

# BEMERKUNGEN ZUR SCHALENSTRUKTUR VON *NEOPILINA GALATHEAE*

Von W. J. SCHMIDT

Giessen, Zoologisches Institut der Universität

Der freundlichen Anregung des Herrn Dr. H. LEMCHE, Kopenhagen, folgend, der mir einige Splitter von *Neopilina*-Schalen zugänglich machte, möchte ich im folgenden meine Ergebnisse betreffend deren feinere Struktur mitteilen, um womöglich auch auf diesem Wege einen Beitrag zur näheren Einordnung dieser Form im System der Mollusken zu liefern.

Zur allgemeinen Orientierung sei zunächst das Wesentliche aus den Angaben von LEMCHE (1957) betreffend die *Neopilina*-Schale vorausgeschickt: Sie ist löffelförmig, sehr dünn, zerbrechlich, zerspringt beim Trocknen, hat fast kreisförmigen Umriss ohne Einschnitte oder Unregelmäßigkeiten und mißt bei den größten Stücken 37 mm in der Länge und 35 mm in der Breite. Der Apex liegt vorne, schräg abwärts in die Medianebene hineingekrümmt und steht 8 mm über dem frontalen Rand. Die Schalenaussenfläche zeigt dicht gestellte Wachstumslinien, überkreuzt von 30-50 sehr dünnen dicht stehenden leicht erhabenen Rippen, die vom Apex ausgehen. Etwa jede 5. Wachstumslinie erscheint etwas stärker ausgebildet und erhebt sich ein wenig über die Oberfläche des nachfolgenden Schalenteils. Die geschilderten Strukturen sind in der apicalen Region deutlich, schwinden aber allmählich, je mehr man sich der Schalenperipherie nähert. Die Schaleninnenfläche bietet eine weich ausgebildete Wellung dar, kombiniert mit einem gestreckten Netzwerk.

Ein *Periostracum*, am Apex schwärzlich, auf dem übrigen Teil der Schale hellbraun, bedeckt die ganze Aussenfläche und setzt sich auf der Innenseite im Mantelrand fort bis zur periostracalen Schalendrüse, ungefähr 2 mm vom freien Mantelrand gemessen. Unter dem *Periostracum* folgt eine wohl ausgebildete Lage von *Kalkprismen*; an diese schließt eine Innenlage aus wenigen äusserst dünnen Lamellen, möglicherweise von *Perlmutter* an.

*Neopilina* besitzt eine rechts gewundene *Larvenschale* – wie sie für pelagisch lebende Prosobranchier-

Larven bezeichnend ist – von ungefähr 0,15 mm Durchmesser mit eineinhalb Windungen; sie geht ziemlich unvermittelt in die adulte Schale über. Nur bei einem der 13 vorliegenden Stücke (10 vollständige Tiere und 3 Schalen) war die larvale Schale vorhanden; jedoch kündeten die Apices der übrigen Schalen durch leichte Vertiefungen an, daß auch sie eine solche trugen.

Die mir vorliegenden Schalenteile der *Neopilina* sind nur wenig gewölbt, zeigen keine deutlichen Rippen und ihr *Periostracum* ist gelblichbraun, so daß die Fragmente der Peripherie angehören dürften. Abb. 1 a (Taf. 1) gibt ein solches Stück von der Aussenseite mit den scharf hervortretenden Zuwachslinien wieder, Abb. 1 b das gleiche Stück von der Innenseite mit den Wellenzügen parallel dem Schalenrand. Hier und dort finden sich kleinere und größere halbkugelige Erhabenheiten auf der Innenfläche, wohl auf Fremdkörper zu beziehen, die zwischen Mantel und Schale gerieten und in die Schalenmasse eingeschlossen wurden.

Am besten geben Aufschluß über das Schalenrelief Schnittansichten, wie man sie durch Zerbrechen der mürben Schalenstücke erhalten kann, sowohl parallel als auch senkrecht zu den Anwachs-linien. Die ersten (Abb. 2 a), aussen und innen eben, halten an den auf die Kante gestellten Schalenstück geradlinigen Verlauf ein, bei gleichbleibender Dicke. Die zweiten (Abb. 2 b) erscheinen unregelmäßig gewellt und zwar ist das Profil aussen etwas schärfer geprägt als innen. An solchen Präparaten sieht man bereits angedeutet die Prismen, am Bruch parallel den Wachstumslinien (Abb. 2 a) wie eine zarte Streifung senkrecht zur Schalenfläche; auf dem Bruch senkrecht zu den Anwachs-linien stehen die Prismen zwar auch in jedem kleinsten Bereich senkrecht zur Schalenfläche aber im Großen gesehen pendeln sie entsprechend dem Auf und Ab der Wellen hin und her.

Durch fortschreitendes Zerdrücken kleiner Scha-

lenstücke in Canadabalsam mit dem quer abgestutzten flachen Stielende eines stählernen Skalpell erhält man Gruppen von wenigen zusammenhaftenden Prismen, die in der Richtung senkrecht zur Prismenachse dünner sind als beste Schlitze und daher mehr strukturelle Einzelheiten als solche zutage treten lassen.

Eine solche *Prismengruppe* (Abb. 3a) zeigt zunächst, wie die meisten Prismen durch die ganze Dicke dieser Schicht hindurchreichen, dabei im Wesentlichen den Querdurchmesser einhalten. Jedoch verjüngen sie sich im ältesten, an das Periostracum anschliessenden Viertel ihrer Länge kegelförmig und enden abgerundet. Die dadurch zwischen den Prismenköpfen entstehenden Lücken füllen kleinere Prismen, die gleich den anderen abgerundet am Periostracum beginnen, dann aber alsbald spitz auskeilen; Abb. 3a läßt zwischen den beiden mittleren Prismen ein auskeilendes erkennen. Das jüngste Prismenende, das an die innere Schalenschicht anstößt, ist quer abgestutzt, manchmal auch ganz leicht vorgewölbt.

An den Prismen lassen sich zweierlei Strukturen wahrnehmen, *Faserung* und *Wachstumsschichtung*. Die erste geht in dem etwa  $\frac{4}{5}$  der Gesamtlänge umfassenden unteren Teil der Prismen annähernd ihrer Achse parallel; im äusseren Fünftel dagegen konvergiert die Faserung gegen den Bildungspunkt der Prismen am Periostracum. Die Wachstumslinien zeigen sich am oberen Prismenende scharf ausgeprägt als parallele abwechselnd hellere und dunklere gekrümmte Zonen, die in jedem Prisma konzentrisch zu dessen Bildungspunkt verlaufen, also ihre Konkavität diesem zukehren (Abb. 3b); in benachbarten Prismen korrespondieren sie und künden so das gleichmäßige Wachstum der Schicht an. In den tieferen Anteilen der Prismen verschwindet allmählich die Durchbiegung der Wachstumslinien und sie verfließen zu einer einheitlichen Streifung senkrecht zur Prismenachse.

Die Durchsichtigkeit der Prismen ist in ihrem mittleren Teil am geringsten, weil hier die Schalenmasse von einer Art Körnung durchsetzt ist, die sich den übrigen Strukturen überlagert und wohl auf feinsten Hohlräumen beruht. Diese getrübe Mittelzone leuchtet im Dunkelfeld milchig auf.

Die Struktur der Prismen wird wesentlich erhellt durch ihre Untersuchung im *Polarisationsmikroskop*, die am besten an isolierten vorzunehmen ist, wie sie in den durch Zermahlen von Schalenstücken gewonnenen Präparaten nicht selten sich finden. Die Längsfaserung, jetzt durch unterschiedliche Polari-

sationsfarben der einzelnen Elemente hervorgehoben, erweist sich als ein Aufbau des Prismas aus *nadeligen*, an ihren beiden Enden zugeschärften Kristallen, die nach dem Bildungspunkt des Prismas konvergieren (Abb. 4); selbst im unteren Teil des Prismas ist manchmal die Konvergenz als eine Art *fedrige* Anordnung der Elemente an der Oberfläche des Prismas noch kenntlich.

In keiner Stellung löschen die Prismen zwischen gekreuzten Polars aus; jedoch zeigt sich geringste Helligkeit, wenn sie mit ihrer Achse parallel der Schwingungsrichtung des Polarisators oder des Analysators stehen; eine dunkle Mittellinie, wie sie den ähnlich aufgebauten Aragonitprismen von Unioniden zukommt, ist aber in dieser Stellung nicht ausgeprägt.

Beobachtung eines Prismas mit seiner Länge einmal parallel und dann senkrecht zur Schwingungsebene des allein eingeschalteten Polarisators lehrt, daß die Schwingungsrichtung kleinerer Brechzahl längs im Prisma verläuft, also sein Vorzeichen als negativ in bezug auf diese Richtung zu bezeichnen ist. Alsdann ist die Lichtbrechung ein wenig größer als die von Canadabalsam, während das Prisma für das quer zu seiner Länge brechende schwingende Licht bedeutend höheren Brechungsindex als dieses hat; dieses Verhalten spricht für Aragonit.

Am Flachschiiff der Schale (Abb. 5a) sieht man die polygonalen meist fünf- bis sechseckigen Querschnitte der Prismen, durch feine Trennungslinien gesondert, und entsprechend den Wachstumslinien in Reihen gestellt; ihre Umrisse erscheinen meist in radialer Richtung gestreckt. Doch wechseln mit Reihen solcher Polygone (Abb. 5c) mehr isometrische ab. Dies hängt mit der Wellung der Schale (vgl. Abb. 2b) zusammen: im Aufblick darauf erscheinen die Prismen in unterschiedlicher perspektivischer Verkürzung.

Zwischen den gewöhnlichen Prismen eingeschaltet und zwar innerhalb der gleichen Reihe oder zwischen benachbarten finden sich andere von viel kleinerem Querschnitt, vereinzelt oder zu mehreren beisammen, die im Vergleich zur Umgebung dunkel sich darbieten (Abb. 5b), sofern der Schliiff seine äussere an das Periostracum grenzende Fläche dem Beschauer zukehrt. Dieses Verhalten beruht auf der mehr oder minder vollständigen Reflexion des durchgehenden Lichtes an spitzkegelförmig auslaufenden (»auskeilenden« s. o.) Prismen. Kehrt man den Schliiff um, so verschwindet die Dunkelheit der kleinen Prismen.

Vor allem nach dem Anätzen der Schlitze mit

5 % iger Salzsäure macht sich insbesondere zwischen gekreuzten Polars auf dem Prismenquerschnitt der Aufbau aus den dicht gefügten kristallinen Elementen bemerkbar, freilich bei weitem nicht so auffallend wie in der Längsansicht der Prismen (Abb. 4). Die Doppelbrechung der Prismen auf dem Flachscliff der Schale ist schwach. Stellt man auf den Bildungspunkt eines Prismas am Periostracum ein, so erscheint ein verwaschenes BERTRAND'sches Polarisationskreuz von negativem Vorzeichen, wie es für tangentialen Anschnitte eines Sphärokristalls bezeichnend ist. Es ist der Ausdruck der Konvergenz der nadeligen Kristallelemente eines Prismas gegen dessen Bildungspunkt.

Nach vollständigem Entkalken der Prismenschicht (Abb. 5b) hinterbleibt ein wabiges Fachwerk aus organischer Substanz (Conchyolin), das die Gestalt der Prismen wiedergibt; hier und dort springen von seinen Wänden kurze Septen in die Wabenräume vor.

Die *innere Schicht* zeigt sich am Querschnitt (Querbruch der Schale, Abb. 3a) undeutlich lamelliert, aus kleinen plattigen Elementen aufgebaut, die wie zu einem etwas unregelmäßigen Ziegelmauerwerk miteinander verfugt sind. Stücke dieser Schicht (Abb. 6a) lassen in Flächenansicht am Rande die Lamellierung in stufenartigem Abfall erkennen. Unter starker Vergrößerung (Abb. 6c) nimmt man an der Flächenansicht eine Art Punktierung wahr, die auf Grübchen oder Kanälchen zu beziehen ist. Gelingt es, die innere Schicht von der Prismenlage zu trennen, so gewahrt man auf ihrer Haftfläche die Abdrücke der Prismen.

Zwischen gekreuzten Polars bietet die innere Schicht im Flächenbild, bei schwächerer Doppelbrechung als auf dem Querschnitt, eine Zusammensetzung aus größeren und kleineren unregelmäßig zum Teil zackig umrissenen Elementen dar, die unterschiedlich auslöschen (Abb. 6b). Am Querbruch (Abb. 3a) dagegen erfolgt die Auslöschung der inneren Schicht gleichmäßiger und zwar parallel der Lamellierung bei gleichem Vorzeichen (negativ zur Flächennormalen) und gleicher Lichtbrechung wie die Prismenschicht.

Da die Bestimmung des *Aragonit-* oder *Calcitcharakters* des Schalenkalkes weder auf polarisationsoptischem Wege noch an Hand der MEIGEN'schen Reaktionen (die eher für Calcit zu sprechen schienen) befriedigend gelang, bin ich den Herren Dr. H. MAHL und Diplomphysiker E. KIRSTE bei der Firma CARL ZEISS, Oberkochen, zu großem Dank verpflichtet, daß sie auf meine Anregung an Hand

des *Elektronenbeugungsbildes* das Schalenmaterial der *Neopilina* mit Calcit- und Aragonitproben verglichen. Dazu wurden die drei Materialien in einem Achatmöser gepulvert und dem Objektträger trocken aufgegeben. Es ergab sich, daß das Diagramm der *Neopilina*-Schale mit dem von *Aragonit* übereinstimmt (Tafel 2, a und b).

Angesichts der aragonitischen Natur des Schalenkalkes und der sehr viel schwächeren Doppelbrechung der Prismen und der inneren Schicht in Flächenansicht (Doppelbrechung des Aragonits in Richtung der I Mittellinie = 0,004) als am Querschnitt (Doppelbrechung längs der optischen Normale = 0,156, längs der II Mittellinie = 0,152) ist der Schluß berechtigt, daß die I Mittellinie des Aragonits in beiden Schichten senkrecht zur Schalenfläche steht, also annähernd der Länge der nadeligen Elemente der Prismen parallel geht, bzw. auf den plattigen Elementen der inneren Schicht senkrecht steht. Damit ist die *innere Schicht* als *Perlmutter* gesichert: als ein Aggregat tafelig nach der Basis ausgebildeter Aragonitkristalle (sog. Perlmutterblättchen), die unter meist allotriomorpher Begrenzung in einfacher Schicht durch Conchyolin zu den Elementarlamellen der Perlmuttermasse verkittet sind, die ihrerseits in meist großer Zahl übereinander gelegen, durch dünne Conchyolinschichten verbunden werden (W.J. SCHMIDT 1923; 1927) – was auch CH. GRÉGOIRE (1957) an prächtigen elektronenmikroskopischen Bildern dargetan hat. – Das Wesen der Prismenschicht wird unten näher erörtert.

Dem *Periostracum*, im Auflicht gelblich, auf der Aussenseite hier und da mit rotbraunen Flecken (anscheinend von aussen stammende eisenhaltige Fremdsubstanzen – die Schale gibt im ganzen schwache Eisenreaktion mit Ferrocyankalium und Salzsäure! –) haften beim Ablösen von der Kalkschale auf der Innenseite manchmal Reste der Prismenköpfe an, in denen undeutliche negative Polarisationskreuze sich wahrnehmen lassen. Unter stärkeren Vergrößerungen erkennt man am Periostracum eine enge zarte Streifung parallel den Anwachslinien, unterbrochen von hellen radialen Zügen (wohl entsprechend den Rippen der Schale). Stellenweise gewahrt man auch den Wachstumslinien entlang runde Abdrücke, viel kleiner als die der Prismen, die vielleicht auf Ausprägung der Stirnflächen der Mantelepithelzellen im Periostracum zu beziehen sind. Auf dem Querbruch bietet das Periostracum schwache Doppelbrechung dar.

Wenden wir uns nun der Frage zu, ob und welche Folgerungen sich aus der Schalenstruktur der *Neo-*

*pilina* hinsichtlich ihrer systematischen Stellung ziehen lassen. Gemäß der Gesamtorganisation dieses Monoplacophors (s. LEMCHE 1957) liegt es nahe, zunächst einen Vergleich mit der *Schalenplattenstruktur* der *Placophoren* zu versuchen. Bekanntlich finden sich auf dem Rücken der »Käferschnecken« acht hintereinander liegende Schalenstücke, jedes in eine äussere schwach verkalkte Schicht, das Tegmentum, und eine innere stark verkalkte, das Articulamentum, gegliedert. Das Tegmentum wird von schlauchartigen Fortsätzen des Epithels durchdrungen, welche die sog. Ästheten liefern. Es handelt sich also um eine hoch und spezifisch differenzierte Schale, die als ganzes gewiss keinerlei Vergleich mit der *Neopilina*-Schale erlaubt.

Nach HAMMARSTEN & RUNNSTRÖM (1925: *Acanthochiton*), COUVREUR (1929: großer exotischer Chiton) und BØGGILD (1930: Chiton spec., recent) findet sich in Tegmentum und Articulamentum »Gastropodenstruktur« (KESSEL) = »crossed lamellar structure« (BØGGILD). Wie zuletzt und besonders eindringend KESSEL (1933 für *Viviparus*) dargelegt hat, sind bei Gastropoden *aragonitische Fibrillen* die letzten Bauelemente der Schale. Sie bilden (zu Balken zusammengefasst), zunächst *Lamellen*, die, mit ihren Flächen aneinandergesetzt, senkrecht auf der Schalenfläche stehen, so daß man im Hinblick auf die Schale das sog. »Bänderbild« wahrnimmt, d.h. die parallel verlaufenden manchmal verzweigten und dann ineinander verfugten Lamellenscheitel. Auf dem Querschnitt der Schale parallel den Lamellen zeigt sich das »Gitterbild«, indem die Fibrillen hintereinander stehender Lamellen von einer zur anderen sich kreuzen; der Querschnitt senkrecht zu den Lamellen aber erscheint als »Palisadenbild«, weil die Durchschnitte der auf der Kante stehenden Lamellen säulenartig nebeneinander stehen. Solche Schichten liegen in der Schale zu mehreren übereinander, wobei die Lamellen benachbarter sich rechtwinkelig überschneiden und die Fibrillen sich kontinuierlich durch alle Schichten fortsetzen.

Solche aus Fasern aufgebaute, senkrecht zur Schalenfläche stehende Lamellen mit Kreuzung der Fibrillierung wurden nun von den oben genannten Autoren bei Chitonen nachgewiesen. HAMMARSTEN & RUNNSTRÖM (1925) heben bei *Acanthochiton* hervor, daß die Lamellen des Tegmentum mit denen des Articulamentum sich rechtwinkelig überschneiden, so wie bei den auf einander folgenden Schalen-schichten von Gastropoden; BØGGILD (1930 – Taf. VIII, fig. 5) bezeichnet die auffallende *Feinheit* der Lamellen als ein Kennzeichen der Chitoniden. Es

besteht also kein Zweifel, daß die Schalenstücke der Placophoren Züge von »crossed lamellar structure« aufweisen.

Bei *Neopilina* jedoch kommt diese typische lamellierte »Struktur« offensichtlich *nicht* vor und es mag also zunächst so scheinen, als ob überhaupt keine Beziehungen der Schalenstruktur von *Neopilina* zu jener der Placophoren bestünden.

Nun hat aber KESSEL (1936; 1950) überzeugend dargetan, daß die Lamellen der »Gastropodenstruktur« *Abwandlungen sphäritischer Anlagen* darstellen. Bei *Buccinum* z. B. besteht die äussere Schalenschicht aus »gefiederten Prismen« von polygonalem Querschnitt, deren Fibrillen in die darunter gelegene Schicht – mit typischer Gastropodenstruktur – übertreten und dort in Richtung der Balken weiter laufen. Ähnliche Verhältnisse liegen bei einigen *Turbo*-Arten vor. Schon früher hat KESSEL (1936) darauf hingewiesen, daß in den tieferen Schichten der Schale die »Gastropodenstruktur« sich zunehmend auflockert, bis sie schließlich in eine ausgesprochen sphäritische Bauweise übergeht. Weiter aber ist bekannt (KESSEL 1933), daß bei der Schalenregeneration (von *Viviparus*) statt der typischen Gastropodenstruktur – nachdem zunächst polyedrische Kristalle, Nadelbüschel und Sphärokristalle aufgetreten sind – senkrechte dicht gestellte Säulen entstehen, ähnlich den oben genannten gefiederten Prismen von *Buccinum* und *Turbo*; wie diese bieten sie auf dem Querschnitt Polarisationskreuze dar.

Es geht also die »Gastropodenstruktur« auf einen *sphäritischen Bauplan* zurück. Indem die Kalkfibrillen der gefiederten Prismen fächerartig in eine Ebene (die Plattenebene) auseinanderstreben und sich darin parallelisieren, entstehen die Lamellen, wobei jede derselben einer Reihe von Sphäriten ihren Ursprung verdankt (KESSEL 1950, für *Turbo*).

In die Nähe solcher Vorstufen der »crossed lamellar structure« möchte ich die gefiederten Aragonitprismen der *Neopilina* stellen, obwohl ihre kristallinen Elemente nicht so feinfaserig sind, wie in den von KESSEL beobachteten Fällen. Damit käme in der *Prismenschicht* der *Neopilina* ein weit verbreiteter und vielleicht primitiver Zug im Aufbau der Schale zum Ausdruck, über den die Placophoren bereits hinausgehen. Man darf aber auch nicht vergessen, daß *Neopilina* im Gegensatz zu den Placophoren, die meist in seichtem Wasser vorkommen, eine Tiefseeform ist und im Zusammenhang damit vielleicht eine *Rudimentation* der Schale eintrat und es dann ähnlich wie bei der Regeneration von Gastropodenschalen *nicht mehr* zur Entwicklung der

typischen Lamellenstruktur kommt, sondern das Produkt auf der Stufe der gefiederten Prismen stehen bleibt.

Einen übertriebenen Wert für Aufhellung systematischer Zusammenhänge wird man freilich weder dem Auftreten von gefiederten Prismen noch der »crossed lamellar structure« beilegen dürfen; denn die letzter Struktur findet sich auch bei zahlreichen *Muscheln* (s. z. B. bei BØGGILD 1930) und bei Unionidenperlen sah ich sie aus deren Aragonitprismen hervorgehen (noch unveröffentlicht), während sie in der *Schale* der Najaden unbekannt ist. Es sind also anscheinend für die Entstehung der kreuzstreifigen Lamellenstruktur bestimmte physikochemische Umstände maßgebend – ähnlich wie für das Auftreten von Calcit oder Aragonit (TRUEMAN 1942) – die bei sehr verschiedenen Gruppen gegeben sein können.

*Perlmutter* findet sich bei Süßwasser- und Meereslamellibranchiern, Gastropoden (z. B. *Turbo*, *Trochus*), Cephalopoden (*Nautilus*, *Spirula*, vgl. AHRBERG 1935), ohne daß für diese Gruppen bezeichnende Unterschiede ihrer Struktur aufgewiesen werden könnten. Immerhin verweist das Vorkommen von Perlmutter die *Neopilina*-Schale eher zu Gastropoden als zu Placophoren, denen diese Schalenmasse fehlt.

#### SCHRIFTTUM

- AHRBERG, P., 1935: Ueber den feineren Bau der Perlmutter von Schnecken und Cephalopoden. Arch. Moll.k. **67**: 1-20.
- BØGGILD, O. B., 1930: The shell structure of the molluscs. D. Kgl. Danske Vid. Selsk. Skr., Nat. Mat. Afd., II, 2.: 233-326.
- COUVREUR, M., 1929: Anatomie microscopique des cérames des chitons. Arch. d'Anat. micr. **25**: 433-444.
- GRÉGOIRE, C., 1957: Topography of the organic components in mother-of-perl. J. Biophys. and Biochem. Cytol. **3**: 797-808.
- HAMMARSTEN, O. D. & J. RUNNSTRÖM, 1925: Zur Embryologie von *Acanthochiton discrepans* BROWN. Zool. Jahrb. Anat. **47**: 261-318.
- KESSEL, E., 1933: Über die Schale von *Viviparus viviparus* L. und *Viviparus fasciatus* MÜLL. Ein Beitrag zum Strukturproblem der Gastropodenschale. Zs. Morph. Ökol. Tiere **27**: 129-198.
- 1936: Über Abwandlungen der typischen Gastropodenschalenstruktur. Zs. Morph. Ökol. Tiere, **30**: 774-785.
- 1950: Zum Strukturproblem der Molluskenschale. Neue Erg. u. Probl. d. Zool. (Klatt-Festschrift): 373-379.
- LEMICHE, H., 1957: A new living deep-sea mollusc of the Cambro-Devonian class Monoplacophora. Nature **179**: 413-416.
- SCHMIDT, W. J., 1923: Bau und Bildung der Perlmuttermasse. Zool. Jahrb. Anat. **45**: 1-148.
- 1927: Perlmutter und Perlen nebst einem Anhang über Pfauenstein. In: Handb. tier. Rohstoffe, herausg. v. W. ARNDT und F. PAX, **2**: 122-160, Berlin 1926.
- TRUEMAN, E. R., 1942: The structure and deposition of the shell of *Tellina tenuis*. J. R. micr. Soc. **42**: 69-92.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel 1: *Neopilina*-Schale.

- Abb. 1. Stück aus dem peripherischen Teil der Schale, 10 : 1. a) von aussen gesehen: scharf ausgeprägte Wachstumslinien, b) dasselbe Stück von innen gesehen: weiche Wellung.
- Abb. 2. Bruchkante einer Schale im Aufsicht, a) parallel, b) senkrecht zu den Anwachslinein, 10 : 1.
- Abb. 3. Querbruchpräparat der Schale, a) oben die Prismenschicht, unten die Innen-(Perlmutter-)lage; b) oberer Teil der Prismen mit konzentrischer Wachstumsstreifung, 450 : 1.
- Abb. 4. Drei isolierte Prismen, Pol. +, 380 : 1.
- Abb. 5. Prismenschicht in Flächenansicht, a) Totalpräparat etwas angeätzt, 150 : 1; Aussenfläche nach oben: die auskeilenden Prismen dunkel; b) Schliff, Pol. ×, 380 : 1; Struktur der Prismen; c) Totalpräparat von innen gesehen, 150 : 1; Abhängigkeit des Prismenumrisses von der Wellung der Schale; d) Totalpräparat der entkalkten Schale, 150 : 1; interprismatisches Fachwerk aus organischer Substanz, 150 : 1.
- Abb. 6. Innen-(Perlmutter-)lage der Schale in Flächenansicht, a) gewöhnliches Licht, b) Pol. ×, 370 : 1; c) Kanälchen der Innenlage im optischen Schnitt (punktartig) 830 : 1.