

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

IX. Band.

15. Juni 1889.

Nr. 8.

Inhalt: **Carrière**, Auge der zehnfüßigen Crustaceen und Arachnoiden. — **Fricke**,
Ueber psychische Zeitmessung (Zweites Stück).

Bau und Entwicklung des Auges der zehnfüßigen Crustaceen und der Arachnoiden.

Es erscheint mir angezeigt, die Besprechung neuerer Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau des Crustaceenauges an das Werk von Reichenbach¹⁾ anzuknüpfen, welches schon einmal, aber ohne nähere Berührung dieses Kapitels, im VIII. Bande dieser Zeitschrift kurz besprochen wurde. Wie ich zunächst hervorheben muss, gibt Reichenbach richtig an, dass in dem Auge des Flusskrebse die Corneazellen und die Krystallkegelzellen zwei gesonderte Schichten bilden, und auch bei dem erwachsenen Tiere sind in der entsprechenden Anordnung beide vorhanden und die zugehörigen Kerne nachzuweisen. (Während meine frühern Präparate die Kerne der Krystallzellen auch heute noch nicht mit einiger Sicherheit erkennen lassen, sind sie in einer spätern Serie deutlich zu sehen. Es scheint, dass ich damals einem Reagens zu großes Vertrauen schenkte und dieses grade den Teil der Krystallzellen, in welchem die Kerne liegen, so verdunkelte bezw. fixierte, dass die Kerne nicht zu erkennen waren); ich bitte somit in den „Sehorganen“ S. 168 Fig. 130 bei der Zeichnungserklärung zu ändern: „2 Corneazellen, 3 äußerer Teil des Krystallkegels, der Rest der Krystallzellen mit den Kernen.“

Das Auge von *Astacus* entwickelt sich nach Reichenbach aus einer Einstülpung des Ektoderms, indem eine solide Zellmasse (Augenfalte) sich von einer Grube her unter die vor der Grube gelegene Ektodermstelle schiebt. Letztere, die Epidermislage, zuerst ein-, bald aber vier- bis fünfschichtig, soll die Cornea- und die

1) Dr. Heinrich Reichenbach, Studien zur Entwicklungsgeschichte des Flusskrebse. Abhandl. der Senckenb. naturf. Gesellsch. Frankfurt 1886.

Krystallkegelzellen liefern, während aus der Augenfalte durch Spaltung in zwei Ballen einerseits die Retina, anderseits eine „Innenwand“ hervorgehen, von denen letztere bald mit der Außenwand (Retina) und dem Sehganglion in innigen Zusammenhang tritt. Zwischen Krystallkegellamelle und Retina wandern Mesodermzellen ein, welche sich pigmentieren.

Das Ganglion opticum entsteht als Ektodermverdickung im Augensegment, in unmittelbarer Berührung mit der Einstülpung und dem Gehirn. Die Entwicklung vollzieht sich im Naupliusstadium und den darauffolgenden Stadien. Die Deutung, welche Reichenbach den einzelnen Teilen bei der Embryonalentwicklung des Auges gibt, lässt sich aber mit den Verhältnissen, die das Auge des erwachsenen Tieres bietet, nicht vereinigen. Wenn eine Mesodermseicht zwischen die Ektodermanlage der „Krystallkegelschicht“ und die Retina eindringe, müsste zunächst aus der Basalmembran der betreffenden Epithelstelle eine scharfe Grenze, eventuell eine präretinale Membran hervorgehen. Dann müssten aber auch die eingewanderten Elemente in entsprechender Lage und Zahl sich im Auge vorfinden. Beides ist nicht der Fall. Was zunächst die Abbildungen Reichenbach's betrifft, so ist das, was Reichenbach in Figur 225 als Mesodermseicht (Pg. m.) bezeichnet, gar nicht dasselbe, wie in Figur 224, wie die Vergleichung beider Abbildungen zeigt. Eine Grenzlinie, die schon bei schwächerer Vergrößerung so deutlich ist wie die in Fig. 224 zwischen „Krystallkegel“- und Mesodermseicht befindliche, könnte bei stärkerer Vergrößerung nicht spurlos verschwinden, ebenso wenig wie die sehr deutlichen schwarzen Fasern, welche in Fig. 224 als Verlängerung der „Krystallkegel“ durch die Mesodermseicht ziehen.

Vergleicht man die ältern Embryonalstadien mit dem erwachsenen Auge, so stellt sich zunächst heraus, dass die „Mesodermseicht“ vollkommen zu Recht besteht und an dem entsprechenden Platz liegt. Nur schiebt sie sich nicht zwischen „Krystallkegelschicht“ und „Retina“ ein, sondern zwischen Retina und den äußersten Abschnitt des Ganglion opticum. Die schwarzen Fasern sind auch jetzt noch darin vorhanden, es sind die pigmentierten, nach innen ausgewachsenen Enden der Retinulazellen (oder die an diese antretenden Nervenfasern, wenn man will). Die deutliche Grenze, welche zwischen der Mesodermseicht und der „Krystallkegelschicht“ hinzieht, ist die Basalmembran des Epithelbezirks, aus welchem das Auge hervorgeht, und findet sich in dem erwachsenen Auge entsprechend als Basalmembran der Hypodermis wieder, welche kontinuierlich von allen Seiten her unter der Retina hinzieht.

Es wäre also die Deutung der verschiedenen Teile dahin abzuändern, dass aus der Epithelverdickung K. K. nicht nur Krystallkegel und Pigment, sondern auch Retina hervorgehen, aus der Außenwand der Augenfalte dagegen nicht Retina, sondern der äußerste

Abschnitt des Ganglion opticum. Damit wäre dann allerdings die Entwicklung des Fächerauges wieder dahin vereinfacht, dass dioptrischer Apparat und Retina nicht an verschiedenen Stellen, sondern von einer Anlage her entstünden, dass die Einfaltung Reichenbach's somit in keiner direkten Beziehung zum Auge stehen könnte. Und doch gibt eine neuere Untersuchung mit aller Bestimmtheit eine deutliche Einstülpung als erste Anlage des Krebsauges an — aber der Wert der einzelnen Falten erscheint hier ein anderer als Reichenbach annahm. (Ich hatte obige Betrachtungen schon niedergeschrieben, ehe ich Kingsley's Abhandlung erhielt).

Kingsley ¹⁾ findet bei *Crangon vulgaris* in den frühesten Stadien ganz wie Reichenbach zuerst eine Einsenkung, dann Einstülpung der Augenanlage. Die Einstülpung ist aber hier hohl und ihr Lumen bleibt lange Zeit kemflich; die Augenblase ist schräg nach innen gerichtet und legt sich unmittelbar unter das Ektoderm, so dass ihre Außenwand dessen Innenwand dicht anliegt. Wir haben also drei übereinander liegende Zellschichten, deren mittlere und innerste fast in ihrer ganzen Ausdehnung getrennt sind; die Höhlung zwischen ihnen verflacht sich, aber verschwindet nie ganz. Die äußerste Zellschicht, das Ektoderm, wird zur Cornea, die mittlere (Außenwand der Blase, Retinogen) zur Retina, (bildet also die ganzen Ommatidien, dioptrischen Apparat und Retinula), die innerste (Innenwand der Blase, Gangliogen) zu der Ganglien- und Nervenketten im Stiele des erwachsenen Auges. Während der ersten Differenzierungserscheinungen im Gangliogen und Retinogen schieben sich zwischen beide in die Höhlung der Augenblase Mesodermzellen ein, welche bis zum Ausschlüpfen des Embryo ihren Charakter als einschichtige Lamelle bewahren, dann vermutlich die pigmentierte Zellmasse bilden, welche die Nervenfasern zwischen den Ommatidien und dem äußersten Ganglion umgibt.

Während die Retinawand einheitlich bleibt und in ihr Krystallkegel und Retinula entstehen, spaltet sich die Ganglienwand in zwei Ganglien, deren weitere Entwicklung nicht in den Rahmen dieser Besprechung gehört.

Gleichzeitig mit der Gruppierung der Retinazellen zu Ommatidien treten die Kerne der Ektoderm-lamellen entsprechend zu je vier zusammen und erzeugen die zugehörige Cornea.

Das Pigment tritt zuerst an der distalen Seite der Retinawand auf. Während Reichenbach die mögliche Umkehrung der Retinazellen nicht berührt, welche nach seiner Darstellung auch nicht unbedingt nötig wäre, gibt Kingsley folgerichtig an, dass bei *Crangon* die Retinazellen infolge der Einstülpung umgekehrt sein müssten. Von der histologischen Differenzierung der Retina an und über

1) J. S. Kingsley Sc. D., The development of the Compound Eye of *Crangon*. Journal of Morphology, Vol. I, Nr. 4, November 1887, Boston.

dieselbe sind die Angaben Kingsley's unsicher und zum teil unbrauchbar. Den Grund davon gibt er selbst an in der Bemerkung, dass — vermutlich infolge der Härtungsmethode — die Zellgrenzen auf den Schnitten nicht genügend zu erkennen waren, um sie abbilden zu können, so dass er nur nach Lage, Richtung etc. der Kerne urteilen konnte. Es ist somit zu bedauern, dass Kingsley ohne feste Grundlage, und obwohl er Patten's Hypothesen in wesentlichen Punkten nicht bestätigen konnte, in zu großem Vertrauen auf des letztern Glaubwürdigkeit ein Schema des jungen Ommatidiums aufstellt, welches eigentlich nur eine Kopie nach Patten darstellt.

Bei aller Klarheit, welche die Darstellung von Kingsley auszeichnet, und der Uebereinstimmung, welche hier zwischen der Embryonalentwicklung und dem ausgebildeten Auge besteht, bleibt doch ein sehr wichtiger Punkt, die Umwendung der Retina, welche mit der Stellung der Ommatidien im ausgebildeten Auge und mit ihrer Innervierung noch nicht in Einklang zu bringen ist.

Da ich bald an anderer Stelle die wichtigen Untersuchungen von Bertkau¹⁾, Mark²⁾ und Parker³⁾ ausführlich würdigen zu können hoffe, will ich hier nur erwähnen, dass die in der Entwicklung des Crustaceen-Auges noch vorhandene Lücke von Parker bei einer andern Arthropodengruppe ausgefüllt wurde. Die beiden Mittelaugen (oder, wie man jetzt richtiger sagen müsste „das Doppelauge“) des Skorpion gehen aus einer zunächst unpaaren medianen Einstülpung hervor, welche taschenförmig mit deutlichem Lumen von vorn nach hinten gerichtet ist. Das darüberliegende Ektoderm erzeugt die Linsen, die mittlere Lamelle wird zur Retina, und der Antritt des Nerven (noch vor der Differenzierung der Zellen zu den Bestandteilen des definitiven Auges) erfolgt an dem ursprünglich innern (jetzt nach außen gerichteten) Ende dieser Zellen. Bei den Wirbeltieren treten bekanntlich die Sehzellen in dieser Lage, mit Ausbildung des Stäbchens am ursprünglich äußern Ende in Thätigkeit; in den Sehzellen des Skorpion dagegen findet nach dieser ersten Lageveränderung der ganzen Retinallamelle eine zweite Umwälzung im Innern einer jeden einzelnen Sehzelle statt, indem der Kern aus dem ursprünglich innern Ende der Zelle in das jetzt nach innen gerichtete Ende rückt und gleichzeitig die Nervenfasern, ihre Ansatzstelle verändernd, dieselbe Wanderung an das ursprünglich äußere Ende vollführen und dieses in jeder Beziehung auch noch dadurch zu einem definitiv innern sich umgestaltet, dass die Rhab-

1) Bertkau Ph., Beiträge zur Kenntnis der Sinnesorgane der Spinnen: 1. Die Augen der Spinnen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXVII, 1886.

2) Mark E. L., Simple Eyes in Arthropods. Bull. of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College, vol. XIII, Nr. 3, Cambridge Mass. 1887.

3) Parker G. H., The Eyes in Scorpions. Bull. of the Mus. of Comp. Zool. at Harvard College, vol. XIII, Nr. 6, Cambridge Mass. 1887.

domere an dem jetzt nach außen gerichteten Ende zur Ausbildung gelangen.

Diese „innere Umkehrung“ ist allerdings nicht beobachtet, sondern aus den durchgreifenden Verschiedenheiten in der Lagerung der einzelnen Teile des embryonalen wie des ausgebildeten Auges erschlossen worden. Sind die Untersuchungen Reichenbach-Kingsley's richtig, dann muss die gleiche innere Umwandlung auch an den Retinazellen des Flusskrebsees stattfinden, und da es sich hiemit nicht nur um eine Umwälzung der Zellen, sondern auch unserer Anschauungen über das Wesen derselben handelt, ist eine Bestätigung und Durchführung dieser Untersuchung hier wie dort, auch über die jüngsten Stadien hinaus an Material, welches uns die Zellkörper in vorzüglichem Erhaltungszustande zeigt, unumgänglich nötig.

Mit Recht schließt Parker aus dem ursprünglichen Ansatz der Nervenfasern, dass die Retina schon vor der Einstülpung funktioniert haben, also ein einschichtiges Auge als Vorgänger des dreischichtigen angenommen werden müsste.

Die in den Sehzellen des Skorpion-Mittelauges hinter den Kernen liegenden eigentümlichen Körper werden von Mark als Rudiment der ursprünglichen (vor der Umkehrung am distalen Ende entwickelten Rhabdomere) aufgefasst, und Parker's Beobachtung, dass diese „Phaosphären“ in den einschichtigen Seitenaugen von *Centrurus* fehlen, würde zu gunsten dieser Hypothese sprechen. Da meine Untersuchungen aber die Angaben Ray-Lankester's über das Vorkommen der Phaosphären in den Seitenaugen von *Euscorpius italicus* bzw. *carpathicus*, sowie deren Lage bald vor, bald hinter den Kernen vollkommen bestätigen, fällt die Bedeutung dieser Körper für die Mark'sche Hypothese hinweg; da ferner sowohl die Stelle ihres Vorkommens bei einer Species als dieses selbst bei verschiedenen Gattungen schwankt und unabhängig von ihnen immer Rhabdomere vorhanden sind, dürfte diesen Gebilden überhaupt kein besonderer Wert beizulegen sein.

Auf die Untersuchung Parker's, dem ich in allen wesentlichen Punkten (nur nicht in dem, dass „Phaosphären nicht immer sehr verschieden im Aussehen von Kernen seien“) nach meinen an einer andern Gattung gemachten Beobachtungen beistimmen kann, weiter einzugehen ist hier nicht der Ort. Als wichtig will ich hier nur noch hervorheben, dass durch sie zwar die Vermutung Patten's über die Dreischichtigkeit des Spinnen- und Skorpion-Ocellen zur Gewissheit erhoben, zugleich aber die Vorstellung, welche letzterer über die Entstehung und den Aufbau dieser Ocellen sich konstruierte, als falsch hingestellt wurde.

Die Klarheit, mit welcher die Einstülpung und dreischichtige Anlage des Skorpionauges durch Parker geschildert und abgebildet ist, entzieht den Einwänden, welche ich früher gegen Loey's Dar-

stellung der Entwicklung des Spinnenauges zu richten genötigt war, zum größten Teil den Boden. Was meinen Einspruch veranlasste, war hauptsächlich die Verallgemeinerung, welche die meisten Forscher auf diesem Gebiete ihren Resultaten gaben und der ich mich auch heute noch widersetzen muss. Ich habe, wie das in meiner „Entwicklung der Ocellen und Seitenaugen der Insekten“ des nähern gezeigt werden wird, zwei Arten von Entstehung des Auges zu unterscheiden, entsprechend den beiden Hauptgruppen, in welche die Arthropoden nach Entwicklungsgeschichte und sonstigen verwandtschaftlichen Beziehungen zerfallen. Es sind das auf der einen Seite die Insekten, bei welchen sich Augen und Ocellen ohne Einstülpung bezw. nur unter Einsenkung entwickeln und die ursprünglich distalen Enden der Retinazellen dauernd nach außen gerichtet bleiben, auf der andern Seite die Arachnoideen (Spinnen und Skorpione) und Crustaceen, deren Augen durch Einstülpung und Abschnürung unter Umkehrung der Retina entstehen; für die Arachnoideen scheint mir das sicher zu sein, bei den Crustaceen noch genauerer Untersuchung zu bedürfen; den Insekten würde außerdem ein besonderes Cornea-bildendes Epithel fehlen, den Crustaceen zukommen. Ein durchaus nicht unwesentlicher Unterschied innerhalb der zweiten Gruppe zeigt sich bis jetzt darin, dass bei den Arachnoideen aus der innersten (dritten) Schicht der Augenanlage die Augenkapsel, bei den Crustaceen dagegen die Augenganglien hervorgehen sollen.

Mögen Crustaceen und Arachnoideen durch fernere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen einander noch näher kommen oder wieder weiter getrennt werden, immer bleibt die Kluft zwischen ihnen und den Insekten so groß, dass es unstatthaft erscheint, bei den einen gemachte Beobachtungen ohne weiteres auf die andern zu übertragen oder umgekehrt.

Wie ich oben erwähnte, liegt die Hauptschwierigkeit bei der Entwicklung des Crustaceenauges durch Einstülpung und Abschnürung eines bläschenförmigen Gebildes in der Umkehrung der Retina, welche gefordert werden muss, falls sich dieselbe — wie Kingsley und Reichenbach angeben — aus der äußern Wand jener Blase entwickelt, von welcher aber bei dem ausgebildeten Auge keine Andeutung vorhanden ist. Patten (in den „Eyes of Molluses and Arthropods“, Mitt. zool. Stat. Neapel Bd. 6, 1886; P. hatte gleichzeitig mit Reichenbach die besondere Corneazellenschicht im Dekapodenaug gefunden) ging bekanntlich der ganzen Schwierigkeit aus dem Wege, indem er die Sache nur theoretisch betrachtete, das Ommateum (Retina mit Ausnahme der Cornea) aus der innern Wand der Blase hervorgehen und die unbequeme mittlere Schicht (Außenwand der Blase) einfach verschwinden ließ. Für die beiden jüngsten Bearbeiter dieses Gebiets besteht diese Schwierigkeit gleichfalls nicht, aber aus anderem Grunde. Obschon erst vorläufige Mitteilungen vor-

liegen, will ich die Resultate, zu welchen Parker¹⁾ und Herrick²⁾ gekommen sind, bei der Wichtigkeit, welche sie besitzen, hier anfügen.

Nach Parker zeigt sich bei dem Hummer das erste Auftreten des optischen Apparats in einem Paar von Ektodermverdickungen am Vorderende des Embryo, wobei der oberflächliche Teil dieser Verdickungen die Retina, der untere das Ganglion des Auges entstehen lässt; beide Teile werden später durch eine Basalmembran getrennt. An gewissen Stellen wird der Zusammenhang beider Schichten durch diese Membran nicht aufgehoben — diese Verbindungen bleiben erhalten und bilden die Nervenfaserverstränge des erwachsenen Auges³⁾. Das Ommatidium des ausgebildeten Auges besteht aus mindestens 16 Zellen, zwei Corneabildungszellen unter jeder Fassung, und 4 Retinophoren (Krystallzellen), welche mit fadenförmigen Ausläufern an der Rhabdomspindel vorbei und zwischen den Retinulazellen hindurch bis zur Basalmembran reichen, wo sie an der unter jedem Ommatid befindlichen Verdickung derselben endigen. Dann 10 Pigmentzellen, zwei distale, welche den Krystallkegel umgeben und nach der Basalmembran zu fadenförmig verlängert sind, und acht proximale (eine von ihnen ist pigmentlos), welche der Rhabdomspindel eng anliegen und nach außen nicht weit über dieselbe vorragen. Die sieben pigmentierten (Retinula-) Zellen gehen in die Basalmembran durchsetzende Nervenfasern über; die zwei distalen Pigmentzellen sollen gleichfalls in feinen Fasern durch die Basalmembran treten, möglichenfalls dürften sich diese schlankern Fasern, deren je zwei zu einem Ommatid gehören, als Blutgefäße erweisen, denn auch für solche müssen regelmäßige Oeffnungen in der Basalmembran ebenso erwartet werden, wie sie bei den Insekten für die Tracheenschläuche vorhanden sind.

Da Parker (von dem Standpunkte der Patten'schen Hypothese aus) seinen Befund — dass nämlich die Retinula- und nicht die Krystallzellen (Retinophoren) mit den Nerven zusammenhängen — als sehr auffallend bezeichnet, dürfen wir wohl annehmen, dass er

1) Parker G. H., Preliminary account of the development and histology of the Eyes in the Lobster. Oktober 1888. Proceedings of the American Academy 1888.

2) Herrick F. H., The development of the compound Eye of *Alpheus*. Zoolog. Anzeiger, Bd. XII, Nr. 303, 1889.

3) Es ist vielleicht nicht überflüssig daran zu erinnern, dass nach neuern Untersuchungen auch bei den Wirbeltieren die Verbindung des Zentralorganes mit den Sinnesorganen nicht durch von ersterem auswachsenden Nervenfasern, die mit einem merkwürdigen Glück immer grade ein solches Organ treffen, hergestellt wird, sondern dadurch, dass sich zwischen beiden gelegene Zellen — seien es nun solche der ursprünglichen gemeinsamen Anlage beider Teile oder zwischen diese tretende indifferente Zellen (Bildungszellen) — in Nerven umwandeln.

diesem Punkte besondere Aufmerksamkeit gewidmet hat und somit wertvolles Material für die frühere und gegen die Patten'sche Auffassung beibringt.

Gleicherweise durch Delamination, durch selbstthätige Trennung eines Zellenhaufens in verschiedene Schichten lässt Herrick das Auge sich bilden, welcher die Entstehung des Auges von dem ersten Auftreten der Augenscheiben (Kopflappen) bis zum Larvenstadium auf Schnittserien verfolgte.

Bei einer Garnele, *Alpheus*, besteht der Embryo zur Zeit der ersten Anlage der Augen aus drei Flecken (Haufen) von Zellen, der Ventralplatte und den beiden Augenscheiben; aus letztern entwickelt sich das ganze Auge mit seinem Ganglion. Wenn die Augenscheiben sich mit der Bauchplatte vereinigt haben, beginnt die Verdickung der erstern, und zwar einmal durch Vermehrung der Ektodermzellen durch Teilung sowohl in zur Oberfläche senkrechter als dieser paralleler Richtung (Emigration und Delamination), als auch wahrscheinlich durch Anlagerung „indifferenter Zellen“ aus dem Dotter. Bei einem Alter des Embryo von einer Woche (*Eunauplius*) bilden die Kopflappen eiförmige, dichte Ektodermmassen, welche über die Oberfläche vorgewölbt sind, nach dem Auftreten von 7 Paar von Körperanhängen beginnt die Sonderung einer äußern Schicht großer, körniger Zellen, des Retinakeims (Retinogen) von der darunter liegenden Zellmasse, dem Ganglienkeim (Gangliogen), zwischen denen bei dem Stadium mit 10 Körperanhangspaaren eine Membran (Basalmembran des Retinakeims) aufgetreten ist. Der Retinakeim ist zu dieser Zeit nur noch an den Rändern einschichtig, bald beginnt die Sonderung seiner Zellen in die Ommatidien, indem sich einerseits auf der Basalmembran aufsitzende Zellstränge in radiärer Richtung zu einem im Ganglienkeim gelegenen Zentrum anordnen, die Retinulae (Herrick verwendet die neuen Ausdrücke von Patten's, aber mit der alten Bedeutung, so dass ich der Verständlichkeit halber die bekannten Bezeichnungen benutze), anderseits außen sich eine Zellschicht abtrennt, die Corneaschicht, deren Zellen sich paarweise gruppieren, so dass je zwei über eine Retinula zu liegen kommen. Unmittelbar unter dieser Schicht kommt die der Krystallzellen (retinophoral layer) zur Ausbildung, welche zu je viere angeordnet die Krystallkegel bilden. Die Retinulazellen, zu sieben in röhrenförmige Bündel gestellt (später eine solide Säule bildend) begegnen sich mit den Gruppen der Krystallzellen und nehmen das spitzausgezogene innere Ende derselben in ihr äußeres auf. Die Krystallzellen erstrecken sich nicht weiter nach der Basalmembran zu, sondern endigen im äußern Abschnitt der Retinula. An der Basalmembran und an der Grenze von Retinula und Krystallzellen entwickelt sich ein Netzwerk von Chitin, zwischen den Ommatidien stehen zahlreiche unveränderte Ektodermzellen.

Bei der Larve findet sich kein spindel- oder säulenförmiges Rhabdom, wenn man nicht den innersten soliden Kern der Retinula, welcher ein Produkt dieser selbst ist, als solches betrachten will, und in dem Krystallkegel sind keine Nervenfasern zu finden.

Weder eine Einstülpung noch irgend eine Art von Anshöhlung konnte während der Entwicklung dieses Auges beobachtet werden; wenn nun bei andern Garnelen eine Einsenkung den ersten Schritt zur Entwicklung des Auges bilde, so könne dem, wie das Beispiel von *Alpheus* zeige, nur sehr geringe Bedeutung zugemessen werden, und nur in der Beziehung, dass es sich dabei einfach darum handle, schnell eine große Anzahl von Ektodermzellen unter die Oberfläche zu bringen. Die Anordnung, welche die Zellen dabei erhalten, muss (wenn ich den Autor richtig verstehe) als vorübergehend und für die weitere Entwicklung des Organs gleichgiltig betrachtet werden.

Ein Urteil über diese Mitteilungen und die Erörterung der Beziehungen, in welche sie mit den Ergebnissen Reichenbach's und Kingsley's zu bringen wären, erscheint mir ebenso wie ein Vergleich mit den übrigen hier besprochenen Abhandlungen vor dem Erscheinen der ausführlichen Untersuchungen ausgeschlossen. Ich begnüge mich, darauf hinzuweisen, dass ein prinzipieller Unterschied zwischen Einstülpung und Abblätterung nur dann besteht, wenn, wie das ja in einer Anzahl von Fällen sich findet, den Zellen des unter die Oberfläche gelangten Bläschens bereits ein bestimmter morphologischer und physiologischer Wert zukommt, mit andern Worten, wenn ein ursprünglich oberflächlich gelegenes Organ in die Tiefe rückt (z. B. Augen der Gastropoden, der Wirbeltiere, der Skorpione?). Wir würden diese Art der Einstülpung von einer zweiten zu trennen haben, welche nur das rohe Material zum Aufbau eines Organs in die Tiefe schafft, und welche, wie gesagt, von der Delamination nicht scharf abzugrenzen ist; hier ist die Lage der einzelnen Zellen bei dem Uebergang in die Tiefe bedeutungslos für ihre spätere Verwendung und Lage bei dem Aufbau des Organs, und hierher wären beispielsweise alle sog. soliden Einstülpungen und Einwucherungen, sowie die Anlage des Seitenauges der Crustaceen zu stellen. Was die Angaben der beiden letzten Beobachter über den innern Bau der Ommatidien betrifft, so sind die Unterschiede dabei von geringem Werte gegenüber den Punkten, in welchen sie übereinstimmen, indem sie die Krystallzellen ihrer frühern Bestimmung wiedergeben und des Ranges von Sehzellen, welcher ihnen ja verliehen worden war, entkleiden. Wenn nach der Ansicht des einen Autors diese Zellen in der Höhe der Kegelspitze endigen, nach der des andern gleich den äußern Pigmentzellen sich mit feinen Ausläufern bis zur Basalmembran erstrecken, so würde letzterer Fall, wenn er Bestätigung fände, eine schon von Patten ausgesprochene Modifikation unserer bisherigen Ansicht über den Bau des Arthropodenauges (nach welcher nur die

zwischen den Ommatidien stehenden, unveränderten Zellen der Augen-anlage auch im ausgebildeten Auge von der Cornea bis zur Basalmembran reichen) bilden. Welches von beiden für die Dekapoden Geltung hat, wird sich vielleicht schon nach dem Erscheinen der vollständigen Abhandlungen entscheiden lassen; die Frage, wie sich das Auge der Insekten in diesem Punkte verhält, hoffe ich in meiner schon erwähnten Untersuchung mit Bestimmtheit erledigen zu können.

J. Carrière (Straßburg i. E.).

Ueber psychische Zeitmessung.

Von Dr. **Karl Fricke.**

I. Die einfache Reaktionszeit.

(Zweites Stück.)

Nachdem wir im vorigen Aufsätze¹⁾ versucht haben, uns über die Bedeutung der verschiedenen Reaktionsweisen ein Urteil zu bilden, wenden wir uns jetzt von den gewonnenen Gesichtspunkten aus zu einer systematischen Betrachtung der neuern psychometrischen Ergebnisse. Wir beginnen mit einer Besprechung derjenigen Untersuchungen, welche den Einfluss der Stärke des angewandten Sinnesreizes auf die Dauer der Reaktionszeit behandeln.

Bei dem innigen Zusammenhange alles psychischen und physiologischen Geschehens hat es von vornherein für uns ein Interesse, die Veränderungen kennen zu lernen, welche der einfachere, rein physiologische Vorgang des Reflexes durch verschiedene Grade der Reizstärke erleidet. Die Vergleichbarkeit desselben mit dem psychophysischen Reaktionsvorgange ergibt sich nach unsern frühern Erörterungen schon daraus, dass die eine der besprochenen Reaktionsweisen, die sogenannte muskuläre, in ihrem Ablauf als ein Hirnreflex zu betrachten ist.

Ueber Reflexe hat J. Rosenthal in dieser Zeitschrift²⁾ Untersuchungen veröffentlicht, welche uns über diese Frage Aufschluss geben. Er geht aus von dem sogenannten Helmholtz'schen Phänomen, d. h. von der Erfahrung, dass die Zeit, welche zwischen dem Augenblicke der Reizung und dem Eintritte der Reflexbewegung verfließt, 10—12 mal so groß ist, als die Zeit, welche zur Leitung in den peripherischen Nerven von ungefähr gleicher Länge erforderlich sein würde. Nun hat die Reflexbewegung die Eigentümlichkeit, dass sie bei so geringer Reizung, deren direkte Anwendung auf einen motorischen Nerven bereits zur Auslösung einer kleinen Bewegung genügt, noch nicht eintritt. Wird der Reiz auf die sensible Fläche verstärkt, so bedarf es bekanntlich schon einer bedeutenden Steigerung, um überhaupt eine Reflexbewegung zu erzielen; ist aber die Reizung bis zu dieser ausreichenden Größe angewachsen, so tritt die Bewegung

1) Biolog. Centralblatt, VIII. Bd., S. 673—690.

2) IV. Bd., S. 247 u. fg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Carriere Justus

Artikel/Article: [Bau und Entwicklung des Auges der zehnfüßigen Crustaceen und der Arachnoiden. 225-234](#)