

verändert, so müssen alle Organe des Körpers, der sich aus dem veränderten Keimplasma entwickelt, anders beschaffen sein, als bei jedem der beiden Erzeuger dieses Keimplasmas.

Damit ist Herrn von Lendenfeld's Einwand beseitigt. Ich werde aber allen denen zu Dank verpflichtet sein, die Einwände, mit denen ich nicht so leichtes Spiel haben werde wie mit diesem, gegen die Gemmarienlehre vorbringen werden; denn ich möchte meiner Theorie nur durch harten Kampf zum Siege verhelfen.

Ergebnisse vergleichend-physiologischer und anatomischer Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe.

A u t o r e f e r a t ¹⁾.

Von Dr. rer. nat. et med. **Wilibald A. Nagel**,

Assistent am physiologischen Institut in Tübingen.

I. Definitionen, dem allgemeinen Teile der Abhandlung entnommen.

1) Unter Sinnesthätigkeit ganz im allgemeinen verstehe ich das rasche Eintreten erster, primitiver Veränderungen im psychischen Zustande eines Wesens (= Empfindung) unter dem Einflusse einer auf den Körper des Wesens einwirkenden Kraft.

2) Die Irritabilität (Reizbarkeit) besteht darin, dass gewisse auf ein Wesen einwirkende Kräfte (Reize) in denselben Vorgänge physiologischer Art auslösen können, ohne dass dabei die Integrität des Körpers oder auch nur eines Teiles desselben gestört würde, indem durch bestimmte weitere (physiologische) Vorgänge der frühere Zustand alsbald wieder hergestellt werden kann.

Die Art des ausgelösten Vorganges (die Reaktion) ist in erster Linie bestimmt durch die Eigenschaften, die Struktur und chemische Zusammensetzung des gereizten und reagierenden Wesens, bezw. des gereizten und reagierenden Körperteiles, in zweiter Linie durch die Art des Reizes.

1) Die diesem Autoreferate zu grunde liegende Originalarbeit (gekrönte Preisschrift) befindet sich gegenwärtig (Juni 1894) noch im Drucke. Sie erscheint im Verlage von Erwin Naegle in Stuttgart als Heft 48 der Bibliotheca zoologica, herausgegeben von Leuckart und Chun unter dem Titel: Vergleichend-physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe, mit einleitenden Betrachtungen aus der allgemeinen vergleichenden Sinnesphysiologie. Mit 117 teilweise farbigen Figuren auf 7 lithographischen Tafeln.

3) Die Sensibilität (Sinnesempfindlichkeit) ist die Eigenschaft, Sinnesthätigkeit ausüben zu können.

Im Gegensatz zur Irritabilität wird man von Sensibilität dann sprechen, wenn man annimmt, dass den durch den Reiz ausgelösten somatischen, physikalisch-chemischen Vorgängen psychische Parallelvorgänge, wenn auch niederster Stufe, entsprechen.

4) Die in der menschlichen Physiologie sich wenigstens mit ausreichender Schärfe von selbst ergebenden Abgrenzungen und Begriffe der Sinne verwischen sich bei niederen Tieren immer mehr. Es muss daher nach einem wissenschaftlich durchführbaren Prinzip zu ihrer Definition gesucht werden. Da sich die Empfindungsqualität der Sinnesempfindungen fremder Wesen unserer Kenntnis entzieht, kann auf sie eine Definition der Sinne, analog derjenigen, welche in der menschlichen Physiologie üblich ist, sich nicht gründen. Was uns zum Zwecke vergleichend-physiologischer Untersuchung der Sinne einzig dazu dienen kann, die Sinne zu unterscheiden und zu charakterisieren, das ist, nach der oben aufgestellten Definition der Sinnesthätigkeit, weder die Verschiedenheit der den einzelnen Sinnesreizen entsprechenden Vorgänge im psychischen Zustande, noch die Verschiedenheit der Sinnesorgane, durch welche der Reiz perzipiert wird, sondern die qualitative Verschiedenheit der Kräfte, welche die Aenderung des Zustandes bedingen (Definition der Sinne nach der Reizform).

5) Demnach unterscheide ich bei Tieren (insbesondere bei den sog. niederen Tieren) die Sinne nach der Reizform als mechanischen, chemischen, thermischen und photoskioptischen (vergl. Biol. Centralblatt, Bd. XIV, Nr. 11) Sinn. Diese Sinne stelle ich als die Primitivsinne denjenigen anderen Sinnen (abgeleiteten Sinnen) gegenüber, deren Thätigkeit schon die Existenz gewisser weiterer psychischer Fähigkeiten (Lokalisationsvermögen, Urteilsvermögen) notwendigerweise voraussetzt (Gesichtssinn, Tastsinn, Gleichgewichtssinn etc.).

Die Scheidung der Organe des mechanischen Sinnes in Tast-, Hör- und Gleichgewichtsorgane verwischt sich bei niederen Tieren (schon bei den Fischen) vielfach, bezüglich der Organe des chemischen Sinnes muss man schon bei manchen Landtieren, besonders aber bei den Wassertieren im Zweifel sein, ob sie sich in Geruchs- und Geschmacksgangorgane scheiden lassen, denn:

6) Es ist offenbar nicht zulässig, anzunehmen, dass die Wassertiere außer dem Geschmackssinne einen zweiten, in seinem inneren Wesen von jenem verschiedenen, chemischen Sinn, den Geruchssinn besitzen, solange nicht nachgewiesen ist, dass es eine Verbreitungsart der Riechstoffe im Wasser gibt, welche von derjenigen der Schmeckstoffe verschieden ist.

Dieser Nachweis ist nicht geliefert, vielmehr sprechen alle Erfahrungen und die Experimente dagegen. Bei den Landtieren ist es der Aggregatzustand der normalen Reizstoffe, welcher Geruch und Geschmack scheidet, indem man normalerweise nur flüchtige, gas- oder dampfförmige Stoffe riecht, nur flüssige oder verflüssigte feste Stoffe schmeckt. Beim Leben im Wasser fällt die Einwirkung gas- und dampfförmiger Stoffe weg, es ist daher auch kein Grund vorhanden, vom Geschmackssinne den Geruchssinn bei Wassertieren abzuspalten.

An die Stelle von Riechorganen treten bei Wassertieren häufig außerhalb des Mundes gelegene Schmeckorgane.

7) Die Bedeutung des chemischen Sinnes wechselt bei Wassertieren ebenso sehr wie bei Lufttieren, ist aber bei ersteren im allgemeinen geringer als bei letzteren. Namentlich tritt an Stelle des oft fein entwickelten Riechens auf große Entfernung nicht ein entsprechendes Schmecken in die Ferne. Dagegen übernimmt der Geschmackssinn bei den Wassertieren diejenige Funktion des Geruchssinnes, welche ich als Riechtasten bezeichnet habe, d. h. das Beriechen in nächster Nähe: Die Schmeckorgane der Wassertiere werden nicht wie die der Lufttiere nur dann erregt, wenn sich Nahrung im Munde befindet, sondern unter Umständen schon vorher, so lange sich die Beute nahe dem Munde, aber noch außerhalb desselben befindet.

Dass das Schmecken in die Ferne nicht in der Weise möglich ist, wie das Riechen in die Ferne, rührt daher, dass die Wasserteilchen mit samt den in ihnen gelösten Stoffen sich viel schwerer und langsamer bewegen als Gasteilchen, sich somit weniger weit und weniger rasch ausbreiten.

Wassertiere, welche ihre Beute auf größere Entfernungen hin bemerken und verfolgen, thun dies daher stets mittels des Gesichtssinnes.

8) Die Organe, mittels deren die Sinnesreize wahrgenommen werden, sind nicht in allen Fällen „spezifische Sinnesorgane“.

Als spezifische Sinnesorgane bezeichnet man solche Apparate eines lebenden Wesens, wo mittels deren normalerweise von dem Wesen nur eine bestimmte Gattung derjenigen Reize wahrgenommen wird, welche für dasselbe überhaupt wahrnehmbar sind; oder mit anderen Worten: Apparate, welche nur einem der Sinne dienen, welche ein Wesen besitzt. Derjenige Reiz, welcher durch das Sinnesorgan normalerweise perzipiert wird, heißt sein adäquater oder homologer Reiz. Andere (inadäquate oder heterologe) Reize werden durch ein bestimmtes spezifisches Sinnesorgan entweder gar nicht perzipiert, oder wenn sie eine Empfindung erzeugen, ist es diejenige, welche der adäquate Reiz erzeugt haben würde. Der inadäquate Reiz wird also mittels des spezifischen Sinnesorganes nicht als das erkannt, was er ist, sondern falsch gedeutet.

Als Wechselsinnesorgane bezeichne ich solche Apparate eines lebenden Wesens, mittels deren von dem Wesen mehrere Gattungen von Reizen wahrgenommen werden können, oder mit anderen Worten: Apparate, die mehreren Sinnen gleichzeitig oder wechselseitig als Organ dienen können. Ein solches Sinnesorgan hat nicht eine, sondern mehrere adäquate Reizgattungen. Die Sinne, deren Organe in einem Wechselsinnesorgan vereinigt sind, sind naturgemäß immer solche, deren Funktionsbedingungen ähnliche sind. Damit, dass ein Organ normalerweise mehrererlei Sinnesreize, z. B. chemischen und thermischen Reiz, zur Wahrnehmung bringen kann, soll nicht gesagt sein, dass immer jedem Sinnesreize auch eine gesonderte Empfindungsqualität entsprechen müsse: Dies wird nur bei relativ hochentwickelten Wechselsinnesorganen (Insekten, Wirbeltiere) möglich sein; bei niederen Tieren wird häufig der Kreis der Empfindungen vereinfacht sein.

Als Universalsinnesorgane bezeichne ich diejenigen Apparate eines lebenden Wesens, mittels deren von dem Wesen sämtliche Gattungen von Reizen wahrgenommen werden, welche für dasselbe überhaupt normalerweise wahrnehmbar sind, oder mit anderen Worten: Apparate, die sämtlichen Sinnen, welche ein Wesen besitzt, als Organ dienen. Es gibt Wesen, welche, mit nur einerlei Sinnesorganen ausgestattet, gleichwohl verschiedene Sinne besitzen. Wenn auch eine gewisse Unterscheidungsfähigkeit für mehrere Reizarten zweifellos vorhanden ist, wird doch anzunehmen sein, dass die Zahl und Verschiedenheit der einzelnen Empfindungsqualitäten bei den mit Universalsinnesorgan ausgestatteteten Tieren weit geringer ist, als bei Vorhandensein spezifischer Sinnesorgane. Ein Universalsinnesorgan ist immer zugleich ein Wechselsinnesorgan, da es wechselseitig als Organ verschiedener Sinne funktionieren kann.

Ein Universalsinnesorgan sehe ich in der reizaufnehmenden Oberfläche aller einzelligen Tiere, ferner im Ektoderm nervenloser Metazoen. Auch bei Tieren mit Nerven glaube ich es annehmen zu dürfen. Spezifische Sinnesorgane scheint es in allen Hauptstämmen der Metazoen zu geben, ebenso aber auch in allen Wechselsinnesorganen, wenn auch letztere hauptsächlich bei Wirbellosen vorkommen.

9) Eine Erscheinung, welche neben dem in jedem Augenblicke möglichen Funktionswechsel beim Individuum das System der Sinnesorgane niederer Tiere (besonders der Insekten) charakterisiert, ist der phylogenetische Funktionswechsel der Sinnesorgane. Die Hautsinnesorgane der Insekten z. B. sind sämtlich aus einem gemeinsamen Grundtypus, dem Sinneshaare, hervorgegangen, und zwar durch verhältnismäßig geringfügige Modifikationen im Bau. Daher haben sie sich von ihrem Grundtypus noch lange nicht so weit entfernt, wie die Wirbeltiersinnesorgane von dem ursprünglichen „universalen Sinnesorgane der Haut“ (Häckel). Aus diesem Grunde ist es bei ihnen

weit leichter als bei jenen möglich, dass eine Form in die andere phylogenetisch übergeht. Durch Vergleichung nahe verwandter Familien lassen sich oft Gruppen von Nervenendapparaten auffinden, welche einander bei den einzelnen Familien entschieden homolog sind, welche aber durch einen deutlichen Unterschied im Baue bekunden, dass die Funktion eine ungleiche ist. Ja selbst innerhalb einer Art, und selbst auf den symmetrisch gelegenen Punkten eines Tieres können sich (bei Insekten) Sinnesorgane von ungleichem Baue und sehr wahrscheinlich auch ungleicher Funktion vertreten.

Am häufigsten vertreten sich Riech- und Tastorgane, und Schmeck- und Tastorgane, doch dürften sich bei genauerer Nachforschung namentlich auch zwischen den verschiedenen Teilfunktionen des mechanischen Sinnes (Gehör- und Tastfunktion etc.) Uebergänge und gegenseitige Vertretung finden lassen. Bei den Mollusken scheint phylogenetische Stellvertretung zwischen Seh- und Tastorganen vorzukommen.

10) Mit der eben erwähnten Fähigkeit des phylogenetischen Funktionswechsels hängt es zusammen, dass, wie bei niederen Tieren die Sinnesorgane sich noch nicht einer bestimmten Funktion ausschließlich angepasst haben, so auch die Sinnesnerven nicht konstante Funktion erlangt haben. Es gibt keinen bestimmten Geschmacks-, Geruchs- oder Gehörsnerv bei irgend einer Klasse der Wirbellosen, sondern dem Bedürfnis der einzelnen Art entsprechend haben sich die indifferenten Wechselsinnesorgane der Haut an dieser oder jener Stelle in einer bestimmten zweckmäßigen Weise modifiziert, so dass nun eine bestimmte Funktion vorzugsweise oder ausschließlich durch sie ausgeübt wird.

11) Von denjenigen Sinnesorganen eines Tieres, welche man bei Reizversuchen als empfindlich für chemische Reize findet, sind nur diejenigen als wirkliche Geschmacks- oder Geruchsorgane zu bezeichnen, von denen es sich nachweisen oder wenigstens wahrscheinlich machen lässt, dass die Perzeption chemischer Reize ihr „Zweck“, ihre Aufgabe oder ihre natürliche Funktion ist, mit anderen Worten, dass der chemische Reiz ihnen adäquat ist.

II. Ergebnisse des speziellen Teiles.

12) Der Geruchssinn der **Insekten** zeigt in den einzelnen Familien sehr wechselnde Ausbildung, ist bald sehr fein entwickelt, bald sehr stumpf, fehlt aber (mit Ausnahme der echten Wasserinsekten) nie ganz. Er hat in den meisten Fällen seinen Sitz in den Fühlern, seltener in den Tastern, in letzterem Falle dann meistens zum Beriechen aus nächster Nähe („Riechtasten“) dienend. Insekten, welche auf große Entfernung hin bestimmte Gerüche wahrzunehmen vermögen, thun dies stets mittels der Fühler. Riechvermögen der Fühler und der Taster kommt häufig neben einander vor.

Nie hat der Geruchssinn seinen Sitz an den Stigmen, im Munde oder am Kopfe selbst.

13) In den Riech- und Schmeckwerkzeugen der Insekten lässt sich, in teleologischer Form ausgedrückt, folgendes Prinzip erkennen: Das von einer zarten chitinoiden Hülle nach außen abgeschlossene Nervenendorgan soll dem umgebenden Aufenthaltsmedium (Luft bzw. Wasser) möglichst zugänglich dargeboten werden, dabei aber gegen Beschädigung durch gröbere mechanische Einflüsse geschützt sein. Dies wird erreicht, indem das meist kegel- oder zapfenförmig gestaltete Haargebilde, welches die letzten Ausläufer des nervösen Endapparates enthält, entweder durch überragende starke Haare (Schutzborsten) oder durch Versenkung in eine Grube vor jeder Berührung mit festen Gegenständen geschützt ist. Besonders regelmäßig ist eine oder beide Arten des Schutzes bei den Riechorganen zu finden, bei den Schmeckorganen kommen Schutzborsten nicht vor.

Die Schutzborsten sind zuweilen zugleich Organe des mechanischen Sinnes.

14) Die Riech- und Schmeckorgane der Insekten sind weder morphologisch noch physiologisch scharf von einander geschieden. Es gibt Organe, welche wechselsweise bald zum Riechen, bald zum Schmecken dienen. Im Baue zeigen Riech- und Schmeckwerkzeuge keine prinzipiellen Verschiedenheiten: beide sind modifizierte Haare (Kräpelin, Forel), deren Charakteristikum in der stark verdünnten Chitinwand und in der gegen grobe mechanische Einflüsse geschützten Lage besteht. Die Unterscheidung zwischen Riech- und Schmeckorganen ist (bei Insekten) oft nur durch die Lage im Körper möglich, indem Riechorgane im allgemeinen nicht mit der Nahrung in Berührung gebracht zu werden pflegen, und andererseits Organe, welche an den frei in die Luft ragenden Fühlern sitzen, keine Schmeckorgane sein können. Doch gibt es schwer zu beurteilende Ausnahmefälle, wo Nervenendapparate als Wechselsinnesorgane des Geruches und des Geschmackes funktionieren.

Im allgemeinen pflegt das eigentliche Haargebilde bei Geschmacksorganen eine kürzere, gedrungene Gestalt zu besitzen, als beim Riechorgane, auch der mechanischen Berührung nicht ganz entzogen zu sein. Dem entsprechend erreicht seine Chitinhülle häufig nicht diejenige Zartheit, wie bei den meisten Riechorganen, und der „Geschmackskegel“ pflegt aus seiner Grube ein wenig hervorzuragen.

Sehr häufig beobachtet man, dass die Basis der Geschmackskegel von einer ringförmigen Zone gelben oder dunkelbraunen Chitins umgeben ist, welche sich gegen das meist glashelle Chitin der Umgebung scharf abhebt. Bei Riechorganen habe ich ähnliches nicht gesehen,

bei Tasthaaren nur, wenn sie in der Nachbarschaft einer Gruppe von Geschmackskegeln stehen, somit wahrscheinlich durch „phylogenetischen Funktionswechsel“ mit diesen zusammenhängen.

15) Die Angaben zahlreicher Autoren, bei den Riech- und Schmeckorganen der Arthropoden müsse die Chitinhülle stets durchbrochen sein, und das perzipierende Nervendorgan frei zu Tage liegen, ist nicht zutreffend. Diese Annahme beruht auf falschen physikalischen Voraussetzungen und unrichtig gedeuteten morphologischen Befunden.

Ich finde (mit Forel) die Riech- und Schmeckorgane stets von einer chitinoïden Schicht nach außen begrenzt, welche kontinuierlich in die plasmatischen Teile übergeht. Die Schicht ist folglich keine ablösbare Membran und insofern haben jene Autoren Recht, welche das Vorhandensein einer Deckmembran leugnen; die zarte chitinoïde Schicht ist aber auch stets eine direkte Fortsetzung des Chitins in der Umgebung der Sinneshaare, und sie verhält sich Reagentien gegenüber anders als das Protoplasma der Weichteile.

16) Ich kann (mit Wasmann) der Ansicht Plateau's nicht zustimmen, nach welcher die Taster der kauenden Arthropoden rudimentäre Organe und für die Tiere nutzlos sein sollen. Die Taster sind mächtige Organe, oft wichtiger als die Fühler. Dass viele Insekten ohne sie weiterleben können, ist kein Gegenbeweis.

Außer der zuweilen zweifellos vorhandenen mechanischen Bedeutung (zur Beihilfe bei der Nahrungsaufnahme) haben die Taster die Funktion von Organen des mechanischen, häufig auch des chemischen und thermischen Sinnes, sie (bezw. die auf ihnen befindlichen Nervendapparate) können mit anderen Worten Riech- oder Schmeckwerkzeuge oder Wechselsinnesorgane des Riechens und Schmeckens sein. Wichtige Tastorgane sind sie fast stets.

17) Bei manchen Insekten ergibt das Experiment geringe Geruchsschärfe, während nach der Lebensweise des Tieres die Existenz eines feinen Riechvermögens anzunehmen ist. Die Ursache ist häufig die, dass das Riechvermögen des ruhig sitzenden Tieres stumpfer ist, als dasjenige des laufenden oder fliegenden Insektes, welches letzteres experimenteller Prüfung immer weniger leicht zu unterziehen ist, als das ruhig sitzende Tier.

Während des Fluges oder Laufes sind die Bedingungen für Kontakt der Riechorgane mit der riechstoffhaltigen Luft günstiger, als in der Ruhe. Dies ist besonders bei solchen Insekten zu erwarten, deren Riechorgane in Gruben der (aktiv nicht oder nur wenig beweglichen) Fühler liegen. In der That haben gerade diejenigen Tiere, bei welchen dies zutrifft (Lepidopteren, Musciden), in auffallender Weise im Fliegen feineren Geruchssinn als in der Ruhe. Häufig haben diese Tiere da-

neben in ausgeprägtem Maße das Vermögen des Riechtastens, welches mittels der Taster oder Rüssel erfolgt, und in der Ruhe ihnen wenigstens das Beriechen sehr naher Gegenstände gestattet.

Andere Insekten vermögen durch aktive Bewegung ihrer Riechorgane (Fühler) die günstigen Bedingungen für das Riechen herzustellen, und hiermit die allen Insekten abgehende aktive Luftzufuhr zu den Riechorganen durch die Respirationsapparate zu ersetzen (Ichnemiden, Pompiliden, Lamellicornier etc.).

18) Bei Insekten (wie bei vielen anderen wirbellosen Tieren) kann man unterscheiden zwischen inneren und äußeren Schmeckorganen, von denen die ersteren innerhalb, die letzteren außerhalb der Mundhöhle liegen; doch sind nicht bei allen Familien beide Formen aufzufinden. Innere Geschmacksorgane finden sich besonders am Gaumen (= ventrale Fläche der Oberlippe), oft in großer Zahl, nächst dem an der Basis der Zunge oder Unterlippe. Äußere Schmeckorgane kommen an fast allen Mundteilen vor (Maxillen, Taster, Unterlippe, Nebenzungen).

Bei kauenden Insekten überwiegen die inneren, bei saugenden die äußeren Geschmacksorgane, bei leckenden finden sich meist beide gut entwickelt. Dies steht, wie ich glaube, im Zusammenhang damit, dass bei saugenden und leckenden Insekten die Nahrung schon in flüssigem, also schmeckbarem Zustande die Mundteile berührt, bei kauenden aber die Nahrung erst zerkleinert werden muss, und demnach erst im Munde zur Wirkung auf die Geschmacksorgane kommen kann.

Erklärlicher Weise stehen von den Wasserinsekten auch die kauenden den übrigen leckenden und saugenden Insekten in diesem Punkte nahe, weil bei ihnen die äußeren Schmeckorgane den Dienst der fehlenden Riechorgane mit zu übernehmen haben.

19) Die Vergleichung der Hautsinnesorgane der Wasser- und der Luftinsekten ergibt folgendes: Die Hautsinnesorgane beider sind im allgemeinen nach dem gleichen Plane gebaut. Den Wasserinsekten fehlen aber alle Organe vom Baue typischer Riechorgane. Eine Ausnahme machen einige amphibische Insekten, welche Riechorgane an den Fühlern besitzen, die sie jedoch im Wasser nicht benutzen (*Hydrophilus*).

Die Hautsinnesorgane an Fühlern und Mundteilen der Wasserinsekten sind weniger den Organen an den Fühlern der Luftinsekten ähnlich, als den im Munde, an den Tastern und Kiefern der letzteren befindlichen Organ. Vor allem sind die bei Luftinsekten so zahlreichen Fühlhaare bei Wasserinsekten weit seltener; an ihre Stelle treten kurze gedrungene Kegel oder Zapfen. Manchen Wasserinsekten eigentümlich sind die (nicht häufigen) platten, ruderförmigen, sowie ganz dünne und lange, fadenförmige Haarbildungen. Einzelne Organ-

formen kommen Wasser- wie Luftinsekten in gleicher Weise zu, so die in ihrer Funktion rätselhaften „Gruben ohne Kegel“, alle Geschmacksorgane und die eigentlichen Tastorgane der Tasterspitzen.

20) Zwischen den Hautsinnesorganen der *Imago* und der zugehörigen Larve lassen sich gewisse Unterschiede konstatieren, welche sich jedoch nur auf die Insekten mit vollkommener Verwandlung beziehen.

Die Hautsinnesorgane der Larven sind weit spärlicher als diejenigen der Imagines. Sie sind im Gegensatze zu diesen an Fühlern und Tastern ganz überwiegend an deren Spitzen zu finden. Unterhalb der Fühler- und Tasterspitzen stehen entweder gar keine Sinnesorgane, oder spärliche Fühlhaare.

Die Geruchsorgane der Larven haben in sehr vielen Fällen eine ganz charakteristische Gestaltung, durch welche sie fast mit Sicherheit als Larvensinnesorgane zu erkennen sind; dieselben lassen sich jedoch in Kürze und ohne Abbildungen nicht wohl beschreiben.

21) Vergleicht man die Hautsinnesorgane, speziell die Riechorgane verschieden großer Arten einer Insektenfamilie, so lässt sich häufig beobachten, dass mit der Größe des Tieres nicht entsprechend die Größe der einzelnen Nervenendorgane wechselt, sondern deren Zahl. Wenn z. B. eine große Schlupfwespe auf jedem Fühlergliede etwa 50 Porenplatten hat, besitzt eine 10mal kleinere Art nicht etwa 50 Porenplatten, die 10mal kleiner sind, als die der großen Art, sondern etwa 5—8 Porenplatten, die wenig kleiner sind als jene.

22) Den von mir untersuchten **Spinnen** (*Meta*, *Tegenaria*, *Epeira*) scheint jegliches feinere Riechvermögen zu fehlen. Auch habe ich bei ihnen keine als Riechorgane zu deutenden Nervenendapparate gefunden.

Die Geschmacksorgane und den Geschmackssinn habe ich nicht untersucht.

Die **Tausendfüsse** besitzen Riechorgane an den Fühlern, welche denjenigen der Insekten ähnlich sind, mutmaßliche Geschmacksorgane an der Unterlippe und den Maxillen.

23) Bei den **Crustaceen** sind innere Geschmacksorgane nicht bekannt und auch von mir vergeblich gesucht worden. Das Experiment macht jedoch die Annahme solcher wenigstens bei den Dekapoden notwendig.

Der Geruchssinn fehlt den Wassererustaceen vollständig; auch die von mir untersuchten Landasseln zeigen keine Spur von Riechvermögen. Auch tragen ihre Fühler und Taster keinerlei Organe, die als Riechwerkzeuge erscheinen könnten.

24) Die Leydig'schen blassen Kolben und Cylinder der Wasser-crustaceenföhler dürfen mit Bestimmtheit als Organe des chemischen Sinnes gelten, sind aber wahrscheinlich auch Wechselsinnes-

organe anderer Sinne. Sie sind bisher als Riechorgane bezeichnet worden, ich betrachte sie (mit Jourdan) als äußere Schmeckorgane. Sie sind bei pigmentlosen Dunkelformen weit stärker entwickelt, als bei den im hellen Lichte lebenden Arten; dem entsprechend sind die ersteren gegen chemische Reizung viel empfindlicher (*Asellus cavaticus*, *Niphargus*).

Bei parasitisch lebenden Formen (*Cymothoa*) fehlen die blassen Kolben, ebenso allen auf dem Lande lebenden Amphipoden und Isopoden.

25) Es fehlt gänzlich an wissenschaftlich gültigen Beweisen für die Annahme, dass Krebse (und überhaupt irgendwelche echte Wassertiere) weithin zu riechen oder zu schmecken vermögen, dass sie den Köder, ihre Nahrung, oder das andere Geschlecht weithin wittern. Wie bei anderen Wassertieren ist bei Krebsen der chemische Sinn, und zwar in Form des Geschmackssinnes, nur auf verhältnismäßig kleine Entfernungen (einige Centimeter) hin wirksam.

Vielleicht liegt die Bedeutung des chemischen Sinnes der Crustaceen besonders nach der sexuellen Seite hin.

26) Die **Mollusken** haben so wenig wie die Arthropoden und anderen Wirbellosen bestimmte konstante Riech- und Schmecknerven, sondern aus den indifferenten Hautsinnesorganen heraus können sich an verschiedenen geeigneten Stellen Riech- oder Schmeckorgane bilden, welche daneben meist als Wechselsinnesorgane auch noch im Dienste anderer Sinne (vielleicht sämtlicher 4 Primitivsinne) funktionieren können. Die chemischen Sinnesorgane der einen Molluskenart brauchen daher nicht Homologa derjenigen aller anderen Mollusken zu sein.

27) Dass die gesamte Haut der Mollusken ein chemisches Sinnesorgan, bei Landmollusken ein Riechorgan, bei Wassermollusken ein Schmeckorgan sei, ist für die Mehrzahl aller Mollusken nicht zutreffend. Vielmehr ist (in allen von mir untersuchten Fällen) die chemische Sinnesthätigkeit auf bestimmte Gegenden lokalisiert, welche aber in den wenigsten Fällen leicht abgrenzbare und morphologisch wohl charakterisierte Sinnesorgane darstellen dürften, sondern an welchen nur die allgemeinen Hautsinnesorgane gewisse, noch nicht im einzelnen anzugebende, Modifikationen erfahren, welche sie zur chemischen Sinnesthätigkeit geeignet machen.

28) Die **Wasserschnecken** haben keine Riechorgane; das sog. Lacaze-Duthiers'sche Organ an der Atemöffnung, sowie dessen Homologon bei Lamellibranchiaten, Heteropoden und anderen Mollusken (Spengel'sches Organ) hat mit dem Riechen, überhaupt mit dem chemischen Sinne, nichts zu thun.

29) In Beziehung auf die Empfindlichkeit der Haut besteht ein Unterschied zwischen den von mir untersuchten Süßwasser- und Meeresschnecken. Bei letzteren ist häufig die Empfindlichkeit

gegen leichteste chemische Reize in einem gewissen geringen Grade über die ganze Haut verbreitet; die eigentlichen chemischen Sinnesorgane heben sich dann nur durch gesteigerte Empfindlichkeit und namentlich eine raschere energische Art des Reagirens hervor.

Süßwasserschnecken haben eine gegen die gleichen Reize viel unempfindlichere Haut, die chemische Reizbarkeit ist daher bei ihnen schärfer lokalisiert, als bei Meeresschnecken. Am empfindlichsten sind fast stets die Fühler (wo vier vorhanden sind, beide Paare), die Umgebung des Mundes, die Mundlappen oder Lippen. Auch die Kiemen pflegen etwas gesteigerte Empfindlichkeit zu besitzen.

Die Feinheit des chemischen Sinnes ist in manchen Fällen eine hochgradige.

30) Für die Riechorgane der **Landschnecken** halte ich beide Fühlerpaare, und zwar vorzugsweise deren Endanschwellungen. Ein deutliches Riechvermögen besitzt aber auch die Vorderfläche des Kopfes, besonders die Mundgegend. Eben diese Stelle (mit Einschluss der Mundhöhle [Geschmackshöhle Simroth]) ist auch zugleich Sitz des Schmeckvermögens.

31) Von **Heteropoden** habe ich *Carinaria mediterranea* untersucht. Sie besitzt Schmeckvermögen im oder am Munde, dasselbe fehlt dagegen am übrigen Körper. Die als Geruchsorgan bezeichnete Wimpergrube kann ich wegen ihrer für ein solches höchst ungünstigen Lage und ihrer Unempfindlichkeit für chemische Reize nicht für ein Organ des chemischen Sinnes halten.

32) Von den **Lamellibranchiaten** zeigen die lebhaft sich bewegenden Arten eine verbreitete und hochgradige Empfindlichkeit für die leichtesten chemischen Reize, sodass man von Schmeckvermögen der betreffenden Teile (Siphonen, Mantelrand, Fuß) sprechen könnte. Die Bedeutung dieses Schmeckvermögens ist unklar. Vielleicht ist die chemische Reizbarkeit eine unwesentliche Eigenschaft der betreffenden Teile, welche zugleich für mechanische und Lichtreize sehr empfindlich sind. Eigentliche lokalisierte Schmeckorgane scheint es bei den meisten Muscheln nicht zu geben. Nur bei einzelnen Muscheln, deren Mantelrand und Siphon von derber Beschaffenheit ist, beschränkt sich die Empfindlichkeit vorzugsweise auf die äußeren Siphomündungen, vielleicht auf die hier befindlichen innervierten Papillen.

33) Bei einem Vertreter der **Tunicaten**, *Ciona intestinalis*, beobachtete ich vollkommene Unempfindlichkeit gegen mäßig starke chemische Reize sowohl an der ganzen Außenfläche, wie auch speziell an den Ein- und Ausführöffnungen des Verdauungs- und Atmungsapparates. Diesem Tiere und wahrscheinlich den meisten festsitzenden Ascidien fehlt somit der chemische Sinn gänzlich.

34) Von **Würmern** habe ich verschiedene **Anneliden** eingehend untersucht. Die zu den Versuchen verwendeten Hirudineen zeigten sich an der ganzen Körperoberfläche für chemische Reize sehr empfindlich, mit Steigerung der Sensibilität gegen den Kopf hin. Die ganze Haut reagiert auf leichte Reize, wie Chinin und Saccharin energisch und durch lokale Kontraktion der Ring- und Längsmuskeln.

Eine Verwertung des Schmeckvermögens der Haut durch das Tier ist nicht bekannt.

Der Regenwurm ist noch empfindlicher, und (wie auch aus dem Wasser genommene Hirudineen) auch durch Gerüche reizbar. Es findet eine bedeutende Steigerung der Empfindlichkeit am Vorder- wie am Hinterende statt. Die Art der Reaktion ist ähnlich derjenigen der Hirudineen (und vieler anderen Anneliden), d. h. sie ist zunächst eine lokale, welche aber von Allgemeinreaktion gefolgt sein kann.

35) Die ganze Haut des Regenwurms und der Egel ist auch für mechanische und thermische, die des Regenwurms auch für Lichtreiz empfindlich. Ich halte die Hautsinnesorgane dieser Würmer daher für Wechselsinnesorgane.

36) Die als Riechorgane gedeuteten Wimpergruben mancher Würmer scheinen dem chemischen Sinne nicht zu dienen. Nahrungssuche mittels des chemischen Sinnes kommt bei Würmern kaum vor, dagegen ist manchen Arten eine Prüfung der Nahrung während der Aufnahme derselben möglich.

37) Von **Echinodermen** habe ich **Seesterne** und **Holothurien** untersucht. Die letzteren fand ich gegen chemische Reize sehr unempfindlich und bemerkte keinerlei Äußerungen des Geschmackssinnes. Dagegen besitzen die Seesterne ein ausgeprägtes Schmeckvermögen, welches in den Ambulacralfüßchen lokalisiert ist. Bei den untersuchten Arten waren die sog. Tastfüßchen empfindlicher als die Saugfüßchen, doch gaben auch letztere deutliche Zeichen von Schmeckvermögen. Die in ihnen sich findenden Nervenendapparate sind Wechselsinnesorgane des chemischen und mechanischen Sinnes.

38) Von **Coelenteraten** habe ich Vertreter der Actinien, Ctenophoren und der craspedoten Medusen untersucht.

Die **Actinien** besitzen einen feinen Geschmackssinn, der ihnen das Erkennen der Nahrung ermöglicht und sehr feine Unterscheidungen gestattet. Wechselsinnesorgane dieses und der anderen Primitivsinne sind die Tentakel; alle übrigen Teile der Haut, einschließlich der Umgebung des Mundes, entbehren bei den von mir untersuchten Arten durchaus des Schmeckvermögens und sind selbst für stärkere chemische Reize unempfindlich.

39) Die **Rippenqualle** *Beroë ovata* besitzt ein gewisses, wenig entwickeltes Schmeckvermögen in ihrer ganzen Haut, ein empfind-

liches Schmeckorgan in dem Eimer'schen Sinnesorgan am Mundrande. Dieses, wie die ganze Haut, ist auch für mechanische und thermische Reize empfänglich.

Die sogenannten „Geruchsplatten“ am aboralen Pole von Beroë haben mit dem chemischen Sinne nichts zu thun, weder mit dem Geruch noch mit dem Geschmack, sind dagegen für mechanischen Reiz äußerst empfindlich.

40) Von **Medusen** untersuchte ich nur die Geryonide *Carmarina hastata* näher, deren gesamte Haut, einschließlich der Subumbrella und des Magenstieles für Geschmacksreize gänzlich unempfindlich ist. Hochgradige chemische Reizbarkeit ist dagegen an den sechs langen Randfäden zu beobachten, welche unter dem Einflusse eines Geschmacksreizes zuerst lokal sich kontrahieren, und dann eine Gesamtreaktion des Tieres auslösen.

Für mechanische Reize ist außer den genannten Fäden die Subumbrella und der Magenstiel empfindlich, während an der Umbrella und dem Velum auch diese Reizart wirkungslos ist.

41) **Fische** und **Wasseramphibien** haben keinen Geruchssinn. Ueber die Funktion ihres ersten Hirnnerven und seines Endorganes ist nichts bekannt, wahrscheinlich dient er irgend einer unbekanntem Teilfunktion des chemischen Sinnes. Wie bei den Krebsen fehlt auch bei den Fischen der wissenschaftlich giltige Nachweis dafür, dass sie Nahrung auf große Entfernung hin zu wittern vermögen. Durchschneidung der beiden Nervi „olfactorii“ bei Teleostiern hindert dieselben nicht am Erkennen der Nahrung, macht überhaupt keine merkbareren Störungen.

Bei der Nahrungsaufnahme lassen sich die Teleostier fast ausschließlich vom Gesichtssinne leiten. Der Geschmackssinn hat seinen Sitz hauptsächlich innerhalb des Mundes, und ist ziemlich gut entwickelt. Schmeckvermögen der Lippen und Bartfäden ist zweifelhaft.

42) Die Seitenorgane der Fische und Amphibien haben mit dem chemischen Sinne nichts zu thun.

Die Haut der von mir untersuchten Süßwasserfische entbehrt jegliches Schmeckvermögens, ebenso die maucher Meerfische (*Uranoscopus*). Bei einigen Teleostiern aber (*Lophius*), und den Katzen- und Hundshaien ist die Haut für chemische Reize selbst geringster Intensität (Vanillin, Chinin) hochgradig empfindlich, und zwar in ihrer ganzen Ausdehnung. Ein Wahrnehmen des Geschmackes der Nahrung durch die Haut ist jedoch nicht nachgewiesen.

43) Den Amphibien fehlt ein Schmeckvermögen der Haut nahezu vollständig.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Nagel Willibald A.

Artikel/Article: [Ergebnisse vergleichend-physiologischer und anatomischer Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe. 543-555](#)