Archiv für Molluskenkunde **67**, 1935

Ueber den feineren Bau der Perlmutter von Schnecken und Cephalopoden.

Mit 3 Text-Abbildungen und Tafel 1—2.

Von

P. Ahrberg.

Einleitung.

Der feinere Bau der Permuttermasse der Muscheln ist durch die Untersuchungen von W. J. SCHMIDT*) bis ins Einzelne aufgeklärt worden. Nach seiner Definition ist Perlmutter ein Aggregat tafelig nach der Basis ausgebildeter Aragonitkristalle, die zu Lamellen vereinigt sind, die in großer Zahl dicht übereinander liegen. Die Aragonitkristalle einer Lamelle und die verschiedenen Lamellen sind durch Conchin miteinander verkittet. Ueber die Struktur der Perlmutter von Schnecken und Tintenfischen liegen bisher keine derart eindringende Untersuchungen vor. Ich habe es auf den Rat meines Lehrers, Herrn Prof. Dr. W. J. SCHMIDT unternommen, die Perlmutter von *Turbo ticaonicus, Trochus (Gibbula) adriaticus* und *Nautilus* zu untersuchen.

Bei der makroskopischen Betrachtung der natürlichen Oberfläche der *Trochus*-Perlmutter zeigt diese ein nach dem Ort verschiedenes Aussehen. Es scheint so, als ob man es mit zwei verschiedenen Perlmutterarten zu tun hätte. Die eine Art läuft als Streifen von etwa 4 mm Breite dem ersten Auftreten der Perlmutter,

*) W. J. SCHMIDT, Bau und Bildung der Perlmuttermasse. Zool. Jahrb., **45**, Abt. Anatomie, 1923, S. 1—148. Vgl. auch W. J. SCHMIDT, Perlmutter und Perlen, in Die Rohstoffe des Tierreiches, herausg. von PAX und ARNDT, **2**, S. 122 bis 160. 1928.

1. 1. 35.

das etwa 2 mm von dem Gehäuserand entfernt ist, parallel. Diese Perlmutterart nimmt rasch und stetig an Mächtigkeit zu, dadurch bildet sie eine schiefe Ebene, die einen matten weißen Glanz zeigt.

Nach dieser Zone beginnt die Perlmutter, die das Innere des Gehäuses auskleidet. Sie ist scharf von der vorhergehenden Perlmutterart abgesetzt. Die Innenperlmutter zeigt glänzende schillernde Perlmutterfarben.

Bei *Turbo ticaonicus* kann man makroskopisch keinen Unterschied zwischen Rand- und Innenperlmutter feststellen. Die Oberfläche zeigt schillernde Perlmutterfarben. Von *Nautilus* standen mir keine Stücke des unverletzten Gehäuserandes zur Verfügung. Auch war die Perlmutteroberfläche meines *Nautilus*-Materials schon stark beschädigt; trotzdem zeigt sie makroskopisch doch die bekannten Perlmutterfarben, die ja bekanntlich nicht auf der Oberflächenstruktur beruhen.

Der feinere Bau der Perlmutter von Schnecken und Cephalopoden.

a) Strukturen am Perlmutterquerschliff.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Perlmutterquerschliffe von *Trochus, Turbo* und *Nautilus* sind zwei scharf hervortretende Liniensysteme zu beobachten (Textfig. 1—3). Das eine läuft der natürlichen Perlmutteroberfläche parallel, das andere steht senkrecht dazu.

Das erste setzt sich aus enggestellten parallelen Linien zusammen, die meistens den Schliff in seiner ganzen Ausdehnung durchlaufen. Nur an vereinzelten Stellen weicht die eine oder andere Linie von der normalen Verlaufsrichtung ab.

Das andere Liniensystem verläuft senkrecht zu dem eben beschriebenen. Es sind parallele oder annähernd parallel, manchmal auch sich vereinigende stufenartig gezackte Linien. Ihr Abstand voneinander ist bedeutend größer als derjenige im ersten Liniensystem.

Die der Oberfläche parallel laufenden Linien sind offenbar, wie in der Perlmutter der Muscheln, die Grenzen aufeinanderliegender einzelner „Elementarlamellen“ (W. J. SCHMIDT). Der Abstand zweier Linien entspricht der Dicke einer Elementarlamelle. Die stufenartig gezackten Linien kommen folgendermaßen zustande. Jede Elementarlamelle zeigt in gewissen Abständen zur Lamellierung senkrecht stehende Striche. Diese bedeuten die Grenzen der einzelnen Aragonitkristalle, die eine Elementarlamelle aufbauen. Eine Elementarlamelle ist also kein einheitliches Gebilde, sondern setzt sich aus vielen einzelnen blättchenartigen Stücken zusammen. Es sind dies die kleinsten kristallinen Bausteine, die Aragonitkristalle der Perlmutter. Mit W. J. SCHMIDT bezeichne ich die einzelnen Kristalle als „Perlmutterblättchen“. Indem nun in den übereinanderliegenden Elementarlamellen die Grenzen benachbarter Perlmutterblättchen annähernd übereinanderliegen, kommt es zur Ausbildung des vertikalen Liniensystems. Jedes Perlmutterblättchen einer Lamelle deckt ungefähr mit seiner Fläche das darunterliegende. Indem die Blättchen um geringe Beträge seitlich gegeneinander verschoben sind, entstehen die stufenartig gezackten, vertikalen Linien. Die übereinanderliegenden Blättchen bilden auf diese Art eine „Säule“.

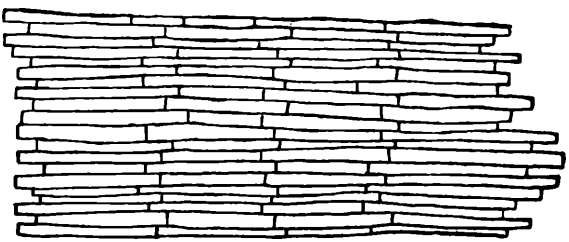
Sind nun in einem Querschliff die Säulen parallel ihrer Längsachse durchschliffen (es wird dabei voraus-

gesetzt, daß die Säulen keine Ausbiegungen zeigen), dann laufen die Grenzlinien der Säulen auch parallel. Geht aber der Schliff in einem Winkel zur Längsachse der Säulen, dann konvergieren ihre Grenzen gegebenenfalls bis zum Schneiden. Die säulige Anordnung der Perlmutterblättchen tritt in einem Querschliff oft stärker zu Tage wie die Lamellierung. Die hervorstechenste Eigenschaft der Perlmutterstruktur der untersuchten Arten ist die große Regelmäßigkeit, mit der die Perlmutterblättchen zu Säulen angeordnet sind, was bei der Perlmutter der Muscheln nicht die Regel ist (Vergl. W. J. SCHMIDT a. a. O.).

Die beschriebenen Strukturen lassen sich am besten an den dünnsten Stellen des Schliffes beobachten. Diese liegen meistens am Rande. Hier kommt es durch die Beanspruchung des Materials beim Schleifen oft vor, daß einzelne Perlmutterblättchen aus ihrem Gefüge herausbrechen oder am Rande abbrechen. Gerade an diesen Bruchstellen läßt sich mit größter Deutlichkeit erkennen, daß in einer Säule abwechselnd ein Perlmutterblättchen vorsteht, und daß das darauf liegende etwas zurückgeschoben ist.

Um möglichst dünne Schliffe herzustellen, habe ich diese, wie W. J. SCHMIDT angibt, mit Salzsäure behandelt. Beim Beobachten des Lösungsvorganges erkennt man, daß nicht die Schlifffläche als ganzes oder eine Elementarlamelle von ihren Rändern aus aufgelöst wird, sondern daß sich der Lösungsvorgang an den Bauelementen, den einzelnen Perlmutterblättchen, vollzieht. Sie werden außer von der Schlifffläche von ihren gegenseitigen Berührungsstellen aus angeätzt. Die Grenzlinien benachbarter Perlmutterblättchen werden dadurch breiter, besser sichtbar, erscheinen vergröbert.

An den untersuchten Arten lassen sich folgende Einzelheiten der Struktur erkennen. Bei *Turbo ticaonicus* ist die Dicke der Lamellen oft sehr verschieden. (Textfig. 1). Auch ein und dieselbe Lamelle kann sich



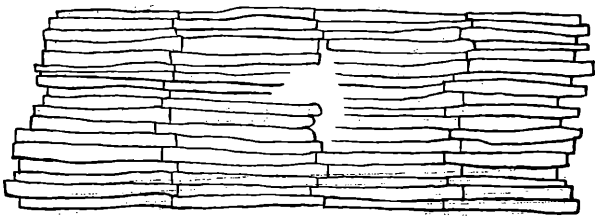
Textfig. 1. *Turbo ticaonicus*. Perlmutterquerschliff. Säulige Anordnung der Perlmutterblättchen. Etwa 2300:1.

in ihrer Stärke ändern: Teils nimmt die Dicke von irgend einem Punkte aus allmählich zu bis zu einer Maximalstärke, um sich dann wieder zu verjüngen, teils ist das Dünner- und Dickerwerden ganz unregelmäßig.

Im allgemeinen zeigen die Perlmutterblättchen eine ebene Begrenzung. Ausnahmsweise findet man aber auch Perlmutterblättchen, die in der Mitte dicker als am Rande sind.

Außer den geschilderten Unregelmäßigkeiten treten auch Abweichnungen des geraden Lamellenverlaufes auf. Einzelne Lamellen biegen nach oben oder unten hin aus. Die säulige Anordnung der Perlmutterblättchen wird aber immer eingehalten. Die Grenzlinien der meisten Säulen laufen parallel. Einige Säulen werden nach oben oder unten hin spitzer oder keilen sogar aus; offenbar sind es schräggetroffene oder Teile seitlich ausbiegender Säulen.

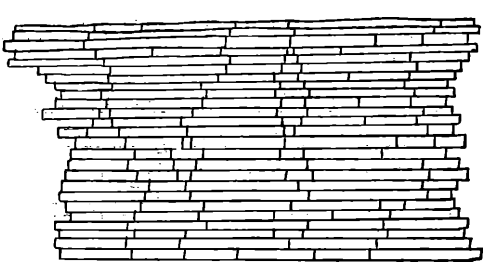
Der Querschliff von *Trochus (Gibbula) adriaticus* (Textfig. 2) zeigt ein ähnliches Bild. Es treten die bei



Textfig. 2. *Trochus adriaticus* Perlmutterquerschliff. Säulige Anordnung der Perlmutterblättchen. Etwa 2300:1.

Turbo erwähnten Unregelmäßigkeiten in schwächerem Maße auf. Der Verlauf der Grenzlinien der Säulen ist strenger parallel als bei *Turbo;* auskeilende Säulen kommen viel seltener vor. Die Struktur zeigt einen ruhigeren Charakter (Abb. 1, Taf. 1). An dem Querschliff kann man strukturell keinen Unterschied zwischen Rand- und Innenperlmutter feststellen.

Der Querschliff durch die Perlmutter von *Nautilus* zeigt im Prinzip das gleiche Bild wie die beschriebenen Schliffe (Textfig. 3). Besonders auffallend an ihm ist



Textfig. 3. *Nautilus*. Querschliff durch die Perlmutterschicht. Säulige Anordnung der Perlmutterblättchen. Etwa 2300:1.

die außerordentliche Dünne der Elementarlamellen. Es ist sehr selten, daß eine Unregelmäßigkeit an der Dicke der Lamellen festgestellt werden kann. Das

rührt wohl daher, daß sich an den äußerst dünnen Lamellen eine Aenderung schwieriger beobachten läßt. Die Perlmutterblättchen sind durchweg ebenflächig begrenzt. Die Elementarlamellen zeigen an dem Querschliff einen schnurgeraden Verlauf. Die Grenzen zwischen ihnen sind kaum sichtbar. Die Kittsubstanz (Conchin) kann nur hauchdünn zwischen den Lamellen vorhanden sein. Die Struktur macht einen äußerst festen und kompakten Eindruck.

Die vertikale Gliederung des Querschliffes zeigt auch Säulen, aber fast stets divergieren und konvergieren ihre Grenzlinien. Es ist geradezu eine Seltenheit, wenn die Grenzen einer Säule parallel verlaufen. Bei wieder anderen Säulen sind deren Grenzen schwach wellenförmig gekrümmt. Diese Erscheinungen lassen sich dadurch erklären, daß die Säulen an sich mancherlei Ausbiegungen aufweisen. Auch ganz kurze, (etwa 10—12 Perlmutterblättchen hoch) an beiden Enden zugespitzte Säulen sind an dem Schliff zu beobachten. Diese befinden sich an den Stellen, wo zwei benachbarte Säulen Einbuchtungen aufweisen. Es scheint, als ob die entstandene Lücke durch kleine Säulchen ausgefüllt wäre. Wahrscheinlich aber handelt es sich um Ausbuchtungen, Ausschnitte, von Säulen, die vor oder hinter der Ebene des Schliffes liegen.

Im Nachstehenden mache ich noch einige Angaben über die Dicke der Elementarlamellen. Zur Messung diente ein Okularschraubenmikrometer von E. Leitz. Die Bestimmung des Mikrometerwertes wurde mit einem Leitz'schen Objektmikrometer durchgeführt. Von vielen Messungen an jedem Objekt habe ich den Durchschnittswert für die Dicke einer Lamelle angenommen. Die Größen liegen alle unter einem μ.

Die stärksten Elementarlamellen besitzt *Turbo* mit 0,4 μ, dann folgt *Trochus* mit 0,3 μ, und schließlich *Nautilus* mit 0,2 μ. Das optische Verhalten von Perlmutterquerschliffen läßt sich nur an dünnen Schliffen untersuchen. Dickere Schliffe bleiben bei gekreuzten Nikols unter allen Azimuten hell. Genügend dünne Schliffe dagegen (Polarsationsfarben orange, gelb und weiß I. O) löschen deutlich aus. Bei einer Drehung des Objekttisches um 360° lassen sich vier Stellungen maximaler Helligkeit (Abb. 1, Taf. 1) und vier maximaler Dunkelheit (Abb. 2, Taf. 1) feststellen. In den letzten kommt es jedoch nicht zur völligen Auslöschung, vielmehr zeigen sich verschiedene Unregelmäßigkeiten (Abb. 2, Taf. 1): Einzelne Säulen bleiben bei Auslöschstellung heller als ihre Umgebung, weil ihre Auslöschrichtung um einen kleinen Betrag (manchmal 4° bis 5°) von der allgemeinen Orientierung abweicht. An anderen Stellen sind innerhalb einer Säule, die Perlmutterblättchen zum Teil desorientiert. Diese Erscheinungen erklären sich, durch Desorientierung (Lockerung) einzelner Partien infolge des Schleifens.

Die Auslöschung erfolgt parallel und senkrecht zur Lamellierung. Bei eingeschalteter Gipsplatte Rot I erscheint der Schliff in steigenden Farben, wenn die Lamellierung parallel zur großen Achse der Indexelipse im Gips steht, in sinkenden Farben, wenn die Lamellierung senkrecht dazu verläuft. Auf die Perlmutterblättchen bezogen, deren Auslöschung und Verhalten über der Gipsplatte in günstigen Fällen an einzelnen Blättchen geprüft werden kann, lautet das Ergebnis der optischen Prüfung am Querschliff: Die Blättchen wirken negativ in Bezug auf die Normale ihrer Fläche.

Strukturen der Perlmutter an Flachschliffen und auf der natürlichen Oberfläche.

Die Untersuchung der natürlichen Perlmutteroberfläche geschah an Präparaten, die durch Abschleifen von der Außenseite des Gehäuses her auf die erforderliche Dünne gebracht waren. Die Schliffseite wurde auf dem Objektträger mit Kanadabalsam aufgekittet, so daß die natürliche Oberfläche oben lag. Die Präparate wurden lufttrocken untersucht, ohne Einbettung in Kanadabalsam, um etwaige Strukturen durch starken Kontrast in der Lichtbrechung gegenüber dem umgebenden Medium besser sichtbar zu machen.

Freilich lassen sich Einzelheiten in der Struktur der natürlichen Oberfläche an Flachschliffen im durchfallenden gewöhnlichen Licht nicht besonders deutlich erkennen. Viel eindeutiger und klarer sind die Ergebnisse, die bei der Untersuchung in auffallendem Lichte mit Hilfe des Ultropaks (E. Leitz-Wetzlar) gewonnen wurden. Nach ihrer Besprechung werde ich auch die im durchfallenden Licht erzielten Ergebnisse behandeln. Zunächst folgt einiges über die Optik der Schliffe.

Bei der Untersuchung der genannten Flachschliffe zwischen gekreuzten Nikols bot jede der untersuchten Arten das gleiche Bild. Man sieht eine regelmäßige polygonale Felderung. Jedes Polygon entspricht einem Perlmutterblättchen. Bei einer Drehung des Schliffes um 360° zeigten die dünnsten Stellen der Präparate einen viermaligen Wechsel von hell und dunkel. Eine völlige Auslöschung wurde nie erreicht. Die dickeren Stellen bleiben unter allen Azimuten hell. Da Perlmutter ein Aggregat von Einzelkristallen darstellt, so weist die Einheitlichkeit der Auslöschung größerer

Bezirke auf eine besstimmte Ordnung der Perlmutterblättchen hin. Zu beachten ist, daß der Schliff trotz seiner Dünne sich aus vielen Elementarlamellen zusammensetzt. In allen diesen Lamellen müssen die Elementarteile annähernd optisch parallel angeordnet sein, weil die Einheitlichkeit der Auslöschung einigermaßen gewahrt bleibt. Hier und da kommt es vor, daß das eine oder andere Perlmutterblättchen ein abweichendes Verhalten zeigt.

An einzelnen wohlausgebildeten Kristallen auf der Oberfläche konnte ich ihre Form genau erkennen. Es handelt sich um Kombinationen des rhombischen Prismas mit der Längsfläche. Sein charakteristischer Winkel von 116° ließ sich feststellen. Die Auslöschrichtungen gehen parallel den Diagonalen des rhombischen Prismas. Bei der Prüfung mit dem Gipsblättchen ergibt sich, daß die Schwingungsrichtung der kleineren Brechzahl (die kleine Achse der Indexellipse) mit der Brachydiagonale zusammenfällt, die größere Brechzahl (große Achse der Indexellipse) mit der Makrodiagonale.

Konoskopsisch zeigen Flachschliffe das Achsenbild eines optisch zweiachsigen Kristalls. Beim Drehen des Objekttisches weichen die Balken des dunkelen Kreuzes allerdings nur wenig in zwei Hyperbeläste auseinander, was einen kleinen Achsenwinkel anzeigt. Bei der Prüfung des optischen Charakters mit der Gipsplatte Rot I erscheint die Mitte des Achsenbildes in sinkenden Farben bei Orientierung der Achsenspur parallel zur Schwingungsrichtung der kleinen Achse der Indexellipse im Gipsblättchen.

Aus dem geschilderten Verhalten ergibt sich der wahre optische Charakter der Perlmutterblättchen als negativ zweiachsig, mit der 1. Mittellinie senkrecht zur

Fläche des Perlmutterblättchens. Das Achsenbild beweist also, daß die Ebene der Perlmutterblättchen die rhombische Basis ist. Da nun der im rhombischen System kristallisierende Kalk Aragonit ist, so liegt gemäß der Optik diese Modifikation des kohlensauren Kalkes vor.

Damit stimmt überein, daß die Perlmutter der untersuchten Schnecken und Cephalopoden die Meigen'sche Reaktion für Aragonit gibt.

Die Untersuchung der Struktur der natürlichen Perlmutteroberfläche geschah mit Hilfe des Ultropaks. Es wurde die natürliche Perlmutteroberfläche vom Schalenrand und vom Inneren der Schale von *Trochus* und *Turbo* geprüft. Auf die Betrachtung der Perlmutteroberfläche von *Nautilus* mußte ich verzichten, weil mir davon keine Stücke mit unverletzter Oberfläche zur Verfügung standen.

Bei *Trochus (Gibbula) adriaticus* zeigt die Struktur der Perlmutteroberfläche sehr deutliche Unterschiede in der Beschaffenheit der schon makroskopisch unterscheidbaren Rand- und Innenperlmutter (s. S. 1). Die Perlmutter des Schalenrandes bietet keine geschlossene Oberfläche dar. Es treten zerstreut liegende kleine dunkle Felder auf, die, je weiter sie vom Schalenrand entfernt sind, an Zahl und Größe zunehmen und sich von ihrer strukturlosen Unterlage abheben (Abb. 3, Taf. 1). Man kann meistens eine rundlich-elliptische Gestalt der dunkelen Felder, deren Ränder hell aufleuchten, feststellen. Offenbar handelt es sich um Anlagen von Perlmutterblättchen. Je weiter die noch einzeln liegenden Perlmutteranlagen vom Schalenrand entfernt sind, desto mehr nehmen sie noch an Größe zu, und stoßen schließlich aneinander. Meistens legen sich drei oder mehrere Perlmutter-

blättchen zu Gruppen oder Reihen zusammen. Durch dieses Aneinanderstoßen bekanten sie sich gegenseitig; ihre rundlich-elliptische Form geht verloren. Die Reihen scheinen in einer gewissen Ordnung parallel zum Schalenrande zu liegen. Die Perlmutterblättchen einer Gruppe oder Reihe verschmelzen oft derartig fest miteinander, daß ihre Grenzen nicht mehr sichtbar sind. Die Reihen und Gruppen nehmen ebenfalls noch an Breite zu, sodaß benachbarte Gruppen bezw. Reihen sich nähern. Die Zwischenräume zwischen ihnen werden kleiner, bleiben aber noch sichtbar, sodaß die Perlmutterfläche den Eindruck macht, als ob sie von Spalten durchsetzt wäre (Abb. 4, Taf. 1).

An vielen Stellen hat man bei der Betrachtung der Perlmutteroberfläche durch den Ultropak den Eindruck, als ob die Perlmutterblättchengruppen in verschiedenen Niveaus terassenförmig angeordnet wären. Eine solche Anordnung ist auch zu erwarten; denn die Mächtigkeit der Perlmutter nimmt ja vom Schalenrande aus zu. Die Differenz der einzelnen Niveaus ist sehr gering; sie entspricht der Dicke eines Perlmutterblättchens. Die beschriebenen Oberflächenstrukturen lassen sich an der Randperlmutter erkennen. Den Uebergang der Randperlmutter zur Perlmutter des Schaleninneren bildet ein Wulst, dessen Oberflächenstruktur nicht klar zu erkennen war. Sie scheint sich aus ganz kleinen dicht aneinanderliegenden Perlmutterblättchen zusammenzusetzen.

Die Perlmutter des Schaleninneren zeigt durch den Ultropak beobachtet, ein ganz anderes Aussehen. Ihre Oberfläche ist mattglänzend und aufgerauht. Man hat den Eindruck, als ob auf der Oberfläche Kristallsand läge. An manchen Stellen ist sie nicht geschlossen; es sind kleine spaltartige Lücken vorhanden.

Auf dieser Fläche sitzen große Kristalle (Abb. 5, Taf. 2). Diese sind zur Oberfläche leicht geneigt. Derjenige Teil der Kristalle, der am höchsten über die Oberfläche hinausragt, ist nach dem Schalenrande hingerichtet. Die Kanten dieser Seite sind scharf konturiert im Gegensatz zu denen der gegenüberliegenden Seite, die in die Oberfläche hineinzulaufen, und mit dieser zu verschmelzen scheinen. Die großen Kristalle scheinen in einer gewissen Ordnung auf der Oberfläche verteilt zu sein. Sie sind in geraden oder bogenförmig gekrümmten Reihen angeordnet. Oft liegen zwei, drei Reihen dicht zusammen. Bei dieser Anordnung sind die Kristalle derart dicht zusammengedrängt, daß sie sich oft dachziegelförmig überdecken.

Besonders in der Nähe der großen Kristalle ist die Kontinuität der Oberfläche am meisten gestört. Hier treten am häufigsten die oben beschriebenen Lücken und Spalten auf.

Einzelne der großen Kristalle erscheinen bei genügender Abblendung in Teile verschiedener Helligkeit gegliedert. Man gewinnt den Eindruck, daß es sich nicht um einheitliche Individuen handelt. Bei entsprechender Beleuchtung sieht man öfter an einem Kristall deutlich Zwillingsverwachsung (Abb. 6, Taf. 2). Bekanntlich neigt Aragonit leicht zur Zwillingsbildung.

Bei der Untersuchung der natürlichen Perlmutteroberfläche, die am Flachschliff erhalten war, bot sich im gewöhnlichen durchfallenden Licht, das von der Untersuchung mit dem Ultropak gewohnte Bild. Auf feinkörnigem Untergrund sah man die in Reihen angeordneten schief gestellten Kristalle liegen (Abb. 7, Taf. 2). Ihre erhöhte Seite war scharf konturiert, die andere war nicht erkennbar. Die körnige Struktur des

Untergrundes ließ sich selbst bei den stärksten Objektiven nicht mehr auflösen.

Bei der Untersuchung der natürlichen Perlmutteroberfläche von *Turbo ticaonicus* an Stücken mit unverletztem Schalenrande erkennt man durch den Ultropak, daß (wie bei *Trochus adriaticus)* die Perlmutter nicht als eine geschlossene Fläche auftritt. Am Gehäuserande sind zerstreut liegende kleine Perlmutterblättchenanlagen vorhanden (Abb. 8, Taf. 2). Diese wachsen, stoßen aneinander, platten sich ab und schliessen sich zu Reihen zusammen. Es sind dieselben Vorgänge wie bei *Trochus (Gibbula) adriaticus.* Das Zusammentreten zu Reihen ist bei *Turbo ticaonicus* bedeutend häufiger als das Zusammenschließen zu Gruppen (Abb. 9, Taf. 2). Die Lücken zwischen den Reihen sind relativ groß. In einzelnen Lücken kann man bei eifrigem Suchen ganz kleine, soeben erst angelegte Perlmutterblättchen finden. Diese Anlagen liegen tiefer, als die Oberfläche der bereits zu Reihen zusammengeschlossenen Perlmutterblättchen. In weiterer Entfernung vom Schalenrand lassen sich einzelne Perlmutterblättchen nur noch sehr schwer unterscheiden. Sie sind bereits dichter aneinandergerückt, aber trotzdem bildet die Perlmutter noch keine geschlossene Fläche, sondern weist überall Lücken auf, die in ihrer Gesamtheit einem zerrissenen Maschennetz gleichen (Abb. 10, Taf. 2). Noch weiter vom Schalenrande ziehen sich in dieser fast geschlossenen Oberfläche annähernd parallele gezackte Linien (Abb. 11, Taf. 2). An dieser Stelle sind die einzelnen Perlmutterblättchen besser sichtbar. Sie erscheinen jetzt unter dem Bilde der „Flächenfelderung". Verfolgt man diese Linien bei schwächerer Vergrößerung, so sieht man, daß sie jene Struktur bilden, die W. J. Schmidt als Maserung be-

zeichnet und so erklärt hat, daß ein Terassensystem von äußerst dünnen Lamellen vorliegt, deren Kanten die Linien darstellen.

An einzelnen Stellen löst sich die Maserung bei *Turbo ticaonicus* in Linien mit zungenartigen Ausbuchtungen auf (Abb. 12, Taf. 2). Vor diesen Linien und Ausbuchtungen liegen Perlmutterblättchen, die sich zu kleinen Gruppen zusammengeschlossen haben. Man hat es hier offenbar mit einer „Wachstumszone" zu tun. Das Wachsen einer Lamelle bei *Turbo* vollzieht sich also im Prinzip so, wie es W. J. SCHMIDT für Muschelperlmutter beschreibt. Am Rande einer wachsenden Lamelle sitzen auf der nächst niederen die Anlagen, die mit dem Rande der wachsenden Lamelle später verschmelzen. Die Wachstumszonen sind bei *Turbo ticaonicus* sehr schmal. Die jüngsten Anlagen sind auffallend spärlich und nur ganz ausnahmsweise sichtbar. Man findet fast nur Anlagen, die sich schon zu Komplexen vereinigt haben. Die Anlage und das Verschmelzen der Perlmutterblättchen vollzieht sich bei *Turbo* anscheinend ungewöhnlich schnell, weil die Wachstumszonen auf einen so engen Raum zusammengedrängt sind. Der Lamellenbereich zwischen zwei Wachtumszonen ist noch nicht ganz geschlossen; er weist noch überall Lücken auf. Die Elementarlamellen, ihr freier Rand und die davor gelagerten Anlagekomplexe gleichen den Zeichnungen, die bei W. J. SCHMIDT (1923, a. a. O.) Tafel 1, Abb. 1 u. 2 wiedergegeben sind.

An einer fertigen Lamelle erkennt man leicht ihre Zusammensetzung aus einzelnen Perlmutterblättchen. (Flächenfelderung Abb. 11, Taf. 2.)

An vielen Stellen der natürlichen Perlmutteroberfläche sind die zu Komplexen vereinigten Anlagen schon mit dem freien Rand der wachsenden Lamelle

verschmolzen. Diese bildet dann ein flächenhaftes Gebilde, das große Aus- und Einbuchtungen und Lappen aufweist (Abb. 13, Taf. 2). Die Lamellen sind hier noch nicht überall geschlossen, es treten noch Lücken auf. Diese und die Formen des freien Randes erinnern noch an den Wachstumsvorgang. An manchen Stellen sieht man auf den Lamellen so etwas wie das Auftreten neuer Anlagen.

Betrachtet man nochmals die gezackten Linien mit ihren Ausbuchtungen, die die Oberfläche fast überall durchziehen und an Niveaulinien erinnern, so erkennt man jetzt, daß es sich auch hier um Wachstumslinien handeln muß. Vor ihnen liegen keine isolierten Anteile mehr. Die Flächenfelderung, die Lücken in der Lamelle und die Ausbuchtungen der Linien weisen noch auf den ehemaligen Wachstumsvorgang hin. W. J. Schmidt (a. a. O. 1923 p. 34) beschreibt ähnliche Wachstumszonen für *Meleagrina margaritifera.*

Der zuletzt geschilderte Fall kann eintreten, wenn die Anlagen auf einem sehr schmalen Streifen auftreten, oder wenn die Neubildung eine Zeitlang unterbleibt, und die vorhandenen Anlagen zur völligen Verschmelzung fortgeschritten sind.

Die Untersuchung der natürlichen Perlmutteroberfläche von *Turbo ticaonicus* wurde noch an Flachschliffen, an denen sie erhalten war, im durchfallenden Licht durchgeführt. Das ganze Präparat war von Wachstumslinien, gleich der zuletzt beschriebenen bedeckt. Sie hoben sich scharf von dem hellen Untergrund ab. Vor ihnen waren keinerlei Neuanlagen zu finden. Auf der Oberfläche befinden sich viele spaltartige Lücken wahllos verteilt. Bei sehr starkem Abblenden konnte man eine ganz schwache, zarte, kaum

sichtbare Felderung feststellen. Struktureinzelheiten waren an den Präparaten nicht erkennbar.

Anhang: Ueber Färbung von Perlmutter.

Es ist bekannt, daß man Perlmutter durchfärben kann, wovon das Gewerbe vielfach Gebrauch macht. Wo die aufgenommene Farbe in der Perlmutter steckt, ist bisher nie näher erörtert worden. Da die Perlmutterblättchen selbst als Aragonitkristalle von Flüssigkeiten nicht imbibiert werden, kann die Farbe nur in den unmeßbar feinen Conchinlagen zwischen den Kristallen ihren Platz haben. Daher könnte man daran denken, durch Färben der Conchinlagen den Aufbau der Perlmutter zu verdeutlichen. Aus solchen Erwägungen wandte ich versuchsweise die im Gewerbe üblichen Färbeverfahren an*): Perlmutterstücke wurden in 4%iger Natriumaluminatlösung dann in eine alkoholisch-ammoniakalische Lösung von Safranin A.N. extra, oder Methylenblau B. B. extra, oder Flavophosphin R. gebracht. Sie färbten sich sehr intensiv, aber das Material erlitt bei dieser Behandlung Schaden, so daß es beim Schleifen, sobald eine gewisse Dünne erreicht war, zerbröckelte. Daher ging ich zur Schliffärbung über. Schliffe, nicht zu geringer Dicke, die man noch vom Objektträger ablösen konnte, nahmen in den ammoniakalischen und in der wäßrigen Lösung obiger Farben auch ohne vorherige Beize intensive Farbe — für die makroskopische Betrachtung — an. Mikroskopisch brauchbare Färbungen wurden aber auch so nicht erzielt.

Weiter wurde die in der Praxis gebräuchliche Methode zur Herstellung der sogenannten schwarzen Perl-

*) ANDES, LOUIS EDGAR, Verarbeitung des Horns, Elfenbeins, Schildpatts, der Knochen und der Perlmutter. Wien u. Leipzig, Chem. techn. Bibliothek, **117**, 1925.

mutter versucht: Perlmutterstücke kommen in eine konzentrierte ammoniakalische Lösung von Silberchlorid. Nach einigen Tagen werden die Objekte herausgenommen und längere Zeit dem Lichte ausgesetzt. Die Perlmutterstücke nehmen nun eine intensive schwarze Färbung an. Beim Schleifen konnte ich keine Schädigung der Festigkeit wahrnehmen. Jedoch nahm Hand in Hand mit dem Dünnerwerden der Schliffe auch die Intensität der Färbung ab. Bei der für die Beobachtung der feineren Strukturen erforderlichen geringen Schliffdicke, erwies sich die Färbung als unzureichend. Ihre Intensität konnte auch durch entsprechende Behandlung von Dünnschliffen nicht genügend gesteigert werden. Das einzige brauchbare Verfahren zum Studium der feineren Perlmutterstrukturen bleibt also einstweilen die polarisations-mikroskopische Untersuchung genügend feiner Dünnschliffe.

Zusammenfassung.

Die Perlmutter von *Turbo, Trochus* und *Nautilus* stimmt in ihrem feineren Bau grundsätzlich mit der von Muscheln überein: Perlmutterblättchen (tafelig nach der Basis ausgebildete Aragonitkristalle) sind zu Elementarlamellen zusammengefügt, die in großer Zahl übereinanderliegen, wobei die Verbindung der einzelnen Elemente durch feinste Conchinlagen erfolgt. Auffallend ist in allen Fällen die senkrechte Gliederung der Permuttermassen, die auf dem vertikalen Uebereinanderschichten der Perlmutterblättchen benachbarter Lamellen beruht (säuliger Bau).

Das Wachstum der Perlmutter vollzieht sich im Wesentlichen so wie bei Muscheln: Auf der natürlichen Oberfläche sind die Perlmutterlamellen terassenartig angeordnet, und am freien Rande der wachsenden La-

mellen treten (auf den darunterliegenden Lamellen liegend) neue Anlagen auf, die heranwachsen und mit der Lamelle verschmelzen. Jedoch sind die Vorgänge bei weitem schwerer zu verfolgen als bei Muscheln.

Bemerkenswert ist noch, daß die Perlmuttermasse von *Trochus* zwei verschieden aussehende Zonen aufweist, und daß auf der natürlichen Perlmutteroberfläche große Aragonitzwillingskristalle auftreten.

Färbungsversuche mit den in dem Perlmuttergewerbe angewandten Verfahren, die makroskopisch starke Anfärbungen liefern, erwiesen sich nicht als ausreichend zum mikroskopischen Studium des gefärbten Conchingerüstes.

Erklärung der Tafeln 1—2.

Tafel 1.

Abb. 1. *Trochus adriaticus*. Perlmutterquerschliff im polarisierten Licht. Hellstellung. Etwa 670:1.

Abb. 2. *Trochus adriaticus*. Querschliff durch die Perlmutterschicht im polarisierten Licht. Dunkelstellung (vgl. Abb. 3). Einzelne Säulen leuchten hell auf. Etwa 670:1.

Abb. 3. *Trochus adriaticus*. Natürliche Perlmutteroberfläche der Randperlmutter. Einzelne Perlmutterblättchenanlagen. Auffallendes Licht (Ultropak). Etwa 360:1.

Abb. 4. *Trochus adriaticus*. Natürliche Perlmutteroberfläche der Randperlmutter. Die Perlmutterblättchen bilden noch keine geschlossene Fläche. Auffallendes Licht (Ultropak). Etwa 360:1.

Tafel 2.

Abb. 5. *Trochus adriaticus*. Natürliche Perlmutteroberfläche der Innenperlmutter. Große Aragonitkristalle liegen auf der Oberfläche. Auffallendes Licht (Ultropak). Etwa 360:1.

Abb. 6. *Trochus adriaticus*. Einzelner Kristall der Perlmutteroberfläche. Zwillingsbildung erkennbar. Auffallendes Licht (Ultropak). Etwa 360:1.

Abb. 7. *Trochus adriaticus*. Flachschliff mit natürlicher Perlmutteroberfläche mit aufgelagerten Kristallen. Etwa 280:1.

Abb. 8. *Turbo ticaonicus*. Natürliche Perlmutteroberfläche am Schalenrand. Perlmutterblättchenanlagen. Auffallendes Licht (Ultropak). Etwa 360:1.

Abb. 9. *Turbo ticaonicus*. Natürliche Perlmutteroberfläche am Schalenrand. Perlmutterblättchen zu Reihen vereinigt. (Ultropak). Etwa 360:1.

Abb. 10. *Turbo ticaonicus*. Natürliche Perlmutteroberfläche am Schalenrand. Noch nicht geschlossene Perlmutterlamelle (Ultropak). Etwa 360:1.

Abb. 11. *Turbo ticaonicus*. Natürliche Perlmutteroberfläche am Schalenrand. Noch nicht ganz geschlossene Elementarlamellen mit Flächenfelderung und Wachstumszonen (Ultropak). Etwa 360:1.

Abb. 12. *Turbo ticaonicus*. Perlmutteroberfläche mit Wachstumszonen. Auffallendes Licht (Ultropak). Etwa 360:1.

Abb. 13. *Turbo ticaonicus*. Natürliche Perlmutteroberfläche. Elementarlamellen mit Wachstumszonen. Auffallendes Licht (Ultropak). Etwa 360:1.

Lartetia rhenana n. sp.

2. Beitrag zur Molluskenkunde Südwestdeutschlands.

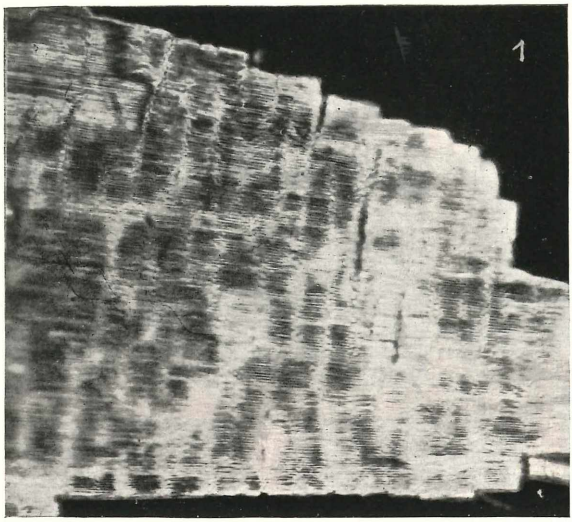
Von

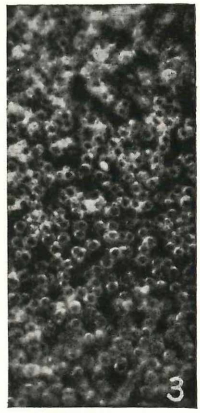
R. Lais, Freiburg i. B.

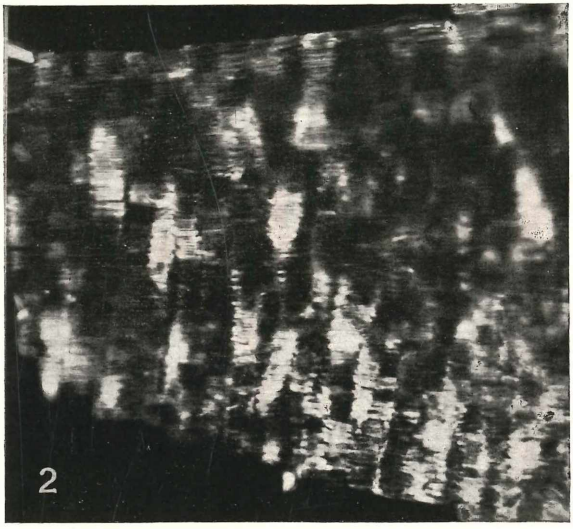
Mit Tafel 3.

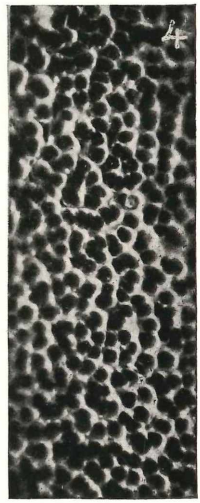
I.

Im Frühjahr 1934 wurde durch den Abbau einer Kiesgrube in der westlichen Rheinebene auf Gemarkung Ihringen (B. A. Freiburg) ein in seinem unteren Teil wohlerhaltener römischer Brunnen freigelegt. Der blaugraue kalkhaltige Schlick, der seine Sohle bedeckte, enthielt zahlreiche Schneckenschalen, unter denen die Landmollusken stark überwiegen. Die Wassermollusken sind durch *Gyraulus laevis* ALDER f. *regularis* HARTM. und eine *Lartetia* vertreten. Von

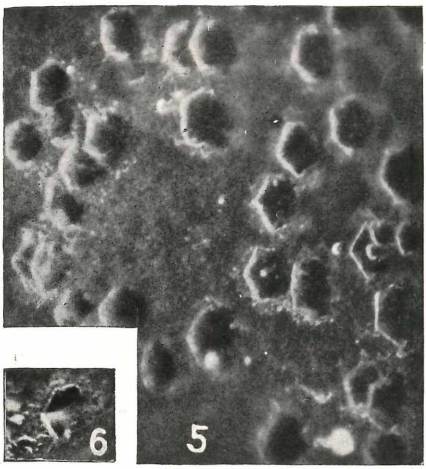


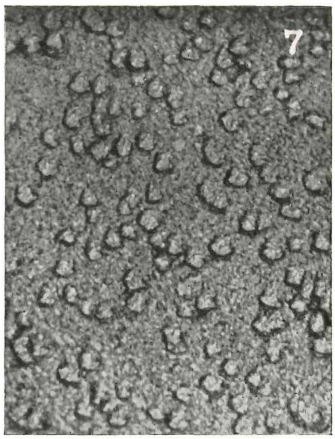


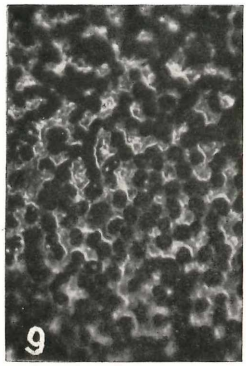


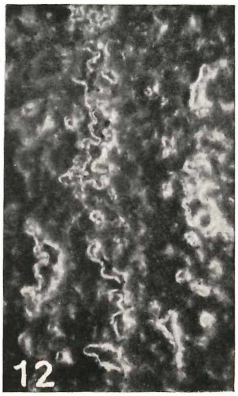


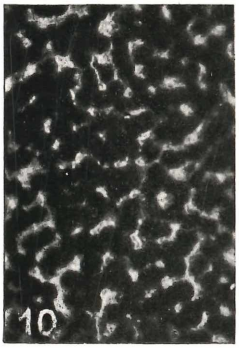
P. Ahrberg,
Ueber den feineren Bau der Perlmutter von Schnecken und Cephalopoden.

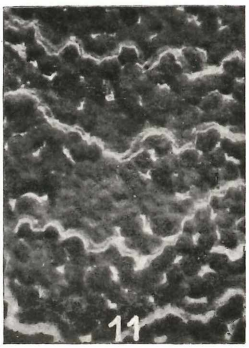


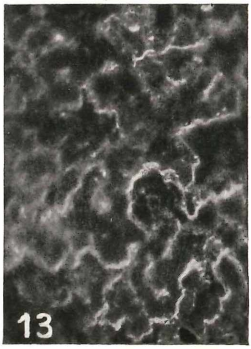












P. Ahrberg,
Ueber den feineren Bau der Perlmutter von Schnecken und Cephalopoden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Molluskenkunde

Jahr/Year: 1935

Band/Volume: 67

Autor(en)/Author(s): Ahrberg P.

Artikel/Article: Ueber den feineren Bau der Perlmutter von Schnecken und Cephalopoden. 1-20