

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

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

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

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

V. Band.

1. September 1885.

Nr. 13.

Inhalt: **V. Graber**, Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Tieren. I und II. — **Dubaux**, Die Milch und ihre chemische Zusammensetzung. — **Tollin**, Andreas Vesal (4. Fortsetzung). — **Edinger**, Zehn Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane. — **Behrens**, Die biologische Station in Granton, Edinburgh.

Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Tieren.

Von Prof. **Veit Graber** in Czernowitz.

I. Einleitung.

Unbestritten ist ein Hauptmerkmal der Wesenheit und des Lebens tierischer Körper dies, dass sie durch bestimmte Außenvorgänge erregt und bei einer gewissen Stärke der durch die gegebenen Reize erweckten Lust- oder Unlustzustände zur Ausführung von Annäherungs- bzw. von Abwehr- oder Fluchtbewegungen veranlasst werden. Wenn dem aber so ist, dann ist auch klar, dass es eine der ersten Aufgaben der Zoologie sein muss, bei Mitgliedern der verschiedenen Tiergruppen zu erforschen und festzustellen, einmal auf welche Reize sich ihre Perzeptions- und Reaktionsfähigkeit überhaupt erstreckt, und dann auf wie vielerlei Arten und an welchen Stellen ein bestimmter Reiz den Tierkörper zu influenzieren vermag.

Wie ich schon wiederholt — am eindringlichsten in einem Aufsatz in der Zeitschrift Humboldt¹⁾ — hervorhob, hat man aber grade in der letzten Zeit über der vorwiegenden Verfolgung vergleichend morphologischer Fragen das erwähnte Ziel fast ganz aus dem Auge verloren. Dies war denn auch der Beweggrund, der mich veranlasste, soweit es meine Mittel und die anderen Bestrebungen gestatteten, den Schwerpunkt meiner Studien vorläufig nach jener Richtung zu verlegen, und man wolle es mir nicht als Unbescheiden-

1) 188? Märzheft S. 99—102 „Ueber das Gehör der Insekten“.

heit auslegen, wenn ich, um die Tendenz und den Zusammenhang dieser experimentellen Studien zu erläutern, ehe ich mich dem in der Ueberschrift bezeichneten Gegenstande zuwende, auch noch ganz kurz auf meine früheren Arbeiten zurückkomme.

Im Anschluss an vergleichend-anatomische Fragen hatte ich zunächst mit der genauern Prüfung des Gehörs der Insekten begonnen. Diese Experimente¹⁾ ergaben vor allem die bedeutungsvolle Thatsache, dass gewisse Formen, wie z. B. *Periplaneta*, auch noch nach Entfernung des Kopftheiles auf Schallreize reagieren, dass also bei diesen Tieren die Perzeptionsfähigkeit für akustische Schwingungen nicht an bestimmt abgegrenzte Oberflächen-Teile oder -Organe gebunden, sondern mehr oder weniger der ganzen sensitiven Körperperipherie eigentümlich ist.

Dies Ergebnis machte es mir wahrscheinlich, dass sich die Hautempfindlichkeit gewisser durch ein relativ zartes und überhaupt für Reize leicht permeables Integument ausgezeichneter Tiere auch noch auf andere als akustische Reize ausdehne.

Um diese offenbar auch phylogenetisch hochwichtige Frage weiter zu verfolgen, unternahm ich zunächst meine nun über fast alle Klassen ausgedehnten vergleichenden Versuche über den Helligkeits- und Farbensinn der Tiere überhaupt und der geblendeten und augenlosen insbesondere. In diesen inzwischen wohl allgemein bekannt gewordenen Arbeiten²⁾ wird unter anderem zum erstenmal auf grund einer breiten Thatsachenbasis ein wenigstens annähernd mathematisch genauer Ausdruck für die Stärke der durch verschieden helle und verschiedenfarbige Lichter erzeugten motorischen Reaktionen aufgestellt, und werden nebstdem gewisse fast mythologische Vorurteile über die Wechselbeziehung zwischen dem Farbengeschmack und der Eigenfärbung der Tiere, wie ich hoffe, für immer aus der Wissenschaft verbannt.

Eine ganz besondere Wichtigkeit dürfte aber rücksichtlich der oben angedeuteten Frage den von mir festgestellten Thatsachen an geblendeten Tieren beizulegen sein. Unter den Wirbeltieren konstatierte ich beim *Triton*, dass er auch noch nach Ausschaltung der spezifischen Lichtempfindungswerkzeuge auf Helligkeits- und Farbenunterschiede reagiert, und unter den Wirbellosen wurde die gleiche überraschende Erscheinung bei *Periplaneta*, also bei jenem Tiere nachgewiesen, das im dekapitierten Zustand noch mäßig starke Schalle

1) Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten Archiv f. mikroskop. Anatomie XX. u. XXI. Bd.

2) Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit augenloser und geblendeter Tiere. Sitzungsber. d. kais. Ak. in Wien, 1883; Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinns der Tiere. Prag, Tempisky 1884; Ueber die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit einiger Meertiere. Sitzungsber. d. kais. Ak. in Wien, 1885.

perzipiert. Das Auge dieser Tiere ist somit in bezug auf das Objekt des Empfindens nicht alleiniges oder exklusives Lichtwahrnehmungs- oder doch Aufnahmeorgan, sondern es ist dies nur ein gedachter Leistung in besonders hohem Grade angepasster Teil einer allgemeineren Lichtperzeptionsfläche, welche sich mehr oder weniger über die ganze Haut erstreckt.

II. Wirkung von Riechreizen im allgemeinen und auf bestimmte Organe.

Es kann wohl nicht wundernehmen, dass mich die vorerwähnten Erfolge bestimmten meine Studien auch auf andere Reizgattungen auszudehnen, und zwar stellte ich mir zunächst die Aufgabe, die reaktive Wirkung und die Aufnahmestellen von Riechreizen bei möglichst vielen Tieren zu erforschen. Mit dieser Arbeit beschäftigte ich mich nun schon über zwei Jahre, und das Thatsachen-Material, das sich während dieser Zeit anhäufte, ist bereits ein äußerst umfangreiches. In folgendem will ich es versuchen, einige der wichtigsten Ergebnisse, soweit dieselben eine wesentliche Bereicherung unserer bisherigen Erfahrung enthalten, in Kürze mitzuteilen.

Voran stelle ich zunächst eine Thatsache, die für die richtige Erkenntnis der Perzeption von Luft-Riechstoffen unter Wasser von Wichtigkeit ist. Bei *Lymnaea*, *Paludina*, *Planorbis* und anderen Wassersechnecken gelang es mir zu konstatieren, dass sie auf diverse ihnen über dem Wasserspiegel (an einem dünnen Glasstäbchen¹⁾ möglichst nahe gebrachte Riechmateria wie z. B. Oleum Rosae, Thymi, Birnäther, Assa foet. etc. durch Zurückziehung ihres Weichkörpers im Mittel schon nach $\frac{1}{2}$ bis 5 Sekunden reagieren und zum teil auch dann, wenn zwischen dem Riechbaren und dem Perzeptionsorgan eine Wasserschicht von 1—2 mm sich befindet. Desgleichen werden die Fühler von Landschnecken (z. B. *Helix*-Arten) bei Annäherung von Rosenöl im frisch benetzten Zustand fast ebenso schnell (meist binnen $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Sekunde) und ebenso stark wie im normalen oder trocknen Zustande eingezogen. Hierher gehören auch die zahlreichen Versuche mit den Blutegehn (*Aulastoma*), die durch gewisse stärkere Riechstoffe, wie z. B. Thymian-, Rosmarin- und Cajeputöl, unmittelbar nach dem Heraustreten aus dem

1) Die auch für die späteren Versuche angewendeten Riechstoff-Träger sind 4 mm dick und am Ende (auf einer Strecke von 1 cm) ein wenig zugespitzt. Sie werden nur mit der Spitze in die Riechflüssigkeit getaucht und vor der Applizierung abgestreift. Um bei einer und derselben Riechflüssigkeit die zur Einwirkung gelangende Quantität konstant zu erhalten, nahm ich gelegentlich auch Kapillarröhrchen zu Hilfe. Letztere dürfen aber i. a. nur für einen Riechstoff verwendet werden, da ihre gründliche Reinigung vor dem Gebrauch mit einem andern i. a. zu umständlich wäre.

Wasser und zuweilen schon unterhalb desselben so regelmäßig und rasch abgestoßen werden, dass das Vorhalten einer der erwähnten Flüssigkeiten ein fast unfehlbares Mittel ist, sie wieder in ihr Medium zurückzuseuchen.

Als eine zweite das Verhalten gegen Riechstoffe im allgemeinen betreffende wichtige Erscheinung betrachte ich die, dass bei den geprüften Wirbeltieren die applizierten Riechreize im Durchschnitt viel später unzweideutige Fluchtbewegungen hervorrufen, als bei den wirbellosen. In nachstehender Tabelle bezeichnen 1, 2 etc. die (mittlere!) Zeit, ausgedrückt in Sekunden, binnen welcher ein bestimmter Riechstoff unter sonst gleichen Verhältnissen (der Menge, Entfernung von der Reizstelle etc.) eine unzweifelhafte Reaktion (Bewegung des ganzen Tieres oder Bewegung des gereizten Teiles) hervorruft.

Regenwurm ¹⁾ , <i>Aulastoma</i> ²⁾ , <i>Helix</i> ³⁾ , <i>Periplaneta</i> ⁴⁾ , <i>Triton</i> ⁴⁾ , <i>Bombina</i> ⁴⁾ , <i>Lacerta</i> ⁴⁾ .							
(jung)		<i>neta</i>		<i>tor</i> ⁴⁾			
1. Rosenöl:							
2	6	0.5	1 ⁵⁾	7	+ 60 ⁶⁾	+ 60	
2. Rosmarinöl:							
1	1	1.2	0.8	15	10 ⁷⁾	50	
3. Birnäther:							
1	1	0.7	0.6	4	5	+ 60	
4. Senföl:							
1	0.3	0.3	0.5	1	1	5 ⁸⁾	

Als bezeichnend für die relativ auffallend geringe Empfindlichkeit gewisser Wirbeltiere gegen Riechstoffe mag noch angeführt werden, dass Eidechsen selbst auf so äußerst penetrante Gerüche wie Aethyläther, Nitrobenzol, Butylmercaptan und Chlorpikrin (letztere allerdings stark verdünnt) meist erst nach Verlauf von 50 und mehr Sekunden oder auch zuweilen gar nicht reagieren, während von den Vögeln unter anderen die Schwalbe wenigstens unter Einwirkung des letztgenannten Stoffes fast momentan unruhig wird.

Sehr bedeutungsvoll erscheinen mir dann ferner die mit Hilfe einer auffallenderweise bisher noch gar nie angewandten einfachen Methode angestellten Versuche, bei denen gleichzeitig mit sehr vielen Objekten operiert und insbesondere auch die Wirkung zweier oder auch mehrerer Riechstoffe untereinander verglichen wurde.

1) Riechstoff am Vorderende. Reaktion: Starke Einziehung des Vorderteils.

2) Aehnlich wie beim Regenwurm.

3) Einstülpung der Fühler.

4) Annäherung des Riechstoffes an den Kopf bezw. an die Nase.

5) Fühlerbewegung.

6) Niedertauchen in das Wasser.

7) Keine Reaktion binnen 60 Sekunden.

8) Ganze Versuchsreihe: 35!, 4, 13, 7, 2, 3, 6, 60! 50!

Die betreffende Methode ist im wesentlichen dieselbe, mit der ich seinerzeit fast alle meine Lichtwirkungsexperimente durchführte, und beruht darauf, dass man zwei oder mehrere miteinander kommunizierende Räume mit verschiedenen Riechstoffen füllt und dann nach Verlauf einer gewissen Zeit die Zahl der Individuen einer Tierart bestimmt, die von ihrer Anfangsposition (in der Mitte der diversen Riechräume) aus nach den einzelnen verschiedenen riechenden Kammern übergewandert sind.

Für die meisten dieser Experimente, die sich fast ausschließlich auf Insekten bezogen, wendete ich aus den bei meinen Lichtversuchen angegebenen Gründen das Zwei-Kammer-Prinzip an und bediente mich dabei nach längeren Vorversuchen folgender Einrichtung. Es ist ein Kästchen aus blankem Zinkblech, 60 cm lang und 4 cm breit und hoch. Oben wird es mit zwei 40 cm langen Streifen aus dickem Glas geschlossen, die in Nuten laufen und in der Mitte aneinander gestoßen werden. Dieser Verschluss gewährt unter anderem den Vorteil, dass man die Tiere bequem zwischen den auseinander gezogenen Glasschiebern in die Mitte des Gefäßes geben und zugleich auch, indem man beide Streifen in der gleichen Richtung verschiebt, die Endräume des Gefäßes behufs verschiedener Manipulationen bequem zugänglich machen kann. Aus mehrfachen Gründen wurden aber die Riechstoffe nicht an den äußersten Enden des im ganzen einem gedeckten Gange ähnlichen Aufenthaltsraumes der Tiere untergebracht, sondern in je einem ganz mobilen auf einer Seite offenen kleinen Glas- oder Blechgefäß, das mit der offenen Seite voran in einen kleinen Zubau des Gefäßes hineinpasst, welches letztere an der dem Geruchsstoff-Träger zugewendeten Wand mit zahlreichen feinen Oeffnungen versehen ist, durch welche der Riechstoff und eventuell reine Luft zuströmen kann.

Diese Vorrichtung ermöglicht auch eine leichte Vertauschung der beiden Riechquellen, der aber selbstverständlich jedesmal eine Geruchlosmachung des ganzen Gefäßes vorausgehen muss. Letztere bewerkstelligt man entweder (bei schwächeren Gerüchen) durch mehrmaliges Ausschauern mit einem Tuch (wobei die Versuchstiere, wenn man sie alle in eins der beiden Enden bringt, im Gefäß bleiben können), oder aber noch gründlicher durch Erhitzung des geöffneten Gefäßes über einer Flamme. Ich verwendete immer, um Zeit zu ersparen, mehrere solcher Kästchen.

Um eine Art Skala für die reaktive Wirkung der verschiedenen Riechstoffe zu erhalten, teilte ich ferner jede Hälfte des Gefäßes in drei Unterabteilungen, die ich von der Mitte aus nach rechts und links mit 1, 2, 3 bezeichne.

Aus der immensen Zahl der betreffenden Versuche teile ich nur einige wenige mit. Zunächst ein Paar bezüglich der Waldameise (*Formica rufa*).

1. Versuch. Ich gab in das eine Ende des Gefäßes 5 Blüten von *Philadelphus coronarius*, das andere Ende blieb ohne Riechstoff und erhielt durch die erwähnte Gitterwand reine Luft von außen.

	<i>Ph. coronarius</i>			ohne		
	3	2	1	1	2	3
Nach 5 Min.	23	0	22	5	0	0
	45			5		

Von den 50 in die Mitte des Versuchsganges gebrachten Tieren hatten sich also 45 gegen die Riechquelle, und 5 von dieser weg-gewendet.

2. Versuch.

	Ol. Rosae (1 Tröpfchen)			ohne			
	3	2	1	1)	1	2	3
Nach je $\frac{1}{3}$ Min.	0	0	0		0	5	19
	0	0	0		0	9	15
	0	1	1		0	8	14
	0	0	0		3	3	18

	0	0	0		2	2	20
	2				24		

Der (im gegebenen Fall außerordentlich schwache) Duft des Rosenöls wirkt somit ungemein energisch abstoßend, und es sei noch erwähnt, dass in 50 Beobachtungsfällen die Zahl aller Besucher der Rosenduft-Kammer nie größer als 5 war.

3. Versuch.

	Wanzengeruch ²⁾			ohne		
	3	2	1	1	2	3
Nach je 10 Min.	0	3	3	0	8	15
	0	0	0	0	9	24
	0	1	4	6	10	10
	0	4	7	6	27	49
	11			82		

Von 93 Individuen waren demnach 82 in der geruchlosen (oder richtiger weniger riechenden) und nur 11 in der andern Kammer; der Wanzengeruch ist also unseren Ameisen gleichfalls sehr unangenehm, aber merkwürdigerweise nicht so sehr wie der Rosengeruch.

1) In der Mitte des Kästchens, wo der Riechstoff zuerst die entscheidende Wirkung ausübt, nimmt man nur einen äußerst schwachen Rosenduft wahr.

2) Drei zerstoßene Baumwanzen (*Tropicoris*).

Ich mache noch ausdrücklich darauf aufmerksam, dass eine anziehende Wirkung gewisser Riechstoffe im Vergleich zu anderen überhaupt nur mittels der in Rede stehenden Methode nachweisbar ist. Sehr instruktiv ist in dieser Beziehung nachfolgendes Experiment mit Limburger Käse, da es uns zeigt, wie derselbe Geruch auf ein Tier anziehend und auf ein zweites abstoßend wirken kann.

	Limb. Käse			ohne			
	3	2	1	1	2	3	
<i>Periplaneta</i>	75	4	14	3	16	142	(Summen aus 10 Beob.)
	93			161			
<i>Pyrhocoris</i> (Wanze)	101	14	21	22	22	30	„ „
	136			74			

Analog ist der Gegensatz für die gleichen zwei Tiere unter anderem auch bei Ammoniak, das auffallenderweise überhaupt, wie auch jüngst wieder Dahl¹⁾ bei den Spinnen zeigte, auf viele niedere (aber auch manche höhere!) Tiere nur eine geringe Wirkung hervorbringt.

	Ammoniak (A)		ohne (O)		
	cone.				
<i>Periplaneta</i>	22		68		(Summe aus 5 Beobachtungen)
<i>Pyrhocoris</i>	203		32		

Das Frequenzverhältnis $\frac{A}{O}$ war somit fürs erste Tier 0.3, für das zweite 6.0.

Einen merkwürdigen Fall von anziehender Wirkung seitens eines nichts weniger als angenehmen Riechstoffes entdeckte ich gleichfalls mittels der in Rede stehenden Methode beim Julikäfer (*Anomala*).

Derselbe ist nämlich, wie nachstehendes Verhältnis lehrt, ein Freund sowohl der stark verdünnten als der konz. Buttersäure.

	Buttersäure			ohne		
	konz. 10 Tropfen.					
	3	2	1	1	2	3
<i>Anomala</i>	19	0	1	2	1	5
	18	0	3	2	0	4
	37	0	4	4	1	9
	41			14		

Diese Attraktionserscheinungen in geschlossenen Räumen sind speziell für die Insekten auch insoweit wichtig, als sie beweisen, dass

1) Versuch und Darstellung der psychischen Vorgänge in den Spinnen. Vierteljahrsschrift f. wissensch. Philosophie, 1884, 84 ff.

die betreffenden Reaktionen keineswegs immer mit dem Atemgefühl bezw. mit dem Respirationsapparat zusammenhängen.

Ich komme nun zu den ausgedehnten und mannigfaltigen Versuchen, welche die bedentsame Frage betreffen, inwieweit erstens die Wahrnehmung von Riechstoffen lediglich nur an die spezifischen Geruchsorgane gebunden sei, und ob und inwiefern es bei den Wirbellosen solche lokalisierte Aufnahmsorgane überhaupt gibt.

Die betreffenden Ergebnisse waren mit Rücksicht auf das, was man bisher über diese Frage wusste — und dies ist wenig genug! — mehrerenteils höchst überraschende, und es ist nicht zu viel behauptet, wenn ich sage, dass neben den von mir eruierten Thatsachenreihen die landläufigen Anschauungen, Vorurteile und Meinungen, mögen sie auch noch so tief eingewurzelt sein, nicht länger mehr bestehen können. An dieser Stelle kann ich indess nur einige wenige Hauptergebnisse mitteilen und muss betreffs der übrigen auf die in Vorbereitung begriffene ausführliche Arbeit verweisen.

Ich beginne mit dem Verhalten der Insekten, das, wie sich zeigen wird, in mehrfacher Beziehung ein besonders interessantes ist. Während Ende der vierziger Jahre unter anderen noch von Ed. Perris¹⁾ in einer der besten Schriften, die wir über den Sitz des Geruchsvermögens der Insekten besitzen, aufgrund gewisser freilich wenig exakter Experimente zugegeben wird, dass (S. 160) bei diesen Tieren außer den Fühlern bis zu einem gewissen Grade auch die in vieler Beziehung ähnlich gebauten Anhänge der Mittel- und Hinterkiefer, also die sogenannten Taster oder Palpen²⁾, als Geruchsorgane dienen, eine ganz strenge Lokalisierung des Aufnahmeapparates also nicht angenommen wurde, werden in der neuern Zeit fast ganz allgemein nur die Fühler allein als spezifische Riechwerkzeuge betrachtet, und dies selbst von solchen Forschern, die, wie Hauser³⁾ zugeben, dass die betreffenden Experimente, welche das angebliche Nichtperzipierenkönnen von Gerüchen ohne Fühler darthun sollten, „nicht alle beweiskräftig“ sind. Wie misslich es aber ist, wie dies wieder Hauser gethan, aus der Natur der antennalen Nervenenden und Integument-einsenkungen einen Schluss auf die Funktion zu ziehen, erhellt schon daraus, dass, wie die Nachuntersuchungen von Kräpelin⁴⁾,

1) Siège de l'odorat dans les Articulés, Ann. d. scienc. nat. 3. ser. Zool. Tom. 14, 1850, p. 149–178.

2) Die Nervenenden der Palpen sind vielfach ganz anderer Art als die der Fühler. In einer nächstens erscheinenden Arbeit werde ich zeigen, dass u. a. die Palpen-Nervenenden von *Gryllotalpa* schmale vielkernige Schläuche sind, aus denen eine in die Cut.-Anhänge eintretende feine Chorda hervorgeht.

3) Physiol. u. anat. Untersuchungen über das Geruchsorgan der Insekten. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., 1880.

4) Ueber die Geruchsorgane der Gliedertiere. Hamburg 1883.

Bütschli¹⁾, Sazepin²⁾ und Aug. Forel³⁾ zeigen, die betreffende anatomische Darstellung eine in mehreren Punkten ganz unrichtige war. Die Folge wird auch lehren, dass die lediglich auf Dönhoff's⁴⁾ Experimente an der Biene basierten Angriffe von Schiemenz⁵⁾ gegen meine wiederholte Zurückweisung der herrschenden Anschauungen über die Geruchs-Aufnahmestellen der Insekten im allgemeinen durchaus ungerechtfertigt sind.

Auf meine Experimente übergehend erwähne ich zunächst einen zuerst von Lubbock⁶⁾ angestellten und von mir wiederholten Versuch, um zu zeigen, wie leicht und arg man sich bei der Auslegung gewisser Reaktionen täuschen kann. L. hing, um den Geruchssinn der Ameisen zu prüfen über der Mitte eines längern (durch Aufstellung in Wasser z. B.) isolierten Kartonstreifens einen mit diversen Riechstoffen imprägnierten Pinsel auf, unter dem hindurch die Ameisen ihren Weg zu nehmen hatten. Das Resultat war mit Lubbock's eignen Worten folgendes:

„Während manche Ameisen (unter dem Riechkörper) vorbeigingen, ohne sich darum (d. i. um den von oben kommenden Geruch) zu kümmern, blieben andere stille stehen, wenn sie in die Nähe des Pinsels kamen, und kehrten, offenbar, weil sie den Geruch wahrnahmen, um. Bald jedoch kamen sie wieder und liefen am Pinsel vorbei. Nachdem sie dies zwei- oder dreimal gethan hatten, nahmen sie in der Regel weiter keine Notiz von dem Geruch“. Da L. noch hinzufügt, dass keiner, der das Benehmen der Ameisen unter diesen Umständen beobachten würde, den geringsten Zweifel an ihrem Geruchsvermögen haben könnte, wählte ich auch diese Methode, um zu erforschen, wie sich etwa der Fühler beraubte Ameisen verhalten würden. Ich war nicht wenig überrascht zu finden, dass auch diese (es handelt sich um *Formica rufa*) vor dem Riechobjekt umkehrten. Um ganz sicher zu gehen, versuchte ich's aber noch mit dem gleichen Arrangement aber mit Weglassung des Riechstoffes, und siehe da! sie kehrten auch jetzt noch um! Bei genauerer Beobachtung der von einer Ameise vom Anfang an auf dem Papiersteg zurückgelegten Strecke stellte sich auch bald heraus, dass es sich bei dem gewissen Umkehren lediglich um ein versuchsweises Abschreiten oder

1) Ueber die nervösen Endorgane an den Fühlern der Chilognathen etc. Dieses Blatt, IV. Bd., Nr. 4.

2) Ueber den histol. Bau und die Verteilung der nervösen Endorgane auf den Fühlern der Myriopoden. Leipzig, Voss. 1884.

3) Etudes Mirmecologiques en 1884. Bull. soc. Vaud. sc. nat., XX, 91.

4) Eichstädter Bienenzeitung, Jahrg. 1854, S. 231 und 1855, S. 44.

5) Ueber das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Bienen. Zeitsch. f. wiss. Zool., 38. Bd., 1883.

6) Ameisen, Bienen und Wespen. Internat.-wiss. Bibl., 57. Bd., 1883, S. 197 ff.

Ausprobieren des unbekanntes Weges handelt, oder dass sich die Ameisen ähnlich benehmen wie wir selbst, wenn wir etwa auf einem schwanken Brette eine tiefe Gebirgskluft überschreiten sollen. Die auf jeden Fall hochinteressante Erscheinung lässt sich nach meinen zahlreichen Versuchen hierüber folgendermaßen veranschaulichen.

Nachstehende Reihe fettgedruckter Zahlen bedeuten den von den Ameisen überschrittenen Steg, von rechts, wo das Versuchsindividuum aufgesetzt wurde, nach links in Zentimeter eingeteilt. Die kleiner gedruckten Zahlen 1, 2, 3 etc. darunter (es sind dieses Journalformates wegen mehrere Zentimeter in eine Teil-Strecke vereinigt) deuten an, wo das Tier zum 1. zum 2. zum 3. mal u. s. w. umkehrte.

		je 4 cm					ohne	Riechstoff										je 2 cm												
		40	36	32	28	24	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0.													
Nr.1	—	—	—	—	—	—	—	6,	4,	5	7	3	8,	2			1													
Nr.2	—	—	—	—	16			6,	7	9,	13,	15,	12,	14,	11,	3,	8	2,	5	1										
								7,	10																					
Nr.3	—	—	.					9,	6,	5,	7,	8	4	3,	2,	1														

Individuum Nr. 1 kehrte, wie man sieht, im ganzen 8 mal um und zwar immer auf der rechten Hälfte des Steges, wo sie (bei 0) aufgesetzt wurde. Das zweite (Nr. 2) 16 mal und zwar 15 mal auf der rechten Seite. Nr. 3 endlich 9 mal und zwar auch immer auf der rechten Seite. Man erkennt ferner, und meine übrigen Beobachtungen machen dies noch evidenter, dass das Verhalten große individuelle Unterschiede aufweist. Versuch 3 endlich ist besonders interessant, weil hier das successive Fortschreiten des Umkehrungs-Punktes vom Anfang gegen die Mitte sehr regelmäßig ist. —

Weit lehrreicher für unsere Frage waren dagegen zunächst bei derselben Ameise die Versuche mit und ohne Fühler im Riechkästchen.

<i>Formica rufa</i>	Rosenöl (R)			ohne (O)			
	5 Tropfen						
	3	2	1	1	2	3	
1. mit Fühlern	14	13	15	19	54	442	(Summe aus 30 Beob.!) $\frac{O}{R} = 12.$
	42			515			
2. ohne Fühler	17	29	119	132	34	133	$\frac{O}{R} = 1.8.$
	165			299			

Da die fühlereisen Ameisen die geruchlose Abteilung ganz konstant im Mittel nahezu zweimal stärker frequentierten als die nach Rosen duftende, ist wohl in der That jeder Zweifel ausgeschlossen, dass diese Tiere außer mit den Fühlern auch noch durch andere Teile Kunde von gewissen riechenden Substanzen erlangen, wenngleich Hauser ausdrücklich auch

das Genus *Formica* unten den nur mit den Antennen riechenden Insekten aufführt.

Ganz analog war das im Riechkästchen erhaltene Resultat bei einer jener Fliegen (*Lucilia Caesar L.*), die durch den Geruch von faulem Fleisch angezogen werden.

	Faules Fleisch (R)			ohne (O)			
<i>Lucilia.</i>	3	2	1	1	2	3	
1. mit Fühlern	4	2	2	1	0	1	
	5	0	3	0	1	1	
	4	3	0	0	1	2	
	2	4	1	0	2	1	
	11	3	2	2	2	0	
	3	3	3	0	0	1	
	
	
	
	70!	49	50	17	39	36!	(Summe von 30 Beob.)
		169			92		$\frac{R}{O} = 1.8.$
2. ohne Fühler	2	5	3	2	0	1	
	3	3	5	1	0	1	
	5	2	2	2	0	1	
	5	2	2	2	0	0	
	
	
	
	50!	24	27	27	1	11!	(Summe von 15 Beob.)
		101		39			$\frac{R}{O} = 2.6.$

Erwägt man, dass beim zweiten Experiment mit den fühllosen Fliegen in 15 Fällen ohne Ausnahme die nach faulem Fleisch riechende Abteilung stärker als die andere frequentiert wurde, und dass im ganzen auf 101 Besucher der ersteren nur 39 der letzteren kamen, so ist, glaube ich, der unumstößliche Beweis erbracht, dass hier die die Reaktionsbewegung bestimmende Empfindung des genannten Riechreizes nicht durch die Fühler, oder wenigstens nicht durch diese allein vermittelt wird.

Andererseits gibt es aber auch Insekten, bei denen die Fühler zumal bei der Perzeption und Unterscheidung von relativ minder starken Gerüchen (der Nahrung oder des gewöhnlichen Aufenthaltsmediums) eine hervorragende Rolle spielen. Indem ich mir die Mitteilung der einschlägigen Studien über den Geruchsperzeptionswert der Antennen bei gewissen blumenbesuchenden Insekten für später vorbehalte, sei hier nur ein Parallelversuch bei einem in Kuldung lebenden *Aphodius* erwähnt.

Aphodius mit Fühlern.

	3	2	1	2	3
	Kuhdung				
nach je 20 Minuten	5	0	35!	1	9
	5	1	26!	8	10
	0	5	39	2	4
	1	1	42	3	3
	4	2	41	0	3
	15	9	183	14	29

Das Experiment lässt keinen Zweifel, dass der (relativ schwache) Geruch dieses natürlichen Riechstoffes auf unsere Dungkäfer im höchsten Grade anziehend wirkt, und sei noch beigefügt, dass sie sich u. a. gegen unsere Fäces sowie gegen die des Schweines und dergleichen gegen *Assa foet.* ähnlich verhalten.

Aphodius ohne Fühler.

	3	2	1	2	3
	Kuhdung				
	1	0	13	12	12
	5	8	7	10	8
	<i>Assa foet.</i>				
	9	11	12	6	0
	7	10	6	5	10

Hier ist, wie man sieht, in der That keine auffallende Ansammlung um das Riechobjekt zu erkennen.

Ich wende mich nun zu jenen wichtigen Experimenten, die das Ziel verfolgten, die relative Geruchsempfindlichkeit der einzelnen Körperabschnitte oder Oberflächenbezirke eines Insektes zu ermitteln.

Die hierbei angewendete Methode war höchst einfach. Ich bediente mich als Geruchsträger wieder des schon oben erwähnten zugespitzten Glasstäbchens, und näherte dasselbe mehrmals und an verschiedenen Punkten dem zu prüfenden Reaktionsobjekt. Die Hauptbedingung zu einer erfolgreichen Untersuchung ist nur die, dass man Tiere (ich meine hier sowohl solche Arten als solche Individuen) auswählt, die sich entweder für gewöhnlich im Zustande völliger Ruhe befinden, oder die nach einer gemachten Bewegung mindestens ein paar Minuten wieder regungslos bleiben. Die meisten Versuchsobjekte befanden sich (selbstverständlich in Einzelhaft) in einer ziemlich flachen runden Glasdose von 10 cm Durchmesser, in der sonst keinerlei andere das Tier zerstreuende Gegenstände, wie etwa Futterkörper u. dgl. sich befanden.

Zunächst prüfte ich die zum teil von hochberühmten Forschern wie u. a. von Cuvier¹⁾, Dumeril²⁾ und Burmeister³⁾ vertretene

1) Leçons d'anatomie comparée, t. II, p. 675.

2) Considerations generales sur les Insectes, p. 25.

3) Handbuch der Entomologie, Bd. I, S. 196 u. 277.

Anschauung, nach welcher die den Geruch vermittelnden Aufnahmsorgane der Insekten, analog wie bei den Wirbeltieren mit dem Respirationssystem bzw. mit den als Stigmen bekannten Eingängen zu diesem verknüpft sein sollten. Zu dem Behufe näherte ich das Riechstäbchen abwechselnd dem vordern (vor der Spitze der grade nach vorn gestreckten Fühler gelegenen) und dem hintern Ende des Körpers. Tritt die Reaktion bei der Vorderstellung stärker bzw. rascher ein als bei der Hinterstellung, so können die Tracheeneingänge unmöglich die Hauptgeruchsorgane sein, denn am Kopf sind bekanntlich gar keine Stigmen und letztere liegen überhaupt meist alle hinter der Mitte der früher bezeichneten Vorder-Hinterdistanz.

Vorerst nun einige Ergebnisse bezüglich eines feinriechenden Aaskäfers nämlich der *Silpha thoracica*.

Die Zahlen geben an, nach wie viel Sekunden eine Ortsbewegung bewirkt wurde.

$$\text{Rosenöl} \left\{ \begin{array}{l} \text{v} \ 1 \ 1 \ 1 \ 1/2 \ 1 \ 1 \ 1/2 \ 1 \ 1/2 \ \dots \ 14 \\ \text{h} \ 2 \ 6 \ 2 \ 5 \ 2 \ 2 \ 1 \ 2 \ 3 \ \dots \ 62 \end{array} \right.$$

Es ist evident, dass dies Insekt gegen den applizierten Geruch vorn bzw. an den Fühlern empfindlicher als hinten ist.

Dasselbe Objekt erwies sich, wie nachstehende Versuchsreihen darthun, noch in anderer Beziehung höchst lehrreich.

$$\text{Rosmarinöl} \left\{ \begin{array}{l} \text{mit Fühlern} \left\{ \begin{array}{l} 1 \ 1/2 \ 1 \ 1 \ 1/2 \ 1 \ 1/2 \ 1 \ 1/2 \ 1 \ 1 \end{array} \right. \\ \text{ohne „} \left\{ \begin{array}{l} 3 \ 6 \ 2 \ 2 \ 1 \ 4 \ 3 \ 2 \ 3 \ 2 \ 3 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Vorstehende Zahlen (Reaktionsgeschwindigkeiten in Sek.) zeigen, dass hier die Fühler (bei der Wahrnehmung von Rosmarinöl) die empfindlichsten Teile sind.

$$\text{Assa foet.} \left\{ \begin{array}{l} \text{mit Fühlern} \left\{ \begin{array}{l} 1 \ 2 \ 1 \ 1 \ 2 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 2 \ 2 \\ \text{ohne „} \left\{ \begin{array}{l} (60^1) \ 60 \ 60 \ 60 \ 60 \ 60 \ 60 \ 60 \ 60 \ 60 \ 60 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Letzteres Verhalten im Vergleich mit dem frühern führt zu einer äußerst interessanten Konsequenz. Es beweist nämlich, dass der eine Geruchsstoff (*Assa foet.*), der nichts weniger als ein sehr feiner ist, nur durch das Medium der Fühler perzipiert Bewegungen auslöst, während der andere (*Rosmarinöl*), ähnliches auch ohne Vermittlung dieser angeblich spezifischen Geruchsorgane bewirkt.

Ergebnisse von fundamentaler Bedeutung erhielt ich dann bei der genauen Prüfung der relativen Geruchs-Perzeptions-Potenz zwischen den Fühlern und Palpen. Es seien zunächst einige der betreffenden Thatsachenreihen bei der Werre (*Gryllotalpa*) angeführt.

<i>Gryllotalpa.</i>	Annäherung an die:	Zahl der Sekunden, nach denen Bewegung des betr. Körperanhanges eintritt:
Rosenöl	Fühlerspitze	5, 5, 3, 6, 3, 12, 5, 5, 4, 4
	Palpen	1, 1/2, 1/2, 1, 2, 1, 1, 1, 1, 1
	Afterfühler	60 ¹⁾ , 60, 60, 60, 60, 60, 60, 60, 60, 60.

1) Keine Reaktion binnen 60 Sekunden.

Darnach sind die Palpen entschieden weit empfindlicher als die Fühler, und es rechtfertigt sich somit zum teil (!) die zuerst von Lyonet, und u. a. von Bonnsdorf¹⁾ und Mareel de Serre²⁾ ausgesprochene Ansicht, dass erstere die eigentlichen Geruchsorgane seien. Dass aber die reaktive Bewegung der Palpen nicht etwa durch die (im allgemeinen ohnehin später eintretende Empfindung) der Fühler bedingt ist, beweist nachstehender Versuch mit der Fühler beraubten Individuen³⁾.

<i>Gryllotalpa</i> ohne Fühler.	Bloße Bewegung der Palpen.	Bewegung des ganzen Körpers.
Ol. melissae	1, 2, 1, 1, 1, 2, 1, 1	6, 7, 3, 10, 7, 8, 7, 12, 12, 3
Methylalkohol	9, 3, 1, 6, 6, 12	3, 60, 60, 1, 60, 60, 23, 31
Aethyläther	$\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1
Birnäther	$\frac{1}{3}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$	1, 3, 10, 5, 8, 2, 5, 18, 8, 60, 2.

Dagegen sind sich unter anderem beim Hirschkäfer Fühler und Palpen bezüglich der Geruchsperzeption ziemlich gleichwertig.

Sekunden, nach denen Reaktion eintritt bei Annäherung an die:

<i>Lucanus.</i>	Fühler.	Palpen.
Ol. Rosae	1 ⁴⁾ , 1, 1, 1, $\frac{1}{2}$, 1, 1	1, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, 1, 1, $\frac{1}{2}$, 1
„ Crotonis	1, 1, 3, 1, 10, 12, 1	10, 1, 4, 1, 11, 5
„ Anisi	$\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1
„ Aurant.	$\frac{1}{2}$, 1, 1, 1	$\frac{1}{2}$, 1, 1, 1, 1, 1
„ Thymi	10! 1, 11, $\frac{1}{2}$, 1	$\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$
„ Thereb.	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1
Butters. verdünnt	60 ⁵⁾ , 60, 60, 60, 60	4, 5, 3, 4, 5.

Nur beim Terpentinöl und noch weit auffallender bei der stark verdünnten Buttersäure ist die Wirkung auf die Palpen, wie man sieht, eine weit energischere als auf die Fühler, und diese Thatsache im Verein mit anderen macht es sehr wahrscheinlich, dass es ein absolut empfindlichstes Geruchsorgan bei gewissen Insekten überhaupt nicht gibt, indem die einen Organe (Fühler) für diesen, die anderen (Palpen etc.) für jenen Geruchsstoff am reizbarsten sind.

1) De fabrica et usu palporum in Insectis.

2) Annales du Museum, t XVIII, p 426.

3) Die jüngst erschienene wichtige Arbeit Plateau's Experience sur le rôle des palpes chez les Arthropodes Maxillès (Bull. de la Soc. Zool. de France, t. X, 1885) konnte hier leider nicht mehr berücksichtigt werden.

4) Die gewöhnlichgedruckten Zahlen bedeuten hier und später die Zahl der Sekunden, nach denen bloß Bewegung der betr. Gliedmaßen, die fettgedruckten jene, nach denen zugleich Ortsbewegung des ganzen Tieres erfolgte.

5) Keine Reaktion binnen 20 Sekunden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1885-1886

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Graber Veit (=Vitus)

Artikel/Article: [Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Tieren. 385-398](#)