

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Allgemeine Zoologie und Abstammungslehre

Plate, Ludwig

Jena, 1922

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Shelf Mark: Ui VI 1988 -1-

I. Wirbellose Tiere.

[urn:nbn:de:hbz:38m:1-132397](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:38m:1-132397)

VI. Kapitel.

Organologie, Organlehre.

Ein Organ (*ὄργανον* = Werkzeug) ist ein Komplex von Geweben, welche einer einheitlichen Funktion dienen. Das Wesentliche ist hierbei die Arbeitsleistung, also haben wir es mit einem physiologischen Begriff zu tun. Die Teile, welche einem bestimmten Zwecke dienen, sind in der Regel auch morphologisch abgegrenzt, haben eine bestimmte Größe und Lage im Körper. Es kommt jedoch zuweilen vor, daß ein Organ reich verästelt ist und sich in sehr wechselnder Abgrenzung und Lage durch den Körper erstreckt. Man spricht dann von einem diffusen Organ. Solche diffusen Organe pflegen sich auf einer höheren phyletischen Ausbildungsstufe mehr und mehr zu konzentrieren. Alle Organe eines Tieres sind voneinander wechselseitig abhängig, was als *Korrelation* bezeichnet wird. Kann z. B. der Darm seine Aufgabe nur unvollkommen erfüllen, so leiden darunter alle Organe. Häufig arbeiten mehrere Organe in ähnlicher Weise zusammen und werden dann zu einem Organsystem vereinigt. So gehören alle Organe, welche die Nahrung bearbeiten (Mundhöhle, Zähne, Schlund, Magen, Leber u. dgl.) zu dem System der Ernährungsorgane. Ein Organ besteht fast immer aus mehreren Geweben, unter denen aber eins, das sog. Hauptgewebe, den Charakter der Arbeitsleistung bestimmt. In einer Drüse ist z. B. das sekretorische Epithel das Hauptgewebe, während Ausführgang, Bindegewebe, Blutgefäße und Nerven die Nebengewebe bilden. Ein Organ vollzieht sehr häufig mehrere Funktionen: z. B. dient ein Insektenfühler zum Tasten und zum Riechen. Der Schnabel der Vögel ergreift nicht nur die Nahrung, sondern wird auch beim Einölen des Gefieders, beim Nestbau und zur Verteidigung gebraucht. Es läßt sich in solchen Fällen in der Regel eine Hauptfunktion den Nebenfunktionen gegenüberstellen. Viele Beispiele zeigen, daß eine Nebenfunktion im Laufe der Stammesgeschichte zur Hauptfunktion werden kann, was als *Funktionswechsel* bezeichnet wird. Umgekehrt können Körperteile ihre Funktionen mehr oder weniger rückbilden und zu rudimentären Organen werden. Obwohl sich viel dagegen sagen läßt, werden die Organe meist eingeteilt in: animale, welche bei den Pflanzen mehr oder weniger fehlen: Haut, Bewegungsorgane, Skelettorgane, Nervensystem, Sinnesorgane, und in vegetative, welche auch den Pflanzen in den Hauptzügen zukommen: Ernährungsorgane, Atmungsorgane, Nierenorgane, Blut- oder Zirkulationsorgane, Geschlechtsorgane.

A. Haut und Hautskelette.**I. Wirbellose Tiere.**

Die Haut (Integument, Cutis) dient zur äußeren Begrenzung des Körpers, zum Schutz der inneren Organe, zur Aufnahme der Reize aus der Umgebung und meist auch zur Atmung und Ausscheidung; bei niederen Tieren ist sie auch sehr oft Trägerin der Lokomotion.

Je nach der Körperstelle und der Lebensweise ist die Haut mehr in den Dienst der einen oder der anderen Funktion gestellt und erhält dadurch ihr besonderes Gepräge. Da die Haut mehr als die anderen Organe mit der Außenwelt in Berührung kommt, so prägt sich die

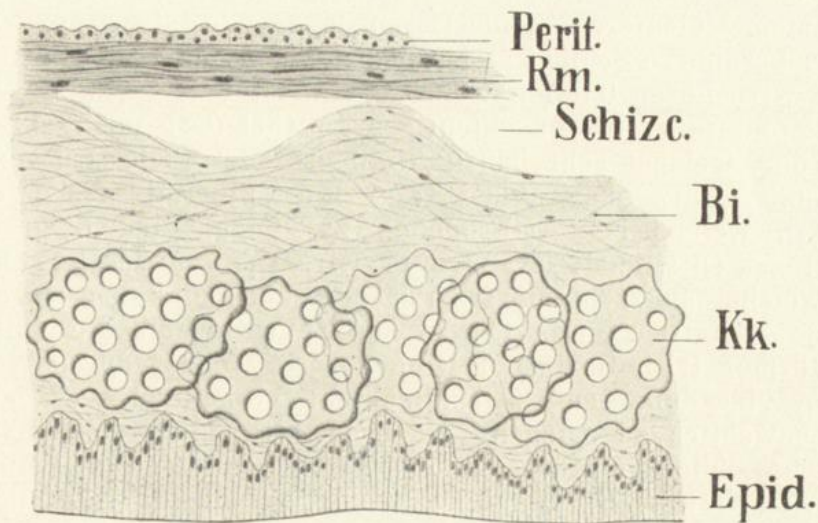


Fig. 133. Schema der Haut einer Holothurie (*Cucumaria*). *Bi* Bindegewebe, *Epid* Epidermis, *Kk* Kalkkörper, *Perit* Peritoneum, *Rm* Ringmuskulatur, *Schizc* Schizocöl. Orig. Zwischen *Perit* und *Rm* kann noch eine kalkkörperführende Bindegewebsschicht liegen.

ganze Verschiedenartigkeit der Lebensbeziehungen an ihr aus. Sie ist bei den verschiedenen Abteilungen des Tierreichs so verschieden, daß ein Blick auf ein Stück der Haut oder auf einen Schnitt durch sie genügt, um zu erkennen, ob sie von einem wirbellosen Tier oder einem

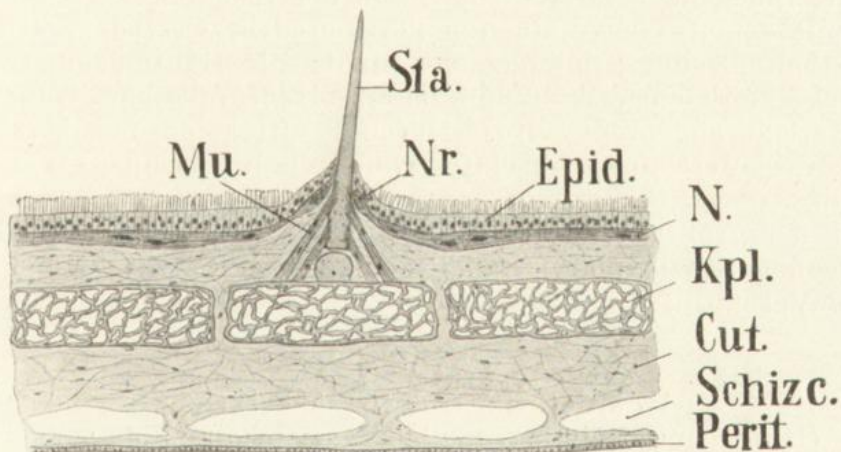


Fig. 134. Schema der Haut eines Seeigels. *Cut* Cutis, Unterhaut, *Kpl* Kalkplatte, *N* Nerv, *Nr* Nervenring, *Mu* Muskeln des Kalkstachels (*Sta*), *Perit* Peritoneum, *Schizc* Schizocöl. Orig.

Wirbeltier, einem Cölenter oder einem Mollusk, einem Amphibium oder einem Reptil stammt. Die Haut fast aller Metazoen besteht aus einer ektodermalen Oberhaut (Epidermis) und aus einer mesodermalen Unterhaut (bei höheren Tieren auch Lederhaut, *Corium* genannt),

welches sich aus Bindegewebe mit oder ohne Muskulatur, Nerven und Blutgefäßen zusammensetzt. Da aus dem Ektoderm das zentrale Nervensystem hervorgeht, so bleibt dies bei vielen niederen Tieren mehr oder weniger der Haut eingelagert (389). Die Unterhaut fehlt noch bei manchen einfacher organisierten Wirbellosen, z. B. bei Schwämmen, Cölenteren, Rädertieren u. a. und sie grenzt sich auch nicht als besondere Schicht ab bei den parenchymatösen Würmern (137). Bei den wirbellosen Tieren, welche ja meist von geringer Größe sind, ist die Epidermis ein einschichtiges Epithel (64) von sehr verschiedener Höhe, welches sehr häufig flimmert oder viele Drüsenzellen enthält. Zum Schutz nach außen trägt die Epidermis meist eine Cuticula (64 i), welche bei Arthropoden zu einem dicken, geschichteten Chitinpanzer entwickelt ist. Dieser wird von zarten Kanälen durchzogen, welche senkrecht zur Oberfläche stehen und den Durchtritt der Atemgase gestatten. Das Chitin und auch schon die Cuticula der Ringelwürmer tritt in festen Ringen auf, welche durch Gelenkhäute mit einer viel dünneren Cuticularschicht verbunden werden, um den Körper beweglich zu machen. Da das Chitin sich nicht in demselben Maße dehnt, wie der Körper wächst, so muß der ganze Chitinpanzer periodisch abgeworfen werden. Nach einer solchen Häutung scheidet die Epidermis eine neue Chitinlage aus. Bei den Echinodermen wird die Haut durch kalkige Skelettelemente in der Unterhaut verfestigt. Diese bestehen bei den Seegurken aus zahllosen mikroskopisch kleinen Körperchen (133), bei den übrigen Stachelhäutern aus größeren Platten (134), auf denen vielfach Stacheln sitzen, welche die Epidermis durchsetzen. Bei der Mehrzahl der Mollusken scheidet der Mantel mit Hilfe seiner einzelligen Drüsen (64 i) eine dicke Kalkschale aus, welche als ein totes Gebilde den ganzen Körper umhüllt. Aus der Haut gehen je nach ihrer Beschaffenheit eine Fülle besonderer Organe hervor, z. B. Borsten bei den Ringelwürmern, Haken bei Trematoden und Cestoden, Stacheln bei Krebsen, Haare bei Insekten. Auch die Saugnapfe, mit denen viele Parasiten (Trematoden, Cestoden, Hirudineen) sich festhalten, sind Bildungen der Haut; die Hautmuskulatur ist bei ihnen sehr stark entwickelt und um eine Hautgrube angeordnet, welche der Unterlage angepreßt wird. Durch Kontraktion der Muskeln entsteht in der Vertiefung ein luftverdünnter Raum und saugt sich dadurch an.

Bei der großen Mannigfaltigkeit der Hautgewebe der wirbellosen Tiere begnügen wir uns mit der Schilderung einiger besonders interessanter Verhältnisse.

Cölenteren.

Die Haut der Hohltiere ist dadurch bemerkenswert, daß an ihr besondere Hautorgane meist noch nicht entwickelt sind, sondern überall nebeneinander Zellen für die verschiedensten Aufgaben liegen. Fig. 360 d zeigt schematisch das Ektoderm von *Hydra* mit noch ziemlich einfachen Verhältnissen. Die meisten Zellen sind Epithelmuskelzellen ohne drüsigen Charakter. Einen solchen nehmen sie nur an der Fußscheibe durch eingelagerte Sekretröpfchen an. Zwischen den Zellen kommen vereinzelte Sinneszellen vor, welche mit einer Nervenzelle in Verbindung stehen und distal in ein kleines Stiftchen auslaufen. Viel häufiger sind Nesselzellen, welche ein kleines Härchen (Cnidocil) tragen und eine Nesselkapsel umschließen. Da von diesen vier ver-

schiedene Sorten vorhanden sind, große ovale, große und kleine stabförmige und kleine birnförmige, so wird man ebensoviele Sorten von Nesselzellen annehmen müssen. In der Jugend liegen sie mehr an der Basis des Epithels. Zwischen den unteren Enden der Deckzellen finden sich zerstreute Ganglienzellen, deren Ausläufer untereinander zusammenhängen. Von den Genitalzellen, welche auch aus dem Ektoderm hervorgehen, sehen wir hier ab. Eine dünne strukturlose Stützlamelle trennt beide Körperschichten voneinander. Ein Schnitt durch einen Tentakel einer Seerose (135) zeigt schon kompliziertere Verhältnisse. Die Deckzellen erscheinen als sehr schmale Stützfasern (*stf*), die nur um den Kern und am distalen Ende etwas breiter werden und mit einem Wimperschopf versehen sind. Von ihnen haben sich die Muskelzellen (*mx*) abgesondert und liegen dicht neben der Stützlamelle. Nach außen von ihnen breitet sich basiepithelial eine Schicht von Nervenfasern (*nf*) aus mit eingestreuten Nervenzellen, welche mit den in der Figur nicht abgebildeten schmalen Sinneszellen in Verbindung stehen. Sehr auffallend sind die großen Schleimzellen (*ke*) mit vakuoligem Inhalt und die von Körnern erfüllten, mit Säurefuchsin sich stark rotfärbenden Eiweißzellen. Beide Sorten sind in dem Schlundrohr und in den vom Ektoderm sich ableitenden Mesenterialwülsten sehr häufig. Es sind zwei verschiedene Formen von stabförmigen Nesselkapseln vorhanden, solche mit dicker Kapselwand, welche sich mit Methylenblau stark färben (*cn*₁) und solche mit dünner Wand, die sich in dem genannten Farbstoff kaum färben, dagegen Säurefuchsin reichlich aufspeichern (*cn*). Die ersteren dienen zum Vergiften, die

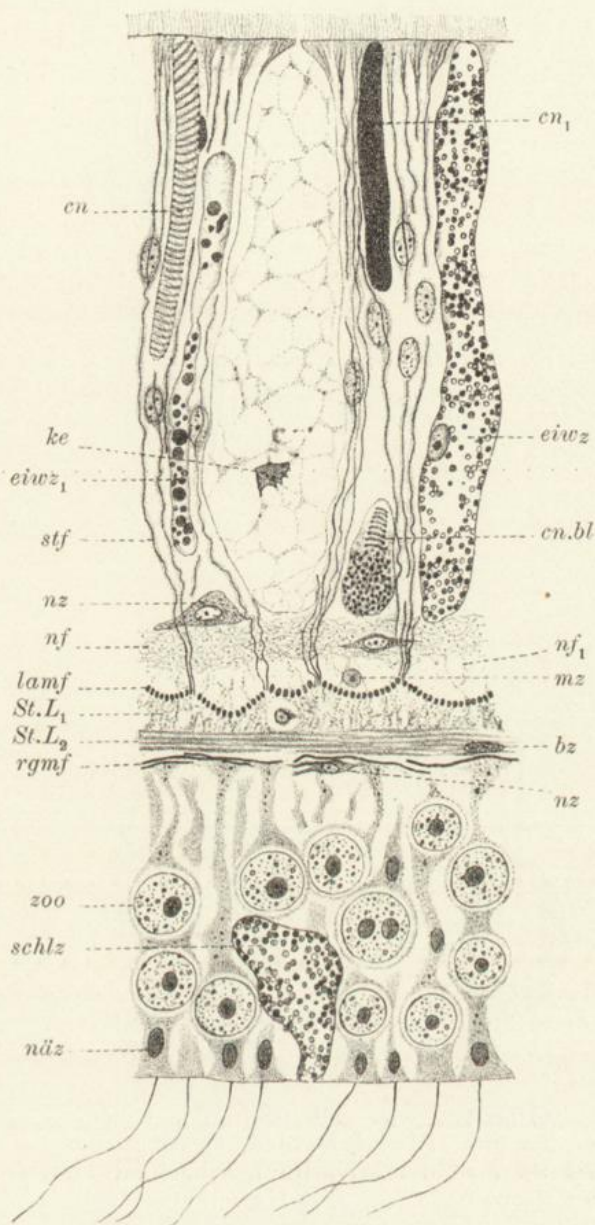


Fig. 135. Tentakelquerschnitt einer *Aneemonia sulcata* nach SCHNEIDER. *bx* Bindegewebszelle, *cn* dünnwandige, *cn*₁ dickwandige Nesselkapsel, *cn.bl* junge Nesselzelle, *eivz* Eiweißzelle, *eivz*₁ eine solche mit Sekretresten, *ke* Kern einer Schleimzelle, *lmf* Längsmuskel, *mx* Muskelzelle, *näz* Nährzelle des Darms, *nf* Nervenfasern, *nf*₁ Nervenfasern der Muskeln, *nz* Nervenzelle, *rgmf* Ringmuskelfasern, *schlz* Schleimzelle des Darms, *St.L*₁ und *St.L*₂ Schichten der Stützlamelle, *stf* Stütz fibrille der Deckzelle, *zoo* Zooxanthelle.

letzteren zum Ankleben der Beute. Die schmalen Entodermzellen des Tentakels umschließen eine oder mehrere Zooxanthellen (Algen) und tragen einen langen Geißelfaden.

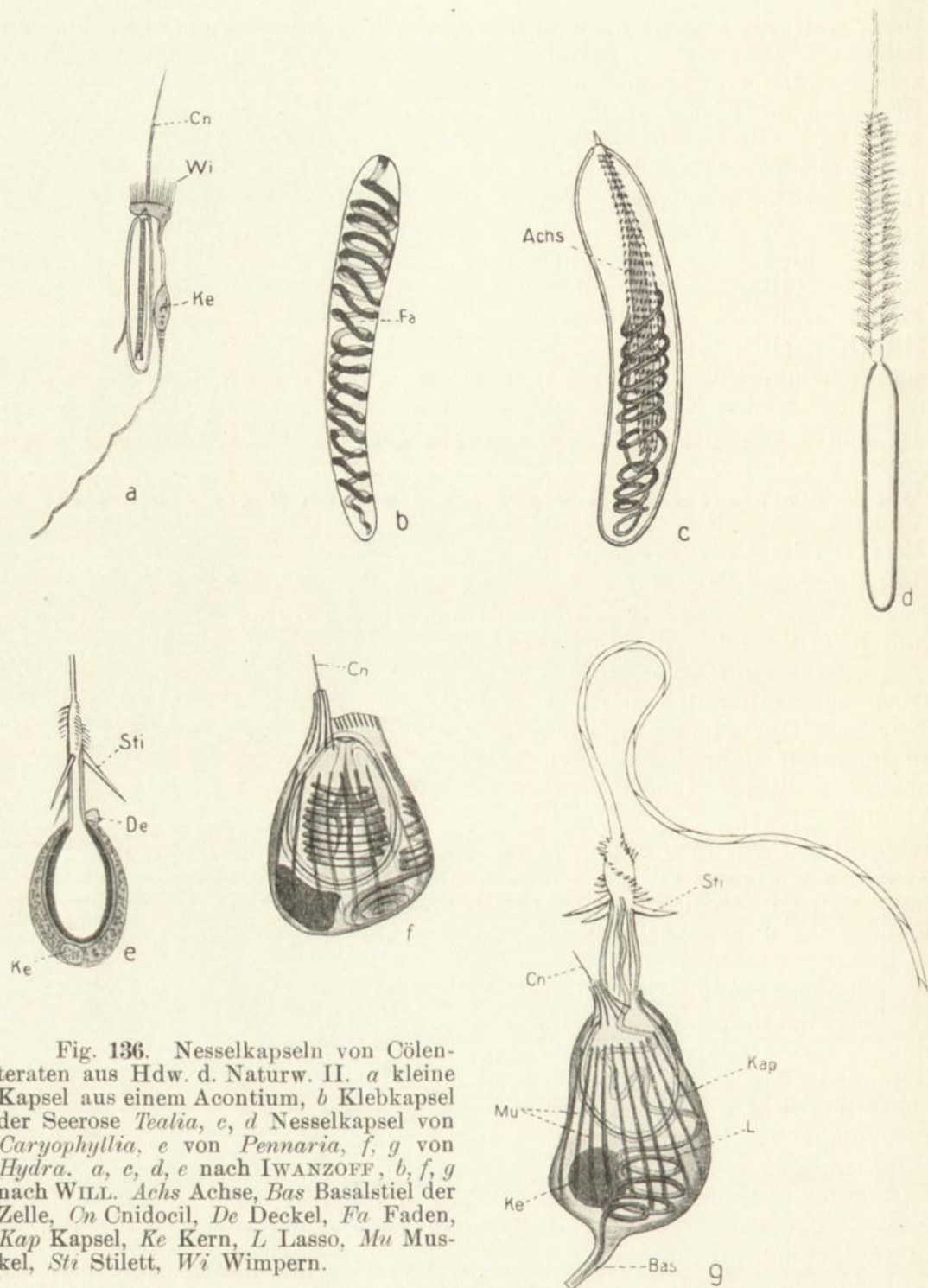


Fig. 136. Nesselkapseln von Cölenteraten aus Hdw. d. Naturw. II. *a* kleine Kapsel aus einem Acontium, *b* Klebkapsel der Seerose *Tealia*, *c*, *d* Nesselkapsel von *Caryophyllia*, *e* von *Pennaria*, *f*, *g* von *Hydra*. *a*, *c*, *d*, *e* nach IWANZOFF, *b*, *f*, *g* nach WILL. *Achs* Achse, *Bas* Basalstiel der Zelle, *Cn* Cnidocil, *De* Deckel, *Fa* Faden, *Kap* Kapsel, *Ke* Kern, *L* Lasso, *Mu* Muskel, *Sti* Stilet, *Wi* Wimpern.

Wenn wir die Haut der Hohltiere hier beschreiben, so geschieht es in erster Linie wegen der Nesselzellen (Nematocyten) mit ihren **Nesselkapseln** (Nematocysten, Cniden, κνίδη = Brennessel), welche vielleicht die merkwürdigsten überhaupt bekannten Meta-

zoenzellen sind. Diese Kapseln sind die einzigen Schußwaffen, deren sich Tiere im Kampf ums Dasein bedienen, und sie sind um so beachtenswerter, als sie nur den Cölenteren, mit Ausnahme der Ctenophoren, zukommen und an jedem Individuum in sehr großer Zahl, bei großen Seerosen sogar zu Millionen, vorhanden sind. Sie wurden zuerst von EHRENBURG 1836 bei *Hydra* entdeckt. Man kann die Nesselzellen nicht als Drüsenzellen ansehen, denn die Kapseln sind so kompliziert, daß sie nicht als ein Sekret, sondern nur als ein Bildungsprodukt des Protoplasmas beurteilt werden können. Mit den Sinneszellen stimmen sie darin überein, daß sie durch das Cnidocil Reize aufnehmen können, aber sie scheinen andererseits nicht mit den Ganglienzellen zusammenzuhängen. In manchen von ihnen treten muskelartige Fäden (136 g) auf. An die Geschlechtszellen der Hohltiere erinnern sie durch ihre weiten Wanderungen, indem sie in ganz andern Körperregionen entstehen, als wo die Kapseln verbraucht werden. Es erscheint mir fraglich, daß das Cnidocil aus verklebten Wimpern hervorgegangen ist, selbst wenn die Nesselzelle in seltenen Fällen (136 a) solche trägt. Wahrscheinlich handelt es sich hier um einen protoplasmatischen Fortsatz ähnlicher Art, wie bei vielen Sinneszellen. Ich halte die Nesselzellen für Bildungen eigner Art, die sich aus indifferenten Zellen in noch unbekannter Weise entwickelt haben, aber nicht auf Drüsen oder Sinneszellen zurückgeführt werden können. An der Basis des Cnidocils erhebt sich die Zelloberfläche in der Regel etwas und kann hier auch fasrige Stützelemente enthalten (f, g). Der Kern der Zelle liegt meist unter der Kapsel, wenn diese birnförmig ist; aber auch seitlich neben stabförmigen Kapseln. Abgesehen von flachen Epithelien zieht sich die Nesselzelle basalwärts in einen Stiel aus (136 g; 360 d, *Nex*), welcher sich an die Stützlamelle anheftet. Dieser Stiel ist elastisch und wird daher je nach der Höhe des Epithels bei den Körperkontraktionen ausgezogen oder verkürzt. Bei Trachymedusen ist der Stiel in mehrere Fortsätze gespalten. Die ovalen, birnförmigen oder länglichen Kapseln haben eine Länge von einigen Mikromillimetern bis höchstens 1 mm. Sie bestehen aus einer dicken Wand und einer dünnen Innenhaut, welche sich in den eingestülpten und spiralig aufgerollten Nessel-faden fortsetzt. An dem nach außen gekehrten Entladungspol wird die Kapsel von einem Deckel geschlossen, der vor der Explosion zuerst aufspringt, worauf sich der Faden blitzschnell nach außen umstülpt. Der Faden ist ein hohler Schlauch, welcher am freien Ende mit einer Oeffnung abschließt und dessen Wand von feinen Poren durchsetzt ist. Er ist entweder überall gleich breit (136 b) oder er erweitert sich an seiner Basis zu einem mit Borsten oder Härchen besetzten „Achsen- oder Halsstück“. Bei den höchstentwickelten Nesselzellen kommen um die Kapsel herum zarte Fäden vor, welche als Muskeln gedeutet werden (136 g) und die entweder in der Längsrichtung oder quer verlaufen; außerdem nicht selten ein Fadenknäuel (L), welcher die ausgeschleuderte Kapsel festhält und so das Beutetier an dem Tentakel verankert. Dieser Faden setzt sich basalwärts in den Stiel der Zelle fort und durchzieht diesen als Stütze. Es ist eine noch ungeklärte Frage, welche mechanischen Kräfte bei der Entladung tätig sind. Sie erfolgt normalerweise nur nach Reizung des Cnidocils, nicht auf Grund von innen kommender Reize, denn die Nesselzelle scheint nicht in Verbindung mit den Ganglienzellen zu entstehen. Die Reizung hat wahrscheinlich zur Folge, daß Flüssigkeit aus der Nesselzelle, vielleicht auch

von außen durch Sprengung des Deckels in die Kapsel eindringt und hier eine Quellung eines Kolloids hervorruft, welches in Spiralen die Innenseite des ruhenden Fadens bedeckt und diesen bei der Quellung ausstülpt, wobei die umgebenden Muskelfäden gleichzeitig einen Druck auf die Kapsel ausüben. Möglicherweise leiten sie auch den Quellungsdruck gegen das Vorderende der Kapsel und verhindern, daß die Kapsel an irgendeiner andern Stelle platzt, denn die zum Umstülpen und Herausschleudern des Fadens nötige Kraft muß sehr groß sein. Auch die Elastizität der Kapselwandung muß bei der Explosion eine Rolle spielen, denn diese wird hierbei kürzer. Jede Kapsel kann nur einmal gebraucht werden, und nach der Entladung degeneriert die zugehörige Zelle.

Fast immer sind mehrere Sorten von Nesselkapseln für verschiedene Zwecke vorhanden, wie schon für die Actinien angedeutet wurde. Bei *Hydra* und vielen anderen Hohltieren sind folgende drei Sorten zu unterscheiden:

1. Schuß- oder Stilettkapseln (136 e, g), welche mit den großen Borsten die Haut des Gegners zuerst anbohren und dann den Schlauch in sie mehr oder weniger weit hineintreiben, so daß das Gift der Kapsel gut eindringen kann. Selbst dünne Chitinpanzer können von ihnen durchschlagen werden. Sie dienen hauptsächlich zum Angriff auf glatte Körperoberflächen. Die großen birnförmigen Kapseln von *Hydra* gehören hierher.

2. Wickelkapseln, deren Fäden sich um Borsten des Gegners herumwickeln. Hierher die kleinen birnförmigen Kapseln von *Hydra*.

3. Klebkapseln, welche durch ein klebriges Sekret oder durch Verschleimen des Fadens die Beute festhalten oder zum Ankleben der Tentakeln benutzt werden. Hierher die großen und kleinen zylindrischen Kapseln mit einem Faden ohne Halsstück.

Die Wirkung der Schußkapseln ist bei großen Siphonophoren (*Physalia*, *Halistemma*), bei Milleporiden („Feuerkorallen“) und einzelnen großen Medusen so stark, daß ein Mensch fast ohnmächtig werden kann. In den meisten Fällen aber kann man selbst große Quallen und Hydroidenstöcke ganz ruhig anfassen. Das Gift wird als *Hypnotoxin* bezeichnet, weil es die Beutetiere lähmt, und, in Tauben eingespritzt, diese zunächst in tiefen Schlaf versetzt und dann tötet. Hydren vermögen sogar kleine Forellen von 3—4 cm Länge zu töten. Die chemische Zusammensetzung des Giftes ist nicht bekannt.

Die reifen Nesselkapseln finden sich fast nur im Ektoderm, und zwar besonders an den Tentakeln und in der Umgebung des Mundes, weniger zahlreich an den Seitenwänden der Polypen und an der Schirmoberfläche und dem Mundschlauch der Medusen. Sie fehlen an dem von Periderm bedeckten Stiele der Polypen. Sehr häufig sitzen sie in großer Zahl als sog. Nesselbatterien dicht beieinander und springen dann als Knöpfe oder Streifen vor. Bei manchen koloniebildenden Arten sind besondere Verteidigungstiere (127 t, 128 sp) ohne Mundöffnung mit zahlreichen Nesselknöpfen vorhanden. Bei den Anthozoen treffen wir die Nesselkapseln auch im Schlundrohr an und ferner auf den Mesenterialfäden und den Akontien, zwei Bildungen, die wahrscheinlich ektodermalen Ursprungs sind. Es scheint also, daß die Kapseln nur vorübergehend auf der Wanderung dem Entoderm eingelagert sind. Die Nesselzellen gehen hervor aus subepithelialen Ektodermzellen gewisser Körperregionen, welche weit abliegen von den

Verbrauchsstätten. Die noch unreifen Nesselzellen müssen also von ihrer Bildungsstätte fortwandern, wobei sie sich mit kurzen stumpfen Pseudopodien des basalen Zellenendes längs der Stützlamelle durch die Zellen hindurchschieben. Bei *Hydra* entstehen die Zellen im Mauerblatt, bei den Hydropolypen an den von Periderm bedeckten Stielen und Wurzeln, bei Siphonophoren in den „Basalwülsten“ der Freßpolypen, bei Leptomedusen am Schirmrand oder Magenstiel, bei Antho- und Trachymedusen sogar im Entoderm der Mundgegend. Die Bildung der Nesselzellen erfolgt also fast immer an solchen Körperstellen, die nicht so leicht abgefressen oder abgerissen werden können, wie die Tentakeln oder die Mundregion. Wir haben es hier mit einer sekundär entstandenen Anpassung zu tun, welche die Neubildung dieser Schutz- waffen auch an stark verletzten oder in Regeneration befindlichen Tieren gestattet. Bei den Tubularien schlagen die Zellen einen möglichst praktischen Weg ein, indem sie aus dem Ektoderm des Stiels zunächst in das Entoderm und den Gastralkanal wandern, dann in diesem zum Magen des Polypen gelangen und von hier durch das Entoderm hindurch zum Ektoderm der Tentakeln kriechen. An den Bildungsstätten legt sich die Kapsel in den Zellen zunächst als eine Vakuole an, deren Wand sich verdickt, während im Innern eine körnige Masse auftritt. Dann entsteht außerhalb der Kapsel an deren distalem Pole ein hin und her gewundener „Außenschlauch“, welcher große Ähnlichkeit mit dem späteren Nesselfaden hat, aber doch nur ein Saftkanal sein kann, welcher der Kapsel das nötige Bildungsmaterial zuführt, denn eine Einstülpung des Außenschlauchs ist nicht beobachtet worden. Es bildet sich vielmehr darauf der Faden in der Kapsel, der seine letzte Ausbildung während der Wanderung der Nesselzelle erfährt.

Die Nesselkapseln werden merkwürdigerweise von einigen ganz anderen Tieren als Waffen benutzt (Cleptocniden). Wenn der Strudelwurm *Microstomum lineare* Hydren oder *Cordilophora lacustris* frißt, so werden die Nesselkapseln nicht verdaut, sondern gelangen unter das Ektoderm des Wurms und können hier nach Reizung explodieren. Dasselbe gilt für manche marine Turbellarien. Die Aeolidier unter den Nacktschnecken haben an den Enden ihrer Rückenanhänge sogar sog. „Nesselsäcke“, d. h. Erweiterungen der Darmäste, welche mit Nesselkapseln gefüllt sind, die dem Angreifer entgegengeschleudert werden.

Echinodermen.

Bei den Echinodermen ist das Corium (134) der Hauptbestand- teil der Haut, welcher zugleich die Skelettsubstanzen umschließt, und das niedrige Flimmerepithel tritt dagegen ganz zurück; so erklärt es sich, daß bei Ophiuren, mit Ausnahme der Euryaliden, und bei Crinoiden auf der Apicalseite der Scheibe und Arme das Epithel sehr niedrig wird und keine Zellgrenzen mehr erkennen läßt und die Skelettmasse fast bis zur Oberfläche vordringt. Es kann sogar bei alten Tieren vorkommen, daß stellenweise das Epithel verdrängt wird. Solche Ver- änderungen kommen dadurch zustande, daß das Bindegewebe bei Fehlen der Basalmembran sich zwischen die Epidermiszellen schiebt, ein Prozeß, dessen erste Anfänge bei Hirudineen, manchen Mollusken u. a. zu be- obachten ist.

Im übrigen zeigt die Haut der Echinodermen eine charakteristische Schichtung aus Epidermis, dreiteiligem Corium und Peritoneum, welche

besonders deutlich an den Holothuriern zutage tritt (133). Zu äußerst die nicht selten flimmernde Epidermis, dann eine dicke, stark verkalkte Coriumschicht, welche aus dem äußeren Mesoderm hervorgeht, darauf eine zarte, aus dem Blastocöl hervorgehende Bindegewebslage mit vielen leukozytenreichen Schizocöllakunen, sodann eine muskulöse Bindegewebschicht, welche aus dem inneren Mesodermblatt hervorgeht und ebenfalls Kalkkörper enthalten kann, und endlich das Cölomepithel (Peritoneum). Die Muskulatur besteht aus Ringfasern und längs der Radien (373) aus Längsfasern. Bei den Klassen mit festem oder wenig beweglichem Skelett [Seeigel (134), Ophiuren, Seelilien] tritt sie stark zurück und beschränkt sich auf die Bewegung von Stacheln, Wirbeln und anderen Skelettelementen (372, 13, 16). Die Muskulatur und die Wassergefäßkanäle gehören immer zur inneren Coriumschicht, das Nervensystem zur mittleren, lakunösen, die Skeletteile überwiegend zur äußeren; aus der inneren gehen hervor die Ambulacralia der Seeesterne, der Kauapparat der Echiniden, die Wirbel der Ophiuren (372, 15) und Crinoiden (371). In den letzteren beiden Klassen besteht fast der ganze Arm aus Corium.

Turbellarien.

Die Oberhaut der Strudelwürmer mit ihren flimmernden Deckzellen, Drüsen- und Sinneszellen interessiert uns hier nur wegen der meist in sehr großer Menge, namentlich auf der Rückenseite, vorkommenden stabförmigen Körperchen (Rhabdoiden). Sie werden als Rhabditen (gleichmäßig lichtbrechend), Pseudorhabditen (granuliert) und Rhammiten (feinkörnige Innensubstanz mit heller Rinde) unterschieden. Sie liegen bei den Polycladen büschelweise in den Epidermiszellen, bei den Tricladen (137) und Rhabdocölen außerdem in gewissen Parenchymzellen unter der Haut. Sie haben die Form von geraden oder gebogenen Stäbchen, die häufig an dem einen Ende spitz auslaufen und werden als feste Sekrete (Morphite) aufgefaßt. Sie werden aus den Zellen nach außen gestoßen und verwandeln sich dann in dem umgebenden Wasser in Schleim, welcher eine schützende Hülle bildet, vielleicht auch giftige Eigenschaften hat oder beim Festhalten der Nahrung mitwirkt. Bei einigen Arten kommen größere mehr spindelförmige Sagittocysten vor mit einer Nadel im Innern, die ausgestoßen werden kann. Rhabditen besitzen auch einige Nemertinen und die auf Süßwasserdecapoden lebenden Temnocephalen, welche als eine Uebergangsgruppe von den Strudelwürmern zu den Trematoden aufgefaßt werden. Ihre Epidermis (138) hat die Cilien verloren, was auch bei einzelnen parasitischen Strudelwürmern beobachtet wird, und die Zellen sind zu einem von vielen Vakuolen und Spalten durchzogenen Symplasma verschmolzen, das außen eine Cuticula trägt. Im Parenchym liegen große Drüsenzellen (*hdr*), deren mehrfache Ausläufer sich durch die Epidermis hindurch bis zur Oberfläche verfolgen lassen, die sie vermutlich mit Schleim überziehen. Da das Epithel des Pharynx ebenso wie die Epidermis ektodermalen Ursprungs ist, so sei auf die merkwürdigen Verhältnisse des Tricladenschlundkopfes (139) verwiesen als Beispiel eines eingesenkten Epithels, wie es auch sonst bei Strudelwürmern beobachtet wird; die Zellgrenzen, eine zarte Cuticula und die Cilien sind noch vorhanden, aber Kerne scheinen zu fehlen, da sie auf langen Ausläufern der Zelle tief ins Parenchym gewandert sind, ähnlich wie bei flaschenförmigen Drüsenzellen.

Die noch eigenartigeren Verhältnisse bei **Trematoden** und **Cestoden** (140) haben zu vielen Diskussionen Anlaß gegeben. Zu äußerst wird der Körper begrenzt von einer dicken Cuticula, der sog. Hautschicht,

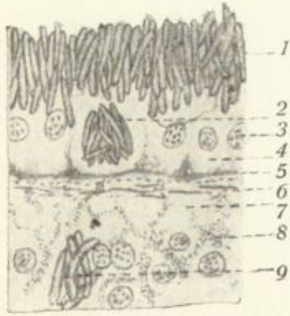


Fig. 137.

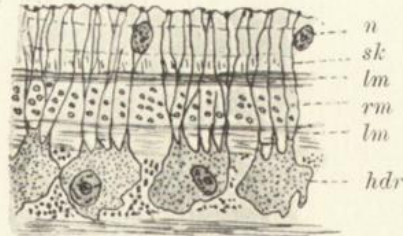


Fig. 138.

Fig. 137. Querschnitt durch die Haut einer Triclade (*Procerodes*) nach WILHELM 1 Rhabditen im distalen Teil der Zellen, 2 Reserverhabditen, 3 Kerne des dorsalen Epithels (4), 5 Basalmembran, 6 Hautmuskeln, 7 Parenchym, 8 Pigmentkörner 9 Parenchymatische Rhabditenbündel.

Fig. 138. Schnitt durch die Haut von *Temnocephala* nach WACKE. *hdr* in die Tiefe gesunkene Drüsenzellen, *lm* Längsmuskeln, *n* Kerne des epithelialen Syncytiums, *rm* Ringmuskeln, *sk* Sekretkanäle der Drüsenzellen.

unter der aber kein Epithel liegt, sondern eine zweite (manchmal auch fehlende) Membran, die sog. Basalmembran, an die sich Muskeln und Parenchym anschließen. Noch weiter nach innen folgen Zellen (140, bei 4), welche bei Trematoden in verschiedenen Höhen locker nebeneinanderliegen, während sie bei Cestoden meist viel dichter, epithelartig, aneinanderschließen. Diese Subcuticularzellen setzen sich mit mehreren Ausläufern bis zur Innenseite der Cuticula fort, die sie in demselben Maße aufbauen, als die Oberfläche sich abnutzt. Ich halte sie mit LOOSS und PRATT für drüsige Parenchymzellen ähnlich wie bei *Temnocephala*, welche die Cuticula ausscheiden, nachdem das bei Larven vorhandene echte Epithel abgeworfen worden ist. Die Cuticula und die Basalmembran sind also Produkte des Parenchyms; wenn bei den monogenetischen Trematoden und manchen digenetischen diese Drüsenzellen fehlen und trotzdem eine Cuticula vorhanden ist, so wird sie von den gewöhnlichen Parenchymzellen erzeugt. Man hat diese Drüsenzellen als in die Tiefe gewanderte Epidermiszellen gedeutet, wogegen aber spricht, daß eine solche Einsenkung nie beobachtet worden ist, und daß die Cuticula nicht den geschichteten Bau einer echten Cuticula hat, sondern häufig eine Struktur von Fasern aufweist, die sich bis in die Parenchymzellen verfolgen lassen. In der Jugend



Fig. 139. Eingesenkte Epithelzellen aus dem Pharynx der Triclade *Gunda ulvae* nach JANDER.

ist stets eine echte Epidermis vorhanden, die bei Miracidien und *Bothriocephalus*-Larven auch noch das Flimmerkleid der Strudelwürmer aufweist. Dann wird später dieses Epithel abgeworfen und gleichzeitig vom Parenchym eine Cuticula gebildet. Dieser Prozeß ist eine Anpassung an den Parasitismus und ersetzt das zarte Epithel durch eine derbe Membran. Die Häutung erfolgt bei Trematoden bald auf dem Stadium des Miracidiums, bald bei der Redie oder der Cercarie. Bei dem in *Cyclops* schmarotzenden *Apoblema* (*Distomum*) *appendiculatum* trägt der ein- und ausstülpbare Anhang des Hinterendes noch ein deutliches Epithel und darunter eine Cuticula, während der ganze übrige Körper nur mit letzterer bekleidet ist. Statt einer echten Häutung finden wir bei manchen Trematoden, daß die Epidermis degeneriert; dann bleiben die Kerne häufig noch lange erhalten und werden von der Sekretmasse der Cuticula umschlossen. So erklären sich die gar

nicht seltenen Bilder, daß in der Cuticula ausgewachsener Trematoden vereinzelter Kerne liegen, was zu der irrigen Vorstellung geführt hat, daß die Cuticula ein metamorphosiertes Epithel sei. Bei den Tänien verwandelt sich das Ektoderm der *Oncosphaera* in eine feste aus Stäbchen gebildete Schale, während bei *Bothriocephalus* das Wimperkleid (141) abgeworfen wird. Bei manchen Cestoden soll das Epithel überhaupt nicht mehr auftreten. Nach MINGAZZINI soll bei den reifen Bandwürmern die äußerste Schicht der Cuticula so entstehen, daß Bestandteile der umgebenden Nahrung in sie verarbeitet werden.

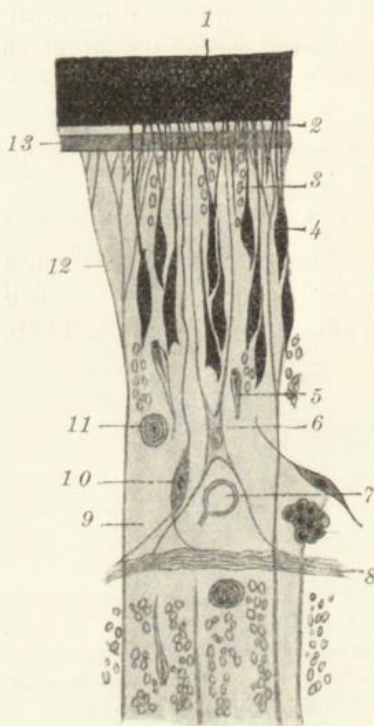


Fig. 140. Querschnitt durch die Haut eines Bandwurms (*Ligula*) nach BLOCHMANN. 1 Cuticula. 2 Subcuticular Basalmembran. 3 Längsmuskeln. 4 Eingesenkte Epithelzellen nach BLOCHMANN'Scher Auffassung. 5 Wimpertrichter der Nierenkanäle (7). 6 Muskelbildungszelle. 8 Nervenfasern. 9 Parenchym. 10 Sinneszelle. 11 Kalkkörperchen. 12 Dorso-ventrale Muskeln. 13 Ringmuskeln.

Zusammenfassung. Saug- und Bandwürmer besitzen nur auf frühen Jugendstadien eine Epidermis. Später wird diese abgeworfen, und der Körper bedeckt sich mit einer vom Parenchym ausgeschiedenen sog. Cuticula, welche aber weder nach ihrem Bau noch nach ihrer Entstehung diese Bezeichnung verdient. An ihrer Bildung sind sehr häufig bei Trematoden und immer bei Cestoden drüsige Parenchymzellen, die sog. Subcuticularzellen beteiligt. Unter der Cuticula kann in derselben Weise eine sog. Basalmembran auftreten. Die erwachsenen Individuen haben also im morphologischen Sinne überhaupt keine Haut. Die Subcuticularzellen sind nach Bau und Entstehung Parenchymzellen und keine eingewanderten Derivate der Epidermis.

Nematoden.

Die Haut der Rundwürmer zeigt manche Besonderheiten durch Ausbildung einer enorm dicken Cuticula, wobei die Epidermiszellen

allmählich aufgebraucht und zu einem dünnen Symplasma (Syncytium), der sog. Subcuticula oder Hypodermis, rückgebildet werden. Gleichzeitig können besondere Median- und Seitenlinien zur Ausbildung kommen, in denen sich das Syncytium sehr verdickt. Bei *Gordius* haben die parasitisch in Insekten lebenden Jugendformen noch hohe, deutlich gesonderte Zellen, welche von Drüsenzellen durchsetzt und von einer zweischichtigen Cuticula bedeckt werden. Die äußere dünne Schicht ist lamellös, die innere dicke besteht aus senkrecht zur Oberfläche stehenden Fasern. Bei erwachsenen Tieren sind keine Zellgrenzen mehr zu erkennen, sondern man findet nur einzelne Kerne in einer dünnen Protoplasmaschicht. Seiten- und Medianlinien fehlen bei *Gordius*. Die innere Cuticularschicht baut sich aus Fasern auf, welche in Lamellen parallel zur Oberfläche angeordnet sind und sich dabei kreuzen, so daß in der Flächenansicht eine Wabenstruktur vorgetäuscht werden kann. Ähnlich bei *Paragordius* und *Nectonema*. Ich nehme an, daß bei diesen drei Gattungen die Fasern der inneren Cuticula durch Abscheidung oder durch kolloidale Ausfällung, nicht durch Umwandlung des Protoplasmas hervorgehen, obwohl die Zellen hierbei

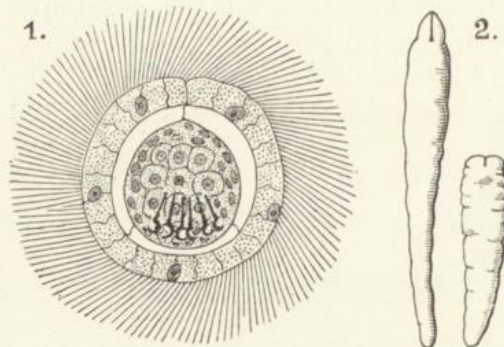


Fig. 141. 1. Oncosphaera von *Bothrioccephalus latus* mit äußerer ektodermaler Flimmerhülle. 2. Plerocercoid Finne aus dem Hecht in ausgestrecktem und zurückgezogenem Zustande. Aus HERTWIG.

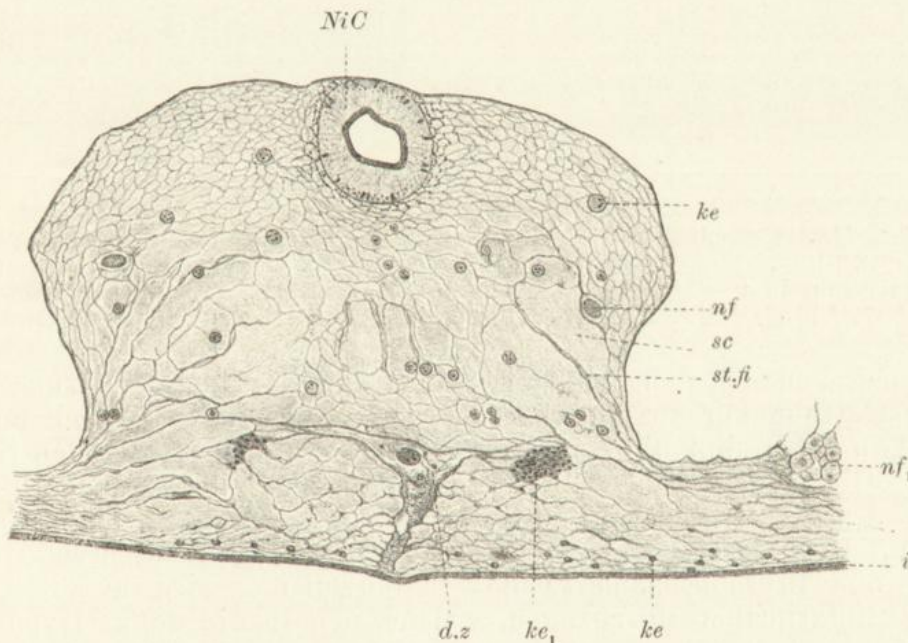


Fig. 142. Querschnitt durch den Seitenwulst von *Ascaris megalocephala* nach SCHNEIDER. *d.z* mediale Zellenreihe, *i* innere Lage der Cuticula. *nf*, *nf*₁ Nervenfaser, *NiC* Nierenkanal, *sc* Syncytium mit den Kernen *ke*, *st.fi* Stützfasern.

allmählich niedriger werden. Bei *Paragordius* ist an den beiden Körperpolen die Epidermis etwas erhöht. Bei den kleinen freilebenden Nematoden finden wir unter der dicken Cuticula acht Längsreihen von Zellen, eine dorsale, eine ventrale und drei laterale (94 A). Sie springen nach

innen stark vor und bilden dadurch die Median- bzw. die Seitenwülste; die Außenzellen der letzteren breiten sich in dünner Schicht bis zu den Medianzellen aus und bedecken demnach fast die ganze Seitenwand. Man findet hier nirgends Kerne, da diese in den Seitenwülsten liegen, deren Zellenzahl häufig vermehrt ist. Bei *Anthraconema* soll die Subcuticula fehlen, was wohl so zu verstehen ist, daß die Ausbreitungen der lateralen Außenzellen sich im Alter rückbilden. Bei *Mermis* wandeln sie sich in zirkuläre Fasern um, so daß auch hier eine Hypodermis,

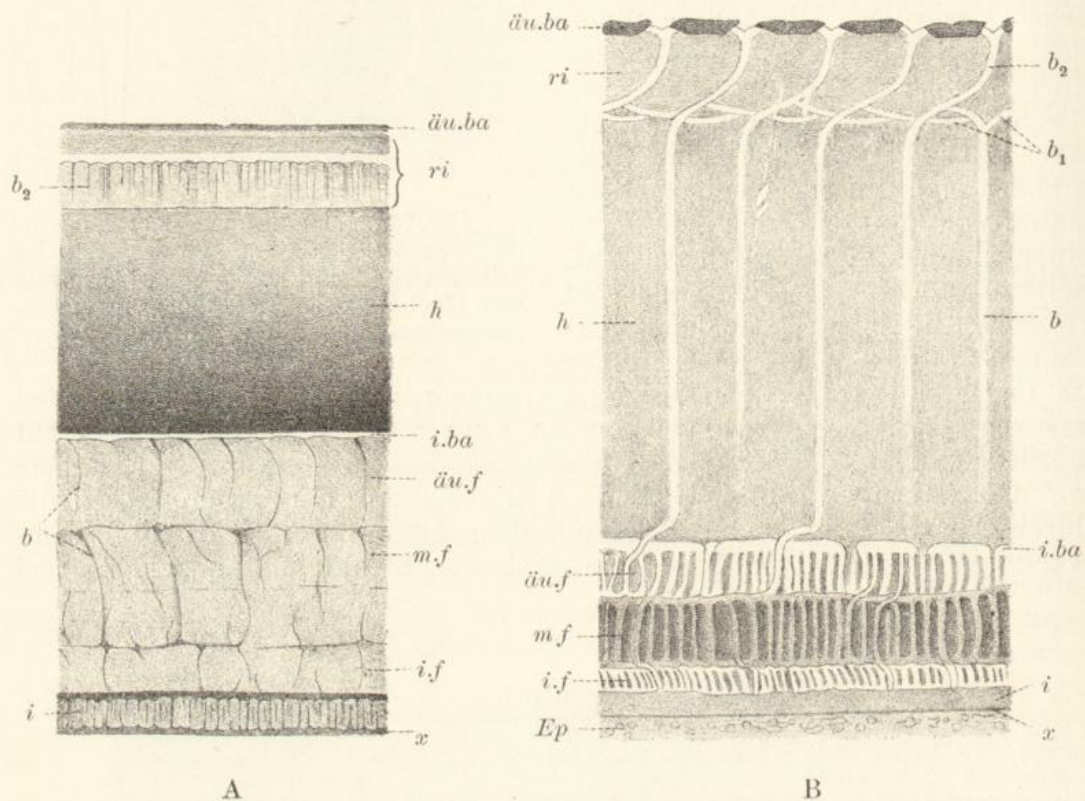


Fig. 143. Cuticula von *Ascaris megalocephala*, A quer, B längsgeschnitten, nach SCHNEIDER. äü.ba äußere Bandschicht, b , b_1 , b_2 Saftkanälchen (Fasern?), Ep Epidermissyncytium, h homogene Schicht, i innere Lage, $i.ba$ innere Bandschicht, $i.f$, $m.f$, $äu.f$ innere, mittlere, äußere Faserlage, ri Rindenschicht, x Grenzmembran.

abgesehen von den Längswülsten, fehlt. Der dorsale Längswulst ist in dieser Gattung nur am vorderen Körperende entwickelt. Bei den Ascariden (142) sind die Seitenwülste groß und umschließen den Nierenkanal. Die beiden Außenzellen verwandeln sich in ein Syncytium mit vielen Kernen, welches die mediale Zellenreihe (dx) umgreift. Zu beiden Seiten dieser Reihe liegen kleine Kerne (ke_1) in dichten Gruppen. Die große Protoplasmamasse des Seitenwulstes wird außerdem von vielen Stützfibrillen durchzogen, welche sich in die dünne Hypodermis fortsetzen. Auch diese enthält viele Stützfasern und zerstreute kleine Kerne. Die Medianwülste sind kleiner als die seitlichen, aber ähnlich gebaut und umschließen Nervenfasern. Diese syncytiale Protoplasmaschicht sondert eine mächtige Cuticula aus, welche um so dicker ist und um so mehr Schichten aufweist, je größer die Arten sind. Bei *Ascaris megalocephala* aus dem Pferde wird sie über 40μ dick und besteht aus mindestens acht Schichten (143). Helle Linien, welche die Cuticula senkrecht bis zur Oberfläche durchziehen, werden meist als Saftbahnen,

von GOLDSCHMIDT als Stützfasern gedeutet. Man wird annehmen dürfen, daß auch bei den Spulwürmern die Epidermis auf früheren Stadien aus getrennten Zellen besteht, welche sich später während der Ausscheidung der Cuticula in ein Syncytium verwandeln.

Eigentümlich verhält sich die Haut der Trichotracheliden an den sog. „Stäbchenfeldern“. Viele stäbchenförmige Zellen erheben sich hier von der Hypodermis und durchsetzen die dicke Cuticula bis zur obersten Schicht, an der sie mit einem Knöpfchen enden. Vielleicht sind sie sensibel. Die Felder sind Verbreiterungen der Seitenwülste.

Die dicke starre Cuticula der Nematoden hat zur Folge, daß der Körper sehr steif ist und nur pendelartige Bewegungen ausführen kann. Ganz dünne Arten (*Gordius*, *Mermis*) vermögen sich spiralg aufzurollen. Eine weitere Folge sind die während des Wachstums regelmäßig, meist viermal auftretenden Häutungen, wobei auch die Cuticula des Schlundes und der Kloake abgeworfen wird. Bei Rhabditiden kann die Cuticula des zweiten Stadiums eine Zeitlang als Cyste das Tier während einer Ruheperiode umhüllen.

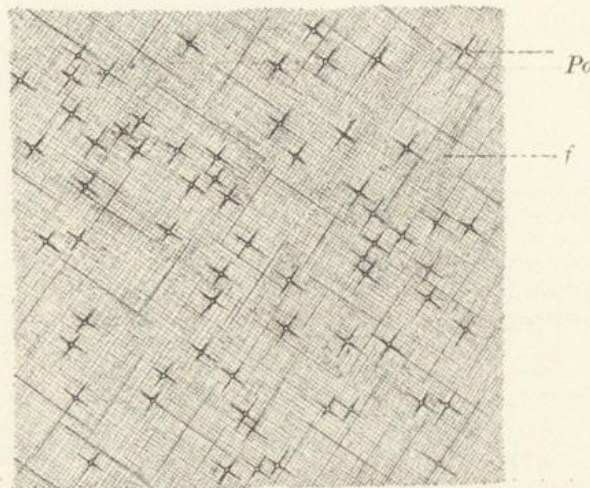


Fig. 144. Stück der abgezogenen Cuticula eines Regenwurms (*Eisenia*), nach SCHNEIDER. *f* Fibrillen, *Po* Drüsenporus.



Fig. 145 a.

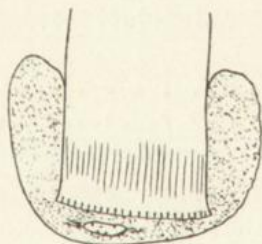


Fig. 145 b.

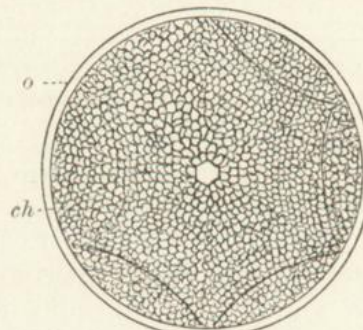


Fig. 146.

Fig. 145. *Lumbricus terrestris*, *a* eine junge Ersatzborste in ihrer noch geschlossenen Follikelröhre. *b* die große Bildungszelle an der Basis einer jungen Borste. Nach SCHEPOTIEFF.

Fig. 146. Querschnitt einer Borste des Ringelwurms *Flabelligera diplochaitus*, nach GÜNTHER. *ch* Chitinröhren, *o* Oberhäutchen.

Anneliden.

Die Epidermis besteht aus Deckzellen und Drüsenzellen; die ersteren sind distal faserig differenziert, und ihre Fasern setzen sich in die Cuticula fort. Die Drüsenzellen produzieren Schleim und sind im Clitellum der Regenwürmer mächtig entwickelt. Die Cuticula ist geschichtet, und jede Schicht besteht aus zarten homogenen Fibrillen, die

durch eine Kittsubstanz zusammengehalten werden. In Fig. 144 sind die Fasern hell, die Kittsubstanz dunkel gehalten. An den Poren der Drüsenzellen erweitern sich die Kittlinien und bilden dadurch ein Kreuz. Die Fasern verlaufen beim Regenwurm und manchen anderen Arten in zwei sich rechtwinklig schneidenden Systemen, die mit der Körperachse einen Winkel von 45 Grad bilden, was vermutlich so zu erklären ist, daß sie von zwei verschiedenen Serien von Zellen gebildet werden. Die Borsten entstehen in zunächst geschlossenen Follikelröhren (145), welche später nach außen durchbrechen und an ihrer Basis eine große Bildungszelle aufweisen; es scheint, daß auch die übrigen Zellen der Röhre die Borste durch Auflagerung eines Oberhäutchens (146) verstärken. Die Borste selbst besteht aus auf dem Querschnitt sechseckigen Chitinröhren, die von innen nach außen dünner werden und in Festigkeitskurven angeordnet sind. Bei *Nereis* und Verwandten finden sich Borsten mit festem Mantel und zentralen geldrollenartig übereinanderliegenden Hohlräumen, deren dünne Wände die Borste quergestreift erscheinen lassen.

Arthropoden.

Das Integument der Gliederfüßer ist von besonderem Interesse, weil es durch Ausbildung eines **Chitinpanzers** die mannigfachsten Funktionen übernimmt; es dient als Außenskelett zum Schutz des Körpers, ist Träger der Farben, ermöglicht die Bildung von Beinen und Flügeln, die uns hier zum erstenmal in der Tierskala entgegentreten, gewährt den Muskeln eine feste Anheftungsstelle und liefert in Form von Haaren, Dornen, Schuppen, Krallen und Skulpturen eine Fülle von Anpassungen oder indifferenten Artmerkmalen. Indem sich die Chitinmasse nach innen in die Leibeshöhle fortsetzt, entstehen sog. Apodemen zur Anheftung von Muskeln, oder zur Umhüllung des Bauchmarks (*Astacus*). Um den Körper beweglich zu machen, findet sich das Chitin in jedem Segment in Gestalt eines derben Ringes, welcher aus 2 oder mehreren Stücken zusammengesetzt ist. Diese Ringe sind durch biegsame Gelenkhäute mit einer meist viel dünneren Chitindecke verbunden.

Das Chitin hat die Zusammensetzung $C^{32}H^{54}N^4O^{21}$. Es ist ausgezeichnet durch eine sehr große Widerstandsfähigkeit gegen Druck und Stoß und gegen Lösungen von KOH und dünnen Säuren. Es löst sich hingegen leicht in kalter konz. H^2SO^4 und HCl; mit J färbt es sich braun oder braunrot, wird aber bei Zusatz von Schwefelsäure nicht blau wie Cellulose. Wie die letztere Substanz in hohem Maße für das Pflanzenreich charakteristisch ist, so gilt das für das Chitin bezüglich des Tierreichs. Nur in der Zellmembran gewisser Pilze ist Chitin nachgewiesen worden. Bei den Wirbellosen ist das Chitin weit verbreitet: in geringer Menge im Skelett der Hornschwämme, reichlich im Periderm der Polypen, ferner in den Borsten der Ringelwürmer und in der Cuticula der Blutegel; bei Schnecken kommt es vor in der Radula, im Kiefer und zuweilen auch im Deckel; bei Muscheln in sehr geringer Menge in der Schale, bei Tintenfischen in der Schale und Radula, im Kiefer und zuweilen auch im Darm. Endlich bei den Arthropoden bildet es überall die Cuticula der Haut, der Geschlechtswege und des Darms, fehlt aber in den Eischalen.

Die Struktur des Chitins ist bei allen Arthropoden im wesent-

lichen die gleiche. Sie erscheint bei Anwendung starker Vergrößerungen zuweilen homogen, meist zusammengesetzt aus fibrillären Schichten und nicht selten bei Anwendung stärkster Systeme von wabigem Bau. Einen homogenen Eindruck machen in der Regel nur sehr dünne Chitindecken, wie sie in den Flügeln der Bienen, Fliegen und anderer Insekten und in der Haut kleiner Maden vorkommen. Sobald das Chitin dicker wird, kann man in der Regel eine besondere „Außenlage“ oder „Emailschicht“ (64h bei α) und darunter eine Anzahl von horizontalen Schichten erkennen. Die Außenlage ist bei Insekten Träger des dunklen Pigments und läßt bei Flächenansicht häufig eine polygonale Felderung erkennen, welche den Matrixzellen entspricht. Sie kann auch wabig gebaut sein oder bei metallisch glänzenden Hautdecken eine senkrechte Stäbchenstruktur aufweisen. Sie ist durch Ausbildung von Leisten oder Vertiefungen der Sitz der verschiedensten Skulpturen und oft besonders fest, so daß sie durch kochende HCl nicht gelöst wird.

Die nun folgenden dünnen Lagen zerfallen meist in zwei oder mehrere Schichten, welche sich oft verschieden färben. So finden wir bei den dekapoden Krebsen zunächst eine Pigmentschicht (147b) mit einem bläulichen, beim Kochen und in Säuren rot werdenden Farbstoff (Carotin). Die Lagen der Pigmentschicht und der darauffolgenden Hauptschicht (147c) sind ebenso wie die Schichten der Insekten zusammengesetzt aus parallelen Fibrillen, welche sich kreuzen, und zwar in benachbarten Lagen fast rechtwinkelig. Der ganze Panzer mit Ausnahme der Außenlage ist ferner durchsetzt von dichtstehenden vertikalen Linien, welche, wie es scheint, sehr verschiedener Natur sind; die ganz zarten werden wohl gebildet durch die Kittsubstanz der Fibrillen. Andere entstehen dadurch, daß die Matrixzellen zarte Ausläufer bilden, zwischen denen die Ausscheidung des Chitins erfolgt (148). Diese Ausläufer können später zu Fasern werden. Endlich finden sich Porenkanäle, welche die horizontalen Schichten durchsetzen, indem die Fibrillen in Spalten auseinanderweichen. Solche Spalten geben dann, wie beim Regenwurm (144), in der Flächenansicht das Bild eines Kreuzes, da die Fibrillen sich schneiden. Solche Kanäle führen in vielen Fällen in Haare hinein und sind mit Protoplasma erfüllt (64h) oder sie dienen als die Ausführgänge von Drüsenzellen oder sie sind leer,

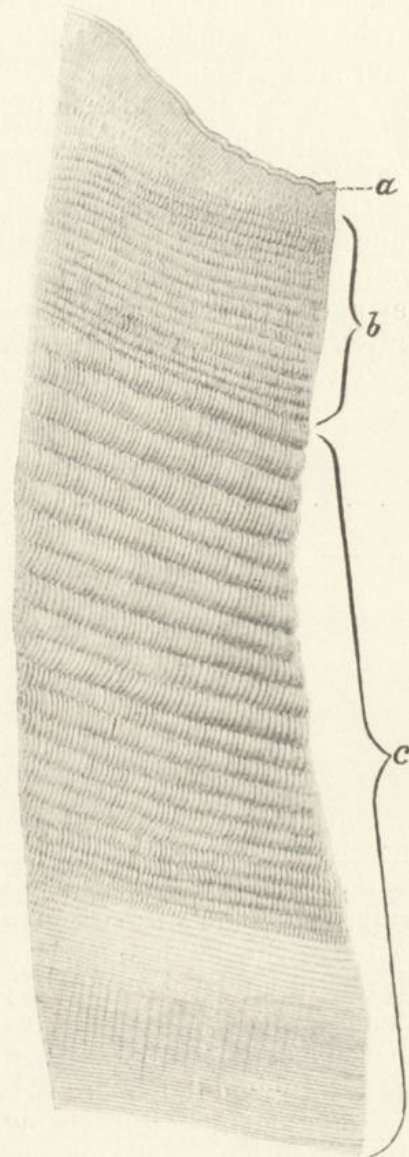


Fig. 147. Vertikalschnitt durch den entkalkten Brustpanzers des Hummers nach TULLBERG mit homogener Außenlage *a*, der Pigmentschicht *b* und der Hauptschicht *c*, welche nach innen zu zarter und weniger kalkreich wird.

indem vermutlich der Fortsatz der Zelle sich rückgebildet hat. Sie dürften dann im Dienste der Hautatmung stehen. Die Ursache der Fibrillenkreuzung bedarf noch der Aufklärung. Nach KAPZOV sollen die hexagonalen Zellen die Fibrillen abwechselnd parallel zu ihren verschiedenen Seiten ausscheiden, weshalb sie sich ungefähr im Winkel von 60° kreuzen. Vielleicht handelt es sich aber um verschiedene Zellen, die nacheinander in Tätigkeit treten. Die Haut der höheren Krebse und mancher Diplopoden ist sehr hart durch Einlagerung von amorphem, nicht doppelt brechenden CaCO_3 , welcher so fein verteilt ist, daß er auf Schliffen nicht erkannt werden kann. Bei *Astacus* enthält der Panzer 40 Proz. organische Substanz, 47 Proz. CaCO_3 , außerdem geringe Mengen von Calciumphosphat, MgCO_3 , CaSO_4 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 und Wasser. Gleich nach der Häutung ist der Panzer weich, ohne Kalk. Er wird erst allmählich vom Blute aus mit Kalk infiltriert, wahrscheinlich mit Hilfe der Porenkanäle. Im Blute lassen sich sehr geringe Mengen von Kalk (0,099 Proz.) nachweisen. Die **Epidermiszellen** der Arthropoden werden häufig als Hypodermis bezeichnet,

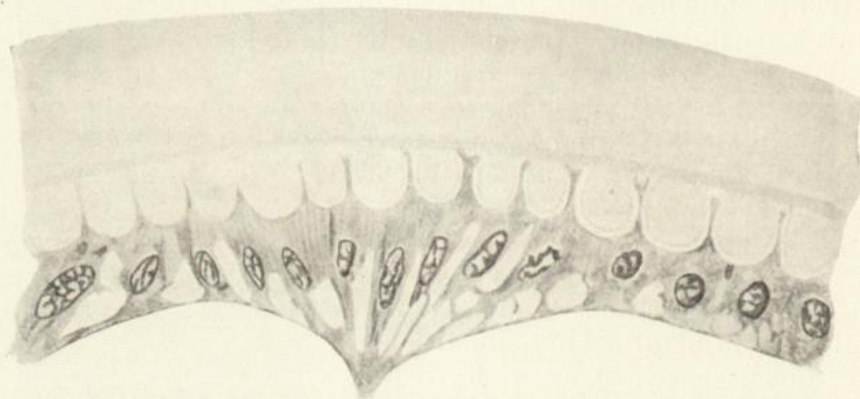


Fig. 148. Bildung des Chitins unter der Außenlage bei einem Goldkäfer (*Cetonia*) nach KAPZOV.

weil ihre Höhe oft so gering ist, daß die Haut fast nur aus dem Chitin besteht. Sie kann unter Umständen $\frac{1}{20}$ oder noch weniger der letzteren betragen und bis auf $1\ \mu$ Dicke herabsinken. In anderen Fällen, namentlich bei dickhäutigen Larven und im Darm, sind die Zellen aber umgekehrt höher als die Cuticula. Im allgemeinen sind die Zellen in der Jugend hochzylindrisch, und je mehr Chitinlagen sie absondern, um so niedriger werden sie, bis sie schließlich zu einem platten Epithel ohne sichtbare Zellgrenzen werden (64h). Die Zellen brauchen sich also allmählich mehr oder weniger auf. Dies kann so weit gehen, daß sie in den Flügeln und Schuppen der Schmetterlinge und bei manchen anderen Insekten vollständig eintrocknen oder degenerieren. Sind die Zellen hoch, so scheiden sie nach innen eine Basalmembran aus. Wo sich Muskeln an das Chitinskelett ansetzen, sind die Zellen fast immer streifig differenziert, und die Basalmembran ist verdickt. Die Muskelfibrillen enden an der letzteren, obwohl es manchmal so scheint, als ob sie direkt in die Stützfibrillen der Zelle übergängen und sich bis zur Cuticula fortsetzten (64n).

Bezüglich des Modus der **Ausscheidung** stehen sich zwei Auffassungen gegenüber. Nach der einen soll das Chitin ein zunächst flüssiges Sekret, nach der anderen ein Umwandlungsprodukt des Proto-

plasmas sein. Die Beobachtung, daß das Chitin in vielen Fällen zuerst als ein Tropfen zwischen den distalen Verlängerungen des Protoplasmas auftritt (148), läßt sich kaum anders als Sekretion deuten. Desgleichen ist die Bildung von Fibrillen als eine kolloidale Ausfällung zu verstehen, und die Wabenstruktur ist eine bekannte Erscheinung in eben solchen Lösungen. HOLMGREN hat die Stäbchenstruktur der Außenlage mit Rücksicht auf die Basalkörner (64!) als verklebte Cilien aufgefaßt, aber es handelt sich hier wohl nicht um echte Zentralkörper, sondern um eine sich stark färbende Kittsubstanz zwischen den Chitinsäulen. So kann die Umwandlungstheorie zurzeit als widerlegt gelten, was nicht ausschließt, daß Protoplasmafäden sich unter Umständen mit Chitin imprägnieren können.

Häutung. Da der starre Chitinpanzer sich mit zunehmender Körpergröße nicht auszudehnen vermag, so muß er von Zeit zu Zeit durch eine Häutung abgeworfen werden, so lange das Wachstum anhält. Da dieses besonders in der Jugend erfolgt, so finden in dieser Periode die meisten Häutungen statt. Der Flußkrebse wirft in den ersten 2 Jahren 2—3mal jährlich den Panzer ab, später nur einmal. Der Hummer macht in den ersten 2 Jahren sogar 7—8 Häutungen jährlich durch, später viel weniger. Der amerikanische Hummer setzt alle 2 Jahre Eier ab, die er 10—11 Monate mit sich herumträgt. Da er sich während dieser Zeit nicht häutet, so erfolgt auch das Abwerfen der alten Schale ungefähr alle 2 Jahre. Durch die Häutungen wird nicht nur das Außenskelett mitsamt den ihm anhaftenden Apodemen und harten Sehnen abgeworfen, sondern auch die Auskleidung des Darms und der Geschlechtswege. Daher bedeuten die Häutungen kritische Perioden im Leben des Individuums, bei denen schwächliche Exemplare häufig eine Extremität einbüßen oder deformieren und kränkliche Tiere nicht selten zugrunde gehen, weil ihnen die Kraft fehlt, sich von der alten Hülle zu befreien. Der Vorgang verläuft bei den Arthropoden im wesentlichen stets in der gleichen Weise. Indem die inneren Organe und die Hypodermis größer werden, löst sich die letztere vom Chitin und sondert zunächst eine durchsichtige Membran ab (149 c), die sog. „plasmatische Schicht“, welche Zellabdrücke erkennen läßt und daher von der Hypodermis irgendwie gebildet sein muß. Darauf schwitzt die Haut die sog. Exuvialflüssigkeit aus und hebt dadurch den alten Panzer ab. Die Zellen bilden nun in den meisten Fällen zarte Fortsätze, die sog. Häutungshaare, und unter diesen die neue Cuticula (149 b'). Durch Druck von innen wird der alte Panzer gesprengt und abgeworfen. Die Bedeutung der Härchen ist noch unklar. Eine mechanische Rolle bei der Abhebung des Chitins kann ihnen nicht gut zukommen. Zuweilen gehen aus ihnen später Oberflächenskulpturen hervor, aber auch dieser Umstand macht ihre weite Verbreitung nicht verständlich. Sie müssen wohl die Abscheidung der Exuvialflüssigkeit unterstützen, ähnlich wie in 148 die Zellfortsätze diejenige des Chitins. Die plasmatische Schicht hat schon RÉAUMUR 1719 beim Flußkrebse beobachtet und als ein Hilfsmittel gedeutet, welches das Abwerfen des alten Panzers erleichtert. Jene Flüssigkeit hat nicht nur die Aufgabe, diesen abzuheben, sondern in manchen Fällen erweicht sie ihn auch und macht ihn dehnbarer. Bei den höheren Krebsen wird der alte Panzer ärmer an Kalksalzen, und beim Hummer wird im 3. und 4. Glied des Beins der großen Schere die Kalkmasse an einer Stelle aufgelöst und so ein großes dehnbares

Feld geschaffen, damit die riesige Muskelmasse durch die engen Basalglieder hindurchgezogen werden kann. Zu demselben Zwecke wird alles Blut aus diesen Muskeln vorher entfernt, so daß sie zu weichen dünnen Fäden werden. Auch bei den Diplopoden wird der Panzer vor dem Abwerfen durch jene Flüssigkeit kalkärmer, und bei der Larve von *Tenebrio molitor* wird sogar der innere Teil der Cuticula völlig aufgelöst. Viele Insektenlarven besitzen besondere Exuvialdrüsen (VERSONSche Drüsen) zur Absonderung jener Flüssigkeit. Bei den Raupen liegen in jedem Brustsegment zwei Paare derselben, das



Fig. 149.

Fig. 149. Querschnitt durch die Rückenhaut der Raupe von *Ocneria dispar* bei der vierten Häutung nach PLOTNIKOW. *a* Epidermis, *b*, *b'* die alte und die neue Cuticula, *c* die „plasmatische“ Schicht, von der ein Rest weiter nach innen liegt, *f* die Häutungshärchen. Unter *c* befindet sich die Exuvialflüssigkeit mit 5 Körpern, welche PLOTNIKOW nicht näher bezeichnet. Ich halte sie für ausgewanderte Leukocyten.



Fig. 150.

Fig. 150. Schnitt durch eine der Falten der Flügelanlage der Puppe von *Vanessa antiopa* nach MAYER.

obere Paar vor den Stigmen, das untere an der Basis der Füßchen. Die Abdominalsegmente haben nur ein Paar vor den Stigmen. Die Drüsen ragen weit in die Leibeshöhle hinein und bestehen aus einer hinteren großen Drüsenzelle mit langem gelappten Kern und zwei davor liegenden Zellen, welche den Ausführgang umschließen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß das Tier nicht durch die Häutung wächst, sondern daß diese erfolgt, weil der Körper sich vorher vergrößert hat. Gleich nach der Häutung dehnt sich die neue Haut aus und die Größenzunahme tritt dann deutlich hervor. Der Cephalothorax eines Hummers von 119 mm Länge maß gleich nach der Häutung 130 mm und blieb so bis zur nächsten Häutung. Die Häutung verläuft im einzelnen bei jeder Art oder Gruppe in besonderer Weise. Bei den Macruren tritt ein dorsaler Riß in der Gelenkhaut zwischen Schwanz und Brust ein. Das Tier legt sich auf die Seite, schüttelt die Beine von Zeit zu Zeit und zuckt krampfhaft mit den Muskeln. Indem der Schwanz gegen den Körper eingeschlagen wird,

schiebt sich erst der Vorderkörper, dann der Schwanz aus jener Oeffnung heraus. Dabei wird das Chitin des Magens aus dem Munde, dasjenige des Darms aus dem After herausgeworfen. Bei den Krabben wird zuerst der Hinterleib aus seiner Hülle herausgezogen und dann die dorsale Decke des Cephalothorax durch einen ringförmigen Riß abgehoben, wobei das Tier seine natürliche Stellung beibehält. *Asellus aquaticus* sprengt den Panzer ringförmig in der Mitte des Körpers und zieht zuerst die hintere, dann die vordere Körperhälfte heraus. Bei den Macruren geht der eigentlichen Häutung ein Vorstadium voraus

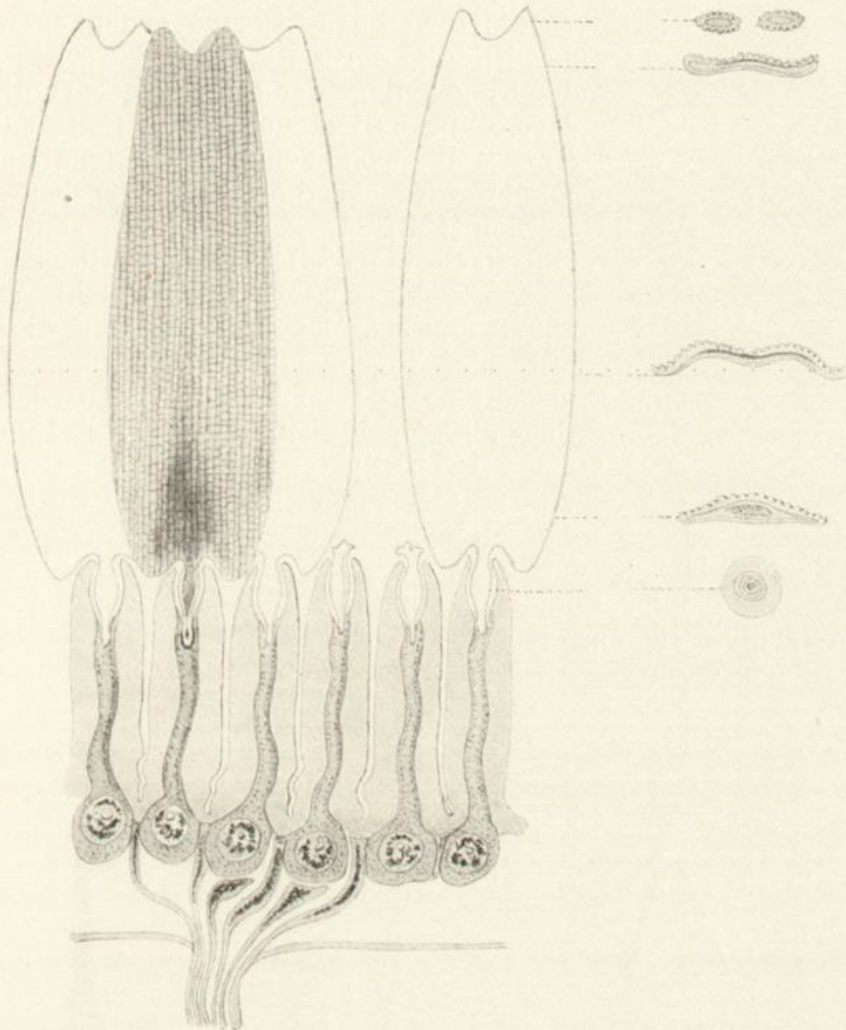


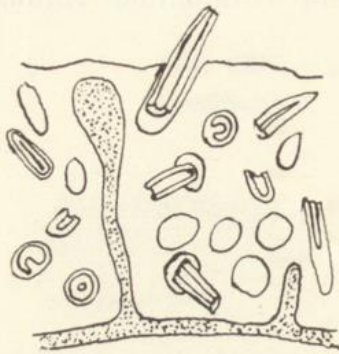
Fig. 151. Schnitt durch eine Schuppenreihe der Flügelanlage der Puppe von *Danaus plexippus* 6 Tage vor dem Ausschlüpfen des Falters nach MAYER. Zwischen den Schuppenzellen liegen faserartige Epithelzellen und durchbrechen die Basalmembran, um zur Gegenseite zu ziehen.

durch Bildung der Krebssteine des Magens. Bei *Astacus* entstehen sie im Mai als zwei runde Scheiben aus CaCO_3 mit einer flachen und einer gewölbten Fläche, während sie beim Hummer stabförmig gestaltet sind. Sie bilden sich in einer Nische des Magenepithels unter der Cuticula und stellen ein Kalkreservoir dar, welches im August wieder vom Blute gelöst und zur Erhärtung des neuen Panzers verwandt wird. Auf dieses Vorstadium folgt die Periode der Ausscheidung der Flüssigkeit und der Bildung der Härchen und endlich Ende Juli

bis Anfang August die (Email- und Pigmentlage)



A



B

Fig. 152. Schnitt durch die Haut von Solenogastres nach PRUVOT. A *Myxomenia*, Stacheln schwarz. B *Perimenia impeza*.

Absonderung der beiden äußeren Schichten des Panzers. Die Hauptschichten werden erst später ausgeschieden. Die Erhärtung des Panzers nimmt mehrere Wochen in Anspruch. Die Decapoden halten sich während der ganzen Häutungsperiode an versteckten Stellen, unter Steinen, in Sandlöchern, zwischen Seetang u. dgl. auf, um ihren Artgenossen und anderen Feinden aus dem Wege zu gehen. Bei den Brachiuren fehlen die Magensteine.

Mit wenigen Worten gedenken wir hier der Bildung der **Schmetterlingsschuppen**. In der Flügelanlage der Puppe legt sich die Hypodermis in Falten, und jeder Falte entspricht eine Reihe von Schuppen, welche durch besondere drüsenartige Bildungszellen erzeugt werden (150). Diese verlängern sich über die Oberfläche der Zellen hinaus mit einem Fortsatz, welcher später sich aufbläht, mit Ausnahme eines basalen Stieles, welcher die Schuppe mit der Flügelmembran verbindet. Der aufgeblähte Teil scheidet das Chitin der eigentlichen Schuppe ab und bildet im Innern Pigment (151). Später zieht sich das Protoplasma vollständig aus der Schuppe zurück bis auf das Pigment, welches der Innenfläche anhaftet.

Beide Flächen der Schuppe können durch chitinige Strebe Pfeiler miteinander verbunden sein. Nach dem Ausschlüpfen wird die Hämolymphe in den Hohlraum des Flügels gepreßt und dessen Falten werden dadurch ausgeglättet, worauf die Größenzunahme des

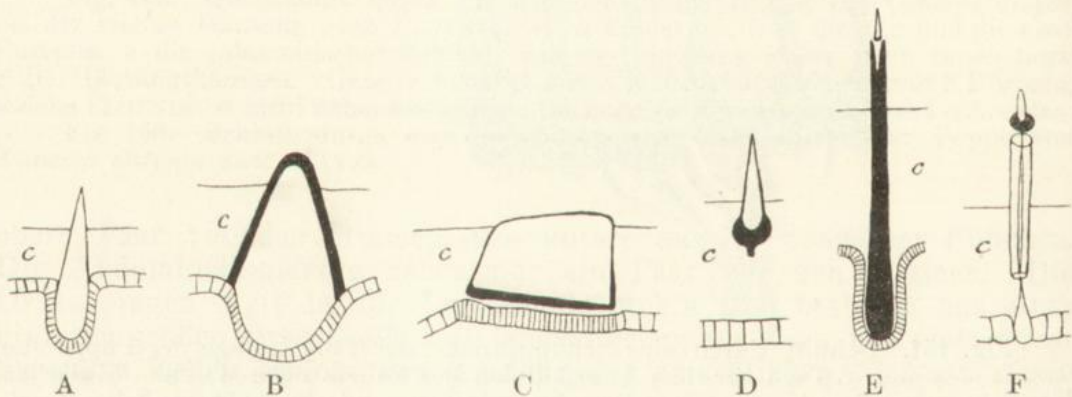


Fig. 153. Schemata der verschiedenen Hartgebilde im Mantel der Chiton nach PLATE. Der Kalk ist hell, der Hornbecher dunkel gehalten. A *Hanleya hanleyi*, vielleicht nur Jugendstadium. B *Acanthopleura echinata*. C *Chiton*. D *Chiton magnificus*. E *Tonicia fastigiata*. F *Chaetopleura peruviana*.

Flügels beruht. Da sich faserartige Epithelzellen (151) zwischen beiden Lamellen ausspannen, wird ein Aufblähen des Flügels vermieden. Später tritt eine fast vollständige Degeneration der Epithelien ein, so daß der fertige Schmetterlingsflügel, mit Ausnahme einiger ihn durchziehenden Nerven, ein totes Gebilde ist. Bei vielen andern Insekten erhält sich das Epithel dauernd, wenn auch nur in Form eines Symplasmas mit

mehr oder weniger weitgehender Rückbildung der Kerne; so z. B. in den rudimentären Hinterflügeln von *Phyllium* ♀. Die Haare und Borsten der Arthropoden entstehen in derselben Weise durch eine sich verlängernde Zelle, welche sich mit Chitin umhüllt. Ist ein Basalring des Haars vorhanden, so entsteht er durch eine eigene Bildungszelle.

Mollusken.

Wir beschränken uns hier auf die Schilderung der Hartgebilde, welche in der Haut der Weichtiere vorkommen, und auf die Bildung der Schale, da die häufig flimmernde Epidermis mit ihren Drüsen (64 i) und die Unterhaut mit ihren Pigmentzellen, Bindegewebsfasern, Muskeln und Nerven dem Verständnis keine Schwierigkeiten bereitet. Für die **Amphineuren** ist die Einlagerung von kalkigen oder chitinösen Hartgebilden in die Cuticula der Haut so charakteristisch, daß man sie als *Aculifera* (HATSCHKE) allen übrigen Mollusken als *Conchifera* gegenübergestellt hat. Bei den *Solenogastres* (152) sind die Verhältnisse noch ziemlich einfach, indem die Cuticula entweder dünn ist und schuppenförmige Stacheln (A) enthält (*Dondersia*, *Myxomenia*, *Chaetoderma*) oder sehr dick geworden ist (*Proneomenia*, *Perimenia*) und viele solide oder hohle Kalkstacheln aufweist (B). In der letzteren Gruppe ist die Epidermis meist in lange Papillen ausgezogen, welche bis zur Oberfläche reichen können und dann platzen. Spricht dieser Umstand für ihre Drüsenatur, so wird man andere kürzere für eine gesteigerte Hautempfindlichkeit in Anspruch nehmen können. Viel kompliziertere Verhältnisse treffen wir bei den Chitonon an, deren beide Mantelflächen in außerordentlich verschiedener Weise mit Körnern, Schuppen, Stacheln oder Borsten besetzt sein können. Die ersteren drei sind ganz oder überwiegend aus CaCO_3 zusammengesetzt und dienen zum Schutz, während die chitinigen Borsten wohl zur Wahrnehmung der Wasserbewegung, vielleicht auch, wenn sie sehr dicht stehen, zum Festhalten von Wasser beim Aufenthalt außerhalb desselben dienen. Da der Mantel der Unterlage angepreßt wird, so finden wir auf seiner Ventralseite in der Regel fast horizontal liegende Schuppen, während auf dem Rücken eine oder mehrere Sorten (bis zu sechs) vorkommen. Fig. 153 gibt einen Ueberblick über die wichtigsten Formen; bei A ein einfacher Kalkstachel; bei B ein sehr großer Kalkstachel, welcher auf seiner Oberfläche von einer derben Membran überzogen wird, die von den Randzellen der Epithelgruppe abgesondert wird;

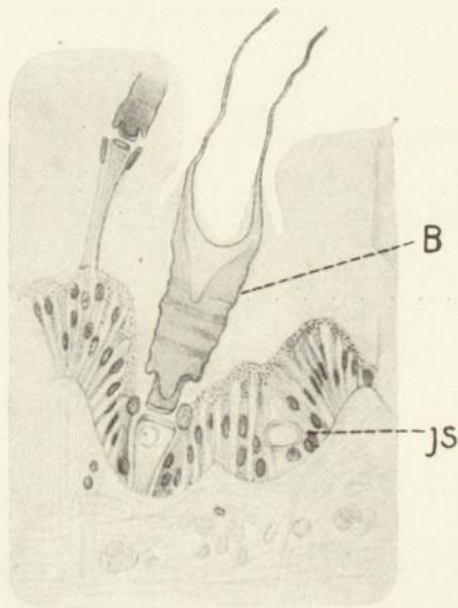


Fig. 154. Stachelbildung von *Chiton polii* nach BLUMRICH. B Chitinbecher eines Stachels und darunter seine Bildungszelle. Neben derselben erkennt man den Chitinring und die zu ihm gehörenden schmalen Bildungszellen. js junger Stachel mit seiner Bildungszelle. Links ist ein Stachel abgerückt und die Epithelzellen setzen sich als feine Fäden bis zu dem Becher und dem Ringe fort.

bei C eine große Kalkschuppe, die an der Basis von einem Chitinbecher umgriffen wird; bei D ein Chitinbecher mit einem kleinen Zapfen; bei E ist der Zapfen zu einer langen Chitinborste ausgewachsen, während der Becher und der Kalkstachel rudimentär geworden sind; endlich bei F ist die Bildungszelle in einen langen Faden ausgezogen, welcher den Becherstachel trägt und von einer Chitinröhre umhüllt wird. Diese Hartgebilde werden entweder durch die Dickenzunahme der Cuticula nach außen gedrängt und schließlich abgeworfen, um durch neue ersetzt zu werden, oder sie persistieren durch das ganze Leben, was als eine höhere Stufe anzusehen ist. In seltenen Fällen wird das ganze Gebilde, Stachel und Becher, von einer Bildungszelle geliefert. Meist aber finden wir eine große primäre Bildungszelle (154), zu der dann später noch benachbarte Zellen als sekundäre hinzukommen. Die ganz großen Stacheln (153 B) werden meist von Anfang an von vielen gleich großen Zellen ausgeschieden. Die Epidermiszellen der Chitonen (154) sind durch Interzellularspalten voneinander getrennt und bilden vielfach Pakete, die von einer dünnen Membran umschlossen werden.

Bei den **Lamellibranchiern** wird die Schale vom Mantel abgesondert, und zwar im allgemeinen jede Schicht von einer besonderen Epithelstrecke. Die Schale besteht aus drei Schichten, welche von außen nach innen genannt werden: Periostracum oder Epi-

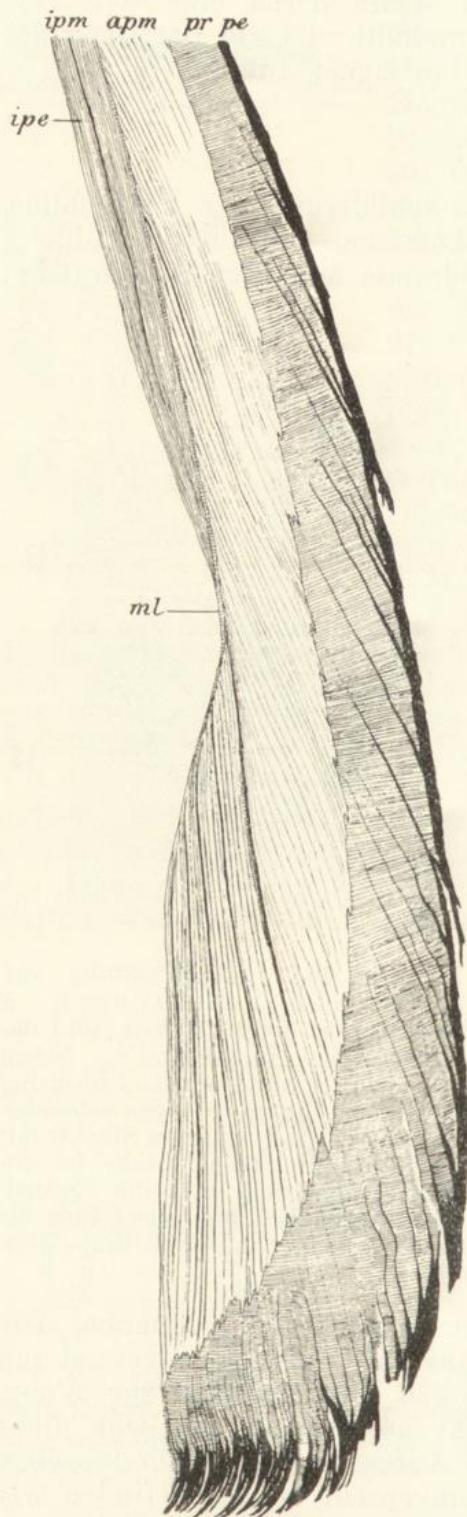


Fig. 155. Schliff durch den Schalenrand von *Margaritana margaritifera* nach RUBBEL. Der freie Rand der Schale ist nach unten gekehrt. Das Periostracum (*pe*) und die von ihm durch die Prismenschicht (*pr*) ziehenden Lamellen sind schwarz gehalten. Ebenso dieselben in der Perlmutterschicht (*ipe*). *apm*, *ipm* äußere, innere Perlmutterschicht, welche beide getrennt werden durch die bei der Mantellinie (*ml*) frei hervortretende helle Schicht.

cuticula (155 *pe*), Prismenschicht (*pr*), Perlmutterschicht. An den Stellen, wo sich die Schließmuskeln oder die Mantellinie (*ml*) ansetzen, kommt hierzu noch als vierte Zone die sog. helle Schicht, welche in der Abbildung als eine schmale Linie zu erkennen ist, die die Perl-

mutterschicht in eine äußere (*apm*) und eine innere (*ipm*) Lage trennt. Das Periostracum ist eine chitinähnliche, gelbe bis dunkelbraune, rein organische Hornmasse (Conchiolin), welche die Schale durch ihre große Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Verletzungen schützt. Ist sie einmal zerstört durch den beständigen Anprall von Sandkörnern, so wird die Kalksubstanz sehr bald stark angefressen, wie man an den Wirbeln der Flußmuscheln oft sehen kann. Diese Außenlage erscheint in dünner Schicht homogen, in dicker zuweilen lamellös. Bei *Cyprina*, *Cardium*, *Dreissensia* u. a. zerfällt sie in eine dunkle Außen- und eine helle Innenzone. Das Periostracum setzt sich bei vielen Muscheln nach innen in Lamellen (*155 ipe*) fort, welche die Prismen und vielfach auch die Perlmutterschicht durchziehen, so daß diese auf Schliffen von dunklen Linien durchsetzt erscheinen.

Die Prismenschicht ist in der Jugend sehr dünn, später ist sie die dickste Schicht, besonders in der Nähe des Schlosses, da das ganze Außenepithel des Mantels ihr beständig neue Schichten anlagert, so lange die Bildung der Perlmutterschicht noch nicht begonnen hat. Sie tritt am Rande der Schale frei zutage (*155*), so daß hier alle drei Schichten zu übersehen sind. Die Prismenschicht besteht aus hohen sechseckigen Kalkprismen, welche durch die ganze Dicke der Schicht hindurchgehen. Dazwischen schieben sich kleinere kegelförmige, namentlich am Außenrande (*156*). Die Prismen zeigen eine zarte Querstreifung aus leicht gebogenen Linien, welche auch nach dem Entkalken bleiben, also

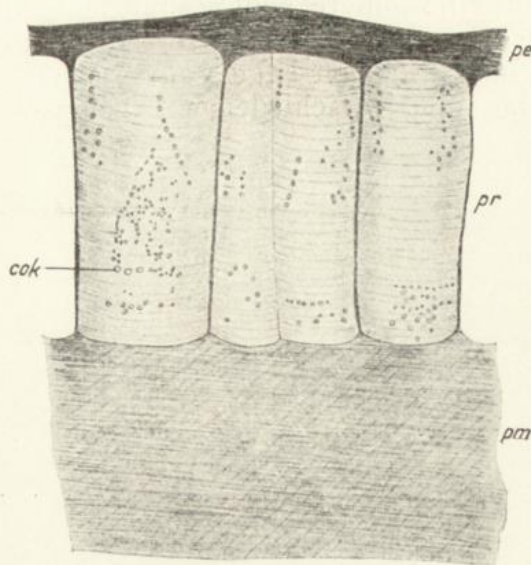


Fig. 156. Querschliff durch die Schale von *Anodonta cellensis* nach ROSSBACH. *cok* Conchiolinkügelchen, *pe* Periostracum, *pr* Prismen-, *pm* Perlmutterschicht.

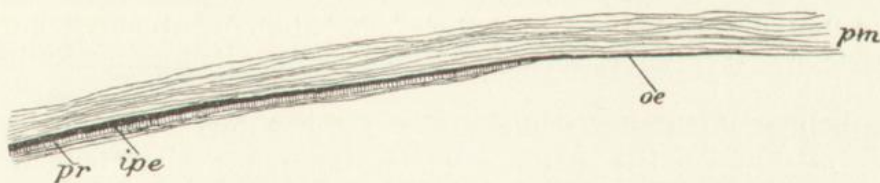


Fig. 157. Schliff durch einen Oelfleck von *Margaritana* (*oe*), der sich in das Innere fortsetzt, *pm* Perlmutterschicht, *pr* Prismen. Nach RUBBEL.

organischer Natur sind. Die Prismen werden nämlich von einer Conchiolinhülle umgeben, welche eine Fortsetzung des Periostracums ist und durch Verdickungen ihrer Innenfläche die Querstreifung erzeugt. Auch hier liegen der Kalkmasse oft gelbe Kügelchen aus derselben organischen Substanz an (*cok*).

Die Perlmutterschicht besteht aus äußerst dünnen Lamellen, welche gefaltet sind und daher auf Flächenschliffen zackige Linien beschreiben. Auf der innersten jüngsten Lamelle kann man eine polygonale Felderung erkennen, die so aussieht, als ob sie den Epithelzellen entspräche. Durch

ihren geschichteten Bau ruft diese Lage den bekannten Perlmutterglanz auf der Innenfläche vieler Muscheln hervor. Dieser kann aber auch fehlen, denn die Perlmutterschicht kommt nicht immer vor. Bei *Pinna* fehlt sie z. B. an den jüngeren Teilen der Schale. Bei Austern sieht sie kreideweiß aus und enthält viele mit einer weißen erdigen Masse gefüllte Hohlräume. Durch die sog. helle Schicht wird die Perlmutter in eine äußere hellere und eine innere dunklere Zone gespalten. Die letztere enthält Periostracumlamellen (155 *ipe*), welche nicht selten von einer schmalen Lage von Prismen eingefast werden (157), was beweist, daß alle verschiedenen Schalensubstanzen von denselben Epithelzellen

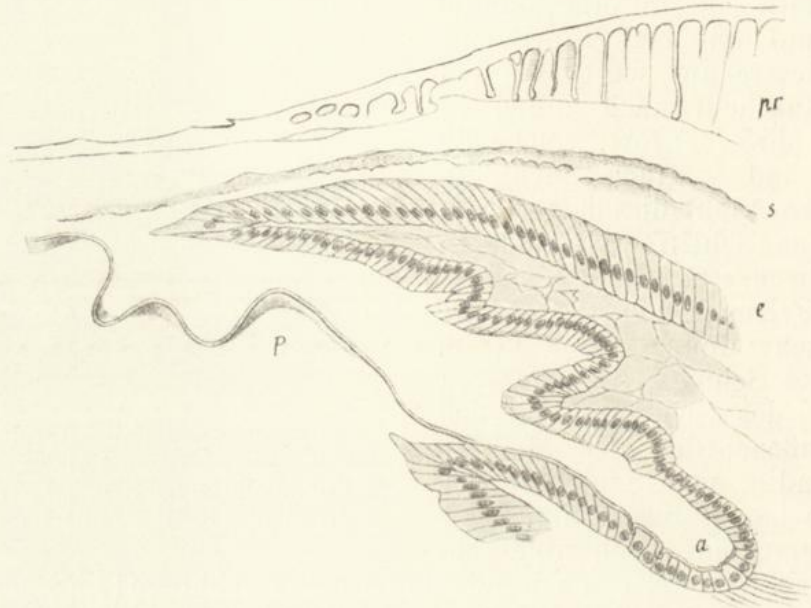


Fig. 158. Querschnitt durch den Mantelrand einer jungen *Anodonta*. Das Periostracum (*p*) entspringt bei *a* zwischen der mittleren und äußeren Mantelfalte (*e*). Diese hat die Prismenschicht *pr* gebildet. *s* ist eine Schicht mit erhärtetem amorphem Sekret, welche deutliche Zellabdrücke erkennen läßt und ein Vorstadium der Prismen ist. Aus WINTERSTEIN.

zu wechselnden Perioden gebildet werden können. Wenn eine Periostracumlamelle frei zutage tritt, entstehen grünlich-graue Stellen, die sog. Oelflecke (*oe*).

Die helle Schicht bezeichnet die Zone des Vorrückens der Mantellinie (155 *ml*) und wird später von der inneren Perlmutterschicht bedeckt. Sie zeigt sehr feine Lamellen, welche von stärkeren vertikalen Linien durchzogen werden. Sie ist scharf abgesetzt von der Perlmuttermasse und wird ausgeschieden von einem von Muskelfibrillen durchsetzten Haftepithel, denn an dieser Stelle heften sich Muskeln an die Schale an. Dieselbe Substanz kann aber auch vereinzelt an Stellen ohne Haftepithel vorkommen.

Die Bildung der Schale erfolgt durch das Epithel des Randes und der Außenfläche des Mantels. Am Rande läuft der Mantel meist in drei Falten aus, eine innere, eine mittlere und eine äußere (158).

Das Periostracum wird ausgeschieden vom Außenepithel der Mittelfalte (bei *a*) und haftet diesen Zellen außerordentlich fest an, so daß es den Eindruck macht, als ob das streifige Protoplasma der Zellen sich direkt in die Lamellen des Periostracums umwandelt. Wo das

niedrige Epithel der Mittelfalte umbiegt in die Innenwand der Außenfalte, wird es bei vielen Arten plötzlich sehr hoch und bildet so einen scharf abgesetzten Wulst, der als Mutterboden neuer Zellen für die wachsende Mittelfalte anzusehen ist. Bei *Cyprina*, *Cardium* und anderen Arten besteht die Hornschicht aus einer äußeren dunklen Lage, welche in der geschilderten Weise zwischen Mittel- und Außenfalte entspringt, und einer zweiten Lage, welche von der mit vielen Furchen bedeckten Innenfläche der Außenfalte abgeschieden wird. Sobald sich das Periostracum um die Außenfalte herumgeschlagen hat, werden ihr die Prismen aufgelagert. Diese treten zuerst auf als kleine konzentrisch geschichtete Körner von Calciumphosphat, welche allmählich größer werden, bis sie sich berühren und polygonal abgrenzen. Sie wandeln sich später in CaCO_3 um und wachsen später in die Länge auf Grund einer amorphen erhärteten Sekretmasse (158 s). Dieselben Zellen oder die weiter proximal folgenden scheiden dann die Perlmutter-schicht und die zwischengeschobenen Periostracumlamellen aus. Daß die Zellen des äußeren Mantelepithels alle Kalkschichten nacheinander produzieren können, zeigt sich bei der Reparatur von Löchern. Die Lücke wird zuerst von einer Conchiolinhaut geschlossen, welcher dann die Prismen und die Perlmutter aufgelagert werden. Dasselbe beweist auch die Entstehung von Perlen der Flußperlmuschel in einer Tasche des äußeren Mantelepithels (159) um den Kern von Periostracum-substanz herum, welche dann weiter von Perlmutter oder auch von Prismen oder von beiden umhüllt wird. Bei *Anodonta* und *Margaritana* bestehen beide Kalkschichten der Schale aus Aragonit, während bei *Pinna*, *Mytilus*, *Ostraea* u. a. der letztere nur die Perlmutter-schicht aufbaut, während die Prismen aus Kalkspat bestehen.

Die Schalen der Gastropoden haben einen viel komplizierteren Bau als diejenigen der Muscheln und sind gleichzeitig viel ärmer an



Fig. 159. Perle der Flußperlmuschel in einem Sack des äußeren Mantelepithels (aep) nach RUBBEL. pk Kern der Perle aus Periostracumsubstanz; darum geschichtete Perlmuttermasse, bi Bindegewebe.

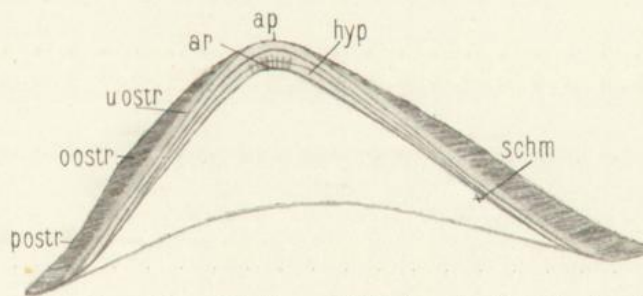


Fig. 160. Medianschliff durch die Schale der Patellide *Scurria viridula* nach THIEM. ap Schalenspitze, ar Area von besonderer Färbung über dem Rücken des Tieres, hyp Hypostracum, oostr, uostr obere, untere Schicht des Ostracums, postr Periostracum. 2:1.

organischer Substanz. Sie lassen stets drei Schichten erkennen, ein horniges Periostracum, ein mittleres Ostracum und ein inneres Hypostracum. Dieses gilt selbst für die ganz durchsichtigen, nur 80 μ dicken Schälchen der heimischen Vitrinen. Ostracum und Hypostracum bestehen stets aus zahlreichen Blättern (162), die senkrecht zur Oberfläche verlaufen, aber gleichzeitig in beiden Schichten rechtwinklig zueinander angeordnet sind. Jedes Blatt setzt sich weiter zusammen aus zahllosen Kalkfäden, hat also eine fibrilläre Struktur. Die Fibrillen derselben Schicht kreuzen sich in den benachbarten Blättern, wie ebenfalls aus 162 ersichtlich ist. So entsteht ein außerordentlich

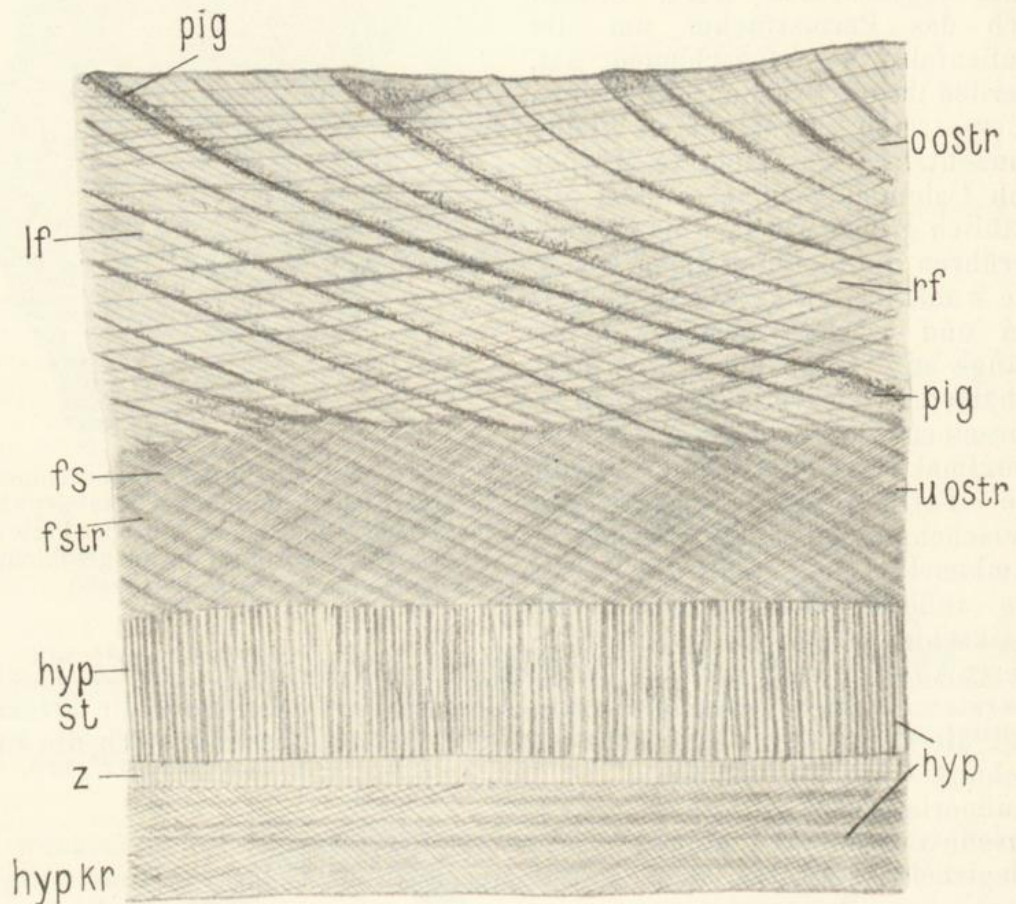


Fig. 161. Radiärer Längsschliff durch die Schale von *Scurria zebrina* nach THIEM. 70:1, ohne Periostracum. *fs* zarte fibrilläre Struktur, *fstr* Farbstreifen, *hypkr* gekreuzte Fibrillen des Hypostracums, *lf* von links nach rechts, *rf* von rechts nach links verlaufende Fibrillen, *oostr*, *uostr* obere, untere Schicht des Ostracums, *pig* Pigment, *st* senkrechte Streifen, *z* Zwischenscheibe.

festes Gefüge. Bei dünnen Schalen sind Ostracum und Hypostracum einheitlich; bei dicken hingegen zerfallen sie wieder in eine Anzahl von Unterschichten, deren Blätter senkrecht zueinander stehen. Als ein Beispiel betrachten wir die napfförmige Schale einer Patellide (160), deren Ostracum gegen die Mündung zu dicker wird, während umgekehrt das Hypostracum am Apex am stärksten ist. Figur 161 läßt die feinere Struktur erkennen. In der oberen und unteren Schicht des Ostracums erscheinen die Blätter von der Fläche gesehen, daher der gekreuzte Verlauf der Fibrillen, welche in der oberen Lage viel derber sind und

von Pigmentkörnern begleitet werden. In der Außenschicht des Hypostracums sind die Blätter von der Kante gesehen und erscheinen abwechselnd hell und dunkel. Da sie häufig verzweigt sind und ineinander greifen, erinnern sie an Stalaktiten („Stalaktitenschicht“). In der Unterschicht des Hypostracums täuschen die sich kreuzenden Fibrillen zweier Blätter ein Gitter vor. Zwischen beiden liegt eine schmale Bindeschicht. Während bei dieser Art die Schale aus sechs Schichten besteht, weist sie bei der verwandten *Acmaea* nur die drei Hauptschichten auf. Bei der Landschnecke *Stenogyra decollata*, welche im Alter die Spitze des turmförmigen Gehäuses abwirft, finden wir sogar sieben Schichten, vier im Ostracum, zwei im Hypostracum und das Periostracum. Nach dem Abwerfen der Spitze wird das Gehäuse durch eine sehr dicke Lage des Hypostracums verschlossen. Die Kalkmasse der Schneckenschalen ist meist Aragonit, bei den Patellen können aber auch einzelne Schichten aus Calcit oder aus einer Mischung von beiden bestehen.

Bezüglich der Entstehung der Schale lassen sich fast immer am Mantelrande ziemlich genau die Regionen des Epithels angeben, welche die drei Hauptschichten erzeugen. Besondere Kalkdrüsen sind hierbei nicht beteiligt; wo solche vorkommen, wie am Mantelrande der Landschnecken, bilden sie kleine Kalkkörner, welche dem Schleim beigegeben werden. Das Periostracum entsteht meist in einer tiefen Tasche des Mantelrandes. Eine solche kann aber auch fehlen (*Gadinia*, Calypträen). Das Epithel der Außenfläche des Mantels erzeugt dann an der Kante zuerst das Ostracum und etwas weiter nach innen die innerste Schicht. Wie bei den Muscheln treten zuerst Körner von Calciumphosphat auf, welche sich später in Aragonit umsetzen. Es handelt sich bei dem Aufbau der komplizierten Schale um Kristallisationsprozesse außerhalb des Tierkörpers, deren besonderer Verlauf von den Eigenschaften des Zellssekretes abhängt und periodischen Veränderungen unterliegt. Die Skulpturen der Schalenoberfläche bedingen besondere Einrichtungen des Mantelepithels. So entstehen die Haare von *Helix hispida* in Epitheleinsenkungen, und die Dornen einer *Murex*-Schale werden von fingerförmigen Mantelfortsätzen erzeugt. Indirekt sind auch die Kalkzellen der Leber am Schalenaufbau beteiligt, denn sie speichern den phosphorsauren Kalk auf. Wenn unsere *Helix*-Arten den sehr phosphorreichen Winterdeckel absondern, nimmt der Phosphorgehalt der Leber ab. Regenerationsversuche beweisen, daß das Periostracum und das Ostracum nur am Mantelrande gebildet werden können, denn Schalenlöcher in einiger Entfernung von demselben werden nur von einer nicht normalen, hypostracumähnlichen Kalkmasse verschlossen.

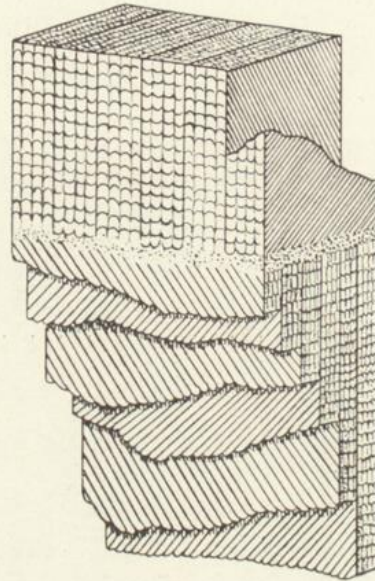


Fig. 162. Schematische Darstellung zweier Schichten aus einer Gastropodenschale nach NATHUSIUS. Die Blätter der oberen Schicht stehen senkrecht zu denjenigen der unteren. Jedes Blatt besteht aus Fasern, die in benachbarten Blättern gekreuzt zueinander verlaufen.

Tunicaten.

Die Epidermis der Manteltiere ist sehr eigenartig, weil sie einen häufig sehr dicken „Mantel“ ausscheidet, welcher den Charakter einer Cuticularbildung hat, aber trotzdem häufig Zellen enthält, und weil er ferner sehr reich an einem Stoffe ist, welcher der pflanzlichen Cellulose sehr nahe steht. Die Grundsubstanz desselben färbt sich nämlich mit J und H^2SO^4 blau wie Cellulose und hat auch dieselbe Formel $C^6H^{10}O^5$. Wegen geringer Unterschiede in den chemischen Reaktionen bezeichnet man ihn als Tunicin oder tierische Cellulose. Die Epidermiszellen sind meist (Salpen, Pyrosomen, viele Ascidien) niedrig oder plattenförmig, zuweilen auch höher (163, 164). Bei den Appendi-

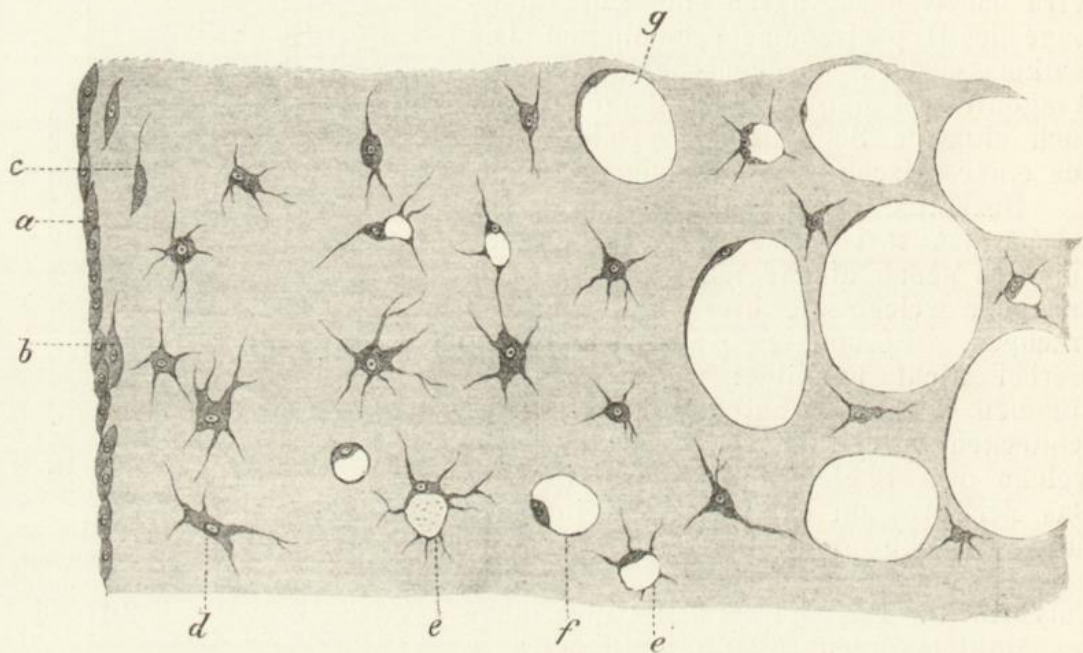


Fig. 163. Schnitt durch den Cellulosemantel der Ascidie *Phallusia mammillata* nach O. HERTWIG. *a* Epidermis, *b* ausgewanderte Mesenchymzelle, welche zu den Mantelzellen (*c*–*g*) wird, *c* gestreckte Form derselben, *d* sternförmige Zelle, *e*, *f* mit Vacuole, *g* mit sehr großer Vacuole.

cularien sind sie niedrig, mit Ausnahme der am Rumpfe befindlichen Oikoplasten, welche den Mantel abscheiden und vielfach zu hohen drüsenartigen Zellen mit verästelten Kernen geworden sind. Nicht selten bilden die Epidermiszellen der Manteltiere zarte Ausläufer in den Mantel hinein, sog. Sekretfäden, welche bei der Abscheidung der Grundsubstanz von Bedeutung sind. Wenn diese dünn ist, ist sie homogen und ohne Zellen. Bei *Doliolum* soll diese dünne Schicht zeitweise abgestoßen werden. Bei den Appendicularien verflüssigt sich das ausgeschiedene Tunicin durch Aufnahme sehr großer Wassermengen und muß daher beständig erneuert werden. Es dient nicht allein zum Schutze des Körpers und als Schwebereinrichtung, sondern durch Ausbildung eines zierlichen Gitterapparates filtrierte es die durch die Schwanzbewegung ihm zugetriebenen Wassermassen und leitet dem Tiere die feinsten Planktongeschöpfe als Nahrung zu. Bei den Salpen treten Kieseleinlagerungen im Mantel auf. Derjenige der Ascidien

zeigt alle Uebergänge von einer dünnen, weichen, homogenen Hülle bis zu einer dicken, knorplig harten Masse von fibrillärer Struktur und mit Einlagerungen von Kalk- oder Kieselsubstanz. Die Fibrillen liegen bei *Cynthia* in Schichten und kreuzen sich dabei in den benachbarten Lagen (164). Sie erweisen sich im polarisierten Lichte mehr oder weniger doppelbrechend, ähnlich wie Chitinfasern. Ist der Mantel ziemlich dick, so enthält er viele Zellen, welche eingewanderte amöboide Mesenchymzellen sind und entweder eine sternförmige oder auch zuweilen eine gestreckte Gestalt annehmen. Bei den Pyrosomen vereinigen sich viele der letzteren zu Strängen, welche sich zwischen den Kloakenmuskeln benachbarter Individuen ausspannen. Bei den dickwandigen Ascidien erstrecken sich Fortsätze des Körperepithels mit Bindegewebe und Blutbahnen weit in den Mantel hinein und unterstützen die Atmung, welche sonst sehr erschwert sein würde.

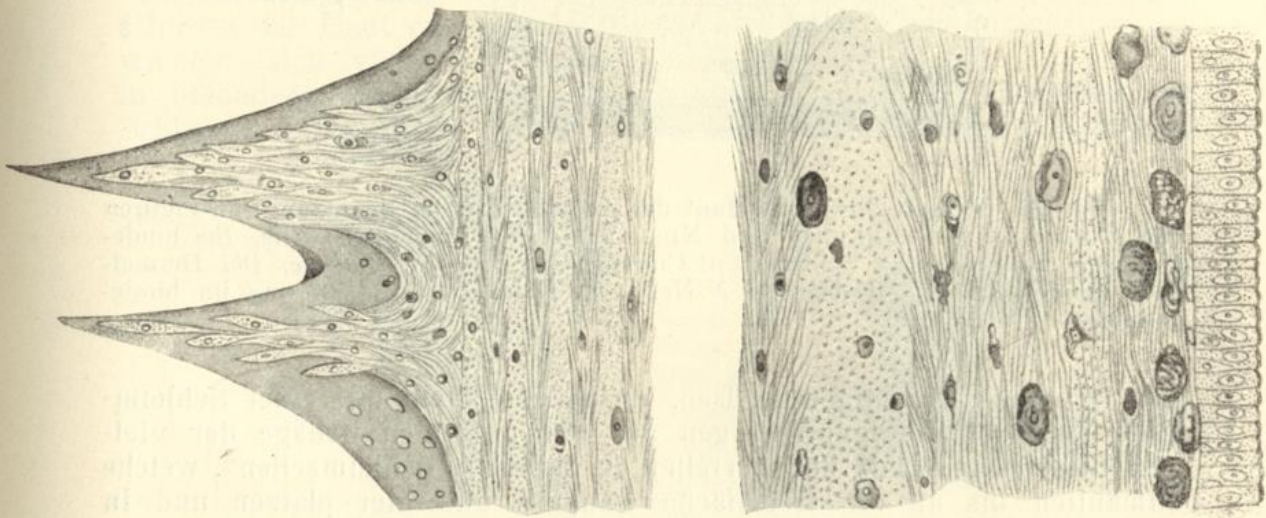


Fig. 164. Schnitt durch den Mantel von *Cynthia papillata* nach SCHULZE. In der Mitte ist ein Stück fortgelassen, um Raum zu sparen.

II. Haut und Hautskelett der Wirbeltiere.

Die Haut der Wirbeltiere besteht, mit Ausnahme des *Amphioxus*, immer aus einer vielschichtigen Epidermis und einem gut entwickelten Corium. Bei jenem ältesten Wirbeltier wird die Haut aus einem kubischen oder zylindrischen Epithel mit ziemlich dicker Cuticula, die sich aus einer lamellosen „Deckplatte“ und der eigentlichen Cuticula zusammensetzt, und einer überwiegend gallertigen Unterhaut (165) aufgebaut, hat also noch denselben Epidermischarakter wie bei einem wirbellosen Tier. Der Einfluß der Außenwelt spricht sich darin sehr deutlich aus, daß bei den Wasser bewohnenden Wirbeltieren (Fischen und Amphibienlarven) die äußeren Zellen der Epidermis nur selten verhornen, während sie bei den Landtieren immer ein *Stratum corneum* bilden. Dieses ist bei ausgewachsenen Amphibien (166) — und zwar auch schon bei den dauernd im Wasser bleibenden Perennibranchiaten — sehr zart, während es bei den Reptilien und Säugern eine bedeutende Dicke erreicht (64b) und dadurch die Zellen der Haut vor Eintrocknung