

*Nachdruck verboten.  
Uebersetzungsrecht vorbehalten.*

# Ueber die Greifhaken der Chätognathen.

Eine biologische Studie.

Gleichzeitig ein Beitrag zur Systematik dieser Thiergruppe.

Von

**Thilo Krumbach,**

Assistenten am Zoologischen Institut Breslau.

(Aus dem Zoologischen Institut und Museum der Universität Breslau.)

Hierzu 20 Abbildungen im Text.

---

## Inhalt.

- I. Theil. Allgemeine Naturgeschichte der Greifhaken.
  - Einleitung: Das Hakenfeld.
  - A. Der Greifhaken.
    - I. Seine Theile: Schaft, Spitze, Pfeiler; Pulpa.
    - II. Ueber seine functionelle Gestaltung. Spirale. Parabel.
    - III. Ueber seine Entwicklung.
  - B. Das Greifhakensystem.
    - I. Seine Theile. Basencurve, Spitzencurve. Zahl der Haken. Unterschiede in der Form.
    - II. Ueber die Function des Greifhakensystems. Noch 3 andere Curven, und der Zusammenschluss aller.
    - III. Ueber die Entwicklung eines Greifhakensystems.
      - Technisches.
      - Historisches.
  - C. Vergleichung der Greifhaken mit den Haken, Dornen und Stacheln nahestehender Thiergruppen.

2. Theil. Von dem Werthe der Greifhaken für die Kenntniss der Arten.
1. Gruppe. *Sagitta bipunctata* und *Spadella draco*. Allgemeines.
  2. Gruppe. *Sagitta furcata* und *Sag. enflata*. Allgemeines.
  3. Gruppe. *Sag. hexaptera* und *Sag. magna*. Allgemeines.
  4. Gruppe. *Sag. serrulodentata*, *Sag. minima* und *Krohnia hamata*. Allgemeines.

Diese Blätter enthalten eine erste Frucht der anatomisch-histologischen Untersuchungen an Sagitten, die ich vor Jahresfrist begonnen habe. Sie behandeln ein bisher noch kaum bearbeitetes Gebiet, die Naturgeschichte der Greifhaken, und bemühen sich dabei namentlich biologische Gesichtspunkte zu gewinnen. Da sich im Laufe der Untersuchungen immer deutlicher die Möglichkeit zeigte, die Haken zur Erkennung der Arten zu verwerthen, habe ich ein besonderes Capitel darüber angeschlossen.

Mit Material bin ich sehr reichlich versehen gewesen. Es stammte zum Theil aus Neapel (aus dem Besitze des Herrn Prof. KÜKENTHAL), zum Theil aus Messina (aus den reichen Vorräthen des hiesigen Museums, die wir namentlich der Güte des Herrn Dr. ROB. HARTMEYER verdanken), zum Theil aus Helgoland (aus der Sammelausbeute des Herrn Dr. SÜSSBACH) und endlich — und ich schätze mich besonders glücklich, dass ich auch von diesem Material Gebrauch machen durfte — aus den Ergebnissen der Polarfahrt der Herren Dr. RÖMER und Dr. SCHAUDINN, aus dem Meere um Spitzbergen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, allen diesen Herren für die werthvolle Unterstützung meiner Arbeit hier herzlichen Dank zu sagen.

## 1. Theil.

### Allgemeine Naturgeschichte der Greifhaken.

1844 (KROHN) Häckchen, 1851 (BUSCH) grosse Zähne, Hakenzähne, 1853 (KROHN) Greifhäkchen, 1856 (BURMEISTER) Fangzähne, 1858 (LEUCKART u. PAGENSTECHE) grosse Haken, Mundhaken, 1863 (CLAPARÈDE) Greifhäkchen, 1875 (MÖBIUS) Kieferborsten, 1878 (HUXLEY-SPENGL) krallenähnliche Chitinfortsätze, 1867 (METSCHNIKOFF) Kopfhaken, 1880 (LANGERHANS) grosse Kiefer, 1880 (O. HERTWIG) Greifhaken, 1888 (LANG) Borsten, Kiefer, 1891 (R. HERTWIG) Borsten, 1892 (STRODTMANN) Greifhaken, 1896 (STEINHAUS) Greifhaken, 1902 (K. C. SCHNEIDER) Kiefern.

1844 (DARWIN) Claws or Teeth, Bristle-like Teeth, 1851 (HUXLEY) Armature of the Mouth, 1855 (GOSSE) Hooked Jaws, 1870 (KENT) Mandibular Hooks, 1874 (VERRILL) Setae or Spinules, 1895 (CONANT) Jaws, 1897 (AIDA) Seizing Hooks, 1897 (PARKER u. HASWELL) Chitinoid Hooks.

1849 (ÖRSTED) Hornartige Hager.

1827 (QUOY et GAIMARD) Sortes de palpes striées, 1843 (FORBES) Appendices courbes, raides, érectiles, 1845 (KROHN)

Crochets, 1852 (SOULEYET) Crochets cornés, 1884 (GOURRET)  
 Crochets postérieurs, Piquants postérieurs, 1895 (BÉRANEK)  
 Crochets chitineux, 1897 (DELAGE et HÉROUARD) Crochets de  
 l'étage inférieure.

1867 (HARTING) Stevige, puntige, flaauw gebogen Stekeis,  
 Zijdelinske Stekels, Borstels.

1883 (GRASSI) Uncini, Chete.

1846 (WILMS) Dentes, 1850 (VAN DER HOEVEN) Dentes cornei,  
 1856 (LEUCKART bei VAN DER HOEVEN) Uncini.

Die Greifhaken stehen zu Gruppen geordnet rechts und links  
 am Kopfe und zwar auf bestimmt umrissenen Bezirken, den Haken-  
 feldern (Textfig. A). Jedes Hakenfeld erstreckt sich als lang-  
 gezogenes Oval von dem hintern weit ausladenden Winkel des  
 Kopfes unter sanfter Neigung und allmählicher Verbreiterung nach  
 vorn schräg unten. Es bildet also im Wesentlichen jederseits jenes  
 abschüssige Stück des Hinterkopfes, das die flache Oberseite mit der  
 gewölbten Unterseite verbindet. Oben und unten wird das Haken-

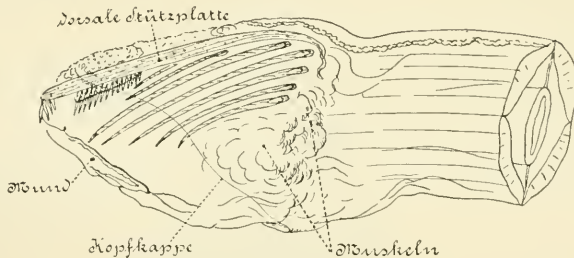


Fig. A.

feld von Skeletstücken eingefasst, hinten durch den Rand des dort  
 vorspringenden Winkels des Hinterkopfes begrenzt und vorn, wo  
 es nach dem Rande des Mundes hinstrebt, zuerst durch den Kamm,  
 auf dem die Hinterzähne stehen, dann durch den „follicolo vestibolare“  
 (GRASSI) und endlich durch die „fossetta vestibolare“ (GRASSI) ab-  
 geschlossen. Die am klarsten ausgeprägte seiner Grenzen liegt oben  
 an dem Aussenrande der dorsalen Stützplatte (O. HERTWIG;  
 spranga laterale della testa, GRASSI), viel weniger scharf ist die  
 Abgrenzung gegen die bei weitem dünnere ventrale Stütz-  
 platte, die hintere Grenze ist durch den hintern Kopfwinkel  
 deutlich umschrieben, während die gegen den Mundrand gerichtete  
 Grenze naturgemäss sehr schwankt.

Die Modellirung der Oberfläche des Hakenfeldes ist so mannigfach, dass sie durch Worte nicht wiedergegeben werden kann, und selbst zeichnerisch ist sie — bei der vielgestaltigen Natur des Kopfes — auch nicht einigermassen verlässlich in ein Schema zu fassen. Sagen lässt sich nur so viel, dass sich die Oberflächenform — je nach der Species — zwischen muldenartiger Einsenkung und rückenartiger Hervorwölbung bewegt.

Der Boden, aus dem das Hakenfeld besteht, wird aus 4 unter einander liegenden Schichten gebildet. Zu oberst liegt die zarte Epidermis, dieselbe Schicht, die die übrigen Körperteile oft in mehreren Lagen überdeckt. Unter dem Epiderm breitet sich als eine mechanisch widerstandsfähige Schicht die Basallamelle aus (basement membrane, cuticula, substance conjonctive sous-épidermique). An diese schliesst sich von unten als dritte Schicht ein grosskerniges Gewebe, das — bis seine Natur und Herkunft erkannt ist — sublamellares Gewebe heissen möge, und zu unterst liegt die mächtigste Schicht, die Musculatur. Die 3 ersten Schichten bauen den Haken auf, und die 4. liefert ihm die Muskelgruppen, die ihn in Function setzen.

Freilich muss ich bekennen, dass ich, wenn ich hier und später wieder von den Schichten am Kopfe der Sagitten spreche, das nur ungerne und nothgedrungen thue: ungerne — weil ich nicht auch gleichzeitig Abbildungen als Beweise dafür vorlege (es kann das nur in einer umfassendern Arbeit geschehen), und nothgedrungen — weil ich da, wo von der Entwicklung der Haken die Rede ist, mit diesen Befunden umgehen muss.

## A. Der Greifhaken.

### I. Die Theile des Greifhakens.

Schon dem flüchtigen Blicke fällt der Greifhaken als ein sensenförmiges, starres Gebilde auf, das dem Hakenfelde beweglich eingelenkt ist (Textfig. B). Sein markantester Theil ist der Schaft, der — wie ein Spiess — an seinem verjüngten Ende eine Spitze trägt, und mit seiner breitem Basis — ganz wie eine eiserne Säule — in einen „Fuss“ eingelassen ist, der ihn eng und starr umschliesst und mit einer breiten Sohle an das Hakenfeld anheftet, angliedert. Wer sein Augenmerk nunmehr eingehender auf die Spitze richtet, bemerkt alsbald, dass sie dem Schaftende eingepflanzt ist, dass sie dort oben sicher und fest gefasst in einer Höhlung sitzt wie etwa die junge Eichel in ihrem Becher. Der Säulenfuss aber zeigt dem prüfenden Blicke, dass er eigentlich aus 2 Stücken besteht,

einem an der convexen Krümmung des Schaftes und einem an der concaven. Beide Theile sitzen dort wie die Rosenstacheln auf der Rinde und lehnen sich von breiter Basis aus wie die Streben eines Manerwerkes gegen den Schaft, so dass sie mit Fug und Recht Pfeiler heissen dürfen. Weil die convexe Krümmung des Schaftes immer breit ist, soll sie als Rücken unterschieden werden von der stets zugespitzten concaven, der Schneide. Der vorhin rein unwillkürlich gewählte Vergleich des Greifhakens mit einer Sense erweist sich also damit als durchaus zutreffend. Die Pfeiler mögen

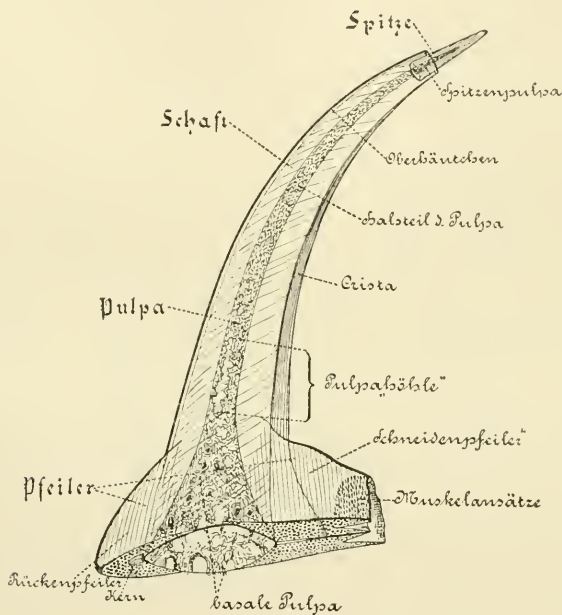


Fig. B.

künftig kurz als Rückenpfeiler und Schneidenseile bezeichnet werden. Innen ist der Schaft hohl: ein Canal durchzieht ihn, ein Hohlraum, der unten breit und geräumig beginnt, nach der Spitze sich stetig verjüngt und schliesslich blind endigt. In dem Canal aber liegt ein maschiges, weiches Gewebe, die Pulpa.

Aus diesen 4 Stücken — Schaft, Pfeiler, Spitze, Pulpa — setzt sich jeder Greifhaken zusammen: nie fehlt eins und nie tritt ein neues hinzu. Niemals auch treten mehr als graduelle Schwankungen in der Farbe und Transparenz dieser Theile ein: stets sieht der



Schaft gelblich oder bräunlich aus, stets sind Pfeiler und Spitze durchsichtig und klar wie wasserheller Krystall, und immer ist die Pulpa von derselben köstlichen Transparenz wie das ganze Thier selbst.

Das aber sind Eigenschaften, die so deutlich von ausgeprägten Unterschieden in der Structur der Theile zeugen, dass eine erneuerte und eingehendere Betrachtung uns zu neuen Einsichten in den Aufbau und die Conception des Greifhakens zu führen verspricht.

1. Der Schaft bildet immer die Hauptmasse des ganzen Hakens. Er besteht erstens aus einer Menge starrer, spröder, wasserheller Fasern, dem Schaftkörper, und zweitens aus einem gelblich oder bräunlich gefärbten Mantel, der jene Fasermasse zusammenhält, dem Oberhäutchen (der Schaft rinde). Das Oberhäutchen erscheint als ein durchaus homogener, structurloser Körper. Es ist aber gar nicht unwahrscheinlich, dass es aus Schichten zusammengesetzt wird, die der Schaftoberfläche parallel laufen. Feststellen konnte ich das aber nicht, weil der Stoff jedem Färbungsversuche spottete. Am Rücken liegt es gewöhnlich dicker auf als an der Schneide. Die Fasern, aus denen der Schaftkörper aufgebaut wird, sind in Spiralzügen angeordnet und werden Anfangs wahrscheinlich durch eine Kittsubstanz zusammengehalten, die aber für später als ebenso spröde geworden zu denken ist wie die Fasern selber. Die Schraubengänge liegen ganz dicht auf einander, sind daher nur von der Höhe des Faserquerschnittes. Jeder Schraubengang bildet gegen den Rücken hin einen spitzen Winkel (gemeint ist: mit der aufstrebenden Richtung des Rückens), steigt auf der einen Seite des Hakens nach der Schneide zu auf, um diese unter stumpfem Winkel zu berühren, und wendet sich dann sofort in abfallender Richtung auf der andern Seite wieder dem Rücken zu — so einen Schraubengang vollendend. (Das Schema Textfig. B deutet diese Verhältnisse nur an.) Selten geschieht es, dass die Fasern zu Bündeln zusammengefasst werden — wenn das nicht, was wahrscheinlich ist, nur durch Quetschungen entstandene Erscheinungen sind. Ebenso selten bemerkt man in der Canalwand Drall, Windungen wie die Züge der Gewehrläufe. Unter kräftigem Druck zerbricht der Haken und zwar stets in der Richtung der Spiralzüge, so dass die Bruchfläche des Stumpfes mit dem Rücken einen stumpfen Winkel und mit der Schneide einen spitzen Winkel bildet. Das Oberhäutchen bricht regellos. — Der Querschnitt des Schaftes bewegt sich durch alle Grade von oval und keilförmig. Meist fällt der Rücken des keilförmigen Quer-

schnitts mit dem Rücken des Hakens selbst zusammen. Bei ältern Haken mancher Arten aber schwillt der Schaft unten kolbig an und verlegt dabei die Queraxe des Querschnitts nach der Schneidenseite des Hakens, so dass ein Schnitt durch den basalen Theil nahezu das umgekehrte Bild des Schnittes durch den apicalen Theil bietet. — Der Rand der Schneide verläuft gewöhnlich glatt, mitunter aber wird er mit einer Zähnelung versehen, die entweder durch aufgesetzte Verdickungen (*Sagitta serratodentata*) oder durch Einschnitte entsteht (*Spadella draco*). — Oft auch, und namentlich bei zunehmendem Alter, wächst an der Schneide eine Crista empor (*Sagitta hexaptera*). Andere Arten haben die Crista von Anfang an (*Spadella draco*). Die Fasern, aus denen die Crista besteht, laufen dem Schneidenrande parallel. Da, wo sie sich an den Schaftkörper ansetzt, verflechten sich ihre Fasern mit den Spiralfasern. Das Oberhäutchen bedeckt auch die Crista.

2. Die Spitze ist in ihrer einfachsten Gestalt kegelförmig (auf elliptischer Basis), in der complicirtesten Form hakenförmig, d. h. um einen Punkt der Kegelhöhe hakig nach innen umgebogen. Sie besteht aus schlichten, straffen Hartstoffsäulchen, hellen Fasern, die in der Grundfläche zusammentreten und sich nach der Spitze hin einander zuneigen. Ein Oberhäutchen liegt nicht über dem Ganzen, wahrscheinlich hält weicherer organisches Material die Elemente zusammen, woher es denn auch kommen mag, dass man so häufig verletzte Spitzen antrifft. Ein leichter Druck mit dem Deckglas des Präparats genügt schon, die Fasern aus einander zu splitteln. Sie werden dann aus ihrem Verbande gesprengt und spreizen sich wie die Haare eines feinen, trocknen Pinsels, den man mit plötzlicher Gewalt gegen einen harten Widerstand stösst.

3. Die Pfeiler, die sich dem basalen Theil des Greifhakens vorn und hinten anheften, sind solide Gebilde, — von prismatischer Form der an der Schneide, von pyramidalen der am Rücken. Mit ihrer Basis liegen sie auf dem Greifhakenfelde, und mit ihren innern Seiten heften sie sich dem Schaft an. Sie sind aus denselben Elementen aufgebaut wie die Spitze, also aus Hartstofffasern, die wie Basaltsäulchen neben einander stehen und dauernd durch eine organische Substanz verkittet sind. Aeusserlich findet dieser Bau seinen Ausdruck in feinen Längsrillen, doch erst auf Querschnitten kann man ein deutliches Bild von seiner Structur gewinnen. Die Pfeiler sind in demselben Grade durchsichtig wie die Spitze, eine Thatsache, die bei der völligen Uebereinstimmung im Bau dieser Stücke auch

gar nicht überrascht. Der Rückenpfeiler birgt einen Kern, der aus einigen Gruppen noch zarterer Säulchen zusammengesetzt ist (s. Textfig. B unten die Basis), und dessen Material, nach der stärkern Färbbarkeit zu schliessen, wohl aus etwas weicherem Stoffe besteht als der Körper des Pfeilers. Der Kern schmiegt sich eng dem Schaft an. Mit der Decke des Hakenfeldes ist der Rückenpfeiler durch ein häutiges Gelenk beweglich verbunden. Der Schneidenpfeiler, der viel massiger ist, setzt sich eigentlich aus zwei Hälften zusammen, die oft durch eine von der Schneide ausgehende Scheidewand (die Crista) getrennt sind. Nach oben treten seine breiten Seitenflächen dachförmig zusammen. Vorn aber (ventralwärts) trägt er eine eigenthümliche Aushöhlung von schwalbenschwanzförmigem Querschnitt. In dieser Höhle sitzen Muskeln, die in die Tiefe des Kopfes hineingehen. Die beiden freien Ränder der Basis sind ebenfalls durch ein zartes Gelenk mit dem Hakenfelde verbunden.

Anhangsweise will ich hier bemerken, dass die Basis des Hakens ringsum, namentlich an den Rändern, mit einigen Gruppen von Muskeln versehen ist. Eine der mächtigsten davon greift an der einen Seite an. Man wird kaum irre gehen, wenn man annimmt, dass jene Muskeln, die in der Höhlung des grossen Pfeilers sitzen, den Haken nach innen ziehen, ihn also zum Angriffe heranziehen, und dass die seitlich angreifenden Gruppen beim Entfalten des Hakensystems thätig sind. Ueber die Wirkung der einzelnen Muskelzüge aber sich Gedanken zu machen, ist so lange ein ganz vergebliches Bemühen, bis das so erstaunlich verwebte Muskelgefüge des ganzen Kopfes klar gestellt ist, eine Arbeit, die noch nirgends das Stadium der ersten tastenden Orientirungsversuche überwunden hat.

4. Die Pulpa ist ein Gewebe, das der sublamellaren Schicht angehört und sich von dorthier über die beiden Ränder der Schaftbasis in 2 breiten Bändern, die vielfach verzweigt und dann wieder vereinigt sind, in den Pulpacanal begiebt. Die zahllosen Maschen, die das Gewebe bildet, mögen wohl mit einer Flüssigkeit erfüllt sein. Wenn man einen Greifhaken von mittlern Alter vor sich hat (Textfig. B stellt einen solchen dar), so kann man an der Pulpa deutlich 3 Abtheilungen unterscheiden:

den basalen Pulpatheil, mit breiten, massigen Gewebssträngen, auch hin und wieder mit Zellkernen,

den Halstheil der Pulpa mit einem meist feinmaschigen Gewebe und

den Spitzentheil der Pulpa, dessen Gewebe bald homogen, bald feinkörnig erscheint.



Wenn der Haken älter wird, so verstreichen allmählich die Grenzen der beiden untern Theile an der Canalwand, und wenn man alsdann allein nach der Wandung des Canals urtheilen wollte, so dürfte man von nun an nur noch 2 Theile unterscheiden. Indess behält das Pulpagewebe seine charakteristischen Unterschiede bei, ja es tritt noch ein neuer hinzu. Im Halstheil zieht sich das Gewebe an die Wandung zurück und bietet damit ein Bild, wie es etwa der „Primordialschlauch“ in geräumigen Pflanzenzellen bietet. Seinen Anfang nimmt dieser Process stets in der Höhe des obern Schneidenseitigen Randes, und erstreckt sich oft bis zum letzten Viertel des Schaftes. Die Hohlraumfigur, die dabei entsteht, ist für jede Species charakteristisch. Nichts desto weniger habe ich die Pulpaöhle, wie ich diesen Raum nenne, im zweiten Theile meiner Arbeit nur für die 2 Arten abgebildet, bei denen sie das Hakenbild geradezu beeinflusst.

Der Spitzenthail der Pulpa ist stets gerade: bei gebogenen Spitzen macht er die Krümmung nie mit. Der Halstheil der Pulpa verläuft entweder in der Mitte des Greifhakens — dann hat der Haken ovalen Querschnitt, oder er hält sich mehr nach dem Rücken zu — dann hat der Haken keilförmigen Querschnitt, oder er biegt von der Mitte, wo er Anfangs verläuft, nach dem Rücken zu um — dann geht der Haken aus dem ovalen Querschnitt in den keilförmigen über.

## II. Ueber die functionelle Gestaltung des Greifhakens.

1. Ueber die Bedeutung der Schafrinde, des Oberhäutchens, kann man zweierlei Meinung sein.

Entweder: sie hält das Spiralfasermaterial, aus dem der Schaftkörper besteht, wie eine Scheide zusammen, schützt damit die Fasern vor Verschiebung und den ganzen Haken vor Bruch — kurz: sie giebt dem Schafte den nöthigen statischen Abschluss nach aussen,

oder: sie verhält sich — gleichzeitig — (als Schafrinde zum Schaftkörper) wie die Rinde eines schnellwachsenden Pflanzenstengels zum Weichkörper des Stengels — d. h. Schafrinde und Schaftkörper (= Oberhäutchen und Faserschicht) sind zwei Stoffe von verschiedenen Spannungszuständen, die einander das Gleichgewicht halten und damit dem Ganzen jene erstaunlich grosse Festigkeit verleihen.

Welche dieser Vermuthungen zutrifft, kann nur experimentell an lebendem Material bewiesen werden, von dem mir nichts zu Gebote

gestanden hat. Ob nun der erste oder nur der zweite Satz gilt, oder selbst beide zugleich, es ergibt sich als Resultat, dass das Oberhäutchen eine Structur ist, die ebenso wohl durch die Function wie durch die Statik des Organs verlangt wird.

2. Für das Verständniss der spiraligen Anordnung der Fasern im Schaftkörper möchte ich ein Beispiel aus der Botanik heranziehen. SACHS sagt (Pflanzenphysiologische Vorlesungen 1882 p. 161 bis 162): „Bei der Entstehung eines Gefässbündels aus dem embryonalen Gewebe jüngster Organe bilden sich zuerst die Ring- und Spiralgefässe . . . welche das ganze Längenwachsthum des Organs mitmachen“. Ebenso äussert sich HANSEN 1890 in seiner Pflanzenphysiologie. Eine Deutung aber der Erscheinung giebt keiner der beiden Forscher. Mir scheint nun hier eine fast vollkommene (durchaus nicht strenge) Parallele zu den bei meinen Sagittenhaken vorliegenden Verhältnissen zu bestehen. Hier wie dort finden sich Gebilde, die ausserordentlich schnellem Wachsthum unterworfen, dabei auf möglichst geringen Materialverbrauch (Material zu Stützgebilden) angewiesen und bei kleinem Querschnitt von stattlicher Länge sind. Es liegt also die Aufgabe zu lösen vor, aus einem winzigen Vorrat von Baustoffen in grösster Schnelligkeit für das lange und dünne Organ die statisch wirksamste Bauform zu erzielen. Und genau diesen Bedingungen entspricht, wie der Erfolg zeigt, im wachsenden Pflanzenstengel das Spiralgefäss (= Spirale + Wandung) und am Sagittenkopfe, der es auch eilig mit seiner Ausbildung hat, der in Spiralzügen aufgebaute Haken (= Rinde + Körper).

Allgemein gilt: da, wo mit wenig Stützmaterial möglichst schnell einem Körper von geringem Querschnitt und stattlicher Länge hohe mechanische Leistungsfähigkeit gegeben werden soll, ordnet sich das Material zu Spiralzügen. (Siehe auch Hirschgeweih, Narwalzahn, Brennesselhaar, Chitinstachel bei dem Rädertier *Anuraea longispina*, Stacheln der Echinodermen.)

Die Spirale erscheint in diesem Lichte als eine primitive Bildung, die auch nur den ersten Anforderungen genügt. Sobald der Pflanzenstengel damit nicht mehr auskommt, baut er sich daneben Treppen- und Netzgefässe auf, und bei den Greifhaken der Sagitten wird der Spiralstructur durch Zusammendrängen ihrer Züge in gleichem, krummen Lauf, durch Verdichtung und Erhärtung ihres Materials, sowie durch die feste und starre Umklammerung, das Oberhäutchen, die ihr eigne Dauerhaftigkeit verliehen.

Anm. Neuere botanische Arbeiten, namentlich die von ROTHERT (12), siehe auch PAX (13) und STRASBURGER (14), haben mich überzeugt, dass die Spirale des Spiralgefässes auch durch ihre Elasticität wirkt. Doch ist das lediglich Nebenwirkung. Eine ähnliche Spirale enthalten die Tracheen der Insecten. In diesem Falle jedoch ist die Elasticität Hauptwirkung.

3. Sehr viel einfacher ist die Deutung der Säulchen, die die Spitze bilden. Alle diese Fasern stehen mit ihren Längsaxen in der Richtung des Druckes, den sie beim Fang auszuüben haben. An harten Körpern zersplittern sie allerdings leicht, weil sie nicht durch eine Kappe zusammen gehalten werden, dem organischen Material aber, das sie zu greifen haben, sind sie vollständig gewachsen.

Auf derselben Linie hat man das Verständniss für

4. die Säulchenstructur der Pfeiler zu suchen. Die Säulchen stehen ganz in der Richtung der stärksten Beanspruchung durch den Muskelzug.

5. In der Pulpa kann man vielleicht nur die Fähigkeit sehen, den Hakenschaft zu bilden, so lange er jung ist, und zu erhalten, sobald er ausgebildet ist. Dasselbe mag sie auch für die Haken- spitze zu bedeuten haben.

6. Der Pulpacanal wieder ist einzig von der Mechanik her zu verstehen. In der Nothwendigkeit, dass der Schaft der Pulpa wegen zu einem Hohlkörper umgestaltet werden musste, liegt der Grund für eine neue ganz ausserordentlich mechanisch wirksame Verfestigung des ganzen Gebildes. Es ist ein bekannter Satz, dass unter zwei Körpern von gleicher Länge, gleicher Masse und gleichem Gewichte, von denen der eine hohl, der andere massiv ist, der hohle dem massiven an Festigkeit überlegen ist (und zwar im Verhältniss der Durchmesser) (GALILEI) (17).

7. Mit diesem mechanischen Werthe verknüpft sich aufs Engste der Werth, der durch die Form des Querschnittes begründet ist. Der Querschnitt ist (s. I 1 u. 4) keilförmig (also dreieckig) bis oval. Nun hat unter einer Reihe von Stäben aus gleichem Stoffe, aber von verschiedenen Querschnitten ein dreikantiger die grösste Steifheit, ein cylindrischer die geringste. Das ist eine Thatsache, die bei den Sagittenhaken dadurch zum Ausdruck kommt, dass sie sich von dem Maximalwerth aus, den sie am liebsten einnehmen, höchstens etwas über den Mittelwerth hinaus bewegen, den gefährdeten Querschnitt aber, den kreisrunden, ganz meiden.

8. An ältern Haken, so sahen wir, bildet sich eine *Crista* heraus. Wenn der Techniker Säulen, z. B. gusseiserne, „verstärken“ (d. h. widerstandsfähiger machen) will, so versieht er sie mit (angegossenen) Rippen (19). Dasselbe Mittel der Versteifung benutzt der Greifhaken, und zwar auch dann erst, wenn die bisherige Construction nicht mehr genügen will. Die *Crista* ist eine Säulenrippe, die — überdies an der gefährdetsten Stelle angebracht ist, der Schneide.

9. Den überzeugendsten Beweis aber, dass wir in dem Greifhaken ein Gebilde haben, das genau den Gesetzen der Mechanik gemäss durchgebildet ist, finden wir in der Grundform des Hakens selbst. GALILEI hat 1638 gezeigt (17), dass man mit einer Gewichtsverminderung von 33 Procent Gebälke errichten kann, ohne deren

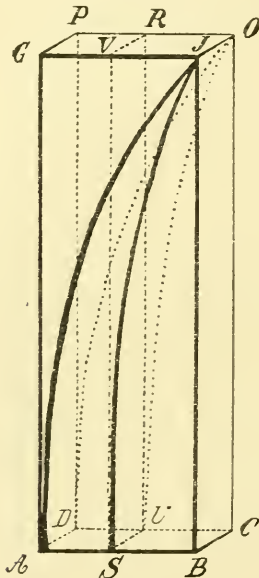


Fig. C.

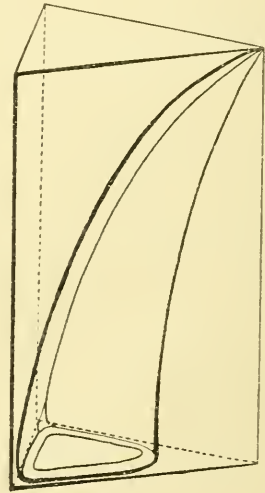


Fig. D.

Festigkeit zu schädigen, wenn man den Balken parabolisch ausschneidet. Er hat bewiesen: Wenn man eine Säule (Fig. C) AO parabolisch schneidet wie JADO, so hat der Rest ABCDJO gegenüber einer Last, die auf die Kante JO wirkt, überall gleiche Bruchfestigkeit. Dasselbe ist der Fall, wenn die Säule SBCUJORV parabolisch geschnitten wird. Nimmt man das Stück SBCUJO weg, so bleibt das parabolisch gekrümmte Stück ASUDJO übrig. Dem aber



gleichet der Greifhaken ausserordentlich, besonders wenn man ihn sich seiner Grundform gemäss aus einer dreikantigen Säule herstellt (Textfig. D). Der Haken hat also gegen eine brechende Kraft, die an seiner Spitze angreift, überall dieselbe Festigkeit.

Dieses Bauprincip, das dem Techniker längst vertraut ist, ist — soweit ich die Literatur übersehe — bereits zweimal erkannt worden, und zwar unabhängig von einander.

1. E. WILK (15) hat 1895 in nahezu derselben Weise, wie eben geschehen, die Nagezähne des Hasen gedeutet. Erscheint der Sagittenhaken als nach oben verjüngter parabolischer Ausschnitt aus einem Prisma, so erscheint der Nagezahn des Hasen als parabolischer Ausschnitt aus einer vierkantigen Säule, begrenzt also von vier parallelen und einer schrägen Fläche.

2. KARL PETER (16) hat 1898 an dem aus unsrer Fig. D hergestellten Rotationskörper, dem Paraboloid, eine andre mechanische Eigenschaft erkannt: er hat gefunden, dass dieser Körper die Fläche des geringsten Widerstandes darstellt. Bei seiner Untersuchung des Blindwühlenschädels hatte er bemerkt, dass dessen Conturen ringsum Parabeln nahe kommen, und auf der Suche nach dem Werthe dieser Form hatte ihn RUTZKY's Artillerielehre (Wien 1871) auf die Geschosspitze aufmerksam gemacht, deren Rotationsfläche natürlich die Fläche des geringsten Widerstandes darstellen muss, sich in der That auch dem Paraboloid bis auf ein Geringes nähert. KARL PETER war auch bereits in der Lage, seine Anschauung noch an ganz andern Organen bestätigt zu finden, an den Wurzelspitzen der Pflanzen nämlich, Organen, „denen die gleiche Aufgabe zufällt wie dem Cäcilienschädel: sich in das relativ homogene Medium der Erde einzubohren.“

Anm. Es sind — um zu resümiren — zwei Gruppen von Eigenschaften, die einen parabolisch gekrümmten Körper auszeichnen:

I. Der Körper hat gegen Zug und Druck, der in der Richtung der Abscissenaxe angreift, überall gleiche Bruchfestigkeit.

II. Der parabolische Rotationskörper bietet ausserdem noch dem in der Abscissenaxe wirkenden Drucke die Fläche des geringsten Widerstandes dar.

1. Folgerung. Wenn man auf die Grundfläche eines Paraboloids ein anderes von gleicher Grundfläche, aber geringerer Höhe setzt, so hat man annähernd die Grundform des Vogeleies verwirklicht. Und nun hat man, um nur ein Beispiel zu nennen, in Satz I die Erklärung dafür, warum man ein Ei, dass man von seinen beiden

Spitzen her zusammenpresst, nur mit grossem Aufwand von Kraft zertrümmern kann, in Satz II die Erklärung für die 1) absolut sichere und 2) unter dem geringsten Aufwand an Kraft erfolgende Führung des Eies durch die Legeröhre.

2. Folgerung. Wenn man sich das in Textfig. B gebotene schematische Bild eines Sagittenhakens (ohne Pfeiler) nach unten um sein Spiegelbild ergänzt denkt, so hat man den mechanischen Werth einer in der Natur ebenfalls oft verwirklichten Form erkannt, z. B. der Spicula der Süsswasserschwämme oder der Eckzähne der Raubthiere (Krone sammt Wurzel). Eine Drehung der untern Hälfte um  $180^\circ$  ergiebt die Borste des Regenwurms.

3. Folgerung. Die soeben gewonnene Form führt auf anderm Wege zum Ei und zu mancher verwandten Form zurück. Man verbinde die beiden Endpunkte des Stückes durch eine Gerade, betrachte diese als Axe und stelle um die Axe einen neuen Rotationskörper her. So ist eine Hohlform entstanden, eine Form, für die im Wesentlichen Satz I in Betracht kommt, und die z. B. in der Eischale, in dem Seeigelkörper, in der Tönnchenpuppe verwirklicht ist, eine Form, bei der das Stützmaterial auf das mechanisch gerade noch zulässige Mindestmaass reducirt ist und die damit gleichzeitig dem organischen Inhalte den möglichst grössten Raum bietet.

### III. Ueber die Entwicklung eines Greifhakens.

Wenn sich nunmehr die Betrachtung zu den Vorgängen wendet, die bei der Entstehung eines Greifhakens spielen, so berührt sie damit die Grenze eines Gebietes, das bis jetzt unbekanntes Land war, und das, nach den ersten Schritten zu urtheilen, die ich darin thun konnte, weiter und tiefer forschender Arbeit noch reiche Erfolge verspricht.

Der Kürze halber stelle ich die von mir ermittelten Erscheinungen in einem Schema zusammen.

Dass sich dieses Schema streng auf die grossen Züge der Greifhakenentwicklung beschränkt, alle Details aber, namentlich die histologischen, vermeidet, auch in Beziehung auf die Identificirung der Körperschichten gewisse Reserven bewahrt, hat seinen guten Grund: — so hell und so gewiss unsere Kenntnisse der Gewebeschichten des Sagittenkörpers in Bezug auf den Rumpf sind, so dunkel und so unsicher sind sie in Bezug auf den Kopf. Es ist mir unmöglich, meine Befunde mit den Angaben von O. HERTWIG 1880, GRASSI 1883 und GOURRET 1884 zu identificiren. Der springende

Punkt ist, dass ich die Stützplatten nicht für eine cuticulare Bildung, sondern für eine Verdickung der Stützlamelle (basement membrane, lamina basilare, Grenzlamelle) halten muss. Wenn das richtig ist, so muss

- a) der Kopf noch dieselbe epitheliale Epidermis zeigen, die von Rumpf und Schwanz bekannt ist, und es steht
- b) die Frage, welcher Herkunft die unter der Stützplatte liegende Zellschicht (Matrixschicht der Epidermis nach HERTWIG, epitelio vestibolare nach GRASSI, substance conjonctive sous-épidermique nach GOURRET) sei, wieder offen, — die Bezeichnung Epidermis jedenfalls darf sie nicht ohne erneuerte Prüfung weiterführen.

Nun liegt aber (ad a) über der Stützplatte und über dem gesammten Hakenfelde, ja selbst über den Pfeilern des jungen Hakens ein (freilich leicht verletzbares) Epithel, dasselbe Gewebe, das — wie KARL (AMILLO SCHNEIDER erst dieser Tage gezeigt hat (22) — an andern Stellen des Kopfes in erstaunlicher Mächtigkeit auftritt, und es gehen (ad b) — wie derselbe Autor angiebt — die Flossenstrahlen aus der „in der mittlern Seitenregion“ des Rumpfes und Schwanzes „etwas verdickten Grenzlamelle“ hervor, — eine Thatsache, Angesichts der man ohne allzuviel Kühnheit schliessen darf: wenn am Rumpfe durch Verdickung der Grenzlamelle Skelettheile gebildet werden können, so kann das auch am Kopfe geschehen.

Die unter der Stützplatte (Basallamelle, Grenzlamelle) liegende Zellschicht möge daher, bis ihre Herkunft geklärt ist, die Bezeichnung sublamellare Schicht tragen.

Gehen wir nun zur Schilderung der Entwicklung des Hakens selbst über (Textfig. E).

1. Stadium. In der Tiefe eines Follikels zeigt sich über einer Papille die erste Anlage einer Greifhakenspitze. Die Papille besteht aus recht grosskernigen Zellen, die dem Lager unterhalb der Basallamelle angehören. Ueber dem jungen Gebilde, wie auch an den Wandungen des Säckchens, liegt die Epidermis, die Schicht, die den ganzen Kopf überkleidet. Das Material, aus dem die Spitze gebildet wird, gehört seiner Structur nach der Basallamelle an.

2. Stadium. Aus der Ansammlung von Hartstoff (Chitin?) sind Spitze und Pfeiler geworden. Die Spitze ist fertig gebildet, die Pfeiler sind erst in der ersten Anlage da. Die Pulpa reicht bereits in die Spitze hinein.

3. Stadium. Zwischen Pfeiler und Spitze hat sich der Schaft geschoben, der auch sogleich begonnen hat, die Spitze aus dem Bereich der Pfeiler hinauszuhoben, und sich dabei die Pfeiler angliedert. Zur Spitzenpulpa ist als besonders mächtiges Gebilde der basale Pulpatheil getreten. Der Halstheil der Pulpa ist erst noch ganz kurz. Ueber dem ganzen Gebilde liegt immer noch die Epidermis.

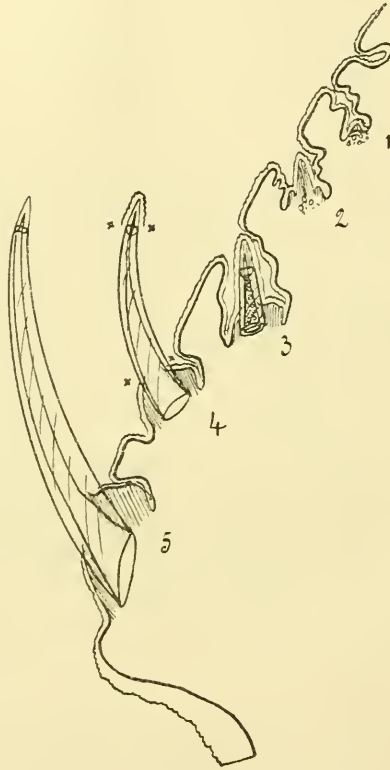


Fig. E.

4. Stadium. Der Halstheil der Pulpa hat sich mächtig in die Länge gestreckt und hat damit die Hakenspitze über die Oberfläche des Kopfes hinausgehoben. Dabei ist die Epidermis oberhalb der Pfeiler zerrissen und bedeckt jetzt nur noch die beiden Pfeiler und die Spitze, über der sie wie eine Kappe schwebt. In der Folge schwindet sie allmählich von der Spitze, auf den Pfeilern bleibt sie



immer bestehen. Am Schaft macht sich durch seinen gelblichen Schimmer das Oberhäutchen bemerklich.

5. Stadium. Der Greifhaken hat sich ganz aus dem Kopfe herausgearbeitet und ruht jetzt mit der Basis auf der Oberfläche des Hakenfeldes. Der Unterschied zwischen Halstheil und basalem Theil der Pulpa hat sich ausgeglichen. In der Pulpa tritt in der Höhe des Schneidenpfeilers das Zurückweichen des Gewebes an die Wände ein: die Pulpaöhle bildet sich heraus. Damit aber ist der Haken völlig herangereift und in jedem Betracht functionsfähig geworden.

#### Zusätze.

1. Spitze und Pfeiler bestehen — wie schon oben gesagt — aus Säulchen, die neben einander stehen und durch weicherer organisches Material verkittet sind. Das ist genau dieselbe Bildung, die auch die dorsale Stützplatte zeigt, nur dass, was bei jenen Hakenheilen lediglich als Nebeneinander erscheint, bei der Stützplatte auch in mehreren Schichten auftritt, ein Gefüge, das durch die Function und wohl auch durch die Wachstumsverhältnisse verlangt wird. [Der ventralen Stützplatte (O. HERTWIG) habe ich bis jetzt noch keine eingehende Beachtung gewidmet.]

2. Das sublamellare Gewebe (die Matrixschicht der Epidermis, O. HERTWIG) tritt nur da am Kopfe auf, wo structurirte Skelettheile zu bilden sind, also z. B. unterhalb der dorsalen Stützplatte und überall, wo Greifhaken gebildet werden.

3. Ich vermuthe daher, dass Spitze, Pfeiler und Stützplatte im Wesentlichen der sublamellaren Schicht ihre Entstehung verdanken.

4. Ueber die Herkunft des Schaftmaterials kann man schon sicherer urtheilen: es stammt wohl zweifellos von dem sublamellaren Gewebe, ist aber eine zeitlich spätere und örtlich beschränktere Bildung als Spitze, Pfeiler und Stützplatte.

5. Denkbar ist aber auch, dass bei der Bildung von Spitze, Pfeilern und Stützplatte sich die freie Epidermis und die sublamellare Schicht irgend wie gemeinsam betheiligen. Und hier liegt die Möglichkeit, die beiden Schichten doch auch morphologisch als zusammengehörig aufzufassen, worüber jedoch erst zukünftige Untersuchungen entscheiden können.

6. Noch gar keine Nachrichten haben wir über die Reihenfolge, in der die Haken entstehen. An die Ausfüllung dieser Lücke in unserer Kenntniss habe ich aus Mangel an Entwicklungsstadien, die jung genug waren, auch nicht denken können. Ueberall fand ich eine gewisse Anzahl Haken als gegeben vor. Wenn ich

nachher (Absch. B III 3) doch eine Vermuthung darüber ausspreche, so beruht diese lediglich auf den freilich häufigen Befunden, wie und wo zu diesem Fond an Haken neue Haken hinzutreten.

## B. Das Greifhakensystem.

### I. Beschreibung des Greifhakensystems.

Wenn man sich den Kopf einer *Sagitta* von der Seite betrachtet (Textfig. A), so findet man, dass die Greifhaken auf ihrem Felde nicht willkürlich stehen, sondern nach einem bestimmten Gesetze angeordnet sind.

1. Gleichgültig, ob da das System aus 6, 7, 8, 9 oder 10 Haken besteht — je nach der Art ist das verschieden — immer findet man, dass der Haken, der am weitesten nach hinten steht, gleichzeitig auch am weitesten oben Platz genommen hat. Wenn man von der Basis dieses Hakens aus die Basen der übrigen Haken durch eine Linie verbindet, so erhält man eine Curve mit zwei Schenkeln, deren Gipfelpunkt die Basis jenes am weitesten hinten und oben stehenden Hakens bildet (Textfig. F a).

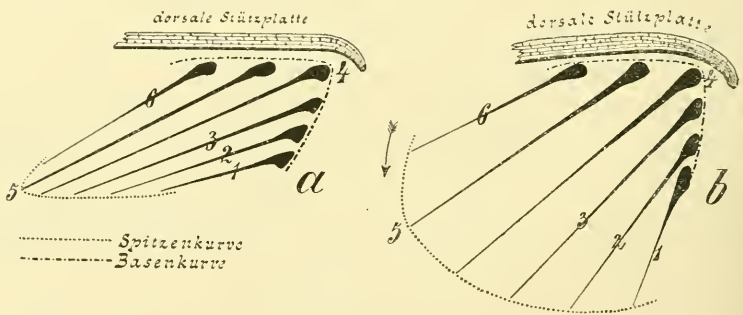


Fig. F.

2. Wenn man in derselben Weise die Spitzen betrachtet, so findet man auch da einen Greifhaken, der mit seinem Ende über die andern hinausragt, und eine Linie, die von hier aus die Spitzen aller übrigen Haken des Systems verbindet, ergibt ebenfalls eine zweischenkige Curve, deren Scheitel also einer der Hakenspitzen zuertheilt ist (Textfig. F a).

3. Die beiden Aeste der Basalkurve sind von ungleicher Länge. Das hängt von der Anheftung der Haken ab. Der Ast, der der

dorsalen Stützplatte parallel läuft, ist der längere. Auf ihm stehen die Haken weiter aus einander als auf dem kürzern, nach unten steigenden (Textfig. A und F a).

4. Gerade umgekehrt pflegt die Spitzencurve zu verlaufen: sie sendet ihren kürzern Ast nach oben, den längern nach unten und hinten (Textfig. F a).

5. Die Zahl der Haken, die zu einem Systeme zusammentreten, wechselt nach den Species. Bei den von mir untersuchten 9 Chätognathen-Arten kommen zumeist Systeme von 6 bis 10 Haken vor, und da ist es interessant zu beobachten, auf welche der Haken bei den einzelnen Systemen die Scheitel der beiden Curven vertheilt sind. Bei den 41 Exemplaren, die ich darauf untersuchen konnte, hat sich gezeigt:

a) Nie ist ein Haken Gipfel beider Curven zugleich.

b) Höchstens liegen die Gipfelpunkte um 4 Haken aus einander, d. h. es sind zwischen die beiden Haken 3 andere eingeschaltet; in der Mehrzahl der Fälle (45%) ist nur 1 Haken dazwischen gefügt; seltener liegen 2 dazwischen, und nur ganz selten (10%) liegen die beiden gipfelnden Greifhaken neben einander.

c) Für den Gipfel der Spitzencurve im Besondern hat sich ergeben, dass er dem vorletzten, drittletzten oder selbst dem viertletzten Greifhaken zuertheilt sein kann: nahezu gleich häufig findet man ihn beim vorletzten und drittletzten, und nur sehr selten (9% der Fälle) beim viertletzten Haken.

Anm. Ich zähle die Haken immer von dem untern Aste der Basencurve aus, von hinten also nach vorn (Textfig. F). Der Grund ergibt sich später (siehe Abschn. B III 2). Dass ich hier bloss über 41 Exemplare Auskunft geben kann, kommt daher, dass ich nur so selten Thiere gefunden habe, deren Hakensysteme geschlossen (nicht gespreizt) waren und die überdies im Präparate auf der Seite lagen, so dass sie die Verhältnisse, um die es sich hier handelte, mit der nöthigen Deutlichkeit zeigten.

6. Innerhalb der Art bewegt sich die Zahl der Haken jedes Systems zwischen zwei Grenzwerten. Die meisten der systematischen Tabellen seit 1880 pflegen auf diese Thatsachen mit Recht Gewicht zu legen. Daher wollen auch diese Untersuchungen einige Beiträge zu der Frage liefern. Die Zahlen, die in dieser Hinsicht gewonnen wurden, werden im systematischen Theil statistisch zusammengestellt mitgetheilt werden.

7. Das Individuum, das mit zunehmendem Alter an Hakenzahl gewinnt, hat dennoch nicht immer auf den beiden Kopfhälften gleich viel Haken. Aus den Daten, die im zweiten Theile unter 1—9 folgen, ergeben sich folgende Resultate:

- a) *Sagitta minima* und *Spadella draco* haben rechts und links immer gleich viel Haken,
- b) *Sagitta furcata* und *Sagitta bipunctata* zeigen in 14<sup>0</sup>/<sub>10</sub> der Fälle Asymmetrie,
- c) *Sagitta serratodentata* ist in 12<sup>0</sup>/<sub>10</sub> asymmetrisch und
- d) *Sagitta hexaptera* und *Sagitta enflata* sind es gar in 25<sup>0</sup>/<sub>10</sub> aller Fälle.

Allermeist hat die rechte Seite die höhere Zahl (63<sup>3</sup>/<sub>5</sub>%), — und zwar gewöhnlich nur 1 Haken mehr als die linke (bei 89<sup>1</sup>/<sub>3</sub>%), sehr selten einmal 2 mehr (bei 10<sup>2</sup>/<sub>3</sub>%).

8. Es ist schon dann und wann in diesen Blättern von Verschiedenheiten in der Form der Haken die Rede gewesen. Ueber diese Erscheinungen bekommt man das deutlichste Bild, wenn man die Haken eines einzelnen Systems nach einander mustert. Man findet dann, dass die Basis jedes folgenden Hakens verschieden ist von der des vorhergehenden und zwar nach der Form ihrer An-



Fig. G.

heftungsstelle auf dem Hakenfelde verschieden, und dass auch der ganze basale Theil des Hakens davon beeinflusst wird. Das sind aber Verhältnisse, die sich im Rahmen einer allgemeinen Auseinandersetzung wie dieser kaum eingehender schildern lassen. Aehnliche Verschiedenheiten finden sich bei den Spitzen. Die Spitzengrösse nimmt vom ersten Haken an bis zum letzten hin stetig zu: es giebt Arten, wo die Spitze des jüngsten Hakens das Dreifache an Breite und Höhe von der des ersten erreicht hat.

9. In ausgespreiztem Zustande umspannen die beiden Greif-



hakensysteme der Sagitta mit ihren Spitzen eine Fläche, die den Umriss des Kopfes um reichlich  $\frac{2}{3}$  vergrößert.

10. Bei der Gruppierung zum System sind alle Haken so gestellt, dass ihre Schneiden der Mundöffnung zugekehrt sind (Textfig. G stellt das für eine Seite schematisch dar). An dieser Orientirung wird in keiner Lage des Systems etwas geändert, so dass beim Angriffe alle Haken in gleicher Richtung vorgehen.

## II. Die Function des Greifhakensystems.

Hier beginnt eins der interessantesten Capitel in der Naturgeschichte des Sagittenkopfes. Was die zwei Greifhakensysteme allein durch ihre Form und Anordnung leisten, hat unter den Würmern wenigstens nicht seines Gleichen. Was für eine wunderbare Formencombination besteht aber auch hier! Und was für ein erstaunlicher Effect wird damit erzielt! Das für den ersten Blick so starre System gewinnt durch die Curvenzüge eine Geschmeidigkeit, die wir sonst nur an gegliederten und reich mit Muskeln versehenen Greifapparaten intelligenter und einzeln lebender Geschöpfe zu sehen gewohnt sind.

1. Jeder Greifhaken ist dem Kopfe beweglich angegliedert, und zwar so, dass er nach innen (vorn), nach hinten und nach der Seite bewegt werden kann. Dennoch wird keiner willkürlich für sich allein bewegt, sondern es folgen alle zur selben Zeit derselben Marschordnung, das heisst eben: sie sind zu einem einheitlich wirkenden Systeme zusammengeschlossen.

2. Wenn sich ein Greifhakensystem entfaltet (Textfig. F b; H b), so vollziehen sich proportional mit durchgreifenden Veränderungen der gesammten Kopfform wichtige Veränderungen in der Lage der Curven. Die Basencurve zwar wird nur wenig berührt: sie verschiebt ihren untern Ast etwas nach hinten, und den obern krümmt sie ein wenig nach unten. Die Spitzen aber, die durch das Spreizen so vielfach ihre Stellungen wechseln, die bei dieser Action Wege durch den Raum zurücklegen, die im Einzelnen kaum noch verfolgbar sind, bilden nichts desto weniger zu jeder Zeit und in jeder Stellung eine Curve. Ja, man mag sie betrachten, von wo aus man will — von oben, von unten, von rechts, von links: immer ergibt sich ein glatter und gefälliger Curvenzug. [Man kann sich das Wesentliche dieser Spitzencurve bequem an seinen Händen veranschaulichen. Wenn man die Daumen der mit den Innenflächen sich zugekehrten Hände mit ihren Ballen an einander legt und mit den Daumen den Mund der *Sagitta* markirt, wenn man ferner durch

die leicht gekrümmten Finger die Greifhaken darstellt, so hat man sofort das deutlichste Beispiel. Man mag die Finger zusammensetzen oder in gleichem Grade spreizen: immer bilden ihre Spitzen eine gefällige Curve.]

3. Diese Eigenschaft verleiht der Spitzencurve einen besondern Werth bei der Function des Greifhakensystems. Gesetzt, die Greifhakenspitzen jeder Kopfseite ständen in einer geraden Linie, dann müsste

(1. Fall) ein flacher, planer Körper, der von ihnen gepackt würde, zwischen den beiden Parallelen hin und her pendeln. Zwei Curven fassen sicher zu, selbst wenn sie einander parallel laufen. [Man versuche, ein Buch zwischen den Spitzen der gespreizten Finger beider Hände zu halten, und ändere allmählich die parallelen Curven zu zwei parallelen Geraden.]

Das andere Extrem aber,

(2. Fall) ein kugliger Körper, könnte überhaupt nicht sicher gepackt werden. Zwar würden sich die Spitzen beim Anschmiegen an die Kugeloberfläche zu einer Curve umordnen, aber dann griffe jeder einzelne Haken unter andern Bedingungen an als sein Nachbar, hätte insbesondere andere Druckverhältnisse zu überwinden, was dem Thier die Arbeit ausserordentlich erschweren müsste.

4. Die Fähigkeiten, die die Spitzencurve schon in sich hat, werden ergänzt und erhöht durch die Eigenschaften der Basencurve. Wenn diese zweite Curve als Gerade gedacht wäre, so würde 1) — dieselbe Kopfform vorausgesetzt — eine so grosse Anzahl Haken, wie sie jeder Art, aus noch unbekanntem Gründen, eigen ist, nicht Platz finden und 2) würden die einzelnen Stäbe jedes Systems stets in einer Ebene stehen, wodurch aber die Spitzen gehindert werden würden, runde Körper mit Erfolg zu fassen.

Dass sie 1) eine Curve von so ausgeprägtem Charakter ist, bewirkt, dass sich die Spitzen in der Angriffstellung zu einer neuen (einer dritten) Curve umordnen, — zu einer Curve, die ihren Scheitel aussen hat und die mit ihren beiden Aesten etwa nach den Enden des Mundes zielt, wo sie mit den Aesten ihres Pendants zusammentrifft. Dass sie 2) eine Curve ist, die ihren Scheitel umgekehrt gelagert hat wie die Spitzencurve (so dass die Aeste der beiden auf einander zu laufen), bewirkt, dass das von ihnen begrenzte Hakensystem bei ausgiebigster Beherrschung des Raumes aus der geringsten Menge von Material aufgebaut werden konnte.

5. Wir kennen jetzt 2 Spitzencurven: die erste (Textfig. F), die

bisher einzig in Betracht kam und die immer vorhanden ist, namentlich in der Ruhestellung, und die zweite (Textfig. H b), die sich beim Angriff entfaltet.

6. Es giebt auch noch eine zweite Basencurve. Das ist die, die durch die Oberfläche des Hakenfeldes zu Stande kommt und die sich (siehe Abschn. A I 2) entweder nach innen oder nach aussen öffnet, je nach der Form des Hakenfeldes.

7. Last not least gesellt sich zu den Vieren die Curve, die in der Grundform der Greifhaken selber liegt, die Parabel.

8. Nach dieser neuen Umschau über die Architektur des Fangapparats noch einen letzten Blick in das Curvengefüge, einen Blick, der den Zusammenschluss der Theile enthüllt.

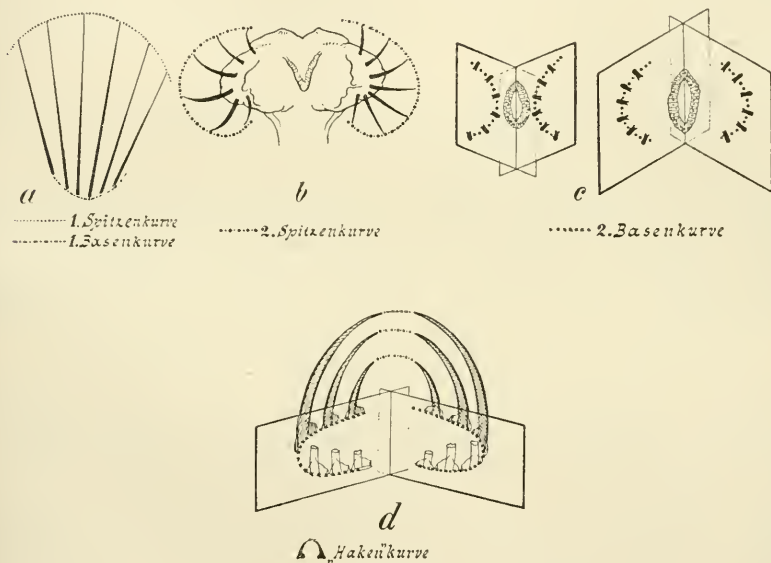


Fig. H.  
Die Curvenpaare.

Die erste Basencurve und die erste Spitzencurve (Textfig. H a) bilden jederseits ein Curvenpaar. Ihre Scheitel liegen entgegengesetzt, und ihre Aeste streben auf einander zu. Der Zusammenschluss geschieht um die Haken des Systems herum.

Ein zweites Paar bilden die beiden zweiten Spitzencurven (Textfig. H b), die rechte und die linke zusammen. Der Zusammenschluss vollzieht sich um den Mund herum.

Ein drittes Paar bilden die beiden zweiten Basencurven (Textfig. H c). Ihr Zusammenschluss liegt bei rinnenförmigem Hakenfelde in der Unendlichkeit, bei rückenartig aufgewölbtem Hakenfelde (allgemein gesprochen) in einem Querschnitte des Kopfes.

Eine Schaar von Curvenpaaren aber bilden die Hakencurven (Textfig. H d). Jedes Paar besteht aus einem Haken von links und dem entsprechenden von rechts. Der Zusammenschluss vollzieht sich vor dem Mundfelde des Kopfes.

Genau betrachtet heisst das: es liegen Curvenpaare in allen drei Richtungen des Raumes: rechts und links, senkrecht, an den Seiten des Kopfes — das erste Paar; vorn, rechtwinklig und quer dazu — das zweite Paar; hinten, ebenfalls quer dazu — das dritte Paar; und von oben nach unten, unter allen möglichen Winkeln — die vierten Paare. In dieser Orientirung allein schon liegt die enorme Leistungsfähigkeit der ganzen Curvencombination begründet.

9. Ehe wir zum Schlusse eilen, noch ein paar Züge zur Kenntniss des Zusammenschlusses der Paare unter sich.

Das Paar der zweiten Basencurven liegt nur im Stadium der höchsten Expansion des Kopfes in einem Querschnitte des Kopfes. Wenn der Kopf in Ruhe ist, so convergiren die beiden Ebenen (durch jede Curve geht, das ist leicht einzusehen, eine besondere Ebene) nach vorn und schneiden sich in einer Linie, die durch den Mund geht und auf der Längsaxe des Thieres senkrecht steht.

Das Paar der zweiten Spitzencurven liegt ebenfalls nur im Stadium der höchsten Expansion der Haken (die nicht nothwendig auch die des Kopfes ist) in einer einzigen Ebene, der Ebene nämlich, die vor dem Munde senkrecht zur Längsaxe der *Sagitta* steht. In andern Stadien steht jeder Paarling in einer Ebene für sich, und diese zwei Ebenen convergiren nach hinten und schneiden sich in einer Linie, die durch den Mund geht und auf der Längsaxe des Thieres senkrecht steht.

Das ist genau das Verhalten der zweiten Basencurven, nur in der umgekehrten Richtung.

Die beiden Paare schliessen sich — und das ist das neue in unsrer Erkenntniss — zu einem Paare höherer Ordnung zusammen, und es besteht zwischen ihnen diese Beziehung:

Wenn die Paarlinge (Glieder) jedes Paares unter sich in einer einzigen Ebene liegen, wenn überdies diese beiden Hauptebenen parallel sind, so befindet sich der Greifapparat im Stadium der



höchsten aller Expansionen, mit andern Worten: die Haken laden am weitesten zum Angriff aus, mit noch andern Worten: die Haken stehen im negativen Ruhestadium, noch anders ausgedrückt: die Haken können keine mechanische Leistung vollbringen. Sobald aber die zwei Hauptebenen brechen, d. h. sobald die Theilebenen selbstständig werden und das Convergiere beginnt — sobald beginnt die Leistungsfähigkeit des Systems. Und die Actionstärke nimmt zu, bis die Glieder der beiden ersten Curvenpaare wechselweise zu einander parallel stehen (1. Basencurve rechts und 1. Spitzencurve links, und umgekehrt).

Doch genug. Der Faden könnte noch ein gut Stück weiter gesponnen werden, um immer wieder das Resultat zu zeigen, dass nach dem hier realisirten Plane mit dem geringsten Verbrauch an Mitteln durch die Anordnung in Curven die erstaunlich hohe Leistung erzielt ist.

Die Frage ist auch noch mancher Vertiefung fähig. Wir sehen, dass hier ein Problem steckt, wissen wohl auch, wo wir seine Lösung zu suchen haben, doch von der Fülle der Beziehungen, die hier sorgfältiger Studien harren, geht uns eben erst eine Ahnung auf. Sobald erst das Material sich genauern Messungen günstiger stellt, dürfte auch eine eingehendere mathematische Analyse des Curvensystems möglich sein.

\*                      \*  
\*                      \*

Bis jetzt war die Function der Greifhaken erschlossen, daher ist es nun nöthig, aus der Literatur die Beobachtungen zusammen zu stellen, die die Thätigkeit der Haken an lebenden Sagitten verfolgt haben. CHARLES DARWIN 1844 ist unter allen Forschern derjenige, der diesen Dingen am liebevollsten nachgegangen ist. Er schildert die Thätigkeit der Greifhaken so: Der Kopf ist, im ruhenden Zustande, ein wenig abgeplattet und abgestutzt kegelförmig [wie ein Haifischkopf geformt, KR.]; wenn er sich in Thätigkeit befindet, nimmt der hintere Theil desselben die Gestalt eines Halbmondes oder Hufeisens an [Stadium der grössten Expansion, KR.], in dessen Concavität die der Länge nach gefaltete Mundöffnung liegt. An jedem Schenkel des fleischigen Hufeisens ist ein aus 8 starken, gekrümmten, leicht hakenförmigen Zähnen [Greifhaken, KR.] bestehender Kamm befestigt. Wenn das Thier lebhaft ist, so schlägt es diese borstenartigen Zähne

beständig vor seinem Munde zusammen. Sind sie zusammengeschlagen und befindet sich der Kopf im Zustande der Unthätigkeit, so scheinen sie dem Munde weit näher zu liegen, als wenn im Zustande der Thätigkeit deren fleischige Basis ausgebreitet ist. Die mittlern Zähne sind die längsten; ausser ihrer Thätigkeit beim Zusammenschlagen und der Bewegungsfähigkeit ihrer fleischigen Basis kann jeder Zahn sich für sich seitlich seinen Nachbarn nähern oder von ihnen entfernen. Die Mundöffnung liegt auf der schrägen Oberfläche eines zwischen den fleischigen Schenkeln hervortretenden Theiles [sie ist also so orientirt wie der Mund des Haifisches, nur dass sie meist in der Längsaxe des Wurmes steht, nicht quer wie dort, KR.]. Dicht am Munde befinden sich noch 2 Reihen sehr winziger Zähne. . . . Diese 2 Reihen winziger Zähne [Vorderzähne und Hinterzähne, KR.] ragen nach innen und, in Bezug auf die Zähne der beiden Kämme, in transversaler Richtung hervor, so dass, wenn die letztern über dem Munde zusammengeschlagen sind, die winzigen Zähne sich mit ihnen kreuzen und so das Entweichen irgend eines zwischen den längern krummen Zähnen [Greifhaken, KR.] gefassten Gegenstandes wirksam verhindern.

SHIPLEY (9) 1901 erzählt über die Nahrung unserer Thiere: The food of the Chaetognatha consists of floating Diatoms, Infusoria, small larvae, and such Copepods as *Calanus finmarchicus*, and small Amphipods as *Phoxus plumosus*. At times they also devour small larval or post-larval fishes, and owing to their incredible numbers they doubtless do considerable damage to sea fisheries. It is also recorded that they eat one another; and specimens have been taken which have ingested the whole body of another Sagitta except the head, which hangs out of the mouth of the eater, and gives it the appearance of a double-headed monster. Diese Leidenschaft, die eigne Art selbst nicht zu schonen, hat CONANT (10) 1897 im Scherz gedeutet: The eating one another seems to be done purely out of natural depravity, for it occurs when plenty of the usual food, small tow-stuff, is present.

Mit diesen Schilderungen stimmt denn auch wieder überein, was mir ein Präparat gezeigt hat. Eine *Sagitta furcata* ist eben dabei zwei von ihres Gleichen zu verschlingen.

Eine kleinere Sagitta hat sie an dem Schwanze gepackt, und eine ihr an Körpergrösse gleiche *Sag. furcata* würgt sie mit dem Kopfe voran in den Schlund. Der Mund ist unmässig weit aufgerissen. Die Greifhaken der linken Seite packen das kleine Thier,

die der rechten halten das andere fest. Die Vorderzähne stehen wie starre Spiesse nach vorn. Die Hinterzähne sind nach unten geschlagen wie die Zähne einer Egge und verhindern das Entschlüpfen der beiden Beutethiere. Weil die Zähne hohl sind, sehr scharfe Zacken haben und (wie ich deutlich in einem Präparat von *Sagitta serratodentata* sah) einen Stoff aus dem Canal entleeren, deute ich sie als Giftzähne. Demgemäss ist ihre Wirkung abzuschätzen.

### III. Ueber die Entwicklung des Greifhakensystems.

Es sind nur wenige Sätze, die ich über dieses Thema mittheilen kann. Die Literatur versagt so vollständig, dass nirgends eine Anknüpfung möglich ist, geschweige denn eine Fortführung früher begonnener Untersuchungen.

1. Jenes wichtige Gesetz von der Beständigkeit der Spitzencurven (s. Abschn. B I 2; II 2, 4 u. 5) bringt das erste Licht in die Entwicklung des Greifhakensystems. Es giebt einen guten Maasstab ab für die Beurtheilung der Reife eines Greifhakens. Bricht nämlich, wenn man sich die 1. (oder auch die 2.) Curve durch Verfolgung der Spitzen herstellt, die Curve an einer Stelle plötzlich ab (Textfig. J rechts bei 6!), so ist man auf einen unreifen, noch nicht functionsfähigen Haken gestossen, denn die Thatsache, dass die Haken 2 Curvenzügen gehorchen (der ersten Spitzen- und der ersten Basencurve), bedeutet mit andern Worten, dass sie unter einander in bestimmten Proportionen stehen. Ein Greifhaken, der noch nicht in die Spitzencurve hineingewachsen ist, steht noch nicht in der nöthigen Proportion zu den übrigen. Solange er die Proportion noch nicht erreicht hat, functionirt er auch noch nicht, und so lange ist er noch ein junger Haken. Weil also in den Spitzencurven, so zu sagen, ein Maasstab für das Wachsthum der Haken gegeben ist, darf man sie wohl auch als Wachsthumscurven bezeichnen.

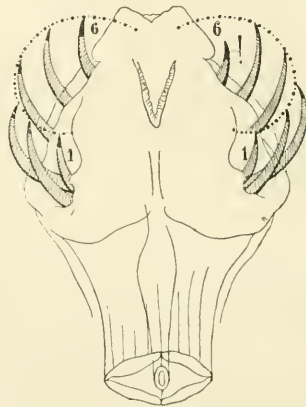


Fig. J.  
Die 2. Spitzencurve als Wachsthumscurve.

2. Solche Haken, die den Curvenlauf stören, stehen aber nur auf dem vordern (obern) Theile des Greifhakenfeldes. Also sind die

hintern Haken die ältern, zuerst entstandenen, die vordern die jüngern. Neubildung von Greifhaken findet nur vorn, entlang der dorsalen Stützplatte, statt. In dieser Beobachtung liegt auch der Grund, weshalb der unterste Haken als erster, der vorderste als letzter gezählt wird (Abschn. B I 5 Anm.).

3. Wie die Beobachtung lehrt, erreicht jede Chätognathen-Species ein bestimmtes Maximum an Hakenzahl. Das Maximum hängt, so muss man wohl annehmen, von dem jeweilig am Kopfe verfügbaren Raume, also von der Ausbildung der Kopfform ab. Das aber ist eine Grösse, über deren Werth wir bis jetzt noch gar nichts wissen. Namentlich auch wissen wir nichts über die Etappen, in denen das Wachstum des Kopfes von der Larve an bis zum ausgebildeten Thiere fortschreitet. Und das ist einer der Gründe, weshalb wir noch nicht sagen können, welcher der Haken als erster erscheint. Beobachtet sind immer nur eine gewisse Anzahl von Haken, zu denen sich in der eben entwickelten Weise neue hinzugesellen (s. Abschn. A III Zus. 6).

Zusatz. Missbildungen sind selten bei Sagittengreifhaken. Es sind vorwiegend Verbiegungen der Haken oder schorfartige Auswüchse. Wenn sie auftreten, so befallen sie meist alle Haken zugleich.

#### Technisches.

1. Von dem Vorhandensein eines Oberhäutchens habe ich mich zuerst bei der Behandlung der Haken mit Liquor natrii hypochlorici überzeugt: das Oberhäutchen löste sich ab. Später habe ich es durch Zerdücken der Haken und auf Querschnitten wiedergefunden.

2. Die Verwandtschaft der beiden Pfeilerstücke mit der Spitze liess sich zuerst vermuthen aus der gleich intensiven Färbbarkeit ihrer Bauelemente durch Säurefuchsin (in Alkohol gelöstem), sowie durch Anilinschwarz (über dessen Herstellung aus Anilinchlorhydrat und Kaliumbichromat siehe BETHE, in: Zool. Jahrb., V. 8, Anat., p. 545 u. 546). Querschnitte von Köpfen, in denen ich Anilinschwarz erzeugt hatte, haben mir dann auch gezeigt, dass die dorsalen Stützplatten aus denselben Elementen bestehen und — dass die Epidermis allen diesen Stücken aufliegt. Ohne die Färbung mit Anilinschwarz wäre die Ermittlung dieser Angaben nicht möglich gewesen. Mit Borax-Karmin oder andern Karminen gefärbte Schnitte liessen von der Structur der Hartstoffelemente gar nichts erkennen.

3. Das Spiralfasermaterial färbte sich nur mit Congoroth (in Wasser gelöstem). Das Oberhäutchen war gar nicht färbbar, seine natürliche Farbe machte es ohnehin deutlich genug. Später ist es mir jedoch auch noch gelungen, das Spiralfasermaterial mit (in Alkohol gelöstem) Bleu de Lyon zu färben; aber die Tönung zeigte sich erst nach Wochen langer Einwirkung der Farbe.



4. Die Sprödigkeit der Spiralfasern hat stets verhindert, dass auf Schnitten absolut klare Bilder entstanden: Bruchstellen und Knickungen an den Haken zeigten die Fasern immer am deutlichsten.

## Historisches.

### A. Der einzelne Greifhaken.

I. Die Beschreibung des Greifhakens, seine Theile und seine Gestalt.

MARTINUS SLABBER (1769—1778), der naive und begeisterte holländische Beobachter, der am 10. Juli 1768 unsre Thierchen in zwei nur vier Linien langen Exemplaren entdeckt und untersucht hat, hat die Greifhaken noch nicht gekannt. Wohl ist ihm die Bewegbarkeit des Kopfes im Gegensatz zur Starrheit des Leibes aufgefallen, doch bekennt er: Aan deze Kop heb ik geen de minste kentekenen van Oogen gewaar kunnen worden, noch ook in zyn bewegen eenige uitsteeksels van Tantjes of Zuigertjes, of iets dergelyks. Ebenso wenig hat SCORESBY, der 1820 zwei nordische Sagitten abbildete, aber nicht beschrieb, auch nicht benannte, die Greifhaken gesehen. QUOY u. GAIMARD (1827) geben die erste Kunde von der Existenz dieser Organe. Bei ihrer Flèche deux-points aus der Strasse von Gibraltar, bei der sie 2 Kiefer vermuthen, haben sie auch zwei Dinge wie Palpen gesehen (2 sortes de palpes striées). Sie zeichnen an die Krümmung eines Hakens die Spitzen der übrigen, als ob sie Zinken eines Kammes wären, rechts 9, links 10. Wenn man bedenkt, dass sie diese Beobachtung bei einer sehr kleinen Art (unserer *Sagitta bipunctata* — wie man, jedoch mit wenig Grund, annimmt —) und nur bei geringer Vergrößerung gemacht haben, so ist das immerhin eine beachtenswerthe Leistung. Doch „erst D'ORBIGNY (1835—1843) nimmt in die Charakteristik der Sagitten die Bewaffung des Kopfes mit grossen langen Zähnen auf“ (HERTWIG). Im selben Jahre noch (1843) hat FORBES von appendices courbes, raides, érectiles suivant le désir de l'animal gesprochen, die er an jeder Seite des Kopfes wahrgenommen hat. Ein Jahr später bereits (1844) weiss AUGUST KROHN die ersten Nachrichten über den Bau der Greifhaken beizubringen. Die Häkchen, schreibt er, bestehen aus äusserst zarten, der Länge nach verlaufenden Hornfibrillen. Ihre Basis ist hohl und enthält eine in Weingeist sich weiss trübende Substanz, wahrscheinlich eine Art Keimpulpe, die zur Regeneration der Häkchen, wenn diese abgenutzt oder verstümmelt sind, bestimmt sein möchte. Etwas mehr noch als dieser Text von KROHN bieten seine Zeichnungen. Man kann dort am Grunde der Haken schon den innern Pfeiler erkennen. Eine Auskerbung, die 3 der Häkchen in fig. 6 am Grunde ihres Rückens zeigen, darf man wohl auf Conto des Lithographen setzen, wenn auch die französische Ausgabe der Tafel denselben Fehler enthält. Das Jahr 1844 war fruchtbar: es liess in dieser Sache zuletzt noch einen der grössten aller Beobachter zu Worte kommen, den 33jährigen CHARLES DARWIN. Der hat als Erster gesehen, wie der immer bewegte Kopf häufig die Form eines Hufeisens annimmt und dann sehr deutlich

jederseits einen Kamm von 8 starken, gekrümmten, leicht hakenförmigen Zähnen in Thätigkeit zeigt (siehe dies. Arb. Abschn. B II 2. Hälfte). Gegenüber diesen eingehenden Beobachtungen kann es nicht als Fortschritt erscheinen, wenn WILMS (1846) von den Greifhaken sagt, dass sie lang sind, bräunlich von Farbe, gebogen, zugespitzt und leicht in die Augen fallen, wobei er überdies in seinen Abbildungen sehr summarisch verfährt.

1849 begegnen wir dem ersten Versuche, mit der Kenntniss der Greifhaken etwas über die Stellung der Sagitten im System auszumachen. ÖRSTED schreibt (1849): Der wesentliche Unterschied zwischen der *Sagitta* und der *Phanogene* wie der *Anguillula* ist der, dass sie to Rækler hornartige Hager besitzt. Im zweiten Jahr darauf erstrebte HUXLEY Aehnliches, wenn er (1852) die *Armature of the mouth* in Beziehung setzen wollte zu den Krallenfüßen gewisser Tardigraden, um dort die Sagitten anzureihen. Neue Kenntnisse über den Bau der Greifhaken haben diese Jahre jedoch nicht gebracht, und es scheint, als habe man in jener Zeit wenig Gewicht auf diese Gebilde gelegt. Die wunderschönen Stiche, die SOULEYET (1852) auf der tab. 1 Vers in den figg. 5 und 6 gegeben hat, wenigstens sind unbeachtet geblieben, und es sind doch gerade diese Abbildungen, — die die Krümmung des Schaftes in bis dahin unerreichter Treue wiedergeben, die die Spitzen als Sondergebilde (freilich aufgesetzte) darstellen, die den Schneidenpfeiler und etwas von seiner Musculatur kennen — bis auf MÖBIUS (1875) nicht übertroffen worden. Weniger hat SOULEYET's Text gegeben. Die Wendung *les crochets . . . sont aplatis* giebt das einzige Neue über die Form der Greifhaken und ihren Bau wieder. Wenn man MÖBIUS' Abbildung des Greifhakens einer *Sagitta bipunctata* aufmerksam betrachtet, so kann man darauf alle wesentlichen Theile (so wie wir sie heute kennen) wiederfinden: die beiden Pfeiler [er nennt sie Flügel, fasst sie aber als hohl auf] und die gesonderte Spitze; selbst die Gliederung des Pulpacanal in seine drei Theile giebt dieses Bild wieder. Die Beschreibung freilich geht nicht so weit. In der Zeichnung des Hakens einer *Krohnia hanata* tritt zum ersten Male die Andeutung der Spiralstructur des Schaftes auf, eine Thatsache, die nur HERTWIG (1880) noch einmal und in derselben Weise beobachtet hat, aber auch nicht in Worte fasst. O. HERTWIG hat 1880 die Kenntniss der Bauelemente des Greifhakens durch folgende Schilderung bereichert: Die Greifhaken sind an der stark verbreiterten Wurzel etwas ausgehöhlt und sitzen mit derselben einer Schicht schmaler, cylindrischer Zellen, ihrer Matrix, auf. . . Sie sind cuticulare Producte der Epidermis. Diesen Angaben über die Pulpa entspricht aber nur die fig. 10 seiner tab. 1.; die figg. 11 und 13 zeigen, dass die Pulpa bis in die Spitze hinaufreicht. GRASSI, der nächste Monograph der Chätognathen, äussert sich darüber (1883) bestimmt: Questa midolla riproduce in piccolo la forma dell' uncino e s'estende per quasi tutta la sua lunghezza. La sostanza midollare — fügt er über ihre Herkunft hinzu — mi parve continua con l'epitelio subcuticolare. Der Körper (des Schaftes) besteht nach ihm aus einer sostanza corticale (= Oberhäutchen + Faserschicht) und einer sostanza midollare. Ausserdem hat man corpo und punta zu unterscheiden. Seine Abbildungen zeigen die Spitze als durch-

sichtig, klar und damit also in der Farbe vom Schaft unterschieden. Die beiden Pfeiler bildet er auch ab, scheint sie aber nicht als wesentliche Bestandtheile des Hakens zu betrachten. GOURRET, der dritte Monograph der Sagitten aus jener Zeit (1884), unterscheidet Körper und Spitze. Der Körper besteht aus corticaler und medullärer Partie, die Spitze, die homogen erscheint, nur aus einer corticalen Partie. GOURRET schreibt ihr also keine Pulpa zu.

Mit O. HERTWIG, GRASSI und GOURRET schliesst die Geschichte der Greifhaken im Wesentlichen ab. Neues ist darüber bis zum heutigen Tage nicht erschienen. STRODTMANN (1892) stützt sich gerade in dieser Frage ganz auf jene Autoren (O. HERTWIG und GRASSI), und was er Eigenes beibringt, ist nur ein kleiner, aber bedeutungsvoller Beitrag zur Kenntniss der jungen Haken bei *Krohnia lamata*. Man darf es daher als einen Ausdruck unsres bisherigen Wissens über die Greifhaken der Sagitten betrachten, wenn STRODTMANN schreibt: Die Greifhaken bestehen aus einer blätterigen, chitinigen Masse mit innerer Medullarsubstanz, welche ganz bis in die Spitze hinauf reicht. Die Farbe der Greifhaken ist gelblich mit Ausnahme der fast überall deutlich abgesetzten Spitze, welche durchsichtig klar ist.

II. Ueber die functionelle Gestaltung des Greifhakens liegen angesprochene Gedanken nicht vor. Die Grundform wird gewöhnlich als gebogen, curved, courbe, arqué, scythe-shaped, sensenförmig, sichelförmig, selbst als triangulaire angegeben, meist aber durch das Wort Haken oder Häkchen als genügend charakterisirt angesehen.

III. Noch gar nichts war bisher über die Entwicklung des Hakens beigebracht worden. Nur einmal, bei LEIDY (1882), kommt das Wort unreifer Haken vor. Es wird aber weder eine Erläuterung noch ein Schluss daran geknüpft.

## B. Das Greifhakensystem.

I—II. Ueber die Anordnung in Curven hat keiner der frühern Autoren gesprochen. Entweder heisst es: die Haken stehen in einer schrägen Reihe (HERTWIG 1880) oder: jederseits eine einfache Reihe in einer Bogenlinie über und zum Theil hinter einander gelagerter Häkchen (KROHN 1844). Bestimmteres wird nirgends gesagt. Dagegen kann man auf einer Zeichnung von STEINHAUS (1896) (der besten aller Abbildungen, die je von einem Sagittenkopfe gegeben worden sind — seiner fig. 4) die 2. Spitzencurve in in ihrer Eigenschaft als Wachsthumscurve studiren.

III. Ueber die Entwicklung des Systems giebt es nur diese Angaben: GEGENBAUR (1856): Der Körper der jungen Sagitta . . . entbehrt . . . noch der Häkchen, die nicht einmal angedeutet sind; HERTWIG (1880): Während der ersten 10 Tage nach dem Ausschlüpfen treten auch die Greifhaken als dünne, gebogene Borsten auf; HENSEN (1881): Nach 5—6 Tagen beginnen die Kieferborsten bemerklich zu werden; GRASSI 1883: Quando l'animale abandona l'uovo, possiede già alcuni gracili uncini.

## C. Vergleichung der Greifhaken mit den Haken, Stacheln und Dornen nahestehender Thiergruppen.

Bei der Bearbeitung dieses Capitels bin ich ganz auf die Literatur angewiesen gewesen, so dass es verständlich erscheint, wenn manche Resultate einen empfindlichen Grad von Ungewissheit aufweisen. Hätten wir eine vergleichende Morphologie über das Integument auch nur der Würmer z. B., so hätte sich auf viel gewisserer Basis und mit viel grösserer Sicherheit über diese Dinge reden lassen.

### 1. Turbellarien.

1. L. v. GRAFF, *Enantia spinifera*, der Repräsentant einer neuen Polycladenfamilie, 1 Tafel. Graz, Verlag des naturwiss. Vereins Steiermark, 1889.

An dem Körperende einer Triester Dendrocöle, *Enantia spinifera*, hat v. GRAFF „Chitinstacheln von der Form der Rosenstacheln“ entdeckt. Diese Stacheln bestehen aus einer verbreiterten Basis und einer schmälern, hohlen Spitze. Die jüngsten Stacheln sind einfache hohle Dütchen, in welche eine Hautpapille fast bis zur Spitze hineinragt. Darauf bildet sich die basale Ausbreitung, die sich aus Palissaden zusammensetzt, die von Epidermiszellen herkommen. Inzwischen retrahirt sich die Hautpapille und der Hohlstachel bleibt von nun an glasartig und durchsichtig. Die grössern (ältern) Stacheln lösen sich bei Druck etc. leicht ab und werden bald durch neue ersetzt.

**Gemeinsames:** Die Basalplatte entspricht nach Structur und Herkunft (?) den Pfeilerstücken, der Hohlstachel dem Schaft und die Hautpapille der Pulpa — nur dass eben bei der *Enantia* alle Bildungen primitiver sind.

**Unterschiede:** Stellung an dem Körper eines ungegliederten Wurmes ohne Leibeshöhle. Nur für kurze Zeit berechnete Functionsfähigkeit, dann Vernichtung und Ersatz. Daher keine bleibende Pulpa. Nichtausbildung einer gesonderten Spitze. Keine Muskeln am Grunde des Stachels. Entstehung aller Theile aus einer einzelligen Gewebsschicht.

**Ergebniss:** Der Stachel der *Enantia* gleicht einem Sagittengreifhaken von allereinfachster Form und ohne Bewegbarkeit.



## 2. Nemertinen.

1. BÜRGER, Nemertini, in: BRONN, Klass. Ordn., V. 4, Suppl., Lief. 10—13, p. 216—222, 228—230, 1898.

„Der Rüssel gewisser Nemertinen (fast aller Metanemertinen) besitzt einen Waffenapparat, der aus spitzen Stacheln besteht“ . . . . In dem Rüssel von *Nemertopsis* z. B. „sehen wir die Mitte des Trichters einen stiletförmigen Stachel einnehmen. Er sitzt fest auf einem abgestumpften, langen, dunklen Kegel, der aus einer körnigen Masse gebildet ist — das Angriffsstilet. . Ausser diesem Stachel sehen wir noch ebenso gestaltete Stacheln in der Wand des Rüssels liegen — die Reservestilete. . . . Das körnige, kegelförmige Fundament des Angriffsstiletts bezeichnen wir als seine Basis . . . . dieselbe stellt . . eine Pyramide vor, die aus feinsten Secretkörnern geformt wurde. Die Basis widersteht Färbemitteln nicht und tingirt sich besonders mit demselben Farbstoffe, den auch die Körner des peripheren Drüsenzellkranzes begierig annehmen . . Ausserdem heften sich die Ausführgänge der Drüsenzellbündel des Drüsenzellkranzes an die Basis des Angriffsstiletts an.“ Daraus folgt, „dass die Basis des Angriffsstiletts aus dem Secret des im Diaphragma enthaltenen Drüsenzellkranzes gebildet ist.“

„Das Angriffsstilet ist solid und besteht aus einer centralen, längsstreifigen, meist gut färbbaren Masse, welche von einem hellglänzenden, structurlosen und Farbstoffe nicht aufnehmenden Schmelz überzogen ist. Das fertige Reservestilet ist wie das Angriffsstilet gebaut“ (ob. 1).

Gemeinsames. Die centrale, längsstreifige, meist gut färbbare Masse ist der Schaftkörper, der structurlose, hellglänzende Schmelz das Oberhäutchen. Die Basis dürfte den Pfeilerstücken entsprechen.

Unterschiede. Die Basis ist aus Körnern gebildet und nicht aus Säulchen. Ob die Pulpa etwa dem im Diaphragma enthaltenen Drüsenzellenkranze entspricht, wage ich nicht zu entscheiden.

Ergebniss. Es geschieht daher weniger auf Grund dieser Angaben als nach einem Analogieschlusse, wenn ich das Stilet und seine Basis für dem Schaft und den Pfeilern des Greifhakens entsprechend erkläre.

Die Verhältnisse liegen noch nicht ganz offen da. Man vergleiche dazu die gegentheiligen Behauptungen MONTGOMERY's bei BÜRGER (ob. 1) p. 230.

## 3. Trematoden.

1. BRAUN, in: BRONN, Klass. Ord., V. 4, Abth. 1 a, p. 427 u. tab. 29, fig. 1, 1879—1893.
2. ZIEGLER, Bucephalus und Gasterostomum, in: Z. wiss. Zool., V. 39, p. 537—571 u. tab. 33, fig. 14, 1883.

a) Ueber den Schuppenstachel von *Distomum hepaticum* giebt E. H. ZIEGLER (ob. 2) eine Abbildung und kurze Beschreibung. Da aber über die Bildung und den Aufbau des Stachels noch nichts ausgemacht ist, kann ich ihn nur vermuthungsweise zum Vergleich heranziehen. Gewiss ist, dass der Stachel pfriemförmig ist und Zeit seines Lebens eine dünne Decke über sich behält.

b) Die „Zähnchen“ „bei *Tristomum papillosum* sind (ob. 1) deutlich geschichtet, im Innern hohl und sitzen mit verbreiteter Basis in der „Subcuticularschicht“; feine Muskelzüge umspinnen sie, so dass sie wohl bewegt werden können“ (TASCHENBERG, nach ob. 1).

c) Aehnliches wie v. GRAFF bei *Enantia* gesehen hat, weiss BRAUN (s. ob. 1 p. 428), der als erster und einziger die Genese dieser Cuticularbildungen bei Trematoden verfolgt hat, von jungen Polystomeen zu berichten. Er sah „um die Basaltheile der grossen Haken der Schwanzscheibe eine Schicht hoher Cylinderzellen“, „die sich nach innen ganz scharf von dem Parenchym abgrenzt, jedoch mit der Oberfläche nicht mehr in deutlicher Verbindung steht; bei ausgewachsenen Zellen sind höchstens Spuren solcher Zellen nachzuweisen.“ Diese Zellen deutet er als Reste des Hautepithels und als Matrix für die Haken.

Gemeinsames. Es sind hiernach 3 Hakentypen bei den Trematoden realisirt: Typus a sitzt unter der Hautoberfläche, Typus b ist mit der Spitze durchgebrochen, Typus c sitzt auf der Haut. Proportional damit complicirt sich ihr Bau und wächst ihre Vergleichbarkeit: Typus a entspricht vermuthlich nur dem Schafte, dem Schaft ohne Rinde und Pulpa; Typus b erinnert durch Basis und Hohlstachel an Pfeiler und Schaft, und seine Verbindung mit Musculatur, die ihm selbständiger macht und ihm mehr Gepräge giebt (vielleicht differenzirtere Structur), führt ihn um noch einen Schritt näher heran; für Typus c aber scheint (so weit das die Beschreibung sagen konnte) in vollem Umfange das zu gelten, was für *Enantia* gesagt ist.

Unterschiede. Zugehörigkeit zu dem Körper von Würmern ohne innere Gliederung und ohne Leibeshöhle. Keine gesonderte

Spitze. Keine bleibende Pulpa. Sehr geringe Activität. Entstehung der vorhandenen Theile in umgekehrter Reihenfolge.

Ergebniss. Die Trematodenstacheln stellen den Schaft des Sagittenhakens nebst dessen Pfeilern dar.

#### 4. Cestoden.

1. PAGENSTECHER, Allg. Zool., V. 4, p. 283, 1881.
2. BRAUN, in: BRONN, Klass. Ordn., V. 4, Abth. 1 b, Cestodes, p. 1213 u. tab. 36, 1894—1900.

„An dem fertigen Haken unterscheidet man den frei vorstehenden mehr oder weniger sichelförmig gebogenen Theil als Hakenfortsatz. Der der Haut angewachsene oder in ihr steckende Theil zerfällt in den quer gestellten mittlern Zahnfortsatz und den gestreckten oder gekrümmten dem Hakenfortsatz gegenüber in die Länge sich ungleich stellenden Wurzelfortsatz (s. ob. 1). „Die Bildungsgeschichte“ zeigt „zuerst die Spitze als biegsame zarte Tute“, die vom Epithel herkommt, darauf das Wurzelstück und die Zahnfortsätze, endlich Verschmelzung aller Theile. Die Spitzen (Krallen bei LEUCKART) „erscheinen als hohle, dünnhäutige Kegel, die in ähnlicher Weise wie die Hörner der Cavicornier auf dem Knochenfortsatze des Stirnbeins, auf einer conischen Verlängerung der Hautschicht aufsitzen.“ „Erst nach einiger Zeit,“ nachdem die jungen Spitzen „inzwischen zu der Grösse der späteren Sichel am Haken ausgewachsen sind, beginnt die Verdickung der Krallenwand und zwar durch Auflagerung an der innern Fläche.“ „Das Wachsen der Kralle geschieht durch Neubildung an ihrem Basalende, so dass also die Spitze der älteste Theil ist. Die Wurzel- und Zahnfortsätze entstehen also erst, wenn die Sichel ihre vollständige Grösse erreicht hat; bemerkenswerth ist also, dass die Sohle der Haken . . . . nicht im Zusammenhange mit der Sichel, sondern unabhängig von derselben auftritt, und zwar zuerst in Form eines hufeisenförmigen Halbringes, der dem Rande des vordern Wurzelfortes anliegt und erst allmählich durch Wachstum sowohl der Länge wie der Breite nach seine spätere Bildung annimmt und die Basalöffnung überbrückt“ (s. ob. 2 p. 1212—1213).

Gemeinsames. Wurzelstück und Zahnfortsätze dürften den Pfeilern entsprechen, ihre Entstehungsgeschichte wenigstens spricht sehr dafür; wieweit auch die Structur dieser Theile übereinstimmt, müssen künftige Forschungen zeigen. Der Hakenfortsatz (Sichel,

Kralle) entspricht ganz dem Schafte, und wie dieser verdankt er seine Entstehung einer Pulpa (die aber nicht perennirt).

Unterschiede. Es treten hier dieselben Unterschiede auf, die schon die Trematoden zeigen.

Ergebniss. Der Cestodenhaken entspricht in einfachster Form dem Schafte des Sagittenhakens nebst dessen Pfeilerstücken.

### 5. Nematoden.

1. SCHNEIDER, Monographie der Nematoden, p. 233, tab. 1 u. 2, 1866.
2. VOGT u. YUNG, Lehrb. der prakt. vergl. Anat., V. 1, p. 357—358, 1888.

Die „Lippen“ von *Ascaris* zeigen aussen den Bau der allgemeinen Hautschicht. Innen haben sie eine Pulpa mit Nerven und Tastpapillen, die zur äussern Oberfläche durchbrechen. Sie stehen mit Muskeln in Verbindung. — Die Oesophaguszähne von *Pelodera*, *Oxysoma*, *Oxyuris*, die Spicula der Ascariden und ähnliche Gebilde habe ich nur deshalb nicht zur Vergleichung herangezogen, weil mir darüber weder genügende Beschreibungen noch einigermaassen eingehende Abbildungen zur Verfügung standen.

Gemeinsames. Die „Zwei“schichtigkeit der Chitinhülle der Lippen bietet fast ganz dasselbe Bild, das bei den Chätognathenhaken der Schaft mit Oberhäutchen und Spiralfaserschicht bietet. Selbst in der Farbe entsprechen die Schichten einander. Weitere Uebereinstimmungen bieten die Pulpa und die Muskeln.

Unterschiede. Tastpapillen und Nerven sind (bis jetzt) bei den Sagittenhaken (noch) nicht bekannt. Die *Ascaris*-Lippen sind ohne Basalthteile (= den Pfeilern) und ohne gesonderte Spitze.

Ergebniss. Die Lippen entsprechen dem Schafte.

### 6. Acanthocephalen.

1. KAISER, Die Acanthocephalen und ihre Entwicklung, in: Bibliotheca zool., V. 2, 1893.
2. HAMANN, Monographie der Acanthocephalen, in: Jena. Z. Naturw., V. 25, p. 167—173, tab. 11, 1891.

Die Rüsselhaken der Acanthocephalen bestehen aus einer Cuticularkappe, einer hyalinen oder sehr feinkörnigen mittlern Schicht, der „Hakenrinde“ (ob. 1), und einem „nach hinten sich verdickenden, flachen Streifen einer grobkörnigen und anscheinend sehr weichen Substanz — einem weichen Füllsel“ (s. ob. 1). Die



„Wurzelfortsätze, die (1) und (2) abbilden, scheinen lediglich der mittlern Schicht anzugehören (der Haken„rinde“) und auch ebenso structurirt zu sein.

**Gemeinsames.** Die Cuticularkappe entspricht dem Oberhäutchen, die hyaline, mittlere Schicht (die Hakenrinde nach KAISER) dem Schaftkörper und das weiche Füllsel der Pulpa. Für die Bewegung sorgen hier wie dort basal angreifende Muskeln.

**Unterschiede.** Die Rüsselhaken haben keine Pfeilerstücke und auch keine gesonderte Spitze.

**Ergebniss.** Die Rüsselhaken entsprechen dem Schafte der Chätognathenhaken.

### 7. Gephyreen.

1. PAGENSTECHER, Allg. Zool., V. 4, p. 316, 1881.
2. DELAGE et HÉROUARD, Traité de Zoologie concrète, V. 5, Les Vermidiens, p. 4—46, 1897.

Le corps est recouvert d'une mince cuticule chitineuse au-dessous de laquelle se trouve un épiderme à cellules cylindriques dont le pied se prolonge dans le derme sous-jacent (ob. 2). „Die Cuticula verstärkt sich bedeutend auf gewissen papillären Erhebungen der Haut und bildet so vorzüglich auf der Aussenwand des Rüssels der Sipunkeln harte Spitzen und selbst Haken, auf der Haut der Phascolosomen Körner, auf der des *Priapul* kleine Spitzen, bei *Halicryptus* Dornen, . . . über der Rüsselbasis und am Hinterrande von *Aspidosiphon* schildartige Platten, am Hinterende von *Echiurus* 2 dorsale Borstenkränze. In alle sich erhebenden Cuticularbildungen tritt bis zu einem gewissen Grade die Subcuticula, auch das Bindegewebe der Haut mit ein, dieselben sind also an der Wurzel hohl. Um die Haken der hintern Kränze der Echiuren senkt sich die Haut in Einstülpungen taschenartig ein, so auch in höherm Grade für das grosse Hakenpaar am Vorderbauche aller Gephyrei chaetiferi, welches durch goldgelbe Farbe auffällt. Sonst geben feine Linien und die Schichtung der Cuticula irisirenden Glanz“ (ob. 1). „Auf die Stellen mit Chitinhartgebilden, Haken u. dgl.“ wirken Muskeln, „indem sie dieselben aus einander weichend umgreifen“ (ob. 1).

**Gemeinsames.** Bei der verhältnissmässig geringen Grösse dieser Gephyreenorgane und bei den wenigen histologischen Aufschlüssen, die wir über sie haben, ist es im Grunde nur Vermuthung, wenn ich den Hartkörper dem Schafte des Chätognathen-

greifhakens und die subcuticulare Papille seiner Pulpa gleichsetze und sonst nur

Unterschiede finde.

Ergebniss. Die Haken und die Zähnchen der Gephyreen entsprechen dem Schafte des Sagittengreifhakens sammt der Pulpa.

### 8. Anneliden.

1. K. CAMILLO SCHNEIDER, Lehrb. der vergl. Histol., p. 380 u. p. 393, 1902.
2. EISIG, Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel, p. 100, 104, 182, 220, 266, 565, tab. 12, 13, 33 u. 36, 1887.
3. HATSCHKE, Lehrb. der Zool., Lief. 3, p. 415—417, 1887.

Die Borsten der Anneliden (Polychäten wie Oligochäten) „werden als cuticulare Bildungen betrachtet, nicht nur wegen ihrer chitinähnlichen Beschaffenheit, sondern auch wegen ihrer Entstehung. Ihre Bildung geschieht in Follikeln (Säcken), welche auf Einwucherungen des äussern Epithels zurückgeführt worden sind; jede Borste wird von einer einzigen Bildungszelle (oder mehreren nach ob. 1) ausgeschieden, bei ihrem Wachsthum durchbricht sie den Follikel und ragt durch den Follikelhals über die Oberfläche der Haut empor; die Borsten werden zeitweilig abgestossen, und es treten neue Ersatzborsten für sie ein. — Die Follikel ragen tief in das Innere des Körpers ein und erhalten einen Peritonealüberzug; dieselben sind ferner mit speciellen Muskelgruppen versehen, die zur Bewegung der Borsten oder Borstengruppen dienen“ (ob. 3). Neuere Untersuchungen (ob. 2 u. 1) haben ferner festgestellt, dass die Borsten aus zu Stäben gewordenen Cuticularfibrillen bestehen, die durch Kittsubstanzen zusammengehalten werden. In der Regel sind sie solide (ob. 3) oder mit Mark gefüllt (ob. 2 u. 1), selten aber (bei den Amphinomiden) „hohl, kalkig und von spröder Beschaffenheit“ (ob. 3). An der Bildung der Follikelwand theiligt sich die Cuticula der Oberfläche nicht (ob. 1).

Gemeinsames. Entstehung in Follikeln. Gesetzmässige Vertheilung an gegliedertem Körper. Ausrüstung mit Musculatur zu beliebiger Bewegung. Uebereinstimmung in der Structur der Greifhakenspitze und der ganzen Borste der Anneliden. Ausgehen von einer Pulpa (= Bildungszellen), die bei hohlen Borsten entweder perennirt (= Mark) oder sich zurückzieht, bei soliden Borsten am Follikelkopf liegen bleibt.

Unterschiede. Die Borsten der Anneliden haben keine Pfeilerstücke und keinen Schaft.

Ergebniss. Die ganze Borste stelle ich der Spitze des Greifhakens gleich. Das Pulpastück der Spitze entspricht den Bildungszellen der Borsten.

### 9. Kinorhynchia (*Echinoderes*).

1. DELAGE et HÉROUARD, *Traité de Zoologie concrète*, V. 5, Les Vermidiens, p. 251, 1897.
2. Die übrige hier verglichene Literatur siehe bei (oben 1) p. 346—347.

Etwas näher als den Nematoden, so meinen DELAGE u. HÉROUARD, stehen die Chätognathen den *Échinodères*, qui ont une armature buccale analogue et présentent aussi un commencement de segmentation du corps. Jedoch hat mich die gesammte Literatur (ob. 1 u. 2) über den Bau der Stacheln nicht orientiren können. Man erfährt nirgends, ob ausser der Cuticula noch andere Gewebe an den Stacheln betheiligt sind, auch nicht ob die Stacheln mit Muskeln verbunden sind und also etwa selbständig, ohne den gesammten Rüssel, beweglich sind.

Gemeinsames und Unterschiede. Zur Vergleichung bleibt also nur ihre Stellung am vordern Körperende.

Ergebnis. Die Frage, welche Theile des Sagitten-Greifhakens in den *Echinoderes*-Haken wieder zu finden sind — etwa der Schaft — ist noch nicht spruchreif.

### 10. Mollusken.

1. THIELE, *Beitr. z. vergl. Anat. d. Amphineuren*, in: *Z. wiss. Zool.*, V. 58, 1894.
2. PAGENSTECHEK, *Allg. Zool.*, V. 2, p. 72, 1877.
3. SIMROTH, *Mollusca*, 1. Abth.: *Amphineura und Scaphopoda*, in: BRONN, *Klass. Ordn.*, V. 3, p. 144, 149, 151, tab. 11, 8, 6, 5, 1; p. 407—409; 331, 303, 283, 258, tab. 20, 1892—1894.
4. LANG, *Lehrb. d. vergl. Anat. d. wirbellosen Thiere*, 2. Aufl., *Mollusca*, bearb. von HESCHELER, p. 46—52, 282—288, 1900.
5. SIMROTH, *Mollusca*, in: BRONN, *Klass. Ordn.*, V. 3, Lief. 53—57, p. 450—455, 457—483, 1901.
6. ROTTMANN, *Ueber die Embryonalentwicklung der Radula bei den Mollusken*, I. Die Entw. d. Radula bei den Cephalopoden, in: *Z. wiss. Zool.*, V. 70, 1901.
7. K. C. SCHNEIDER, *Lehrb. d. vergl. Histol. d. Thiere*, p. 520—531, 561—564, Jena 1902.

## a) Die Kiefer.

Beispiel: Prosobranchia. „Der Kiefer . . . ist . . . die mehr oder weniger scharf umschriebene locale Verdickung der cuticularen Mundhöhlenauskleidung.“ Es „sondern die entsprechenden Epithelzellen, jede für sich, ein cuticulares Säulchen oder Stäbchen ab, das oft noch durch Schichtung die Periodicität der Entstehung bezeugt. Die Stäbchen, aussen von der allgemeinen Cuticula überzogen (DYBOWSKI), legen sich zu einem zierlichen Mosaik zusammen, dessen einzelne Steinchen meist rhombischen Querschnitt und Umriss haben.“ „In Fällen von . . . Weiterbildung sind die Stäbchen völlig mit einander verschmolzen, so dass die Mosaikzeichnung verschwindet.“ „Im Allgemeinen liegt jederseits in der Mundhöhle ein Feld, in welchem die Zellen längere Conchin-(Chitin-?)Stäbchen absondern, so zwar, dass diese Stäbchen von hinten nach vorn an Länge zunehmen und in regelrechter Reihe geordnet sind. Die Reihen gehen streng parallel von oben schräg nach vorn und unten. So kommt es, dass jeder Kiefer nach hinten immer blasser wird und allmählich in die allgemeine Cuticula ausklingt.“ — „Es fehlt bis jetzt noch an einer übersichtlichen Bearbeitung des Kiefers. Man muss viele Einzelangaben zusammensuchen“ (ob. 5).

## b) Die Radulazähnen.

Beispiel: Cephalopoda. Die Zähne der Radula sind „als eine Verdickung der Cuticula anzusehen“ und zwar der Cuticula, die das untere Epithel der Radulatasche bedeckt. Jeder Zahn besteht aus dem Zahnkörper und der Fussplatte. Der Zahnkörper wieder besteht aus dem Zahnrücken (Oberhäutchen, um auch hier diesen Begriff einzuführen) und dem eigentlichen Körper. Gebildet wird der Zahn von besondern Epithelzellen, den Odontoblasten. „Die Bildung der Radula beginnt mit der Ausscheidung einer feinen cuticularen Platte, der Basalmembran (oder Radularplatte), durch die gesammten Zellen des basalen Epithels. Hinten im Taschengrunde, genau in der Medianlinie, erfährt dieselbe eine Emporwölbung, unter welcher eine Abscheidung neuer Substanz durch die Odontoblasten, d. h. die im Fundus der Tasche gelegenen Epithelzellen, erfolgt. Die weitere Entwicklung geht dann in der Weise vor sich, dass beständig hinten durch neue Odontoblastenpolster weitere Zähne ausgeschieden werden. Die verbrauchten Zahnpolster rücken gemeinsam mit den Zähnen nach vorn vor. . . . Die Bildung eines jeden Zahnes beginnt mit der Abscheidung einer feinen Lamelle, welche nach vorn und zu beiden Seiten in die Basalmembran übergeht. Sie bildet den Zahnrücken.



Sodann folgt die Ausscheidung des eigentlichen Zahnkörpers und seiner Fussplatte (Basalmembran) durch die Odontoblasten, beide Theile entstehen gleichzeitig und sind von Anfang an innig verbunden.“ . . . „Irgend welches Auftragen von Substanz [gegen die ältern Autoren] durch die Zellen des obern Epithels der Radulatasche auf die Zähne „findet nicht statt“ (ob. 6). [NB. Ich habe um so weniger gezaudert, diese neuste Darstellung der Radula anzunehmen und als typisch zu betrachten, als sich mir beim Studium der ältern Autoren (siehe darüber die Zusammenfassung in ob. 3, 4 u. 5) ernste Zweifel über die Richtigkeit der Beobachtungen aufgedrängt hatten. Es erstreckten sich diese Zweifel namentlich auf die Betheiligung des Deckenepithels (der Radulatasche) an der Bildung des Zahnschmelzes (Zahnrückens, Oberhäutchens) und auf die gesammte Entstehungsweise der Basalmembran. Und gerade in der Anflärung dieser Verhältnisse erblicke ich das hauptsächlichste Verdienst der ROTTMANN'schen Arbeit.] Zur Vollendung des Gesamtbildes des Radulazahnes führen als weiteres

Beispiel die *Solenogastres*. Es zeigt die Radula der *Solenogastres* (ob. 1) „einige Neigung zur Rückbildung. . . . Am besten ausgebildet ist sie in der Gattung *Proneomenia*, ferner kommt sie vor bei *Paramenia*, *Macellomenia* etc.“ „Nach HUBRECHT hat die Radula von *Proneomenia sluteri* eine Basalmembran; HEUSCHER hat ihr Vorhandensein nicht ausdrücklich betont. Bei *Proneomenia vagans* habe ich keine einheitliche Membran gesehen. . . . Das scheint mir eine sehr bemerkenswerthe Thatsache zu sein, dass der Radula der *Solenogastres* häufig eine Basalmembran fehlt, sobald sie mehr als eine Reihe von Zähnen hat“ (THIELE). — Bei *Chaetoderma* (s. ob. 3) besteht die Radula „aus einem einzigen Stachel oder Zahne, dessen Basis die ganze Radulatasche ausfüllt; er stellt indess nur eine locale Verdickung der Cuticula der Zunge dar, wie WIRÉN die Umgebung nennt, einer Cuticula, die um so dicker wird, je mehr sie sich dem Zahne nähert, mit dem sie in mittlerer Höhe zusammenhängt. . . . Unter dem Zahne bildet das Epithel ein dickeres Polster von Odontoblasten, welche ihn erzeugen. Uebrigens macht die Cuticula durchaus den Eindruck von Chitin, sie ist deutlich geschichtet und senkrecht dazu gestreift, am klarsten im untern Theile des Zahnes, der aussen braun, im Innern blass aussieht.“

#### c) Die Kalkspicula.

Beispiel: *Solenogastres*. „Der Körper ist von einer sehr mächtigen Cuticularschicht umhüllt. . . . Durchsetzt wird diese

Schicht von zahlreichen Kalkstacheln, welche in 2 verschiedenen Formen auftreten. Die einen sind ziemlich klein, hohl, an beiden Enden zugespitzt, meist etwas gebogen, die andern sind bedeutend grösser, nur an einem Ende zugespitzt, am andern etwas gerundet. . . Diese beiden Stachelarten sind auch verschieden angeordnet, die kleinen liegen tangential oder schräg in der Cuticularschicht, während die grossen senkrecht in derselben stecken und mit ihren Spitzen über diese hinausragen. . . Wiederholt habe ich die grossen radiären Stacheln mit ihrem unteren Ende in einer starken Ein-senkung der Hypodermis stecken gesehen, deren Grund eine ziemlich grosse Zelle bildete. Am nächsten liegt doch jedenfalls die An-nahme, dass solch ein Spiculum noch in Bildung begriffen ist und dass die Basalzelle seine Mutterzelle darstellt. . . Diese Zelle dürfte später degeneriren, während der Stachel allmählich nach aussen vor-geschoben wird“ (THIELE). „Wo die Cuticula dünn bleibt (ob. 2), stehen die Kalkspicula auf ihr, oder sind genauer in feine Lücken eingepflanzt; wo sie sich verdickt, wird sie von den Spiculis durch-setzt, so dass diese oft kaum darüber hervorragen. . . Im All-gemeinen bestehen sie aus Calciumcarbonat, das mit organischer Grundsubstanz versehen ist. . . Bei sehr starker Vergrösserung er-kennt man deutlich eine concentrische Längs- und eine parallele Querstreifung“ . . . „Die Bildung der Spicula birgt noch eine Reihe von Problemen (ob. 3). Bei *Rhopalomenia* treten die Spicula zunächst als Zellhauben auf der Epithelschicht auf; doch ist nicht klar, in wie weit Wanderzellen, in wie weit Epithelzellen selbst in Frage kommen. Die Haube verlängert sich, indem von der Zelle her neue Kalklamellen sich anfügen. So bekommt sie bald eine conische Form mit einer innern Höhlung. Allmählich werden die Stacheln lang nadelförmig, endlich wird die Höhlung auch von unten her geschlossen, wobei auch das untere Ende sich zuspitzt. Damit verlieren die Nadeln ihren Zusammenhang mit dem Epithel.“ Bei andern Gat-tungen „scheinen mehrere Epithelzellen an der Bildung des Spiculums sich zu beteiligen, und ferner bleibt der Zusammenhang zwischen Stachel und Epithel dauernd gewahrt.“

Beispiel: Polyplacophora. „An den Cylinderstacheln (ob. 3) unterscheidet BLUMRICH den kalkigen Schaft, den Chitin-becher und den Chitinring. . . Der Chitinbecher läuft in das Stachelhäutchen aus, das den (kalkigen) Schaft rings einhüllt. . . Der Becher kann sich unten verjüngt in einen Chitinzapfen fort-setzen, der in den Ring hineinpasst. . . Der Chitinring, braun wie

der Becher, setzt sich aus mehreren bis vielen Stücken zusammen. Er kann auch fehlen, aber nie bei kräftig entwickeltem Becher.

Bei den Schuppenstacheln ist der dem Schafte der Cylinderstacheln entsprechende kalkige Theil breit und flach. Den Chitinbecher vertritt eine rautenförmige chitinige Basalplatte, deren Unterseite an dem einen stumpfen Winkel einen kleinen . . . Zapfen trägt. An der proximalen Fläche schliesst sich an die Basalplatte . . . eine gelblich glänzende Seitenplatte an, deren Chitin deutlich zerfasert ist. Die Grundmasse des kalkigen Theiles zeigt bei jüngern Schuppen ebenfalls eine aufstrebende Faserung. „Alle Stacheln sind durch einen hellen Plasmafaden mit je einer Epithelpapille verbunden. Zu einer Papille gehört immer nur ein einziger entwickelter Stachel; wohl aber kann sie ausserdem noch einen in Bildung begriffenen Stachel umschliessen.“ . . . „Die meisten Cylinderstacheln entstehen von einer Bildungszelle aus, die Schuppen aber und die Gliederstacheln von *Chitonellus* von vielen, von denen aber keine besonders hervortritt.“

#### Gemeinsames.

a) Der Kiefer zeigt in seiner Structur (parallele Säulchen) und in deren Herkunft (aus epithelialen Zellen, und zwar Ektodermzellen) entschieden Uebereinstimmung mit den Pfeilerstücken der Chätognathenhaken (und damit mit der Basalplatte der Turbellarien).

b) Die Radulazähne erinnern mit ihrem Aufbau aus Fussplatte und Zahnkörper wiederum an die Turbellarien, ferner an die Nemertinen (vielleicht auch an die Cestoden und Acanthocephalen). Mit diesen beiden Gruppen haben sie auch die Gliederung des Zahnkörpers in „Rücken“ und „eigentlichen Körper“ (Cuticularkappe und hyaline Schicht) gemeinsam. Vom Sagittenhaken entwickeln sie also Pfeiler und Schaft (ohne Spitze). Wenn das richtig aufgefasst ist — weil wir über die Structur nichts Näheres wissen, ist ein Irrthum möglich —, so müssen die Odontoblasten die Pulpa darstellen. Die frühere Auffassung von dem Verharren der Odontoblasten im Grunde der Radulatasche bot dieser Gleichsetzung Schwierigkeiten. ROTTMANN'S Untersuchung hat hier freie Bahn geschaffen.

c) Die Spicula und die Stacheln sind Gebilde von verschiedenem Werthe. In die erste Gruppe stelle ich die Spicula der Solenogastres und lege Gewicht darauf, dass sie in Taschen oder Lücken der Cuticula stecken und an deren Grunde entstehen. Damit nähern sie sich dem Bilde, das die Borstenfollikel der Anneliden bieten. Hier wie dort wird die Pulpa durch eine geringe Anzahl

von Bildungszellen (eine oder mehrere) vertreten, und hier wie dort kann das Hartgebilde hohl oder solid sein. Der Anklang an die Entstehung der Greifhaken ist damit deutlich ausgesprochen.

Die zweite Gruppe umfasst die Stacheln der Polyplacophora. Diese Stacheln haben eine so durchgebildete Gliederung, dass sie kaum noch anders wo Anschluss finden als bei den Sagittengreifhaken selbst. Ich erkenne in dem Kalkschatz mit dem Stachelhäutchen (nebst Chitinbecher und Chitinzapfen) die Spiralschicht und das Oberhäutchen wieder und sehe in der Bildungszelle die Pulpa. Ausserdem erscheint es mir möglich, in dem Chitinringe die Pfeilerstücke wieder zu erkennen.

Die Vergleichung mit dem Schuppenstachel folgt daraus ohne Weiteres.

#### Unterschiede.

a) Kiefer. Vom Pfeiler der Sagittengreifhaken unterscheidet sich der Schneckenkiefer durch den Ueberzug, mit dem ihn die „allgemeine Cuticula“ versieht. Das ist (wenn die Beobachtung richtig ist) aber lediglich eine durch die starke mechanische Beanspruchung erworbene Eigenschaft. Auf derselben Linie ist das Verständniss für die Verschmelzung der Stäbchen zu suchen. Weil aber gerade diese Verhältnisse noch nicht völlig geklärt sind, werde ich den Kiefer für meine Schlüsse nur mit Vorsicht benutzen.

b) Radulazähnen. Dass die Radula der Solenogastres keine Basalmembran hat, erscheint mir nicht als Rückbildung, sondern als eine ursprüngliche Eigenschaft. Die Basalmembran tritt erst dann auf, wenn grössere Leistungen von der Radula verlangt werden. Auch trotz des Mangels einer Basalmembran kann in diesem ursprünglichen Stadium der Zahnkörper ein Oberhäutchen tragen (nur haben wir noch keine Nachricht darüber; im andern Falle würde der Radulazahn einer *Pronomenia* dem Chitinstachel der Turbellarien noch näher gerückt sein). Für ursprünglich halte ich diese Erscheinungen schon deshalb, weil die Solenogastres Thiere mit z. Th. freier (nicht cuticularisierter) Epidermis sind und weil selbst bei den Cephalopoden noch die Zähne von einem freien Epithel gebildet werden: im Fundus der Radulatasche, da also wo jeder Zahn gebildet wird, ist das Epithel immer frei, nie gebunden.

c) Spicula, Stacheln. Ein schwer wiegender Unterschied zwischen allen Hakengebilden und diesen Stacheln ist deren Bildung aus Kalksalzen. Das darf aber als secundäre Erwerbung angesehen werden, weil ausserdem die (sonst übliche) organische Grundsubstanz



auch vorhanden ist. Die Spicula und die Stacheln stehen nie mit Muskeln in Verbindung. Dass sie hier und da den Zusammenhang mit ihrer Pulpa aufgeben, ist gleichfalls nur Charakter zweiten Grades.

#### Ergebnisse.

- a) Der Kiefer entspricht dem Pfeiler,
- b) das Radulazähnechen dem Schaft nebst Pfeilern und Pulpa.
- c) die Spicula der Solenogastres sind den Greifhakenspitzen gleich (s. u. 8. Anneliden!), und die Stacheln entsprechen dem Hakenschaft.

### 11. Protracheaten.

1. K. C. SCHNEIDER, Lehrb. d. vergl. Histol. d. Thiere, p. 440, 451, 1902.

*Peripatus* hat an den Enden seiner Extremitäten bewegliche Krallen. „Die Krallen werden von einer grossen Anzahl stark verlängert Deckzellen gebildet . . . Man beobachtet hier mehrere Cuticularlagen über einander, die durch schmale Lücken getrennt sind, aber an der Krallenbasis in die umgebende einfache Cuticula übergehen. Die untern Lagen stellen Reservekrallen vor, die wohl zum Ersatz, bei Abnützung der äussern, bestimmt sind, vielleicht aber auch nur zur Verstärkung dienen“ (ob. 1).

Gemeinsames. Die Deckzellen stellen die Pulpa dar, und die Cuticularkappen den Schaft.

Unterschiede. Alle übrigen Theile des Greifhakens sind hier nicht vorhanden.

Ergebniss. Die Kralle entspricht dem Schaft des Greifhakens.

Auf diesem Wege könnte man vielleicht noch weiter gehen. Bei den Tracheaten dürften einzig die Krallen der Füsse als Aehnlichkeiten in Betracht kommen. Das wären erstaunlich wenig Beziehungen, und doch giebt es gerade in dieser Thiergruppe einen überraschenden Ausblick: wer kühnern Gedankenflug nicht scheut, geht vielleicht gern der von LANG z. B. so eifrig vertretenen Idee nach, der zu Folge eine „ziemlich sicher nachgewiesene Homologie der Schleimdrüsen und Coxaldrüse von *Peripatus*“ und eine „Homologie dieser Hautdrüse mit den Borstendrüsen der Annulaten“ besteht und wonach auch „die Spinnrüsen in die Kategorie der Coxaldrüsen und parapodialen Borstendrüsen“ gehören (1. Aufl. d. Anat. d. Wirbellosen, p. 445, 451, 467, 472).

Vergleichbar scheint auch endlich der Stachel der Echinodermen zu sein (s. LANG, 1. Aufl. p. 478—479). Man darf hier vielleicht ausser an den Aufbau aus Schichten, auch an das von H. LUDWIG aufgefundene Gesetz denken: der Stachel wächst in einer rechtsgewundenen Spirale (in: BRONN, Klass. Ord., V. 2, 3. Abth., p. 541—543).

\*                    \*  
                          \*                    \*

Anmerungsweise will ich endlich noch einer Ansicht gedenken, die allerdings nicht streng in diesen Rahmen gehört, aber doch besprochen werden muss, weil sie den Charakter der Greifhaken als Haken in gewisser Beziehung in Frage stellt. KARL CAMILLO SCHNEIDER sagt in seiner Vergleichenden Histologie 1902 p. 227: Unter der Falte (gemeint ist die Kopfkappe) entspringen mächtige Kiefern, die ihrer Lage und paarigen Anordnung nach vielleicht auf den Tentakelapparat der Tentakulaten zu beziehen sind. Das ist eine Idee, die fraglos werth ist, gründlich erörtert zu werden und die in ihrem ganzen Umfange nur nach tiefer eindringenden histologischen und entwicklungsgeschichtlichen Studien erörtert werden kann. Wenn ich aber dennoch, und zwar auf Grund dessen, was ich über die Entwicklung und den Bau der Greifhaken ermittelt habe, urtheilen darf, so muss ich sagen: die Greifhaken sind Hartgebilde, wie sie nahestehende Thiergruppen auch haben, und zwar sind sie das vom ersten Anfang an. Spuren, die auf eine ehemals anders gerichtete Entwicklungsbahn deuteten, sah ich nirgends. Schon die Thatsache allein, dass der Haken im Grunde eines Follikels entsteht, scheint mir den Gedanken an eine Homologisirung mit Tentakeln auszuschliessen.

### Schlüsse.

I. Rein morphologisch betrachtet und lediglich auf die Würmer exemplificirt, ergeben sich folgende Sätze:

1. Die Betrachtung lehrt mit aller Deutlichkeit, dass unter allen haketragenden Würmern die Chätognathen den höchstdifferenzirten Hakentypus haben, dass in den verschiedenen Abtheilungen der Würmer zwar Einzelheiten ihres Bauplanes erreicht werden (und zwar in verschiedenem Grade der Ausbildung), nie aber die ganze Höhe ihrer Architektur erklimmen wird.

2. Im Einzelnen hat sich gezeigt

a) dass Würmer, die eine Cuticula haben. Theile des Chätognathenhakentypus ausbilden können und zwar entweder den Schaft (mit oder ohne perennirender Pulpa): Nematoden, Acanthocephalen, Gephyreen, *Echinoderes*, oder die Spitze: Anneliden;

b) dass Würmer mit freier (oder ehemals freier) Epidermis: Turbellarien, Nemertinen, (Trematoden, Cestoden) den Haken en miniature und — der Höhe ihrer sonstigen Entwicklung gemäss — in primitivster Form darstellen;

c) dass bei cuticulatragenden Würmern das dem Schaft entsprechende Stück durch Erhebung der Bildungsmasse über die Oberfläche: Nematoden, *Echinoderes*, Gephyreen (?), und das der Spitze entsprechende Stück im Grunde eines Follikels erzeugt wird, dessen Wände cuticulafrei sind: Anneliden (Solenogastres!).

II. Mehr biologisch und allgemeiner gefasst, ergeben sich diese Sätze:

1. a) Es erscheinen die dem Greifhaken verwandten Hartgebilde hier an die Gegenwart eines bestimmten Gewebes gebunden — der freien Epidermis, und es kommt nur auf die Höhe der Organisation an, die ein Thier sonst noch erreicht, ob der biologisch irgendwie geforderte Abkömmling des Epidermis in primitiver Gestalt oder in hoch differenzirter Form erscheint. [Primitiv: Turbellarien, Nemertinen, (Cestoden, Acanthocephalen); differenzirter: Solenogastres-Radulazahn, Prosobranchier-Radulazahn; hoch differenzirt: Sagittengreifhaken.]

b) Wird eine Epidermis durch Ausbildung einer Cuticula nach aussen hin gefestigt, so verliert sie die Fähigkeit, sämtliche Theile des Greifhakens zu bilden, — das „Urbild“ ganz herzustellen. Sie begnügt sich mit der Herausbildung des Haupttheils, des ihrem eignen Plane am meisten verwandten Schaftstückes [Trematoden, Nematoden, Gephyreen, *Echinoderes*, Cylinderstacheln und Schuppenstacheln der Polyplacophoren (?), Krallen von *Peripatus* und der Tracheaten (?), Stacheln der Echinodermen (?)].

c) Als Zwischenstufe kann hier der Versuch eines cuticularisirten Integuments gelten, allein die Spitze des typischen Hakens herzustellen. Dann wird die Bildung des Organs in einen Follikel verlegt, an dessen Wandung aber die Cuticula selbst sich nicht betheiligt. [Anneliden, Spicula der Solenogastres: bis dahin, wo die Bildungszellen liegen, reicht in beiden Fällen die Cuticula nicht.]

2. a) Der Kopf der Sagitten ist in bemerkenswerther Weise von den beiden übrigen Körperabschnitten unterschieden. Schwanz und Rumpf bestehen lediglich aus dem typischen Hautmuskelschlauch der Würmer: im Kopfe gesellt sich dazu — ein Hautskelet.

b) Das ist von ganz eminenter Bedeutung: denn zu einem Hautskelet gehört (Arthropoden!) eine auf bestimmte Sonderwirkungen (Einzelleistungen) hin differenzirte Musculatur. Mit andern Worten: ein Hautskelet verlangt die Auflösung des Hautmuskelschlaches in Einzelmuskeln (21). Diese Forderung aber ist (worauf allerdings noch keiner aufmerksam gemacht hat) im Sagittenkopfe in der erstaunlichsten Weise erfüllt. (S. Abschn. A 3, Anm.).

c) Ja noch mehr: die Musculatur des Hautmuskelschlaches, die im Kopfe also nunmehr in gesonderten Muskeln auftritt, ist quergestreifte Musculatur. Sie hat also bereits die Stufe der höchsten Vollendung erstiegen, deren die Muskelfaser fähig ist.

d) Jetzt nun löst sich das Räthsel, warum sonst so niedrig stehende Thiere wie die Sagitten zu so hoch differenzirten und so ausserordentlich leistungsfähigen Organen kommen, auf die einfachste Weise: 1. Weil sie eine freie Epidermis haben, 2. weil sie unter der Epidermis ein Skelet haben, und 3. weil der gemeinsame Abkömmling von Epiderm und Skelet (der Greifhaken also) an quergestreifte Musculatur gebunden ist.

Das aber ist eine Complication, die sonst nirgends im Thierreich vorkommt.

3. Zum Schluss noch ein paar Antworten auf eine Nebenfrage: Warum verschwinden „Pfeiler“ und „Spitzen“ bei höher stehenden Wirbellosen?

a) Nicht nur, wenn eine sehr dicke Cuticula auftritt (Molluskenstacheln), oder wenn sich in der Cutis Kalk ablagert (Echinodermen), sondern auch beim Uebergange ins Landleben (*Peripatus*, Tracheaten). Die zu zarte Structur hält alsdann nicht mehr zusammen. — Gegen diese Auffassung spricht nicht etwa der Schneckenkiefer, denn der wird durch die Speicheldrüsen stetig feucht gehalten, und pflegt sich überdies entweder durch eine Cuticularhülle oder durch Verschmelzung der Elemente zu festigen.

b) Die „Spitze“ namentlich verschwindet auch schon bei ständigem Leben im Wasser — dann nämlich, wenn der Haken andauernde Reibungen ausführen muss (Radula) oder energische Stösse auszutheilen hat (Nemertinen-Stilet).

\*

\*

\*



Wenn diese Untersuchung etwas gezeitigt hat, das ganz allgemein gilt, so ist es ein neues Stück Einsicht in die Einheit, die in den Grundzügen der thierischen Organisation herrscht. Ueber die verwandtschaftlichen Beziehungen der Chätognathen aber ist kein entscheidendes Wort gesprochen worden<sup>1)</sup> — es sei denn dies: noch immer steht diese kleine Gruppe wie eine einsame Felslöhe im weiten Meere, zu der es zwar Richtlinien die Fülle, aber noch immer keinen Weg giebt.

---

## 2. Theil.

### Von dem Werthe der Greifhaken für die Kenntniss der Arten.

Was mich veranlasst hat, an diese allgemeinen anatomischen Erörterungen ein der Systematik dienendes Capitel anzuschliessen, ist die Ueberzeugung, dass die Kenntniss des Baues der Greifhaken zur Festigung der Artdefinitionen ganz Erhebliches beitragen kann. Allerdings beziehen sich meine Ermittlungen vorerst nur auf 9 Arten, und ich bin ferne davon, zu behaupten, dass auch alle übrigen Arten ebenso klar darstellbare Unterschiede aufweisen müssten — wenngleich das wahrscheinlich ist. Für jene 9 Arten aber gilt ohne Einschränkung der Satz: An einem einzigen gut ausgebildeten Haken bereits — am leichtesten an einem der jüngsten, dem drittletzten etwa — kann man mit Sicherheit die Art erkennen. Und wenn einem sonst keine Art-Charaktere zugänglich sind: ein einziger Greifhaken schon entscheidet über die Zugehörigkeit des Exemplars zu seiner Species.

Die Greifhaken der von mir untersuchten 9 Chätognathen-Arten treten nach der Form ihrer Spitzen und dem Grade der Krümmung ihres Schaftes zwanglos zu vier Gruppen zusammen.

---

1) Die freie Epidermis ist Turbellarien- und Nemertinen-Charakter, die quergestreifte Musculatur und das Kopfskelet sind Arthropoden-Charaktere. Siehe auch (6), (6 a), (7), (8), (11).

**1. Gruppe.** Spitze mit ovaler Basis, streng kegelförmig; die Pulpa steht im Kreuzungspunkte der beiden Axen, also im Mittelpunkte der Basis. Schaft aus beinahe geradem untern Theile im obern Drittel sehr stark gekrümmt.

### 1. *Sagitta bipunctata* QUOY et GAIMARD.

#### 1. Literatur.

Beschreibungen:

1874. MÖBIUS, Vermes, p. 158.

Abbildungen:

1874. MÖBIUS, Vermes, tab. 3, fig. 17.

1901. KÜKENTHAL, Zool. Prakt., 2. Aufl., fig. 74.

2. Eigene Beobachtungen. Form (Textfig. K). Zierliche Haken von ovalem Querschnitt. Daher die Pulpa streng in der Mitte des ganzen Gebildes. Die Spitze ist bis zu einem Drittel ihrer Höhe dem Schaft eingepflanzt. Ueber den ganzen Schaft läuft, meist genau in der Mitte zwischen Schneide und Rücken, eine feine Kante (Furche?), oft auf jeder Seitenfläche eine.



Fig. K.

*Sag. bipunctata*.

Zahl. Die Autoren, die bisher die Art beobachtet haben, geben folgende Zahlen: LANGERHANS (1880) 5—7, AIDA (1897) 6—7, HERTWIG (1880), GRASSI (1883), STRODTMANN (1892), STEINHAUS (1896) 8—10, LEUCKART u. PAGENSTECHER (1858) in der Regel 9, KROHN (1853) 9—11. Ich habe gefunden: 13 mal rechts 8, links 8, 4 mal r. 9, l. 9; 44 mal r. 10, l. 10, 4 mal r. 11, l. 11, 2 mal r. 8, l. 7, 2 mal r. 8, l. 9, 5 mal r. 10, l. 9, 1 mal r. 11, l. 12, 1 mal r. 10, l. 8.

3. Herkunft. Hafen von Messina, Golf von Neapel, Helgoland.

### 2. *Spadella draco* KROHN.

#### 1. Literatur.

Beschreibungen: fehlen.

Abbildungen: fehlen.

2. Eigne Beobachtungen. Form (Textfig. L). Im ganzen Habitus der *Sagitta bipunctata* auf den ersten Blick sehr ähnlich. Aber dadurch, dass die Schneide mit einer sehr breiten, blattartig dünnen Crista versehen ist (der breitesten aller Cristen unter den 9 Arten), immer von *Sagitta bipunctata* zu unterscheiden. Spitze bis zu  $\frac{1}{4}$  oder  $\frac{2}{5}$  ihrer Höhe eingepflanzt; ihre Pulpa erreicht höchstens die Mitte der Höhe (bei *Sag. bip.* geht sie darüber hinaus). Die Crista reicht stets bis an das obere Schaftende hinauf. Bei ältern Haken weist sie unten eine sehr feine Zähnelung auf. Die Zähnchen sind fein bedornt und nehmen nach oben hin an Grösse stetig ab, bis sie (schon weit unter der Spitze) ganz verstreichen. Einzelne Spiralfasern zweigen sich vom Schaft ab und heften damit die Crista diesem fester an. Oberhäutchen am Rücken dick.

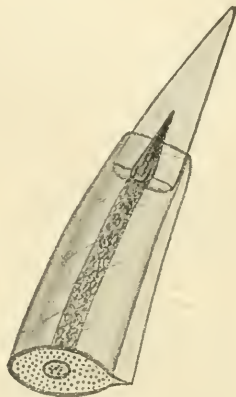


Fig. L.  
*Sp. draco.*

Zahl. Die Literatur giebt an: STRODTMANN (1892) u. STEINHAUS (1896) 9—10, KROHN (1853), LANGERHANS (1880), HERTWIG (1880) 10.

Ich habe gezählt: 4 mal rechts 8, links 8, 1 mal r. 9, l. 9, 1 mal r. 10, l. 10, 1 mal r. 7, l. 7; 1 mal r. 9, l. 8.

3. Herkunft. Hafen von Messina.

Allgemeines über No. 1 und 2. Beide Arten sind ausserordentlich zarte, zierliche Thiere, und beide sind mit einem Epidermiswulste versehen.

1. Der Epidermiswulst ist das grosszellige, leichte, wabige Gewebe, das den Körper besonders am Halse und am Rumpfe umgiebt. Bei der *Spadella draco* ist er an den Seiten des Rumpfes geradezu zu mächtigen Hohlräumen, Gasbehältern, Luftsäcken geworden, so dass die Deutung, dass man's in diesem Organe mit einem Apparate zu thun habe, der das Schwimmen erleichtere, wohl kaum fehlgeht. Der Epidermiswulst, der bei der *Sagitta bipunctata* Kopf, Hals und Vorderrumpf umgiebt, leistet höchstens dem Grade nach weniger als jener vollkommene Schwimm„ring“, erleichtert aber sicherlich dem Körper das Schwimmen.

2. Mit dieser Verminderung des specifischen Gewichts geht eine zartere Ausbildung der Musculatur parallel. So feine Gruppen von

Längsmuskeln, wie diese 2 Arten besitzen, haben die übrigen 7 nicht aufzuweisen. Es hat aber auch keine dieser 7 Arten einen so ausgeprägten Epidermiswulst wie diese beiden: Epidermiswulst und zartere Ausbildung der Musculatur gehören zusammen.

3. Die Greifhaken der beiden Arten sind äusserst zierlich, viel zierlicher als die der nächsten 3 Gruppen. Ausserdem stehen sie, was auch nicht wieder vorkommt, auf rinnenförmigen Hakenfeldern. Damit sind die Drehpunkte ihrer Greifhakensysteme einander näher gerückt, und das dürfte ihre Wirksamkeit beim Greifen etwas geringer machen gegenüber den Haken, die auf hervorgewölbtem Hakenfelde stehen (s. Einl. S. 582). Die beiden Arten sind — so darf man wohl aus der Reihe dieser Thatsachen schliessen — zu verhältnissmässig gering activer Lebensweise genöthigt.

**2. Gruppe.** Spitze mit ovaler Basis; ihr convexer Contur nimmt die stärkere Krümmung des Schaftrückens auf, der concave führt die sanftere Krümmung der Schneide fort. Die Vereinigung der beiden Conturen — der Gipfel der „Spitze“ — liegt in der Verlängerung der Concaven, manchmal neigt er sich etwas (ventralwärts) darüber hinaus; Pulpa auf der langen Axe der Spitzenbasis ein wenig dorsalwärts (gegen den dorsalen Brennpunkt hin) verschoben. Schaft von seiner Basis an gleichmässig und leicht gekrümmt.

### 3. *Sagitta furcata* STEINHAUS.

#### 1. Literatur.

Beschreibungen: fehlen.

Abbildungen:

1896. STEINHAUS, Verbr. d. Chätogn., tab. 1, fig. 4 u. 5, Habitusbild des Kopfes.

2. Eigene Beobachtungen. Form (Textfig. M und N). Spitzenbasis und Schaftrand divergiren stark nach innen, d. h. der Becher, in dem die Spitze sitzt, ist am Rücken niedriger als an der Schneide, er hat einen schief zu seinem Boden verlaufenden Rand. Der Winkel, den die Pulpa bei ihrem Eintritt in die Spitze mit dem dorsalwärts gelegenen Stück der Längsaxe der Basis bildet, ist entweder ein spitzer oder ein stumpfer Winkel (in Textfig. M ein stumpfer). Wenn man sich alle Spitzen eines Systems auf dieses Verhalten hin betrachtet, so findet man stets einen der folgenden 3 Fälle realisirt:



- a) alle diese Winkel sind stumpfe,  
 b) bei den ältesten Haken sind diese Winkel stumpf, bei den jüngsten spitz, — der rechte Winkel wird bei dieser Wandlung überschlagen,  
 c) die ältesten Haken haben spitze Winkel, die jüngsten stumpfe, — und wieder wird der rechte Winkel überschlagen.

Der Umschwung bei Fall b und c vollzieht sich gewöhnlich bei einem der mittlern Haken.

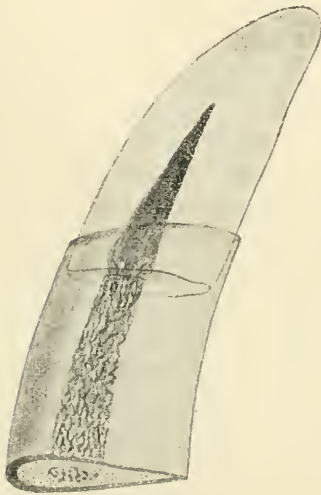


Fig. M.  
*Sag. furcata.*

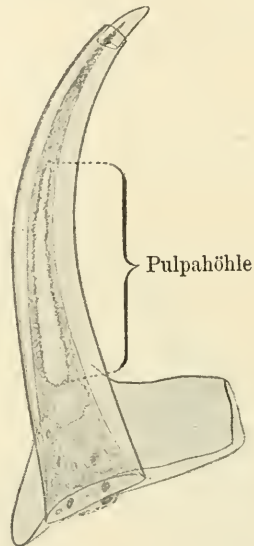


Fig. N.  
*Sag. furcata.* Ganzer Grh.

Die Spitze des 1. Greifhakens ist kaum halb so gross wie die des letzten. Die Pulpa verläuft im Schaft dicht unter dem Rücken, der Querschnitt des Schaftes ist also schlank keilförmig. Bei einzelnen Exemplaren biegt sie von der Spitze her plötzlich nach dem Rücken zu um, d. h. dann: der Querschnitt geht vom ovalen zum keilförmigen über. Die Pulphöhle (Textfig. N) beginnt zu ihrer Zeit (wie üblich) in der Höhe des Schneidenpfeilers und reicht allmählich bis in das obere Drittel des Schaftes. Sie ist von unverkennbarer Gestalt: gurkenförmig (s. diese Abh., 1. Th., A I 4). Aeltere Haken haben eine schmale Crista.

Zahl. STEINHAUS (1898), der Entdecker und bisher einzige Kenner der Art, giebt 8 Haken für sie an. Meine Zählungen haben ergeben: 17 mal rechts 8, links 8, 10 mal r. 9, l. 9, 3 mal r. 7, l. 7, 3 mal r. 9, l. 8, 1 mal r. 8, l. 9, 1 mal r. 8, l. 7, 2 mal r. 10, l. 10.

3. Herkunft. Hafen von Messina, was um so merkwürdiger ist, als der Entdecker der Art sie im südlichen Atlantischen Ocean gefunden hat.

#### 4. *Sagitta enflata* (GRASSI).

##### 1. Literatur.

Beschreibungen: fehlen.

Abbildungen: fehlen.

2. Eigene Beobachtungen. Form (Textfig. O). Spitzenbasis und oberer Schaftrand convergiren nach innen, d. h. der Becher, in dem die Spitze sitzt, hat dorsalwärts einen höher vom Boden entfernten Rand als ventralwärts. Spitzenbasis ventralwärts oft stufenförmig. Die Spitzen der ältern Haken schlanker als die der jüngern (vordern). Der Querschnitt des Schaftes mehr oval, nicht so schlank keilförmig wie bei der vorigen Art. Daher also die Pulpa breiter als der Rest der Schneide. Aeltere Haken mit Crista. Pulpahöhle durch grosse Maschen gebildet.

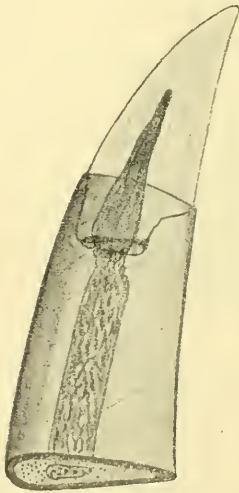


Fig. O.  
*Sag. enflata.*

*Sagitta enflata* ist eine in ihrer Hakenform merkwürdig variable Art; meine Schilderung umfasst jedoch alle Schwankungen.

Zahl. GRASSI (1883) hat beobachtet 9, STRODTMANN (1892) 8—9, AIDA (1897) 9—10. Meine Zählungen haben festgestellt: 2 mal rechts 7, links 7, 1 mal r. 8, l. 8, 3 mal r. 9, l. 9, 2 mal r. 10, l. 10, 3 mal r. 7, l. 8, 2 mal r. 10, l. 11, 1 mal r. 10, l. 9.

3. Herkunft. Hafen von Messina, Golf von Neapel.

Allgemeines über No. 3 und 4. Beide Arten haben gemeinsam, dass ihre Hakensysteme ganz aus dem Kopfe herausgehoben sind, nicht in Rinnen stehen wie bei No. 1 und 2.

**3. Gruppe.** Spitze mit breiterer ovaler Basis; die Pulpa steht nur etwas dorsalwärts vom Kreuzungspunkte der Axen. Die Spitzenbasis und der dorsale Contur stossen unter nahezu rechtem Winkel zusammen; der Winkel zwischen dem ventralen Contur und der Basis ist ein spitzer. Schaft unterhalb der Spitze durch eine massige, kurze Crista verbreitert. Der Rand der Crista führt den Contur der ventralen Spitzenseite ein Stück weiter und biegt dann plötzlich, brüsk, nach der Schneide um. Schaft vom Grunde aus gleichmässig und stark gekrümmt.

### 5. *Sagitta hexaptera* D'ORBIGNY.

#### 1. Literatur.

Beschreibungen:

1892. STRODTMANN, D. Syst. d. Chätog., p. 341.

Abbildungen:

1883. GRASSI, Chetognati, tab. 12, fig. 10 u. 11.

1892. STRODTMANN, D. Syst. d. Chaetog., tab. 17, fig. 1.

2. Eigene Beobachtungen. Form (Textfig. P). Spitzen von zweierlei Gestalt: die ältern (ersten) Haken haben schmale, schlanke

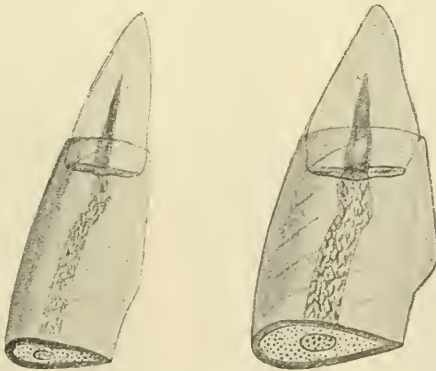


Fig. P.

*Sag. hexaptera.*

Älterer (erster) Grh.      jüngerer (letzter) Grh.

(und kleine) Spitzen, die jüngern (spättern) breite, kurze (und massige) Spitzen. So bei jungen Thieren. —

Bei alten Exemplaren verliert sich allmählich die schlanke Spitzenform, und es tritt deutlich die Neigung auf, einen einzigen Spitzentypus herauszubilden, und zwar den, den die jüngern Greifhaken bereits angenommen haben. Aeltere Haken bilden unten und zwar nur unten eine schmale, aber kräftige Crista. Die Spitze ist nicht immer so tief eingepflanzt wie auf der Abbildung; dann aber ist der Boden des Bechers so mannigfach ausmodelliert, dass die Verfestigung der Spitze keinen Schaden erleidet.

Zahl. Die frühern Autoren haben angegeben: DARWIN (1844) 8, KROHN'S Abbildung (1844) 5, GRASSI (1883) 6—7, STRODTMANN (1892) jederseits etwa 7, STEINHAUS (1896) 6—7, AIDA (1897) gleich den europäischen Autoren. Ich habe gesehen: 9 mal rechts 7, links 7, 3 mal r. 8, l. 8, 1 mal r. 6, l. 6, 3 mal r. 8, l. 7, 1 mal r. 6, l. 7.

3. Herkunft. Hafen von Messina, Golf von Neapel, Meer um Spitzbergen.

### 6. *Sagitta magna* LANGERHANS.

#### 1. Literatur.

Beschreibungen: fehlen.

Abbildungen: fehlen.

2. Eigne Beobachtungen. Form (Textfig. Q). Die Greifhaken sind viel zarter, schlanker und feiner als die der *Sagitta hexaptera*

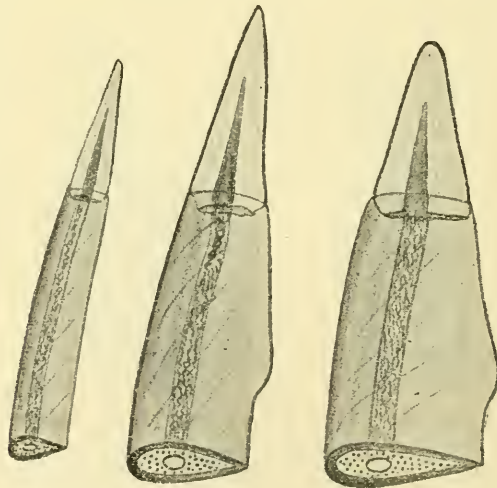


Fig. Q.  
*Sag. magna.*

Erster Grh.

mittlerer Grh.

letzter Grh.



von gleicher Grösse. Unter dieser Voraussetzung gilt: die erwachsene *Sagitta magna* beharrt auf dem Standpunkte der jungen *Sagitta hexaptera*. Haken 1 hat keine Crista unterhalb der Spitze und sieht fast aus wie ein Greifhaken aus der ersten Gruppe (*Sag. bipunctata* namentlich). Die Pulpa reicht bei allen Haken höher hinauf als bei *Sagitta hexaptera*.

Zahl. Die frühern Autoren geben an: LANGERHANS (1880) 7—9, GRASSI (1883) 10—13.

Meine Exemplare wiesen auf (ich habe nicht alle, die ich untersuchte, auf die Hakenzahl hin angesehen): 3 mal rechts 8, links 8, 1 mal r. 9, l. 7.

3. Herkunft. Hafen von Messina.

Allgemeines über No. 5 und 6. *Sagitta hexaptera* und *Sagitta magna* stehen sich auch in ihren übrigen Merkmalen so nahe wie sonst nicht wieder zwei Arten. Eigentlich weichen sie nur in der Zahl der Haken und Zähne und in der Körpergrösse von einander ab, also in sehr variablen Merkmalen. Ich vermuthe daher, dass *Sagitta magna* nur eine Varietät von *Sagitta hexaptera* ist. Die Entscheidung darüber wird nur der fällen können, der beide Arten erbeutet, beobachtet und studirt.

2. Der eigenthümliche Linienzug, den die Spitze zusammen mit dem verbreiterten obern Ende des Schaftes bildet, erinnert (als Ganzes genommen) lebhaft an die Form der Eckzähne unserer Raubthiere (Textfig. R). Ich vermuthe daher in beiden Gebilden dieselbe biologische Bedeutung und möchte deren Verständniss aus der Construction der amerikanischen Axt herleiten. Die Backen dieser Axtform laufen nicht wie die der deutschen Axt streng keilförmig nach der Schneide, sondern einwärts gebogen (vielleicht parabolisch gekrümmt?). Diese Gestaltung ermöglicht „wichtigen Einrieb, sowie erleichterte Lockerung zum Rückschwung“; sie schafft — so sagt KAPP, dessen Buche (20) ich diese Kenntniss verdanke — „das Doppelte und Dreifache einer Tagesarbeit im Vergleich zur deutschen“.



Fig. R.  
Linker unterer Eckzahn eines Panthers.

Der Eckzahn des Raubthiers zeigt diese Bildung wenigstens auf der Rückseite, da, wo er eine scharfe und deutliche Crista ausgebildet hat, mit der er sich eine plötzlich verbreiterte Basis schafft.

Die Bedeutung dieses Baues scheint mir nun die zu sein: ist die Beute nicht schon auf den ersten Hieb sicher genug gepackt, so muss das Gebiss mit kurzem und leichtem Ruck aus der Wunde herausgehoben werden können, damit es sofort aufs Neue und besser zupacken kann. Genau dasselbe thun die Chätognathen, von denen PAGENSTECHER (und er meint damit gerade die grossen Arten) sagt, dass sie „gierige Räuber“ sind, „welche vorzüglich den . . pelagischen Larven höherer Krebse nachstellen und solche bis zu einer so bedeutenden Grösse zusammengeschlagen in ihrem Verdauungs canal unterbringen, dass der Körper davon aufgetrieben erscheint“, und von denen er beobachtet hat, dass sie sich mit ihren Haken gerade wie Fiolaschnecken überall anhängen (22). (Vergleiche über den Zahnbau der Wirbelthiere auch GEBHARDT'S Untersuchung (23).)

**4. Gruppe.** Spitze nach innen umgebogen, gekniet (hakenförmig); ihre Basis mehr oder weniger oval, die Pulpa steht etwa zwischen dem Mittelpunkt der grossen Axe und deren dorsalwärts gelegenen Brennpunkte; die Pulpa reicht immer nur bis zum Knie der gerade, Spitze, nie macht sie die Krümmung mit. Schaft fast nur wenig gekrümmt.

#### 7. *Sagitta serratodentata* KROHN.

##### 1. Litteratur.

###### Beschreibungen:

1853. KROHN, Bau d. Gatt. *Sagitta*, p. 272.  
 1880. HERTWIG, Die Chätognathen, p. 260.  
 1892. STRODTMANN, Syst. d. Chätog., p. 347.

###### Abbildungen:

1853. KROHN, Bau d. Gatt. *Sagitta*, tab. 12, fig. 4.  
 1880. HERTWIG, Die Chätognathen, tab. 9, fig. 11 u. 12.  
 1892. STRODTMANN, Syst. d. Chätog., tab. 17, fig. 2.

2. Eigne Beobachtungen. Form (Textfig. S). Breite, schwere Haken. Die Gestalt der Spitze bewegt sich zwischen den in der Abbildung angegebenen beiden Extremen. Schaft an der Schneide

mit einer Leiste aus knötchenartigen Anschwellungen, Zähnen, versehen, die nach unten gerichtet sind und von oben nach unten hin immer weiter aus einander rücken. An den ältern Haken verstreichen sie dort ganz. Das oberste aller Zähnen der Leiste sitzt stets noch oberhalb der Spitzenbasis dicht unter dem Schaft-  
 rande. (Vergleiche damit das in allen  
 Stücken entgegengesetzte Verhalten  
 der Zähnelung an der Schneide von  
*Spadella draco*.)

Der Querschnitt des Schaftes ist lang-keilförmig. Aeltere Haken haben unten eine deutliche Crista. In diesem Falle verlegt ihr Querschnitt seine grösste Queraxe nach der Schneide zu, so dass der basale Theil des Hakens kolbig angeschwollen erscheint. Pulpahöhle dem Rücken näher als der Schneide und in der Form wie in dem Schema Textfig. B (siehe vorn im 1. Theil).

Zahl. Nur 4 Forscher von den 10, die die Art gesehen haben, machen Angaben über die Zahl der Haken  
 HERTWIG (1880) 8, GRASSI (1883), STRODTMANN (1892), STEINHAUS (1896) 6—8.

Ich habe gezählt: 40 mal rechts 6, links 6, 10 mal r. 7, l. 7, 4 mal r. 8, l. 8, 2 mal r. 5, l. 5, 2 mal r. 5, l. 6, 1 mal r. 7, l. 8, 1 mal r. 6, l. 8, 3 mal r. 7, l. 6.

3. Herkunft. Hafen von Messina, Golf von Neapel.

### 8. *Sagitta minima* (GRASSI).

#### 1. Literatur.

##### Beschreibungen:

1883. GRASSI, Chetognati, p. 15.  
 1892. STRODTMANN, Syst. d. Chätog., p. 348.  
 1897. AIDA, Chaetognaths, p. 15.

##### Abbildungen:

1883. GRASSI, Chetognati, tab. 1, fig. 14.

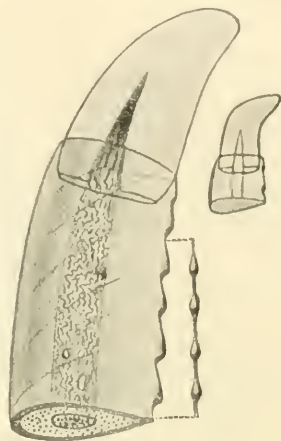


Fig. 8.  
*Sag. serratodentata*.  
 2 Spitzentypen.

2. Eigene Beobachtungen. Form (Textfig. T). Schlanke, lange Haken mit schlanken Spitzen, die nur wenig eingepflanzt sind. Im

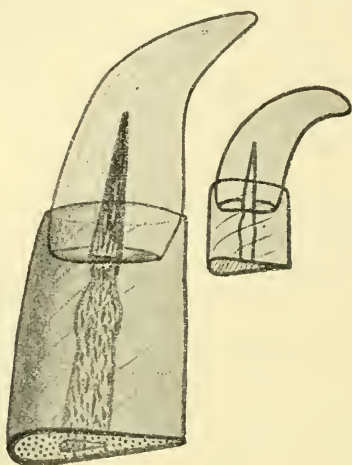


Fig. T.

*Sag. minima*. 2 Spitzentypen.

Verhältniss zu dem kleinen zierlichen Kopfe machen die Greifhaken den Eindruck einer schweren Bewaffnung. Im basalen Theile sind sie kolbig aufgetrieben. In der Farbe nur unmerklich gelb getönt und nahezu von demselben Lichtbrechungsindex wie die Spitzen. Im Halstheil der Pulpa tritt oft dicht unterhalb der Spitze eine Anschwellung ein, die auf den ersten Blick den Eindruck macht, als reiche der basale Pulpatheil so hoch hinauf. Uebrigens nimmt die Pulpa einen recht grossen Raum ein. Die Spitze ist an ihrem Gipfel manchmal wie ein Haken gekrümmt. AIDA (1897) sagt von seinen japanischen Exemplaren: the top of the seizing hook is strongly curved inwards. Aeltere Haken haben eine ganz schmale, feine Crista. Die Haken eines Systems sind von nahezu gleicher Grösse, die Spitzencurve verläuft also flach.

Zahl. GRASSI (1883) und STRODTMANN (1892) geben beide die Zahl auf 6—7 an. Ich habe gesehen: 18 mal rechts 7, links 7, 5 mal r. 6, l. 6, 3 mal r. 8, l. 8.

3. Herkunft. Hafen von Messina, Golf von Neapel.



9. *Krohnia hamata* (MÖBIUS).

## 1. Litteratur.

## Beschreibungen :

1874. MÖBIUS, Vermes, p. 158.  
 1880. HERTWIG, Chätognathen, p. 268.  
 1892. STRODTMANN, Die Syst. d. Chätog., p. 351.

## Abbildungen :

1874. MÖBIUS, Vermes, tab. 3, fig. 15 u. fig. 14.  
 1880. HERTWIG, Chätognathen, tab. 9, fig. 11 u. 13.  
 1892. STRODTMANN, Die Syst. d. Chätog., tab. 17, fig. 3—4.

## 2. Eigene Beobachtungen. Form der ältern Haken (Textfig. U).

Massige, schwere Haken von breit ovalem Querschnitte und kräftig gelblicher, selbst bräunlicher Farbe. Die Spitzenform bewegt sich zwischen den beiden Extremen, die die Figur angiebt. Der Pulpa steht ein unverhältnissmässig weiter Canal zur Verfügung, den sie daher auch nie auszufüllen vermag. Ihre Hauptmasse hält sich in der Mitte und heftet sich nur durch körnigwabige Ausläufer an die Canalwand an. Der Schaft zeigt an der Schneide oben eine leichte nach aussen hervortretende Curve. Unten schwillt er an und verlegt damit die Queraxe des Querschnitts nach der Schneidenseite. Unterhalb der Spitze haben die jüngern Haken eine kolbige Anschwellung des Pulpacanal wie *Sagitta minima*. Bei den ältern Haken desselben Systems ist diese Anschwellung wieder ausgeglichen. Wenn man lediglich nach dem Pulpagewebe urtheilt und nicht nach der Wandung des Canals, so kann man den Eindruck gewinnen, als bewege sich die Pulpa in sehr unsichern Formen. Bei manchen Haken biegt sie von der Spitze her nach dem Rücken zu aus.

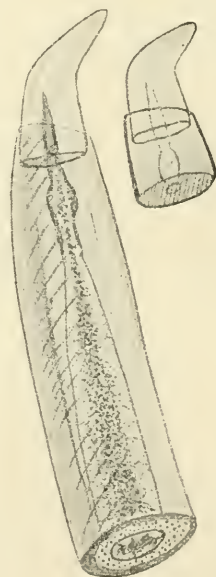


Fig. U.

*Kr. hamata*. 2 Spitzentypen.

Die Spitze wird von dem Schaft ausserordentlich fest umschlossen, namentlich von dessen Rücken breit unterstützt. Spitzengrund und Schafttrand convergiren nach innen.

Form der Greifhaken bei jungen Thieren. STRODTMANN (1892) hat an den Greifhaken jüngerer Individuen eine eigenartige

Entdeckung gemacht. Er fand, „dass der innere Rand fast der ganzen Länge nach mit feinen Zähnchen besetzt ist“ und fügt hinzu: „Sobald die Thiere älter werden, verlieren die grössern Greifhaken die Zähnchen und die Spitze (die bis jetzt lang gestreckt war) erhält ihre charakteristische knieförmig umgebogene Gestalt, die kleinern dagegen behalten noch ziemlich lange die Zähnchen“.

Mir haben 3 junge Exemplare vorgelegen, die mir an einzelnen Haken noch Reste dieser Zähnelung zeigten. Die Zähne, die nichts gemein haben mit den (knöpfchenartigen) Zähnchen der *Sagitta serratodentata*, wohl aber an die (allerdings sehr viel zarter und eine Alterserscheinung darstellenden) Zähnchen der *Spadella draco* erinnern, gleichen breiten Zinken eines Kammes, die man sich allerdings schräg sitzend zu denken hat. Hinzufügen kann ich noch, dass sich solch ein mit Zähnchen versehener Greifhaken von dem ältern auch noch durch wellige Krümmungen seines Schaftes unterscheidet. Zu den übrigen Angaben STRODTMANN's und zu seinen Deutungen vermag ich nicht Stellung zu nehmen, weil es mir, wie gesagt, an ausreichendem Material gemangelt hat.

Zahl. Die frühern Autoren MÖBIUS (1874), HERTWIG (1880), STRODTMANN (1892), STEINHAUS (1896) geben die Zahl der Greifhaken auf 8—9 an. Meine Zählungen haben ergeben: 4 mal rechts 9, links 9, 1 mal r. 10, l. 10, 1 mal r. 8, l. 8, 2 mal r. 6, l. 6 (junge Thiere).

3. Herkunft. Meer um Spitzbergen.

Allgemeines über No. 7, 8 und 9.

1. Die Chätognathen mit diesem Hakentypus sind Thiere von auffallend kräftiger Körpermusculatur, sind geradezu ins Grobe geratene Thiere, und nie haben sie einen Epidermiswulst. Wenn es also richtig ist, dass (wie ich bei *Sagitta bipunctata* und *Spadella draco* bemerkt habe) der Epidermiswulst ein Schwimmring ist, auf dessen Kosten die Körpermusculatur zarter ausgebildet werden konnte, so spricht hier die grobe Musculatur bei Abwesenheit eines Epidermiswulstes auch ihrerseits für die Richtigkeit jener Auffassung.

2. Wie dort bei Gruppe 1, so drängt sich auch hier noch ein zweiter Schluss auf die Lebensweise der Thiere auf. Zu straffer, starker Musculatur sind schwere, breite, lange Haken gegeben. Das Räuberleben also (Räuber sind sie ja alle) vermögen diese 3 Arten in viel activerer Form zu führen als z. B. die *Sag. bipunctata* und die *Spadella draco*. Sie sind durch den größern Bau ihres Hautmuskelschlanchs widerstandsfähiger und durch den Mangel des

Epidermwulstes selbständiger in ihren Bewegungen. (Siehe auch das Vorkommen der *Krohnia hamata* in bedeutenden Tiefen.)

\* . \* \*

Von den 31 Chätognathen-Arten, die nach STEINHAUS (1900) als bekannt gelten dürfen, sind ihren Greifhaken nach ausser diesen 9 soeben eingehender geschilderten Arten bisher charakterisirt worden: *Krohnia foliacea* und *Krohnia pacifica* von AIDA (1897), *Krohnia subtilis* durch GRASSI (1883) und STRODTMANN (1892), *Sagitta lyra* durch GRASSI (1883), *Spadella marioni* von GOURRET (1884) und *Sagitta bedoti* und *Spadella vougai* durch BÉRANECK (1895) — zusammen also noch 7 Arten. Wenn auch diese Schilderungen nur wenig Einzelheiten bringen, so gewähren sie doch immerhin ein Bild von den Haken. Ueber die Greifhaken der 15 übrigen Arten jedoch fehlt noch jede Auskunft.

Breslau, im September 1902.

---

### Nachtrag.

---

Seit dem Abschluss meines Manuscriptes hat L. DONCASTER in zwei Arbeiten (11 u. 25) die eben erörterten Thatsachen und Probleme gestreift. Weil er mit seinen Beobachtungen um ein gutes Stück weiter gekommen ist als die Früheren, mögen seine Angaben hier im Wortlaut folgen.

1. Auf Schnitten durch den Kopf einer 3 Tage alten Larve hat er (11) gefunden, that the epidermis is thickened under the hood; this condition, fährt er fort, persists in the adult in the anterior part of the head, and, since the thickening is in just the region from which the hooks grow out, it is possible that it is connected with their formation. Mit diesem Funde und den daran geknüpften Vermuthungen bestätigt er meine Angaben und Schlüsse, die sich im 1. Theil unter A III, S. 592—593 u. Einl. S. 582 finden.

2. In Bezug auf die Zahl der Greifhaben bemerkt er (25) über die *Sag. tricuspadata*: it was found that while the typical number of hooks is 8, one specimen had only 4, another 5, and others 7 on each side. Viel wichtiger — aber mir einstweilen noch undeutbar, weil ich die Art nicht kenne — ist eine Beobachtung (25), die possibly indicates that the hooks are lost to some extent at maturity. The species in question was *Sag. lyra*, ein Thier, das GRASSI nur sehr selten geschlechtsreif gefunden hat, das auch DONCASTER im „Auftrieb“ und in geringen Tiefen unreif fand, at depths of 400 and 1000 metres aber in Mengen geschlechtsreif erbeutete. Those from the greater depth were remarkable in that a large proportion had only 3 hooks on each side instead of 7, although others were nearly or quite mature with the normal 7 hooks. These examples had otherwise all the characters of *S. lyra*, except that the head was perhaps shorter and broader than usual. These facts seem to indicate that either there are 2 closely allied species or varieties included under the name *S. lyra*, or that when maturity is reached, 4 out of the 7 hooks on each side are, in some cases at least, lost. — Die Frage, ob Species,



ob Varietät, liesse sich vielleicht durch die Form der Greifhaken unterscheiden, wenn sich's eben nicht doch um Alterserscheinungen handelt.

3. Ein paar seiner Bemerkungen über die Entwicklung des Greifhakensystems ergänzen die frühern Beobachtungen (s. Hist. B III) in erfreulicher Weise. Under the hood, so berichtet er (11) von der 3—4 Tage alten Larve, 4 or 5 small hooks make their appearance, the most posterior of which is the longest, while the front one is hardly visible; as they increase in size new ones begin to grow in front, until the normal number for the species is reached (vgl. B III 1—3).

4. Für die im 2. Theile meiner Untersuchung nachgewiesene Correlation zwischen Epidermiswulst, Musculatur und Greifhaken sprechen auch DONCASTER's neue Arten (25) *Sag. ferox*, *polyodon* und *septata*.

Zum Schluss noch

5. eine Bemerkung allgemeinerer Art. Wenn künftige Forschungen erwiesen haben werden, dass die in Abschn. C gegebenen Anregungen und Versuche, gewisse Integumentgebilde — die Haken und Stacheln — als einander verwandt zu betrachten, Erfolg hatten, dann werden die Greifhaken der unscheinbaren Chätognathengruppe für unsre morphologische Kenntniss grosser Gruppen der Wirbellosen von entscheidender Bedeutung werden. Schon jetzt lässt sich sagen, dass dann z. B. die gründlichen Bemühungen JOH. THIELE's (26), die Solenogastren als „eine mit den Gordiiden und Anneliden nächst verwandte Gruppe von Würmern“ zu erweisen, eine neue und sichere Stütze finden werden (vgl. C 10 und die Schlüsse I 2; II 1 a u. c).

Breslau, 23. Mai 1903.

### Literatur.

---

Die Titel der von mir benutzten Literatur über die Chätognathen findet man:

1. bis zum Jahre 1892 bei STRODTMANN, Die Systematik der Chätognathen und die Verbreitung der einzelnen Arten im nordatlantischen Ocean, in: Arch. Naturg., Jg. 1892, V. 1, p. 372—376.
2. bis 1896 bei STEINHAUS, Die Verbreitung der Chätognathen im südatlantischen und indischen Ocean. Dissert., Kiel 1896, p. 11—13.
3. bis 1900 bei STEINHAUS, Chätognathen, in: Hamb. Magelh. Sammelreise, Hamburg 1900, p. 10. (Sehr sorgfältiges Verzeichniss.)

Auf diese Verzeichnisse beziehe ich mich und trage hier nur nach, was inzwischen erschienen ist oder was ich über einzelne Werke zu bemerken habe.

4. MARTINUS SLABBER, Natuurkundige Verlostingen, behelzende microscopise Waarneemingen van in- en uitlandse Water- en Land-Dieren, 1.—18. Stukje. Te Harlem, By J. Bosch, 1769—1778. 6. Stukje, Derde Waarneeming van den Zee-Worm, genaamd Sagitta of Pyl. Diese holländische Ausgabe ist besser als die vielbenutzte deutsche.
5. SCORESBY. Seit KROHN 1844 in den Anat.-phys. Beobachtungen über die *Sagitta bipunctata*, p. 3, Anm. \*) geschrieben hatte: Ich verdanke den Nachweis, dass SCORESBY ein sehr ähnliches Thier in der nördlichen Polarzone angetroffen und in seinem Werke (Account of the arctic regions, V. 2, tab. 16, fig. 1 u. 2) abgebildet, einer gütigen Mittheilung des Herrn Prof. ESCHRICHT — scheint kein Bearbeiter der Sagitten das Werk wieder eingesehen zu haben. Es bietet auch in der That nichts für die Naturgeschichte

- der Sagitten. SCORESBY's Text enthält nicht einmal das Wort Sagitta, und zu den 2 Figuren auf tab. 16 bemerkt die Explanatation of the Plates nur Natural size. Das in fig. 1 dargestellte 37 mm lange Thier, das mit einer Schwanzflosse, einem schuabelförmig verlängerten Kopfe und 2 Dingen wie Augen ausgestattet ist, könnte *Sagitta hexaptera* sein. Fig. 2. ein 31 mm langes Thier, deute ich wegen seiner herzförmigen Schwanzflosse, eines Paares Seitenflossen und seines Gesamthabitus mit grösserer Bestimmtheit als *Krohnia hamata*. Beide Thiere zählt er zu der principal food of the whale.
6. SIMROTH, Entstehung der Landthiere, p. 35, 65, 165, Leipzig 1891.
  - 6a. ZIEGLER, H. E., Ueber den derzeitigen Stand der Cölomfrage, in: Verh. Deutsch. zool. Ges., 1898, p. 31 u. 65—66.
  7. DELAGE et HÉROUARD, Traité de Zoologie concrète, V. 2, Les Vermidiens. Chätognathes, p. 243—251, Paris 1897.
  8. DONCASTER, L., Notes on the development of Sagitta, in: Proc. Cambridge phil. Soc., V. 11, part 4, Cambridge 5. Febr. 1902.
  9. SHIPLEY, Thread Worms and Sagitta, in: Cambridge nat. Hist., V. 2, p. 186—194, 534, London 1901.
  10. SCHNEIDER, KARL CAMILLO, Lehrb. d. vergl. Histologie der Thiere, p. 226, 135, 693, Jena 1902.
  11. DONCASTER. L., On the development of Sagitta; with notes on the anatomy of the adult, in: Quart. J. microsc. Sc. (N. S.), V. 46, part 2, p. 351—398, 3 Tafeln, 1902.
  12. ROTHERT, Ueber den Bau der Membran der pflanzlichen Gefässe, in: Anz. Akad. Wiss. Krakau, p. 11—28, 1897.
  13. PAX, PRANTL's Lehrb. d. Botanik, 11. Aufl., p. 93, Leipzig 1900.
  14. STRASBURGER. NOLL, SCHENCK u. SCHIMPER, Lehrb. d. Botanik f. Hochschulen, 5. Aufl., p. 56, Jena 1902.
  15. WILK, Dr. E., Die Synthese im naturgesch. Unterricht, in: Pädagog. Magazin. Heft 63, p. 25, Fussnote, Langensalza 1895.
  16. PETER, Dr. KARL, Die Entwicklung und functionelle Gestaltung des Schädels von *Ichthyophis glutinosus*, in: Morph. Jahrb., V. 25, p. 599—601 Anm., 1898.
  17. GALILEI, G., Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend, Zweiter Tag (1638), in: OSTWALD's Klassiker der exacten Wissenschaften, No. 11, p. 117—125, 139, 1890.
  18. GLASER u. KLOTZ, Leben und Eigenthümlichkeiten der niedern Thierwelt, 2. Theil. p. 43, Leipzig 1882. Enthält gelegentlich einer Erörterung über die Conchospirale ein treffendes Wort über die Mathematik in der organ. Natur: „So auerkennenswerth es ist, wenn sich der Mathematiker mit diesem Gegenstande befasste, so gelang es doch nicht ganz, das gewünschte Ziel zu erreichen; absolute Genauigkeit darf man eben bei organischen Körpern nicht verlangen. Aeusserte doch ein hochberühmter Mathematiker gesprächs-

weise: Die Mathematik solle noch erfunden werden, die auf organische Körper eine unmittelbare Anwendung finden kann.“

19. VONDERLINN, Statik für Hoch- und Tiefbautechniker, 2. Aufl., Stuttgart 1902.
  20. KAPP, Philosophie der Technik, Braunschweig 1877.
  21. GEGENBAUR, Vergl. Anatomie der Wirbelthiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen. Die Capitel: Integument und Hautmuskelschlauch, V. 1 (bes. p. 603), 1898.
  22. PAGENSTECHEK, H. A., Allgemeine Zoologie, 2. Th., p. 71—72, 1877.
  23. GEBHARDT, W., Ueber den functionellen Bau einiger Zähne, Theil 2, in: Arch. Entw. Mechan., V. 10, p. 263—268, 335—340, 1900.
  24. CONANT, Notes on the Chaetognaths, in: JOHN HOPKINS Univ. Circulars, June 1896, p. 83.
  25. DONCASTER, L., Chaetognatha, with a note on the variation and distribution of the group, in: The Fauna and Geography of the Maldive and Lacadive Archipelagoes, V. 1, part 2, 1902.
  26. THIELE, JOH., Die systematische Stellung der Solenogastren und die Phylogenie der Mollusken, in: Z. wiss. Zool., V. 72, p. 433—455, 1902.
-



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Krumbach Thilo

Artikel/Article: [Über die Greifhaken der Chätognathen. Eine biologische Studie. Gleichzeitig ein Beitrag zur Systematik dieser Tiergruppe. 579-646](#)