

Vor einigen Jahren hat dann Goebel (Bot. Zeitung 1878) weitere Angaben über den Copulationsprocess bei zwei Phaeosporeenformen gemacht. Derselbe gibt an, dass bei *Ectocarpus pusillus* und *Giraudia sphaclarioides* Copulation der Schwärmer stattfindet in derselben Weise wie bei den Chlorosporeen, jedoch nur wenn dieselben zu gleicher Zeit aus verschiedenen benachbarten plurilocularen Sporangien austreten. Auch diese Angaben können vorläufig noch nicht als hinreichend sichergestellt gelten. Der Verfasser, der Gelegenheit hatte beide von Goebel untersuchten Pflanzen an demselben Orte und zu derselben Zeit eingehend zu studiren (Mitt. der zool. Station zu Neapel II. 3), konnte einen derartigen Copulationsprocess, dessen Beobachtung nach Goebel sehr leicht sein soll, nicht constatiren, er fand dagegen bei der einen Pflanze, *Ectocarpus pusillus*, in großer Menge Schwärmer von unregelmäßiger Gestalt in den Kulturen, welche durchaus den von Goebel für dieselbe Pflanze abgebildeten Zygoten glichen, welche aber sicher keine Copulationsprodukte waren. Zudem konnte Goebel weder das Verhalten der Cilien bei seinen Zygoten noch auch den Verbleib der leicht sichtbaren roten Punkte der Schwärmer nachweisen.

(Fortsetzung folgt.)

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.

Seit der Entdeckung des Sehpurpurs hatte die eigentliche Histologie der Retina etwas ausgeruht — ohne Zweifel, weil jeder Untersucher sich vorzugsweise dieser neuen und imponirenden Erscheinung zuwandte. Manche morphologische Notizen sind freilich in den Arbeiten namentlich von Kühne und seinen Schülern über die Photochemie der Netzhaut enthalten, die später ihre Früchte tragen oder nutzbringende Verwendung finden werden.

Denissenko (1) bestätigte beim Aal die vom Ref. in der Retina dieses Fisches früher (Die *Membrana fenestrata* der Retina 1868 S. 28) beschriebenen Blutgefäße. Bekanntlich haben mit Ausnahme der Säuger (und des Aals) alle übrigen Wirbeltiere anangische Netz-

häute. Nur bei einigen Cheloniern sah W. Müller (Beiträge zur Anatomie und Physiologie, als Festgabe für C. Ludwig. 1875. H. II. S. LIII) ebenfalls Blutgefäße.

Denissenko bestätigte die letztern nicht nur in der nervösen Schicht der Retina beim Aal, sondern glaubte solche auch in der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht dieses Fisches, ferner beim jungen Karpfen, nicht aber beim alten Aal aufgefunden zu haben. Die erst-erwähnte Angabe wurde, bald nachdem sie gemacht war, von Kühne und Sewall (Unters. aus d. physiol. Institut. zu Heidelberg 1880. Bd. III. S. 253) bestätigt.

Dagegen erklärte Denissenko in Betreff der mitgetheilten Altersverschiedenheiten u. s. w., dass eine ziemlich leicht erklärliche Verwechslung zwischen Aalaugen und Karpfenaugen vorgelegen habe. Allerdings ist der Bau der Retina ein offenbar für die Gesamtorganisation der Tiere so wichtiges und mit demselben so innig verknüpftes Moment, dass man aus der Untersuchung eines mikroskopischen Präparats der Retina, wie Ref. schon früher hervorgehoben hat, nicht nur die Gattung, sondern in einzelnen Fällen (z. B. bei den Eulen) sogar die Art bestimmen konnte. Ausnahmen von dieser Regel sind nur scheinbar: so kommen bei Beuteltieren (*Halmaturus*) gefärbte Oeltropfen in den Zapfen-Innengliedern vor, wie sie sonst nur die Vögel und Reptilien besitzen. Aber die Beuteltiere stehen mit den letztern resp. mit den Sauriern, wie man annimmt, in irgend welchem phylogenetischem Zusammenhange. Wenn man nun auch ein unbekanntes Auge durch mikroskopische Untersuchung der Retina gleichsam zoologisch bestimmen könnte, so ist es doch eine andere Sache, falls ein zufälliger Irrtum eintritt und man zugleich den Bau der betreffenden Retinae noch nicht genau kennt. Jedenfalls ist nicht zu bezweifeln, dass Denissenko's vermeintliche alten Aalaugen solche von jungen Karpfen und natürlich anangisch, sowie andererseits die vermeintlichen jungen Karpfenaugen in Wahrheit Augen von alten Aalen und ebenso selbstverständlich blutgefäßhaltig waren.

Ist es hienach nicht gelungen, auch die Netzhaut des Karpfens aus der Reihe der anangischen zu streichen, so wies andererseits Ref. (3) bei wenigstens meterlangen, also keinesfalls jugendlichen Aalen Blutgefäße nach. Dieselben treten aber nicht in die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht (sog. äußere Körnerschicht) ein. Der Anschein eines solchen Verhaltens resultirt nur daraus, dass die äußere, chorioidealwärts gerichtete Hälfte der (innern) Körnerschicht beim Aal abweichend von anderen Fischen aus relativ kleinen, kugligen, stark chromatophilen, d. h. Hämatoxylin und Karmin begierig aufnehmenden Elementen (innern Körnern) besteht. Die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht wird aber durch eine einzige Reihe resp. Kugelschale von Körnern gebildet, die sich weit schwächer färben. Bekanntlich richtet sich die relative Dicke dieser Schicht bei den ver-

schiedenen Wirbeltieren im Allgemeinen (vergl. unten) nach dem Querdurchmesser der Stäbchen und Zapfen. Wo der letztere Durchmesser gering ist, drängen sich die zugehörigen (äußern) Körner in vielen Lagen über einander; wo der Querdurchmesser bedeutend sich herausstellt, sind nur einige wenige solcher Lagen vorhanden, z. B. bei Anuren. Da der Aal beträchtlich dicke Zapfen und Stäbchen besitzt, so erklärt es sich, dass, wie gesagt seine Stäbchen- und Zapfenkörner nur eine einzige Lage bilden, deren Dicke geringer ist, als die Länge eines roten Blutkörperchens beim Aal. Selbstverständlich treten in diese so dünne Schicht keine Blutgefäße. Uebrigens dürften die wirklichen Stäbchenkörner, die wegen ihrer schlanken Beschaffenheit als geringe Anschwellungen der Stäbchen-Immenglieder erscheinen, bereits von Max Schultze (1866) abgebildet worden sein.

Letzterer Forscher hatte wie bei andern nächtlichen Tieren die damals schon bekannten Zapfen des Aals geleugnet, während Ref. (l. c. 1868) davon eine Abbildung gegeben hatte. Seitdem hatte die Controverse, wie schon früher bemerkt, so ziemlich geruht und es ist deshalb interessant, dass sowol Denissenko als Kühne und Sewall die Zapfen in der Aal-Retina neuerdings bestätigen.

Was die Zapfen der nächtlichen Tiere anlangt, so sind sie bei sämtlichen leichter zugänglichen jetzt nachgewiesen. Zuerst hatte Ref. (1868) sie bei den Eulen gezählt und ihre Anzahl auf einen Quadratmillimeter Netzhaut eben so groß wie beim Falken (*Falco buteo*) gefunden. In der That liegt der Unterschied im Bau der Retina bei den nächtlichen Tieren weder in stärkerer Ausbildung des Schpuppurs, woran man a priori denken könnte, noch im vermuteten Fehlen der Zapfen. Was den erstern anlangt, so haben zwar die Ratte, wie schon Max Schultze (1866) mittheilte, und der Aal, wie Kühne nachwies, intensiv violettrote Netzhäute. Dagegen fehlt der Schpuppur oder das *Photaesthesia*, unter welchem Namen Ref. (Specielle oder descriptive Anatomie 1879 S. 363) Sehrot, Schpuppur und Sehgrün zusammengefasst hat, den Fledermäusen anscheinend gänzlich. Wenigstens konnte weder Kühne (1877) bei *Rhinolophus hipposideros* noch Ref. (1879) bei *Vespertilio Daubentonii* eine Spur davon entdecken. Was die Zapfen anlangt, so ist es bei allen nächtlichen Tieren sehr leicht, Zapfenfasern nachzuweisen (Ref.), welche in regelmäßigen Abständen die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht durchsetzen. Aber auch die Zapfen selbst sind demonstriert. Von der Fledermaus, der Maus und dem Meerschweinchen wurden sie vom Ref. abgebildet, obgleich sie Frey (1876) noch neuerdings ausdrücklich bestritten hatte. Nicht minder ist die Retina des Iltis, *Mustela putorius*, mit Zapfen ausgestattet (Ref. 1876). Vom Kaninchen hat Orth (1881) gelegentlich eine Abbildung gegeben, während Max Schultze bei diesem Tier nur Andeutungen von Zapfen gefunden zu haben angab. Selbst der Maulwurf besitzt nicht nur, was man durch

Leydig weiß, sehr zahlreiche und feine Stäbchen, deren geringer Dickendurchmesser ohne Zweifel der Myopie und dem ausgebildeten Raumsinn des innerhalb enger Erdgänge existirenden Tiers entsprechen dürfte, sondern auch Zapfen, wie Dr. Costa aus Chili, der während des Sommers 1881 im Laboratorium des Ref. arbeitete, kürzlich gefunden hat.

Die einzige durchschlagende Differenz zwischen den Netzhäuten der nächtlichen und der Tagetiere besteht, wie Ref. früher (1858) angegeben hat, in der relativen Länge der Außenglieder bei den Nachtieren. Daraus erklärt sich zugleich in einfachster Weise, dass man in der Flächenansicht der frischen Retina — welche Untersuchungsmethode M. Schutze damals noch anwendete — die Zapfen vermisst oder nur Spuren von solchen wahrnimmt.

Es ist vielleicht zur Charakterisirung der sog. nächtlichen Tiere von Nutzen, die Unterscheidungen hier zu erwähnen, welche Ref. (Arch. f. mikr. Anat. 1876 Bd. XII S. 776) früher vorgeschlagen hat.

Nykteropisch sind die Augen der nächtlichen Tiere z. B. der Eulen.

Hesperopische Augen gestatten den Tieren bei Abend auf Raub auszugehen, wie den Fledermäusen.

Perotisch können die verkümmerten rückgebildeten Augen von blöden Höhlenbewohnern genannt werden wie der *Proteus anguineus*. Letzterer besitzt gleichwol (rudimentäre) Zapfen und Stäbchen.

Hemeropisch würden die am häufigsten vorkommenden Augen der Tagtiere heißen. Beispiel: der Mensch.

Heliopisch endlich sind solche Tiere, deren Augen direktes Sonnenlicht ohne zu blinzeln ertragen wie z. B. das Kaninchen.

Hauptsächlich auf das vermutete Fehlen der Zapfen bei den nächtlichen Tieren war die Hypothese gegründet worden, dass die Zapfen der Farbenempfindung, die Stäbchen der einfachen Lichtempfindung dienen.

Betrachtet man die mannigfach gefärbten bunten Oeltropfen in den Retinazapfen z. B. der Vögel, so kann man in der That schwerlich von der Vorstellung loslösen, dass diese Elemente mit der Farbenempfindung, die farblosen Stäbchen nichts mit der letztern zu tun haben. Dazu kommt, was schon Michaelis (1837) wusste, dass die meisten Eulen nur blassgelbe Oeltropfen in ihren Zapfen besitzen, obgleich letztere, wie oben gesagt, nicht minder zahlreich sind, als beim Falken.

Nach der Entdeckung des Photoesthesin oder eigentlich der Empfindlichkeit des Sehrots gegen Licht kam Boll (*4*) zu einer andern Anschauung. Die roten und grünen Stäbchen des Frosches könnte man neben den wie bei den Eulen mit blassgelben Oeltropfen versehenen Zapfen des erstern Tiers nicht wol von den Farbenempfindungen ausschließen. Unter Zugrundelegung der Dreifarben-

theorie von Young und Helmholtz gelangte Boll jedoch zu dem auffallenden Schluss, dass die Stäbchen grün, die Zapfen rot und die Pigmentzellen der Retina violett empfinden sollten. Helmholtz (4 S. 3), wie gleich hier bemerkt werden mag, würde lieber umgekehrt den Zapfen die blaue, den Pigmentzellen die rote Empfindung zuschreiben.

Zunächst liegt der Schwerpunkt auf der Frage, ob man mit Helmholtz drei, oder mit Hering vier Grundempfindungen annehmen soll. In der Vogelretina fand Ref. (1868) vier Sorten von Oeltropfen, nämlich rote (carmoisin), gelbe (orange und canariengelb), grüne (grünlichgelb) und blaue (blassblau, anscheinend farblos). Die bläulichen, lange Zeit bezweifelten Oeltropfen sind von Dobrowolsky (1871) und von Hoffmann (1877), der seiner Zeit in Engelmann's Laboratorium arbeitete, bestätigt worden.

Bekanntlich sollten die Grundfarben ursprünglich durch Beobachtungen an Farbenblinden ermittelt werden. Nun haben neuerdings v. Hippel (Arch. f. Ophthalmol. 1880 Bd. 26, 2. S. 176) u. A. Fälle beobachtet, in denen die Betreffenden nur auf einem Auge farbenblind und zwar rot-grünblind waren. Sie unterschieden mit dem farbenblinden Auge nichts als Blau und Gelb. Dies spricht doch sehr entscheidend für die von vielerfahrenen Ophthalmologen wie D. Stilling immer vertretene Anschauung, dass Rot-Grün, Blau-Gelb die Grundfarben sind. Auch Preyer (1880) erklärte kürzlich die Dreifarben-theorie für unhaltbar.

Wie dem sei, so legte Boll ganz einfach die besonders aus W. Müller's Abbildungen hervorleuchtende Tatsache zu Grunde, dass die Zapfen kürzer sind, als die Stäbchen. Danach kann man drei lichtempfindliche Schirme unterscheiden, die von der Cornea an gerechnet so aufeinander folgen: hintere Enden der Zapfen, hintere Enden der Stäbchen, Pigmentzellen der Chorioidea. Sie sollen die Empfindungen: rot, grün und violett vermitteln (s. oben).

An den Pigmentzellen sind freilich keine Nerven nachgewiesen. Auch würden ihre Dimensionen schlecht zu der Empfindlichkeit der *Fovea centralis* des Menschen passen, während bekanntlich der Querdurchmesser der dort befindlichen Zapfen (0,003) mit der physiologisch ermittelten Leistungsfähigkeit der Fovea gut übereinstimmt. [Ref. benutzt die Gelegenheit, einen störenden Druckfehler zu berichtigen: der Durchmesser der *Fovea centralis* beträgt nach des Ref. Abbildung (Allg. Anatomie 1876 Fig. 93) nicht 0,1 (dieses Centralblatt Nr. 8 S. 240), sondern 0,2 mm.] — Jedenfalls repräsentirt aber die Pigmentschicht der Retina das Epithel in der hintern Hälfte der primären Augenblase, und wenn man dasjenige der vordern Hälfte oder die Stäbchen und Zapfen für lichtempfindend hält, so würde der gleiche Schluss für das Pigmentepithel wohl gestattet werden müssen — falls dasselbe Nerven hätte!

Hiervon abgesehen, so steht der Hypothese, wonach durch die

Stäbchen das grüne Licht empfunden werden soll, schon die *Macula lutea* des Menschen entgegen. Denn hier sind keine Stäbchen und ebensowenig verschieden lange Zapfen, an die Boll gedacht zu haben scheint, vorhanden und es wird doch daselbst Grün empfunden. Es schien dem Ref. deshalb wahrscheinlicher, dass die verschieden gefärbten Oeltropfen der Vogel- und Reptilienretina den Effekt haben, Lichtwellen von ganz bestimmter Länge (carminroth, orange, grünlichgelb, blau) auf die Nervenenden fallen zu lassen.

Die Frage nach der Nervenendigung des *N. opticus* wird zwar seit H. Müller und Kölliker allgemein als zweifellos erledigt angesehen. Beinahe Niemand zweifelt, dass die Stäbchen und Zapfen diese Endigung darstellen. Da dieselben entwicklungsgeschichtlich nicht etwa den Epithelialzellen des Centralkanals des Rückenmarks, sondern nur den Cilien derselben zu homologisiren sind — mit letzteren haben sie beiläufig bemerkt beim neugeborenen Kaninchen die größte Aehnlichkeit (Ref. 1868) — so läuft die Frage auf diejenige des Zusammenhangs der Stäbchen- oder Zapfenfasern mit den Ganglienzellenausläufern in der Retina hinaus.

Unendlich oft ist ein solcher Zusammenhang behauptet und fast eben so oft gezeigt worden, dass es sich um (bindegewebige) Radialfasern, anstatt um (direkte oder) indirekte Ganglienzellenausläufer gehandelt hatte. Einige waren auch geneigt, an der von keinem Gerinnern als Brücke gelieferten, physikalischen Deduktion festzuhalten, wonach die Außenglieder der Stäbchen und Zapfen die in ihr Inneres eingetretenen Lichtwellen total reflektiren.

Sie könnten letztere auf die wirklichen Opticusenden reflektiren. Man könnte auch fragen, ob sich hierüber nicht etwas auf physiologischem Wege wahrscheinlich machen ließe.

Nach Boll wird das Sehrot (im Gegensatz zum Sehgrün) durch grüne Strahlen am schnellsten zerstört. Sind die Stäbchen nun Opticusenden, so würden die roten Stäbchen durch grüne Strahlen am stärksten erregt werden. Umgekehrt: wenn die Stäbchen das auf sie fallende Licht nur reflektiren, so können die roten Stäbchen wesentlich nur rotes Licht zurücksenden, sie würden in diesem Falle der Rotempfindung dienen.

Grüne Stäbchen sind bisher außer bei *Rana temporaria* und *R. esculenta* von der Kröte (Kühne), blaugrüne aber auch vom Falken (Ref. Specielle oder descriptive Anatomie 1879 S. 363) bekannt. Aus den Lebensgewohnheiten des Frosches, zusammengehalten mit der sehr überwiegenden Anzahl seiner roten oder violettroten Stäbchen, lässt sich über obige Frage leider nichts entnehmen. Offenbar empfindet freilich der Frosch für gewöhnlich vorwiegend grünes Licht (im Gras u. s. w.), er könnte aber seiner Nahrung wegen um so mehr darauf angewiesen sein, auf andersfarbige Strahlen zu achten.

(Schluss folgt.)

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):

Artikel/Article: [Zur Histologie der Retina 329-334](#)