

tümlichkeit, der das seltene Tier seinen Namen verdankt — auszeichnet und alsdann in die dipterenähnliche Subimago mit verkümmerten Mundteilen und schwach entwickelten Beinen, deren Weibchen ein Viertel millim. lange, milchweiße, warzige Eier, ähmlich denen der *Chloë diptera* legt, indem sich nach des Verfassers Vermutung die Subimago wahrscheinlich nicht zur Imago ausbildet.

F. Karsch (Berlin).

Zur Histologie der Retina.

1) Denissenko, Mitteilung über die Gefäße der Netzhaut der Fische. Arch. f. mikrosk. Anat. 1880 Bd XVIII. S. 480—486. Taf. XXII. Fig. A. — 2) Derselbe, Ueber den Bau der äußern Körnerschicht der Netzhaut bei den Wirbeltieren. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 395—442. Taf. XXI. — 3) W. Krause, Ueber die Retinazapfen der nächtlichen Tiere. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 309—315. Taf. XVII. — 4) Boll, Thesen und Hypothesen zur Licht- und Farbenempfindung. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. 1881. S. 1—39. — 5) Denissenko, Ueber den Bau und die Funktion des Kammes (Pecten) im Auge der Vögel. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 733. Taf. XXXIV.

(Schluss.)

Boll (4) hat nun ferner eine Anzahl von Thesen aufgestellt, deren morphologische Unterlage hier in Betracht kommt.

1) Die lichtempfindende Fläche der Retina ist ausschließlich zusammengesetzt aus Sehelementen (Boll), d. h. aus gesonderten, individuellen und selbständig empfindenden Punkten.

2) Jedes einzelne Sehelement besitzt zwei bestimmte physiologische Eigenschaften: erstens die Fähigkeit zu einer vollständigen Licht- und Farbenempfindung, und zweitens ein bestimmtes „Localzeichen“ [letztere Bezeichnung ist bekanntlich von Lotze eingeführt, Ref.].

3) Alle Sehelemente sind unter sich gleichartig durch ihre Licht- und Farbenempfindung und ungleichartig allein durch ihre Localzeichen.

4) Die Anzahl der Sehelemente ist gleich der Anzahl der Nervenfasern in dem zu ihr gehörigen Sehnerven.

Diese Anzahl der Nervenfasern im *N. opticus* ist nun bisher nur für den Menschen bestimmt worden und auch noch mit Zweifeln behaftet. Ref. (Allg. Anat. 1876 S. 167) hatte sie auf eine Million geschätzt. Kuhnt (1879) fand nur 40000, Salzer (1880) 438000 Nervenfasern. Ref. (Arch. f. Ophthalmol. 1880 Bd. 26, 2. S. 102) zeigte dann, dass zwar nur etwa 400000, 0,002—0,004 mm. messende, mit Ueberosmiumsäure sich schwärzende Fasern, welcher Methode Salzer sich bedient hatte, außerdem aber eine mindestens eben so große Anzahl sehr feiner Fasern von 0,0005—0,001 Durchmesser,

welche Kuhn^t bereits wahrgenommen hatte, im Sehnerven vorhanden sind.

Die Anzahl der Zapfen in der Retina des Menschen schätzte Ref. auf 7 Millionen, Salzer beim Neugeborenen auf 3—3,6 Millionen; Beide stimmen also darin überein, die Anzahl der Zapfen etwa 7mal größer anzusetzen, als diejenige der Opticusfasern. Stäbchen sind nach dem Ref. etwa 18mal so viel als Zapfen, im Ganzen 130 Millionen vorhanden; die Anzahl der Pigmentzellen kommt ungefähr derjenigen der Zapfen gleich. Mögen die Schätzungen noch so unsicher sein, so ergibt sich jedenfalls so viel, dass zu jedem Sehelement im Boll'schen Sinne oder zu jeder Opticusfaser etwa 7 Pigmentzellen, 7 Zapfen und mindestens 100 Stäbchen durchschnittlich gehören würden. Da aber die Feinheit des Raumsinns an verschiedenen Stellen der Retina sehr verschieden ist, so sind weder die obigen Durchschnittszahlen für jede Netzhautstelle und am wenigsten für die *Macula lutea* incl. der *Fovea centralis* gültig, noch kann der Begriff der Lotze'schen Localzeichen ohne Weiteres auf die Boll'schen Sehelemente angewendet werden — was natürlicherweise physiologischerseits näher zu erörtern sein würde, da es sich hier wie gesagt nur um die anatomische Unterlage handeln kann.

Boll zeigt dann ausführlich, dass und warum weder Stäbchen noch Zapfen, noch beide zusammen als Sehelemente gelten können. Vielmehr sei schon nach einer Anschauung des verstorbenen Göttinger Mathematikers Riemann der Ort der Umsetzung von Lichtwellen in Empfindung nirgends anders als in dem Pigmentepithel der Retina (früher der Chorioidea) zu suchen. Die Lichtwellen aber müssten die Stäbchen und Zapfen passierend erst von den Pigmentkrystallen absorbirt werden und dabei eine Erwärmung der letztern hervorbringen, welche dann ihrerseits auf das Protoplasma der Pigmentzellen erwärmend einwirken würden. Diese Theorie ist in ähnlicher Weise und mit der nämlichen Begründung durch das Einsinken schwarzer und weißer Lättchen in von der Sonne beschienenen Schnee bereits von Draper aufgestellt worden (vgl. die *Membrana fenestrata* der Retina des Ref. 1868); jedoch erscheint die Hypothese jetzt in mikroskopischem Gewande.

Mit aller Schärfe wendet sich Boll andererseits gegen die aus dem Gesagten etwa abzuleitende Glorifizierung des Zellenprotoplasma. In der Tat wird man Boll nur beistimmen können, wenn man erwägt, wie die neuerdings namentlich von Strasburger und Flemming aufgeklärten Vorgänge bei der Kernteilung durch Karyokinese jene wichtigsten Ereignisse im Dasein der Zelle auf Bewegungen von Nueleinfäden zurückgeführt haben, die nicht in der Zelle, sondern im Kern der letztern enthalten sind (Ref.).

Die ellipsoidischen Gebilde, welche Ref. (1860) in den Innengliedern der Zapfen und Stäbchen des Huhns auffand und welche Max

Schultze später in den Zapfen des Menschen als sog. Fadenapparat beschrieben, den Engelmann (1880) mit dem faserigen Stroma der Flimmerzellen, den „Cilienwurzeln“ nach Engelmann parallelisirt — diesen ellipsoidischen Körper nennt Boll eine „Linse“. Während W. Müller (1875) dieselben als die eigentlichen Opticusenden (lichtempfindliche Körper, W. Müller) ansah, konnte Boll letzteres nur für sehr unwahrscheinlich halten und schreibt den Ellipsoiden (Zapfenellipsoid, Stäbchenellipsoid, Ref. 1875) im Gegenteil eine dioptrische Funktion zu. Die Lichtempfindung würde danach, was die Stäbchen und Zapfen anlangt, in deren Außenglieder zu verlegen sein (Boll), dabei wird aber die von Max Schultze so besonders betonte Plättchenstruktur der Zapfenaußenglieder durchaus bestritten. Im Gegensatz dazu hatte Max Schultze bekanntlich die Lichtempfindung den Innengliedern zugeschrieben. Obgleich lichtempfindliche Substanzen wie das Sehrot in den Zapfenaußengliedern noch nicht nachgewiesen sind, so steht Boll doch nicht an, die Lichtempfindung zunächst für einen in den Stäbchen- und Zapfenaußengliedern vor sich gehenden photochemischen Process zu halten. Letztere Anschauung ist bekanntlich durch Kühne aufgestellt worden und wird wol von den Meisten geteilt.

Von den drei hinter einander gelegenen lichtempfindlichen Schirmen, nämlich Zapfenschicht, Stäbchenschicht, Pigmentschicht begann Boll zunächst die letztere zu erörtern. Er zeigte wie die sechseckigen Pigmentzellen am hintern Pol des Bulbus klein, zugleich regelmäßig sechseckig sind; wie sie nach dem Aequator und weiter nach vorn hin allmählich mehr in die Länge gezogen, zugleich größer werden (Großzellenzone nahe der *Ora serrata*, Kuhnt) — dann wurde der Entdecker des Sehrots unterbrochen durch den Tod!

Denissenko (2) hat, außer den oben erörterten Mitteilungen über Blutgefäße in der Retina des Aals und verschiedenen hier nicht erwähnten vorläufigen Mitteilungen, ausführlich den Bau der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht (äußere Körnerschicht) studirt. Die sehr sorgfältigen Untersuchungen erstreckten sich über 39 Arten (10 Säugetiere, 10 Vögel, 8 Amphibien, 10 Fische — in Betreff der „grünen Eidechse“ ist wie in der Regel bei solchen Gelegenheiten nicht ersichtlich, ob *Lacerta viridis* oder die mit grüner Bauchhaut versehenen Männchen von *Lacerta agilis* gemeint sind, vermuthlich ist das Letztere der Fall). Denissenko läugnet zunächst, dass die Stäbchenkörner von den Zapfenkörnern so leicht zu unterscheiden sind, wie es nach einigen mehr schematischen Abbildungen (z. B. von W. Müller bei *Salamandra maculosa*) der Fall sein würde. Die Unterschiede der Größe findet Denissenko sehr gering beim Huhn, Kaulbarsch, Hecht, Neunauge; die wirklichen Stäbchenkörner des Aals (s. oben) sind Denissenko selbstverständlich unbekannt geblieben. — Auch die Frage, welche Bedeutung die Lagerung der Stäbchen- und Zapfenkörner in

Bezug auf die *Membrana reticularis retinae (limitans externa)* besitze, wird erörtert, doch nicht mit der Ausführlichkeit, welche die große Bedeutsamkeit dieser Angelegenheit zu erfordern scheint. Vom Menschen ist es bekannt, dass die Zapfenkörner immer unmittelbar an der genannten Membran, die Stäbchenkörner größtenteils mehr glaskörperwärts liegen. Schon beim Frosch verhält sich dies umgekehrt, da die Zapfenkörner, wie längst bekannt, sich unmittelbar mit der *Membrana fenestrata* (Zwischenkörnerschicht) verbinden; Denissenko hat aber letztere Anordnung auch für die grünen Stäbchen der Froschretina nachgewiesen.

Wichtig erscheint die betreffende Lagerung, weil man auf die Idee verfallen könnte (Ref.), dass Stäbchen und Zapfen verschiedener Tiere einander gar nicht ohne Weiteres homolog zu sein brauchten, sondern mit Rücksicht auf ihre Körner z. B. die Zapfen des Frosches den Stäbchen des Menschen und umgekehrt.

In Betreff der Querstreifung der Stäbchenkörner bestreitet Denissenko, dass diese die letztern in ihrer ganzen Dicke noch durchsetzen, was vielmehr nur auf $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ der letzteren geschehen soll. Auch wird die vom Ref. beschriebene Querstreifung der Zapfenkörner für die *Macula lutea* des Menschen bestätigt.

Die Dicke der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht, sowie der (innern) Körnerschicht bei den untersuchten 39 Arten wird durch eine Tabelle (4, S. 414) erläutert. Die Messungen sind leider nicht untereinander vergleichbar, weil sie weder an einer bestimmten Stelle der Retina angestellt, noch Durchschnittszahlen sind; auch scheint die Härtungsmethode nicht immer dieselbe gewesen zu sein. Verf. kam es vorzugsweise auf Vergleichung der relativen, nicht der absoluten Dicken der beiden (äußern und innern) Körnerschichten an. Immerhin ist auch für diesen Zweck die Auswahl der Stelle in der Retina nichts weniger als gleichgültig (Ref.). Was die Körner selbst betrifft, so unterscheiden die Messungen weder zwischen Stäbchen- und Zapfenkörnern einerseits, noch zwischen den sehr mannigfaltigen Elementen der (sog. innern) Körnerschicht und man kann hiernach nur bedauern, dass so viel Fleiss und ein reichhaltiges Material nicht besser verwertet worden sind.

Eine besondere Ansicht hat Denissenko über Kerne und Umhüllungsmembranen der Stäbchen- und Zapfenkörner sich gebildet. Jene beruht darauf, dass derselben die modernen Anschauungen über den Charakter der Stäbchen- und Zapfenschicht fremd geblieben zu sein scheinen. Das Stäbchenkorn ist homolog dem Kern einer Epithelialzelle des Centralkanal im Rückenmark, der Stäbchenkegel dem Protoplasmafuß einer Zelle, die Stäbchenfaser, welche das Stäbchenkorn schleierartig umhüllt, dem Zellprotoplasma, die Stäbchen (und Zapfen) selbst mit ihren mannigfachen Abteilungen, Bestandteilen und Einlagerungen incl., wie besonders betont werden muss, ihrer Innen-

glieder, Oeltropfen und ellipsoidische Körper sind Flimmereilien homolog. Alles dies zeigt die Entwicklungsgeschichte ganz unwiderleglich (Ref.).

Um so interessanter ist es, dass Denissenko nun in dieser epithelialen Schicht Lymphgefäße, wenigstens Lymphspalten und Hohlräume nachweist. Dass die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht auch beim Aal keine Blutgefäße führt, wurde oben vom Ref. gezeigt und hier noch hinzugefügt, dass der leicht erklärliche Irrtum auf einer Verwechslung der *Membrana reticularis (limitans externa)* mit der *Membrana fenestrata* (Zwischenkörnerschicht) zurückzuführen ist. Die Existenz von Lymphspalten, namentlich im *Rete Malpighii s. mucosum* der äußern Haut und Schleimhäute, würde ein hiermit zu parallelierender Befund sein (Ref.).

Die Form der betreffenden Lymphspalten schildert Denissenko als sehr mannigfaltig, teils ellipsoidisch, teils eckig oder spaltförmig; gewöhnlich sind sie senkrecht zur *Membrana fenestrata* gestellt. Die wechselnde Form mag jedoch äußern Umständen, Erhärtung in H. Müller'scher Flüssigkeit u. s. w. ihre Entstehung verdanken (Ref.). Auch die Größe der Hohlräume ist erheblich verschieden; doch muss in Betreff aller dieser Differenzen auf die Abbildungen des Originals verwiesen werden. Die auffällige, noch nicht genügend erklärte Anordnung der Stäbchenkörner zu Säulen, wie sie zwar schon längst bekannt und an Säurepräparaten (Chromsäure, Ueberosmiumsäure, 3%iger Essigsäure, Ref.) leicht zu beobachten ist, tritt besonders in der Netzhaut eines Affen (Spec.?) hervor.

Das Pecten hat Denissenko (5) bei verschiedenen Vögeln an Injectionspräparaten studirt. Die Kapillaren desselben werden von einem Häutchen, das aus polygonalen Zellen besteht, eingeschidet. [Offenbar ist diese sog. Adventitia weiter nichts als das eigentliche Endothelrohr des Gefäßes selbst, Ref.]. Die ringförmigen Spalträume communiciren nach Denissenko mit Lymphröhren der Retina, die beim Huhn 0,001—0,02 mm. Weite besitzen. Dem entsprechend soll das Pecten dazu bestimmt sein, Lymphe zu secerniren, welche die Retina ernährt; seine Blutgefäße wären den Retinalblutgefäßen, welche bekanntlich den Vögeln fehlen, homolog. So unzweifelhaft nun auch aus der Entwicklungsgeschichte hervorgeht (Ref.), dass die Arterien des Pecten den in die fötale Augenblasenspalte eintretenden Blutgefäßen, also der *A. centralis retinae* und *A. hyaloidea* homolog sind, so ist es doch eine andere Sache mit den Kapillaren. Diejenigen der Retina entsprechen offenbar ursprünglich solchen, wie sie z. B. die graue Substanz der Großhirnrinde versorgen. Ref. hat die betreffende Sachlage schon früher einmal (Arch. f. mikr. Anat. 1876 Bd. XII S. 744) auseinandergesetzt. Danach scheint die *A. centralis retinae* ursprünglich gar nicht der Netzhaut anzugehören, wie sie in der Tat erst sekundär vom Sehnerv scheidenförmig umwachsen wird.

Vielmehr dürfte die nervöse Substanz der primären Augenblase ihre Blutgefäße bereits vom Gehirn her mitbringen, als dessen Ausstülpung sie hervorstülpt, welche Blutgefäße in der *Vagina interna* oder Pialscheide des Sehnervenstammes verlaufen. Bekanntlich anastomosiren letztere neben der *Lamina cribrosa sclerae* mit den Retinalblutgefäßen noch beim erwachsenen Menschen. Letztere Gefäße aber scheinen sich aus Anastomosen zu versorgen, welche von den ursprünglichen Gefäßen der primären Augenblase mit der *A. centralis retinae* an ihrem Uebertritt (*A. hyaloidea*) in den Glaskörper eingegangen werden, nach Obliteration der *A. hyaloidea* bei den Säugern natürlicherweise an Kaliber wachsen und auf diese Art als Teilungsäste der *A.* (und *V.*) *centralis retinae* erscheinen. Damit würde übereinstimmen, dass His (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1880. Anat. Abt. S. 221) beim Kaninchen die Aeste erster Ordnung der *A.* und *V. centralis retinae* von der *Membrana limitans (interna)* unbedeckt gefunden hat, während freilich Michel (Beiträge zur Anatomie und Physiologie für C. Ludwig 1875 S. LVI) beim Menschen Nervenbündel der Opticusfaserschicht diese Gefäße glaskörperwärts überkreuzen sah. Was den Aal und dessen gefäßhaltige Retina betrifft, so hat derselbe vermutlich gar keine *A. centralis retinae*; seine Retinalgefäße, die sämtlich kapillarer Natur sein dürften, stammen wenigstens zum größten Teil aus der Pialscheide.

Sind diese Ausführungen des Ref. richtig, so würde daraus weiter folgen, dass man bei den Wirbeltieren unterhalb der Säuger d. h. mit anangischen Netzhäuten ein embryonales Stadium aufzufinden erwarten darf, in welchem die Retina z. B. des Hühnchens Blutgefäße führt. Interessant wäre es auch zu wissen, wie sich die Retina der Beuteltiere in dieser Beziehung verhält, da in der Retina dieser sehr eigentümlichen Säugetierform von Hoffmann (1876) bei *Halmaturus giganteus* und *H. Bonnetii*, wie oben schon erwähnt wurde, farbige Oeltropfen (blau, grün und rot) in den Zapfennengliedern entdeckt worden sind, wie sie sonst nur den Vögeln und Reptilien zukommen. Trotz mehrfacher Bemühungen ist es dem Ref. noch nicht gelungen, aus Australien Augen von Beuteltieren in geeignetem Zustande zu erhalten und würde derselbe für etwaige Zuwendungen aus zoologischen Gärten oder Museen sehr dankbar sein.

W. Krause (Göttingen).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1881-1882

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Krause Wilhelm Johann Friedrich

Artikel/Article: [Zur Histologie der Retina 374-379](#)