Neue Versuche über die Funktion der Insektenfühler.

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

In dem vor Jahresfrist in diesem Blatt[1]) erschienenen und von der Kritik unerwartet beifällig aufgenommenen Artikel „Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Tieren“ war ich speziell betreffs des Einflusses von Riechreizen auf die Insekten zu folgenden zwei Hauptresultaten gelangt. Es wurde erstens (vgl. S. 453 u. 454) nachgewiesen, „dass alle jene stärkern Riechstoffe, wie z. B. Essigsäure, Terpentinöl, Karbolsäure etc. mit deren Hilfe u. a. Hauser und Dahl experimentierten, nicht nur, wie diese Forscher glaubten, einzelne Organe, wie namentlich die Fühler, sondern mehr oder weniger die meisten zartern Hautstellen affizieren“, und es wurde daraus sowie aus dem Umstande, „dass stärkere Riechstoffe fast durchgehends eine heftige abstoßende Wirkung hervorbringen“, der Schluss gezogen, „dass die betreffenden Reaktionen überhaupt nicht auf einer Geruchsempfindung, sondern auf einer im allgemeinen sehr schmerzhaften Erregung des Gefühlssinnes beruhen, welcher letzterer bei diesen Tieren vielfach offenbar von ganz außerordentlicher Feinheit ist“.

Fürs zweite wurde aber dann (S. 454) ausdrücklich betont, dass die Wahrnehmung feinerer und insbesondere die Nahrungssuche erleichternder Gerüche auch hier, zum Teil wenigstens, an ganz spezifische Riechorgane gebunden ist, und es wurde speziell für einen Dungkäfer (*Aphodius*) zum ersten mal der strenge Nachweis geliefert, dass hier als eigentliche Riechwerkzeuge die Fühler funktionieren.

Diese meine klar ausgesprochenen Grundanschauungen betreffs der Geruchsperzeptionsfrage bei den Insekten musste ich aber deshalb wiederholen, weil mir mein hochverehrter Kollege Plateau[2]) in einem jüngst erschienenen kleinen Aufsatz über die Funktion der Küchenschaben-Fühler Aeußerungen unterlegt, die leicht zu Missverständnissen führen können. Er sagt nämlich, ich habe in der erwähnten Arbeit behauptet 1) dass die Küchenschabe Gerüche auch durch die Afterborsten wahrnehmen könnte, und 2) dass die Insekten überhaupt kein spezifisches Geruchsorgan hätten.

Bezüglich der mir imputierten Behauptung Nr. 2 verweise ich einfach auf das Frühere und bemerke bezüglich Nr. 1, dass ich die von mir nachgewiesene Empfindlichkeit der Afterborsten (und Beine) gegen relativ starke (resp. sehr nahe an sie herangebrachte) Riechstoffe,

1) V. Bd., 1885, Nr. 13 u. 15.

2) Une expérience sur la fonction des antennes chez la Blatte (*Periplaneta orientalis*). Extrait des Compt. rend. d. l. soc. entom. de Belgique, séance du 8. juin 1886.

wie sich aus dem Zusammenhang meiner Schrift ganz unzweideutig ergibt, nicht auf eine eigentliche Geruchs-, sondern auf eine Gefühls-Wahrnehmung bezogen habe.

Ich wende mich nun zunächst zur Besprechung von Plateau's Experimenten. Dieselben sollen angeblich den Beweis erbringen, dass speziell bei der Küchenschabe die Wahrnehmung feinerer für die Nahrungsauffindung maßgebender Gerüche nur durch die Fühler geschieht, und dass letztere also die eigentlichen Geruchsorgane sind.

In Wirklichkeit zeigen aber diese Versuche, wie ich später darthun werde, nichts Anderes, als dass selbst so ausgezeichnete Experimentatoren wie Plateau bei Außerachtlassung der nötigen Kontrolversuche in die größten Irrtümer verfallen können, ein Faktum, das ich übrigens schon in meiner ersten Schrift über Lubbock's Riechversuche bei den Ameisen hervorhob.

Von der, wie ich nachweisen werde, völlig falschen und lediglich durch das Volksurteil begründeten Annahme ausgehend, dass das Aroma von Bier auf die Küchenschaben anziehend wirke, (la bière a une odeur faible, et les Blattes sont très friandes de ce liquide) traf Plateau folgendes Arrangement. Er gab den erwähnten Riechstoff (mit Bier befeuchtetes Brot) in eine runde offene Schachtel aus Pappe (5 cm Durchmesser $4^1/_2$ cm Höhe), auf deren Außen- und Innenwand die Versuchstiere leicht auf- und abklettern können, und stellte dieses Gefäß in die Mitte einer größern (als Gefängnis dienenden) Krystallschale (20 cm Durchmesser). In letztere kamen dann 4 früher gut ausgehungerte Versuchstiere (eine sehr kleine Zahl!), und zwar 2 mit Fühlern und Afterborsten ohne Palpen, und 2 ohne Fühler, aber mit Palpen und Afterborsten.

Das Resultat von 26 (an aufeinander folgenden Nächten und stets mit den gleichen Tieren gemachten) Beobachtungen war nur dies: es fanden sich im innern Gefäß resp. beim Riechstoff 20 mal Tiere mit Fühlern (und zwar 17 mal 1 Tier und 3 mal 2 Tiere), aber nur ein einziges mal ein Tier ohne Fühler.

Daraus schließt nun Plateau ohne weitere Bedenken, dass die Fühler die eigentlichen Riechorgane sind. Gegen diese Schlussfolgerung lassen sich aber schon a priori zwei Einwendungen machen. Der erste Einwand ist der, dass der Mehrbesuch der fühlertragenden Tiere möglicherweise nicht eine Folge des Besitzes der Fühler sein muss. Es ist nämlich möglich, ja wie wir sehen werden sogar sehr wahrscheinlich, dass das erste fühlertragende Tier nicht infolge einer ihm angenehmen Geruchswahrnehmung, sondern zufällig resp. infolge der Gewohnheit, im dunkeln allerorten herumzurennen und alle Verstecke durchzustöbern, in das innere Gefäß gelangte. Nehmen wir nun an, das Tier habe von der zufällig gefundenen Speise genascht und dieselbe angenehm gefunden, so ist es immerhin möglich, ich will nicht sagen sehr wahrscheinlich, dass es, nachdem es

einmal den Weg zum Nährstoff kannte, aus Bedürfnis oder auch aus Gewohnheit öfter kam, und, wenn die Möglichkeit eines solchen gewohnheitsmäßigen Oefterkommens zugegeben wird, würde sich die Zahl der anrechenbaren Mehrbesuche der Fühlertragenden sehr wesentlich (ja im äußersten Falle auf 2 gegenüber 1!) reduzieren und daher für eine Entscheidung der Fühlerfrage absolut nicht ausreichend sein.

Auf den vorgebrachten Einwand gegen die Beweiskräftigkeit des Plateau'schen Versuches darf ich indess umsoweniger Gewicht legen, als ich selbst aufgrund von später mitzuteilenden, ungemein zahlreichen und völlig einwurfsfreien Experimenten mich überzeugte, dass von den fühlertragenden Tieren in der That weit mehr den Weg ins innere Gefäß finden als von den Fühlerlosen. Es ergibt sich aber — und dies ist der Haupteinwand gegen Plateau's Schlussfolgerung — die Frage, ob die Fühler das Wegauffinden wirklich als Riechorgane oder aber in der Eigenschaft als Tastwerkzeuge erleichtern.

Mit Rücksicht auf eine weitere naheliegende Annahme, dass nämlich der Minderbesuch der fühlerlosen Tiere davon herrühren könnte, dass dieselben infolge der gemachten offenbar äußerst schmerzhaften Fühler-Amputation, die vielfach einen vorzeitigen Tod herbeiführt, sehr wesentlich an Bewegungslust einbüßen, sei zunächst bemerkt, dass dies insofern nicht der Fall ist, als man, wie bei Experimenten mit sehr vielen Individuen bald zu erkennen ist, auf der Außenwand des innern Gefäßes u. a. ebenso viele fühlerlose als fühlertragende Tiere antrifft. Dieser letztere Umstand macht es nun aber sehr wahrscheinlich, dass in das Innere des Gefäßes bloß oder hauptsächlich aus dem Grunde weniger fühlerlose als fühlertragende Tiere hineinkommen, weil den Tieren das Abwärtsklettern an der innern vertikalen Wand insbesondere im dunkeln ohne Mithilfe der weitreichenden als Orientierungs-Stäbe dienenden Fühler vielleicht ebenso schwer fällt, wie etwa einem blinden und seines Stabes oder gar seiner Arme beraubten Menschen das Abwärtsgehen über eine Stiege oder über eine steile Felswand.

In diesem Sinne machte ich nun meinen ersten Kontrolversuch. Die Anordnung war genau dieselbe wie Plateau's Experiment, nur mit dem einen wesentlichen Unterschied, dass in das innere Gefäß kein Riechstoff kam[1]). Das Ergebnis war folgendes:

Bei im ganzen 105 Beobachtungen mit zusammen 1870 Tieren (935 fühlertragende und ebenso viele fühlerlose) fanden sich im innern Gefäß 232 Individuen, und zwar 193 fühlertragende und 39 fühlerlose. Es waren ferner bei den erwähnten 105 Beobachtungen in 56 Fällen

1) Um auch tagsüber beobachten zu können, stellte ich das Gefäß in einen rings geschlossenen (mit Deckel versehenen) und völlig verfinsterten Kasten, der selbst wieder in einem ganz verdunkelten (stillen) Zimmer stand.

mehr fühlertragende Tiere als fühlerlose im innern Gefäß, und nur in 8 Fällen war das Verhältnis umgekehrt. Bei den noch übrigen 41 Beobachtungen fand sich das Gefäß ganz unbesucht.

Danach ist es nun wohl evident, 1) dass die Fühler thatsächlich das Hineinkommen in das innere Gefäß ganz wesentlich erleichtern und 2) dass diese Erleichterung daher rührt, dass die Fühler, in ihrer Eigenschaft als Tastorgane, den Tieren beim Abwärtsklettern eine größere Sicherheit gewähren.

Mein zweiter Kontrolversuch, der nicht weniger Geduld und Zeit wie der erste in Anspruch nahm, bezog sich auf die Frage, ob der Bierduft, wie Plateau behauptet, auf die fühlertragenden Küchenschaben wirklich anziehend wirkt. Zu dem Zwecke nahm ich zunächst ein 3 dm weites rundes Aquariumgefäß und stellte in dasselbe vier gleichgroße oben offene Pappschachteln (4 cm hoch und 4 cm Durchm.), von denen eine mit 2 ccm Bier befeuchtetes Brot enthielt, während die andern 3 leer blieben. Ins Hauptgefäß gab ich dann 20 (ausschließlich) fühlertragende Tiere.

Das Gesamtergebnis ist nun folgendes:

Bei im ganzen 40 Beobachtungen mit zusammen 800 (d. i. 20 × 40) Tieren hatte das Biergefäß in toto bloß 9 Besucher, während auf die drei leeren Gefäße zusammen nicht weniger als 129 Frequentanten kamen. Angesichts dieser Ziffern und des weitern Umstandes, dass unter 40 Fällen das Biergefäß 33 mal gar keinen Besucher hatte, ist es, glaube ich, wohl sehr wahrscheinlich (ich will nicht sagen ganz gewiss), dass Bierduft auf die Küchenschaben nicht nur nicht anziehend, sondern gradezu abstoßend wirkt.

Ueberrascht von diesem Ergebnis unterließ ich es nicht, mittels anderer Methoden noch weitere Versuche anzustellen.

Ein solcher bestand zunächst darin, dass ich statt der drei leeren Gefäße dem bierenthaltenden nur eines gegenüberstellte. Hier das Detailergebnis.

		Summe
Biergefäß	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 .	**0**
Leeres Gefäß	0 0 11 13 9 1 10 2 3 4 0 .	**53**!

Ein weiterer Versuch zur exakten Lösung unserer Bierfrage bestand darin, dass ich zwei ganz gleiche 6 cm tiefe und an der Außenseite (um das Hinaufkommen der Tiere zu ermöglichen) mit Papier beklebte Trinkgläser nahm, dieselben in ein großes mit 90 fühlertragenden Tieren besetztes Dunkel-Gefäß stellte und täglich einmal die Zahl der in den Trinkgläsern befindlichen und dort gefangen gehaltenen Tiere bestimmte.

Die erhaltenen Zahlen sind:

Bier-Gefäß	12 8 0 13 2 0 0 1 0 0 .	**36**
Leeres Gefäß	10 12 10 7 4 8 0 27 3 18 .	**99.**

Um ganz sicher zu gehen, machte ich schließlich noch Kontrolversuche mit den zwei Hauptbestandteilen des Bieres, d. i. mit Malz

und Hopfen. Die mittels der letzterwähnten Methode gewonnenen Besucher-Zahlen sind folgende:

Hopfen-Gefäß 24 14 4 2 14 20 1 10 . **89**
Leeres Gefäß 15 17 15 8 44 28 21 28 . **177.**

Hopfen wirkt somit höchst wahrscheinlich abstoßend.

Malz-Gefäß 15 2 1 11 2 0 3 5 . **39**
Leeres Gefäß 5 24 4 30 15 1 0 11 . **90.**

Demnach muss auch Malz eher unter die abstoßenden als unter die anziehenden Agentien gerechnet werden.

Weiters machte ich, und zwar gleichfalls mittels der zuletzt erwähnten Methode (zwei auswendig mit Papier beklebte Trinkgläser), einen Versuch mit frisch gebackenem (und daher stark duftendem) Korn-Brot, wobei ich, um zugleich den Einfluss der Fühler kennen zu lernen, jedesmal 20 fühlertragende und 20 fühlerlose Tiere verwendete. — Die Besucherzahlen waren folgende:

Brot-Gefäß		Leeres Gefäß	
mit Fühlern	ohne Fühler	mit Fühlern	ohne Fühler
5	1	1	0
0	0	2	0
1	3	5	2
1	0	1	0
4	0	6	0
1	0	3	0
5	0	2	0
2	0	3	0
5	0	2	0
24	**4**	**25**	**2.**

Der Versuch lehrt zunächst, dass Brotgeruch durchaus nicht anziehend, aber auch nicht merklich abstoßend wirkt. Weiters bestätigen dann die inbezug auf das leere Gefäß erhaltenen Frequenzziffern meine früher begründete Behauptung, dass die Küchenschaben durch Wegnahme der Fühler in ihren Bewegungen (speziell beim Abwärtsklettern) gehemmt werden.

Gegen die Erklärung, dass die Küchenschaben in das leere Fangglas deshalb häufiger als in das Bier-enthaltende kommen, weil ihnen der Geruch des Bieres unangenehm ist, könnte (und dasselbe gilt für Plateau's Experimente!) die Einwendung gemacht werden, dass die minder starke Frequentierung des Bierglases möglicherweise daher rühre, dass unsern Tieren vielleicht der aus dem bierenthaltenden Gefäß aufsteigende Wasserdunst (höherer Feuchtigkeitsgrad), ohne Rücksicht auf den spezifischen Biergeruch, nicht konveniere.

Aus diesem Grunde machte ich, unter sonst gleichen Bedingungen, einen Kontrolversuch mit zwei Fanggläsern, von denen das eine reines

Wasser, also ein völlig geruchloses Feuchtigkeitsmedium, das andere aber Bier (und zwar Pilsener) enthielt.

Die durch 13 Tage fortgesetzten Beobachtungen ergaben folgende Frequenzzahlen.

Wasser	10	10	17	16	9	15	7	5	8	10	6	3	10	. **126**
Bier	9	4	4	3	10	4	7	7	5	5	0	5	5	. **68**.

Wie man sieht, spricht auch dieser Versuch ganz und gar nicht für eine Vorliebe für den Bier-Geruch[1]).

Ich mache hier noch darauf aufmerksam, dass methodische Versuche über die Feuchtigkeits-Empfindlichkeit der Tiere von großem Interesse wären.

Aus meinen bisher mitgeteilten Versuchen ergibt sich, dass Plateau's Beweis für die Behauptung, dass bei der Küchenschabe die Fühler als Geruchsorgane fungieren, absolut falsch und hinfällig ist. Ist aber auch der Beweis falsch, so ist deshalb nicht auch der zu beweisende Satz unrichtig, und im folgenden werde ich aufgrund neuer vorwurfsfreier Versuche darthun, dass die Fühler bei der Küchenschabe in der That die spezifischen Geruchsorgane sind. —

Eine unerlässliche Vorbedingung für die betreffende Beweisführung ist zunächst die, einen reinen (d. i. nicht zugleich auch die Gefühlsnerven affizierenden) Riechstoff ausfindig zu machen, der in ganz entschiedener Weise anziehend oder abstoßend wirkt. Trotz zahlreicher zeitraubender Experimente mit Vanille, Chokolade und andern (für uns) angenehmen Speise- und Gewürzdüften gelang es mir aber bisher nicht, einen unzweifelhaft anziehenden Stoff zu entdecken; dagegen lernte ich schon vor Jahren in altem stark riechendem Käse ein heftig abstoßendes Riechmittel kennen, und mit diesem wurden nun auch die betreffenden Experimente ausgeführt. Eine zweite Vorbedingung ist dann die, die Anordnung so zu treffen, dass die der Fühler beraubten Tiere nur auf einer Ebene und nicht auf- und abwärts sich zu bewegen brauchen, denn wir wissen ja von früher, dass unsere Tiere durch das Wegnehmen der Fühler an Sicherheit der Bewegung (namentlich beim Abwärtsklettern) einbüßen. Aus diesem Grunde verwendete ich zu den in Rede stehenden Experimenten wieder den schon in meiner ersten Arbeit näher beschriebenen (60 cm langen und 4 cm breiten mit Glas gedeckten) Blechtrog, an

1) Auf Grund des Vorstehenden mögen L. C. Miall und A. Denny selbst beurteilen, ob sie damit recht haben, dass sie in ihrem Buch „the structure and life-history of the Cockroach" London 1886, gegen mich und für Hauser und Plateau Partei nahmen. Hier mag noch erwähnt sein, dass den Genannten u. a. auch meine Arbeit „Die chordotonalen Sinnesorgane der Insekten" (Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. XX) und daher auch die von mir nachgewiesene Thatsache, dass die Küchenschaben den innern tibialen Chordotonalorganen der Grillen etc. homologe Teile besitzen, unbekannt geblieben ist.

dessen einem Ende eine besondere den Tieren unzugängliche Seitenabteilung zur Aufnahme des (für die Tiere unsichtbaren) Riechstoffes sich befindet.

Die zunächst mit je 10 bis 30 fühlertragenden Tieren (selbstverständlich im dunkeln) gemachten Wahlexperimente ergaben folgende Besucherzahlen.

Tiere mit Fühlern.

Käse	5	7	9	1	1	6	6	5	5	0	0	etc. . . .	**169**
Leer	25	23	21	29	29	24	14	25	15	9	15	etc. . . .	**454.**

Erwägt man, dass die nach Käse riechende Abteilung im Durchschnitt fast 3 mal weniger als die nicht (resp. weniger) riechende Seite besucht wurde, und ferner, dass bei 36 Beobachtungen auf die Käseabteilung 30 mal der Minus-Besuch entfällt, so darf man es wohl als sicher erwiesen ansehen, dass Käsegeruch auf die fühlertragenden Küchenschaben sehr heftig abstoßend wirkt[1]).

Der für die Entscheidung der schwebenden Frage maßgebende Versuch mit fühlerlosen Tieren führte zu folgendem Resultat.

Tiere ohne Fühler.

Käse	18	16	16	10	10	9	7	8	9	7	18	etc. . . .	**299**
Leer	10	14	14	20	10	9	6	8	8	5	16	etc. . . .	**312.**

Da bei dieser Versuchsreihe, obwohl sie sonst genau unter denselben Bedingungen wie die frühere angestellt wurde, die Totalsumme der die riechende und nicht-riechende Abteilung besuchenden Tiere nahezu die gleiche war, und da ferner bei 30 Beobachtungen 13 mal die Besucherdifferenz 0 betrug, so betrachte ich es als hinlänglich sicher erwiesen, dass die der Fühler beraubten Küchenschaben wenig oder gar nichts mehr riechen, und dass somit die Fühler bei diesen Tieren thatsächlich als Geruchsorgane fungieren.

Wenn nun aber auch für die Küchenschabe (und einige andere Insekten) strenge nachgewiesen ist, dass ihr Geruchsinn in den Fühlern liegt, so folgt daraus — wie ich zum Schluss ausdrücklich betonen möchte — noch nicht, dass dies bei allen Insekten der Fall ist.

Ich habe nämlich bei meinen zahlreichen Experimenten mehrere Insekten kennen gelernt, die überhaupt keinen Geruch zu haben scheinen, und es ist ferner von mir — wie aus meiner ersten Arbeit zu ersehen — der exakte Nachweis erbracht worden, dass gewisse Formen — wie z. B. manche Aasfliegen — auch noch nach Wegnahme der Fühler auf Speisegerüche reagieren.

Weiteres Detail wird eine in Vorbereitung begriffene größere Publikation bringen.

1) Da ich die Erfahrung machte, dass sich (beim gleichen Tier-Materiale) die anfänglich große Besucher-Differenz allmählich verringert, dass sich also die Tiere an den ihnen unangenehmen Geruch gewöhnen, nahm ich, wie bei den frühern Experimenten, fast jedesmal neue Individuen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1887-1888

Band/Volume: 7

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

Artikel/Article: Neue Versuche über die Funktion der Insektenfühler. 13-19