

Nähe von Alexandrien. Im Aquarium läßt er sich leicht ans Süßwasser gewöhnen und ist ziemlich ausdauernd.

Aus der Umgebung von Jaffa in Palästina, brachte Herr Kneucker im Juni 1904 noch folgende vier Arten Schlangen mit:

Psammophis sibilans L.

Tropidonotus tessellatus Laur.

Tropidonotus natrix L.

Oligodon melanocephalus Jan.

Von letzterer schönen und seltenen Art nur ein leider etwas verletztes Stück.

(Sämtliche vorstehend aufgeführten Arten befinden sich im Museum der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M.)

4. Zur Kenntnis der Geruchsorgane der Wespen und Bienen.

Von Prof. R. Vogel, Tübingen.

(Mit 4 Figuren.)

Eingeg. 24. Dezember 1920.

Unsre bisherigen Kenntnisse vom Bau der Geruchsorgane der Insekten sind wegen der Kleinheit und dicht gedrängten Lage der histologischen Elemente noch recht ungenügend. In neuerer Zeit ist die auf diesem Gebiet herrschende Unsicherheit noch vermehrt worden durch die von A. Berlese in seinem Handbuche »Gli Insetti« I, S. 615—633 vertretenen Ansichten. Während man bis dahin nach dem Vorgange O. vom Rath's gewisse, in Gruppen angeordnete, mit Fortsätzen zu dem Chitinandapparat versehene Zellen für Sinneszellen hielt, deutet Berlese die gleichen Elemente als Drüsenzellen, die von Nerven mit »Nervenzellen« umhüllt werden sollen.

Zur Klärung der bestehenden Widersprüche habe ich die auf der Fühlergeißel von Wespen und Bienen vorkommenden Sinnesorgane (Sensillen) einer neuen Untersuchung unterzogen. Ich wählte diese Gruppe, weil deren antennale Sinnesorgane sehr reich differenziert sind und weil sich unter ihnen auf Grund experimenteller Untersuchungen — hauptsächlich der neuesten von K. v. Frisch — Geruchsorgane befinden müssen. Meine ausführliche Arbeit wird in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie erscheinen, im vorliegenden Aufsätze möchte ich nur einige Untersuchungsergebnisse bekannt geben.

Von den Sensillen der Wespen- und Bienenantenne zeigen die Kegel (Sensilla basiconica), die Platten (S. placodea) und ein Teil der Härchen (S. trichodea olfactoria), nämlich jener Typus mit dünner

Wandung und sich allmählich verjüngender Spitze, im wesentlichen ähnliche Zusammensetzung ihres Zellapparates und Übereinstimmung in den feinsten Differenzierungen der Sinneszellenenden. Man darf

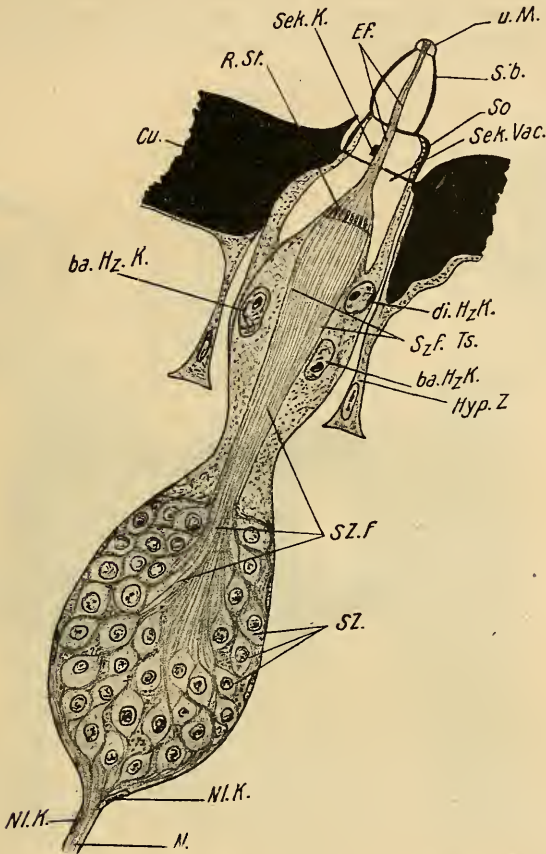


Fig. 1. Sensillum basiconicum (Riechkegel) mit Zellapparat von *Vespa vulgaris* (altes Puppenstadium) im Achsenschnitt. Fix. Zenker. Färbung Eisenhämato-eosin. Vergr. etwa 950 \times . *ba.Hz.K.*, Kerne der basalen Hüllzellen; *Cu.*, Cuticula; *di.Hz.K.*, Kern der distalen Hüllzelle (trichogene Zelle); *EF.*, Endfäden der Sinneszellen; *Hyp.Z.*, Hypodermiszellen; *Ku.M.*, Kuppelmembran; *N.*, Nerv; *Nl.K.*, Neurilemmkern; *R.St.*, Riechstäbchen; *S.b.*, Sensillum basiconicum; *Sek.K.*, Sekretkörperchen; *Sek.Vac.*, Secretvacuole; *Sz.*, Sinneszellen; *Szf.*, Sinneszellfortsätze; *Ts.*, Terminalstrang.

Alle Figuren wurden, wenn nichts andres angegeben ist, mit dem Abbéschen Zeichenapparat in Objektstischhöhe gezeichnet.

hieraus wohl auf gleiche Funktion schließen. Zu jeder der drei genannten Kategorien von Sensillen gehört eine Gruppe von sehr kleinen Sinneszellen (Durchmesser etwa 5—7 μ), deren Zahl bei den

S. basiconica etwa 30—40, bei den *S. placodea* etwa 12—18, bei den *S. trichodea olfactoria* etwa 5—10 μ beträgt.

Vermittels der Golgimethode wurde zunächst der von vom Rath gebrachte Nachweis, daß jede der problematischen Zellen nur von einer Nervenfaser versorgt wird, und daß jede Zelle einen Fortsatz an die Endfläche des Sensillum entsendet, bestätigt. Die von

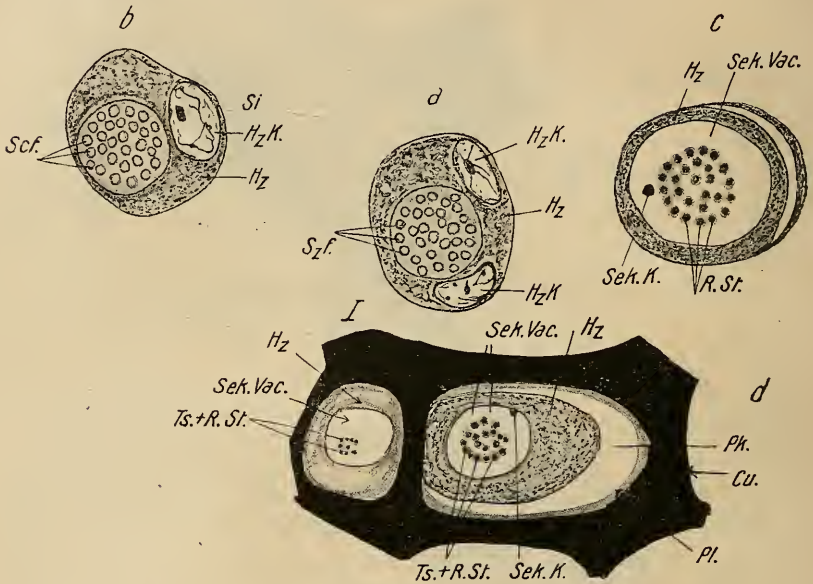


Fig. 2a—d. Terminalstrang eines *S. basiconicum* (Riechkegel) von *V. vulgaris* (alttere Puppe) im Querschnitt. Vergr. etwa 1600 \times . Die Sinneszellfortsätze und Riechstäbchen etwas zu dick gezeichnet. a und b im Bereich der Hullzellkerne, c im Bereich der Riechstäbchen (*Sek.K.* nur bei höchster Einstellung sichtbar). d, Riechstabchenzone eines *S. placodeum* (rechts) und *S. trichodeum olfactorium* im Querschnitt, aus dem gleichen Preparat. Fix. Zenker. Färbung Eisenhämatoxylin. *Cu*, Cuticula; *H_z*, Hullzelle; *H_z.K.*, deren Kern; *Pl*, Plasmabelag; *Ph*, Porenkanal; *Sek.K.*, Sekretkorperchen; *Sek.Vac.*, Sekretvacuole; *Ts + R.St.*, Terminalstrang mit Riechstäbchen.

Berlese als Drüsenzellen angesprochenen, zu Gruppen vereinigten Zellen, sind also in Wirklichkeit die Sinneszellen. Die nur auf Golgi-preparate des fertigen Insektes begründete Annahme vom Raths, daß es sich um »primäre« Sinneszellen handle, die, wie die Riechzellen der Wirbeltiere, zu rückwärts im Gehirn mit Endbäumchen endigenden Fasern auswachsen, scheint durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen keine Stütze zu finden. Die mir zu Gesicht gekommenen Entwicklungsstadien sprechen zugunsten der Berlese-schen Beobachtung, daß der Riechnerv vom Gehirn aus in die An-

tenne einwächst und zwischen die Epidermiszellen eindringt. Sekundär verbinden sich — nach meiner Auffassung — die Nervenfasern dann mit den aus ursprünglichen Hypodermiszellen entstandenen Sinneszellen. Die an die Sinneszellen herantretenden Fasern sind außerordentlich fein, schätzungsweise nur $0,3 \mu$ im Durchmesser. Nach den Golgi-

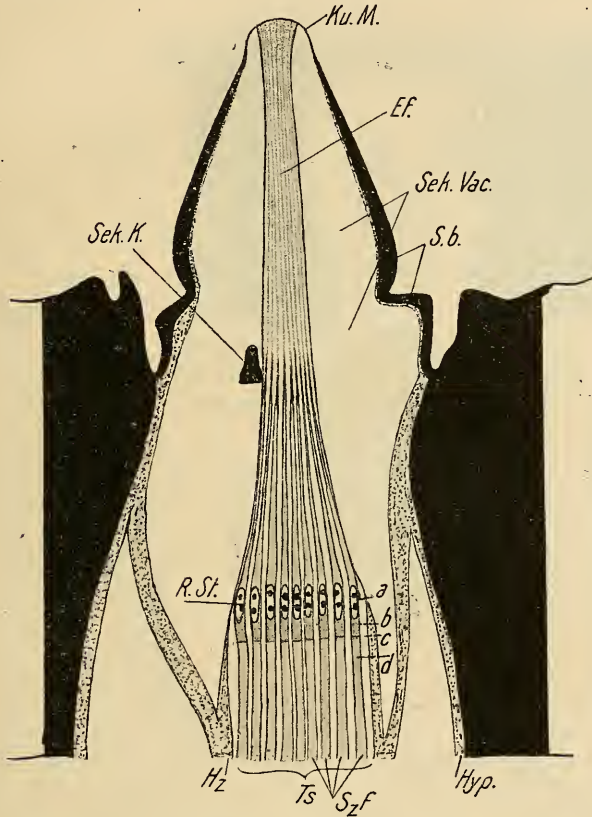


Fig. 3. *S. basicornicum* (Riechkegel) von *V. vulgaris* (ältere Puppe) mit Sinneszellenendigung im Längsschnitt, etwas schematisiert. (Nach Zeichnung mit Abbéschen Zeichenapparat freihändig sehr stark vergrößert, etwa $4700\times$.) Fix. Zenker. Färbung Eisenhäm.-Eosin. Bezeichnungen wie in Fig. 1, außerdem *a*, Körnchenzone der Riechstäbchen; *b*, dichtes Plasma der Riechstäbchen; *c*, Schaltzone gegen *d*, dem nicht differenzierten Teil der Sinneszellfortsätze.

präparaten ist kein Zweifel, daß sich immer nur eine Faser mit einer Zelle verbindet. Die distalen Sinneszellfortsätze sind zu Bündeln, »Terminalschläuchen«, wie vom Rath sagt, vereinigt, welche an den Endflächen der Sensillen, also an der Spitze der Kegel, Härchen oder an den Riechplatten inserieren. Die feinen Endfasern der Sinnes-

zellen, welche die Anheftung übernehmen, machen an gefärbten Präparaten einen fibrillär-chitinierten Eindruck.

In geringer Entfernung von der Anheftungsstelle, im Anschluß an die chitinierten Endfäden zeigen die im Durchmesser etwa $0,5\mu$ messenden Sinneszellenenden nun sehr charakteristische bisher nicht beachtete

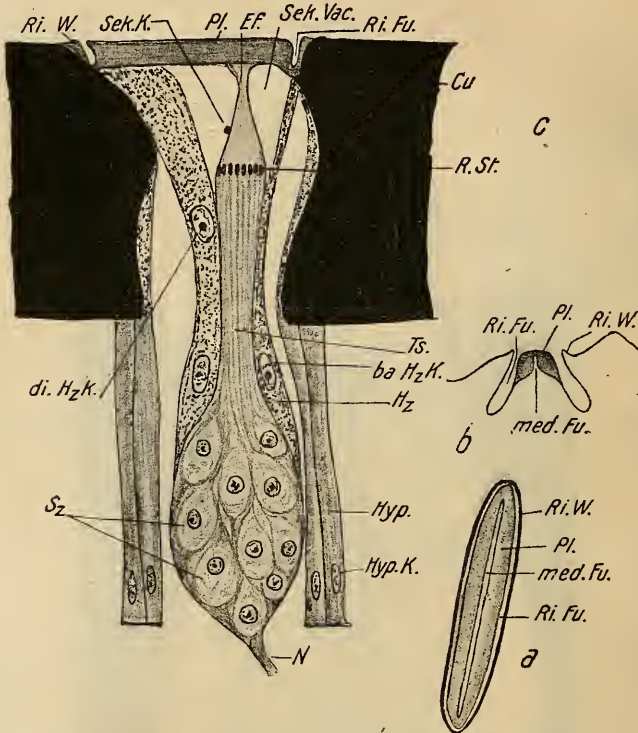


Fig. 4a—c. *S. placodeum* von *V. vulgaris* (ausgebildete Imago ♀) bei Aufsicht, nach Totalpräparat. Vergr. etwa $1600\times$. *med.Fu.*, mediane Furche der Platte; *Pl.*, Riechplatte; *Ri.Fu.*, Ringfurche; *Ri.W.*, Ringwall. b. *S. placodeum* einer jüngeren Puppe von *V. vulgaris* im Querschnitt. Fix. Zenker. Färbung Eisenhämatoxylin. Vergr. u. Bezeichnung wie Fig. 4a. c. *S. placodeum* (Porenplatte, Riechplatte) mit Zellapparat von *V. vulgaris* (ältere Puppe) im Längsschnitt. Fix. Zenker. Färbung Eisenhämatoxylin-Eosin. Vergr. etwa $1600\times$. Aus mehreren Schnitten kombiniert. Bezeichnung wie Fig. 1. Außerdem: *Pl.*, Platte des Sensillum placodeum.

Bildungen. Sie enthalten hier nämlich bei *Vespa* je zwei hintereinander in einem schmalen hellen Hof gelegene Körnchen von schätzungsweise $0,3\mu$ Durchmesser. Die Körnchen liegen in allen Zellen auf gleicher Höhe, bilden also eine Zone, wie sich auf Längsschnitten und Querschnitten zeigen läßt (Fig. 1—4*R.St.*). Sie kommen in allen Sinneszellen der *S. basiconica*, *S. placodea* und *S. trichodea olfactoria* bei

Vespa, *Polistes* und in ähnlicher Weise auch bei allen untersuchten Apiden an gleicher Stelle vor. Die Körnchen lassen sich am besten mit Eisenhämatoxylin darstellen, bei welchem sie auch nach stärkerer Differenzierung (10—12 Min.) intensiv geschwärzt erscheinen. Auch Osmiumsäure ist zur Darstellung der Körnchen günstig. Auf Querschnitten durch den Terminalstrang sieht man natürlich immer nur ein Körnchen (Fig. 2 *R.St.*), weil das andre verdeckt wird. Bezüglich der Deutung der Körnchen wäre der Gedanke an Centren, wie sie in den Epithelien der Wirbeltiere in weiter Verbreitung nachgewiesen wurden, naheliegend. Ihre periphere Lage (hinter den chitinierten Endfasern der Zellen), die Größe, Anordnung und das färberische Verhalten sprechen dafür. Selbstverständlich gehört zum strikten Nachweis der Centrosomennatur die Beobachtung der Entstehung der Gebilde aus ihresgleichen durch Teilung. Leider fehlten für diese nicht vorausgesehene Frage die entscheidenden Entwicklungsstadien. Vorderhand möchte ich die beschriebenen Gebilde einschließlich des sich proximal anschließenden kurzen dritten differenzierten Abschnittes der Sinneszellen als »Riechstäbchen« bezeichnen (s. Fig. 3 a—c). Ich nehme an, daß dieser ganze Abschnitt als vorderster reizbarer Teil der Sinneszellen bei der Reizung durch die Riechstoffe eine besondere Rolle spielt. Hierzu scheint er um so geeigneter, als der ganze distale Teil der Sinneszelle einschließlich der Riechstäbchen bei allen untersuchten Arten stets von einem Secretmantel (Fig. 1—4 *Sek.Vac.*) umgeben ist, der am basalen Teile des Terminalstranges und am eigentlichen Körper der Sinneszelle fehlt. Ich komme damit zur Betrachtung der accessorischen Zellen des Riechapparates (Rhinarium), die bislang kaum Beachtung gefunden haben. Fast immer konnte ich drei accessorische Zellen ermitteln. Es handelt sich um größere, modifizierte Hypodermiszellen mit großem Kern und deutlichem Nucleolus. Zwei Kerne (Zellen) liegen mehr basalwärts fast auf gleicher Höhe (Fig. 1 *ba.H.Z.K.*) im mittleren Abschnitt des Terminalstranges. Der dritte liegt weiter distal (Fig. 1 *di.H.Z.K.*). Die zu ihm gehörige Zelle fasse ich als die Bildungszelle des Chitinsensillum auf, da ihr Plasma diesem unmittelbar anliegt. Die beiden proximalen Zellen sind die eigentlichen Hüllzellen des Terminalstranges, sie dürften auch den Secretmantel erzeugt haben, der die Sinneszellenenden stets umgibt. Bei *Apis* ist dies besonders deutlich, hier konnte ich für jede dieser beiden Zellen einen aus der Tiefe der Zelle kommenden Secretgang nachweisen.

In dem Secretmantel um das Ende des Terminalstranges läßt sich meist — bei älteren Puppen und jungen Tieren stets — ein kegelförmiges Körperchen, das sich mit Eisenhämatoxylin intensiv

schwärzt (Fig. 1—4 *Sek. K.*) nachweisen. Auf jüngeren Puppenstadien macht es den Eindruck eines kleinen Chitinspitzchens, ich vermute, es handelt sich um die kegelförmige Endigung einer der beiden basalen Hüllzellen. So viel über den allgemeinen Aufbau der Geruchsorgane der Bienen und Wespen.

Ein Unterschied besteht zwischen diesen beiden Gruppen in der Anordnung der Sinneszellen. Bei den Vespiden sind diese zu deutlich gesonderten Gruppen angeordnet, welche, wenn sie größeren Umfang annehmen, mehr oder weniger tief in die Leibeshöhle hineinragen (Fig. 1). Bei den Apiden ist die gruppenweise Anordnung meist stark verwischt. Die ursprünglich auch hier vorhanden gewesenen isolierten Gruppen sind bei Vermehrung der Sensillen so dicht aneinander und übereinander gedrängt worden, daß sie sich berühren und in jedem Fühlerglied eine zusammenhängende Masse von Sinneszellen entsteht, die nur von Bündeln von Stützzellen senkrecht durchsetzt wird. Das Riechepithel der Apiden gewinnt dadurch eine gewisse Ähnlichkeit mit dem der Wirbeltiere, wobei die basale Masse der kleinen rundkernigen Sinneszellen der Bienen der »Zone der runden Kerne« (Riechzellen) der Wirbeltiere entsprechen würde, während deren »Zone der ovalen Kerne« durch die länglichen Kerne der accessorischen Zellen der Bienengeruchssensillen vertreten sein würde.

Über die Zahl der Sensillen und Sinneszellen wurden (mit neuer Meßmethode) einige neue Erhebungen angestellt, die mit den alten Angaben in der Literatur teilweise in starkem Widerspruch stehen. Hier sei nur auf die Zahl der *S. placodea* (Riechplatten) bei den einzelnen Geschlechtern der Honigbiene hingewiesen. Bei der Bienenkönigin beträgt deren Zahl etwa 2000, bei der Arbeiterin etwa 6000 und bei der Drohne etwa 30000 auf jeden Fühler (nach O. Schenks mangelhafter Zählmethode sollen bei der Drohne nur 15 500 vorhanden sein). Berücksichtigt man, daß zu jedem *S. placodeum* etwa 16 Sinneszellen gehören, wie sich aus dem Querschnitt durch ein Bündel der intensiv färbaren Riechstäbchen berechnen läßt, so würden also zu den *S. placodea* eines einzigen Drohnenfühlers rund 500 000 Sinneszellen mit Riechstäbchen gehören! Die große Zahl dieser Gebilde bei der Drohne dürfte auf Selection beim Hochzeitsflug zurückzuführen sein, bei welchem nur die schnellsten und mit den besten Sinnesorganen versehenen Individuen zum Ziele gelangen. Die Drohnen verhalten sich in der vermehrten Zahl ihrer Einzelaugen und ihrer Geruchsorgane übrigens wie die Männchen zahlreicher anderer Insekten. Insbesondere sind bekanntlich die ♂ vieler Schmetterlinge und Käfer mit zahlreicheren Einzelaugen und Geruchsorganen ausgestattet als die ♀.

Daß die Fühlergeißeln Sitz der Geruchsorgane der Bienen und

Wespen und der Insekten im allgemeinen sind, ist durch die Versuche von G. Hauser, A. Forel und andern, besonders aber die von K. v. Frisch, so gut wie erwiesen. Da fast die gesamte Sinneszellenmasse zu den *S. basiconica*, *S. placodea* und *S. trichodea olfactoria* gehört und diese Organe in ihrem gröberen und feineren Zellenbau im Prinzip übereinstimmen und auch die Chitinendapparate zur Aufnahme von Riechstoffen die günstigsten Verhältnisse zeigen — es handelt sich um Membranen von stellenweise unter $0,5 \mu$ Dicke, die vom Secret accessorischer Zellen befeuchtet werden —, so dürfte an sie auch die Geruchswahrnehmung geknüpft sein.

Außer den genannten Sensillen finden sich auf den Fühlern — oft in sehr großer Anzahl — noch Härchen mit sehr feiner langer Spitze vor. Unter diesen Härchen befindet sich ein sehr enger Porenkanal, der die Untersuchung der Innervierung außerordentlich erschwert (bei den Riechhärchen ist der Kanal bedeutend weiter). Bei *Apis* konnte das Herantreten eines feinen Schlauches an die Haarbasis sicher ermittelt werden. Form der Härchen und Endigungsweise des Schlauches erinnern an Tasthärchen anderer Insekten, so dürfte es sich auch bei den Bienen und Wespen um Tasthärchen handeln. Ferner kommen an den Fühlern noch die sogenannten Forelschen Flaschen (*S. ampullacea*) und Champagnerpfropfgänge (*S. coeloconica*), beiderlei Organe gegenüber den andern jedoch nur in sehr geringer Anzahl vor; sie wurden bisher nur bei den Acculeaten festgestellt und scheinen den übrigen Hymenopteren zu fehlen. Für das Riechen kommen sie wohl nicht in Frage. Es scheint nach meinen Beobachtungen zu den *S. ampullacea* und *S. coeloconica* immer nur je eine Sinneszelle zu gehören. In manchen Fällen ließ sich der Nachweis der Innervierung noch nicht sicher erbringen (*Bombus*). Die in der soeben erschienenen 3. Lieferung von O. Bütschli's Vergl. Anatomie S. 735 in Fig. 534 unter 3 u. 4 gegebene Darstellung, wonach zu den *S. ampullacea* und *S. coeloconica* zwei Gruppen von Sinneszellen gehören, beruht nach meinen Beobachtungen auf irrtümlicher Kombination. Experimente unter Ausschaltung bestimmter Kategorien der beschriebenen Organe sind leider ziemlich ausichtslos, weil die verschiedenen Organe oder Sensillen meist dicht gedrängt nebeneinander und durcheinander stehen. Bezüglich weiterer histologischer Einzelheiten muß auf die ausführliche Arbeit hingewiesen werden.

Nach den vorigen Darlegungen müssen wir die *S. basiconica* (Riechkegel), die *S. placodea* (Riechplatten) und *S. trichodea olfactoria* (Riechhärchen) als die Geruchsorgane auffassen. Die Kegel und Härchen finden sich bereits an den Antennen der Myriapoden vor,

vermutlich sind erstere aus letzteren durch Vergrößerung der Chintinteile und Vermehrung der Sinneszellen entstanden. Aus den Kegeln haben sich weiter die *S. placodea* entwickelt durch Verkürzung des Kegels. Die ursprünglich kreisförmige Platte der *S. placodea* wurde in manchen Gruppen bedeutend in die Länge gestreckt, und zwar in der Längsrichtung der Fühlergeißel, man spricht dann von »streifenförmigen« Sensillen oder Rhinarien. Am stärksten ist dies bei gewissen Ichneumoniden (*Rhyssa*, *Ephialtes* usw.) geschehen, deren ♀ den Legestachel zwecks Eiablage (in Insektenlarven) oft mehrere Zentimeter tief ins Holz einbohren. Beim Aufsuchen geeigneter Brutstellen tasten die genannten Ichneumoniden fortwährend mit ihrer Fühlergeißel auf den Holzstämmen herum, bis sie eine geeignete Stelle gefunden haben. Eine genaue Ermittlung der Riechquelle wird durch die Größe und Richtung der streifenförmigen Rhinarien offenbar sehr begünstigt. Die Vergrößerung der reizaufnehmenden Oberfläche dieser Sensillen und die durch ihre Längsorientierung gestattete möglichst vollkommene Heranbringung an die Geruchsquelle bewirken eine intensivere Reizung. Durch Zusammenarbeit des intensiven Geruchsreizes mit dem durch die Tasthärchen der Umgebung der beteiligten Rhinarien vermittelten Tastreiz wird ein genaues Einsetzen des Legebóhlers ermöglicht.

Bezüglich der Literatur verweise ich hier nur auf die entomologischen Handbücher, ferner auf R. Demoll, (»Sinnesorgane der Arthropoden«, Braunschweig 1917) und auf die vortreffliche Übersicht über den Geruch der Insekten bei H. Henning (»Der Geruch«, Leipzig 1916).

5. Über das System der Demospongien.

Von Joh. Thiele, Berlin.

Eingeg. 28. Januar 1921.

Die Tetraxonia werden von v. Lendenfeld (2) in Tetractinellida und Lithistida, die ersteren in 3 Unterordnungen: Sigmatophora, Astrophora und Megasclerophora eingeteilt — auf die Einteilung der Lithistiden will ich nicht eingehen. Als Megasclerophora werden die Plakiniden, denen Rhabde und Microsclere fehlen, und die ganz skeletlosen Oscarelliden zusammengefaßt. Die beiden Gruppen der Sigmatophora und Astrophora sind von Sollas aufgestellt worden, jenen sollen die sternförmigen Microscleren fehlen und durch »Sigue«, die zuweilen Dörnchen tragen, ersetzt sein. Diese Nadelform hat v. Lendenfeld neben den Spirastern als Sigmaspire (schraubenförmig gekrümmte Metactine) bezeichnet und damit, wie ich glaube, ganz richtig auf eine Gleichwertigkeit beider Formen hingewiesen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [53](#)

Autor(en)/Author(s): Vogel Richard

Artikel/Article: [Zur Kenntnis der Geruchsorgane der Wespen und Bienen.
20-28](#)