

# **Das Orientierungsproblem bei den Ameisen.**

Von

**Prof. Dr. Theodor Pintner.**

---

Vortrag, gehalten den 10. November 1915.

(Mit 7 Abbildungen im Texte.)



Die Frage: Wie finden sich jene Insekten, die man die staatenbildenden nennt, also Bienen, Ameisen, Wespen, Hummeln, Termiten zurecht? gehört zu den anregendsten, die uns das Leben dieser Tiere bietet.

Alle diese Tiere haben bestimmte Wohnungen. Von ihnen aus machen sie Ausflüge, oft kilometerweit, um ihre Nahrung aufzusuchen. Dann müssen sie immer wieder zu ihrem Nest zurückkehren. Wie sie das nun eigentlich zuwege bringen, wie sie das Nest sicher aufzufinden imstande sind, das ist eben jenes Rätsel, das zu immer neuen wissenschaftlichen Untersuchungen reizt, von denen wir heute einige betrachten wollen, die sich auf die Ameisen beziehen.<sup>1)</sup>

Nun werden Sie fragen: Was ist dabei rätselhaft? Die Tiere haben ja doch Augen, die Sache

---

<sup>1)</sup> Der Vortrag hatte den Titel: „Altes und Neues von Bienen und Ameisen“ und beschäftigte sich kurz auch mit dem Orientierungsproblem bei Bienen. Dieser Teil des Vortrages ist hier nicht wiedergegeben. Das, was die Ameisen betrifft, ist ein kurzer Auszug aus einzelnen Teilen der Arbeiten von Rudolf Brun: „Die Raumorientierung der Ameisen und das Orientierungsproblem im allgemeinen. Gustav Fischer, Jena 1914“ und: „Das Orientierungsproblem im allgemeinen und auf Grund experimen-

liegt also einfach so: Die Tiere sehen ihren Weg und merken sich ihn.

Das ist z. T. auch gewiß richtig. Es gilt z. B., wie wir heute überzeugt sind, für die Bienen. Aber selbst bei diesen in Luft und Licht lebenden Tagtieren ist unsere jetzige Anschauung bis vor kurzem heftig bekämpft worden, und zwar in allen beiden ihrer Grundgedanken. Man hat weder das „Sehen“, noch das „Sich merken“ zugeben wollen.

Um so mehr tauchten Zweifel darüber auf, ob die Augen den Ameisen für die Auffindung ihrer Wege irgendeinen erheblichen Dienst leisten. Diese Zweifel gründeten sich vorwiegend auf drei Umstände: Erstens darauf, daß die Ameisen in ihrem ganz dunkeln Neste die mannigfachsten und umständlichsten Arbeiten ausführen können — was ja für die Bienen in ganz gleichem Maße gilt. Zweitens gibt es unter den Ameisen nächtliche und blinde, augenlose Arten, die ihre Wege ebenso sicher wandeln. Hierin stehen sie in einem Gegensatze zu unseren Honigbienen. Endlich drittens sind ihre Augen auch in den besten Fällen verhältnismäßig unvollkommen.

Von diesen Tatsachen ausgehend, hat man allmählich erkannt, daß unter allen Sinnen, die den Ameisen neben dem Tastsinn zur Verfügung stehen, der Ge-

---

teller Forschungen bei den Ameisen“ in: Biologisches Centralblatt, Bd. 35, Nr. 4 und 5, Leipzig 1915. In diesen Arbeiten finden sich auch die weiteren Literaturangaben.

ruchssinn für sie der weitaus wichtigste ist. Er kommt ihnen bei allen Arbeiten in ihrer Behausung, beim Erkennen der Nahrung, beim Unterscheiden von Freund und Feind und endlich auch für das Sichzurechtfinden in der Umgebung z. T. ausschließlich, z. T. vor allen anderen Sinnen zu Hilfe. Das ist nur dadurch möglich, daß seine Organe in bezug auf ihre Lage völlig anders gebaut sind wie etwa die Geruchsorgane des Menschen. Der Geruch des Menschen wird durch Organe vermittelt, die tief in die Nasenhöhlen eingesenkt sind. Die riechbaren Stoffe müssen in diese Höhlen eindringen, sollen sie eine Erregung bewirken, wobei sie sich natürlich nicht nur untereinander vermischen, ein „diffuses Gemenge“ ergeben, wie man sich auszudrücken pflegt, sondern vor allem auch jede dem Menschen erkennbare Beziehung zu dem Ort und Gegenstand ihrer Entstehung verlieren. Das Geruchsorgan des Menschen kann daher höchstens die Richtung der zutragenden Luftströmung erkennen, aber mit einer Geruchsempfindung nicht unmittelbar räumliche Vorstellungen verbinden.

Ganz anders die Ameise. Sie trägt die zahlreichen nervösen Endapparate, die ihr einen Geruchsreiz vermitteln, oberflächlich an den beiden beweglichen und geknieten Fühlern nebeneinander geordnet. Wie wir dadurch, daß wir die Fingerspitzen auf einen Gegenstand auflegen und tastend über seine Oberfläche hin- und hergleiten lassen, dessen Form auffassen, so kann sich die Ameise mit Hilfe ihres Geruchssinnes

eine Raumvorstellung verschaffen. Beim Menschen wie bei der Ameise kommt bei der Bildung der Raumvorstellung zum Tastsinn eine wesentliche Hilfe hinzu: beim Menschen das Sehen, bei der Ameise das Riechen. Auf diese Erwägungen hat August Forel seine Berührungseruchstheorie oder die Theorie des topochemischen Fühlersinnes aufgebaut, von der ich Ihnen schon vor Jahren zu erzählen Gelegenheit hatte.<sup>1)</sup> Chemisch deshalb genannt, weil ja beim Geruch natürlich gelöste kleinste Teilchen der riechenden Masse die Erregung vermitteln und der Geruch daher zu den chemischen Sinnen gezählt wird, topochemisch aber deshalb, weil diese Gerüche der Ameise eben auch räumliche, „topische“ Eindrücke vermitteln. Die Theorie besagt also, daß die Ameisen mit ihren Fühlern räumlich umschriebene Sinneseindrücke, „Geruchsformen“ wahrnehmen: die Tiere können runde Gerüche von viereckigen, einen harten Geruch von einem weichen unterscheiden oder einen kugeligen Geruch von einem eiförmigen.

Im Vergleich zu dieser Fähigkeit des Berührungseruches ist dagegen die des Ferngeruches bei den Ameisen nur gering entwickelt. Sie sind nicht imstande, selbst stark duftende und für sie ungemein „lustbetonte“ Stoffe, wie z. B. Honig, auf größere Entfernungen als wenige Zentimeter zu wittern; wieder

---

<sup>1)</sup> Siehe diese Schriften, 47. Bd., Wien 1907, S. 1—31: Pintner, Ameisen unter sich und ihre Gäste.

ein wichtiger Unterschied in ihrer Lebensführung gegenüber den Bienen.

Notwendig ist für die nachfolgenden Auseinandersetzungen, daß wir wenigstens einige Worte über den

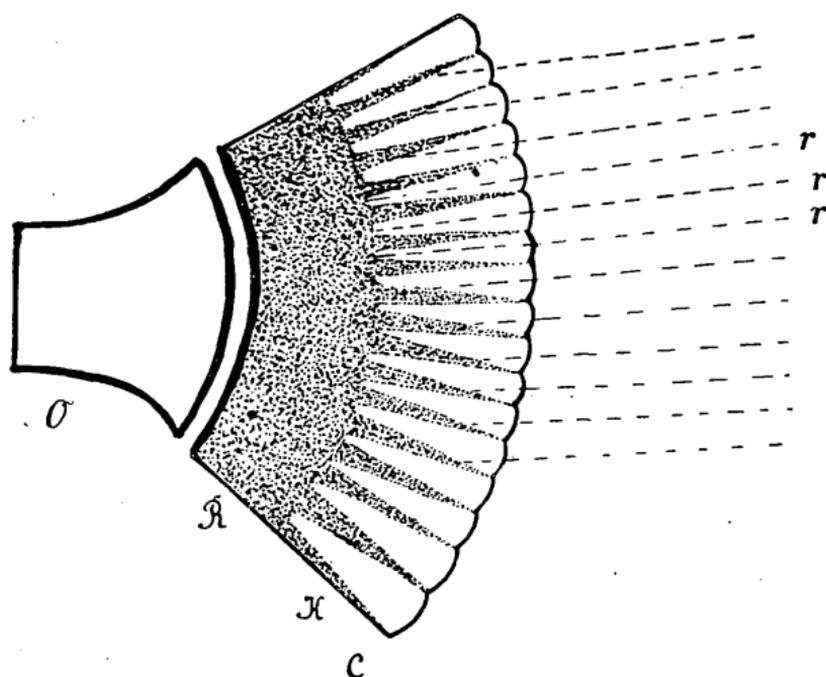


Fig. 1.

Bau der großen Seitenaugen oder Netzaugen bei den Insekten sagen. Das, worauf es uns hier ankommt, läßt sich kurz erledigen. Jedes solche Netzauge (Fig. 1) ist aus einer größeren oder kleineren Anzahl von Einzelaugen zusammengesetzt, die sehr hohe und schmale Kegel (*K*) bilden und selbst wieder zu einem großen Kegel mit sphärischer Basis, der Außenfläche des Auges,

zusammengedrängt erscheinen. Der Längsschnitt eines solchen Augenkegels bietet durch die nebeneinander liegenden Längsschnitte der einzelnen Augenkegelchen das Bild eines Fächers, weshalb man die Augen auch als Fächeraugen bezeichnet. Der eintretende Sehnerv (*O*) entsendet in jedes Augenkegelchen Fasern, deren lichtempfindliche Enden am Grunde dieser Kegelchen liegen (bei *R*) und durch einen dichten Mantel von Farbstoff von allen benachbarten völlig getrennt sind. Dieser Pigmentmantel reicht bis an die Oberfläche des Auges, von der eine gekrümmte Fläche (*C*) ähnlich unserer Hornhaut in Verbindung mit einem lichtbrechenden Kegel (*K*) die Lichtstrahlen zu den in der Tiefe liegenden empfindlichen Teilen hinleitet.

Jedes Einzelnauge entwirft einen Bildpunkt, der um so weniger verschwommen sein wird, je länger der betreffende Augenkegel ist; je zahlreicher die Einzelnagen in gleichem Augenraum, desto zahlreicher die Bildpunkte, desto genauer ausgeführt somit das Bild, und desto kleiner kann dann der Gegenstand sein, der noch ein klares Bild liefert.

Die Ameisen haben verhältnismäßig schlechte Augen — es kommen ja für uns hier nur die Arbeiter bei ihren Gängen von und zum Neste in Betracht; ihre Augen haben kurze und wenig zahlreiche Augenkegel. So hat *Formica rufa*, eine der am besten sehenden Arten, etwa 600 Einzelnagen gegen etwa 20.000 bei vielen Wasserjungfern. Die Unbeweglichkeit der Augen bringt es mit sich, daß die Aufmerk-

samkeit des ruhenden Insekts nur durch bewegte Gegenstände zu erregen ist; also sind die Augen der Ameisen hauptsächlich auf das Sehen größerer, bewegter Objekte in nächster Nähe eingerichtet.

Man mußte nach diesen besonders durch August Forel erfolgten Feststellungen glauben, daß die Augen der Ameisen bei der Fernorientierung nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen, bis sich eben jetzt zeigte, daß diese Anschauungen wesentlich abgeändert werden müssen. Es ist bei Betrachtung der so erstaunlichen Orientierungsfähigkeit der Ameisen zweierlei zu unterscheiden: erstens eine Massensorientierung zahlreicher Tiere auf gemeinsam begangenen Wegen und zweitens eine Orientierung einzelner vom Nest ausgehender Tiere.

Viele Arten, so namentlich die augenlosen und schlecht sehenden kennen nur die erste Art, andere gehen bald scharenweise, bald einzeln vom Neste aus, noch andere immer nur vereinzelt.

Die Massensorientierung geschieht in der Regel, aber keineswegs immer, auf vorgezeichneter Bahn. Sie folgt entweder einer stofflichen Spur oder einer gebahnten Straße. Für uns kommen hier nur die durch Geruchsstoffe gebildeten Spuren in Betracht, die eben noch vor kurzem einer restlosen Erklärung spotteten.

Das allbekannte Bild solcher Ameisenwanderungen zeigt auf einer Strecke von mehreren Metern eine schmale Reihe von Tieren nach zwei Richtungen durcheinander wandern, vom Nest an einem Ende zum Beute-

platz am andern und zurück. Die Tiere folgen einander und tasten dabei ununterbrochen mit ihren Fühlern den Boden ab. Sie suchen durch dieses Getaste die auf dem Wege liegenden winzigen Sekrettröpfchen auf, die, von den wandernden Tieren verstreut, auf ihre Geruchsorgane einwirken.

Daß sie wirklich dieser Geruchsspur folgen, bewies schon vor hundert Jahren der Genfer Gelehrte Ch. Bonnet durch einen höchst einfachen Versuch. Wenn man mit dem Finger quer über die Ameisenstraße einen Strich zieht, so tritt alsbald zu beiden Seiten der Unterbrechung eine Stockung der wandernden Tiere ein; sie suchen an der Unterbrechungsstelle aufgeregt mit den Fühlern umher, bis nach einiger Zeit das eine oder das andere Tier sich zögernd vorwagt und die Verbindung langsam wieder hergestellt wird.

Die Sache hätte nun weiter nichts Aufregendes an sich gehabt, wenn nicht im Jahre 1898 der Physiologe Albrecht Bethe die merkwürdige Entdeckung gemacht hätte, daß die Tiere nicht nur den Weg als solchen erkennen, sondern auch mitten auf der Strecke, also auch in genügender Entfernung sowohl vom Nest wie vom Beuteplatz, um diese Orte etwa sehen oder riechen zu können, die Richtung sehr gut kennen; in der sie zu wandern haben. Bethe stellte folgenden Versuch an: Er leitete eine Ameisenstraße von *Lasius niger* in der Mitte zwischen Nest (Fig. 2, *N*) und einem besuchten Blattlausstrauch (*Bl*) über drei aneinanderschließende längliche Brettchen (*a*, *b*, *c*) und

drehte dann eines dieser Brettchen, z. B. *b* rasch um  $180^{\circ}$  (Fig. 3). Sofort entstand an beiden Enden von *b* eine Verkehrsstockung wie im Versuch von Bonnet, obzwar ja die Spur als solche gar nicht unterbrochen war. Daß die Spur nicht unterbrochen war, zeigte sich deutlich, wenn zwei Brettchen ohne Drehung mit-

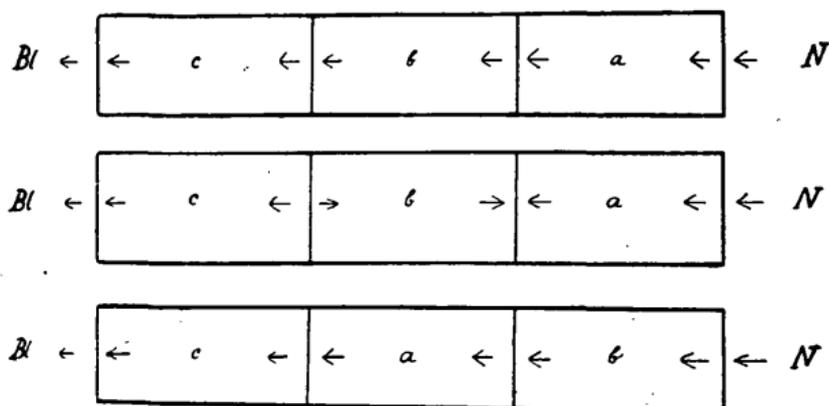


Fig. 2—4.

einander vertauscht wurden, wie z. B. in Fig. 4, wo dann die Wanderung ohne Stockung weiter ging.

Bethe zog nun aus diesem Versuch den Schluß: Die Duftteilchen der Ameisenspur zeigen eine polare Anordnung, etwa wie magnetisierte Eisenfeilspäne mit einem positiven und einem negativen Ende, diese Polarität wirke auf die Ameisen automatisch als Chemoreflex ein und leite sie.

Worin aber diese polare Anordnung bestehe, konnte Bethe nicht angeben. Die gewollte Erklärung

blieb somit mystisch, sie war im Grunde gar keine Erklärung und rief deshalb alsbald auch lebhaften Widerspruch hervor. Der bekannte Ameisenforscher Jesuitenpater E. Wasmann wies in Widerlegung Bethes zunächst darauf hin, daß den Ameisen die Form ihrer Spur erkennbar sein könne. Sie haben ja an den Fußenden zangenartige Klauen, die für die Ameisen ebenso erkennbare Spuren zurücklassen könnten wie etwa für uns die Schuhe auf der Landstraße. Käme zu den Ameisenfußspuren noch ein bestimmter Geruch, zu der vom Nest führenden Spur der Nestduft, zu der vom Beuteplatz führenden der Blattlausgeruch, so läge natürlich eine ganz bestimmte „Geruchsform“ der Fußspur im Sinne Forels vor, die die Tiere sicher leiten müßte.

Diese Erklärung war gewiß sehr befriedigend, erregte aber gleichwohl ein Bedenken. Wie die Fußspuren für uns auf einer sehr stark begangenen Straße undeutlich werden, so müßten wir wohl dasselbe für die Ameisenstraßen annehmen, wenn Tausende sechsfüßiger Geschöpfe auf ihnen in zwei entgegengesetzten Richtungen dahinmarschieren.

Darum versuchte denn Forel eine andere Erklärung. Er legte das Schwergewicht nicht auf die Fußspur selbst, sondern auf die ihr zu allernächst liegende Umgebung, sagen wir beispielsweise auf am Wege liegende Sandkörnchen, Grashalme, kleine und größere Holzstückchen u. dgl., deren Eindrücke sich im Gedächtnis der Ameisen Schritt vor Schritt fest-

legen und ihnen auf diese Weise einen Leitfaden für hin und zurück abgeben sollten. Gerade wie bei uns die einander folgenden Eindrücke in den Gassen einer Stadt allmählich völlig unbewußt in unserem Gedächtnisse abrollen und uns automatisch leiten, wenn wir, ganz ohne aufzupassen, einen Weg hin oder zurück machen, wobei für uns fast ausschließlich die Gesichtseindrücke maßgebend sind, so sollten auch bei den Ameisen die für den Weg bezeichnenden Geruchs- und Tasteindrücke in ihrem Gedächtnisse abrollen und die Tiere automatisch leiten, nachdem vorher ein förmlicher Tastgeruchsstraßenplan allmählich sich in ihr Hirn eingegraben hätte.

Aber diese hübsche Forelsche Erklärung wollte nun gerade dem Betheschen Versuche gegenüber gleichfalls nicht ganz befriedigen, weil ja hier drei völlig gleiche Brettchen vorgelegen hatten, bei denen die für die Forelsche Erklärung nötigen topochemischen Unterschiede als Wegmarken schwer voranzusetzen waren.

Indessen werden wir hören, daß in beiden Erklärungen, sowohl in der von Forel wie in der von Wasmann Wahres enthalten ist.

Die erwähnten Bedenken bewogen nun in neuester Zeit einen Neurologen, Dr. Rudolf Brun von der Nervenpoliklinik der Universität Zürich, neue, sorgfältigst eingerichtete Versuche wieder aufzunehmen, die ebenso spannend in ihrer Anordnung und in ihrem Verlauf, wie überraschend und überzeugend in ihren Ergebnissen sind.

Brun ging dabei von folgenden Überlegungen aus: Hat Wasmann recht, d. h. können die Ameisen die „Geruchsform“ ihrer Fußspuren unterscheiden, so müssen sie offenbar imstande sein, die beiden Richtungen ihrer Fährte, wo immer man sie auf den begangenen Pfad hinsetzen mag, zu erkennen, und zwar auch dann, wenn sie noch nicht selbst auf diesem Wege gegangen sind. Hat dagegen Forel recht, so wäre das Letzte ganz ausgeschlossen; wenn die Ameise bei ihren Gängen sich die Beschaffenheit der Wegumgebung merkt, so kann sie sich natürlich auf einem früher nicht betretenen Pfad nicht zurechtfinden. Wenn sie den Weg aber bereits kennt, wird sie, plötzlich irgendwo auf ihm abgesetzt, erst durch vorheriges streckenweises Hin- und Herlaufen in beiden Richtungen sich überzeugen müssen, wo sie sich befindet.

Brun ordnete nun seine Versuche in folgender Weise an. Über einen kreisrunden Experimentiertisch (Fig. 5), dessen Mitte, ungefähr vom halben Durchmesser des ganzen Tisches, gedreht werden konnte, führte eine 1 m lange schmale Papierbrücke. Ihr Mittelstück war mit der inneren Scheibe des Tisches drehbar.

Nun teilte Brun ein Nest von *Lasius fuliginosus*, einer Art, die sich fast ausschließlich auf Geruchsfährten bewegt, in zwei Teile; der eine Teil *A* kam in einen einstweiligen Behälter, aus dem nach Belieben Tiere und Brut entnommen werden konnten; der andere Teil *B* kam in ein künstliches Beobachtungsnest

(Fig. 5, *N*), dessen gläserne Ausgangsröhre auf das eine Brückenende führte. Am entgegengesetzten Ende des Kreisdurchmessers, den die Papierbrücke bildete,

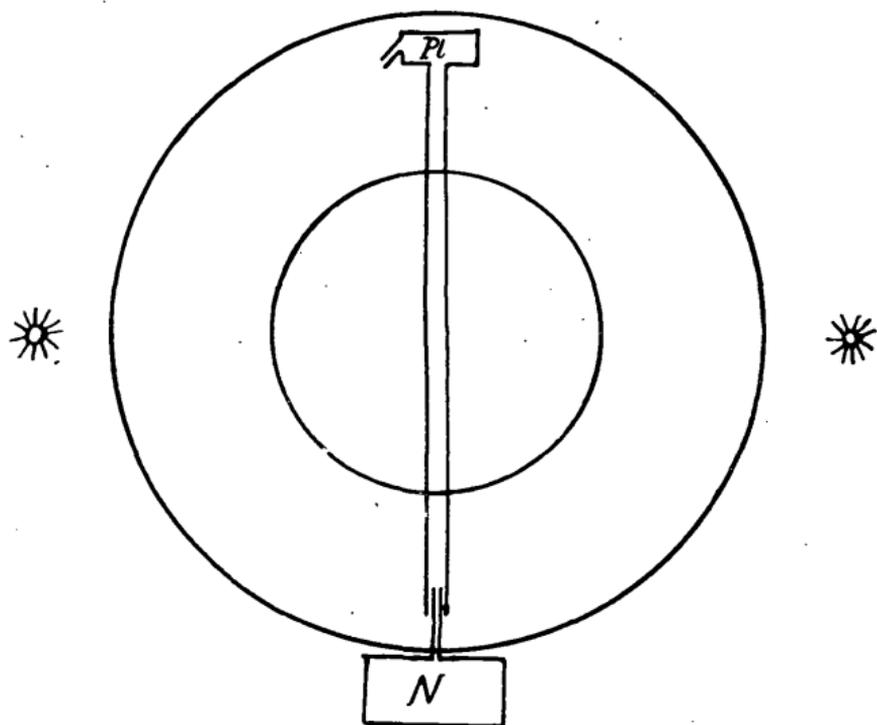


Fig. 5.

wurde eine kleine Platte (*Pl*) angebracht, auf der den Ameisen Honig verabreicht wurde.

Da zunächst die Orientierung der Ameisen rein durch den Geruchssinn geprüft werden sollte, mußte die Möglichkeit einer Orientierung durch die Augen sicher ausgeschlossen werden. Das geschah durch zwei Maßregeln: erstens dadurch, daß die Versuche

im Dunkelzelt mit vollkommen gleichmäßig schwarzen Wänden und schwarzer Decke vorgenommen wurden; zweitens, daß als Beleuchtung zwei gleiche Lichtquellen quer zur Brücke rechts und links am Tische standen (s. Fig. 5). Eine von der Brückenmitte abgehende Ameise hatte somit auf ihrem ganzen Wege stets in beiden Augen vollkommen gleiche Lichteindrücke, ob sie sich nun in der Richtung *N* oder in der Richtung *Pl* bewegte.

Nachdem die Ameisen eine lebhaft begangene Futterfährte auf der Brücke hergestellt hatten, nahm Brun folgende Versuche vor.

1. Er fing Ameisen, die eben mit Honig gesättigt nach dem Neste zurückkehren wollten, gleich bei *Pl* mit einem Bleistift ab und ließ sie von der Bleistiftspitze auf die Mitte der Brücke absteigen, und zwar in der falschen Richtung, gegen die Platte.

„Alle Ameisen behielten diese falsche Richtung zunächst noch eine Strecke weit bei; nach einer Weile aber stutzten sie, schwankten ein- oder mehrmals, indem sie kurze Schleifen nach beiden Richtungen beschrieben“ und kehrten schließlich endgültig nestwärts um.

Sie benahmen sich also genau so, wie es nach der Forelschen Hypothese zu erwarten war, d. h. als ob sie die aufeinander folgenden Geruchsmarken des Weges nach ihrer Erinnerung aufsuchen würden.

Wurden die Ameisen näher beim Nest auf die Brücke abgesetzt, so blieb das Ergebnis das gleiche,

jedoch erfolgte die Umkehr aus der falschen Richtung viel früher, als von der Mitte aus.

Wurden die Tiere aber in der Richtung auf das Nest abgesetzt, so blieben die früher beobachteten Schwankungen zumeist aus, die Ameisen verfolgten die gute Richtung anfangs zögernd, dann immer sicherer bis zum Nest.

Wenn uns der erste Versuch den Forelschen Voraussetzungen noch ganz zu entsprechen scheint, so vermag uns seine Abänderung schon etwas bedenklich zu stimmen: denn die Ameisen sollten sich doch auch dann, wenn sie in der Nähe des Nestes abgesetzt werden, durch Hin- und Herlaufen überzeugen, wo sie eigentlich sind.

Nun folgte eine 2. Reihe von Versuchen, die in derselben Art, aber mit Ameisen aus der Abteilung A angestellt wurden, denen die Brücke vollständig unbekannt war. Richten sich die Ameisen, wie Forel meint, nach Merkzeichen der Umgebung, also wie wir auf der Gasse, so müßten sie hier völlig versagen. Richten sie sich aber, wie Wasmann sagt, nach Fußspuren am Wege, wie wir etwa nach Stiefelspuren, so müßten sie den Weg erkennen, und zwar auf der Stelle, ohne erst hin- und herzulaufen.

Man mußte nun aber bei einem Versuche mit den ortsfremden Ameisen auch wissen, wohin denn die Tiere sozusagen würden laufen wollen. Diese Vorbedingung aber war erfüllt, wenn man Ameisen nahm, die eine Puppe trugen, denn mit einer solchen eilen

sie, wie jedermann weiß, der jemals einen Ameisenbau aufgedeckt hat, mit unfehlbarer Sicherheit in die Tiefe des Nestes. Das war nun eine Versuchsanordnung, die Ihnen, meine Damen und Herren, in sehr schöner Weise die bei solchen Beobachtungen notwendige Gedankenvorarbeit zeigt!

Und nun kommt die erste Überraschung: Alle aus dem fremden Neste *A* genommenen puppenschleppenden Ameisen benahmen sich ganz genau so wie die aus der Abteilung *B*, auch sie erkannten nach anfänglichem Falschgehen regelmäßig ihren Irrtum und verbesserten ihn, zum Nest umwendend.

Daraus folgt mit Klarheit: Die durch den Geruch vermittelte Richtungsunterscheidung kann nicht auf dem Vorhandensein von topochemischen Eindrücken des Weges und seiner Umgebung beruhen, wie es ursprünglich nach dem Verhalten der Ameisen aus dem Nest *B* schien. Aber auch Wasmanns Voraussetzung des Erkennens der Fußspuren trifft nicht zu; denn in keinem einzigen Falle erfolgte das Erkennen der rechten Richtung „vom Fleck weg“, an den die Ameisen hingesezt wurden, sondern erst nach Zurücklegung einer gewissen Wegstrecke oder nach wiederholtem Schwanken.

Nun folgte ein 3. Versuch, der ebenso überraschend endete. Der Honig auf der Platte wurde durch eine Menge Puppen ersetzt, die die Ameisen sofort ins Nest abzuholen begannen, so daß nach einigen Stunden die Larvenübertragung in vollem Gange war. Wurden nun Ameisen in der falschen Richtung

auf die Brücke abgesetzt, so behielten sie diese falsche Richtung ohne jemals im mindesten zu schwanken oder sie gar zu verbessern, bis zur Platte bei. Daraus folgt, daß auf einem Wege, über den längere Zeit Brut geschleppt worden ist, für den Geruch jeder Anhaltspunkt in bezug auf die Richtung fehlt. In geradezu überzeugender Weise wurde das bewiesen, als unmittelbar darauf der Versuch in der Art abgeändert wurde, daß die Larven nunmehr statt auf die Platte auf die Mitte des Weges gelegt wurden. Die vom Nest herkommenden Ameisen stutzten bei dem Larvenhaufen, stiegen auf den Larven herum und ergriffen endlich eine, natürlich um sie zum Neste zu tragen. Viele Tiere aber, gut die Hälfte der ganzen Zahl, gingen nach der falschen Seite ab, gelangten bis zur Platte, suchten hier lange nach dem Nesteingang und kehrten dann erst nestwärts um oder verirrten sich gänzlich.

Alle diese Versuche haben uns bis jetzt deutlicher gezeigt, was nicht der Fall sein kann. Den Fingerzeig nach der positiven Seite gaben dann sich anschließende Drehungsversuche nach der Art der von Bethe angestellten.

Es wurden sowohl auf das Nestende der Brücke, als auf das Plattenende gleichbreite bewegliche Papierstreifen gelegt, die bei jedem folgenden Versuche länger ausgewählt wurden. Nachdem sich dann der Verkehr über diese Hindernisse durch einige Stunden hergestellt hatte, wurden die beiden Papierstreifen entweder

bloß um  $180^{\circ}$  gedreht oder miteinander, gedreht oder nicht gedreht, vertauscht.

Es kam zu folgenden Ergebnissen.

Auf der Brutfährte blieben die Erscheinungen des Stutzens vollkommen aus; alle Ameisen durchliefen die wie immer veränderten Papierstreifen, ohne im geringsten zu zögern.

Auf der Futterfährte dagegen trat die Bethesche Erscheinung des Stutzens der Tiere stets auf, jedoch mit wichtigen Besonderheiten, die sich sämtlich durch eine bestimmte Annahme erklären lassen; diese Annahme erklärt uns zugleich alle vorhergehenden Versuche ganz restlos, und zwar folgenderweise.

Beim Ausgehen vom Neste verschleppen Tausende von Ameisen den Nestgeruch an Füßen und Fühlern in der Richtung des Zieles mit allmählich abnehmender Stärke, und umgekehrt verschleppen die heimkehrenden Ameisen den Honiggeruch nestwärts in abnehmender Stärke. Die Fährte wird also in der Nähe des Nestes starken Nestgeruch und keinen oder nur schwachen Honiggeruch aufweisen, während in der Nähe des Zieles das Entgegengesetzte der Fall ist. Oder, wie man das in der Sprache der Wissenschaft ausdrückt: Der Gesamtgeruch der Ameisenspur zeigt in seinem Verlaufe ein allmähliches Gefälle gewisser Komponenten, und zwar nach beiden Richtungen. Dreht man nun z. B. in der Nähe des Nestes ein Teilstück des Weges um  $180^{\circ}$ , so werden die vom Nest Kommenden plötzlich eine auffällige Stärkeschwankung

des Nestgeruches wahrnehmen, die natürlich um so lebhafter sein wird, je länger das gedrehte Stück ist, und am lebhaftesten, wenn die gedrehten Stücke auch noch miteinander vertauscht worden sind.

Bei der geschilderten Anordnung des Versuches muß unsere Annahme auch eine Reaktion der Tiere herbeiführen, wenn die beiden aufgelegten Papierstücke, der Papierstreifen beim Nest und der bei der Platte, ungedreht miteinander vertauscht werden. Und das ist auch tatsächlich der Fall und ist deshalb bemerkenswert, weil es scheinbar einen Gegensatz zum Betheschen Versuch bildet. Der Widerspruch klärt sich aber sofort auf, wenn man bedenkt, wie weit Nest- und Plattenstreifen hier voneinander entfernt sind, zum Unterschiede vom Betheschen Versuch, bei dem die beiden ungedreht vertauschten Wegstücke unmittelbar nebeneinander liegen, und daß entsprechend dem eben festgesetzten Intensitätsgefälle des Spurengeruchs hier ein bedeutender Unterschied in den Geruchsstärken vorhanden sein muß, noch bedeutender, als wenn die Papierstreifen einfach gedreht worden wären.

In der Nähe des Zieles liegen die Dinge ganz ähnlich mit Beziehung auf den Honiggeruch, doch teilt sich der der Fährte viel schwächer mit als der Nestgeruch, in dessen Dunstkreis sich die Tiere den größten Teil des Tages über aufhalten.

Ferner reagieren die Tiere in der Nähe des Zieles weitaus weniger stark als am Nestende. Das erklärt sich teils aus der Ermüdung des Geruchsorganes, teils

daraus, daß sie nach Zurücklegung des größten Teiles des Weges ihrer Sache nunmehr sicherer geworden sind. Und endlich reagieren die vom Nest ausgehenden Tiere allenthalben viel auffälliger auf den Spurengeruch als die heimkehrenden. Denn diese sind im Besitze frischer und lebhafter Eindrücke der eben durchlaufenen Wegstrecke, tasten sie nicht mehr so „sklavisch“ mit den Fühlern ab als beim Hinmarsch und bemerken infolge dessen feine Änderungen des Spurengeruches gar nicht.

Nunmehr haben wir einen Versuch von größter Wichtigkeit und so überraschendem Erfolg zu erwähnen, daß er zu den schönsten der ganzen Untersuchung gezählt werden muß, so einfach er auch ist.

Er bestand darin, daß Brun an der einen Seite der Brücke einen 5 mm hohen Papierstreifen anbrachte, also eine Brüstung, die die vom Nest auswandernden Ameisen links, die heimkehrenden rechts hatten. Nachdem das Geländer der Brücke drei Tage bestanden hatte, wurde der Versuch mit dem Abholen der Larven aus der Mitte wiederholt. Und nun ging nicht mehr die Hälfte, sondern höchstens etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  der Ameisen fehl. Aber gerade unter diesen Fehlgängern fanden sich die allerbeachtenswertesten Tiere. Stießen sie nämlich zufällig mit dem Fühler ans Geländer, so stutzten sie, übersetzten dann die Brücke schräg zur geländerfreien Seite, stutzten abermals und kehrten dann zum Nest um. Der merkwürdige Vorgang wiederholte sich so unausbleiblich, daß ein Zufall ganz aus-

geschlossen ist, sagt Brun. Übrigens machte er darauf sofort die Probe: er schnitt das Geländer wieder weg und sofort gingen 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> fehl, keine stutzte und keine kehrte um.

Was aber der Versuch bedeutet, kann ja gar nicht deutlicher zum Ausdruck kommen: die Ameisen lernen die Eindrücke ihrer linken Körperseite von denen der rechten unterscheiden und sie gleichzeitig mit der entsprechenden Wegrichtung zu verbinden, so daß sie aus diesen Erinnerungsbildern heraus die Wegrichtung sicher erkennen.

Das ist ein für die tierische Seelenkunde besonders wichtiges Ergebnis. Und gleichzeitig weist es darauf hin, daß in der früher erwähnten Forelschen Erklärung doch ein Teil als richtig bezeichnet werden kann, sowie die vorhergehenden Versuche der Wasmannschen Deutung bis zu einem gewissen Grade entgegenkommen.

Hat uns nun das Gesagte reiche Ausbeute für das Verständnis des Ameisenwanderns geboten, so enthält es aber bei weitem nicht alle wirksamen Einflüsse, die dafür in Betracht kommen. Diese anderen Einflüsse aber lassen sich an den Einzelwanderern noch viel deutlicher erkennen und wir wenden uns nun diesen zu.

Sie zeigen, um das Ergebnis gleich vorwegzunehmen, eine viel stärkere Beteiligung des Auges an der Raumorientierung der Tiere, als letzter Zeit in weitgehender Überschätzung des Geruchssinnes ange-

nommen wurde. Selbst von Massenwanderern liegen, schon von früher, Beobachtungen vor, die ganz ausgesprochen auf die Orientierung durch das Sehorgan hinweisen. Man wußte: bei der roten Waldameise (*Formica rufa*) versagt der erwähnte Versuch von Bonnet, durch einen Querstrich mit dem Finger über die Ameisenstraße die Tiere zu verwirren, vollkommen; sie wandern ohne Aufenthalt weiter, als wäre nichts vorgefallen. Bei derselben Ameisenart hatte Forel die Fächeraugen mit Lack überzogen und gefunden, daß die Tiere dann nur mit größter Mühe die Ameisenstraße verfolgen konnten und jeden Augenblick seitlich abirrten, also vor der Blendung offenbar besonders ihren Augen vertraut hatten.

Ebenso berichteten übereinstimmend Forel und Fabre, daß die von ihren Raubzügen heimkehrende Armee der Amazonenameise (*Polyergus rufescens*) durch Abschwemmen des Bodens mit einem Wasserstrahl keineswegs von ihrer Richtung abgebracht wird. Auch die Amerikanerin Miß Fielde, eine vielgenannte Erforscherin des Ameisenlebens, sah Tiere, die sie auf der Heimkehr zum Neste zwang, einen in der Zwischenzeit über den Weg gelegten Wassergraben zu überschwimmen, trotzdem auf ihrer Richtung beharren. Auch hatte Wasmann bei Gelegenheit der Widerlegung der Betheschen Polarisationsstheorie darauf hingewiesen, daß die Saisonumzüge der *Formica sanguinea*, der roten Raubameise, keineswegs auf einer schmalen Fährte erfolgen. Das deutet nicht

auf eine Geruchsspur, sondern auf Leitung durch den Gesichtssinn.

Ebenso weiß ja jedermann, daß Ameisen auch einzeln von ihrem Neste ausgehen und dabei recht weite Wanderungen unternehmen. Dabei setzte man stillschweigend voraus, daß diese Tiere auf ihrer eigenen Spur zum Neste zurückfänden.

Daß diese Annahme aber mit den Tatsachen in Widerspruch stehe, wurde zum ersten Male 1904 durch

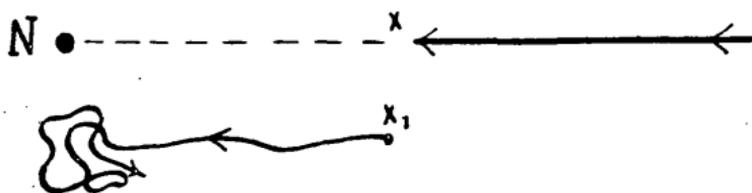


Fig. 6.

den französischen Psychologen H. Piéron nachgewiesen. Er fing eine zum Neste wandernde Ameise ab (Fig. 6 bei  $x$ ) und setzte sie mehrere Meter seitwärts nieder (bei  $x_1$ ). Das Tier nahm seine Wanderung wieder auf, aber nicht etwa von dem Punkte  $x$ , gerade auf das Nest zu, sondern genau in der gleichen Richtung, wie der erste Teil des Weges verlaufen war, also parallel zu dem Wege, den es hätte durchlaufen müssen, um wirklich auf das Nest zu treffen. Ungefähr auf der Höhe des Nestes begann es wirre Kreise zu beschreiben, die deutlich zeigten, daß es das an dieser Stelle vermutete Nest suchte. Kurz, das Tier benahm sich so, als liefe es nach einem Kompaß

in der rechten Richtung und hätte gleichzeitig einen Schrittzähler, der ihm anzeige, wie lang es zu laufen hätte.

Anknüpfend an diesen Versuch beobachtete 1910 der algierische Ingenieur V. Cornetz die Einzelwanderungen der Ameisen, indem er den vom Tiere beschriebenen Weg jedesmal dicht hinter ihm im Gelände bezeichnete, sodann ausmaß und verkleinert wiedergab, ein Verfahren, das also ein übersichtliches und peinlich genaues Abbild des ganzen Weges lieferte. Es hatte sich gezeigt, daß die Einzelwanderer nicht auf einer Geruchsspur gehen, denn man kann den ganzen Boden vor ihnen ausgiebig mit dem Besen bearbeiten, ohne daß sie davon Notiz nehmen. Vor allem aber: die Reise ist kein regelloses Umherirren, sondern sie läßt gewöhnlich eine bestimmte Hauptrichtung erkennen, zu der das Tier nach vorübergehenden seitlichen Abschweifungen immer wieder zurückkehrt. Nie fällt der Rückweg mit dem Hinweg zusammen, ist ihm aber im großen und ganzen parallel. Selten kommt es vor, daß eine Ameise im Verlaufe ihrer Wanderung nacheinander zwei oder drei verschiedene Hauptrichtungen einschlägt. Diese stehen dann meist senkrecht aufeinander. Bei der Rückkehr aber wird der Weg nie durch Einschlagen der Diagonale abgekürzt, sondern es werden die Hauptrichtungen wieder in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen. Nur wenn sich das Tier schon dem Nest nähert, geht es von der meist etwas fehlerhaften Hauptrichtung gerade auf

das Nest los, schießt aber meist wieder etwas darüber hinaus, muß neuerdings verbessern usf., so daß es das Nest in konzentrischen Linien umkreist, bis es endlich den Haupteingang gefunden hat.

Die Deutung aller dieser Erscheinungen gelang erst 1913 einem Dr. F. Santschi;<sup>1)</sup> er ging von der Voraussetzung aus, daß jede bestimmt gerichtete Ortsbewegung sich auf einen in der Außenwelt gelegenen Reiz beziehen müsse; wenn eine Ameise nach seitlicher Übertragung von dem Punkte  $x$  nach  $x_1$  (Fig. 6) immer wieder ihre ursprüngliche Bewegungsrichtung aufnimmt, so läßt sich das nur so erklären, daß die Summe der bei  $x$  auf das Tier einwirkenden Bewegungsreize bei  $x_1$  in ganz gleicher räumlicher Beziehung zum Sinnesapparat des Tieres vorhanden ist. Ein solcher allgegenwärtiger und an jedem Orte aus gleicher Richtung kommender Bewegungsreiz aber ist das Sonnenlicht; und alles, was wir über Bau und Leistung des Insektenauges wissen, paßt hiezu vorzüglich. Die Netzaugen sind, wie wir gehört haben, hauptsächlich zum Sehen von Bewegungen, d. h. von Ortsveränderungen des Netzhautbildes geschaffen. Was das für eine Bedeutung

---

<sup>1)</sup> F. Santschi, Comment s'orientent les fourmis, in: Revue Suisse de Zoologie, Vol. 21, No. 12, Genève 1913. Hier Literatur. Und:

F. Santschi, Observations et remarques critiques sur le mécanisme de l'orientation chez les fourmis. Ebenda, Vol. 19, No. 13, Genève 1911. Hieraus die obenstehende Fig. 1 in ungefährender Wiedergabe.

hat, erkennen wir nun erst in vollem Umfange, wo wir sehen, daß dadurch dem Träger dieser Augen die Möglichkeit geboten ist, die Richtung der Bewegungen seines Körpers gegenüber einer feststehende Lichtquelle zu beurteilen. Da die schmalkegeligen Einzelaugen nur den senkrecht einfallenden Lichtstrahlen gestatten, den reizbaren Nervenendapparat zu erreichen (Fig. 1 *r, r, r*), dagegen alle schrägen Strahlen in ihren pigmentumhüllten Wänden verschlucken, so wird sich eine solche Lichtquelle jedesmal nur in wenigen Einzelaugen abbilden und wird bei unendlicher Entfernung der Lichtquelle und bei geradliniger Fortbewegung des Tieres stets die nämlichen Einzelaugen der einen Körperseite, bei der Rückkehr die entsprechenden Augenkegel der anderen Körperseite treffen. Sucht also das Tier das Sonnenbild stets in den gleichen Augenkegeln zu erhalten, so bewegt es sich geradlinig fort, und dann muß der Rückweg natürlich parallel dem Hinweg sein und das Tier in die Nähe des Ausgangspunktes führen.

Santschi bezeichnet die Fächeraugen als Lichtkompass, die auf die angedeutete Weise den Tieren die geradlinige Fortbewegung und die entsprechende Rückkehr ermöglichen. Er bewies aber die Richtigkeit seiner Anschauung auch durch geradezu als glänzend zu bezeichnende Spiegelversuche. Er beschattete den Weg eben im Freien einzeln zum Neste rückkehrender Tiere durch einen großen Schirm, ließ aber gleichzeitig das Sonnenlicht durch einen großen Spiegel von der

anderen Seite des Wegs her einfallen: sogleich wendeten die Tiere um und liefen stracks in der entgegengesetzten Richtung so lange, als Santschi die falsche Sonne einwirken ließ. Stellte Santschi den Spiegel so, daß der Lichteinfall nur um  $90^{\circ}$  gedreht wurde, so liefen die Tiere senkrecht auf die ursprüngliche Richtung weiter. Diese Spiegelversuche gelangen Santschi selbst auf Ameisenstraßen und Brun sogar auf den Geruchsfährten der Holzameise (*Lasius fuliginosus*), was beweist, daß die Lichtorientierung auch hier noch mit zu dem Ausschlaggebenden für die Wegrichtung gehört.

Schon vor 30 Jahren hatte übrigens Lubbock (Lord Avebury) gezeigt, daß Ameisen augenblicklich auf ihrem Wege umkehren, wenn ihre Stellung zur Lichtquelle um  $180^{\circ}$  geändert wird, sei es, daß man das Licht umstellt, sei es, daß man die Unterlage, auf der die Tiere kriechen, dreht. Die Drehung der Unterlage beantworten die Tiere mit einer entsprechenden Gegendrehung, und diese Gegendrehung bleibt aus, wenn man die Lichtquellen verdeckt oder wenn die Lichtquelle die Drehung mitmacht. Blinde Ameisen beantworten die Drehung nie mit einer Gegendrehung. War also Tatsächliches in der besprochenen Richtung schon bekannt, so eröffnete sich durch die neuen Untersuchungen dafür erst das volle Verständnis.

Ein sehr schöner und einleuchtender Versuch ist Brun auch folgendermaßen gelungen. Er erzählt: „Ich ging so vor, daß sich eine Ameise, die — fast

geradlinig der Sonne entgegen — über einen mit Sand bestreuten Spielplatz wandelte, an einem Punkte  $x$  fixierte (Fig. 7), indem ich eine kleine runde Schachtel

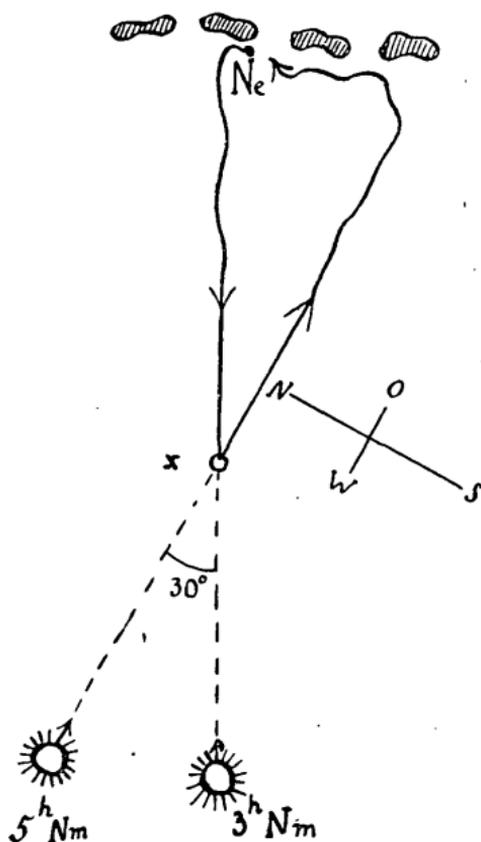


Fig. 7.

über ihr in den Sand stülpte. Es war genau 3 Uhr nachmittags. Ich ließ die Ameise genau 2 Stunden gefangen. Als ich um 5 Uhr das Schächtelchen wegnahm, saß die Ameise unbeweglich im Zentrum des kleinen Kreises. Sie drehte sich langsam um und wanderte wiederum fast geradlinig über den Sandplatz zurück, in der Richtung des Betrandes, an dem sich ihr Nest befand. Doch wich ihre Rückweglinie von der Hinkurve um  $30^\circ$  nach rechts ab, d. h. um genau so viele Bogengrade, als die Sonne während der 2 Stunden am Firmament nach links gewandert war. Ich wiederholte den Versuch, indem ich den Zeitraum der Fixierung variierte: Der Abweichungswinkel der Rückkurve entsprach in allen Fällen dem be-

während der 2 Stunden am Firmament nach links gewandert war. Ich wiederholte den Versuch, indem ich den Zeitraum der Fixierung variierte: Der Abweichungswinkel der Rückkurve entsprach in allen Fällen dem be-

treffenden Sonnenwinkel, mit einem Fehler von meist nur  $\frac{1}{2}$ —1 Bogengrad (nur in einem Falle betrug er 6 Bogengrade).“

Freilich, bei den mit den besten Augen ausgestatteten und auch psychisch höher stehenden Formen versagt dieser Versuch meist völlig, solche Tiere nehmen ihre frühere Richtung nach der Absperrung ohne merkbare Abweichung wieder auf, sie finden sich eben in ihrer Umgebung in viel freierer Weise zurecht, als wenn sie bloß sklavisch an den Lichtkompaßmechanismus gebunden wären, sie sind offenbar imstande, sich entferntere große Gegenstände, wie Bäume, Häuser u. dgl., die sie wohl in verschwommener Weise wahrnehmen, zu merken und mit der Lage des Nestes in Verbindung zu bringen.

Wurde eine *Formica sanguinea* auf dem vorhin erwähnten freien Sandplatz gezwungen, eine bestimmte gekrümmte Bahn zurückzulegen, so kehrte sie am Ende stets auf dem kürzesten Wege zum Nest zurück, nach rechtwinkligem Zwangslauf in der Diagonale, nach Bogenläufen in der Sehne. Vom Nest unmittelbar auf den Endpunkt gesetzt, waren sie vollkommen ratlos. Es kann also auch nicht etwa eine große Reihe durch Muskel- und Körperbewegungen im Gedächtnis festgehaltener Eindrücke („Richtungsengramme“) sein, die die Tiere leitet.

Daß es nur die Augen sind, zeigt auch folgender Versuch. Eine Ameise wurde zu einem winklig geknickten Weg weit über den vorhin erwähnten freien

Sandplatz hinaus gezwungen. Sie schlug von seinem Ende nicht gleich die Diagonale zum Neste ein, sondern lief erst das zweite Schenkelstück so weit zurück, bis sie auf den freien Platz kam. Hier konnte sie sich offenbar mit den Augen zurechtfinden und nun begann die Diagonale.

Daß aber auch die Erwerbung eines individuellen persönlichen Ortsgedächtnisses, das auf nacheinander erworbenen und miteinander verknüpften Ortseindrücken beruht, bei den psychisch höchstehenden Ameisenarten möglich ist, zeigt folgender Versuch von Brun. Individuen der Gattung *Formica* wurden den Nestern entnommen und nach Orten bis zu 30 m Entfernung gebracht. Es waren das aber Orte, die von der betreffenden Kolonie früher sehr häufig besucht worden waren, seit Wochen aber nachweislich nicht mehr, so daß das Vorhandensein einer Geruchsspur mit Sicherheit konnte ausgeschlossen werden. Trotzdem begaben sich diese Ameisen fast augenblicklich auf dem kürzesten Wege nach Hause zurück. Das ist natürlich nur so möglich, daß sie noch von ihren früheren Besuchen her genügende Erinnerungsbilder an die Örtlichkeit, in der sie jetzt freigelassen worden waren, besaßen.

Und nun noch einen letzten Versuch Bruns, der den Einfluß kinästhetischer Eindrücke auf das Sichzurechtfinden zeigt. Auf dem vorhin erwähnten Versuchstisch in dem gleichfalls geschilderten Versuchszelt wurde am Rande ein künstliches Nest mit

einer kleinen Kolonie von *Formica rufa* befestigt. Die Ausgangsröhre mündete auf die Tischplatte und diese war um  $20^{\circ}$  so gesenkt, daß der Nesteingang die tiefste Stelle bildete. Die Tiere mußten zum Honig, der sich genau im Mittelpunkte des Tisches in einem kleinen Napf vorfand, ansteigen. Brun wartete nun, bis eines der bereits eingewöhnten Tiere Honig genommen hatte, und kehrte dann die Neigung des Tisches geräuschlos in die entgegengesetzte um, so daß sich jetzt das Nest oben befand. Die Ameisen, wenn sie jetzt nach Hause wollten, waren sichtlich aufs höchste betroffen, schwankten zwischen den beiden Richtungen: aufwärts, wie die natürlich vorhandene Geruchsspur forderte, oder abwärts, dem treuen Erinnerungsbilde entsprechend. Endlich entschlossen sie sich, und zwar alle ohne Ausnahme, abwärts, ziemlich genau nach dem tiefsten Punkte, wo sie lange Zeit in eng begrenzten Bogenläufen den natürlich nicht vorhandenen Nesteingang suchten.

Aus diesem überaus schönen Versuche geht dreierlei deutlich hervor: erstens einmal die verhältnismäßig hochstehende psychische Fähigkeit der *Formica*-Arten etwa im Verhältnis zu den *Lasius*, den Holzameisen, die im gleichen Falle, mit Honig vollgesogen, einfach nach irgendeiner Richtung davongerannt wären, während die *Formica* sichtlich mit dem Dilemma zu tun hatten und schließlich nach dem in ihrer Erinnerung feststehenden Eindrücke, sie müßten zu dem Neste abwärts gehen, handelten. Zweitens entnehmen

wir dem Experiment, daß ein neuer Faktor, den wir bisher nicht als richtunggebend erkannt haben; auf die Tiere einwirken kann, im vorliegenden Falle die Schwerkraft. Man hatte nicht geglaubt, daß die Insekten bei ihrem geringen Körpergewicht und der verhältnismäßig ungeheueren Muskelarbeit, die sie aufbringen, die Schwerkraft überhaupt merken könnten; der beschriebene Versuch beweist es. Dieses Innenwerden des Auf- und Absteigens und das Sichdarnachrichten ist aber nur ein Teil jener Muskelempfindungen, die wir als kinästhetische bezeichnen, wir merken die Körperbewegungen, die Art der Muskelarbeit, die wir geleistet, und können uns auch nach ihr im Raume zurechtzufinden trachten, wie im völlig dunkeln, aber uns bekannten Zimmer, während wir im verdunkelten, uns unbekanntem 'Zimmer' des Gasthofes ratlos sind.

Fassen wir alles, was wir gehört haben, kurz zusammen, so können wir mit Brun sagen: Die Fernorientierung der Ameisen ist ein ungemein verwickelter psychophysiologischer Vorgang, bei dem je nach den vorwaltenden Umständen und je nach der seelischen Entwicklungsstufe der betreffenden Art Erfahrungen der verschiedensten Sinnesgebiete, Tastempfindungen, Geruchsempfindungen, Gesichtseindrücke und Muskelempfindungen bald getrennt, bald gemeinsam zu zusammenhängenden Erinnerungsbildern führen und den Tieren dazu verhelfen, sich in ihrer Umgebung zurechtzufinden.

Exakte Versuchsanordnung gestattet uns heute, die einzelnen Faktoren, die bei diesen verwickelten Vorgängen zusammenwirken, nach unserem Belieben auszuschalten und einzeln zu beobachten; das sollten Ihnen die geschilderten Versuche vor Augen führen, und sie sollten Ihnen an einem Beispiele zeigen, mit welchen Mitteln heute die experimentelle und vergleichende Tierpsychologie arbeitet im Gegensatze zu jenen jämmerlichen laienhaften Scheinuntersuchungen, vor denen Sie mein letzter Vortrag zu warnen versuchte.<sup>1)</sup>

Alle die besprochenen Tierversuche zeichnen sich in ihrer äußeren Anordnung durch große Einfachheit aus. Es lägen gar keine unüberwindlichen Schwierigkeiten vor, daß jemand, der für dergleichen Neigung hat, die ganze Versuchsreihe nachmacht. Aber die dankliche Arbeit, die den Versuch vorbereitet, die ist eine schwierige und verwickelte. Je tiefer sie eindringt, desto einfacher wird der sie bestätigende oder widerlegende Versuch selbst, und gerade die Einfachheit eines solchen Versuches ist es, die ihm die Eindeutigkeit und damit die wissenschaftliche Beweiskraft verleiht.

---

<sup>1)</sup> Siehe diese Schriften, 55. Bd., Wien 1915, S. 325—340: Pintner, Einige Bemerkungen über die sogenannten denkenden Tiere.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Pintner Theodor

Artikel/Article: [Das Orientierungsproblem bei den Ameisen. 111-145](#)