Zeitschrift: Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

Band: 14 (1872-1873)

Artikel: Beiträge zur feinern Anatomie der Cephalopoden

Autor: Keller, Conrad

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834764

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 21.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VIII.

Beiträge
zur
feinern Anatomie der Cephalopoden.

(Mit einer Tafel.)

Von
Conrad Keller.

Vorliegende Untersuchung wurde an der Mittelmeerküste begonnen und später im mikroskopischen Laboratorium weiter geführt, da es mir schien, dass einzelne Punkte dieses Gegenstandes einer sorgfältigeren und eingehenderen Untersuchung bedürfen.

Während der beiden Monate August und September 1873 war ich in der angenehmen Lage, im Kreise zweier Freunde, der Herren O. und E. Wild in Sestriponente, an der ligurischen Küste mich zoologischen und anatomischen Studien hingeben zu können.

Bei dem Reichthum, den die Küste bietet, liegt es in der Natur der Sache, dass die Thätigkeit sich auf verschiedene Thiergruppen bezog.

Indessen waren es neben den Radiaten vorherrschend die Cephalopoden, denen ich besondere Aufmerksamkeit widmen konnte. Die Thiere waren lebend leicht zu erhalten, und der Genueser Fischmarkt bot für diesen Zweck immer reiches Material.

Trotz schöner Arbeiten auf dem Gebiete der Anatomie der Cephalopoden sind einerseits namentlich mit Bezug auf die feinern Strukturverhältnisse noch manche Lücken auszufüllen, anderseits vorhandene Angaben noch näher zu prüfen an der Hand der neuern Untersuchungsmethoden. Das Bestreben, zwischen den höchsten Repräsentanten des Molluskentypus und dem nahestehenden Vertebratentypus einige histologische Beziehungen herauszufinden und einen, wenn auch bescheidenen Beitrag zur vergleichenden Gewebelehre zu liefern, dürfte ferner diese Arbeit rechtfertigen.

Seit V. Hensen in einer klassischen Arbeit über das Auge der Cephalopoden gezeigt hat, welch' hohe Organisationsverhältnisse diese Mollusken aufweisen, hat auch in histologischer Hinsicht das Interesse für dieselben sich vermehrt, und sind seither die feinern anatomischen Verhältnisse einzelner Organe Gegenstand genauerer Untersuchung geworden.

Ueber einige Strukturverhältnisse bin ich zu Resultaten gekommen, die von bisherigen Anschauungen abweichen. So namentlich mit Bezug auf die Chromatophoren und den sie bewegenden Mechanismus. Die Untersuchung derselben ist eine schwierige, mit Hülfe der neuern Methoden jedoch zu bewältigen. Die Untersuchungsmethoden wurden desshalb jedesmal genau angegeben.

Um sicher zu gehen und um über zweifelhafte Punkte in's Klare zu kommen, bezog ich während des Winters nochmals ganz frische Exemplare von der Küste.

Mit Vergnügen benütze ich diese Gelegenheit, um meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. H. Frey, für die Freundlichkeit, mit welcher er mir das mikroskopische Laboratorium in umfassendster Weise zur Benützung überliess, meinen besten Dank auszusprechen.

Ebenso fühle ich mich meinen oben genannten Freunden, die während meines Aufenthaltes an der Küste meine Studien

fördern halfen und mich später durch Zusendung von frischem Untersuchungsmaterial für vorliegende Arbeit erfreuten, zu grossem Danke verpflichtet.

I. Knorpel.

Die hohe Organisationsstufe der Cephalopoden wird neben manchen Einrichtungen, welche einigermassen an den Typus der Vertebraten erinnern, ganz besonders dokumentirt durch das Auftreten von Knorpelmassen, die bei einzelnen Arten eine ziemliche Entwicklung zeigen. Je nach der Lage hat dieser Knorpel verschiedene Benennungen erhalten. So hat man einen Kopfknorpel, der zum Schutz der Sinnesorgane und der centralen Nervenmassen dient, ferner den Schlossknorpel, Armknorpel, Nackenknorpel, Bauchknorpel und endlich die eigenthümlichen Bildungen im Auge der Sepien, welche man als Aequatorialring bezeichnet. Die grösste Verbreitung des Knorpelgewebes zeigen die Sepien und Loliginen, während dasselbe bei den Octopoden mehr zurücktritt. So fällt bei letztern selbstverständlich der Flossenknorpel weg, ebenso der Schlossknorpel, da der Verschluss der Mantelhöhle in anderer Weise zu Stande kommt als bei den zehnarmigen Tintenfischen.

Bei oberflächlicher Betrachtung stimmt der Cephalopodenknorpel mit Bezug auf Aussehen und Konsistenz völlig mit dem Wirbelthierknorpel überein, während das mikroskopische Verhalten dagegen abweichende Verhältnisse zeigt.

Hyaline Knorpelsubstanz findet sich besonders im Kopfknorpel der Sepien und Loliginen, ebenso bei Octopus. Man untersucht denselben am besten an Schnitten des frischen Gewebes. Vorheriges Erhärten in absolutem Alkohol macht ihn noch schnittfähiger. An manchen Stellen findet man in der homogenen, durchsichtigen Grundsubstanz in grosser Zahl

Knorpelzellen mit stark verdickter Kapsel, theils einzeln, theils Mutterzellen mit zwei, selten mehr Tochterzellen im Innern enthaltend (endogene Zellbildung). Der Zellinhalt erscheint, wie schon Kölliker*) angibt, stets mehr oder weniger dunkelgranulirt.

Diese Art von hyalinem Knorpel ist jedoch nicht häufig. Ich fand sie an manchen Stellen der knorpeligen Kapsel, welche die Basis des Auges schützend umgibt.

In weitaus den meisten Fällen zeigt der hyaline Knorpel folgendes Verhalten: gewöhnlich liegen 2, 3, bisweilen 4 Knorpelzellen beisammen, jede mit deutlicher Kapsel. Jede Zelle schickt in die homogene Grundmasse eine Anzahl sich verzweigender Fortsätze und auch diese zeigen, wenigstens in den stärkern Ramifikationen, noch die dunkle Granulation. Sehr schön lassen sich diese Verhältnisse an Schnitten des frischen Knorpels mit nachheriger Karmintinktion demonstriren. Sind die Zellen einzeln, so erscheinen sie dadurch sternförmig. In der mir zugänglich gewesenen Literatur finde ich diese Verhältnisse angegeben von V. Hensen**), ebenso von F. Boll***). Letzterer geht aber, wie ich glaube, insofern etwas zu weit, als er bei Octopus eine feine Längsstreifung der Intercellularsubstanz behauptet, welche von den feinsten Enden der Ausläufer herrühren soll. Der Kopfknorpel von Octopus vulgaris, den ich mit den stärksten Linsen — Hartnack X mit Immersion — untersuchte, zeigte noch vollkommen homogene Intercellularsubstanz.

Es könnte endlich die Frage aufgeworfen werden, ob die Fortsätze der Knorpelzellen präexistiren und nicht etwa als Artefakte aufzufassen seien. Für ersteres spricht indessen schon

*) Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden, 1841.

**) Ueber das Auge einiger Cephalopoden in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XV, 1865.

***) Archiv für mikroskopische Anatomie, Band IV, Supplement, 1869.

die Granulation, und dann kann die Präexistenz an frischem Knorpel direkt bewiesen werden. Es gelingt nämlich leicht, durch $1^1/_2$stündiges Einlegen eines erbsengrossen Stückes Knorpel in Kalilauge von 33%, die Kittsubstanz aufzulösen und so die Knorpelzellen mit ihren Fortsätzen zu isoliren.

In dem Knorpel des Augenbechers von Sepia officinalis finde ich die Knorpelzellen gegen das ganglion opticum hin deutlich reihig angeordnet, und zudem werden dieselben nach der Grenze gegen das Perichondrium hin oft sehr lang gestreckt, bedeutend kleiner, nach einer Richtung ausgezogen und stärker ramifizirt.

Hyaliner Knorpel findet sich im Kopfknorpel von Sepia, Loligo, Octopus, welche ich genauer untersuchte, ferner im Armknorpel, im Nackenknorpel von Sepia. Die Knorpelleiste an der Basis der Flossen von Loligo vulgaris besteht ebenfalls aus hyalinem Knorpel, ebenso die Schlossgruben zu beiden Seiten des Trichters bei Sepia und Loligo. Bei dem zahn- oder leistenartigen Vorsprung des Mantels, der in die Schlossgruben passt, findet sich Knorpelsubstanz. Kölliker konnte indessen nicht entscheiden, ob sich bei Sepien obige Knorpelform findet; bei jüngern, unausgewachsenen Individuen fehlte sie.

Bei grösseren Sepien, die ich in Müller'scher Flüssigkeit erhärtet, fand ich an diesem Vorsprung hyalinen Knorpel, jedoch nur an der Spitze und in minimaler Ausdehnung.

Ein von Sepia, Octopus und Loligo etwas abweichendes Verhalten kommt im Kopfknorpel von Eledone moschata vor. Derselbe ist von geringerer Konsistenz, und zu seiner Schnittfähigkeit bedarf er einer Erhärtung in absolutem Alkohol. Die Intercellularsubstanz ist reichlich von Capillaren durchzogen. Die Knorpelzellen sind meist lang gestreckt, nach einer Seite stark verästelt, indem die Seitenäste unter spitzem Winkel vom Hauptaste abgehen. Die Granulation ist dichter als bei Sepia

und Octopus, so dass der Kern der Zelle in der Regel verdeckt wird*).

II. Haut.

Allgemeines.

Dass die Haut der Cephalopoden verhältnissmässig wenig auf ihren histologischen Bau untersucht wurde, ist in Anbetracht der eigenthümlichen Erscheinungen in derselben auffallend.

Indessen ist die Untersuchung derselben keineswegs einfach, und wenn irgendwo eine Anwendung der verschiedensten Untersuchungsmethoden, welche die Neuzeit kennen gelehrt hat, geboten ist, so ist es gewiss hier, um zu einer übersichtlichen Darstellung der histologischen Verhältnisse zu gelangen. Von den Forschern, die mehr oder weniger eingehend über diesen Gegenstand gearbeitet haben, sind namentlich R. Wagner, Kölliker, Harless, Brücke, H. Müller und F. Boll zu nennen.

Im Ganzen zeichnet sich die Haut durch ihren grossen Wassergehalt und Durchsichtigkeit des Gewebes aus, wie denn überhaupt bei einigen Formen die ausserordentliche Transparenz, namentlich bei jüngern Individuen, den Einblick in manche Organisationsverhältnisse erleichtert, anderseits freilich auch die mikroskopische Analyse erschwert.

Besonders sind es die Farbenerscheinungen der Haut, welche mit zu den auffallendsten und reizendsten Bildern gehören, die der Strandzoologe geniessen kann.

Es gibt in der That wenige Beispiele in der niedern Thierwelt, die einen so raschen und auffallenden Wechsel der Hautfarbe aufweisen. Der Farbenwechsel beim Chamäleon, den ich an einem lebenden Exemplar zu beobachten Gelegenheit hatte, kann demjenigen der Cephalopoden etwa zur Seite gestellt werden. Man geht wohl kaum zu weit, wenn man den Farben-

*) Ueber Knorpel von Spirula Peronii s. Nachtrag.

wechsel der Tintenfische als ein wirksames Schutzmittel gegen die zahlreichen Nachstellungen anspricht. Bei achtarmigen Kopffüsslern kommt, vermöge der langen, beweglichen Arme und der Fähigkeit der Haut, sich an vielen Stellen willkürlich zu konischen Papillen zu erheben, zum Farbenwechsel noch ein Formenwechsel hinzu, der bei Verfolgungen wohl nicht ohne Bedeutung ist. Ich bin anfänglich, wenn ich Jagd auf Octopoden machte, dadurch mehr als einmal getäuscht worden und glaubte ein ganz anderes Thier vor mir zu haben, oder verlor den verfolgten Gegenstand gänzlich aus dem Auge. Ein Octopus schwimmend mit nachgezogenen, gestreckten Armen von heller Färbung und das gleiche Thier auf dem dunkeln Grunde mit angezogenen Armen und aufgerichteten Papillen von dunklem Kolorit, bietet ein so differentes Aussehen dar, dass es erst einiger Uebung bedarf, um das Thier, wenn es auch nur kurze Strecken weit schwimmt, wieder aufzufinden.

Diesen Farbenwechsel kannte schon Aristoteles, und bevor man in unserm Jahrhundert die Ursachen dieser Erscheinung auszumitteln suchte, hatten schon Philosophen des Alterthums das Phänomen in den Kreis ihrer Betrachtung gezogen, indem sie in der Politik den weisen Grundsatz der polypi*) anempfahlen, den Wechsel der Farbe dem Wechsel der Zeiten anzupassen.

Sehr getreu und zugleich in künstlerischer Vollendung ist dieses Farbenspiel wieder gegeben in dem Prachtwerk über Cephalopoden von D'Orbigny**).

Man weiss seit langer Zeit, dass der Farbenwechsel hervorgerufen wird durch Expansionen und Kontraktionen der sogenannten Chromatophoren, Pigmentzellen, die in die Haut ein-

*) Der Cephalopode hiess bei den Alten polypus.

**) Férussac et D'Orbigny, Histoire naturelle des Céphalopodes acétabulifères, 1835 à 1848. Atlas, Pl. 3

gelagert sind. Die Beobachtung ihrer Bewegungen an lebenden Exemplaren macht den Eindruck, als seien die Expansionen und Kontraktionen vom Willen des Thieres abhängig. Das Experiment scheint diese Annahme zu unterstützen. Starke Lichtreize, ebenso mechanische und chemische Reizungen veranlassen die Chromatophoren zur Expansion, was ein Dunklerwerden der Hautfarbe zur Folge hat. Wenn ich an einem ungewöhnlich grossen Octopus vulgaris, der schon längere Zeit sich ausser Wasser befand, indessen noch nicht völlig todt war, an irgend einer Stelle die Haut reizte, so erschien an derselben alsbald ein dunkler Fleck. Da der beutelförmige Leib des Thieres eine grosse Oberfläche darbot, so brauchte ich nur meine Hand mit ausgespreitzten Fingern auf die Haut etwas anzudrücken, so expandirten sich die Chromatophoren an den berührten Stellen, und es erschien eine dunkle, silhouettenartige Zeichnung meiner Hand auf der gepressten Fläche. Alle diese Erscheinungen wurden begreiflich als Reflexwirkungen mit dem Einfluss des Nervensystems in Zusammenhang gebracht. Wir werden indessen sehen, dass der anatomische Befund damit nicht ganz leicht in Einklang zu bringen ist.

Auf den Bau der Haut selbst übergehend, kann man in derselben folgende Schichten unterscheiden: a) Epitheliale Schicht (Epidermis), b) Fasernschicht, c) Chromatophorenschicht, d) Flitternschicht, e) Lederhaut (Kölliker).

Epitheliale Schicht.

Ueber diese Schicht wurde allgemein nur angegeben, dass sie aus einem zelligen Epithel gebildet werde. Einige Angaben sprechen von einem Pflasterepithel. F. Boll*) ist der Einzige,

*) Beiträge zur vergl. Histiologie des Mollus centypus im Archiv für mikrosk. Anatomie, Suppl. 1869, pag. 60.

der eingehendere Angaben hierüber macht. Nach ihm besteht diese aus einer einfachen Lage von Zellen, deren Länge das Doppelte von der Breite beträgt (Octopus). Zwischen diesen Zellen fand er eine zweite Art zelliger Elemente, die flaschenförmigen Becherzellen, welche den die Körperoberfläche stets überziehenden Schleim liefern.

Ich habe die Epidermis bei Eledone moschata eingehender untersucht und kann diese Angaben im Allgemeinen bestätigen; nur finde ich bei der angegebenen Species, dass die Zellen in Längs- und Quermesser sich ziemlich gleich kommen, also mehr ein kubisches Epithel darstellen. Ob an der Aussenfläche der Epithelialzellen eine cuticulare Verdickung vorkommt, wie Boll angibt, wage ich nicht zu entscheiden, deutlich beobachtet habe ich sie nicht. Dagegen ist vollkommen richtig, dass auf der ganzen Oberfläche des Körpers zerstreute Borsten vorkommen. In grösserer Zahl fand ich diese in der Riechgrube von Eledone moschata.

Die Becherzellen, deren Vorkommen man bei den Vertebraten schon lange kennt, eben so in der Haut der Landmollusken, wo sie oft kolossale Dimensionen erreichen, sind bei den Kopffüsslern nicht von bedeutender Grösse, aber zahlreich vorhanden. An ihrer flaschenförmigen Gestalt leicht kenntlich, erscheinen sie bei durchfallendem Lichte blass und kernhaltig. Durch passende Behandlung ist es nicht schwer, sie zu isoliren. Zuweilen kommen sie einzeln vor, in der Regel hängen mehrere an ihrer Spitze zusammen. An dünnen Vertikalschnitten lassen sie sich durch schwachen Druck auf das Deckgläschen aus dem Zellenverbande hervortreiben. Als beste Untersuchungsmethode nicht allein für die Epidermis, sondern für die Haut der Cephalopoden überhaupt dient das ein- bis zweitägige Einlegen kleinerer Gewebsstücke in eine Lösung von Palladiumchlorür (1:800). Erst auf diese Weise konnte ich zu einer deutlichen

Anschauung der Epidermis gelangen, die sich als bräunliche Schicht von der Faserschicht abhebt.

Dagegen liefert die Silberbehandlung, die sonst für Epithelien so geeignet ist, sehr ungenügende Resultate. Frische Gewebsstücke geben zudem vermöge ihres Gehaltes an Chloralkalien in der Regel beim Einlegen in Silberlösung einen starken Niederschlag von Chlorsilber, wenn man vorher nicht lange und vorsichtig auswascht.

Als cuticulare Bildungen der epithelialen Lage müssen dagegen die Häutchen und Hornringe der Saugnäpfe angesehen werden.

H. Müller und Kölliker (Untersuchungen zur vergl. Gewebelehre, pag. 63) haben diese Gebilde einer eingehenden Untersuchung unterzogen.

Die von ihnen beschriebenen sehr zierlichen Strukturverhältnisse lassen sich an Osmiumpräparaten sehr schön zur Anschauung bringen.

Faserschicht.

Unter der Epidermis folgt eine Bindegewebsschicht, die bei den verschiedenen Gruppen einen verschiedenen Charakter zeigt. Zuweilen nehmen die zahlreichen, parallelen Fibrillen einen welligen oder lockigen Verlauf.

Bei Sepiola Rondeletii, Argonauta und Ommastrephes sagittatus lässt sich diese Lage leicht von den darunter liegenden Schichten abheben und zeigt verhältnissmässig breite, derbe und steife Fasern, während sie bei Octopus und Eledone mehr den Charakter eines embryonalen Bindegewebes trägt und inniger mit den übrigen Schichten zusammenhängt. Bei letztern kann sich daher die Haut mit Leichtigkeit in jene konischen Papillen erheben, die man bei lebenden Octopoden so häufig findet und dem Thiere vorübergehend ein völlig stachliges Aussehen

geben*). Bei denjenigen Arten, wo die Faserschicht diesen derben Charakter annimmt und dem Körper überall eng anliegt, zeigen sich diese Papillen natürlich nicht.

Chromatophorenschicht.

Unter der Faserschicht folgt eine Lage von Zellen, durch deren Expansionen und Kontraktionen der Farbenwechsel zu Stande kommt. Es sind dies die bekannten Chromatophoren oder das *Sistema cromoforo* Delle Chiaje's. Man kennt sie auch unter dem Namen Farbzellen, Pigmentzellen oder Pigmentflecken, wie sie *Kölliker* nennt. Da dieser Gegenstand verhältnissmässig wenig untersucht worden ist und die Angaben darüber nicht immer übereinstimmend lauten, so habe ich demselben die eingehendste Aufmerksamkeit geschenkt, und bei der objektivsten Betrachtung dieser Materie kann ich mich der jetzigen Anschauung über das Zustandekommen der Bewegungen der Chromatophoren nicht anschliessen, da ich zu einem ganz abweichenden Resultate gelangt bin.

Desshalb sehe ich mich genöthigt, den historischen Gang der bisherigen Forschungen eingehender zu verfolgen. Schon die ältern italienischen Naturforscher kannten die Chromatophoren und ihre Bewegungen. San Giovanni**) liefert schon eine genauere Beschreibung derselben. Delle Chiaje***) thut dieser Erscheinung ebenfalls Erwähnung und gibt zu dem eine Erklärung. Er bringt nämlich die Bewegungen der Chromatophoren in Zusammenhang mit einem *rete muscolare sottilissima, alla*

*) Férussac et D'Orbigny, Histoire naturelle des Céphalopodes acécabulifères, 1835 à 1848. Atlas.

**) Descritione di un particolare sistema di organi cromoforo-espansivo-dermoideo e de' fenomeni ch'esso produce, scoperto n'Molluschi cefalopodi enthalten im Giornale Enciclopedico di Napoli 1819.

***) Memoria sulla storia e notomia degli animali senza vertebere del regno di Napoli 1828, Vol. IV.

contrazione od al rilasciamento della quale è in gran parte devuto il cangiante colore de' cefalopodi. Indessen gibt er die Verbindung dieser Muskeln mit den Chromatophoren nicht genauer an. Kurze Zeit darauf beschrieb Rudolph Wagner*) die äussern Erscheinungen derselben und später, im Jahre 1839, untersuchte er den Gegenstand mikroskopisch**). Er fand, dass die Chromatophoren als grosse, kernhaltige Pigmentzellen mit kontraktiler Wand anzusehen seien, in ihren Bewegungen den Lymphherzen der Amphibien vergleichbar.

Eine ähnliche Erklärung gab schon früher Milne-Edwards***).

Zu ganz entgegengesetzten Resultaten kam Kölliker†). Indem er die Genese der Pigmentflecken untersuchte, kommt er zu dem Resultate, dass eine Zellmembran gar nicht nachgewiesen werden kann, also wahrscheinlich gar nicht existirt; dagegen wird von ihm die Kontraktion und Expansion auf eigenthümliche, um die Pigmentflecken gelagerte kontraktile Fasern der Haut zurückgeführt, ohne indessen die Art und Weise des Zusammenhangs der Fasern mit den Farbzellen genauer anzugeben.

Aufgefordert von R. Wagner unterzog E. Harless††) diesen Gegenstand einer eingehenderen Prüfung. Als Untersuchungsobjekt diente ihm Loligo, der aber trotz der ausserordentlichen Grösse der Chromatophoren meiner Ansicht nach für diesen Zweck ungünstig ist.

Er hält die Chromatophoren nicht für *eine* Zelle, sondern für einen Komplex von Zellen. Durch Verschmelzung der ein-

---

*) Isis 1832.

**) Ueber die merkwürdige Bewegung der Farbzellen etc. in Wiegmanns Archiv für Naturgeschichte VII, 1841.

***) Annales des sciences naturelles, II. Série, Tome 1er, 1834.

†) Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden 1844, p. 71.

††) Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte XII, 1846.

zelnen Zellmembranen soll ein gemeinschaftlicher kontraktiler Sack entstehen. An diesen legen sich 4—8 platte Fasern an, die unter dem Einfluss nervöser Elemente stehen sollen. Die Chromatophoren sowohl als der sie bewegende Mechanismus ist nach ihm ziemlich komplizirt. Brücke*) theilt die Ansicht von Harless insofern nicht, als er die Farbzelle als einfache Zelle ansieht, die angelagerten Fasern hat er zwar nicht gesehen, bezweifelt aber nicht, dass sie existiren. H. Müller**) spricht sich bestimmt aus, indem er sie als einfache Zellen ansieht, um welche Faserzellen radiär angeordnet sind, eine Ansicht, die dann allgemein adoptirt wurde. Dadurch war eigentlich nur die Expansion der Chromatophoren erklärt, und für die Kontraktion musste stillschweigend entweder ein kontraktiler Zellenkörper vorausgesetzt werden oder eine Membran, deren Existenz zwar von vielen Forschern geleugnet wurde, vermöge deren Elastizität die Kontraktion zu Stande kam. Diese müsste bedeutend sein; denn bei Ommastrephes sagittatus habe ich an einem lebenden Exemplar unter dem Mikroskop ein fortwährendes blitzartiges Ausdehnen und Zusammenziehen der Chromatophoren beobachten können.

Vor wenigen Jahren erschien die schon erwähnte Arbeit von Boll***), worin die Verhältnisse eingehend erörtert werden und eine Theorie mit Bezug auf das Zustandekommen der Bewegungen entwickelt wird, die schon a priori mehrfache Einwände zulässt. Nach ihm sind unsere Gebilde einfache Zellen; ob mit einer eigenen Zellmembran versehen, lässt er unentschieden. Daran sind Muskelfasern radiär angelagert. Durch deren Kontraktion wird der pigmentirte Inhalt passiv mitgezogen

*) Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften. Math. Naturw. Classe Bd. VIII, 1852.

**) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. IV, 1853.

***) L. c. pag. 62 u. ff.

und so die Chromatophore expandirt. Gegen den Marginaltheil der letztern verbreiten sich die Muskelfasern pinselförmig und gegen die Insertionsstelle hin sollen sie mit einander verschmelzen. Seiner Ansicht nach sind die Muskelfasern zwischen zwei benachbarten Chromatophoren ausgespannt, und so entstehen gleichsam Zellenterritorien mit gleichzeitiger Bewegung.

Im Zustand der Ruhe sollen die verbreiterten und kernhaltigen muskulösen Elemente eine Art Zellenkranz um den Rand der Chromatophore bilden, der natürlich muskulöser Natur ist, und so würde dieser Zellenkranz den Antagonisten zum Radialfasersystem darstellen. Will man keine eigene Membran der Chromatophore annehmen, so könnte auch eine Verbreiterung der Fasern nach oben und unten angenommen werden, so dass um dieselbe ein muskulöser Schlauch entstünde. Dass irgend eine Membran vorkommt, schliesst er aus Falten, die zuweilen auf der Oberfläche von expandirten Chromatophoren wahrgenommen werden. Dadurch wäre nun allerdings nicht nur die Expansion, sondern auch die Kontraktion erklärt.

Meine Untersuchungen über diesen Gegenstand dehnten sich auf möglichst viele Arten aus. Sowohl lebende Exemplare, als frisches todtes Material und Weingeistexemplare dienten zur Untersuchung. Diese wurde an folgenden Arten vorgenommen: Argonauta Argo, Sepia officinalis, Sepiola Rondeletii, Loligo vulgaris, Octopus vulgaris und rugosus und Eledone moschata.

Dass die Chromatophoren kernhaltige Zellen vorstellen, dürfte wohl feststehen. An ältern Exemplaren ist der Kern nicht immer zu demonstriren; in der kontrahirten Chromatophore wird er verdeckt durch Pigmentmassen. An jüngern lebenden Thieren habe ich ihn leicht beobachten können. Ob die Chromatophore eine Membran besitzt oder nicht, ist experimentell schwer nachzuweisen. Es ist derselben eben schwer beizukommen. Eine Kalilauge von 33%, die zur Isolation vieler zelliger Ele-

mente dient, kann hier nicht zur Verwendung kommen, indem die Gewebsstücke beim Zusatz derselben von aufgelöster Pigmentmasse sofort diffus tingirt werden. Es zeigen manche expandirte Chromatophoren allerdings Falten, welche auf eine strukturlose Membran hindeuten.

Was den ganzen die Chromatophore bewegenden Muskelapparat, sowohl die radiären Fasern als den marginalen muskulösen Ring betrifft, so bin ich nach den umfassendsten Untersuchungen zu dem Resultate gekommen, dass der ganze Apparat gar nicht existirt. Erstens habe ich weder bei Octopus noch bei Eledone etwas von diesen radiären Ausläufern sehen können. Schon oben wurde angeführt, dass auch Brücke dieselben ebenfalls nicht gesehen hat. Sehr schön dagegen habe ich sie an einem wohlkonservirten Weingeistexemplare von Argonauta Argo gesehen, das mir durch die Güte des Herrn Prof. Frey aus der schweizerischen polytechnischen Sammlung zur Untersuchung überlassen wurde. Auch bei Sepiola und Loligo fand ich expandirte Chromatophoren mit diesen radiären Gebilden noch an Weingeistexemplaren; indessen zeigen auch da lange nicht alle Chromatophoren diese Bilder. Richtig ist, wie Harless und Boll angeben, dass am Rande die Grenze der pigmentirten Masse gegen die Umgebung häufig durch einen scharfen Contour bezeichnet wird und um denselben eine hellere Zone auftritt, die Boll als muskulösen Zellenkranz deutet.

Aber die bisher bei der Untersuchung zur Verwendung gekommenen Methoden halte ich nicht für ausreichend, um die muskulöse Natur dieser Gebilde zu entscheiden.

Es gibt nun eine Reihe von Reagentien, mit Hülfe deren man muskulöse Elemente nachweisen kann. Die Methoden, mit denen ich operirte, waren folgende:

1) Zusatz von kalter, gesättigter Oxalsäurelösung bei dünnen Hautstücken von Sepia, ohne dass dabei die Radialfasern sichtbar wurden.

2) Erhärten frischer Hautstücke von Eledone und Sepia während $1^1/_2$—2 Tagen in einer Lösung von Chlorpalladium (1:800). Die Muskeln nehmen dadurch eine strohgelbe Färbung an, bei längerem Einlegen werden sie dunkelbraun. Auch an gut konservirten Alkoholpräparaten lässt sich die Tinktion noch mit Erfolg anwenden. Dieses Verfahren wurde auch bei Argonauta angewendet, wobei die radialen Fasern farblos blieben. Bei Eledone und Sepia war das Resultat ebenfalls ein negatives. Weder ein brauner Saum noch radiale Fasern traten an den Chromatophoren hervor.

3) Behandlung frischer Hautstücke von Eledone und Sepia mit Chlorgoldsolution von 0,5% färbt die Muskeln violett. Es versagt diese Methode selten bei Cephalopodenmuskeln, lieferte aber sowohl mit Bezug auf Radialfasern, wie mit Bezug auf den Zellenkranz stets ein negatives Resultat.

4) Hautstücke von Sepia bei sorgfältiger Karmintinktion und nachherigem Einlegen in Eisessig für 1 Stunde bis 2 Tage, liessen keine radiale Fasern erkennen. Argonauta Argo nach vorausgegangener Karmintinktion zeigte die radialen Ausläufer an einigen Chromatophoren sehr schön, aber ungefärbt, während sich Muskelfasern leicht imbibiren. Ebensowenig färbten sich dieselben bei der Behandlung mit Chlorgold.

Nach der Karmintinktion traten allerdings stellenweise am Rande der Chromatophore gefärbte Kerne auf, die ich aber für nichts anderes als Bindegewebskörperchen ansehe. — Auf diese Thatsachen gestützt, fühle ich mich zu der Annahme berechtigt, dass der bisher angenommene muskulöse Apparat der Chromatophore nicht existirt.

Damit fällt auch die Annahme weg, dass die Fasern zu den benachbarten Chromatophoren verlaufen. In der That konnte ich bei Argonauta die Fortsätze verfolgen, wie sie oft neben dem Rande der benachbarten Chromatophore weit über denselben

hinaus verlaufen und sich, immer dünner werdend, in dem Bindegewebe der Haut verlieren.

Welche Bedeutung haben nun diese radialen Ausläufer, die man bei Argonauta, Sepiola und Loligo bei einigen, nicht bei allen, Chromatophoren mit Deutlichkeit wahrnimmt?

Ob sie Bildungen sind, die dem Bindegewebe angehören, ob sie präformirte Wege für das Pigment darstellen, ob sie pigmentlose Fortsätze der expandirten Chromatophoren sind — eine Entscheidung hier ist schwer. Zu letzterer Ansicht neige ich mich desshalb hin, weil ich bei einer stark expandirten Chromatophore von Argonauta in einem Falle die Pigmentkörner sich sehr weit in einen dieser Fortsätze hinein erstrecken sah.

Fragen wir nun nach der Ursache dieser eigenthümlichen Bewegungen der Pigmentzellen, wenn angelagerte Muskelfasern nicht nachgewiesen werden können. Die Annahme, dass die Chromatophore mit ihrem flüssigen Inhalt, in welchem zahllose Pigmentkörnchen suspendirt sind, eine rein passive Rolle bei der Expansion spiele, kann nicht wohl richtig sein. Die Octopoden zeigen in der Haut allerdings zahlreiche muskulöse Elemente, mittelst welcher sie die Haut willkürlich zu Papillen erheben können. Mit diesen hervorgebrachten Proeminenzen nimmt der Körper zudem ein dunkles Kolorit an, und man könnte etwa versucht sein zu der Annahme, dass hiebei alle Gewebselemente, also auch die Farbzellen, durch die vergrösserte Hautoberfläche ausgedehnt werden. Allein auch bei glatter Oberfläche dehnen sich die Chromatophoren beliebig aus. Zudem macht die Art und Weise der Expansionen und Kontraktionen eine derartige Annahme sehr unwahrscheinlich. Endlich wären auf diese Weise die Bewegungen der Pigmentzellen gar nicht zu erklären bei den Gattungen Argonauta, Loligo, Sepiola etc., wo die Cutis eine ziemlich derbe, steife Beschaffenheit annimmt, dem Körper dicht anliegt und sich, so viel mir bekannt ist, nie zu den oben be-

sprochenen Proeminenzen zu erheben vermag. Ich glaube desshalb, dass der Farbenwechsel der Cephalopoden in eine ganz andere Kategorie von Bewegungserscheinungen zu versetzen ist.

Seit geraumer Zeit kennt man Bewegungsphänomene an Zellen und ebenso an elementaren Organismen, deren Bau sich noch nicht über die Stufe einer Zelle hinaus zu erheben vermag. Die Untersuchungen der Neuzeit förderten in dieser Hinsicht immer mehr Thatsachen zu Tage. Man weiss, dass Zellen, die einem Organismus angehören, selbstständige Bewegungen auszuführen im Stande sind und Gestaltsveränderungen aufweisen, auch wenn das Gewebe, in dem sie liegen, weder muskulöse noch nervöse Elemente enthält und daher das bewegende Agens in der Zelle selbst zu suchen ist. Solche Bewegungen zeigen die Lymphoidkörperchen, viele Bindegewebszellen, die Pigmentzellen des Frosches und des Chamäleons etc.

Eine Reihe solcher Bewegungserscheinungen hat Kölliker (Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre 1856, pag. 122 u. f.) zusammengestellt. Zu dieser Gruppe glaube ich auch die Chromatophoren der Cephalopoden rechnen zu müssen. Im ersten Augenblick mag das, namentlich für denjenigen, welcher die Bewegungen an lebenden Thieren beobachtet hat, etwas Auffallendes haben. Nun finde ich aber eine detaillirte Angabe von Kölliker*) mit Bezug auf Veränderungen der Gestalt der Zellen. Er beobachtete solche Kontraktionsphänomene an Parenchymzellen aus der Cellulosenhülle einer Ascidie, der Gattung Polyclinum angehörig. Er sagt mit Bezug auf deren Gestaltsveränderungen: „Alle diese Vorgänge gehen übrigens sehr langsam, so dass in der Regel wohl 1 Minute verstreicht, bevor die Formveränderung einer Zelle unzweifelhaft wird und 5 und mehr Minuten nöthig sind, um eine Gestalt in eine wesentlich andere überzuführen“.

*) L. c. pag. 120.

Bedenken wir nun, dass die Chromatophoren Zellen von ganz aussergewöhnlichen Dimensionen sind, Zellen, die aus dem Mikroskopischen heraustreten, um beinahe makroskopische Dimensionen anzunehmen, so begreift man, dass es einer weitaus kürzern Zeit bedarf, um Formveränderungen wahrzunehmen, dass bei dem grossen Zellkörper, ausgestattet mit vitaler Kontraktilität, schon wenige Sekunden genügen, um eine wesentliche Gestaltsveränderung wahrzunehmen. Damit steht ferner die Thatsache nicht im Widerspruch, dass bei den Arten mit derber Cutis, wie bei Argonauta, Sepiola, Loligo diese Pigmentzellen bei der Expansion sternförmige Figuren zeigen, während bei Eledone z. B. die Expansion mehr gleichmässig nach allen Seiten geschieht.

Die Pigmentzelle wird bei der Expansion eben der Richtung des geringsten Widerstandes folgen, und dieser ist bei erstern nicht überall ein gleichmässiger, wie die mikroskopische Analyse lehrt, während in letzterm Fall derselbe mehr oder minder ein gleichförmiger ist.

Demnach lassen sich unsere Anschauungen dieser Gebilde in Folgendem zusammenfassen:

a) Die Chromatophoren der Cephalopoden sind als einfache, kernhaltige Zellen zu betrachten, deren Grösse allerdings oft aus dem Mikroskopischen heraustritt.

b) Die Zelle besitzt wahrscheinlich eine strukturlose Membran.

c) Der Zellkörper besitzt vitale Kontraktilität und enthält zahllose Pigmentkörnchen eingestreut, die bei der Bewegung passiv mitgezogen werden.

d) Die Bewegungen werden weder durch muskulöse, noch nervöse Elemente veranlasst, sondern sind der gleichen Kategorie einzuverleiben, zu der die Bewegungsphänomene der Lym-

phoidzellen, der Bindegewebszellen, der Pigmentzellen des Frosches und Chamäleons u. s. w. gehören.

Anhangsweise bemerke ich noch, dass durch Behandlung mit Chlorgold oder Palladiumchlorür sich in der Haut ein grosser Nervenreichthum nachweisen lässt. Dessenungeachtet ist bis jetzt noch kein Zusammenhang der Nerven mit den Chromatophoren anatomisch nachgewiesen. Es gelang mir nicht, eine Endigung der Nerven an oder in den Chromatophoren aufzufinden, wesshalb ich zu keinem andern als zu obigem Resultat gelangen kann.

Verbreitung der Chromatophoren.

Man findet bei allen Cephalopoden die Chromatophoren fast auf der ganzen Oberfläche des Körpers, jedoch ist ihre Zahl und ihre Vertheilung bei den einzelnen Arten sehr verschieden. Im Allgemeinen kann gesagt werden, dass die obere Seite reicher daran ist als die untere. Bei Sepia ist die Haut des Rückens sehr reich an solchen, während die Unterseite dagegen ärmer ist. Die tentakulösen Fangarme der zehnarmigen Tintenschnecken sind spärlich damit versehen, gegen das verbreiterte Ende hin sind sie oft deutlich in Reihen angeordnet. Ommastrephes sagittatus besitzt sehr grosse, aber wenig zahlreiche Chromatophoren, besonders an jüngern Individuen. Bei Argonauta Argo sind die Arme, namentlich das flossenartig verbreiterte Paar, sehr dicht damit besetzt, der Leib enthält solche nur in geringer Anzahl.

Sonderbarer Weise finden sich zuweilen auch im Innern des Körpers Chromatophoren.

Oeffnet man bei Eledone moschata die Rückenseite des Mantels der Länge nach und trennt so den Eingeweidesack vom Mantel, so findet man in der bindegewebigen Hülle, welche den

Eingeweidesack umschliesst, zahlreiche Chromatophoren, die schon dem unbewaffneten Auge als runde Pigmenttröpfchen erscheinen und bedeutend grösser als die Chromatophoren auf der Oberfläche sind. Ob diese ebenfalls die bekannten Bewegungen zeigen, habe ich leider versäumt an lebenden Exemplaren zu untersuchen, indem ich erst später darauf aufmerksam wurde, zweifle jedoch nicht daran. Merkwürdigerweise sind diese innerlichen Chromatophoren bis jetzt übersehen worden, da ich von keinem Forscher etwas darüber angegeben finde. Sie ziehen sich von der Nackengegend über dem Eingeweidesack bis gegen das Körperende unter der Mantelfläche hin.

Mit Bezug auf Grösse der Chromatophoren zeigen die einzelnen Arten ebenfalls starke Unterschiede. Sehr gross findet man sie bei Argonauta, bei Loligo, Sepiola und Ommastrephes. Auffallend klein finde ich sie bei Octopus rugosus; auch bei O. vulgaris, Eledone und Sepia sind ihre Dimensionen gering. Auch ihre Farbe in kontrahirtem Zustande wechselt. Bei Sepia ist dieselbe in der Ruhe schwarz, bei Argonauta und Sepiola dunkelbraun, ebenso bei Eledone und Octopus, bei Ommastrephes dunkelweinroth; im Zustande der Expansion wird das Kolorit heller. Neben den dunkelgefärbten Pigmentzellen kommen übrigens noch andere vor, die meist bernsteingelb sind, stehen erstern aber an Zahl bedeutend nach. Solche bernsteingelbe Chromatophoren finden sich bei Eledone, Octopus, Ommastrephes; ebenso habe ich sie auch bei Sepia*) gesehen. Ihre Lagerung ist indessen keine bestimmte, bald finden sie sich unter den dunkeln Chromatophoren, bald zwischen dieselben eingestreut.

---

*) Die Angabe von Fr. Boll, dass Sepia nur eine Art von Chromatophoren besitze, ist unrichtig, indem auf der Rückenfläche von Sepia officinalis zwischen den schwarzen die gelben in ziemlicher Zahl vorhanden sind.

Flitternschicht.

Die Farbenerscheinungen der Haut werden nicht allein durch die Chromatophoren bedingt, sondern es sind noch andere Gebilde, die sogenannten Flittern, welche wesentlich an den farbigen Erscheinungen der Haut partizipiren, den Farbenkontrast erst recht hervorheben und dem Wechsel grössere Manigfaltigkeit verleihen.

Im Leben, und so lange die Chromatophoren expandirt sind, werden diese Flittern verdeckt. Nach dem Tode aber, wo sich die Pigmentzellen auf ein Minimum kontrahirt haben, treten bei vielen Cephalopoden weissliche, milchglasartige oder opalisirende Farben hervor, die dem Thier oft einen prächtigen Schiller verleihen. Am schönsten finde ich denselben bei Eledone moschata. Wer je am italienischen Strande diesen muscardino, den die Fischweiber korbweise feilbieten, genauer angesehen hat, ist überrascht von dem bläulichen bis metallisch grünen Schimmer, der namentlich an den Seiten des Körpers in grosser Pracht auftritt. Brücke *) hat die Ursache desselben entdeckt. Er untersuchte Octopus vulgaris und fand in der Haut eingestreut zahlreiche kleine Flittern, deren Interferenzfarben der opalisirende Schimmer der Haut seine Existenz verdankt. Seitdem kennt man diese Flittern auch bei andern Cephalopoden. H. Müller **) untersuchte diese Flittern ebenfalls und erklärt sie hervorgegangen aus kernhaltigen Zellen. Er fand sie nicht allein auf die äussere Haut beschränkt, sondern wies ihr Vorkommen auch im Tintenbeutel nach. Die gleichen Gebilde entdeckte

*) Sitzungsbericht der Kais. Akademie der Wissensch. Math. Naturw. Klasse VIII, 1852, p. 199.

**) Bericht über einige im Herbste 1852 in Messina angestellte vergleichende anatomische Untersuchungen. Zeitschirft für wissensch. Zoologie IV, 1853, p. 338.

V. Hensen*) auch in der Argentea externa des Auges. Ich kann noch hinzufügen, dass ich sie bei Sepia auch an der Innenfläche des Mantels gesehen habe und vermuthe sie auch in den grössern Aesten der Kiemenvene bei Sepia officinalis. Hensen weicht insofern von H. Müller ab, als er das Hervorgehen der Flittern aus kernhaltigen Zellen negirt, während Boll, der die Flittern bei Sepia ebenfalls untersuchte, sich der Müller'schen Ansicht anschliesst. Ich habe die Flittern eingehender bei Sepia officinalis und Eledone untersucht. Bei Sepia finde ich sie auf der Rückenfläche spärlicher, an den übrigen Stellen stehen sie meist dicht gedrängt beisammen. Ihre Gestalt ist die einer rhombischen Tafel, wie sie Boll**) zeichnet, wird zuweilen aber auch mehr gestreckt. Ein Kern ist nicht schwer zu beobachten. Am Rande sieht man bei durchfallendem Lichte den dunklen, scharfen Contour, ebenso quere Linien, so dass es allerdings den Anschein hat, als ob die rhombische Platte wieder aus kleinern Plättchen zusammengesetzt sei. Uebrigens schillert die Haut der Sepien nur schwach, zeigt sich dagegen wegen diesen zahlreichen eingestreuten Flitterzellen undurchsichtig, im auffallenden Lichte weiss.

Schöner ist die Erscheinung bei Eledone, wo die Flitterzellen ebenfalls reichlich vorkommen. Bringt man ein Stück Haut etwa von der Seite des Thieres in Glycerin unter das Mikroskop bei auffallendem Lichte, so hat man eines der regendsten Bilder, die man sich denken kann. Eine Menge feiner Blättchen und Partikelchen flimmert wie Edelopal in den buntesten Farben. Anders gestaltet sich die Sache bei durchfallendem Lichte. Hier zeigt sich das Bild verändert. An manchen Punkten der Haut findet man dicht gedrängte Zellen, deren Form im Allgemeinen

*) L. c. pag. 164.
**) L. c. Fig. 34.

einer sphärischen oder ellipsoidischen nahe kommt, häufig mit deutlichem Zellkern und einer Menge eingestreuter Partikelchen von gelblicher oder bräunlicher Farbe, denselben, die im auffallenden Lichte das Farbenspiel veranlassten. Mir scheinen die Flitterzellen von Eledone die Müller'sche Ansicht vollkommen zu bestätigen. Hier sind die feinen Partikel oder Flitterchen innerhalb der kernhaltigen Zellen entstanden und zwar in Folge einer eigenthümlichen Differenzirung des Protoplasmas. Die Genese dieser Gebilde, die meines Wissens noch nicht verfolgt wurde, könnte hierüber den sichersten Aufschluss geben. Bei Eledone zeigen die Flitterzellen in ihrer Anordnung eine gewisse Regelmässigkeit, indem sie zu kugeligen Aggregaten angehäuft sind, gegen die Mitte am dichtesten stehen, am Rande mehr vereinzelt sind. Wie unsere Abbildung zeigt, sind die Flitterzellen theils zwischen, theils unter den Chromatophoren gelagert und bilden eine Schicht von ziemlicher Mächtigkeit.

In etwas veränderter Weise finde ich die Flitterzellen bei Argonauta Argo. An manchen Stellen der Arme finden sie sich in grosser Menge, zeigen einen dunkeln, scharfen Contour am Rande, sind von scheibenförmiger Gestalt, in deren Centrum man nicht selten noch den Kern wahrnimmt. Im ersten Augenblicke glaubt man das Bild menschlicher Blutkörperchen vor sich zu haben (Fig. 3). Einzelne liegen horizontal, andere scheinen mehr aufrecht an einander gelagert zu sein und kehren dem Beobachter den scharfen Rand zu, so dass man das Bild einer kurzen Geldrolle bekommt.

Lederhaut.

Unter der Flitternschicht folgt eine Bindegewebsschicht, die das Verbindungsglied der obern Schichten mit der Muskellage des Körpers und der Arme abgibt. Ihr Gewebe trägt vor-

wiegend den Charakter eines embryonalen Bindegewebes. Die Mächtigkeit dieser Schicht ist bei den einzelnen Arten verschieden, im Allgemeinen gering bei den Arten mit derber Fasernschicht, bedeutender dagegen bei Octopus und Eledone, wo sie ihre höchste Massenentwicklung an der Basis der Arme zeigt und einen bedeutenden Wassergehalt aufweist. Vermöge ihrer Beschaffenheit setzt sie den Gestaltsveränderungen der über ihr liegenden Schichten einen sehr geringen Widerstand entgegen, daher ein Verschieben der obern Hautlage sehr leicht bewerkstelligt werden kann. In diesem Bindegewebe sieht man bei Anwendung stärkerer Linsen an dünnen Vertikalschnitten ohne weitere Behandlung sehr feine Nervenstämmchen verlaufen, zuweilen einen Plexus (Fig. 2 g) bildend. Sehr deutlich treten sie nach der Behandlung mit Chlorgold oder Palladiumchlorür hervor. Der Ursprung derselben ist, je nach der Körperstelle, ein verschiedener. Auf der Rückenseite des Körpers stammen diese Hautnerven vom ganglion stellatum, das auf der Innenfläche des Mantels zu beiden Seiten aufsitzt und strahlenförmig nach allen Seiten Fasern in den Mantel abgibt. Die Haut der Arme wird innervirt von dem Nervenstamm, der in der Axe des Armes verläuft. An Querschnitten durch die Arme sieht man zuweilen Fasern, die vom Hauptstamm unter rechtem Winkel abgehen, um durch die Muskelbündel des Armes nach der Haut zu verlaufen.

In der Lederhaut sind ferner noch zahlreiche Muskelfasern eingelagert, bald einzeln, bald zu Bündeln vereinigt (Fig. 2 h). An vielen Hautstellen zeigen diese Fasern eine gewisse Regelmässigkeit in ihrer Anordnung, was man schon an Vertikalschnitten beobachten kann, noch besser aber, wenn man ein Hautstück auf dem Objektträger ausbreitet und während 10 Minuten oder noch länger eine Kalilauge von 33% einwirken ässt. Alsdann zeigen sich die Muskelfasern rechtwinklich unter

sich verflochten und bilden so eine Art Gitterwerk. Indessen ist diese Anordnung keineswegs konstant. Durch ihre Kontraktion bedingen diese Fasern jene konischen Proeminenzen und Papillen, welche manche Cephalopoden willkürlich hervorbringen können.

Riechgruben.

An einer Stelle weicht der Bau der Haut von dem bisher angeführten ab. Hinter den Augen bemerkt man nämlich in der Kopfhaut 2 Gruben, die bei manchen Gattungen leicht, bei Sepia dagegen sehr schwer aufzufinden sind. Man kennt diese paarigen Gruben seit längerer Zeit und hat sie schon irrthümlich für den porus acusticus gehalten. Man hält sie allgemein für die Riechgruben. Kölliker*) beschrieb zuerst den anatomischen Bau dieser Geruchsorgane der Cephalopoden. Er fand einen grossen Nervenreichthum in denselben und verfolgte den Geruchsnerven bis an seine Ursprungsstelle in der Nähe des Lehganglion.

Eingehender habe ich das Geruchsorgan nur bei Eledone untersucht. Die Riechgruben sind daselbst sehr deutlich. Aus der Mitte der Gruben erhebt sich ein weisslicher, papillenartiger Körper. Die Haut erscheint an dieser Stelle bedeutend dünner und die sonst nur zerstreut vorkommenden Wimpern werden in der Grube zahlreicher. Die Nervenfasern des Geruchsnerven treten bis unter die Oberfläche der Haut heran. Dieselben lassen sich durch Behandlung mit Chlorgold sehr deutlich zur Anschauung bringen, und nach derselben gewahrt man den ausserordentlichen Nervenreichthum an dieser Stelle. Der Riechnerv theilt sich in der Grube plötzlich baumförmig in eine grosse Menge feiner Aeste, so dass Kölliker's Vergleich mit einer Pinie ganz zutreffend ist.

*) Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden 1844.

III. Gefässsystem.

Ueber die Hauptzüge des Gefässsystems besitzt man seit langer Zeit sehr vollständige Angaben. Delle Chiaje*) gibt in seinem berühmten Werke über die wirbellosen Thiere Neapels in einer Reihe von Tafeln ausführliche Abbildungen über den Gefässverlauf bei den Cephalopoden. Milne-Edwards**) erweiterte die Kenntniss der Blutbahn wesentlich, und H. Müller machte verdienstvolle Angaben über das Capillarsystem der Cephalopoden.

Ist stellenweise die Blutbahn noch lakunär, so kommt hier doch ein sehr ausgebildetes Gefässsystem vor mit Capillaren zwischen Arterien und Venen, wie man es nur bei den höher stehenden Vertebraten wieder trifft.

Ueber den feinern Bau der Capillaren sind schon verschiedene Untersuchungen gemacht worden. Schon Kölliker***) gibt eine Abbildung eines Capillargefässes von Sepia. H. Müller†), welcher den Uebergang der Arterien in Venen durch vollständige Capillaren nachwies, gibt an, dass letztere in ihrem Bau denjenigen der höhern Thiere analog sind.

Leydig††), der die Capillaren an verschiedenen Körperstellen untersuchte, bestätigt Müller's Angabe. Die grössern Gefässe untersuchte er ebenfalls und unterscheidet an denselben eine Intima, eine Tunica muscularis und eine bindegewebige Adventitia. Letztere zeigt an grössern Gefässen eine bedeutende Entwickelung und Leydig glaubt, dass dieselbe möglicherweise

*) Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebere etc.

**) Recherches zoologiques faites pendant un voyage sur les cotes de la Sicile. Annales des sciences naturelles, III, 3, 1845.

***) Entwickelungsgesch. der Cephalopoden 1844, Taf. V.

†) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie IV, 1853, pag. 339.

††) Lehrbuch der Histologie 1857.

als lymphatische Bahn funktioniren könnte. An einem grössern Gefäss von Sepiola fand er die Tunica muscularis aus zirkulären Fasern bestehend. Ich untersuchte hauptsächlich die Kiemenvene und deren Aeste. Daselbst verlaufen die Fasern longitudinal, entweder parallel oder mit einander verflochten. Bei Eledone und Octopus finde ich auch an der Kiemenarterie, an der Stelle, wo sie aus dem Kiemenherz tritt, longitudinale Muskelfasern. Im Allgemeinen ist die Muscularis dieser Gefässe sehr entwickelt. An den Kiemenvenen kommen selbstständige peristaltische Bewegungen in centripetaler Richtung vor, wie es denn überhaupt eine Eigenthümlichkeit des Gefässsystemes der Cephalopoden ist, an vielen Stellen kontraktil zu werden.

Eine Eigenthümlichkeit der Kiemengefässe bei Sepien liegt ferner darin, dass sie eine weisse Färbung zeigen und nach dem Einlegen in Müller'sche Flüssigkeit oder in Alkohol einen völligen Silberglanz annehmen. Ich vermuthe, dass man es hiebei wieder mit Flitterzellen zu thun hat, ohne dass es mir mit Hülfe der mikroskopischen Analyse gelungen wäre, einen sichern Nachweis zu liefern. Es hat dies nämlich grosse Schwierigkeiten bei der grossen Dicke und Undurchsichtigkeit der Tunica muscularis, der diese Flitterzellen aufsitzen müssten. Die Adventitia kann nicht der Sitz dieser Erscheinung sein, da sie keine Flitterzellen enthält.

Venenanhänge.

Diese schwammigen, zottigen oder traubigen Gebilde sitzen den Schenkeln der Hohlvenen auf und kommuniziren mit dem Gefässlumen derselben, wie man sich durch Karmininjektionen leicht überzeugt. Ihr Vorkommen ist bei den Octopoden auf die beiden Schenkel der Vene beschränkt und stellt mehr oder minder grosse, oft gefaltete Aussackungen dar, bei den Sepien ist ihre Verbreitung eine weit grössere und stellen dieselben oft lange, verästelte Anhänge von zottigem Aussehen dar.

Die sogenannten Venenanhänge entspringen übrigens nicht rund um die Vene, sondern nur auf einer Seite und flottiren in den sogenannten Seitenzellen, welche mit der Aussenwelt kommuniziren. Lange kannte man diese Gebilde, ohne über ihre physiologische Bedeutung etwas zu wissen. Harless*) gelang es, die exkretorische Natur dieser Venenanhänge nachzuweisen, und indem er bei Sepia das Vorkommen von Harnsäure in denselben nachwies, stand es fest, dass diese Organe als Nieren anzusehen seien, eine Vermuthung, die indessen schon vor Harless ausgesprochen wurde.

Ich führe beiläufig hier an, dass ich bei Eledone wiederholte und sorgfältige Prüfungen auf Harnsäure vorgenommen habe, ohne dass es mir gelang, durch die sonst sehr empfindlichen Reaktionen auf Harnsäure ihr Vorkommen zu konstatiren. Indessen zweifle ich dennoch nicht, dass hier Nieren vorliegen, und da Harless ein positives Resultat erhalten, so lege ich einem solchen mehr Werth bei, als einem oder mehreren negativen.

Die Struktur der Venenanhänge ist verhältnissmässig einfach. In der faserigen, bindegewebigen Grundlage findet man eine grosse Zahl sogenannter Sekretzellen mit einem Sekretbläschen. Durch dieselben werden aus dem Blute, das innerhalb des Lumens der Anhänge zirkulirt, die Harnbestandtheile abgesondert und treten als Konglomerate, Körner, kugelige oder unregelmässig gestaltete Bildungen innerhalb der Zelle auf. Wahrscheinlich durch den Zerfall der Zellen gelangen sie in die wasserführenden Seitenzellen. Diese münden an der Basis des Trichters in zwei papillenartigen Oeffnungen, die an erhärteten Stücken leicht wahrgenommen werden. So gelangt das Sekret der Nieren ins Freie. Der Zerfall der Zellen ist wahrscheinlich

*) Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte, XIII. Jahrg., Bd. I, 1847.

gemacht durch eine Beobachtung von Kölliker*); dann beobachtete ich beim Oeffnen der Seitenzellen einer Sepia officinalis in denselben eine schleimige, eiweisshaltige Masse, die in dem wässerigen Inhalt suspendirt war und möglicherweise vom Zellinhalt der zerfallenen Zellen herrührte.

Kiemenherzen.

Das aus dem Körper zurückfliessende Blut, hauptsächlich von der Hohlvene kommend, nimmt seinen Weg nach den Kiemen. Da aber die Kontraktionen des Körperherzens ihren bewegenden Einfluss auf das zurückfliessende Blut verloren haben, so ist zwischen die Hohlvene und die Kieme jederseits (wenigstens bei den Dibranchiaten) ein sogenanntes Kiemenherz eingeschaltet. Bei den Octopoden stellt es ein kugeliges oder birnförmiges Organ von bräunlicher oder bläulicher Farbe dar. Bei Sepia und den übrigen zehnarmigen Cephalopoden ist die Bildung etwas verschieden. Es besteht aus zwei Stücken, einem obern, dem eigentlichen Kiemenherz, und einem untern, gelappten Stück, dem sogenannten *fleischigen Anhang*.

Das Lumen der Kiemenherzen ist gering. Die Wandung enthält muskulöse Elemente, wie zuerst Hessling**) nachgewiesen hat. Durch Einlegen in verdünnte Salpetersäure und nachherige Karmintinktion gelingt es leicht, das Vorhandensein glatter Muskelfasern zu konstatiren, und es zeigen dieselben ein analoges Verhalten, wie die glatten Muskelfasern der Wirbelthiere. Es tritt nämlich hier wie dort nach dieser Behandlung ein eigenthümliches quer gerunzeltes oder quer gebändertes Ansehen der kontraktilen Faserzellen auf.

---

*) Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden, pag. 85.

**) Gegenbaur, Grundzüge der vergl. Anatomie, 2. Aufl., 1870, pag. 546.

Indessen sind die Kiemenherzen wohl auch sekretorischer Natur. In ihrem Innern findet man ein schwammiges, dunkles Gewebe, das eine Unzahl von runden Zellen aufweist. Diese enthalten dunkel gefärbte Körner und stimmen überhaupt vielfach überein mit den Sekretzellen. Eben der dunkle Zellinhalt, der durchschimmert, lässt die Kiemenherzen bald bläulich (Octopus), bald braun (Eledone) erscheinen.

Dasselbe findet man bei den zehnarmigen Tintenschnecken wieder, nicht aber bei den Tetrabranchiaten, wo die Kiemenherzen überhaupt zu fehlen scheinen.

Der sogenannte fleischige Anhang des Kiemenherzens bei Sepia zeigt ein abweichendes histologisches Verhalten. Es ist sehr schwer bei der Kleinheit dieses Anhangs Schnitte durch denselben zu legen. An feinen Querschnitten erkennt man den kavernösen Bau desselben. Das Innere wird durchzogen von einem faserigen Balkennetz. Auf demselben sitzen dieselben Sekretzellen, welche im Kiemenherzen so massenhaft vorkommen, aber in bedeutend geringerer Zahl.

Kiemen.

Aus den Kiemenherzen wird das Blut durch ein kurzes Gefäss, die arteria branchialis, in die Kiemen getrieben. Sie liegen im Grunde der Mantelhöhle mit der Basis an die Mantelfläche befestigt, während das dorsale Ende frei ist. Ihre Gestalt, im Allgemeinen pyramidal, ist bei den einzelnen Arten eine verschiedene. Bei den zehnarmigen Tintenschnecken sind sie von grazilem Bau, zierliche federförmige Gebilde, bei den Octopoden sind sie weniger leicht gebaut. So erscheinen sie bei Octopus als kurze, kegelförmige, massige Organe.

An der Basis gibt die arteria branchialis zu beiden Seiten Aeste in dieselbe ab. Auf der oberen Seite sammeln sie sich zur

Kiemenvene. Arterie und Vene sind also durch quere, paarige Bogengefässe verbunden, die bei den Octopoden getrennt bleiben, bei den Sepien dagegen verschmelzen. An ihrer Aussenseite sitzen an diesen Bogengefässen Lappen, die ihrerseits wieder gelappt sind und die von den Bogengefässen zahlreich mit Gefässen versehen werden, wie man sich durch eine gefärbte Injektionsmasse, die man durch die Vena branchialis hineintreibt, überzeugen kann. Die Bogengefässe sind indessen auch bei den Octopoden stellenweise verbunden. Wenigstens bei Octopus treten sie im obern Drittel in Verbindung, und zudem ist ein gemeinschaftlicher Längsstamm vorhanden, der die einzelnen Bogen verbindet. Bemerkenswerth ist, dass die Läppchen der Kiemen, wie Kölliker in seiner Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden nachgewiesen hat, schon auf einer embryonalen Stufe angelegt sind, bevor man eine Spur von Gefässen in denselben wahrnimmt. Die Kiemen sind anfänglich solide Gebilde, in einem spätern Stadium treten die Läppchen auf, und erst in einer folgenden Stufe der Entwickelung erfolgt das Hineinwachsen von Gefässen.

Die Läppchen der Kiemen enthalten, wie eine genauere mikroskopische Untersuchung lehrt, Faserzüge bindegewebiger Natur, die nach verschiedenen Richtungen verlaufen. Durch diese Züge hindurch treten gröbere und feinere Gefässe. Das Vorhandensein von Lacunen konnte ich nicht feststellen, und liegt in den Kiemen wohl nur ein starkverzweigtes Capillarnetz vor.

Dann ist die Oberfläche wieder bekleidet von runden Zellen. in denen ich jedoch keine Sekretionen wahrnehmen konnte, immerhin aber scheinen sie mir grosse Aehnlichkeit mit den Sekretzellen zu haben. Ob ihnen sekretorische Funktionen zukommen, oder ob es einfach epitheliale Bildungen sind, ohne eine solche Bedeutung, will ich nicht entscheiden.

Die sogenannte Milz der Cephalopoden.

Ueber dieses räthselhafte Organ liegen zur Zeit nur äusserst dürftige Angaben vor. Viele Forscher haben dasselbe übersehen. Andere haben es von der Kiemenarterie, mit der es im Zusammenhang steht, gar nicht unterschieden, sondern es geradezu als Kiemenarterie bezeichnet, wie Milne Edwards und Carus*).

Von denjenigen Anatomen, die es untersucht haben, wird wenig mehr angegeben, als dass dieses Organ im Innern eine grosse Zahl von Zellen enthalte. — Die sogenannte Milz findet sich an der Basis der Kiemen und läuft parallel mit der Längsachse derselben. Ich finde das Organ sowohl bei den Octopoden, als bei den Loligineen; bei Sepia erreicht es sogar eine ansehnliche Grösse. Jedoch am stärksten entwickelt finde ich dasselbe bei Octopus. Daselbst stellt es eine dicke, seitlich zusammengedrückte Leiste dar, die bis zur Spitze der Kiemen hinläuft. An der untern Kante ist es an die Mantelfläche geheftet, an der obern Kante, aber im Innern des Gebildes, verläuft die Kiemenarterie, die rechts und links nach oben die Verbindungsbögen mit der Kiemenvene abgibt. Ob diese Milz auch bei *Nautilus pompilius* und den übrigen Tetrabranchiaten vorkommt, konnte ich aus Mangel an Untersuchungsmaterial nicht entscheiden.

Die Kiemen sind demnach eigentlich nicht an die Innenfläche des Mantels, sondern an die Milz angeheftet. Bei Sepia ist letztere mehr drehrund, während bei Eledone die Form mit derjenigen von Octopus übereinstimmt.

Die Bezeichnung dieses Organes als Milz stammt von J. C. Mayer in Bonn, der dieses drüsige Band unter den Kiemen, meines Wissens, zuerst und zwar in seinen Analekten für ver-

*) Icones zootomicæ 1857, Tab. XXIII, Fig. 7, 5.

gleichende Anatomie 1835 beschrieb*), ohne die Benennung weiter begründen zu können.

H. Müller**) hat dieses Gebilde ebenfalls gesehen, gibt darüber nur an, dass es aus einer muskulösen Hülle und einem brüchigen Kern bestehe, worin sich mikroskopische, körnige Massen und Zellen finden, hält es aber ebenfalls für eine Drüse.

Weitere Angaben konnte ich nirgends finden.

Ueber den feinern Bau suchte ich so weit als möglich vorzudringen, und wenn ich darüber auch genauere Angaben machen kann, so glaube ich dennoch, dass namentlich durch Untersuchung an lebenden Exemplaren vielleicht noch weitere Thatsachen hinzugefügt werden können.

Da das Organ im frischen Zustande weich ist, so erhärtet man es passend in Müller'scher Flüssigkeit oder absolutem Alkohol. An Schnitten (quer und tangential) bemerkt man im Innern zunächst nur ein Haufwerk von Zellen. An vielen Stellen findet man schon bei schwacher Vergrösserung grössere oder kleinere Lücken in der Masse. Bei Eledone und Octopus finde ich ausser diesen Lacunen noch einen ziemlich weiten, runden Kanal, der an der Basis des Organes parallel mit der Axe verläuft und an Querschnitten als Kreis erscheint. Ob und auf welche Weise dieser Kanal und die Lacunen in Verbindung stehen, habe ich nicht ermitteln können. Um die nachfolgenden Strukturverhältnisse zu beobachten, sind sehr dünne Schnitte erforderlich. An solchen erkennt man runde, scharf contourirte, blasse Zellen (bei Eledone Fig. 4 b) oder etwas flacher und verlängert (bei Octopus Fig. 5). Ist der Schnitt sehr fein, so sind an vielen Stellen die Zellen herausgefallen oder lassen sich durch Auspinseln entfernen, worauf das bindegewebige Gerüste, in

*) Bronn, Klassen und Ordnungen des Thierreichs, 1862—66, pag. 1315 und 1387.

**) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, IV. Bd., 1853.

welchem die Zellen liegen, als ein sehr schön ausgebildetes Reticulum zum Vorschein kommt.

Damit ist mit Sicherheit das Vorkommen des retikulären (adenoiden His) Bindegewebes auch bei den Cephalopoden konstatirt.

Umgeben sind nun diese Zellen von einer bindegewebigen Hülle. In das Organ tritt an der dorsalen, den Kiemen zugewendeten Seite die Kiemenarterie ein, und diese steht mit der Milz in Verbindung, indem sie, wie ich aus Injektionsversuchen schliessen muss, von derselben Blut erhält. Ich injizirte von der Vena cephalica aus, und die Karminmasse drang durch die Kiemenherzen vor in die Kiemenarterie, und wenigstens der nächstliegende Theil der Milz füllte sich. Wie ich an dünnen Schnitten durch die injizirte Milch sehe, wird dieselbe in wandungslosen Bahnen vom Blute durchströmt, indem es zwischen den einzelnen Zellen fliesst (Fig. 5). Solche Injektionspräparate zeigen dann wieder ein ähnliches Netz, wie das retikuläre Bindegewebe, in dessen Maschen die Zellen liegen.

Ist nun die Bezeichnung des Organes als Milz gerechtfertigt?

Darf man aus dem anatomischen Befunde einen Schluss auf die physiologische Bedeutung machen, so liegt dieser Benennung am Ende nicht viel im Wege.

Wir haben ein Organ vor uns, dessen bindegewebige Kapsel als Hülle eine weiche Masse, eine Pulpa umschliesst, letztere aus zahlreichen rundlichen Zellen bestehend, die von einem Reticulum umgeben und von lakunärem Blutstrom umflossen sind, und mag man auch über die Benennung Milz streiten, so liegt doch der Gedanke sehr nahe, dass man es hier mit einem lymphoiden Organe zu thun hat.

Erklärung der Tafel.

Die Zeichnungen sind mit der Camera lucida von Chevalier und Oberhäuser angefertigt.

Die vorgesetzten römischen Ziffern bedeuten die Nummern der Hartnack'schen Objektive.

Fig. 1. VII. Hyaline Knorpelsubstanz aus dem Kopfknorpel von Sepia officinalis.
a) Mutterzelle mit 2 Tochterzellen.
b) Knorpelzellen mit Ausläufern.

Fig. 2. IV. Vertikalschnitt durch die Haut von Eledone moschata nach vorheriger Behandlung mit Palladiumchlorür.
a) Epitheliale Schicht mit zusammenhängenden Becherzellen bei **i** und vereinzelten Borstenhaaren bei **k**.
b) Faserschicht.
c—c¹ Chromatophorenschicht mit kontrahirten Chromatophoren.
c) grössere dunkle Chromatophore.
c¹) kleinere bernsteingelbe Chromatophore.
d) Flitterzellen.
e) Lederhaut.
f) Nerven der Haut.
g u. h) Muskeln der Lederhaut.

Fig. 3. VII. Ein abgelöstes Hautstück von Argonauta Argo mit Flitterzellen, in ihrem Aussehen an Blutkörperchen erinnernd.

Fig. 4. VII. Querschnitt durch die sogenannte Milz von Eledone moschata.
a) Bindegewebige Hülle.
b) Zellen aus der Milz.
c) Retikuläres Bindegewebe als Gerüstsubstanz, durch Auspinseln der Milzzellen erhalten.

Fig. 5. VII. Blutbahn der sogenannten Milz von Octopus vulgaris, durch Injektion von der Vena cephalica aus erhalten.

Nachtrag.

Nach dem Abschluss vorliegender Arbeit konnte ich das noch fast unbekannte Thier von Spirula Peronii untersuchen. In liberalster Weise überliess mir Herr Prof. Ernst Häckel in Jena das einzige Exemplar, das er während seines Aufenthalts auf den canarischen Inseln auffand.

Der feinere Bau des Mantels von Spirula weicht vielfach von den übrigen Dibranchiaten ab. Die Chromatophoren sind klein, auch auf der Innenfläche des Mantels vorkommend, sepienbraun etwas ins Gelbliche spielend. Zwei bedeutende Knorpelstücke, seitlich zwischen Mantel und Gehäuse liegend, sind von grossem morphologischem Interesse. Sie entsprechen den Flossenknorpeln; ihre physiologische Leistung ist aber durch Anpassungsverhältnisse völlig verändert. Sie verhindern ein Collabiren der hintern Manteltaschen und umgeben theilweise die im Hinterend gelegenen Weichtheile. Die runden Knorpelzellen sind meist ohne Fortsätze.

Die Vermuthung der Flitterzellen an den Kiemen bei Sepia scheint um so wahrscheinlicher, als ich sie an denjenigen von Spirula finde.