

Beiträge zur Anatomie und Biologie der Haut¹⁾.

V. Vergleichende Studien über die Anatomie der Haut des Menschen und einiger Tiergattungen.

Von

Walter Frieboes-Rostock.

(Aus der Universitäts-Hautklinik Rostock [Direktor: Professor Dr. W. Frieboes].)

Mit 20 Abbildungen im Text.

(Eingegangen Ende Dezember 1920.)

Ich habe zusammenfassend in der Münch. med. Wochenschr. 1920 Nr. 36, S. 1031 und ausführlich in der Dermatol. Zeitschr. 31 u. f. an der Hand einer Anzahl von Mikrophotogrammen (s. dazu Abb. 1) dargelegt, daß das Deckepithel der menschlichen Haut aus 2 Keimblättern, dem Ektoderm und dem Mesenchym aufgebaut ist. Die Epidermis setzt sich, wie dort ausgeführt wurde, in ihrer ganzen Ausdehnung aus einem, auf einer dichten subepithelialen Verfilzungszone (sog. Basalmembran) ruhenden, nach bestimmten mechanischen Prinzipien organisierten, nach außen durch dichte Aneinanderlagerung fest abgeschlossenen Fasersystem und einem kontinuierlich dieses Maschenwerk ausfüllenden Protoplasten mit Kernen sowie einer gesondert zu bewertenden Basalzellschicht zusammen.

Wenn die Annahme, daß die Haut des Menschen aus einem ektodermalen Protoplasten mit Kernen und einem mesenchymalen (bindegewebigen) Epithelfasersystem aufgebaut ist, richtig war, so mußte daraus gefolgert werden können, daß auch die Haut zumindest einer Anzahl von Tiergattungen,

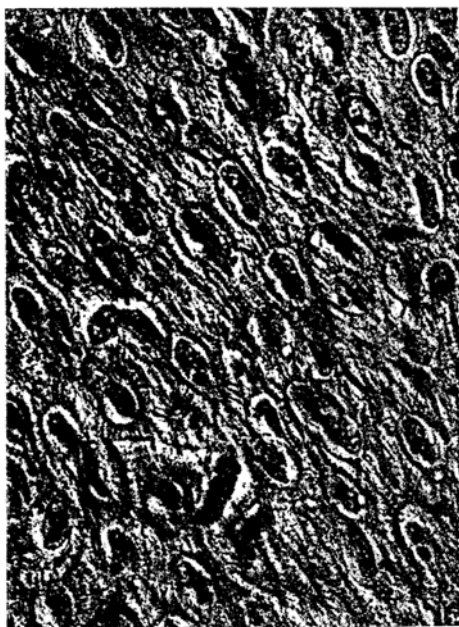


Abb. 1. Mikrophotogramm eines Deckepithelabschnittes aus einem spitzen Coudylom (Condyloma acuminatum). (Vergr. ca. 530 fach.)

Die Polyederzeichnung des Epithels ist durch eine andere, den obwaltenden Zug- u. Druckverhältnissen angepasste Epithelfaserverspannung ersetzt worden. Der um den Kern befindliche Epithelfaserring deutlich zu erkennen. (Ein Teil aus dem gleichen Schnitt wie Abb. 7 in Derm. Zeitschr. 32, H. 1.)

¹⁾ Beiträge I bis III sind bereits in der Dermatol. Zeitschr. Bd. 31 u. 32 erschienen. Beitrag IV ist im Druck und erscheint ebendort im Band 32, Heft 5/6.

deren Integument ja zum Teil viel stärkeren Insulten ausgesetzt ist, im wesentlichen einen gleichen Aufbau aufweisen würde.

Aus der älteren monographischen Bearbeitung von Fr. Maurer über die Epidermis und ihre Abkömmlinge, die freilich nur bis zu den Fischen herunterreicht, ist für den Bau des Deckepithels für unsere Auffassung keine Stütze zu gewinnen. Auch sonst erschienen mir, soweit ich mir als Nichtzoologe ein Urteil erlauben darf, brauchbare Angaben in dieser Richtung weder in der zoologischen noch auch in der anatomischen Literatur vorhanden zu sein. Zwar ersieht man z. B. aus Schneider, Vgl. Histologie der Tiere, daß sich eine Anzahl Befunde bequem auf meine Auffassung umdeuten lassen, aber die Bewertung der Befunde ist eine ganz differente.



Abb. 2. Senkrechter Schnitt (Querschnitt) durch den Regenwurm. Mikrophotogr. Vergr. 530 fach.

Vorweg sei gleich bemerkt — ich komme späterhin nicht mehr darauf zurück —, daß der Epidermisaufbau unserer üblichen Laboratoriumssäugetiere bis auf Kleinigkeiten mit dem Aufbau der menschlichen Epidermis übereinstimmt.

Warum man nicht schon früher die nachstehenden Befunde erhoben hat, erklärt sich sowohl daraus, daß man nicht genügend analysierende Färbemethoden verwandte, als auch daraus, daß man im allgemeinen mit zentralverlaufenden Längsschnitten und senkrechten Querschnitten gearbeitet hat. So gut und vorteilhaft diese Methode für die Analyse anderer Organe ist, so irreführend ist sie bei dem äußeren Integument. Hier entwirren erst Flachschnitte und ganz flache Schrägschnitte das Rätsel des Aufbaues.

Während das Gefüge des Deckepithels der Haut des Menschen und der Säugetiere infolge seiner polyedrischen Schichtung und des nach allen Seiten gehenden Epithelfaserverlaufs der Analyse nur geringe Schwierigkeiten entgegensetzt, sobald man erst am verbreiterten bzw. gewucherten, aber nicht in maligner Umbildung befindlichen Deckepithel des Menschen den feineren Aufbau desselben erkannt hat — und zwar erkennt man ihn mehr oder minder gut

bei allen Schnittrichtungen —, verhält es sich mit gewissen Tiergattungen ganz anders.

Frosch, Ringelnatter und Salamander zeigen, wenn auch in einfacherer Form, streckenweise deutlich polygonale Felderung und im übrigen eine der Menschenhaut ähnliche Verspannung der Epithelfasern (s. unten), dagegen finden wir bei Aal, Schnecke, Seestern, Regenwurm und Bandwurm zwar auch einen mesenchymal-ektodermalen Aufbau des „Deckepithels“, aber in einer sehr erheblich anderen Form wie beim Menschen und den genannten Tieren.

Während die Epithelfasern beim Menschen usw. im unteren Teil des Rete Malpighi annähernd nach allen Seiten gleichmäßig verspannt sind und erst in den höheren „Zellagen“ infolge der immer stärker zunehmenden Abplattung von oben nach unten mehr und mehr horizontal gerichtet werden, haben wir — vielleicht als klassisches Beispiel — beim Regenwurm ähnlich wie die tragenden Säulen eines Kirchenschiffs senkrecht von unten nach oben strebende, oben zu einer Kuppel sich verflechtende Fasern, wie Abb. 2 zeigt, und horizontal dazu, lagenweise übereinander geschichtet und durch Zwischenfasern miteinander verbunden, ein dichtes, nach bestimmten Prinzipien geordnetes Fasersystem (s. Abb. 4), das entsprechend den kuppelförmigen Lücken im senkrechten Schnitt mit den von unten nach oben strebenden Fasern kuppelförmige Räume bildet, in denen der Protoplast des Deckepithels enthalten ist. Daß diese Räume nicht alle gleich groß sind, geht sowohl aus dem senkrechten wie horizontalen Schnitt hervor. Wir wollen uns dabei aber bewußt bleiben, daß bei der starken Kontraktilität des Muskelschlauchs und infolge der eigenartigen Fortbewegung solcher Würmer ständig an allen Stellen ein Wechsel zwischen Zusammenziehung und Erschlaffung stattfinden muß, sodaß also ein Teil dieser Differenzen darauf zu beziehen sein wird. Ein anderer, wohl der größere Teil der kleinen Räume scheint aber doch präformiert und im wesentlichen unveränderlich zu sein. — An diesen Stellen scheinen z. T. die Fasern enger und fester verflochten zu sein und insofern noch eine besondere Bedeutung zu haben, als in ihnen großenteils die Epithelkerne verankert, eingeschlossen sind (Abb. 3 und 5). Im übrigen sind die Kerne in verschiedenem Niveau des Epithels, unten, oben und in dem dazwischen

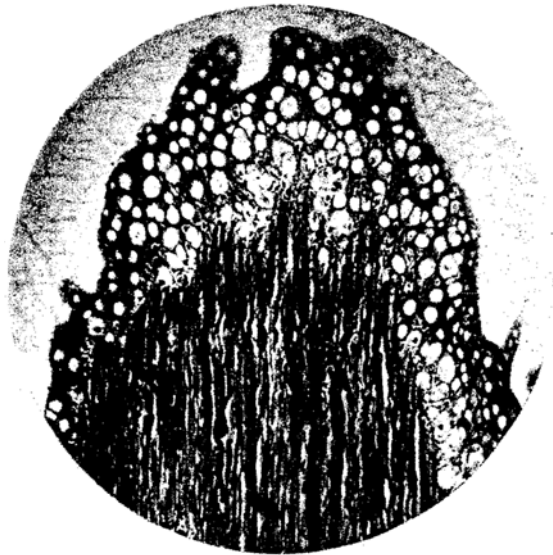


Abb. 3. Flacher Schrägschnitt in der Längsrichtung des Regenwurms. Mikrophotogr. Vergr. 118 fach.

Epithel oben flach, links (Außenseite des Regenwurms) senkrecht getroffen.

strebbenden Fasern kuppelförmige Räume bildet, in denen der Protoplast des Deckepithels enthalten ist. Daß diese Räume nicht alle gleich groß sind, geht sowohl aus dem senkrechten wie horizontalen Schnitt hervor. Wir wollen uns dabei aber bewußt bleiben, daß bei der starken Kontraktilität des Muskelschlauchs und infolge der eigenartigen Fortbewegung solcher Würmer ständig an allen Stellen ein Wechsel zwischen Zusammenziehung und Erschlaffung stattfinden muß, sodaß also ein Teil dieser Differenzen darauf zu beziehen sein wird. Ein anderer, wohl der größere Teil der kleinen Räume scheint aber doch präformiert und im wesentlichen unveränderlich zu sein. — An diesen Stellen scheinen z. T. die Fasern enger und fester verflochten zu sein und insofern noch eine besondere Bedeutung zu haben, als in ihnen großenteils die Epithelkerne verankert, eingeschlossen sind (Abb. 3 und 5). Im übrigen sind die Kerne in verschiedenem Niveau des Epithels, unten, oben und in dem dazwischen

liegenden Abschnitt (Abb. 2) verteilt. Abb. 5 zeigt einen horizontalen Querschnitt bei starker Vergrößerung, bei dem man das Gesagte, vor allem auch die Faserung besonders deutlich erkennt.

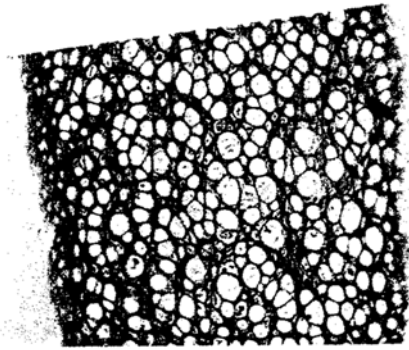


Abb. 4. Flachschnitt durch das Regenwurmepithel bei mittlerer Vergr. 118fach.

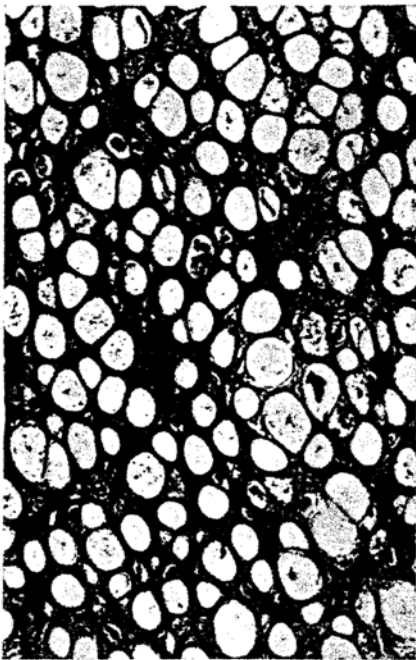


Abb. 5. Flachschnitt durch das Regenwurmepithel bei starker Vergr. Mikrophotogr. 440fach.

Überall in den engen Maschenräumen Kernschnitte.

Daß diese Gleichzeitigkeit der Kontraktion der einen und der Erschlaffung der anderen Hautstelle sehr differente histologische Bilder erzeugen und infolgedessen Schwierigkeiten in der Deutung verursachen kann, veranschaulicht die Abb. 6, die die Haut des Fußes einer in vivo am Kopf- und Schwanzende des Fußes fixierten, in 10% Formalin

rasch zur Abtötung gebrachten Weinbergschnecke wiedergibt. Die schwarzen Stellen sind die kontrahierten Abschnitte, die hellen sind solche in Dehnung.

Um möglichst einen Ruhestand fixieren zu können, habe ich sonst die exenterierten Tiere mit Gaze wie im lebenden Zustand gefüllt und habe sie so in Formalin fixiert.

Diese Vorsichtsmaßnahme hat sich aufs beste bewährt, denn nur bei den erschlafften und gedehnten Tieren kamen auf größere Strecken hin die feineren Details zutage und ermöglichten erst ihre Analyse. Abb. 7 zeigt die Oberfläche einer maximal kontrahierten Schnecke, und die großen Differenzen zwischen ihr und den gedehnten Stellen in Abb. 6 erläutern schlagend, daß man an Stellen, wie in Abb. 7 beschaffen, niemals feinere Details aufdecken kann.

Am Integument der Abb. 6 links fällt ein Abschnitt auf, bei dem durch eigenartige, horizontal verlaufende Fasern ein gewisser, wenn auch weitmaschiger Abschluß dieses Integumentteiles gegen das darunter gelegene Gewebe gebildet wird. Abb. 8 zeigt eine gleiche Stelle bei stärkerer

Vergrößerung, wo es fast den Anschein gewinnt, daß diese Zone der sog. Basalmembran der menschlichen Epidermis entspricht. Wir erkennen in Abb. 8 weiter,

daß dieser Integumentteil selbst aus einem lockeren Fasergeflecht besteht, in dem in der Richtung von oben nach unten langgestreckte, bei der Unnaschen Färbung leuchtend rot aussehende „Kerne“ aufgehängt sind. Tatsächlich hat man das Gefühl, daß sie, wenn auch ganz locker, von diesen Fasern umspinnen sind und festgehalten werden. Irgendwelche Protoplasmaabgrenzung um diese Kerne ist nicht



Abb. 6. Senkrechter Schnitt durch das Integument des Fußes einer Weinbergschnecke. Mikrophotogr. Vergr. 115fach.
Die dunklen Strecken sind kontrahiert.

zu sehen. Auch hier sind, wie beim Regenwurm, die Kerne basal, in der mittleren Partie und besonders zahlreich und dicht an der Außenseite (Oberfläche) gelegen.

Wir sehen also auch hier, daß der, der Epidermis entsprechende Integumentteil aus zweierlei Baumaterial aufgebaut ist, aus einem faserig verflochtenen (bindegewebigen) Substrat und einem, alle Zwischenräume ausfüllenden Protoplasten mit seinen Kernen. Wir sehen ferner, daß wie bei der menschlichen Epidermis die äußerste Lage (Cuticula) vom bindegewebigen Substrat mit Kerntrümmern und biochemisch besonders umgewandeltem Protoplasma (Keratin?) gebildet wird, in der man aber noch deutlich die faserige Struktur erkennt. Das Fasergeflecht des äußeren Integuments erscheint auch besonders dicht und die Fasern sind besonders fein, deutlich different gegenüber den, unterhalb der basalen Faserlage gelegenen. In dieser basalen Faserlage sind die Kerne entsprechend der Faserrichtung z. T. wohl horizontal orientiert.



Abb. 7. Schneckenintegument bei starker Kontraktion. Mikrophotogr. Vergr. 175fach.

Wie beim senkrechten Schnitt durch die Regenwurmhaut geht auch hier die Richtung fast aller Fasern von oben nach unten. Aber man sieht auch schon an vielen Stellen, daß neben ihnen horizontal verlaufende Fasern vorhanden sind,

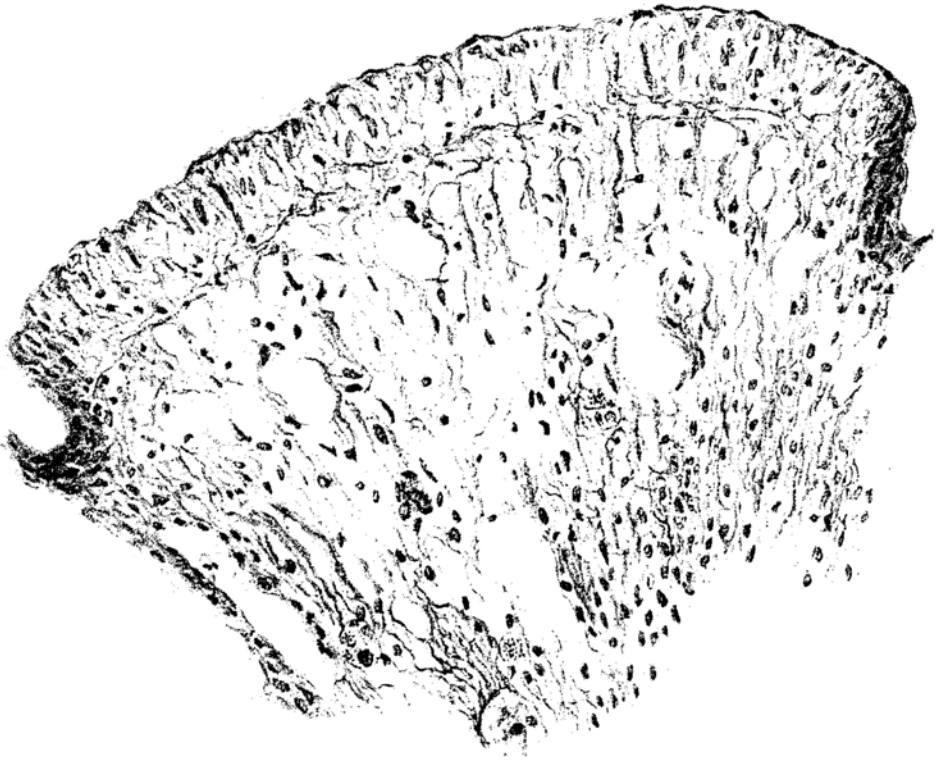


Abb. 8. Senkrechter Schnitt durch das Integument des Fußes einer Weinbergschnecke. Basalmembranartig gespannte Fasern, darüber dichtes Fasergeflecht, das auch den äußeren Abschluß bildet, reichlich Epithelkerne.

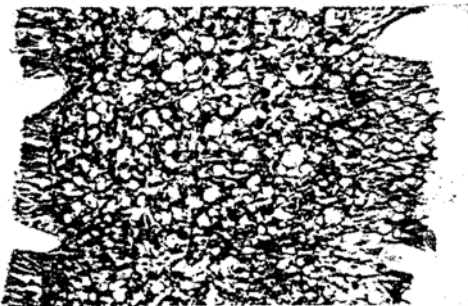


Abb. 9. Schrägschnitt durch die oberen Schichten einer Schnecke. Mikrophotogr. Vergr. 175 fach. Links ist das Epithel fast senkrecht, rechts flach getroffen.

die bei anderer Schnittrichtung augenfällig in Erscheinung treten müssen. Abb. 9, an deren einer Seite das Epithel senkrecht, an deren anderer flach getroffen ist, zeigt an letztgenannter Stelle bereits deutlich dasselbe Verflochtensein wie beim Regenwurm. Falls hier noch Zweifel bestehen könnten, wird die Abb. 10 dieselben wohl restlos zerstören. Sie gibt einen Flachschnitt durch die Epidermis wieder und veranschaulicht, daß ebenso wie beim Regenwurmepithel ein horizon-

tales Fasernetz über dem anderen — natürlich untereinander verbunden — durch die ganze Höhe des Integuments gelagert ist und daß wie dort die Kerne — in Abb. 10 als Querschnitte deutlich erkennbar — meist nicht

in den großen Räumen, sondern in den engen Fasermaschen liegen, also zwischen diesen aufgehängt und fixiert erscheinen, wie ich schon oben sagte.

Wir haben also bei Regenwurm und Schnecke (Weg-, Garten- und Weinbergschnecke) ein äußeres Integument (Epidermis), das aus einem — grob charakterisiert — schwammfaserartig aufgebauten bindegewebigen Epithelfasersystem besteht, in dessen Räumen sich Deckepithelkerne und ein alle Räume kontinuierlich ausfüllender Protoplast befinden. Beim Regenwurm ist nach unten zu ein fester, bei der Schnecke ein lockerer bindegewebiger („basalmembran-artiger“) Abschluß vorhanden.

Auch beim Aal weist die hochgeschichtete Epidermis (Abb. 11) senkrechte und vor allem horizontal gespannte Epithelfasern auf, wie die Abb. 12 zeigt. Hier war der Nachweis besonders schwierig, weil die Protoplasma-masse mit den Kernen ganz außerordentlich fest in dem Maschennetz haftete und nur da, wo diese Protoplasmascheiben bei der Färbeprozedur herausgefallen waren, präsentierte sich das schöne Bild der Abb. 12. Sonst sah man, wie Abb. 13 zeigt, zwischen

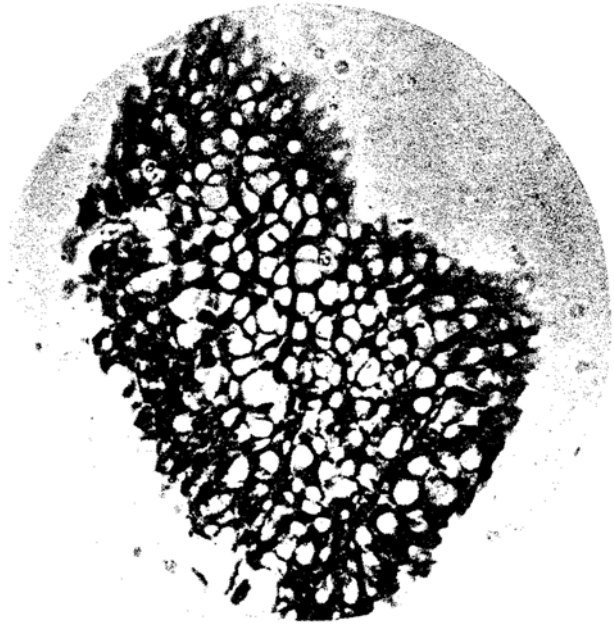


Abb. 10. Flachschnitt durch die Schnecken-„Epidermis“. Mikrophotogr. starke Vergr. 350fach.

Zwischen den Fasern des Netzes zahlreiche dunkle Kernquerschnitte.



Abb. 11. Senkrechter Schnitt durch die Haut des Aals. Mikrophotogr. Vergr. 115fach.

den „Zellquerschnitten“ nur ein schön blau (in der Abb. schwarz) gefärbtes Geäder.

Weiter sei nur kurz auf das „Epithel“ des Seesterns hingewiesen, dessen Aufbau sich im wesentlichen mit dem der Schnecke deckt.

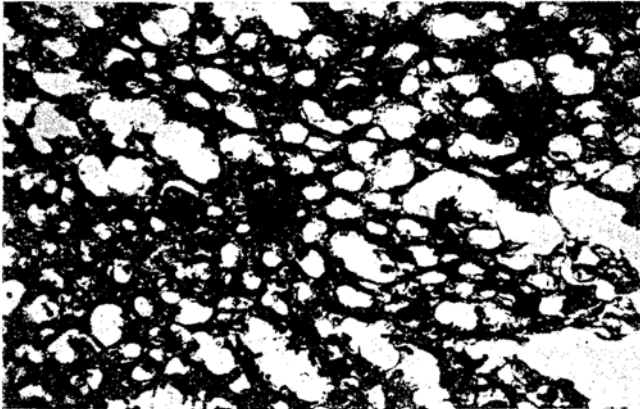


Abb. 12. Flachschnitt durch das Epithel der Aalhaut bei stärkerer Vergr. 175fach.

Das den Protoplasten mit seinen Kernen beherbergende Fasernetz deutlich zu erkennen.

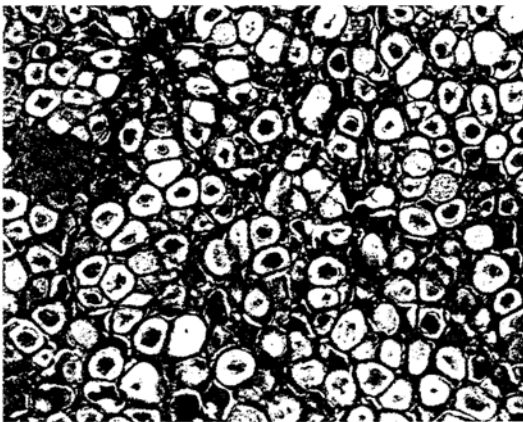


Abb. 13. Flachschnitt durch das Epithel der Aalhaut. Vergr. 175fach.

Die dunkle netzförmige Linienzeichnung entspricht dem Fasernetz der Abb. 12.

Zur Untersuchung diene unter anderem ein lebend dem Pferdedarm entnommener, in 10% Formalin fixierter Bandwurm.

Wir sehen hier sehr schön (vgl. Abb. 15), daß die Trennung des eigentlichen Integuments gegen den zentralen Teil durch eine „basalmembranartige“ Lage

Auch hier, eine allerdings viel deutlichere und festere basalmembranartige Abgrenzung durch Bindegewebslage, dann Epidermis mit senkrecht gestellten, eingesponnenen Kernen innerhalb eines kontinuierlichen Protoplasten, dazwischen überall senkrecht und horizontal verlaufende bindegewebige Epithelfasern (vgl. Abb. 14).

Zuletzt noch einige Worte über das

„Epithel“ (Integument) des Bandwurms, das ja so manche Beurteilung gefunden hat.

Nach Schneider, Vgl. Histologie, soll das Integument von *Taenia saginata* von außen nach innen sich aufbauen aus 1. einer Cuticula von beträchtlichem Umfang, 2. einer Grenzlamelle, 3. einer Ringmuskelfaserschicht, 4. den sog. Deckzellen, dazwischen Längsmuskelfasern, dann 5. Dorsoventralmuskulatur usw. Ausdrücklich wird angegeben, daß Bindegewebsfasern sich zwischen die Deckzellen schieben.

Auch hier wird bei An-

von Bindegewebsfasern (bei van Gieson-Färbung rot), in die einige Muskelfasern (aber sehr unregelmäßig) eingesprengt sind, gekennzeichnet ist. Unmittelbar über diesem Bindegewebe befinden sich die dicken, durch lockermaschiges Bindegewebe getrennten, längs verlaufenden, also quergetroffenen Muskelbündel, von denen aus, besonders gut an Flach- und Schrägschnitten zu sehen, dickere Muskelfasern in das darüberliegende Bindegewebe hineinstrahlen. Nur an einigen Stellen reichen diese bis zwischen die Deckzellen hinein. Zwischen den dicken Muskelbündeln und den sog. Deckzellen liegt ein weitmaschiges Bindegewebe; im obersten Teil desselben sind mehrere Reihen von ovalen bis runden Kernen eingelagert (die sog. Deckzellen).



Abb. 14. Integument eines Seesterns. Mikrophotogr. Vergr. 530fach.

Darauf soll eine Ringmuskelfaserschicht und darauf eine Grenzlamelle

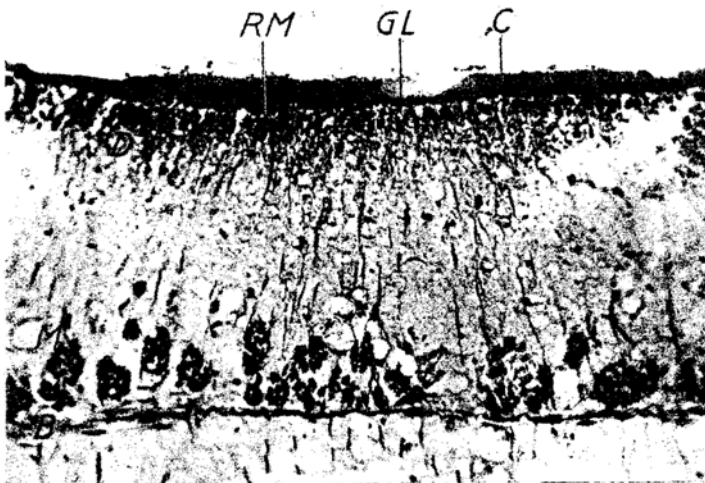


Abb. 15. Integument eines Pferdebandwurms. Querschnitt (senkrecht zur Längsachse des Tieres). Vergr. 210fach.

C = Cuticula, GL = Grenzlamelle, RM = Ringmuskulatur, D = Deckzellen, M = Muskelschlauch, B = basalmembranartig angeordnete Fasern.

folgen. Die Deutung dieser Abschnitte ist etwas schwieriger. Man sieht unter der sog. Grenzlamelle (s. darüber später) merkwürdig anmutende, scharf begrenzte, eigentlich als Kernquerschnitte imponierende hintereinander gereihete Gebilde, die offenbar zu der Annahme einer solchen Ringmuskulatur geführt haben. Die van Gieson-Färbung bestätigt diese Annahme aber nicht recht, denn bei

gutgefärbten Schnitten haben diese Abschnitte rote Färbung, ebenso wie die sog. Grenzlamelle, wenn auch nicht verschwiegen werden soll, daß an manchen Stellen, ebenso wie meist bei dem feinen subepithelialen Bindegewebe der Menschenhaut, eine gelblichrötliche Nuance vorherrschend ist. Aber auch wo das letztere der Fall ist, ist die Faserbeschaffenheit eine ganz andere, als die der



Abb. 16. Flachschnitt durch die Schicht der Deckzellen, Grenzlamelle, *RM* u. *Cuticula*; starke Vergr. Vergr. 530 fach. *RM*, *GL* u. *C* sind eins und bestehen aus verflochtenen, in der *Cuticula* durch Imprägnierungsmasse zu einer fast homogenen Substanz gewordenen Faserschnüren. *D* = Deckzellen.

andern vorhandenen Muskelfasern, so daß man m. E. schon aus dem rein formalen Befund die Anwesenheit einer *Muscularis* hier ablehnen muß. Daß sie hier physiologisch zwecklos ist, werde ich noch zu erwähnen haben.

Der Beweis, daß hier keine Ringmuskelfaserschicht vorhanden ist, war zu erbringen. Geeignete Schnittrichtungen, zusammen mit der Unna'schen Färbung lieferten rasch die Lösung des Rätsels.

Flach- und Schrägschnitte durch diese Region zeigen eigentlich ohne jeden Kommentar (Abb. 16 und 17), daß diese Zone aus strickartigen Faserbündeln besteht, die wie bei einem Leinengewebe durcheinandergelochten sind. Die Spannungsebene ist parallel zur Bandwurmoberfläche, und zwar liegt dies Fasergewebe, soweit man

sehen kann, in mehreren Lagen übereinander. Die Bindegewebsfasern des Integuments steigen steil von unten nach oben in die Höhe, bilden dort Stricke, die fast rechtwinklig umbiegen und sich verflechten. Diese Verschnürungspunkte sind offenbar die fast wie Kernquerschnitte imponierenden Gebilde am unteren Rande dieser Gewebslage. Das Bandwurmintegument ist also hier durch ein festes, höchst zugfestes und sehr gut biegsames Gewebe abgeschlossen.

Auf diese sog. Ringmuskelschicht und die Grenzlamelle, die also einheitlich sind, folgt nach außen die sog. *Cuticula*. Diese weist deutlich eine feine senkrechte Streifung auf, ist bei der van Gieson-Färbung gelb, bei der

Unnaschen Färbung leuchtend rot gefärbt und stellt eine offenbar aus dem daruntergelegenen Fasergeflecht hervorgegangenes, besonders imprägniertes, zur Aufnahme bzw. zum Durchlassen von Nahrungsstoffen speziell geeignetes Gewebe dar, wenn man nicht, was biologisch wohl noch einleuchtender ist, annehmen will, daß die Cuticula und die daruntergelegenen Geflechtlagen ein homogenes, zeitlich gleichzeitig entstandenes Gewebe ist, das bei der doch immerhin kurzen Lebensdauer der einzelnen Proglottiden einer kontinuierlichen Abstoßung und Ergänzung wie z. B. bei der Epidermis des Menschen kaum bedarf.

Wie dem aber auch sei, aus der Gewebsanalyse geht zweifelstfrei hervor, daß auch das Integument des Bandwurms als Grund- und Stützgewebe und als Abschluß gegen die Außenwelt ein bindegewebiges, z. T. kunstvoll verflochtenes Substrat aufweist, in dem unterhalb der Außenschicht die „Epithelkerne“ in mehreren Lagen untereinander, genau wie bei der Schnecke und dem Seeigel, zwischen den Bindegewebsfasern verankert, aufgehängt sind.

Eine Besonderheit ist hier, daß die dicken Muskellagen und die

radiär nach oben ausstrahlenden Muskelfasern oberhalb der basalmembranartigen Bindegewebsfaserschicht gelagert sind. Also auch hier, abgesehen von dieser Besonderheit — das Bandwurmintegument ist auf Grund der Lebensbedingungen des Bandwurms ja wohl auch ganz besonders zu bewerten — im Prinzip der gleiche Aufbau wie bei allen oben angeführten Tiergattungen.

Daß das Vorhandensein einer Ringmuskulatur unmittelbar unter der bisher angenommenen Grenzlamele und der Cuticula sinnlos wäre, lehrt eine einfache Überlegung: was soll denn eine platt ausgebreitete, dicht unter der festen Cuticula gelegene Muskelschicht zusammenziehen? Sie könnte höchstens die



Abb. 17. Ein gleiches Bild wie Abb. 16 aus einem anderen Schnitt bei stärkerer Vergr. Mikrophotogr. Vergr. 950 fach. Man erkennt hier noch besser die gewebeartige Durchflechtung der Fasern. D = Deckzellen.

Cuticula leicht runzeln. Hat das einen Sinn? Nein! — Dagegen kann ein Muskelschlauch, weit entfernt von der Cuticula, zusammen mit den radiär ausstrahlenden Muskelfasern durch seine gesamte, partielle und wellenförmige Kontraktion und Erschlaffung jede beliebige Bewegung der einzelnen Proglottiden und damit des ganzen Tieres hervorrufen. Diese in Wirklichkeit vorhandene Anordnung der Muskulatur stellt technisch auch tatsächlich das vollendetste dar.

Nach allem, was ich in meinen Schnitten gesehen und in den einschlägigen Büchern gelesen habe, bedarf die Anatomie der Muskelverteilung in der Haut der niederen Tiere wohl dringend einer Revision.

Zusammengefaßt ergibt sich also, daß bei all diesen, willkürlich herausgegriffenen Vertretern verschiedenster Tiergattungen im Prinzip der gleiche Aufbau des obersten Integumentteiles (Epithel, „Epidermis“) besteht, d. h. daß ein auf einer bindegewebigen Geflechtbasis („Balsalmembran“) fußendes, die ganze Höhe der „Epidermis“ durchsetzendes senkrechtes, horizontal und namentlich bei komplizierter gebauter Epidermis auch noch in andern Richtungen verspanntes, nach außen durch feste Aneinanderlagerung der Fasern fest abgeschlossenes, mesenchymales (bindegewebiges) Epithelfasersystem und in seinen Maschenräumen ein kontinuierlicher, keine eigentlichen Zellen bildender Protoplast mit Kernen vorhanden ist. —

Ich habe bei der menschlichen Haut auf besonders geartete, meist nur in der Basalzellschicht gelegene Zellen, die sog. Epithelfasermutterzellen, aus denen sich das Epithelfasersystem immer wieder ergänzt, hingewiesen. Sie finden sich, soweit ich feststellen konnte, auch bei den Laboratoriumssäugetieren, bei Frosch, Salamander, Eidechse, Aal.

Auch an der unteren Grenze des Schneckeninteguments (vgl. Abb. 8) sowie beim Regenwurmepithel (in den sog. Stützzellen) sieht man zwar deutlich in ziemlich gleichen Abständen Kerne, die anders zu sein scheinen, als die langgestreckten, zwischen den Epithelfasern liegenden Epithelkerne. Ob und wie weit das aber wirklich Kerne von „Epithelfasermutterzellen“ sind, ist nicht zu entscheiden. Bei diesen einfacher gebauten und mit einem biologisch doch anders als die Menschenhaut usw. arbeitenden Integument versehenen Tieren ist z. T. wohl sicher eine Vereinfachung insofern eingetreten, als das subepidermidale Bindegewebe in ausgedehntem Maße an der Bildung des Epithelfasersystems beteiligt ist oder überhaupt keine Sonderung besteht, so daß also dann hier z. T. ein nicht in epidermidal und subepidermidal zu trennendes Bindegewebe das ganze Bindegewebsgestütze des Haut-Muskelschlauches, auch mit evtl. Einschiebung einer Basalfaserlage bilden würde (einwandfreies Beispiel: Bandwurmintegument). Die Imprägnierung kann deshalb doch total different sein. Diese Detailuntersuchungen für die Tierreihe liegen aber außerhalb meines Untersuchungsbereiches. Mit der Feststellung dieser großen gemeinsamen Richtlinie über den Aufbau des obersten Integumentteiles verschiedenster Tiergattungen glaube ich den schönsten Beweis für die ektodermo-mesenchymale Genese der Menschenhautepidermis usw. erbracht zu haben.

Es könnten aber vielleicht doch noch Bedenken bestehen, daß ich das Mesenchym bei Mensch und Wirbeltieren dem Mesenchym der anderen Tiergattungen

gleichsetze. Mir ist wohlbekannt, daß man entwicklungsgeschichtlich sowohl ein vom Ektoderm, als auch ein vom Entoderm wie Mesoderm abstammendes Mesenchym, also drei Mesenchymbildungsstätten unterscheidet und weiter — wenigstens zum Teil (cf. Hertwig, Allgem. Biologie 1921) — annimmt, daß bei den Wirbeltieren das Mesenchym vom mittleren Keimblatt abstammt.

Wenn sich aber im primitiven Zellverband der drei Keimblätter aller Tiere inkl. Mensch bereits — wenn auch für uns mikroskopisch nicht nachweisbar — gegeneinander differenzierte Mutterzellen mesenchymaler und anderer Art neben- und durcheinander befinden, so muß man daraus logischerweise folgern können, daß ebenso wie das subepitheliale Bindegewebe bei dem äußeren Integument



Abb. 18. Schlundpartie des Regenwurms. Die Epithelfaserung sehr deutlich erkennbar. Mikrophotogr. Vergr. 318fach.

und wie das bindegewebige Stützgerüst in den Organen von denselben im Zellverband des Keimblatts gelegenen mesenchymalen Mutterzellen herrührt, sich aus dem gleichen Muttergewebe auch in der Epidermis bzw. in einem der Epidermis gleichzusetzenden Hautabschnitt ein mesenchymales bindegewebiges Stützgerüst (Epithelfasersystem) bilden kann. Kann also auch beim Menschen ein ektodermales Mesenchym angenommen werden, so bietet die Deutung auch dieses Epithelfasersystems als mesenchymal (bindegewebig) keinerlei Schwierigkeiten (siehe dazu Beitrag VII im Arch. f. Dermatolog. 134).

Aber auch wenn das Mesenchym bei Mensch und Wirbeltieren wirklich vom Mesoderm abstammen sollte, so wird die Annahme, die ich im Beitrag II erörtert habe, daß sich in frühester embryonaler Zeit Mesenchymzellen zwischen die Zellen der Keimschicht der embryonalen Hautanlage einschieben und bei Ausbildung

der Epidermis wie bei der Tierhaut Mutterzellen des Epithelfasersystems werden, die nächstliegende und biologisch die einleuchtendste sein. Ist doch dies Epithel-

fasersystem nur das Analogon zu dem Fasersystem der Haut anderer Tiere und würde doch hier für die Haut nur dasselbe postuliert werden, ohne das wir uns ein anderes Organ nicht denken können, nämlich ein schwammfaserartiges, künstlich verflochtenes Fasersystem, in dem das „Zellprotoplasma“ mit seinen Kernen gesichert ruht (so z. B. Gitterfasersystem in der Leber, dargestellt nach Achucarrow).

Man darf sich freilich nicht an dem Wort „Bindegewebe“ stoßen, sondern muß den Begriff möglichst weit fassen. Wie das Bindegewebe von Milz, Leber, Haut usw.

sicher — zum Teil färberisch ja nachweisbar — untereinander nicht identisch ist, da es ja ganz verschiedene biologische Funktionen zu verrichten hat, so ist natürlich auch das „Bindegewebe“ der Cutis und des Epithels sicher biologisch auf Grund ganz verschiedener biologischer und wohl auch mechanischer Anforderungen sehr different, insonderheit hat das Epithelfasersystem mit dem Kollagen des cutanen Bindegewebes nichts zu tun. Aber deswegen bleibt es biologisch-funktionell gleichwertig, abstammend aus entwicklungsgeschichtlich konformen Elementen, den Mutterzellen der Stützsubstanzen, dem Mesenchym. (Betr. alles

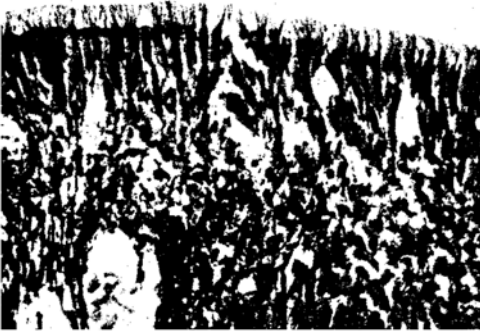


Abb. 19. Bürstenbesatz des Kopfteils einer schwarzen Wegschnecke. Mikrophotogr. Vergr. 315fach.

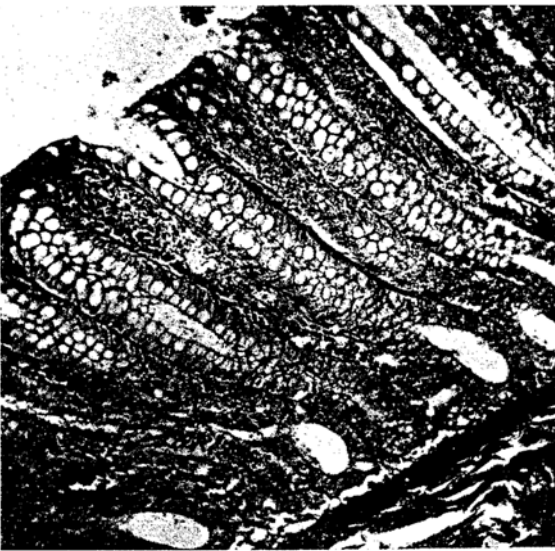


Abb. 20. Dickdarm des Hundes; das wie eine Trochorienkonstruktion aufgebaute Epithelfasersystem ist sehr gut zu erkennen. Mikrophotogr. Vergr. 117fach.

Weiteren siehe Beitrag VII, Arch. f. Dermatol. 134.)

Noch eins würde durch diese ektodermo-mesenchymale Integumentgenese seine restlose, befriedigende Erklärung finden: die Frage der sog. ektodermalen Muskelfasern. Ist die Substanz des Epidermis-Fasergerüsts mesenchymal, so

wird man nicht fehlgehen in der Annahme, daß diese Muskeln nicht dem sog. Ektoderm, sondern dem mesenchymalen Anteil entstammen und mit den Bindegewebelementen in die „Epidermis“ eingewachsen sind. —

Wie steht es mit den Schleimhäuten? Die Mundschleimhaut unterscheidet sich in dieser Beziehung in nichts von der äußeren Haut.

Es war gewiß von besonderem Reiz, die Schleimhäute des Kehlkopfes und des Darmtraktes daraufhin zu untersuchen, ob nicht auch sie sich aus Abkömmlingen zweier Keimblätter aufbauten. Der Schluß lag ja auf der Hand und das Resultat solcher Untersuchungen konnte eigentlich kaum zweifelhaft sein. Abb. 18 zeigt den Schlundteil des Verdauungstraktes vom Regenwurm. Da sehen wir gleichzeitig das unerwartete Resultat, daß die Flimmerhaare bindegewebig und offenbar die Fortsetzung von Epithelfasern sind. Die unter ihnen liegende „Basalmembran“ ist ebenso wie die Basalmembran der Menschenhaut eine Verflechtungszone anderer Epithelfasern, falls man nicht annehmen will — beweisen läßt sich das aber wohl kaum —, daß sich alle Epithelfasern erst zu dieser Basalmembran verflechten und die Faserenden dann als Flimmerhaare über dieselbe herausragen. Die erstere Deutung hätte biologisch mehr für sich, wenn man in ihnen Reizleitungsfasern sieht (denen ein Nervenfäserchen anliegt?), denn dann würde der unter der Basalmembran befindliche Abschnitt der Flimmerhaar-Epithelfaser als langer Hebelarm dem Protoplasma bzw. dem Nerven einen sehr erheblichen Reiz übermitteln können.

Auch das Darmepithel des Regenwurms weist eine ganz gleichmäßige Epithelfaserstreifung auf, und wir erkennen hier noch besonders schön die zwischen den Fasern gelegenen Kerne des „Darmepithels“.

Das Paradigma der Flimmerzellen, das Epithel des Froschösophagus weist, wenn auch in anderer Architektur, genau dieselben Verhältnisse auf wie beim Regenwurmschlund; auch hier sind die Flimmerhaare (anscheinend) die Ausläufer von Epithelfasern. Auch die Tracheaflimmerhaare und das Tracheaepithel des Menschen usw. verhält sich ebenso. Ein besonders schönes Objekt zur Untersuchung der Flimmerhaare ist auch der Bürstenbesatz des Kopfteiles einer Wegschnecke (vgl. Abb. 19). Auf die nähere Architektur des „Epithelbaues“ der Schleimhäute gehe ich als nicht mehr in mein Gebiet gehörig hier nicht ein.

Nur noch ein Bild vom Dickdarm des Hundes sei gegeben (Abb. 20), an dem man sehr schön erkennt, daß das „Epithel“ ein trajektorienartig maschiges Fasergerüst aufweist, also im Prinzip ebenso aus Mesenchym und Protoplast mit Kernen aufgebaut ist wie die Menschenhaut usw. und andere Schleimhäute.