamm, wurden in dieser Lage begraben und später dann meist zu einer dünnen Scheibe zusammengedrückt. Doch gibt es auch solche, die sich mit der schmalen Ventralseite in den Schlamm einsenkten und in dieser mehr oder weniger aufrechten Stellung eingebettet wurden. Entweder ging in solchen Fällen die vollständige Verschüttung rasch genug vor sich und dann wurde später das ganze Gehäuse von oben nach unten zusammengequetscht, aus der kreisrunden zu einer elliptischen Scheibe; oder aber die Einbettung erfolgte so langsam, daß der obere freie Teil des Gehäuses abbrach und weggeführt wurde, was bei den Perisphincten mit ihrer dünnen, wahrscheinlich glashellen und zerbrechlichen Schale besonders leicht eingetreten zu sein scheint. Denn gerade von solchen findet man öfters Fragmente, die mit der Ventralseite in einer Platte eingesenkt liegen und nach oben wie abgeschnitten von der nächsten Gesteinsschicht bedeckt sind, ohne in dieselbe heraufzureichen (Taf. II Fig. 1 und 2).

Solche Stücke sind für den Systematiker wertlos und sie werden deshalb wohl auch meist nicht beachtet, aber in biologischer Beziehung sind sie sehr wichtig, wie aus dem nächsten Kapitel hervorgehen wird.

2. Ventralabdrücke neben Ammonitengehäusen.

Nicht allzuselten findet man auf der Oberseite von Platten neben Ammonitengehäusen einen Eindruck der Ventralseite dieses Gehäuses. Daß sie von den nebenliegenden Gehäusen hervorgebracht sein müssen, läßt sich besonders bei Perisphincten leicht nachweisen, weil die Rippen des Gehäuses sehr genau den vertieften Rippeneindrücken auf der Platte entsprechen und diese unmittelbar an jene anstossen. Sie können nur so entstanden sein, daß das Gehäuse zuerst in vertikaler Stellung mit seiner Ventralseite auf den Schlammboden niedersank, sich dann langsam umlegte, liegen blieb und von neuem Sediment bedeckt wurde, das auch den Ventraleindruck überdeckte und so konservierte (Taf. I Fig. 6, Taf. II Fig. 5 und 7).

In der Münchener Sammlung zeigen neun Perisphincten solche Eindrücke. Bei jungen Individuen konnte ich keine entdecken, sie waren wohl zu leicht, um solche Eindrücke zu erzeugen, und viele der ganz großen Perisphincten lassen wohl nur deshalb solche Eindrücke nicht mehr erkennen, weil man die Gehäuse aus den Platten herauspräpariert und dabei die etwa vorhandenen seitlichen Spuren achtlos entfernt hat (Taf. I Fig. 2).

Wo solche Eindrücke vorkommen, zeigt das danebenliegende Gehäuse noch die Wohnkammer mit den seitlichen Ohren und der Eindruck selbst liegt stets neben der Ventralseite der Wohnkammer. Das ist für die Deutung der Eindrücke von entscheidender Bedeutung. Der lebende Ammonit schwamm im Meer so, daß die Wohnkammer nach unten, die Spirale der Luftkammern nach oben gekehrt war. Wenn er an einer zu seichten Stelle oder bei sinkendem Meeresspiegel am Boden aufstieß, mußte dies jedesmal mit der Ventralseite der Wohnkammer geschehen. Der gestrandete Ammonit konnte sich aber nicht wieder flott machen, wenn der Meeresspiegel noch weiter sank, er legte sich langsam auf die Seite und starb.

Natürlich läßt dieser Vorgang sehr viele Varianten zu. Bei einem Perisphincten sieht man ganz deutlich zwei solcher Abdrücke, die zwar nebeneinander liegen, aber verschieden orientiert sind. Hier war es dem Ammoniten nach der ersten Strandung offenbar gelungen sich nochmals zu heben, vielleicht infolge eines leichten Wellenganges, er drehte sich etwas, sank aber von neuem ein und diesesmal bedeutete es sein Ende. Anders verhielten sich die stacheligen und gedrungenen Aspidoceraten. Wenn sie auf den Grund kamen, mußten sich die ventralen Stacheln tief in den Schlamm einbohren, noch ehe die Externseite des Gehäuses den Boden berührte (s. Taf. I Fig. 8 und 9). Einerseits wurden sie dadurch verhindert, sich wieder flott zu machen, anderseits aber auch daran, sich wie die Perisphincten auf die Seite zu legen. Ich habe jedoch auch zwei Stücke, die den letzteren Vorgang illustrieren. Meist scheinen die Aspidoceras-Gehäuse, wenn sie einmal festsassen, die vertikale Stellung behalten zu haben. Da sie aber eine festere Schale wie die Perisphincten hatten, so konnte ihr über den Schlamm herausragender Teil länger der Zerstörung widerstehen, oft sogar so lange, bis sie von den neuen Schlammabsätzen ganz umhüllt wurden. Perisphincten sind mir in dieser Erhaltung nicht bekannt.

Einen außergewöhnlichen Eindruck gibt Fig. 3 Taf. II wieder. Man sieht auf der Unterseite einer Platte zwei Spuren der Ventralseite eines Perisphincten, die durch 13 cm lange Furchen mit einander in Verbindung stehen. Links liegt nur der Ausguß eines Eindruckes vor, rechts hingegen ein Stück der Schale selbst und zwar genau der Teil, welcher den Eindruck erzeugt hat. Die Schale sank in diesem Falle zuerst auf den Schlammboden nieder, rutschte dann, vielleicht in Folge der Strömung, 13 cm weit auf den Boden hin, bis sie endlich liegen und fest an dem zähen Schlamme hängen blieb, worauf sie unter neuem Sediment begraben wurde. Auf der Oberseite der Platte ist von dem ganzen Vorgang keine Spur zu sehen. Erst nachdem die photographische Aufnahme das Bild fixiert hatte, das Fig. 3 zeigt, habe ich den

erhalten gebliebenen Schalenteil so weit herauspräpariert, daß man jetzt sehr gut sich davon überzeugen kann, daß oben und unten die Schale abgebrochen ist und nicht tiefer in die Platte hereingeht, während rechts allerdings es gelang, die Schale noch bloßzulegen bis über die Stelle hinaus, wo je zwei Ventralrippen sich zu einer Seitenrippe vereinigen. Dann aber sieht man, daß auch da die Schale aufhört, also abgebrochen ist.

3. Die Beschaffenheit des Kalkschlammes.

Gümbel hat es bereits ausgesprochen und 1891 (l. c. S. 282) eingehend begründet, daß die Solnhofener Plattenkalke zum großen Teil in Form von Kalkschlamm abgesetzt wurden. Neumayr und Walther stimmten ihm zu. In den weichen kreidigen Zwischenlagen sah Gümbel Coccolithen in Unzahl, in den festen dichten Gesteinen sei der Kalk „kristallinisch umgebildet" in ein Aggregat von Calcitkörnern, deren Durchmesser zwischen 1—9 Tausendstel Millimeter betrage, und zwischen denen, aber ganz zurücktretend, kleinste Quarzkörnchen, Tonpartikel und kohlige Pflanzenfäserchen liegen. Diese Beimengungen erklärt Walther durch Einwehungen terrestrischen Staubes, der sich mit dem organogenen Korallenschlick mischte und die sog. Fäulen bildete, während die festen und tonärmeren Flinze und Lithographiesteine ihren Kalkgehalt hauptsächlich durch chemischen Kalkniederschlag erhielten, der bei Trockenlegung der Lagunen unter Mitwirkung des Regenwassers zu Stande gekommen sei. Er lehnt also die kristallinische Umbildung, wie sie Gümbel annahm, ab.

Zwingende Beweise wurden weder für die eine, noch für die andere Annahme vorgebracht, und nur das eine läßt sich mit Sicherheit beweisen, daß zur Zeit der Einbettung der Tiere und Pflanzen ein feiner Kalkschlamm den Meeresboden bedeckte, der wenigstens zeitweilig eine ziemlich zähe Beschaffenheit besessen haben muß. Denn nur auf solchem konnten die Ammoniten beim Aufstoßen Eindrücke hervorrufen, die nicht sogleich wieder verschwanden, und auch nach Auflagerung neuen Schlammes erhalten blieben und somit fossil wurden. Das gilt natürlich in gleicher Weise für die verschiedenartigen Tierfährten, die auf den Kalkplatten zuweilen vorkommen und die Walther eingehend beschrieben hat. Einen weiteren Beweis dafür liefert ein Homaeosaurus, dessen vollkommen erhaltenes Skelett auf einer festen Kalkplatte oben aufliegt (s. Fig. 5 Tafel I). Während seine rechtsseitigen Extremitäten flach auf der Platte ausgebreitet sind, stecken die linksseitigen tief darin und zugleich befindet sich neben Rumpf und Kopf des Tieres ein Eindruck auf der Platte, der ganz deutlich die äußeren Umrisse dieser Körperteile erkennen

läßt. Man glaubt beim Anblick dieser Platte den Todeskampf dieses Reptils vor sich zu sehen, das plötzlich auf trockengelegten weichen Schlammboden gerät und einsinkt. Um sich zu retten, wirft es sich auf seinen kräftigen Schwanz gestützt mit dem Kopf in die Höhe, aber dabei drückt sich der Schwanz selber nach rückwärts tiefer in den Schlamm ein. Kopf und Rumpf, gelingt es ihm zwar, aus der Furche herauszubringen, aber sie sinken daneben von neuem ein, ebenso wie die linksseitigen Extremitäten, die es nicht wieder herausziehen kann. So erstickte es endlich im Schlamm. Aber die Furche, die es beim ersten Einsinken erzeugt hatte, verschwand nicht, weil der Schlamm nicht mehr flüssig genug war und rasch immer fester wurde.

Gegen diese Deutung unseres Fossils und seines Todeskampfes könnten aus den folgenden Erwägungen zwei Einwände erhoben werden. Erstens kann man fragen, wie soll es möglich sein, daß ein Landreptil lebend soweit in das Meer oder die Lagune vordringen konnte, ohne schon viel früher auf seiner Wanderung im Schlamm zu versinken und zweitens, warum soll es eine solche weite Wanderung überhaupt angetreten haben?

Das Festland lag jedenfalls vom Fundorte unseres Homaeosaurus sehr weit entfernt und er müßte, wenn er nicht zu den Meeresreptilien gehörte, meilenweit über ausgetrockneten Meeresboden hierher gewandert sein. Seine Füße und Beine lassen darauf schließen, daß er auf dem Lande leben konnte, aber sie lassen nicht erkennen, ob er zwischen den Zehen Schwimmhäute hatte, die ihm auch das Schwimmen ermöglichten. In letzterem Falle wären alle Schwierigkeiten beseitigt und man könnte annehmen, daß dieses Tier ins Meer hinausschwamm, um seine Nahrung zu finden, und dabei bei sinkendem Meeresspiegel aufs Trockne kam, aber in den weichen Schlamm einsank und darin erstickte.

Will man ihm die Fähigkeit zum Schwimmen bestreiten, dann freilich bliebe nur die eine, aber äußerst unwahrscheinliche Annahme übrig, daß die Lagune austrocknete und der Schlammboden sich mit einer festen Trockenkruste überzog, auf der das eidechsenartige Tier seiner Beute nachjagte, bis es an einer Stelle auf noch weichen Boden geriet. Es fehlen jedoch Anzeigen, daß eine solche Eintrocknung wirklich zeitweilig eintrat, bis jetzt vollständig und deshalb geht es wohl nicht an, diese Reptilart zum reinen Geobios zu rechnen.

4. Der Auftrieb während und die Zusammenpressung nach der Einbettung.

Nicht nur für die Ammoniten, sondern auch für fast alle anderen Versteinerungen der Plattenkalke gilt der Satz, daß sie nicht regellos in den Platten verteilt sind, sondern auf deren Oberfläche liegen. Um sie aufzufinden, genügt es deshalb, die Platten vorsichtig voneinander abzulösen. Es liegt dann die Versteinerung entweder auf der Unterseite der oberen oder auf der Oberseite der unteren Platte und hat auf der Gegenplatte jeweils nur ihren Abdruck zurückgelassen, oder aber ein Teil bleibt auf der unteren, ein anderer Teil an der oberen Platte haften und man muß dann, um das Fossil vollständig zu haben, beide Platten zu erhalten trachten.

Es bedarf somit die, auf Grund von Aussagen des Inspektors Grimm und Ebersbergers, von Walther aufgestellte Behauptung, daß die meisten Fossilien auf der Unterseite der Kalkplatten beobachtet werden, umgeben von derselben tonigen Fäule, welche die Basis der Platte darstellt, eine Beschränkung insbesondere auch deshalb, weil gar nicht selten die Versteinerungen zwischen zwei Flinzplatten also gar nicht auf Fäule und zuweilen auch zwischen zwei „Fäule"-Lagen liegen. Die Verhältnisse sind in dieser Beziehung viel mannigfaltiger, als sie Walther dargestellt hat.

Dazu kommt noch eine andere höchst merkwürdige Tatsache: Die Anwesenheit eines Ammoniten kann man sehr häufig schon erkennen, noch ehe man die zwei Platten, zwischen denen er liegt, auseinandergenommen hat. Entweder ist es eine der Größe des Ammoniten entsprechende Anschwellung auf der Oberseite der oberen oder eine Vertiefung auf der Unterseite der unteren Platte, die das Fossil verrät, oder häufiger noch sind beide Anzeigen gleichzeitig vorhanden. Das gilt jedoch nicht nur für die Ammoniten, sondern auch für andere mit Luftkammern versehene Cephalopoden und für die Fische. Manchmal freilich fehlt die obere Anschwellung und ist statt deren eine Vertiefung vorhanden, und bei den Ammoniten ist es gewöhnlich so, daß die Anschwellung zwar da ist, aber durch eine nachfolgende Einsenkung so verändert wurde, daß jetzt nur noch eine kleinere zentrale Erhebung inmitten eines starken Ringrabens aufsteigt.

Die Entstehung dieser Dellen und Buckel hat zweierlei Ursachen, die zeitlich nicht zusammenfallen und deshalb auch getrennt besprochen werden müssen.

Weitaus die meisten Tiere waren noch lebend als sie auf den weichen Kalkschlamm zu liegen kamen und wurden während ihres Absterbens oder

wenigstens bald nachher, von neuem Schlamm überdeckt, so daß die Luft im Körper der Fische und in den Kammern der Cephalopoden mit begraben wurde. Vorher, als sie eben auf den Boden niedergesunken waren, waren diese Tiere schwerer als der Schlamm und sie sanken deshalb eine Strecke weit in denselben ein, aber nicht so weit, daß sie ganz untertauchten. Dazu war der Schlamm schon zu zäh, wie wir auf S. 319 gesehen haben. Das spezifische Gewicht der Tiere war jedoch kleiner als das des Kalkschlammes. Sobald nun neuer Schlamm diese Tiere bedeckte, sie ganz umhüllte und eine solche Dichtigkeit erlangte, daß auch er schwerer wie diese wurde, mußte der Auftrieb der Tierleiche beginnen.

War der Schlamm aber sehr zähe, so konnte diese Bewegung nur eine sehr langsame sein und der über dem mit beschleunigter Bewegung aufsteigenden Tiere in die Höhe gedrängte Schlamm war nicht mehr dünnflüssig genug, um sofort seitwärts abzufließen. So mußte sich eine domförmige Aufschwellung bilden, wie wir dieselbe auf der Oberseite der Deckplatte so häufig über den Versteinerungen antreffen.

Ebenso mußte auch der Schlamm unter dem aufsteigenden Körper sich nach oben in Bewegung setzen, und durch seitlichen Zufluß den von jenem Körper verlassenen Raum völlig wieder ausfüllen. Das ist auch geschehen, aber in Folge der Zähflüssigkeit des Schlammes ist dieser Ausgleich in der zunächst beteiligten Schicht nicht vollständig genug eingetreten und so zeigt dieselbe heute, da sie ganz verfestigt ist, eine Aufwölbung nach oben, in die von unten her die Masse der tieferliegenden Schichten aufgedrungen ist. Der Massenausgleich ist somit hauptsächlich von unten her erfolgt und tieferen Lagen zuzuschreiben. Das führt zu der Vermutung, daß die einzelnen übereinander zur Ablagerung gelangten Schlammschichten sich lange Zeit hindurch mit Bezug auf ihren Flüssigkeitszustand eine gewisse Unabhängigkeit bewahrt haben. Verschiedene Umstände sprechen dafür, daß die sog. ‚Fäulen' weniger zäh wie die Flinze waren und unter dem Einfluß des hydrostatischen Druckes auch in horizontaler Richtung noch Bewegungen ausführen konnten, an denen die darüber liegenden schon nicht mehr oder nur in viel geringerem Grade teilnahmen. Leider fehlen bei den Versteinerungen, welche auf der Unterplatte eine Aufbiegung verursacht haben, Beobachtungen über das Verhalten der tieferen Lagen, so daß wir nicht wissen, wie weit diese Wirkung des Auftriebes der Gehäuse nach unten gereicht hat. Doch besitze ich ein Stück, an dem man sich recht gut davon überzeugen kann, daß solche durch die Gehäuse in den zähen Schlammschichten hervorgerufene Verbiegungen in den Fäulen rasch ausgeglichen wurden. Da es sich hierbei aber zugleich noch um eine andere Art von Bewegungen handelt,

werde ich dieses Stück erst später beschreiben. Bei den Ammonitengehäusen hat nämlich, nachdem der Auftrieb sein Ende gefunden hatte, eine zweite Bewegung eingesetzt, als die Luftkammern den hydrostatischen Druck nicht mehr aushalten konnten und zusammengepreßt wurden. Die Folge davon war, daß sowohl der darüber liegende Schlamm einsank, also auf der Oberseite der Oberplatte eine Delle oder Vertiefung nach unten, als auch der darunterliegende Schlamm aufstieg, mithin auf der Unterseite der Unterplatte eine Delle oder Vertiefung nach oben entstand. Während somit auf der Oberplatte durch den Auftrieb sich zuerst eine Aufwölbung und dann durch die Verquetschung des Ammonitengehäuses eine Einsenkung herausbildete, und diese beiden Vorgänge sich leicht auseinander halten lassen, erzeugten diese selben Ursachen auf der Unterseite der Unterplatte durch Aufbiegung in gleicher Richtung eine Delle und es ist schwer, nachträglich festzustellen, wie viel von ihr der einen oder anderen Ursache zuzuschreiben ist. Ja man könnte vielleicht geneigt sein, für sie ausschließlich nur die zweite Ursache verantwortlich zu machen. Gegen eine solche Auffassung spricht jedoch der Umstand, daß wenigstens in sehr vielen Fällen der Betrag der Einbiegung von oben und unten größer ist als der Betrag der Zusammenquetschung des Ammonitengehäuses. Noch beweiskräftiger aber ist die Tatsache, daß in einigen Fällen eine Zusammenquetschung gar nicht eingetreten und dennoch eine Delle auf der Unterplatte vorhanden ist. Von einer Oppelia steraspis (Original zu palaeontolog. Mitteil. von Oppel Taf. 69 Fig. 1) liegen beide Platten vor. Die Luftkammern sind nicht zusammengepreßt, und obwohl die Schale aufgelöst ist, sind die Hohlräume doch vollkommen von Calcitkristallen erfüllt, und zeigen die ursprüngliche Wölbung des Gehäuses. Die Wohnkammer hingegen ist zusammengequetscht. Entsprechend den Luftkammern auf der Oberseite der Unterplatte zeigt die Unterseite eine wenn auch schwache so doch ganz deutliche Delle, deren Entstehung somit ausschließlich nur dem Auftrieb zugeschrieben werden kann.

Eine Folge des Auftriebes ist es, daß die meisten Ammonitengehäuse, auch wenn sie ganz zusammengepreßt sind, nicht einfach auf ebener Grenzfläche zwischen der oberen und unteren Kalkplatte liegen, sondern daß die Oberfläche der unteren Platte, genau so weit als der Ammonit reicht, eine kleine sockelartige Erhöhung besitzt, die zapfenförmig in die obere Platte von unten her eingreift. Auf letzterer erscheint somit der Ammonit wie eingesenkt und das ist es wohl, was mit zu dem Ausspruche verführt hat, die meisten Versteinerungen lägen auf der Unterseite der Kalkplatten. Nicht nur bei den Ammoniten, sondern ebenso auch bei den Fischen erkennt man die

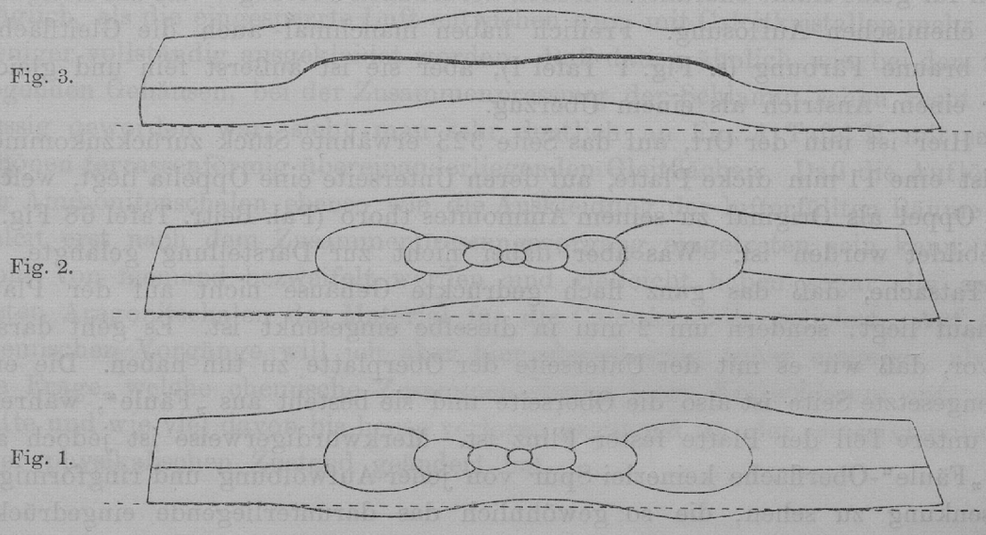
Unterplatte häufig schon daran, daß das Fossil etwas erhaben liegt, die Oberplatte, daß es etwas eingesenkt erscheint. Das ist durch den Auftrieb bedingt, es zeigt uns zugleich aber auch an, daß dieser Auftrieb kein sehr bedeutender war. Die Frage muß also beantwortet werden, warum derselbe nicht bedeutender war, da doch über diesen Tieren sich neue Schlammmassen fortgesetzt anhäuften und deren Körper somit immer weiter und in immer höhere Horizonte hätten aufsteigen können.

Da ist zunächst zu berücksichtigen, daß der Auftrieb in einer zähflüssigen Masse große Widerstände zu überwinden hat. Um mich davon zu überzeugen, habe ich eine mit Luft gefüllte Blase in eine mit Wasser angesetzte Gipsmasse gelegt, in der sie ungefähr 2 Zoll tief eingetaucht war. Anfangs war von einem Auftrieb gar nichts zu bemerken und da der Gips verhältnismässig rasch erstarrt, so glaubte ich schon, daß die Blase gar nicht zum Aufstieg käme. Nach einigen Stunden war dies dennoch geschehen und es hatte sich der Gips ganz schön aufgewölbt. Er war jedoch schon zu zäh, um seitlich abzulaufen und so entstand ein Bild, das mit den Wülsten der Solnhofener Platten über Ammonitengehäusen mancherlei Ähnlichkeit hatte. Die Blase kam aber nicht zum Vorschein, weil inzwischen tatsächlich der Gips hart geworden war.

Bei den Solnhofener Platten kann man eine so rasche Verfestigung des Schlammes, wie sie bei diesem Experimente eingetreten war, keinesfalls annehmen. Hier muß also eine andere Ursache dem Auftrieb ein Ende bereitet haben und sie wird wohl kaum in etwas anderem gesucht werden können als darin, daß die Luft, die in den Luftkammern oder auch im Körper der Fische eingeschlossen war und durch den hydrostatischen Druck mit der Zunahme der Schlammüberdeckung stark komprimiert wurde, entwich. Es brauchte bloß während des Auftriebes die dünne Schale Sprünge zu bekommen. Die Luft kam dann mit dem feuchten Schlamm in direkte Berührung und konnte von ihm absorbiert werden oder auch sich gewaltsam durch denselben einen Ausweg nach oben verschaffen. Gewisse eigentümliche unregelmäßig sternförmige Hohlräume, die jetzt ganz mit Calcitkristallen ausgefüllt und meist auf das Gebiet des Fossils in ihrer Verbreitung beschränkt sind, scheinen mir solche Spratzgänge zu sein, auf denen die Luft zu entweichen suchte. Zu dieser Zeit war der Schlamm noch nicht erhärtet und unterlag noch dem hydrostatischen Drucke, der in dem Maße als die Luft austrat, das Gehäuse zusammendrückte. War dieser Austritt ein vollständiger, dann sank der Schlamm von oben so tief herab und stieg von unten so hoch herauf, daß die beiderseitigen Schalenwände vollkommen auf einander zu liegen kamen. Andernfalls blieb die Luft in einem Teil des Ge-

häuses erhalten, während der andere Teil zusammengepreßt wurde, oder sie blieb wie bei den Aspidoceraten und Oppelien nur in den hohlen Stacheln zurück und diese füllten sich dann später mit Calcit.

Die Vertiefungen, welche durch dieses Einfallen der Gehäuse auf den Schichtflächen entstanden, mußten natürlich eine andere Form haben als diejenigen, welche durch den Auftrieb erzeugt worden waren. Sie mußten im Gebiet der äußeren Umgänge des Ammonitengehäuses bedeutender sein als in dessen Mitte und so nahmen die ursprünglich flach konischen Dellen auf der Unterseite der Unterplatte eine mehr tellerförmige Gestalt an und die Aufwölbungen an der Oberseite der oberen Platte sanken randlich tief ein und blieben nur in der Mitte als solche noch erhalten.



Schematische Darstellung der Einbettung (Fig. 1), des Auftriebes (Fig. 2) und der Zusammenpressung (Fig. 3) eines Perisphincten-Gehäuses zwischen zwei Schlammschichten. Die Oberplatte samt dem zusammengequetschten Gehäuse, das durch die dunkle breitere Linie angedeutet ist, ist jedoch nicht theoretisch konstruiert, sondern nach dem Querbruch einer wirklich in der Staatssammlung vorhandenen Platte gezeichnet. Man beachte auch die wechselnde Form der Dellen und Wülste, welche auf den Oberflächen der Schlammschichten entstehen.

Inzwischen war auch der Schlamm selbst schon bedeutend zäher geworden und die Massenbewegungen hatten größere innere Reibungswiderstände zu überwinden. Dies führte zur Bildung von Gleitflächen zwischen tiefer und weniger tief einsinkenden oder aufsteigenden Schlammpartien und diese Flächen erhielten eine feine vertikale Riefung, ganz so, wie das auch bei dem oben

erwähnten Experiment der Fall war. Es hatten sich bei diesen zwar keine konzentrischen, sondern sich kreuzende Gleitflächen gebildet, auf denen einzelne Teile höher als andere aufstiegen, aber sie zeigten genau dieselbe Riefung wie die Gleitflächen in den Solnhofener Platten. Wenn man Ammoniten aus dem Gestein herauszupräparieren versucht, dann lösen sich dieselben häufig an diesen konzentrischen Gleitflächen ab; aber man erkennt dann auch, daß dieselben auf die Zone der Zusammenpressung beschränkt sind und sich nicht darüber hinaus, etwa nach Art tektonischer Gleitflächen, verlängern. In mancher Beziehung erinnern sie auch an die Drucksuturen und könnten damit verwechselt werden, aber der Unterschied besteht darin, daß auf ihnen keine Auflösung des Kalkes stattgefunden. Wirkliche Drucksuturen sind im Lithographenschiefer sehr selten, aber sie zeigen dann auf den verzahnten Flächen jenen für gelbe Kalke charakteristischen tiefbraunen Überzug — als das Residuum der chemischen Auflösung. Freilich haben manchmal auch die Gleitflächen eine braune Färbung (s. Fig. 1 Tafel I), aber sie ist äußerst fein und gleicht eher einem Anstrich als einem Überzug.

Hier ist nun der Ort, auf das Seite 323 erwähnte Stück zurückzukommen. Es ist eine 11 mm dicke Platte, auf deren Unterseite eine Oppelia liegt, welche von Oppel als Original zu seinem Ammonites thoro (Pal. Beitr. Tafel 68 Fig. 6) abgebildet worden ist. Was aber dabei nicht zur Darstellung gelangte, ist die Tatsache, daß das ganz flach gedrückte Gehäuse nicht auf der Platte obenauf liegt, sondern um 2 mm in dieselbe eingesenkt ist. Es geht daraus hervor, daß wir es mit der Unterseite der Oberplatte zu tun haben. Die entgegengesetzte Seite ist also die Oberseite und sie besteht aus „Fäule", während der untere Teil der Platte fester Flinz ist. Merkwürdigerweise ist jedoch auf der „Fäule"-Oberfläche keinerlei Spur von jener Aufwölbung und ringförmigen Einsenkung zu sehen, die so gewöhnlich das darunterliegende eingedrückte Ammonitengehäuse erraten lassen. Erst nach Ablösung der obersten Lage kamen beide in vorzüglicher Ausbildung auf der Oberfläche der $5^1/_2$ mm dicken Flinzplatte zum Vorschein und auch auf der Unterseite der abgelösten Fäuleschicht machten sich die konzentrischen Gleitflächen noch deutlich bemerkbar. Sie setzen aber nicht bis zu der anderen, der oberen, Seite fort und beweisen somit, daß zur Zeit des Zusammensinkens des Gehäuses die obere Fäule noch viel leichtflüssiger war als die untere und als die Flinzmasse, deren Zähigkeit durch die Gleitflächen bewiesen wird.

Bei den Aspidoceraten, die, wie früher schon erwähnt wurde, sehr häufig in vertikaler Stellung im Schlamm stecken blieben und die mithin viel langsamer als die flach liegenden Gehäuse von diesem begraben wurden, war eine

so vollständige Zusammenquetschung natürlich nicht möglich, aber immerhin wurden sie gewöhnlich zu flach elliptischen Körpern umgeformt. Dabei zerbrach aber die Schale und man kann, obschon die Schale selbst längst aufgelöst und verschwunden ist, doch an den Abdrücken, die sie im Gestein zurückgelassen hat, die Sprünge und Risse noch sehr gut erkennen, die sich dabei bildeten. Damit war dem Schlamm sofort ein Weg gewiesen, in die Luftkammern einzudringen und er füllte dieselben rasch soweit aus, als es die darin eingeschlossene, aber stark zusammengepreßte Luft erlaubte. Damit war das Gehäuse selbst vor völliger Zusammenpressung geschützt. Gewöhnlich fand die Füllung mit Schlamm so statt, daß zu unterst ein größerer mit Luft gefüllter Hohlraum frei davon blieb, aber auch mitten im eingelaufenen Schlamm findet man oft unregelmäßig begrenzte größere freie Räume oder kleinere Spratzrisse und Felder (s. Fig. 3, 4. 8—9 Tafel I). Alle diese Räume sind erst nachträglich, als die eingesperrte Luft entwichen war, mit Calcitkristallen mehr oder weniger vollständig ausgekleidet worden. Daß dabei, ähnlich wie bei den flach liegenden Gehäusen, bei der Zusammenpressung der Schlamm schon recht zähflüssig geworden war, sieht man sehr deutlich an Fig. 4 Tafel II mit seinen schönen terrassenförmig übereinanderliegenden Gleitflächen. Daß die Auflösung der Ammonitenschalen ebenso wie die Auskleidung der lufterfüllten Räume mit Calcit erst nach dem Zusammenpressungsvorgang eingetreten sein kann, wird wohl von niemand bezweifelt werden und vielleicht haben sogar die aufgelösten Aragonitschalen das Material für die Calcitkristalle geliefert. Auf diese chemischen Vorgänge will ich aber hier ebensowenig näher eingehen als auf die Frage, welche chemische Zusammensetzung jener Kalkschlamm anfänglich hatte und wie viel davon bis heute verloren gegangen ist oder seinen chemischen oder physikalischen Zustand geändert hat.

5. Zeitdauer der Schlammabsätze.

Die senkrecht stehenden Aspidocerasgehäuse haben eine Höhe bis über 5 cm. Wenn unsere Auffassung richtig ist, erhielt sich das Gehäuse, nachdem es einmal mit seinen Stacheln im Boden festsaß, in dieser Stellung so lange, bis es vom Schlammsediment ganz umhüllt war. Sehr unwahrscheinlich ist es, daß dieser Zustand sehr lang gedauert habe, weil sonst sicherlich eine Beschädigung des Gehäuses durch Wind und Wetter oder das Meereswasser eingetreten wäre. Für die Perisphincten scheint diese Dauer allerdings bereits zu lang gewesen und stets verhängnisvoll geworden zu sein, denn sie sind alle abgebrochen, nachdem das Gehäuse nur erst einige Millimeter tief im

Sediment eingebettet war. Nur die dickschaligeren Aspidoceraten, und auch von diesen nur ein Teil, überdauerten die Einbettung. Diesem verschiedenartigen Verhalten können natürlich vielerlei Ursachen zu Grunde liegen, die festzustellen jetzt im einzelnen Falle nicht mehr gelingt. Als solche Ursachen können gelten: Verletzungen der Schale, die schon vor der Einbettung durch bohrende Tiere oder Pflanzen, durch Anprall beim Schwimmen oder bei Kämpfen mit anderen Tieren entstanden sind; Anprall der Meereswogen, größerer schwimmender Tiere oder Hölzer an den aufrecht aus dem Schlamm hervorragenden Gehäusen, oder zu Zeiten, da das Meereswasser gesunken und das Gehäuse frei der Luft ausgesetzt war, Anprall starken Windes, großer Regengüsse oder Hagelkörner. Höchst wahrscheinlich ging der Sedimentabsatz aber auch nicht zu jeder Zeit und an allen Orten in gleich schneller Weise vor sich, so daß an die Gehäuse je nachdem sehr verschieden große Ansprüche mit Bezug auf ihre Widerstandsfähigkeit gemacht wurden.

Fassen wir zunächst nur die aufrechtstehenden und oben nicht abgebrochenen Aspidocerasgehäuse ins Auge, so ist es klar, daß die Einbettung durch eine etwa 5 cm mächtige Schlammschicht unmöglich einen Zeitraum von vielen Jahren oder gar Jahrhunderten in Anspruch genommen haben kann, weil es ganz undenkbar ist, daß der noch nicht begrabene Teil des Gehäuses so lange hätte intakt erhalten bleiben können. Dafür spricht aber auch noch ein anderer wichtiger Grund. Wir haben gesehen, daß diese Gehäuse nach ihrer Einbettung einem hydrostatischen Drucke ausgesetzt waren, daß also der Schlamm noch die Beschaffenheit einer Flüssigkeit hatte, und zwar von der Oberfläche an bis mindestens 5 cm und bei den großen liegenden Perisphincten bis mindestens 10 cm in die Tiefe hinab. Daß sich ein solcher, wenn auch zähflüssiger Zustand durch Jahrhunderte hindurch erhalten haben könnte, ist sehr unwahrscheinlich. Außerdem verlangt die vorzügliche Konservierung der Muskeln bei den Fischen, Tintenfischen und den Würmern, daß sich sofort nach dem Absterben dieser Tiere eine luftabschließende Schicht über denselben gebildet habe, die mindestens einige Millimeter dick sein mußte. Wenn dies aber in wenigen Tagen geschah, so konnte eine mehrere Zentimeter dicke Schicht unmöglich viele Jahre zu ihrer Bildung in Anspruch nehmen, es wäre denn, daß zwischen der Bildung der einzelnen nur millimeterdicken Fäuleschichten jahrelange Ruhepausen für die Sedimentation gelegen hätten. Gegen eine solche Annahme spricht aber das gänzliche Fehlen von Erosions- oder Verwitterungserscheinungen, die doch jene Ruhepausen hätten begleiten müssen. Aus allen diesen Gründen erscheint es mir als am wahrscheinlichsten, daß die Sedimentbildung im allgemeinen ziemlich rasch und regelmäßig erfolgte

und daß sie da, wo Ammoniten aufrechtstehend eingebettet wurden, sogar im Verlauf verhältnismäßig kurzer Zeit, jedenfalls schon innerhalb eines Jahres, eine Mächtigkeit von 5 cm und mehr erreichte. Da hingegen, wo dies nicht so rasch geschah, konnten selbst kleinere Ammoniten nicht ganz eingebettet werden und es blieben nur die unteren Teile des Gehäuses mit der Wohnkammer erhalten. Von allen Gehäusen aber, deren Durchmesser 1 dm und mehr betrug, sind stets nur noch die Wohnkammern erhalten. Ein Beweis, daß nirgends die Schlammanhäufung so rasch vor sich ging, um so große Tiere vor Zerstörung zu schützen. Um eine ungefähre Vorstellung von den Möglichkeiten der Zeitdauer zu bekommen, kann man eine Rechnung ausführen unter Zugrundlegung eines jährlichen Schlammabsatzes von 5 cm und der durchschnittlichen Mächtigkeit der Solnhofener Schiefer von 25 m, und man erhält dann einen Zeitraum von 500 Jahren.

Da jedoch manche der Ammoniten, insbesondere aber viele der Fische sehr dicke Körper hatten, so wird ein jährliche Zuwachs von nur 5 cm Schlamm zur Einbettung und Konservierung dieser Tiere vielleicht nicht ausreichend erscheinen. In der Tat verlangt die vorzügliche Erhaltung der Muskulatur für viele Tiere einen sehr raschen Einschluß und Abschluß gegen Fäulnis. Deshalb wird die Zeitdauer für den Absatz der eigentlichen Lithographenschiefer eben kürzer angenommen werden müssen, vielleicht auf nur 250 Jahre. Von zoologischer Seite ließe sich dagegen kaum ein Bedenken erheben, da die Fauna eine durchaus einheitliche ist und keinerlei phylogenetische Umwandlung während dieser Periode erfahren zu haben scheint. Eher könnte eine Schwierigkeit darin gefunden werden, daß innerhalb 250 Jahren eine Schlammmasse von 25 m sich über einem Gebiet von mindestens 500 qkm, also eine Menge von 12500 Million cbm, abgesetzt haben soll. Joh. Walther meint, daß dieser Schlamm teils aus vom Festland her eingewehten Staub, teils aus Schlick, der von den die Lagunen umsäumenden Korallriffen eingeschwemmt wurde, teils aus chemischen Niederschlägen zusammengesetzt ist, der sich in dem Wasser der Lagune an Ort und Stelle bildete. Die jährliche Menge eines solchen chemischen Kalkniederschlages kann aber nur sehr gering gewesen sein, wenn die Annahme Walthers richtig ist, daß nur nach besonders hohen Fluten das Meereswasser über die Riffe hinweg in die Lagunen eindringen konnte und in kurzer Zeit wieder ablief, weil der Boden der Lagune im Niveau der Fluthöhe lag. Bei einer einmaligen Überschwemmung, deren Wasserhöhe wir mit einem Meter jedenfalls nicht zu gering angesetzt haben, würden somit der Lagune 500 Million cbm Meereswasser zugeführt worden sein und wenn aller Kalk, der darin in Lösung war, sich als Karbonat hätte

abscheiden lassen, dann hätte dies einen Niederschlag von 1 mm Höhe gegeben. Ein solches Maximum konnte aber unter keinen Umständen eintreten, weil ja ein großer Teil dieses Wassers verhältnismäßig rasch wieder ablief und freie Kohlensäure nicht in genügender Menge vorhanden war, um in so kurzer Zeit allen Kalk zu fällen, auch den, welchen man gewöhnlich als an Schwefelsäure und Chlor gebunden sich vorstellt. In Wirklichkeit konnte also im besten Falle ein Kalkniederschlag von der Dicke eines kleinen Bruchteiles eines Millimeters entstehen. Nehmen wir weiter für jedes Jahr mehrere solcher Überschwemmungen an, so wäre eine Niederschlagsmenge von 1 mm wohl möglich, aber das gäbe in 500 Jahren doch erst eine Mächtigkeit von $^1/_2$ m und die übrigen $24^1/_2$ m wären dem Korallenschlick und Staub zuzuschreiben.

Was den letzteren betrifft, so rechnet Walther zu diesem die kleinen Tonfleckchen, Quarzstückchen und pflanzlichen Gewebestückchen, die beim Auflösen des Gesteines in Salzsäure als unlöslich zurückbleiben. Leider fehlen aber Angaben über das quantitative Verhältnis dieser Teile und der Karbonate. Aus den neun Analysen, die A. Schwager seinerzeit gemacht und Gümbel (l. c.) 1891 mitgeteilt hat, ergibt sich, daß Kieselsäure, Tonerde und Alkalien, die man als Bestandteile dieses „Staubes“ ansprechen kann, in wechselnden Mengen in den Plattenkalken vorkommen, unter 0,8 % nicht herabgehen und 3,3 % nicht überschreiten. Danach müßte man auch dem Staub eine recht geringe Beteiligung am Aufbau dieses Sediments zuschreiben, aber es darf nicht außer acht gelassen werden, daß von den eigentlichen „Fäulen“ eine chemische Analyse noch nicht vorliegt; und gerade diese sollen nach Walther die Hauptträger des terrestrischen Staubes sein. Gleichwohl ist es sicher, daß er auch darin, wenn schon häufiger, doch gegenüber dem Karbonat noch immer stark zurücktretend ist.

In der Hauptsache bleibt man somit auf den Kalkschlamm angewiesen und wenn dieser ausschließlich als Korallenschlick gedeutet werden soll, dann muß jedenfalls eine örtliche Beziehung zu den Riffen selbst hervortreten in der Weise, daß die Plattenkalke nahe den Riffen mächtiger sind als in größeren Entfernungen. Eine solche Beziehnng konnte jedoch bisher noch nicht aufgedeckt werden, weil wir nicht nur über Lage und Verbreitung der Riffe keine bestimmten Nachweise haben, sondern weil deren Existenz nicht einmal außer Zweifel steht. Ich habe das bereits in der Einleitung angedeutet.

Wir kommen somit zu folgender Fragestellung: Konnten Korallriffe in 250 oder 500 Jahren so viel Schlick liefern, um eine Lagunenfläche von 500 qkm mit 25 m hohem Schlamm zu bedecken? Für diese Fragestellung

besteht natürlich die Voraussetzung, daß in dieser Zeit die Riffe um 25 m in die Höhe wuchsen, also auch der Meeresspiegel um diesen Betrag sich hob, während der Boden der Lagunen immer annähernd die Fluthöhe behielt. Damit diese Bedingungen erfüllbar waren, mußte die Schlammquelle stets eine reichliche sein, aber in ihrer Zuflußstärke durch die Höhenlage des Lagunenbodens reguliert werden. Sobald letztere sank, vergrößerte sich das Gefälle und die Schlammzufuhr wuchs solange bis der Boden wieder die Fluthöhe erreicht hatte. Den Korallriffen lag es also ob, nicht nur für ein eigenes Höhenwachstum von 25 m zu sorgen, sondern in Wirklichkeit für ein doppelt so hohes, wenn z. B. die Riffläche ebenso groß war wie die Lagunenfläche. War sie aber kleiner, dann mußte die kalkausscheidende Tätigkeit des Riffes sogar noch größer sein, um das Material für den nötigen Schlamm liefern zu können. Damit allein war es jedoch noch nicht getan. Es mußte auf dem Riffe selbst die Zerkleinerung der Kalkgehäuse und Skelette sehr lebhaft vor sich gehen, damit das darüber hinwegbrandende und zu Sturmzeiten in die Lagunen einbrechende Meer genügend Schlick vorfand.

Ob alle diese Bedingungen überhaupt je gleichzeitig irgendwo erfüllbar sind und ob, wenn sie es sind, sie sich hier zu Ende der Jurazeit wirklich erfüllt haben, weiß ich nicht und ich glaube, daß zur Entscheidung dieser Frage aus der Gegenwart genügendes Vergleichsmaterial nicht vorliegt. Auch ist nach meiner Meinung der Nachweis noch nicht erbracht, daß der Kalkschlamm des Lithographenschiefers notwendigerweise Korallenschlick gewesen sein muß.

Neumayr hat (l. c.) für ihn eine andere Erklärung angedeutet, ausgehend von der Tatsache, daß zu Ende der Jurazeit das Jurameer Süddeutschlands sich in ein Festland umwandelte, wobei entsprechend einer ursprünglichen Neigung des Meeresbodens gegen Süden im Norden zuerst die Jurasedimente trocken gelegt wurden, während im Süden noch das Meer der Lithographenschiefer bestand, in das die Flüsse von Norden her das Material der eben erst aufgetauchten und wenig erhärteten Kalkschichten als feinen Schlamm einführten.

Für unser Thema, welches die Einbettung der Ammoniten in die Solnhofener Schichten behandelt, war die Feststellung, daß diese Einbettung in Kalkschlamm erfolgte, von größter Wichtigkeit. Die Kenntnis der Herkunft dieses Schlammes vermöchte sicherlich vieles zur Aufklärung der Vorgänge in damaliger Zeit beizutragen. Doch ist die Erlangung einer solchen Kenntnis gegenwärtig noch nicht möglich. Hypothesen sind dafür ein ungenügender, vielleicht sogar ein in die Irre führender Ersatz. Es wird notwendig sein,

zunächst eine eingehendere kartographisch-geologische Aufnahme dieses Gebietes anzustreben, durch die dann auch die stratigraphischen und petrographischen Unsicherheiten vermindert werden.

Aber über eine Bedingung, welche der Schlammabsatz zu erfüllen hatte, haben wir Gewißheit: er mußte verhältnismäßig rasch erfolgen, und zwar so rasch, daß die vorher auf dem trockenen Boden liegengebliebenen Tierleichen nicht von dem wiederkehrenden Meereswasser in die Höhe gehoben und fortgeschwemmt werden konnten, was besonders leicht bei den Ammoniten hätte eintreten müssen, weil ihre lufterfüllten Gehäuse sofort in die Höhe gestiegen wären und nicht erst gewartet hätten, bis sie von Schlamm ganz bedeckt waren, der sich aus dem Meereswasser erst langsam niedersenkte oder niederschlug.

Welcher Vorgang kann es aber gewesen sein, der die Tierleichen schon vor Wiederkehr des Meereswassers fixierte? Offenbar derselbe, der sie auch vor Verwesung während der Trockenzeit geschützt hat, und als solchen ist es mir nur möglich, das Staubtreiben zu erkennen, das sicherlich jedesmal auf dem Meeresboden eintrat, sobald derselbe trocken geworden war. Staub bedeckte somit alsbald die noch unverwesten Tierleichen und füllte die Eindrücke der Ammoniten und die sonstigen Kriech- und Fußspuren aus, wodurch dieselben vor Zerstörung geschützt waren. Und als dann das Meereswasser wiederkehrte, wurde diese lockere Staublage nicht ganz weggeschwemmt, sondern in Schlamm umgewandelt. Etwa vorhandene Windstruktur im Staub ging dabei verloren und ebenso die ursprünglich jedenfalls welligen Oberflächen der Staublagen, die nun vom Wasser eingeebnet und nivelliert wurden.

Jetzt erst, nachdem der Staub in weichen Schlamm umgewandelt war, konnte der Auftrieb der luftführenden Fische und Cephalopodengehäuse beginnen, wie wir ihn kennengelernt haben. Aber er war natürlich nur ein langsamer, weil der Schlamm sehr dickflüssig war, und er hörte auf, sobald wieder Wasserniederstand eintrat und der Schlamm sich verfestigte. Zu einem vollständigen Austrocknen des Schlammbodens scheint es dabei allerdings niemals gekommen zu sein, denn bisher sind noch keine deutlichen Spuren von Trockenrissen gefunden worden; wo Staub abgesetzt wurde, war ja ein vollständiges Austrocknen des Untergrundes verhindert. Aber diese Erklärung verlangt natürlich ein Gebiet, dem der Staub entnommen wurde und wo sich infolgedessen keine Lithographenschiefer bildeten. Wo dieses Gebiet zu suchen ist, werden genaue geologische Aufnahmen später vielleicht feststellen können.

Wenn es somit wahrscheinlich geworden ist, daß der Kalk der Lithographenschiefer nicht unmittelbar aus dem Meereswasser ausgeschieden worden

ist, dann ändern sich auch die Voraussetzungen, die unserer Berechnung für die Dauer der Sedimentbildung zu Grunde lagen. Der Wind kann ja verhältnismäßig rasch Staub zusammenwehen und wenn dieser Staub durch häufige Überschwemmungen, die ihm seine horizontale Schichtung gaben, angefeuchtet und damit festgehalten wurde, dann ist es gar nicht notwendig, daß diese 25 m mächtigen Staubmassen Jahrhunderte zu ihrer Anhäufung gebraucht haben. Die Schnelligkeit des Absatzes war unter diesen Umständen offenbar in erster Linie von der Massenhaftigkeit der Staubzuführung abhängig. Wie groß diese aber war, läßt sich zur Zeit auch nicht annähernd bestimmen.

Erläuterungen zu den Tafel-Bildern.

Tafel I.

Fig. 1. Oppelia Thoro in $^3/_4$ der natürlichen Größe, eines der sechs Stücken, die Oppel in seinen Paläontologischen Mitteilungen 1862 S. 251 als zu dieser neuen Art gehörig erwähnt, aber nicht abgebildet hat. Der größte Durchmesser beträgt 40 mm. Die Wohnkammer ist verdrückt und nur teilweise erhalten. Die Luftkammern sind, obwohl ihre normale Wölbung auf der Unterseite sehr gut erhalten ist, von oben her zum Teil eingedrückt. Ihr dadurch etwas deformierter Hohlraum ist, soweit sich dies auf einem künstlich erzeugten Querbruche erkennen läßt, mit Calcitkristallen fast ganz erfüllt. Es war also anfangs kein Schlamm eingedrungen und erst später setzten sich als Ausscheidung aus kalkhaltigen Sickerwässern die Calcitkristalle an den inneren Wandungen an.

Daß das noch luftgefüllte und unverletzte Gehäuse in dem schon zähen Schlamm anfangs eine Strecke weit gerade in die Höhe stieg, erkennt man an der gerieften und durch einen dünnen, eisenhaltigen Überzug braungefärbten Gleitfläche, welche an der Externseite des Gehäuses beginnend nach oben die ganze über 10 mm dicke Gesteinsplatte durchsetzt und die das Herausschlagen der Ammoniten wesentlich erleichtert hat. Der Schlamm über dem Ammoniten ist längs dieser Fläche durch das aufsteigende Gehäuse gehoben und an dem nebenliegenden Schlamm heraufgeschoben worden, wobei jene schwache vertikale Streifung auf der Gleitfläche entstand, welche Fig. 1 deutlich wahrnehmen läßt.

Fig. 2. Perisphinctes supremus Sutner (Manuskriptname) in $^1/_2$ natürlicher Größe. Diese Art ist in den Solnhofener Schichten nicht selten. Sie steht zwar dem suprajurensis nahe, unterscheidet sich aber anscheinend von dieser Art, so daß Herr von Sutner seinerzeit ihr einen besonderen Namen gegeben hat. Da die Suturlinien bei allen diesen Stücken fehlen und selbst die allein einigermaßen gut erhaltene und sichtbare Unterseite doch mancherlei Verdrückungen zeigt, so ist man zur Beurteilung dieser Art fast nur auf die Weite der Umgänge und ihre Berippung angewiesen, was die Speziesbestimmung wesentlich erschwert.

Was man von dem Ammoniten sehen kann, liegt auf der Unterseite der Platte, deren auf Fig. 2 aber natürlich nicht sichtbare Oberseite über dem Nabel des Gehäuses eine rundliche Aufwölbung zeigt, die von einer ringförmigen Depression umgeben ist, welche ihrer Lage nach dem äußeren Umgang des Gehäuses entspricht.

Wie bei der kleinen Oppelia (Fig. 1) umsäumt eine geriefte Gleitfläche den ganzen Ammoniten und zeigt die Art des Auftriebes an. Geradeso wie dort wurden die Luft in den

Wohnkammern zusammengepreßt und die Kammern selbst von oben her mehr oder weniger stark eingedrückt, infolgedessen sich jene ringförmige Einsenkung auf der Oberseite der Platte gebildet hat. An mehreren Stellen gewahrt man, daß sich noch einzelne lufterfüllte Räume in den Kammern erhalten haben, deren Wandungen von Calcitkristallen ausgekleidet sind.

Fig. 3. Aspidoceras hoplisum Oppel von Eichstätt, in $^3/_4$ natürlicher Größe, Original zu Oppel Tab. 73 Fig. 3. Bei Oppel, der die freigelegte Unterseite abgebildet hat, erkennt man die Ventralseite des in nicht ganz vertikaler Stellung im Schlamm steckenden Gehäuses und die seitlichen Stacheln. Da jene Zeichnung ohne Spiegel entworfen ist, so sind die rechte und linke Seite vertauscht.

Die hohlen Stacheln waren mit Luft erfüllt und ebenso erhielt sich dieselbe zum Teil auf der Ventralseite des Gehäuses (auf Oppels Zeichnung unten!), sonst wurde alles von dem eindringenden Schlamm ausgefüllt. Diese lufterfüllten Räume sind jetzt aber alle mit Calcitkristallen ausgefüllt. Bei Oppels Abbildung ist der Ammonit noch ringsum von der Kalkplatte umgeben. Es scheint aber, daß später ein Versuch gemacht wurde, den Ammonit herauszupräparieren und so ist es gekommen, daß gegenwärtig nur noch der der unteren Hälfte der Zeichnung entsprechende Teil der Platte vorhanden ist.

Unsere Abbildung zeigt dieses Stück von oben gesehen und man gewahrt, daß der Schlamm, der in die äußeren Kammern eindrang, in die inneren nicht gelangt ist. An den Wandungen dieser haben sich nachträglich Calcitrhomboëder angesiedelt, ohne indessen die Hohlräume ganz auszufüllen.

Fig. 4. Ein Stück derselben Art in $^5/_6$ natürlicher Größe von oben gesehen. Auf der im Bilde nicht sichtbaren Unterseite liegt der Aptychus fest an die Außenwand angelegt zum Beweise, daß der Ammonit mit der Ventralseite seiner Wohnkammer in den Schlamm eingesunken und darin stecken geblieben war. Von oben her ist der Schlamm in das Gehäuse eingedrungen und hat dasselbe fast ganz erfüllt. Die netzförmig verzweigten und nachträglich mit Calcitkristallen ausgefüllten Gänge betrachte ich nicht etwa als Trockenrisse sondern als „Spratzgänge", in denen sich die komprimierte Luft des Gehäuses zunächst erhalten hat, bis sie von dem Schlamm absorbiert wurde und dann kalkhaltigem Sickerwasser Eintritt gestattete, das die Kristalle ausschied.

Fig. 5. Homaeosaurus brevipes H. v. Meyer von Kelheim, in $^1/_3$ natürlicher Größe, liegt auf der Oberfläche einer 37 mm dicken Kalkplatte. Die Vertiefung links neben dem Skelett gibt deutlich die Umrisse des in den Schlamm einsinkenden Tieres wieder, dem es aber beim Versuche sich zu retten gelang, auf den langen Schwanz gestützt, sich in die Höhe zu schnellen und auf die Seite zu werfen, wobei es freilich von neuem einsank und insbesondere seine linksseitigen Füße tief in den zähen Schlamm einbohrte, so daß ihm ein neuerliches Aufschnellen nicht mehr möglich wurde.

Fig. 6. Perisphinctes Ruppelianus Quenst. von Solnhofen, in $^5/_9$ natürlicher Größe, liegt als Abdruck auf einem reichlich $^1/_2$ cm hohen Sockel, zu welchem sich die Oberfläche der Platte aber nur im Bereich des Ammonitengehäuses erhebt. Es ist eigentlich nur der Abdruck des Gehäuses sichtbar, denn die Schale selbst ist aufgelöst und jeder Rippe entspricht eine Furche auf der Platte. Im dritten Viertel des zweiten Umganges jedoch und an einigen Stellen der innersten Umgänge treten die Rippen als wirkliche Erhabenheiten hervor zum Beweis, daß hier die obere Schalenwand direkt auf der unteren lag, das Gehäuse also völlig zusammengedrückt worden ist. Die Ventralseite des Gehäuses ist somit gegenwärtig ganz verquetscht, aber gleichwohl erkennt man den Abdruck, den die ventralen Rippen auf der Schlammoberfläche zurückgelassen haben, dicht neben der Wohnkammer des Ammoniten und zwar entsprechen die einzelnen Furchen genau den anstoßenden Rippen des horizontal liegenden Gehäuses. Sie müssen somit entstanden sein, ehe das Gehäuse zusammengedrückt war und als es noch in vertikaler Stellung im Wasser stand oder sehwamm. Ebenso ist es gewiß, daß der über $^1/_2$ cm hohe Sockel, auf dem jetzt das Gehäuse liegt, sich erst nach Entstehung des Ventralabdruckes bildete. Man gewahrt deutlich, daß die konzentrischen Gleitflächen, auf denen er stufenweise sich hob, auch jene Rippeneindrücke durchschnitten und stufenweise in die Höhe gehoben haben.

Fig. 7 zeigt dieselbe 17 mm dicke Platte von der Unterseite in $^1/_2$ natürlicher Größe. Dem oberseitigen Sockel entspricht hier genau eine Vertiefung. Während aber die Oberfläche des Sockels ziemlich eben ist, zeigt der Boden der Vertiefung eine deutliche spiralförmige Rinne, die den Windungen des Ammonitengehäuses folgt. Auf der Abbildung liegt das Ende der spiralförmigen Rinne nach unten gekehrt und wenn man Fig. 7 über ihre Oberkante umklappt, dann deckt sie sich genau mit Fig. 6. Zuerst erzeugte der Auftrieb des Gehäuses auf der Unterseite der Schlammschicht eine einfache Vertiefung und erst, als das Gehäuse zusammengepreßt wurde, entstand in der Vertiefung die spiralförmige Rinne, weil die Zusammenpressung am distalen Ende des Gehäuses und in der Mitte der Umgänge natürlich größer war als am proximalen Ende des Gehäuses und auf der dorsalen und ventralen Seite der Umgänge.

Auffällig ist die eigentümliche Rauheit der Oberfläche dieser Platte. Unregelmäßig umgrenzte kleine Erhöhungen sitzen dicht nebeneinander. Auf der Oberfläche, der leider nicht mehr vorhandenen Gegenplatte, werden ihnen wohl Vertiefungen entsprochen haben. Man könnte in ihnen Eindrücke niederfallender Regentropfen vermuten, doch ist es mir nicht gelungen, dafür sichere Anhaltspunkte zu gewinnen. Die Erscheinung ist nicht selten, doch fehlt sie häufig auch ganz und insbesondere immer auf den „Fäulen". Jedenfalls aber war sie schon vorhanden, noch ehe die Vertiefungen durch den Auftrieb der Ammoniten entstanden, weil die konzentrischen Gleitflächen sie durchschnitten und mit dislociert haben (s. auch Fig. 7 Tafel II).

Fig. 8. Aspidoceras hoplisum Oppel von Eichstädt, in $^5/_7$ natürlicher Größe. Das Gehäuse ist in vertikaler Stellung in den Schlamm eingesunken. Wir sehen auf die Unterseite einer Kalkplatte, aus der die Ventralseite des Ammoniten noch hervorschaut und beiderseits zwei Stacheln in die Platte entsendet, durch welche es festgehalten und verhindert wurde, sich wieder frei zu machen oder auf die Seite zu legen. Nachträglich ist Schlamm in das Gehäuse eingedrungen und hat die Luft verdrängt oder absorbiert, die sich nur noch teilweise, wohl in stark komprimiertem Zustand, teils in den hohlen Stacheln teils am Boden der Schale, ähnlich wie in Fig. 3, erhalten hat. Später erst haben sich Calcitkristalle in diesen Lufträumen angesiedelt und dieselben erfüllt. Man kann sie in den Stacheln und an der Wandung unten auf der Figur (bei der dunkler erscheinenden Stelle) erkennen. Fig. 4 auf Tafel II gibt eine Seitenansicht dieses Stückes.

Fig. 9. Aspidoceras hoplisum von Eichstädt, in natürlicher Größe. Ein vollständiges Gehäuse, das in vertikaler Stellung begraben und dann von oben eingedrückt worden ist, so daß sein vertikaler Durchmesser nur mehr $^1/_2$ so groß ist wie sein horizontaler. Von den Platten, in denen er lag, ist nur noch die mittlere, 6 mm dicke erhalten, in der einer der eingesenkten Stacheln auf der Abbildung sichtbar ist.

Tafel II.

Fig. 1. In $^5/_8$ natürlicher Größe. Man blickt auf die Unterseite einer Platte, in der ein Perisphinct in vertikaler Stellung steckt. Links auf der Figur erkennt man deutlich die Rippen der Ventralseite in guter Erhaltung, rechts hingegen zeigen sie eine Deformation, die darin ihren Grund hat, daß der Druck des Schlammes von oben her die gekrümmte Wandung der Wohnkammer nachträglich etwas flach gedrückt hat.

Fig. 2 gibt in $^1/_2$ natürlicher Größe die Oberseite dieser 12 mm dicken Platte wieder. Rechts sieht man den Querschnitt der Wohnkammer, — es entspricht dies der rechten Seite auf Fig. 1 — die mit feingeschichtetem Schlamm („Fäule") ausgefüllt ist. Links sind die abgebrochenen Wandungen der Luftkammern von dem Schlammsediment vollständig überdeckt.

Fig. 3. Eine 2 cm dicke Flinzplatte, in $^5/_9$ der natürlichen Größe abgebildet, zeigt auf ihrer Unterseite das Negativ eines Abdruckes, den auf der verlorengegangenen Gegenplatte ein ventrales Schalenstück eines Perisphincten zurückgelassen hat. Die den Eindruck verursachende gerippte Schale schob sich nachher 2 dm weit auf der Schlammoberfläche nach rechts und blieb dort liegen. Der zurückgelegte Weg ist deutlich durch Furchenlinien markiert, die genau den Rippen der Schale entsprechen (siehe S. 318).

Nach der photographischen Aufnahme, die hier wiedergegeben ist, habe ich den rechtsseitigen Schalenrest noch weiter herauspräpariert, und es ergab sich dabei, daß er nur sieben Rippen breit ist, das andere fehlt, ist abgebrochen und nur nach der Tiefe, d. h. längs der sichtbaren Rippen hat die Schale eine Verlängerung. Es ist somit am wahrscheinlichsten, daß der Eindruck auf der Platte nicht von einem gestrandeten ganzen Gehäuse, sondern nur von einem Bruchstück herrührt, das nach der Strandung auf dem schlüpfrigen Boden eine Strecke weit geglitten ist, vom Wind oder sonst einem Agenz getrieben, und dann erst liegen blieb und verschüttet worden ist. Jedenfalls aber beweist es, daß der Schlamm damals bereits ziemlich zähflüssig war, so daß die Gleitfurchen sich so deutlich erhalten konnten.

Fig. 4 gibt die Seitenansicht zu Fig. 8 auf Tafel I in natürlicher Größe. Man gewahrt, daß das Gehäuse senkrecht zu den Schichtflächen steht und durch mehrere Platten hindurchsetzt, von denen noch zwei mit je 6 mm Dicke erhalten sind. Als das Gehäuse durch den auflastenden Schlamm zusammengedrückt wurde, bildeten sich Gleitflächen heraus, von denen zwei mit ihren Riefen zu sehen sind. Die untere entspricht dem äußeren, die obere dem inneren Gehäuseumgang. Auf ihnen wurde das ursprünglich annähernd kreisrunde Gehäuse in ähnlicher Weise deformiert, wie das auf Fig. 9 der Tafel I zu sehen ist.

Fig. 5. Ein Perisphinctes Ruppelianus Quenst. ist in $^5/_9$ natürlicher Größe auf der Unterseite einer 15—17 mm dicken Platte sichtbar, die zu oberst aus Flinz, zu unterst aus 5 mm mächtiger Fäule besteht. Das Gehäuse ist ganz flach gepreßt, so daß es in einer Ebene liegt. Links unten und rechts oben liegen zwei Muschelschalen darauf, die zu Ostrea gigantea gestellt werden, obschon ihre Austernnatur nicht ganz außer Zweifel steht. Während die Ammonitenschale längst aufgelöst und verschwunden ist, besitzen diese Muscheln noch ihre Schale. Sie haben jedenfalls schon zu Lebzeiten des Ammoniten sich an dessen Schale außen angeheftet gehabt und so sind sie mit diesem zu Grunde gegangen.

Neben der Wohnkammer des Perisphincten gewahrt man das deutliche Negativ eines Eindruckes, den dieser Teil beim Stranden mit seinem Ventralteile auf der Unterplatte zurückgelassen hat, so wie dies schon auf Fig. 6 der Tafel I abgebildet ist.

Der Ammonit liegt bis 12 mm tief in die Platte eingesenkt. Diese Einsenkung, welche, da sie sich auf der Unterseite der Platte befindet, in Wirklichkeit durch ein Aufsteigen des Gehäuses hervorgerufen worden ist, erfolgte auf konzentrischen Gleitflächen, die längs des Außenrandes des Gehäuses verlaufen und zugleich jenen seitlichen Eindruck der Wohnkammerrippen durchsetzen und staffelförmig in die Höhe gerückt haben. Sie sind also jedenfalls jünger als dieser.

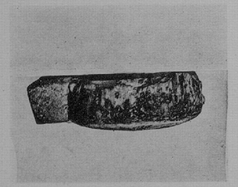
Links oben und rechts unten setzen zwei geradlinige feine Calcitgänge durch das Gehäuse und die ganze Platte. Sie sind jünger als die Einsenkung, aber älter als die zierlichen Dendriten, die teilweise an ihren Rändern entspringen.

Fig. 6 gibt uns eine Ansicht der Oberseite jener Platte in $^7/_{10}$ natürlicher Größe. Dreht man die Abbildung über ihre Oberkante um 180°, dann decken sich Fig. 5 und 6 genau. Auch auf der Oberseite sieht man die zwei Calcitgänge der Unterseite, sie setzen somit durch die ganze Platte hindurch, während ein dritter Gang, der demjenigen links unten in einem Abstand von 8—12 mm folgt, nur in der Flinzschicht liegt, aber nicht in die „Fäule“ fortsetzt.

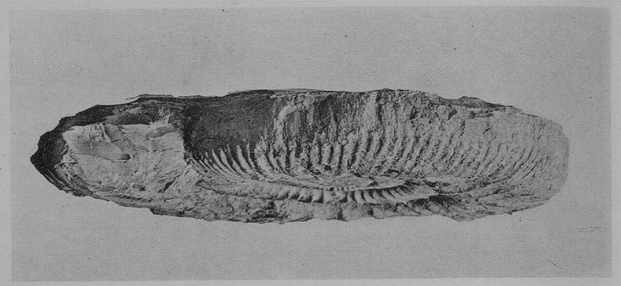
Die Oberfläche der Platte ist domförmig gewölbt und zwar so, daß der Kulminationspunkt ziemlich genau über der Mitte des Ammonitengehäuses der Unterseite liegt. Die Wölbung erhebt sich bis 20 mm über das normale Niveau der Plattenoberfläche und nimmt eine runde Fläche ein, die etwa 23 cm im Durchmesser hat, während der des Ammoniten nur 17 mißt. Diese Aufwölbung ist die Folge des Auftriebes, welchen das leichte Perisphinctengehäuse in dem zähen Schlamm erlitt. Es gibt deshalb auch die Aufwölbung im allgemeinen die Umrisse des Gehäuses wieder, so daß man die Lage der Mundöffnung an ihr ganz gut erraten kann, und der ohrförmige Vorsprung derselben ist sogar durch eine kleine Erhebung noch besonders markiert, obwohl zwischen ihr und dem Ohr eine 17 mm dicke Kalkschicht liegt. Nach dem Auftrieb erfolgte dann der Zusammenbruch des Gehäuses und damit sanken auch die Teile der

Aufwölbung wieder ein, die sich über den Luftkammern befanden, und zwar war dieses Einsinken natürlich am bedeutendsten über dem letzten Umgang. So entstand in der Aufwölbung jene Einsenkung, die deren Kulminationspunkt ringförmig gibt.

Fig. 7. Dieser Perisphinct kann weder mit dem Ruppelianus, noch dem supremus, noch dem suprajurensis d'Orb. identifiziert werden. Es ist wahrscheinlich eine neue Art, die aber schwer zu begrenzen ist, da ihre Suturlinien unbekannt sind. Die Abbildung zeigt die Unterseite der Oberplatte in $^1/_2$ der natürlichen Größe. Das Negativ des Eindruckes der Ventralseite, der neben der Wohnkammer sichtbar ist, zeigt eine genaue Übereinstimmung der Rippen mit denen des Ammoniten selbst. Beide liegen vertieft in der Oberplatte. Die ebenfalls erhaltene Unterplatte hingegen zeigt den Abdruck der Rippen, der ganz scharf in die feste Flinzplatte eingegraben ist und den Ammoniten erhöht. Auf der Oberseite der 15 mm dicken Oberplatte ist in ähnlicher Weise wie bei Fig. 6 die dem Ammonitengehäuse entsprechende Aufwölbung mit einer ringförmigen Einsenkung vorhanden, nur das Ohr der Mundöffnung macht sich nicht so wie dort bemerkbar.

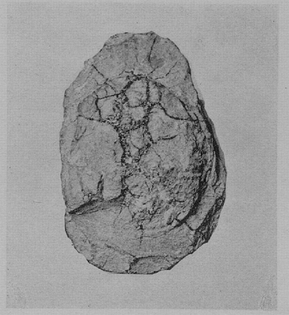


Figur 1

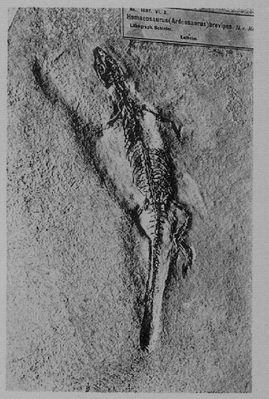


Figur 2

Figur 3



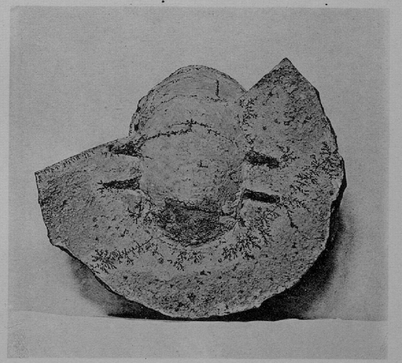
Figur 4



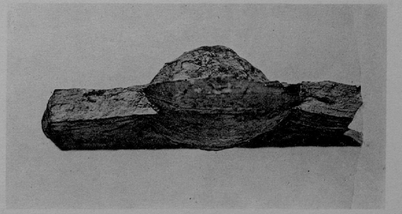
Figur 5

Figur 6

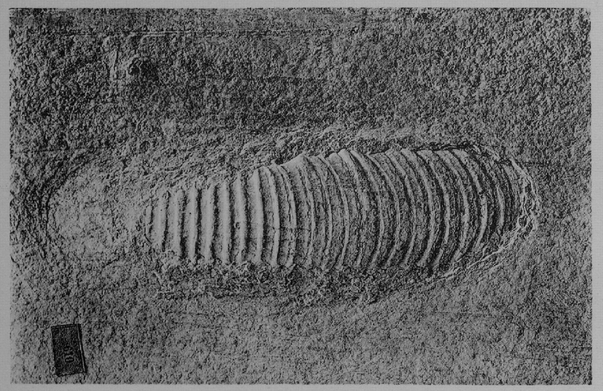
Figur 7



Figur 8

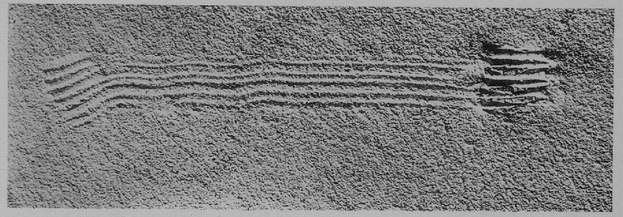


Figur 9

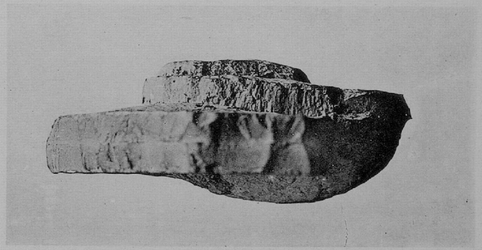


Figur 1

Figur 2

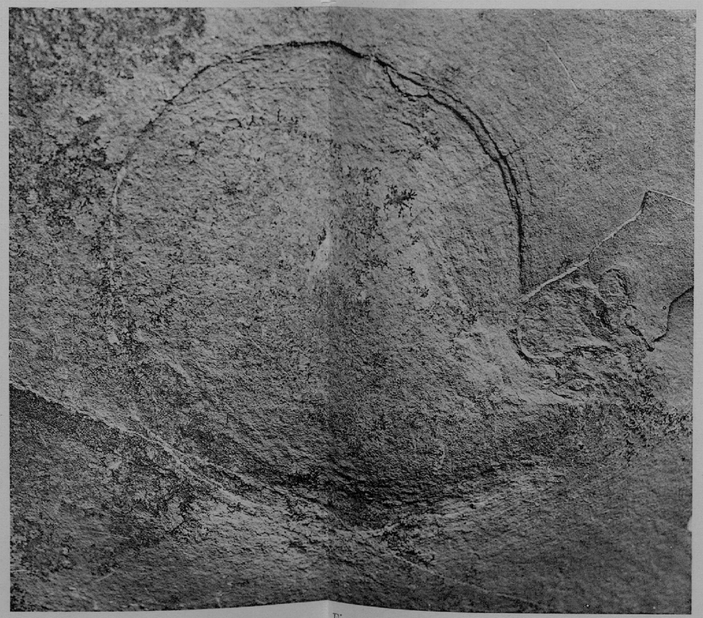


Figur 3



Figur 4

Figur 5



Figur 6

Figur 7