

3. Untersuchungen am Gastropodenaug.

Von cand. rer. nat. Hanna Eisenmann.

(Aus dem Zoologischen Institut in Marburg.)

(Mit 10 Figuren.)

Eingeg. 15. August 1918.

Die im nachfolgenden mitgeteilten Untersuchungen wurden zunächst zum Zweck des Einarbeitens in die recht interessanten Verhältnisse der wasser- und landlebenden Gastropoden hinsichtlich des Baus der Augen unternommen; sie erfuhren dann aber eine weitere Ausdehnung und sollten zu einem Vergleich der bei den im Wasser und auf dem Lande lebenden Schnecken obwaltenden Verhältnisse führen. Neben der Gestalt der Augen und der Beschaffenheit des Lichtbrechungsapparates war dabei vor allem diejenige der Retina und ihrer Elemente in Aussicht genommen. Mitten in der Arbeit zu ihrem Abbrechen genötigt, sei es mir erlaubt, einige der freilich noch recht bescheidenen Ergebnisse mitzuteilen.

I. Technik und Literatur.

Zur Untersuchung kamen Augen von *Helix*, *Arion* und *Paludina*. Die Tentakelspitzen der beiden ersten wurden am ausgestreckten Fühler durch einen schnellen Scherenschnitt abgeschnitten oder der Fühler erst durch Abbinden mit einem Faden am Einstülpen verhindert. Der Tentakel von *Paludina* wurde entweder mit anliegendem Augenhöcker am lebenden Tiere einfach abgeschnitten oder das Tier mit einer Kokaineinspritzung betäubt, wodurch man die Fühler in einem schön gestreckten Zustand erhielt.

Als Fixierungsmittel wurden Sublimate, Osmiumgemische, Zenkersche Lösung u. a. verwendet; sehr gut bewährte sich einfacher 96%iger Alkohol. Gefärbt wurde mit Hämatoxylin Delafield und Heidenhain zusammen mit Säurefuchsin oder Eosin und Boraxkarmin-Lichtgrün. Die schönsten Präparate ergaben die Färbungen mit Apathys Hämatein I. A., die in toto vorgefärbt wurden. Die von Küpfer empfohlene Goldchloridfärbung nach Sublimat-Osmiumfixierung gab wohl gut fixierte und gefärbte Präparate, aber die spezifische Neurofibrilltinktion ist mir nicht geglückt. Entpigmentiert wurde mit einem Gemenge von Kaliumchlorat und konzentrierter Salzsäure, wozu nach beginnender Chlorentwicklung 70%iger Alkohol hinzugefügt wurde.

Ausführliche historische Literaturüberblicke finden wir bei Hilger, Bäcker, Hesse und Küpfer, und ich möchte deshalb nicht näher darauf eingehen. Die von mir noch benutzten Arbeiten sind in dem beigegebenen Literaturverzeichnis angeführt.

II. Außere Lage und Form.

Das Auge der stylommatophoren Pulmonaten ist als kleines schwarzes Pünktchen an der Spitze der großen hinteren Fühler sichtbar. Es befindet sich in der Einfurchung, die durch den Ansatz des Retractormuskels an der Fühlerspitze gebildet wird. Das Auge an sich hat keine Beweglichkeit; es wird mit dem gesamten Fühler eingestülpt und wieder ausgestülpt.

Bei *Paludina* befindet sich das Auge an der Außenseite der Tentakelbasis und ist am gestreckten Tentakel beim lebenden Tier als eine Vorwölbung gut zu erkennen. Ebensowenig wie der Tentakel kann hier auch das Auge eingestülpt werden. Aber bis zu einem gewissen Grade kann das Auge doch mit der Zusammenziehung des Fühlers zurückgezogen werden. Man kann sich davon überzeugen, wenn man Präparate durch die gestreckten Tentakel solcher durch kokaingelähmten Paludinen mit denen durch die zusammengezogenen Tentakel, die dem lebenden Tiere abgeschnitten wurden, vergleicht. Bei den letzteren bildet das Auge keine starke Vorwölbung mehr; der Verlauf des Augennerven ist nicht gestreckt, sondern wellenförmig, und die Haut bildet deutliche Falten.

Die Form der Augenblase ist bei *Helix* und *Arion* sphärisch, bei *Paludina* ist es eine mehr längliche Birnengestalt. Lespès nahm an, daß die langen Augenformen den Wassertieren gehören würden. Aber ein Blick auf die Augenformen von *Linnæa*, *Planorbis* und *Physa* spricht gegen eine solche Verallgemeinerung. Trotzdem können wir die Annahme von Lespès nicht zurückweisen, da es sich bei den genannten Fällen wahrscheinlich nicht um »sehende« Augen handelt.

Auf den meisten von mir erhaltenen Augenschnitten von *Paludina* finden sich einseitig oder beiderseitig Einbuchtungen oder Vorwölbungen in der Retina, die in toto eine ringförmige Einsenkung und Vorwölbung bilden müssen. So ist es z. B. aus den Figuren 5, 6 und 7 ersichtlich. Diese Einbuchtung, die auch Willem schon erwähnt, liegt meistens an der Augenbasis; sie kann aber auch seitlich davon cornealwärts liegen. Aus dieser Regellosigkeit ihres Auftretens ergibt sich schon, daß es keine konstante, dem Auge notwendig zukommende Erscheinung ist. Sie läßt sich als ein Kunstprodukt erklären, das vielleicht dadurch zustande kommt, daß dem Auge durch das Fixieren oder Einbetten Flüssigkeit entzogen wird, und dadurch verengert sich der Raum der Augenblase. (Siehe darüber auch unter V.)

III. Innervation.

Das Auge wird bei den von mir untersuchten Stylommatophoren und Prosobranchiern von einem besonderen Nerven, dem Nervus opticus innerviert. Der Ursprung und Verlauf des N. opticus ist bei den Stylommatophoren so schwer von dem des damit parallel verlaufenden N. olfactorius zu unterscheiden, daß man lange annahm, diese beiden Nerven hätten einen gemeinsamen Ursprung und Verlauf und der Opticus trennte sich erst kurz vor dem Eintritt in das Auge von dem Olfactorius. Joh. Müller war der erste, der den getrennten Verlauf der beiden Nerven erkannte. Trotzdem finden wir bei Böhmg und Meisenheimer noch die Angabe, daß der N. olfac-

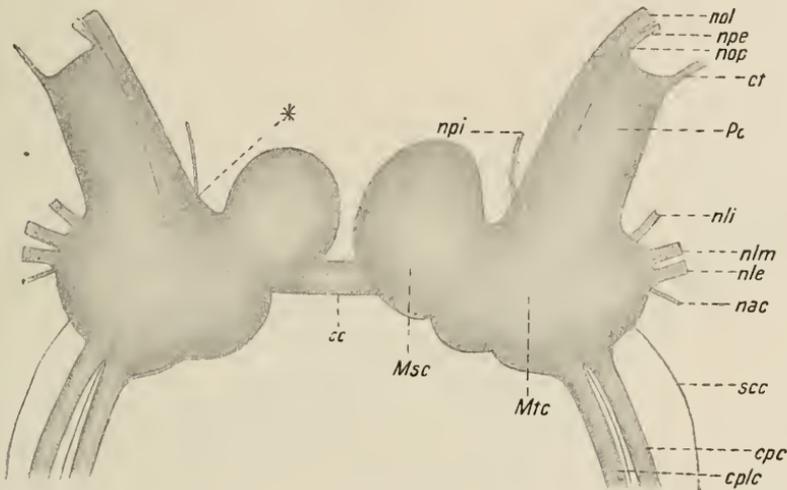


Fig. 1. Die Cerebralganglien von *Helix* (nach Bang). *Pe*, *Msc*, *Mtc*, Proto-, Meso- und Metacerebrum; *npi*, Nervus peritentacularis internus; *npe*, Nervus peritentacularis externus; *nol*, Nervus olfactorius; *ct*, Cerebraltubus; *nli*, Nervus labialis internus; *nlm*, Nervus labialis medianus; *nle*, Nervus labialis externus; *nac*, Nervus arteriae cerebrialis; *cc*, Cerebralcommissur; *scs*, Subcerebralcommissur; *cpc*, Cerebropedalconnectiv; *cplc*, Cerebropleuralconnectiv; *nop*, Nervus opticus; *, Ursprungsstelle des Nervus opticus.

torius den N. opticus enthält. Schmalz nimmt an, daß der N. opticus ein selbständiger Nerv sei, aber »ein Seitennerv des N. olfactorius, der aber schon innerhalb des Ganglions oder kurz nach Austritt des N. olfactorius aus dem Ganglion von diesem sich abzweigt«. Die von Kunze angestellten mikroskopischen und von Bang makroskopisch nachgeprüften Untersuchungen ergaben, daß der N. opticus einen eigenen Ursprung hat, und zwar dicht unter der Dorsaldecke des Cerebralganglions, an der Grenze von Meta- und Protocerebrum. »Nach dem Austritt aus dem Ganglion verläuft

der Sehnerv dicht über das Protocerebrum hin, tritt zwischen N. peritenticularis externus und N. olfactorius durch, um, am letzteren entlang laufend, in den großen Fühler einzutreten«. (Siehe hierzu Fig. 1.) (Der N. opticus beteiligt sich demnach auch nicht an der Bildung des großen Ganglions an der Spitze des Tentakels, wie es von vielen Autoren angenommen wurde, eine Tatsache, die ich an allen von mir durch den Tentakel ausgeführten Schnitten bestätigen kann.)

Bei *Paludina* ist der Verlauf des Augennervs von dem des Tentakelnervs deutlich getrennt und schon von den ersten Untersuchern, unter denen besonders Krohn und Leydig zu erwähnen sind, er-

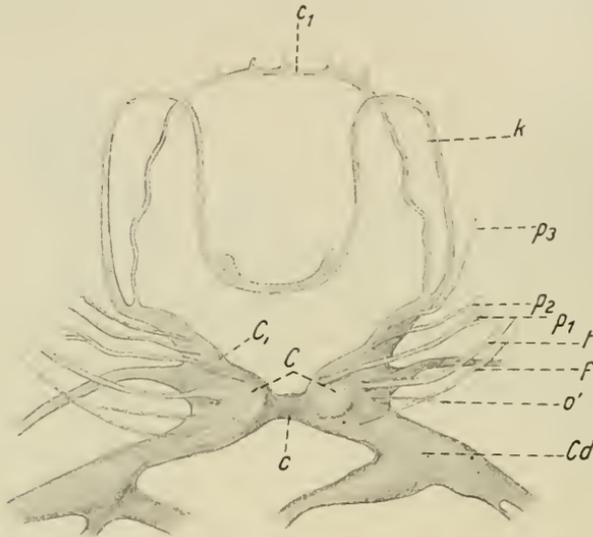


Fig. 2. Cerebralganglion von *Paludina* (nach Bouvier). C, Ganglion cerebroïde; C₁, saillie labiale; Cd, Ganglion palléal droit; c, Commissure cerebroïde; c₁, Commissure labiale; k, Connectif cérébro-buccal; p₁, p₂, p₃, Nerfs proboscidiens et pédiens; o', Nervef acoustique; t, Nervef tentaculaire; f, Nervef optique.

kannt worden. Auch hier entspringt der N. opticus im Metacerebrum, aber er tritt deutlich getrennt vom Tentakelnerven aus (siehe Fig. 2). Sein Verlauf innerhalb des Tentakels ist auch stets deutlich vom Tentakelnerv getrennt.

Im Verlauf des Opticus treten weder bei *Helix* noch bei *Paludina* gangliöse Anschwellungen auf. Auch beim Eintritt in das Auge zeigt der Nerv keine Verdickung.

Was das Vorhandensein von Ganglienzellen im Nerven selbst anbelangt, so habe ich dieselben sowohl bei *Paludina* als auch bei *Helix* gefunden. Simroth behauptet, daß sich der Opticus gerade durch das Fehlen der Ganglienzellen vom Fühlernerv unterscheidet. Hilger fand sie wohl bei den Prosobranchiern, aber bei den Pul-

monaten blieb er darüber im ungewissen. Nach meinen eignen Untersuchungen kann ich behaupten, daß ich Ganglienzellen sowohl bei *Helix* als bei *Paludina* im Verlauf des Nerven unregelmäßig eingestreut fand, und daß sie bis nahe zum Auge herantreten. (Siehe Fig. 3 und 4.)

IV. Retina.

Die Retina ist eine einschichtige, den proximalen Teil der Augenblase einnehmende Zelllage. Die Bezeichnung Netzhautretina ist

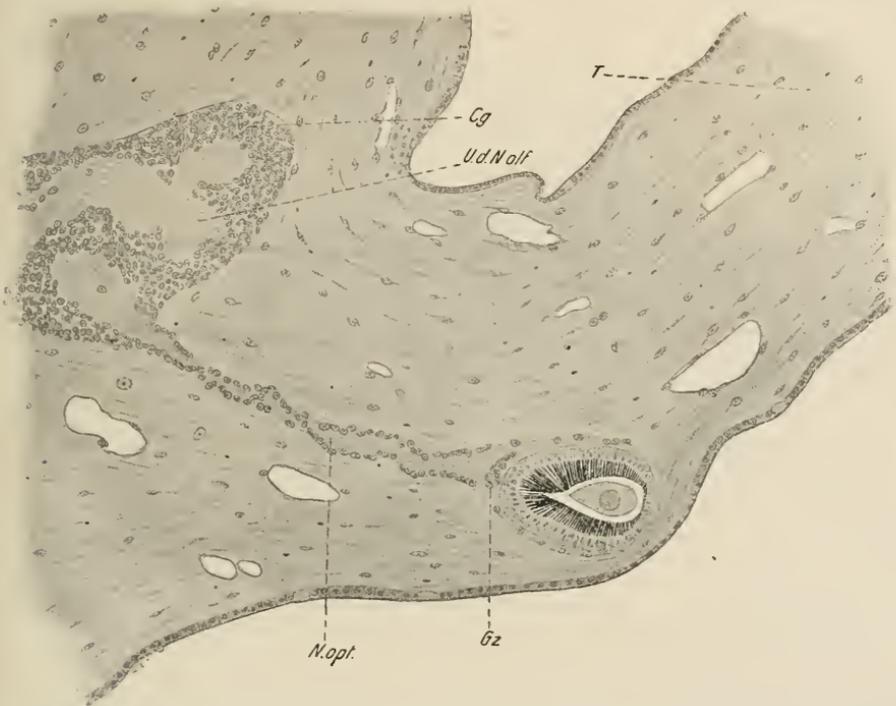


Fig. 3. Ursprung und Verlauf des Opticus. (Teil eines Längsschnittes durch junge *Paludina*, fixiert mit Zenker, gefärbt mit Hämotoxylin-Eosin. Schnitt-dicke 4μ . Reicherts Mikroskop. Obj. 4. Komp.-Ocular 18. Zeichenprisma von Zeiß.) T, Tentakel; Cg, Cerebralganglion; U.d.N.olf, Ursprungsstelle des N. olfactorius; N. opt., Nervus opticus; Gz, Ganglienzellen.

keine zutreffende; sie ist, wie auch die andern Bezeichnungen am Schneckenauge, von dem Wirbeltierauge genommen. Sie müßte besser Sehzellenschicht genannt werden. Diese Schicht besteht, wie schon seit langem bekannt ist, aus 2 Arten von Zellen, den eigentlichen Sehzellen und den Zwischenzellen. Über die Eigenschaften und Funktionen dieser beiden Zellarten finden wir in der Literatur die verschiedensten und sich widersprechenden Anschauungen, und auch in den neueren Arbeiten treffen wir auseinandergelungene An-

gaben. Eine wesentliche Aufklärung brachten die überzeugenden Darlegungen Hesses, nach denen es »gänzlich unzulässig ist, der Pigmentierung einen morphologischen Wert bei der Vergleichung der Zellen beizumessen«. Dadurch fiel die Streitfrage weg, ob im allgemeinen die pigmentierten oder die pigmentlosen Zellen die lichtempfindlichen sind, denn beide Arten können es sein. Aber wenn auch dadurch die prinzipielle Frage aufgehoben ist, so bleibt doch für den speziellen Fall stets noch die Art der Zellelemente der Retina zu untersuchen.

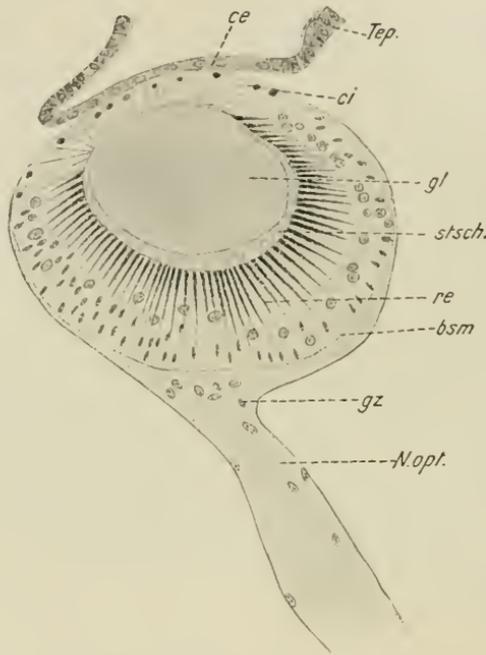


Fig. 4. Auge von *Arion*. (Längsschnitt. Fixiert Alk., 96%ig, gefärbt Apathys Hämatein I. A. Schnittdicke 3μ . Reicherts Mikroskop. Obj. 4. Zeiß' Zeichenprisma.) *Tep.*, Tentakelepidermis; *ce*, Cornea externa; *ci*, Cornea interna; *gl*, Glaskörper; *stsch.*, Stäbchenschicht; *re*, Retina; *bsm*, Basalmembran; *gz*, Ganglienzellen; *N. opt.*, Nervus opticus.

Die am genauesten untersuchten Gastropodenaugen sind die unserer häufigen Landformen: *Helix*, *Arion* und *Limax*. Die Verhältnisse bei *Helix* und *Arion* stimmen so genau miteinander überein, daß die Beschreibungen stets für beide gleich stimmen, während bei *Limax* durch die verschiedene Form der Sehzelle und das Auftreten einer sogenannten »Nebenretina« andre Verhältnisse vorliegen. Die beste neuere Untersuchung des *Helix*-Auges ist die von Bäcker, die sich an diejenige von Hesse anschließt. Die beiden Zellarten

in der Retina sind auf dünnen Längsschnitten durch das Auge zu unterscheiden. Die einen sind pigmentiert und werden als Pigmentzellen bezeichnet; die andern sind pigmentlos und werden aus einem noch näher zu erörternden Grund als Stäbchenzelle bezeichnet, obwohl der von Babuchin angewandte Name »Centralzelle« treffender wäre. Auf Querschnitten sieht man, daß die Pigmentzellen die pigmentlosen von allen Seiten fest umgeben. Auf Längsschnitten sieht man sie seitlich nebeneinander gelagert.

In der Retina von *Helix* und *Arion*, deren Zellen eine Höhe

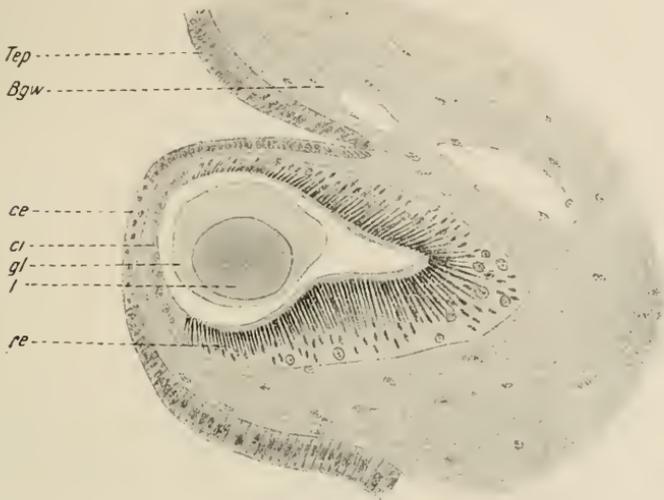


Fig. 5. Auge von *Paludina*. (Längsschnitt. Fixiert Alk., 96%ig. Gefärbt Hämatein I. A. Schnittdicke 1μ . Leitz' Mikroskop. Obj. 7. Oc. 3. Zeiß' Zeichenprisma.) *Tep*, Tentakelepidermis; *Bgw*, Bindegewebe; *ce*, Cornea externa; *ci*, Cornea interna; *gl*, Glaskörper; *l*, Linse; *re*, Retina.

von 0,08 mm haben, sind die Pigmentzellen langgestreckte, protoplasmaarme Zellen. Sie setzen sich mit ihrem basalen Teil, der zu einem faserartigen Fuß verschmälert ist, an die Basalmembran der Retina an. (Siehe hierzu und zu den weiteren Beschreibungen Fig. 9.) In diesem basalen, verschmälerten Teil der Zelle liegt der Kern, der oval ist und sich intensiv färbt. In dem distalen Teil liegt das Pigment in Form von feinen Körnchen angehäuft und erstreckt sich bis zum verschmälerten Teil der Zelle. Hilgers Befund, daß die Zellen in der Tiefe des Auges höchstens über die vordere Hälfte mit Pigment erfüllt sind, während sie in der Nähe der Cornea fast vollständig pigmentiert sind, kann ich nicht bestätigen. Das Pigment liegt in den Zellen nicht regellos angehäuft, sondern es liegt den

Zellwänden entlang. (Siehe Fig. 8.) Dieses erklärt auch die Erwähnung eines »hellen Kanals« in den alten Beschreibungen. Über die Veränderung der Pigmentverteilung bei Hell- und Dunkeleinwirkung auf das Auge war nichts Sicheres bekannt. Smith konnte nach fünfstündiger Verdunkelung des *Helix*-Auges keine Veränderung in der Pigmentlagerung erkennen. Pilossian erwähnt die durchgehend gleiche Pigmentverteilung bei allen von ihm untersuchten *Physa*-Exemplaren und erklärt es daraus: »que j'avais conservé ceux-ci dans les mêmes conditions de lumière«. Ich habe nun versucht möglichst große Gegensätze miteinander zu vergleichen. Ich habe

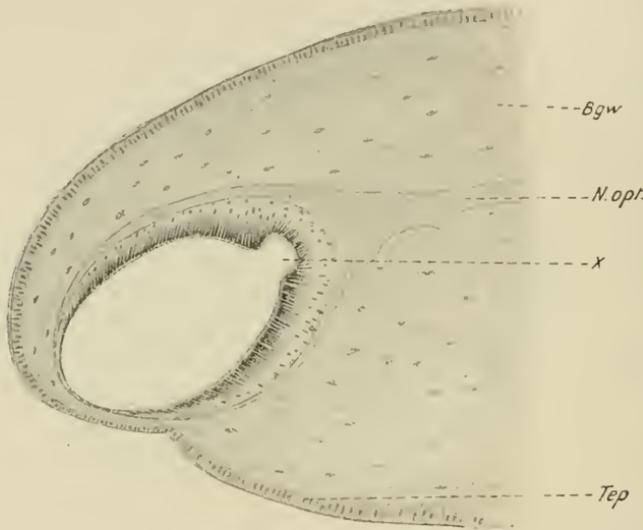


Fig. 6. Auge von *Paludina*. (Sagittalschnitt. Fixiert Sublimat. Gefärbt Hämatein-Eosin. Schnittdicke $5\ \mu$. Leitz Mikrosk. Obj. 3. Oc. 3.) *Tep*, Tentakel-epidermis; *Bgw*, Bindegewebe; *N. opt.*, Nervus opticus; *x*, Einbuchtungsstelle der Retina.

sowohl *Arion* als auch *Paludina* bis zu 14 Tagen in der vollständig finsternen Dunkelkammer gehalten und deren Augenschnitte mit solchen von in der grellen Sonne abgeschnittenen und fixierten Augen verglichen. Bei genauester Untersuchung und beim Vergleichen von Schnitten gleicher Fixierung, Färbung und Dicke konnte auch ich gar keine Veränderung oder auch nur den geringsten Unterschied feststellen.

Die Zellen der andern Art enthalten kein Pigment. Sie sind höher und breiter als die Pigmentzellen und ragen über dieselben hinaus in das Augeninnere hinein. Auf dieser Vorwölbung sitzt das sogenannte Stübchen. Auch dieser Ausdruck, der von der Wirbeltiernomenklatur entnommen ist, gibt uns keine Formvorstellung. Er

bezeichnet hier nur den »äußeren anatomisch erkennbaren Teil der Sehzelle, der die rezipierenden Endigungen enthält« (Hesse). Die Stäbchenzellen sind plasmareicher als die Pigmentzellen. Ihr Kern, der mehr distalwärts liegt, ist größer als der Pigmentzellenkern und von runder Gestalt. Er färbt sich nicht so intensiv und läßt den Nucleolus und einzelne Chromatinkörnchen deutlich erkennen. Diese Stäbchenzellen werden als die lichtempfindlichen Sehzellen betrachtet. Das Stäbchen ist dabei der den Reiz rezipierende Teil. In der Zelle wird der Reiz weiter geleitet. Basalwärts geht die Zelle in einen faserförmigen Fortsatz über, der weder an der Basalmembran ansetzt noch durch sie hindurch geht, sondern an ihr entlang läuft

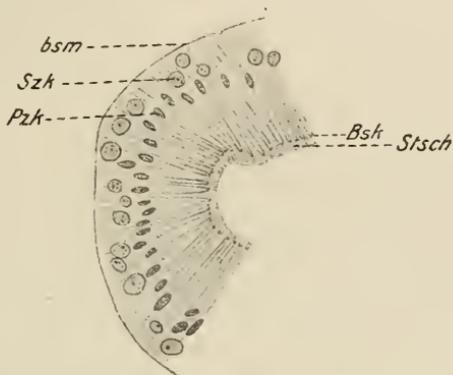


Fig. 7. Entpigmentierte Retina von *Paludina*. (Längsschnitt. Fixiert Alk., 96%ig, gebleicht Kaliumchlorat und Salzsäure, gefärbt Heidenhain Hämatropin. Schnittdicke 4μ . Leitz' Mikroskop. Obj. 7. Komp.-Oc. 8. Zeiß' Zeichenprisma.) *bsm*, Basalmembran; *Szk*, Sehzellenkern; *Pzk*, Pigmentzellenkern; *Bsk*, Basalkörperchen; *Stsch*, Stäbchenschicht.

bis zur Eintrittsstelle des Opticus. Ob die Faser selbst nervöser Natur ist oder ob sie Nervenfasern enthält, konnte von mir nicht festgestellt werden.

Über die Form und den inneren Aufbau der Stäbchen herrschte lange Unklarheit, und auch jetzt ist noch nicht alles geklärt. Babuchin hat sie zuerst gesehen und beschreibt sie als »Kapitäl« über seinen sogenannten Centralzellen und glaubte in ihnen eine feine, radiäre Streifung erkennen zu können. Simroth will in ihnen die von Schultze für das Sehen notwendig geglaubte Plättchenstruktur erkennen. Hilger nennt den hervorragenden Höcker der Sehzelle die Stäbchenachse, und das, was wir als eigentliches Stäbchen bezeichnen, sieht er als einen von den Pigmentzellen erzeugten cuticularen Stäbchenmantel an. Hesse und Bäcker sehen in dem Stäbchen, in dem sie eine feine Faserung erkennen, den Stiftchensaum, der aus den sich aufsplitternden Nervenfasern, die durch die Seh-

zelle verlaufen, gebildet wird. Diese Auffassung hat am meisten für sich, doch müßte sie mit spezifischen Nervenfärbungen, so wie K^üpfer sie z. B. am Auge von *Pecten* angewandt hat, überzeugend bewiesen werden.

Die von Hesse eingezeichneten »Radicula«, mit denen die Stäbchenzellen an der Basalmembran ansitzen, habe ich nicht gesehen. Da diese Zellen aber einer Stütze bedürfen, müssen wir demnach wohl annehmen, daß sie von den Pigmentzellen gestützt werden. Bäcker fand nun in den Pigmentzellen axiale Faserbildungen, die er für übereinstimmend mit den Gliafasern der Nerven hält. Und ihnen überträgt er die stützende Funktion. »Sie sind als Stützfasern, die Pigmentzellen demnach als Stützzellen aufzufassen. Dieselbe Aufgabe, die der Glia im Nerven zukommt, d. i. Schutz und Stütze der nervösen Substanz, fällt im Auge den Pigmentzellen zu.« Hiermit erschöpft sich für Bäcker die Funktion der Pigmentzellen noch nicht. Sie sollen sich auch noch an der Produktion des Glaskörpers beteiligen, teils durch secretartige Absonderung einer homogenen gallertigen Masse, teils durch Entsendung von Fasern ihres faserigen Stützgerüsts in denselben. Diese letzte Funktion der Pigmentzellen glaube ich, wenigstens für die von mir untersuchten Arten, anzweifeln zu sollen, da ich den Glaskörper zur Stäbchenschicht hin immer scharf abgegrenzt sah und nie eine Verbindung vom Glaskörper zu den Pigmentzellen gefunden habe.

Die ganze Retinaschicht wird von dem umgrenzenden Bindegewebe durch die schon erwähnte Basalmembran abgetrennt. Es ist zweifelhaft, auch nach Bäckers Auffassung, ob sie bindegewebiger Natur ist, oder ob sie eine von dem Retinaepithel herrührende Basalmembran ist. Ihr strukturloser, homogener Aufbau, ihre scharfe Grenze zum Bindegewebe hin und ihre vollständige Kernlosigkeit lassen eher auf letztere Annahme schließen.

Ähnliche Verhältnisse wie bei den untersuchten Pulmonaten treffen wir in der Retina von *Paludina*. Aber durch die geringere Größe — die Retinazellen sind hier nur 0,06 mm hoch — und erheblichere Anzahl der Zellen sind sie hier schwieriger zu erkennen. (Siehe Fig. 10.) Auch hier haben wir pigmentlose Sehzellen und pigmentierte Zwischenzellen. Die Sehzellen wölben sich aber nicht höckerartig über die Pigmentzellen hervor. Sie ragen nur mit ihrem Stäbchen in das Augeninnere hinein. Das Stäbchen hat hier die Form eines Neurofibrillenpinsels. An der Basis der Stäbchen können wir bei entpigmentierten Präparaten feine dunkle Punkte erkennen. (Siehe Fig. 7.) Bäcker hat dieselben auch im *Helix*-Auge gesehen, wo er sie als »Knöpfchen« bezeichnet und in seinem Vergleich des

Stiftchensaumes mit dem Wimpernsaum mit den Basalkörperchen des letzteren analogisiert. Ich halte die Knöpfchen für die Stelle, an der die die Sehzelle durchziehende Nervenfasern sich in die feineren Fasern des Pinsels aufsplittert. Auch hier haben die Sehzellen einen rundlichen, schwach färbbaren Kern, der größer ist wie der Pigmentzellenkern. Aber er liegt nicht höher wie der Pigmentzellenkern, wie z. B. bei *Helix* und *Arion*, sondern mehr basalwärts. Die Pigmentzellen gehen auch hier in einen faserartigen Fuß über, der der basalen Schicht aufsitzt. Über die Verbindung der Sehzellen mit den Fasern des Opticus kann ich nach meinen bisherigen Untersuchungen nichts aussagen. Es wäre recht erwünscht, darüber Ge-



Fig. 8. Retina von *Helix*. (Längsschnitt. Fixiert Sublimat-Osmium nach Küpfer. Goldchloridfärbung. Schnittdicke 2μ . Reicherts Mikrosk. Ölimmersion. Komp.-Oc. 12. Zeiß' Zeichenprisma.) *Bsm.*, Basalmembran; *F. d. Pz.*, Fuß der Pigmentzelle; *Pz.*, Pigmentzelle; *Sz.*, Sehzelle; *St.*, Stäbchen.

nauerer festzustellen. Der Nerv durchbricht hier die Basalmembran nicht an einer Stelle, sondern er verteilt sich unterhalb seines Herantritts an das Auge und umgibt das Auge in einer verhältnismäßig breiten Schicht bis vorn an die Cornea. Auch hier wird die Retina von einer Basalmembran begrenzt, die aber wegen ihrer geringeren Mächtigkeit weniger deutlich ist wie bei *Helix* und *Arion*.

V. Lichtbrechungsapparat.

Das Innere der Augenblase wird von einer durchsichtigen farblosen Füllmasse ausgefüllt, die entweder einheitlich oder aus verschiedenen Teilen, Linse, Glaskörper und wässriger Lösung zusammen-

gesetzt ist. Linse und Glaskörper sind durch eine Grenzlinie scharf voneinander abgesetzt und unterscheiden sich durch ihre verschiedene Färbbarkeit. Wenn in einem Auge, wie z. B. bei *Helix* oder *Arion*, nur eines dieser beiden Gebilden vorkommt, so ist es schwer zu sagen, ob wir es hier mit einer Linse oder mit einem Glaskörper zu tun haben. Die beiden unterscheiden sich eigentlich nur durch die graduelle Verschiedenheit ihres Lichtbrechungsvermögens. Ein sonstiges wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist zwischen ihnen nicht vorhanden. Hensen hat versucht, Linse und Glaskörper nach

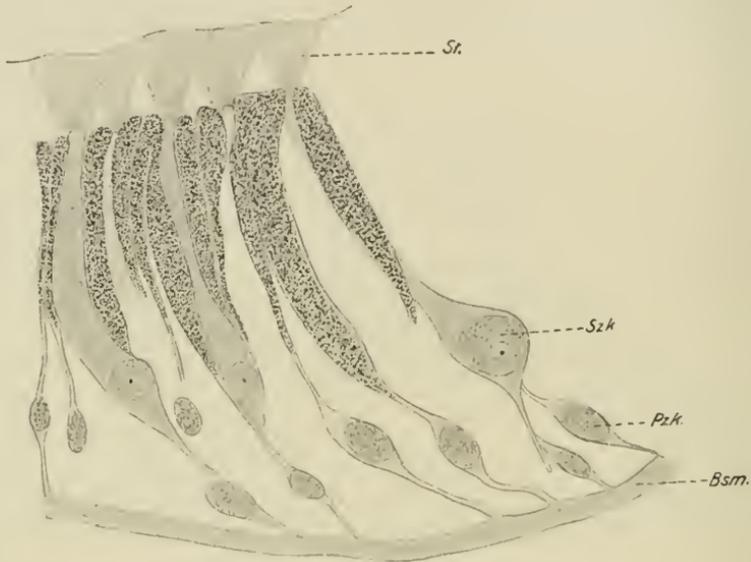


Fig. 9. Retina von *Arion*. (Längsschnitt. Fixiert Alk., 96%ig, gefärbt Hämatein I. A. Schnittdicke 3μ . Reicherts Mikroskop. Ölimmersion. Komp.-Oc. 12. Zeiß' Zeichenprisma.) *Bsm*, Basalmembran; *Pzk*, Pigmentzellenkern; *Szk*, Sehzellenkern; *St*, Stäbchen.

ihrer Genese zu unterscheiden. Der Glaskörper soll aus der erhärtenden Flüssigkeit, welche die Augenblase ursprünglich ausfüllt, gebildet werden, und die Linse soll durch Loslösung einiger Zellen aus dem Epithelzellenverbände ihre Entstehung nehmen. Aber über diesen Unterschied sagt er selbst: »Die Definition der Linse als einer mit Hilfe von Epithelialstraten gebildeten lichtbrechenden Masse ist eine, wenn auch nicht willkürliche, so doch sehr unsichere.«

Der einheitliche dioptrische Apparat im Auge der Stylommatophoren ist meistens als Linse bezeichnet worden. So tun es z. B. Hensen, Lespès, Simroth, Hilger, Bäcker u. a. m. (Die sekundären Linsen, die Simroth gesehen haben will, konnte ich

niemals erkennen; ich halte sie für künstlich hervorgerufene Gebilde.) Meines Erachtens nach ist diese Bezeichnung nicht richtig. Zunächst, wenn wir uns an Hensens genetische Definition halten, ist dieser lichtbrechende Körper schon deswegen keine Linse, weil er nicht vom Epithelstratum aus gebildet wird. Er wird nach Meisenheimers Untersuchungen an *Limax* »durch Ausscheidung von seiten der umgebenden Wandzellen hervorgerufen«. Aber auch sonst halte ich die Linsenbezeichnung für unrichtig. Unter Linse verstehen wir gewöhnlich einen festen, glasartigen Körper von starker

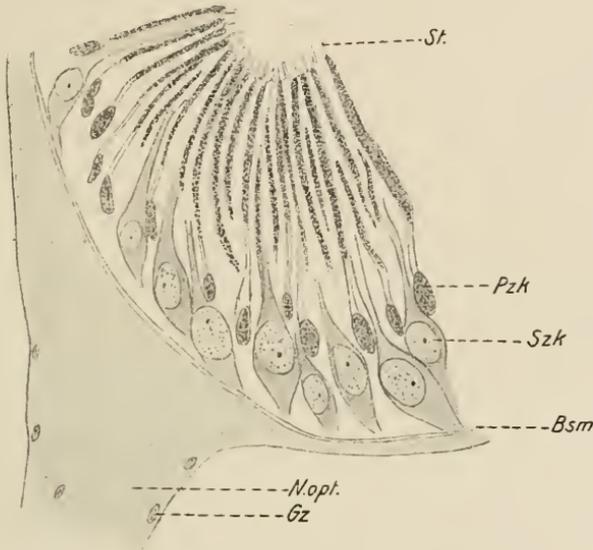


Fig. 10. Retina von *Paludina*. (Längsschnitt. Fixiert Alk., 96%ig. Gerärbt Hämatein I. A. Eosin. Schnittdicke 2μ . Reicherts Mikroskop. Ölimmersion Komp.-Oc. 12. Zeiß' Zeichenprisma.) *Gz*, Ganglienzellen; *N. opt.*, Nervus opticus; *Bsm*, Basalmembran; *Szk*, Sehzellenkern; *Pzk*, Pigmentzellenkern; *St*, Stäbchen.

Lichtbrechung. Der durchsichtige Körper im *Helix*-Auge ist so wenig konvex, daß die Lichtbrechung nur sehr gering sein kann, und die Lichtstrahlen mehr oder weniger ungebrochen hindurchgehen müssen. Und dann würde auch, wenn er stark lichtbrechend sein würde, ein gewisser Abstand zwischen der Linse und den Sehzellen vorhanden sein, damit das Bild auf ihnen entworfen werden kann; das ist aber nicht der Fall. Ich schlage daher vor, die Bezeichnung »Linse«, die eine falsche Vorstellung gibt, durch die des »Glaskörpers« zu ersetzen. Manche Autoren wollen noch zwischen der Retina und der Linse einen gesonderten Glaskörper gesehen haben. Nach meinen Untersuchungen muß ich die Existenz eines solchen

bezweifeln. Wohl sieht man manchmal eine Verschiedenheit der Färbung nach dem äußeren Rande hin. Diese scheint aber auf der Struktur des Glaskörpers und der konzentrischen Anordnung seiner Substanz zu beruhen.

Ganz anders liegen diese Verhältnisse bei *Paludina*. (Siehe Fig. 5.) Hier haben wir im Auge eine deutlich abgegrenzte kugelförmige Linse, die im kleinen Radius eine hohe Lichtbrechung bewirken muß. Diese Linse unterscheidet sich in ihrer Färbbarkeit scharf von dem sie von allen Seiten umschließenden Glaskörper, von dem sie sich durch eine Grenzlinie scharf absetzt. Der Glaskörper reicht nicht bis zur Retina hin, und nach vorn hin meistens nicht bis zur Cornea. Er scheint von ziemlich weicher Substanz zu sein, denn seine Form ist nicht sehr konstant und hängt von der früher erwähnten Einbuchtung des Auges ab. Der Raum zwischen Glaskörper und Retina ist auf allen Präparaten nicht ausgefüllt. Dieses läßt darauf schließen, daß er von einer leichtflüssigen Masse ausgefüllt war, die beim Schneiden weggeflossen ist. Lespès hat sie bei seinen Totalpräparaten zu sehen geglaubt und bezeichnete sie als »humeur vitrée ou aqueuse«. In diese Flüssigkeit ragen die Fibrillenpinsel hinein.

Über die Entstehungsweise der lichtbrechenden Teile im Auge von *Paludina* besteht noch keine Klarheit. Leydig und Simroth geben an, daß die Linse aus einem aus dem Epithel sich loslösenden Kern sich entwickelt. Der Glaskörper entsteht aus der hellen Flüssigkeit, die das Auge ursprünglich erfüllt und die eine allmählich größere Konsistenz annimmt. Erlanger dagegen nimmt für die Linse die gleiche Entstehung wie für den Glaskörper, d. i. durch Erhärtung der Füllmasse, an. Es wäre sehr erwünscht, diese äußerst interessanten Verhältnisse an Entwicklungsstadien von *Paludina*, die zu jeder Jahreszeit leicht zu erhalten sind, zu untersuchen.

VI. Cornea und äußere Umhüllung.

Der äußere Teil der Augenblase, der als innere Hornhaut oder Cornea interna bezeichnet wird, besteht aus durchsichtigen, gleichartigen Zellen. Sie sind bei *Helix* und *Arion* (siehe Fig. 4) von der Gestalt eines schlanken Kegels, dessen stumpfes Ende nach außen zu liegt. Der Kern, der im äußersten distalen Teil der Zelle liegt, ist rund und intensiv färbbar. Seine relativ beträchtliche Größe läßt auf eine secernierende Tätigkeit der Zellen — wenigstens während der Jugendzeit — schließen. Doch liegen hierüber noch keine genügenden Untersuchungen vor. Die einzelnen Zellen sind durch scharfe Grenzen voneinander geschieden. Bei *Paludina* sind die

Zellgrenzen nicht so scharf zu sehen. (Siehe Fig. 5.) Hier sind die Zellen flach, und der in der Mitte liegende Kern ist auffallend groß.

Der über der inneren Cornea verlaufende Teil des Epithels ist die äußere Hornhaut oder Cornea externa. Die Zellen sind hier nur wenig von den übrigen Körperepithelzellen verschieden. Sie nehmen an Höhe ab und an Breite zu und werden glasartig durchsichtig. Zwischen ihnen befinden sich weder Sinnes- noch Drüsenzellen.

Zwischen äußerer und innerer Cornea liegt bei *Paludina* noch eine Bindegewebsschicht, die bei *Helix* nicht oder nur sehr schwach vorhanden ist.

Ein präcornealer Blutraum, so wie Willems ihn für einige Prosobranchier und für die Süßwasserpulmonaten beschreibt, ist bei *Helix* nicht vorhanden; aber auch bei *Paludina* habe ich einen solchen, trotz Leydigs und Willems Erwähnung desselben, nie sehen können.

Literaturverzeichnis.

- Babuchin, Über den Bau der Netzhaut einiger Lungenschnecken. Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. 52. Bd. 1. Abt. 1866.
- Bäcker, Robert, Die Augen einiger Gastropoden. Arbeiten aus den zoolog. Instituten Wien und Triest. 14. Bd. 1903.
- Bang, Th., Zur Morphologie des Nervensystems von *Helix pomatia* L. Zool. Anz. Bd. 48. Nr. 10. 1917.
- Böhmig, L., Beiträge zur Kenntnis des Centralnervensystems einiger pulmonaten Gastropoden. Inaug.-Diss., Leipzig, 1883.
- v. Erlanger, R., Zur Entwicklung von *Paludina vivipara*. Morphol. Jahrb. Bd. 17. 1891.
- Hensen, V., Über das Auge einiger Cephalophoren. Zeitschr. f. wissenschaft. Zool. Bd. 15. 1865.
- Hesse, R., Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. Teil VI u. VIII. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 68 u. 70. 1900 u. 1902.
- Über die Retina des Gastropodenauges. Verhandlungen der Deutschen zool. Gesellschaft. 12. Jahresversammlung, 4. Sitzung. 1902.
- Hilger, C., Beiträge zur Kenntnis des Gastropodenauges. Morphol. Jahrb. Bd. 10. 1885.
- Krohn, A., Über das Auge der lebendig gebärenden Sumpfschnecke. Müllers Arch. f. Anat. u. Phys. 1837.
- Fernerer Beitrag zur Kenntnis des Schneckenauges. Müllers Arch. f. Anat. u. Phys. 1839.
- Kunze, H., Zur Topographie und Histologie des centralen Nervensystems von *Helix pomatia*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 118. 1919.
- Küpfer, M., Die Sehorgane am Mantelrande der *Pecten*-Arten. Jena 1916.
- Lespès, Ch., Recherches, sur l'œil des Mollusques gastéropodes pulmonés terrestres et fluviatiles de France. Thèse Toulouse 1851.
- Leydig, Fr., Über *Paludina vivipara*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 2. 1850.
- Meisenheimer, Joh., Entwicklungsgeschichte von *Limax maximus*. 2. Teil. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 63. 1897.

- Meisenheimer, Joh., Die Weinbergschnecke. Leipzig 1912.
- Müller, Joh., Mémoire sur la structure des yeux chez quelques mollusques gastéropodes. Annales des sciences naturelles T. 22. 1830.
- Pilossian, W., Etude sur la structure de l'œil chez *Physa*. Thèse. Genève 1912.
- Schmalz, E., Zur Morphologie des Nervensystems von *Helix pomatia* L. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 111. 1914.
- Schultze, M., Über Stäbchen und Zapfen in der Retina. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 3. 1867.
- Simroth, H., Über die Sinneswerkzeuge unsrer einheimischen Weichtiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 26. 1876.
- Smith, Gr., The Eyes of certain pulmonate Gasteropods. Bulletin of the Museum of comparative Zoologie at Harvard College. Cambridge, Mass. Vol. 48. No. 3. 1906.
- Willelm, V., La vision chez les gastéropodes pulmonés. Arch. de biologie T. 12. 1892.

II. Mitteilungen aus Museen, Instituten usw.

1. Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz.

Die Stadt Konstanz hat zusammen mit dem Direktor der Zoolog. Abteilung des Badischen Naturalienkabinetts zu Karlsruhe, Prof. Dr. M. Auerbach eine Anstalt für Bodenseeforschung gegründet. Die Anstalt wird sich gliedern in ein Landlaboratorium mit Versuchsfischzuchtanstalt und Aquarienraum und in die Seeuntersuchungsabteilung mit der Motoryacht »Friedrich Zschokke«, die als schwimmendes Laboratorium mit allen zur Hydrobiologie und Hydrographie notwendigen Apparaten reich ausgestattet ist, und einem Ruderboot.

Das Landlaboratorium befindet sich in Staad bei Konstanz und ist so gelegen, daß sowohl Ober- und Überlinger See wie auch Seerhein und Untersee leicht erreicht werden können. Es besteht aus einem großen Laboratorium mit vier Arbeitsplätzen, einem chemischen Laboratorium, einem großen Verwaltungsraum mit nochmals vier Arbeitsplätzen, einem Wohn- und einem Magazinraum. Dazu kommt eine modern eingerichtete Versuchsfischzuchtanstalt nebst den nötigen Versuchsaquarien.

Die neue Station ist mit allen notwendigen Apparaten aufs beste ausgerüstet und zwar mit Instrumenten, die sonst nur auf der Hochsee zu ozeanographischen Untersuchungen gebraucht werden. Indessen sind auch Apparate, die bisher für Süßwasseruntersuchungen gebräuchlich waren, vorhanden. Die Anstalt bietet so Gelegenheit, während des ganzen Jahres am Bodensee wissenschaftlich zu arbeiten.

Die Arbeitsplätze werden entweder für das ganze Jahr oder pro Monat vergeben. Der Preis für das ganze Jahr beträgt 1500 Mark, für den Monat 150 Mark. Die Stellung der notwendigen Reagentien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Eisenmann H.

Artikel/Article: [Untersuchungen am Gastropodenaug. 143-158](#)