

Über die geistigen Fähigkeiten der Ameisen.

Vortrag, gehalten am 20. Februar 1901

von

Dr. C. SCHÄFFER.

Meine Herren! Es wird Ihnen nicht unbekannt sein, dass in den letzten Jahren ein lebhafter Kampf um die geistigen Fähigkeiten der Ameisen (und auch der Bienen) geführt wird. Nachdem lange Zeit die übertriebenen Vorstellungen von der Intelligenz dieser Tiere herrschten, wie sie z. B. durch die populären, das Ameisenleben kritiklos vermenschlichenden Darstellungen von BÜCHNER und anderen erzeugt wurden, sind besonders 2 Autoren von ganz verschiedenen Richtungen aus dieser anthropomorphistischen Betrachtungsweise entgegengetreten, nämlich BETHE und WASMANN: BETHE,¹⁾ der auf dem Boden der Descendenztheorie stehende Physiologe, der sich besonders durch seine schönen Untersuchungen über das Nervensystem von *Carcinus maenas* in die Wissenschaft eingeführt hatte;

¹⁾ BETHE, A., Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben? Archiv für die ges. Physiologie, Bd. 70, 1898. S. 15—100.

BETHE, A., Noch einmal über die psychischen Qualitäten der Ameisen. Archiv für die ges. Physiologie, Bd. 7 u. 9, S. 39—52.

In dem vorliegenden Vortrage wird nur die erste dieser beiden Schriften berücksichtigt. In der zweiten zieht sich der Verfasser nach den heftigen Angriffen WASMANN's gegen seine Reflextheorie ganz auf den physiologischen Standpunkt zurück und erklärt psychologische Fragen, wie er sie in seinem ersten Aufsatz aufgeworfen und beantwortet hat, für unzulässig. Den in seiner ersten Arbeit noch angewandten Analogieschluss verwirft BETHE also nunmehr. Da aber die Tierpsychologie denselben ohne sich selbst zu vernichten, nicht entbehren kann, ist für uns nur der in der ersten Schrift vertretene Standpunkt diskutierbar. — Hierzu sind auch zu vergleichen die in der folgenden Anmerkung erwähnten 2 letzten Aufsätze von WASMANN.

WASMANN,¹⁾ der scharfsinnige Jesuitenpater, der seit fast 20 Jahren sich eingehend und liebevoll mit der Biologie der Ameisen, speziell der Ameisengäste, beschäftigt hat und scharfe Beobachtungsgabe mit grossem Wissen und geschickter Kampfweise verbindet. Diese beiden Männer, von so verschiedenen Grundlagen ausgehend, mussten naturgemäss zu ganz entgegengesetzten Resultaten kommen. Forscher wie FOREL²⁾ und EMERY³⁾, hervorragende Kenner des Ameisenlebens, bilden endlich eine dritte, oder, wenn wir die Anthropomorphisten mitrechnen, eine vierte Partei. Da die in diesem Kampfe verwendeten Begriffe, wie Reflex, Instinkt, Intelligenz, vielfach in verschiedenem Umfange angewandt werden, ist es notwendig, dass wir zunächst einmal unsere eigenen Anschauungen vom Seelenleben im Allgemeinen revidieren. Wir gewinnen auf diese Weise einen festen Standpunkt, von dem aus sich der Kampf übersehen lässt.

Fragen wir zunächst: Welcher Art sind die Beobachtungen, aus denen wir auf das geistige Leben der Tiere schliessen? Es

1) WASMANN, E., Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen, München i. W. 1891.

WASMANN, E., Instinkt und Intelligenz im Tierreich. Ergänzungsheft zu den »Stimmen aus Maria-Laach«, 69, Freiburg i. B. 1897.

WASMANN, E., Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere, Freiburg i. B. 1897.

WASMANN, E., Die psychischen Fähigkeit der Ameisen. Zoologica Heft 26, Stuttgart 1899.

WASMANN, E., Eine neue Reflextheorie des Ameisenlebens. Biologisches Centralblatt Bd. XIX 1899, S. 578.

WASMANN, E., Einige Bemerkungen zur vergleichenden Psychologie und Sinnesphysiologie. Biologisches Centralblatt Bd. XX 1900, S. 342.

WASMANN, E., Nervenphysiologie und Tierpsychologie. Biologisches Centralblatt Bd. XXI 1901, S. 23.

2) FOREL, A., Les fourmis de la Suisse. Ouvrage couronné par la Société Helvétique des Sciences Naturelles 1874.

FOREL, A., Expériences et remarques critiques sur les sensations des insectes. Recueil zoologique Suisse 1887.

FOREL, A., Gehirn und Seele. Vortrag. Bonn 1899.

3) EMERY, C., Intelligenz und Instinkt der Tiere. Biologisches Centralblatt Bd. XIII 1893, S. 151—155.

sind offenbar diejenigen Thätigkeiten der Tiere, welche für uns durch unsere Sinne wahrnehmbar sind. Über ihr geistiges Leben selbst erfahren wir direkt garnichts. Nur indem wir die beobachteten Thätigkeiten mit den unsrigen vergleichen, können wir durch Analogieschlüsse uns Vorstellungen von dem Seelenleben der Tiere bilden. Um die Analyse unserer eigenen Thätigkeiten wird es sich also für uns zunächst handeln.

Vom Standpunkte der Associationspsychologie¹⁾ kann man alle Thätigkeiten in 3 Gruppen einordnen: 1) Reflexbewegungen, 2) automatische Bewegungen, 3) sog. willkürliche, bewusste oder Intelligenzhandlungen.

Ich möchte damit nicht den Eindruck erwecken, als ob es sich um scharf gesonderte Gruppen handelt. Aber wir sind doch nun einmal zum Zwecke einer übersichtlichen Darstellung überall gezwungen, Grenzen zu ziehen, auch wo solche in der Natur nicht vorhanden sind. Mit diesem Vorbehalt bitte ich Sie, auch diese 3 Gruppen zu betrachten. Versuchen wir nun, dieselben kurz zu charakterisieren. Als Beispiele für Reflexbewegungen nenne ich Ihnen die Pupillenverengung bei Erhöhung der Lichtstärke, die Herzmuskelbewegung, das Niesen, den sog. Sohlenreflex, welcher darin besteht, dass eine Reizung der Fusssohle durch Stechen und andere Reize unwillkürlich mit Zurückziehen des Fusses und Zehenbeugung beantwortet wird. Es handelt sich hier um Thätigkeiten, denen der denkbar einfachste nervöse Process zu Grunde liegt. Das Schema dafür ist: eine den Reiz aufnehmende Sinneszelle überträgt ihre Erregung auf ihren Nerven, dieser auf eine Nervenzelle (Ganglienzelle), diese endlich durch einen Nerven auf einen Muskel. Ein Bewusstsein von der angeführten Thätigkeit ist, wie das Beispiel der Pupillenverengung zeigt, hiermit an und für sich nicht verbunden, doch kann, wie in dem Beispiel des Niesens und Sohlenreflexes, der Vorgang nachträglich durch Muskelempfin-

¹⁾ Bezüglich der hier vertretenen Auffassung der höheren Geistesthätigkeit verweise ich auf ZIEHEN, TH., Leitfaden der physiologischen Psychologie in 15 Vorlesungen, 4. Aufl., Jena 1898.

dungen etc. bewusst werden. Wie endlich das Beispiel der reflektorischen Herzbewegungen zeigt, brauchen auch die auslösenden Reize nicht bewusst zu werden. Charakteristisch für alle echten Reflexe ist, dass sie mit maschinenmässiger Regelmässigkeit erfolgen und wohl Abschwächungen oder Verstärkungen, also quantitative Veränderungen erfahren können, aber keine qualitativen.

Betrachten wir nun einmal das folgende Tierexperiment. Einem Frosche sei das Grosshirn einschliesslich des Sehhügels fortgenommen. Reizt man ihn nun, etwa durch Kneifen des Fusses, so hüpfet er fort, führt also reflexartige Bewegungen aus. Er stösst aber gegen alle Hindernisse, welche man ihm in den Weg stellt. Ist ihm jedoch das Grosshirn ausschliesslich des Sehhügels genommen und wird er jetzt zum Forthüpfen veranlast, so weicht er den Hindernissen aus. Wir sehen also eine reflexartige Thätigkeit (unbewusst, da das Grosshirn ja fehlt) durch einen intercurrenten optischen Reiz modifiziert. Ein Reflex in dem vorher erörterten Sinne erfährt höchstens quantitative Veränderungen. Das »Ausweichen« aber bedeutet eine qualitative Veränderung. Solche durch intercurrierende Reize qualitativ modifizierbare unbewusste Akte wollen wir als automatische Akte bezeichnen.

Automatische Akte können aus den gleich zu besprechenden willkürlichen Bewegungen sich entwickeln. Als Beispiel diene Folgendes: Ein Klavierspieler trägt ein oft geübtes Stück vor, während seine Gedanken bei anderen Dingen verweilen. Dennoch berühren seine Finger in richtiger Folge die richtigen Tasten. Die optischen Erregungen, welche die Noten, die taktilen Erregungen, welche die Tasten auslösen, wirken fortwährend auf den Ablauf der Bewegungen.

Auch die Instinkte gehören hierher, der Nestbauinstinkt der Vögel zum Beispiel. Hierbei entspringt der erste Reiz ja offenbar den Sexualorganen. Durch ihn wird die durch Vererbung damit associierte Thätigkeit des Nestbaues ausgelöst. Aber diese wird nun von sehr vielen intercurrenten Reizen modifiziert. So

sieht der Vogel einmal einen Strohhalm, erhascht ihn und trägt ihn zum Baum, ein anderes Mal eine Feder u. s. f. Wie viel von diesen Bewegungen dem Vogel zum Bewusstsein kommt, bleibe dahingestellt.

Um nun schliesslich die sog. willkürlichen Handlungen zu erläutern, dazu diene folgendes Beispiel: Ich trete aus einem vollkommen finsternen Raum in ein von grellem Sonnenlicht durchflutetes Zimmer. Sofort wird meine Pupille eine starke Verengung aufweisen. Fast zugleich werde ich die Augen schliessen. Beide Bewegungen sind typische Reflexe. Jetzt beginnen aber die Vorbereitungen zu einer sog. willkürlichen Handlung. So erweckt die Empfindung des grellen Lichtes die Erinnerung an gewisse früher gesehene Schutzvorrichtungen gegen zu grelles Licht und speciell einen ganz bestimmten Vorhang in eben diesem Zimmer. Es entsteht alsbald die Vorstellung des heruntergelassenen Vorhanges und die zur Herbeiführung dieses Zustandes nötigen Bewegungen werden endlich ausgeführt. Hier schieben sich — und das ist das Charakteristische — zwischen die Empfindung des grellen Lichtes und die schliesslichen Bewegungen eine ganze Reihe von soeben nur beispielsweise angedeuteten Gehirnvorgängen ein, welche durch frühere Erfahrungen vorbereitet und physiologisch mit einander verknüpft oder wie der Kunstausdruck lautet: einander associiert sind. Auf solchen Associationen beruht nach Auffassung der Associationspsychologen in letzter Linie alles das, was man Intelligenz, Verstand, Denkvermögen etc. bezeichnet. Es würde jedoch zu weit führen, dieses ausführlich darzulegen.

Wollen wir uns nach diesen Feststellungen über die Stufe, auf welcher die von uns beobachteten Thätigkeiten der Ameisen stehen, eine Ansicht bilden, so handelt es sich offenbar um die Beantwortung der folgenden Fragen: Sind bei den Ameisen Erinnerungsbilder und Associationen derselben nachweisbar? Werden also ihre Thätigkeiten wenigstens zum Teil durch Erfahrung beeinflusst? Im Falle der Bejahung sind diese Thätigkeiten den willkürlichen Thätigkeiten des Menschen an

die Seite zu stellen. Oder lassen sich alle beobachteten Bewegungen erklären als automatische Akte, speciell Instinkte, modifizierbar durch intercurrente Reize? Oder endlich genügt gar die Annahme von Reflexbewegungen zur Erklärung aller Beobachtungsthatfachen?

Die Antworten der anfangs erwähnten Autoren auf diese Fragen lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen. BETHE hat die letzte Frage bejaht, er betrachtet alle Thätigkeiten der Ameisen als Reflexerscheinungen, die Ameisen selbst also als empfindungslose Reflexmaschinen. Das andere Extrem bildet die besonders durch popularisierende Schriftsteller wie BÜCHNER vertretene Anschauung, dass die meisten der Ameisenhandlungen als mit bewusster Überlegung ausgeführte Intelligenzhandlungen anzusehen sind. In der Mitte stehen FOREL und EMERY, ihnen nahe wohl auch LUBBOCK,¹⁾ die sowohl Instinkt- als auch Intelligenzhandlungen bei den Ameisen finden. WASMANN endlich, der nach seiner Weltanschauung dem Menschen eine Sonderstellung in der Natur anweisen muss, leugnet die Intelligenz der Ameisen, wie der Tiere überhaupt, wendet sich aber ebenso entschieden gegen die BETHE'schen Reflextheorie. Für ihn ist der vom Schöpfer den Tieren verliehene Instinkt das zutreffende Erklärungsmittel.

Wer hat nun Recht? Um das zu entscheiden, wollen wir einmal die folgenden Fragen²⁾ ins Auge fassen;

- 1) Wie erkennen die Ameisen einander?
- 2) Wie finden die Ameisen ihren Weg?
- 3) Haben die Ameisen Mitteilungsvermögen?
- 4) Welche Thätigkeit der Ameisen beruhen auf angeborenen Trieben?
- 5) Vermögen die Ameisen zu lernen?

¹⁾ LUBBOCK, J., Observation on ants, bees and wasps. Deutsch unter dem Titel: »Ameisen, Bienen und Wespen« in der »Internationalen wissenschaftlichen Bibliothek« (LVII. Bd. 1883.)

²⁾ In der Aufstellung dieser Fragen und ihrer Beantwortung folge ich hauptsächlich den Arbeiten von BETHE und WASMANN.

Zur Beantwortung derselben will ich Ihnen eine Anzahl möglichst instruktiver Beobachtungen besonders aus der neueren Litteratur vorführen. Und dabei wird sich dann auch die Gelegenheit zur Entscheidung der allgemeinen Fragen bieten. Eine erschöpfende Betrachtung des Ameisenlebens aber, das sei noch besonders betont, ist hier weder beabsichtigt noch möglich.

Wir wenden uns zur ersten Frage: **Wie erkennen die Ameisen einander?** Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass, wenn Angehörige fremder Nester (selbst von derselben Art), in ein Ameisennest gelangen oder gesetzt werden, dieselben aus dem Nest herausgeschafft und meistens getötet werden. Nestgenossen dagegen, welche man aus dem Nest entfernte und nach einiger Zeit wieder hineinsetzte, wurden ohne Weiteres wieder aufgenommen. FOREL kam durch seine Beobachtungen schon 1874 zu dem Schlusse, dass die Ameisenkolonien sich durch eine eigentümliche Verbindung von Geruchs- und Tastwahrnehmung der Fühler erkennen, die er »odeur au contact« (Berührungseruch) nannte. LUBBOCK in seinem Buch über »Ameisen, Bienen und Wespen«¹⁾ hat sich keine bestimmte Ansicht gebildet. Sein Resultat ist wesentlich negativ. Er sagt: »Durch die Versuche scheint mir daher festgestellt zu sein, dass die Erkennung der Ameisen keine persönliche oder individuelle ist, dass ihre Harmonie nicht darauf beruht, dass jede Ameise individuell mit jedem anderen Gliede des Volkes bekannt ist.« Neuerdings (1898) hat BETHE²⁾ in einer in Pflügers Archiv erschienenen Arbeit durch eine Anzahl von hübschen Versuchen die FOREL'sche Ansicht, dass Geruchsstoffe bei dem gegenseitigen Erkennen der Ameisen im Spiele seien, endgültig bestätigt. Schon nach den Erfahrungen anderer Ameisenforscher, wie HUBER und LUBBOCK, lag der Gedanke nahe, die etwa vorhandenen Geruchsstoffe durch ein dem Tiere appliciertes Bad zu beseitigen oder zu verändern. BETHE's Badeversuche lassen sich in 2 Gruppen einteilen, in solche mit Ameisen einer

¹⁾ Siehe Fussnote 1, Pag. 19.

²⁾ Siehe Fussnote 1, Pag. 14.

Art und solche mit Ameisen von 2 verschiedenen Arten. Was zunächst die erste Gruppe angeht, so setzte BETHE eine in 30prozentigem Alkohol und darauf in Wasser gebadete Ameise in ihr eigenes Nest zurück. Sie wurde seitens ihrer Nestgenossen mit den Fühlern betastet, ja manchmal wie eine fremde Ameise sogar gezerzt und umlagert. Er wiederholte dann diesen Versuch, setzte aber das Tier erst nach einigen Tagen in das Nest. Dann wurde es ohne jede Unruhe aufgenommen. Diese Thatsachen erklärt BETHE durch die Annahme, dass im ersten Fall durch das Bad der äusserlich anhaftende Geruchsstoff entfernt war, dass er sich im zweiten Fall aber wieder gebildet hatte.

Von seinen Versuchen mit Ameisen verschiedener Arten seien folgende genannt. Durch einen Vorversuch stellte BETHE fest, dass *Lasius niger*, in ein Nest von *Lasius emarginatus* gesetzt, sofort angegriffen und getötet wurde. — Nun badete er erstens *Lasius emarginatus* in Körperflüssigkeit von *Lasius niger*. Das Tier wurde dann im eigenen Neste angegriffen, wenn auch nicht getötet, jedenfalls feindlich behandelt. — Sodann badete er Tiere von *L. emarginatus* zuerst in Alkohol und Wasser, um den eigenen Geruchsstoff zu entfernen und dann wie vorher in *L. niger*-Blut. Sie wurden von den eigenen Nestgenossen meistens sofort getötet. — Endlich badete er Tiere einer Art in Alkohol, Wasser und im Blut einer anderen Art (also wie vorher) setzte sie aber in das fremde Nest, statt in das eigene. Dann erreichte er es, dass diese Tiere wenigstens eine Zeit lang nicht angegriffen, also nicht als Fremde erkannt wurden.

Aus diesen Thatsachen dürfen wir nun wohl schliessen, dass die beobachteten — wahrscheinlich aber alle — Ameisenarten sowie auch die verschiedenen Nester einer Art sich durch die von den Einzeltieren dauernd produzierten Geruchsstoffe unterscheiden und dass ein vom Geruchsstoff des betr. Nestes oder der betr. Art abweichender Geruchsstoff die feindliche Reaktion bewirkt, während der gleichartige Geruch eine sog. freundliche Aufnahme, oder besser gesagt: keine Reaktion veranlasst.

BETHE hat nun die Frage aufgeworfen: Ist die Reaktionsfähigkeit auf den fremden Geruchsstoff (BETHE sagt: Neststoff) angeboren oder erlernt? Zur Entscheidung stellt er folgende Versuche an. Erstens setzte er einige ganz junge *Lasius*, die noch keinen Feind gesehen hatten, auf ein Nest von *Tetramorium*. Sie gerieten, in die fremde Geruchssphäre gebracht, in die grösste Unruhe. Sodann nahm er einige *Tetramorium* ganz jung aus dem Neste und liess dieselben ein neues kleines Nest gründen. Setzte er nun eine *Formica fusca* hinzu, so wurde diese sofort heftig angegriffen.

BETHE schliesst hieraus, »dass die verschiedene Reaktion auf gleichen und ungleichen Neststoff etwas Angeborenes, nicht Erlerntes ist.« Ein gewisser Reiz ruft hier eine ihm entsprechende ganz konstante Reaktion hervor. Wenn das aber der Fall ist, dann reicht zur Erklärung die Annahme einer einfachen Reflexthätigkeit vollkommen aus. Aber so einfach liegen die Dinge nun keineswegs.

BETHE hat nämlich Verschiedenes ignoriert, was von anderen bereits festgestellt war. So z. B. Folgendes: Gewisse Ameisenarten (*Formica*, *Polyergus*) rauben bekanntlich die Puppen anderer Arten und lassen die Tiere in ihrem Nest, nämlich dem der Räuber, ausschlüpfen. Man bezeichnet dann die geraubten Ameisen als Sklaven oder besser als Hilfsameisen. Wie reagieren nun diese Tiere auf Nestgerüche? In ganz unerwarteter Weise, nämlich friedlich (oder vielmehr garnicht) auf den Nestgeruch ihrer räuberischen Herren, feindlich aber auf den Geruch ihrer früheren Nestgenossen. Die Thatsache widerspricht ganz offenbar der Annahme einfacher angeborener Reflexerscheinungen. Es geht vielmehr deutlich daraus hervor, dass die Art der späteren Reaktion ganz von den Geruchseindrücken, welche die Hilfsameisen gleich nach ihrem Ausschlüpfen aus der Puppenhülle empfangen, abhängt. Sie gewöhnen sich an den Geruch der Raubameisen, ihr eigener Geruch mischt sich alsbald mit dem Geruch jener, so entsteht ein gemischter Nestgeruch. Treffen die so veränderten Hilfsameisen jetzt mit ihren ehemaligen Nest-

genossen zusammen, so löst nunmehr ein Geruchsunterschied die feindliche Reaktion aus. So wird man also im Gegensatz zu BETHE als angeboren die Fähigkeit der Ameisen betrachten, Gerüche wahrzunehmen und zu unterscheiden. Die Reaktionen auf diese Wahrnehmungen hängen wesentlich von Gewöhnung und Erfahrung ab. Die Versuchsergebnisse von BETHE widersprechen dem auch bei genauerer Betrachtung keineswegs.

Obwohl nun nachgewiesen ist, dass der Geruchssinn in hohem Masse zum Erkennen der Ameisen unter einander dient, so liegt doch noch die Annahme nahe, dass auch der Gesichtssinn beim Unterscheiden von Freund und Feind beteiligt ist. BETHE hat freilich den Ameisen die Gesichtsempfindung abgesprochen, die optischen Reize werden nach seiner Meinung nur unbewusst recipiert und führen so zu reflektorischen Thätigkeiten. Beweise für Empfindungen, also bewusste Vorgänge sieht BETHE in keiner der bis dahin bekannten Thatsachen. Darin wird man ihm nicht folgen können. Denn es liegen zahlreiche Beobachtungen vor, welche sich nur durch grössten Zwang in ein solches Schema einordnen lassen. So hat WASMANN in einem seiner künstlichen Glasnester vielfach Ameisen dadurch gereizt, dass er jenseits der Glaswand den Ameisen seinen Finger näherte und Bewegungen mit demselben ausführte. Die Folge war anfänglich jedesmal, dass die betr. Tiere auf den Finger mit weit geöffneten Kiefern losfuhren. Infolge häufiger Wiederholung aber gewöhnten sich die Tiere vollständig an die Fingerbewegungen, ganze Nester wurden gleichgültig dagegen und nur junge Ameisen öffneten noch die Kiefer. Als aber einmal ein zu einem Nest gehöriger Glasbehälter mehrere Monate fortgenommen gewesen war und nach gründlicher Reinigung wieder angebracht wurde, da reagierten dieselben Ameisen, welche vorher den Finger nicht mehr beachtet hatten, plötzlich wieder feindlich auf denselben, ein Beweis, dass die physiologische Leistungsfähigkeit der Nervenbahnen nicht vermindert war. Das sind Erscheinungen, welche sich offenbar nicht mehr oder, wie gesagt, nur durch grössten Zwang als Reflexe deuten lassen.

Gesichtsempfindungen werden wir also den Ameisen zusprechen müssen.

Um nun zu erfahren, ob und wie weit solche Gesichtsempfindungen bei der Erkennung von Freund und Feind mitwirken, müssen wir wiederum das Experiment zu Hilfe nehmen. Schon LUBBOCK hat Folgendes beobachtet: Wenn er in 2 Flaschen Ameisen (*Formica fusca*) aus 2 verschiedenen Nestern that, den Hals der Flaschen mit Tüll verschloss und beide ganz in die Nähe des einen Nestes legte, so wurden die gefangenen Nestgenossen ganz unbeachtet gelassen, um die Flasche mit den Fremden aber sammelten sich die Ameisen an, sie durchnagten schliesslich den Tüll und töteten die Gefangenen. BETHE hat diesen Versuch in sinnreicher Weise fortgesetzt. Er hat die Glasröhre mit den Fremden zugeschmolzen. Die Folge davon war, dass nun auch die Fremden nicht mehr beachtet wurden. Optische Reize, welche ja durch das Glas hindurch wirken konnten, riefen also keine Reaktion hervor. Es bleibt in diesem Falle also nur der Geruch als faktisch wirkendes Erkennungsmittel übrig und wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir dieses Resultat in der Form auf alle Ameisen ausdehnen, dass wir den Geruch zum mindesten als Haupterkennungsmittel erklären.

Auffallend ist bei den LUBBOCK'schen Versuchen, dass den eingesperrten Nestgenossen gar keine Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ja dass die freilebenden Tiere des Nestes die Gefangenen verhungern lassen, wie BETHE angiebt. Daraus folgt offenbar, dass es mit der von populären Schriftstellern oft so rührend dargestellten Anhänglichkeit der Ameisen an einander nicht weit her ist, dass das friedliche Zusammenleben nicht die Folge einer Anhänglichkeit sondern der Gleichgültigkeit ist oder, wie BETHE es ausdrückt, dass der Neststoff jedes Tieres auf seine Genossen gar keinen Reiz ausübt. Das sog. freundliche Verhalten der Ameisen zu einander folgt also nur aus dem Mangel eines Reizes zu feindlicher Bethätigung.

Wir wenden uns zur zweiten Frage: **Wie finden die Ameisen ihren Weg?**

Dass der Geruchssinn der Ameisen beim Finden des Weges eine wichtige Rolle spielt, ist schon längst, z. B. durch FOREL, festgestellt worden. Auch LUBBOCK hat zahlreiche Versuche angestellt, aus welchen die Nichtbeteiligung oder geringe Beteiligung des Gesichtssinnes hervorzugehen schien.

Ich beginne wiederum mit der Schilderung der hübschen Experimente von BETHE, um dann die Erfahrungen anderer zu vergleichen. Es sei im Voraus bemerkt, dass BETHE für seine Versuche fast nur *Lasius niger* und *L. emarginatus* verwendet hat.

Zunächst stellt BETHE fest, dass bei *Lasius* von einem Kennen der Nestumgebung nicht die Rede sein kann. Entfernte er nämlich von einer sog. Ameisenstrasse ein Individuum 2—3 cm weit, so irrte dasselbe oft lange umher und fand schliesslich nur zufällig wieder zurück, oft nur mit Hilfe. Von besonderem Interesse sind sodann die Versuche, durch welche BETHE die Entstehung einer Ameisenstrasse untersuchte. Schon LUBBOCK hat die Wege, welche einzelne Ameisen zurücklegten, genau aufgezeichnet und zwar, indem er den Tieren mit einem Bleistift folgte. BETHE kam auf den Gedanken, die Wege von den Tieren selbst aufzeichnen zu lassen. Zu dem Zwecke berusste er Glanzpapier. In dem Russ mussten dann die Ameisen deutliche Spuren hinterlassen. Nun legte er dieses Papier vor ein *Lasius*-Nest und auf das Papier in einiger Entfernung etwas Zucker, an anderer Stelle etwas Fleisch oder dergleichen. Das Papier war also zunächst noch nicht von Ameisen begangen: Das erste aus dem Nest kommende Tier ging in geschlängelter und zahlreiche Schleifen bildender Bahn (Fig. 1 a), ohne auf die Nahrung zu treffen. Das zweite nahm einen anderen Weg (b) und machte viele Umwege, darunter auch eine 8-förmige Schleife, bis es zum Zucker kam. Es ging mit einem Zuckerkorn zum Nest zurück, genau dieselben Umwege wie vorher machend, nur die 8-förmige Schleife wurde ausgelassen. Schon aus diesem Verhalten ist ein Schluss zu ziehen, nämlich: dass *Lasius* beim Rückweg sich von einer Fährte leiten lässt

und es fragt sich nur, ob hierbei der Geruchssinn oder der Gesichtssinn oder beide beteiligt sind. Ein drittes Tier folgte nun, vom Neste kommend, der Spur, nur mit dem Unterschiede, dass es auch die grosse Schleife, welche die 8-förmige Schleife umschloss, nicht mitmachte. Es nahm ein Zuckerkorn und lief zurück. Bei diesem Rückwege (c) schliffen sich die Curven des Weges schon deutlich ab. Im Verlauf von $1\frac{1}{2}$ Stunden kamen nun zahlreiche Tiere, welche alle der Spur folgten. Hierbei wurden die Curven immer flacher bis schliesslich eine fast gerade Strasse (d) zwischen Zucker und Nest gebildet war. Eines der Tiere ging nun aber vom Zucker aus weiter und gelangte nach vielen Umwegen zum Fleisch. Unter Vermeidung der Schleifen ging es, seiner Spur folgend, mit einem Fleischstückchen zum Nest und nun wiederholte sich hier der vorher geschilderte Vorgang der Strassenbildung. Das Resultat war eine fast geradlinige Strasse zwischen Nest, Zucker und Fleisch.

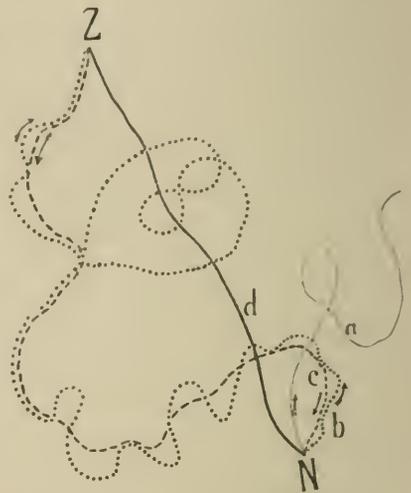


Fig. I (frei nach BETHE)

N = Nest, Z = Zucker.

a—d = Ameisen-Fährten.

Um nun die vorher aufgeworfene Frage zu entscheiden, ob optische Reize beim Finden des Rückweges beteiligt sind, hat BETHE das folgende Experiment angestellt. Über ein berusstes Papier, auf welchem gerade ein einziges Tier den Weg zum Zucker oder Fleisch gefunden hatte, stellte er plötzlich eine Schachtel. Auch dann folgten alle neuen Spuren, obwohl die Tiere im Dunkeln marschierten, in der beschriebenen Weise der Fährte des ersten Tieres. Ist es danach schon äusserst wahrscheinlich, dass bei *Lasius* eine Geruchsfährte die Tiere leitet, so wird dieses noch weiter erwiesen durch folgende von BETHE angestellte Versuche. Wenn man über eine vielbegangene Strasse

von *Lasius niger* vorsichtig einen Papierstreifen von 5—10 mm Breite oder einen Strohalm legt, so bemerkt man, wie die Ameisen in dem Augenblick, wo sie bei dem Streifen angelangt sind, stehen bleiben und ihn mit den Antennen »betrillern«. Auf beiden Seiten stauen sich die Ameisen auf. Einige kehren um und laufen hin und her, andere — und das ist besonders wichtig — versuchen unter dem Hindernis hindurchzukriechen. Nimmt man den Streifen bald wieder fort, so wird der Verkehr sofort wieder ganz normal. Lässt man aber den Streifen liegen, so wagt sich endlich eine Ameise über das Papier hinüber, andere folgen ihr und es wird eine dauernde Verbindung über das Papier geschaffen. Wenn man endlich den Streifen einige Tage liegen lässt, so bewirkt jetzt seine Entfernung eine ebensolche Stauung wie vorher das Hinlegen.

Hieraus scheint deutlich hervorzugehen, dass es flüchtige chemische Stoffe sind, welche der Spur anhaften und deren Fehlen für die vorher an einen kontinuierlichen Weg gewöhnten Tiere ein Hindernis ist. Durch die flüchtige Natur des Stoffes erklärt sich die Stauung nach dem Fortnehmen des Streifens.

Lässt man Ameisen (*Lasius*) über eine Glasplatte laufen, so kann man eine Stauung schon dadurch bewirken, dass man quer durch die Ameisenstrasse einen Fingerstrich oder einen Strich mit einem mit Alkohol befeuchteten Pinsel macht. Ja, dadurch, dass man um einige auf der Ameisenstrasse befindliche *Lasius* auf der Glasplatte einen Kreis mit dem Finger beschreibt, ist man imstande, dieselben regelrecht auf einige Zeit einzusperren.

Wie geradezu »sklavisch« die Geruchsfährte von den *Lasius*-Arten innegehalten wird, auch wenn ihnen optische Merkmale genügend zur Orientirung zur Verfügung stehen, zeigt auch noch ein hübscher Versuch von LUBBOCK. LUBBOCK liess *L. niger* über ein Brett zu einem Honigvorrat gehen, so dass die Tiere eine jederseits von einer Reihe von Holzklötzen begleitete Strasse passierten. Jetzt drehte er das Brett und stellte die Holzklötze schnell wieder in die alte Richtung, so dass die Ameisenstrasse nun nicht mehr zwischen den Holzklötzereihen hindurchführte.

Die Tiere richteten sich aber nicht nach den Klötzen, sondern gingen den alten Weg, der jetzt durch das Fehlen der Klötze optisch vollständig verändert war.

BETHE hat den Versuch gemacht, auch das Finden des Weges ebenso wie das gegenseitige Erkennen der Ameisen durch die Annahme blosser Reflexthätigkeit zu erklären. Er meint also, dass alle die genannten Thatsachen sich erklären, wenn man annimmt, dass die dem Boden anhaftenden Geruchsstoffe in den Ameisen Reflexe auslösen, welche die Bewegung nach irgend einer Richtung an der Fährte entlang bewirken. Eine Geruchs-Empfindung brauche man deshalb den Ameisen garnicht zuzuschreiben. Zur Erklärung der Thatsache, dass dabei die Ameisen im Stande sind, die Wegrichtung (z. B. vom Neste fort oder zum Neste hin) zu unterscheiden, hat er eine nachher zu besprechende Hilfshypothese aufgestellt. Nachdem wir schon vorher zu dem Resultat gekommen sind, dass man den Ameisen Geruchsempfindungen zuschreiben muss, ist es fast unnötig, hier noch einmal der BETHE'schen Auffassung entgegenzutreten. Trotzdem sei noch auf Folgendes hingewiesen: Wenn BETHE durch einen Pinselstrich etc. eine Fährte unterbricht, so müssten doch, wenn es sich blos um Reflexe handelt, die Ameisen beim plötzlichen Fehlen des auslösenden Reizes, nämlich des Geruchstoffes, wie WASMANN sich ausdrückt, »wie Stöcke stehen bleiben«. Trotzdem sieht man die Ameisen mit den Fühlern suchende Bewegungen ausführen, die verdächtige Stelle betreten etc.

Aber der Reflextheorie stehen noch ganz andere Hindernisse im Wege, sobald man sie auch auf andere Ameisenarten anzuwenden versucht.

FOREL hat Versuche angestellt, aus denen zunächst die uns schon bekannte Thatsache hervorgeht, dass das Licht jedenfalls bei manchen Ameisen zum Wegfinden nicht nötig ist. So schwärzte FOREL die Augen von verschiedener Ameisen und beobachtete nun, dass die Tiere dann ebenso gut nach Hause fanden wie vorher. Nur bei *Formica pratensis* hat FOREL bemerkt, dass sie, wenn die Cornea geschwärzt war, hin- und herliefen

und dem Wege nicht sicher folgten. Er schliesst daraus, dass bei dieser Art die Augen eine gewisse Rolle beim Wegfinden spielen. BETHE macht dagegen allerdings mit Recht geltend, dass sehr wohl der durch die Schwärzung der Cornea bewirkte Reiz die Unruhe der Tiere erklären könne. Aber die FOREL'sche Ansicht stimmt auch sehr gut mit den umfangreichen und wertvollen Beobachtungen von WASMANN überein, von denen hier Einiges angeführt sei. Danach halten sich die Arten *Formica sanguinea*, *rufibarbis* und *fusca* bei ihren gewöhnlichen Ausgängen nicht an eine besondere Strasse, sondern laufen in jeder beliebigen Richtung von ihrem Neste fort und wieder zu demselben hin. »Ein auf einer bestimmten Strasse wandernder Ameisenzug wird von *F. sanguinea* eigentlich nur bei 2 Gelegenheiten gebildet: bei der Rückkehr von einem erfolgreichen Raubzug und bei einer Auswanderung (Nestwechsel), also nur sehr selten im Vergleich zu den gewöhnlichen Ausgängen. Aber auch in diesen seltenen Fällen, wo die *sanguinea* eine bestimmte Strasse einhalten, unterscheiden sich die *sanguinea*-Strassen in auffallender Weise von den *Lasius*-Strassen dadurch, dass sie nicht schmal und scharf bestimmt sind, sondern eine unbestimmte Breite von mehreren Dezimetern haben.« WASMANN schliesst daraus, dass die genannten *Formica*-Arten sich wesentlich mit durch den Gesichtssinn leiten lassen.

Darauf deutet auch noch die folgende Beobachtung hin. Längere Zeit hatte WASMANN zwei im Freien befindliche *F. sanguinea*-Nester besucht, welche abwechselnd oder auch beide zugleich von einer und derselben Kolonie bewohnt waren. Die Zugehörigkeit von mehreren Nestern zu einer Kolonie ist ein keineswegs seltenes Vorkommen. In diesem Fall hatte WASMANN sogar die Entstehung dieses Zustandes beobachtet. Am 26. Juni 1897 hatte er gesehen, wie die Kolonie aus dem alten Nest auswanderte, um 18 m davon entfernt ein neues Nest zu gründen. Seitdem fand in Zwischenräumen von mehreren Wochen, teils infolge von Witterungswechsel, teils infolge der zahlreichen Besuche, welche WASMANN den Nestern abstattete, Nestwechsel statt.

Die Nester fand Wasmann, wie schon erwähnt, häufig gleichzeitig bewohnt. Nie aber sah er dann Ameisen zwischen ihnen hin- und herlaufen. Eines Tages kam er nun wieder einmal zu dem neuen Nest und hob die absichtlich auf das Nest gelegte Haidekrautscholle zum Zwecke der Beobachtung auf. Da nahmen sofort einige der Ameisen von den zahlreich vorhandenen Cocons einige ins Maul und flüchteten mit denselben genau in der Richtung nach dem alten Nest. Dabei verfolgte aber keine derselben die Fährte der vorauslaufenden, sondern hielt unabhängig von dem Wege der anderen die Richtung ein. »Hindernisse, wie Grasbüschel, Erdlöcher u. s. w. wurden von den Ameisen in ganz verschiedener Weise umgangen.« Ohne auch nur einen Augenblick zu zögern, fanden die Tiere sofort den Weg zum 18 m entfernten alten Nest. Da, wie Wasmann ja besonders hervorhebt, ein dauernder Verkehr zwischen den Nestern, abgesehen von den Auswanderungen nicht gesehen wurde, von einer Geruchsfährte also nicht die Rede sein kann, bleibt zur Erklärung dieses so sicheren Benehmens der *Formica sanguinea* nur die Annahme übrig, dass diese Art in der Lage ist, sich nach ihrer Umgebung zu orientieren. Dieses Orientierungsvermögen wird sich ausser auf den Geruchssinn sicher auch auf den Gesichtssinn stützen, wenigstens in der nächsten Umgebung des Nestes. — Auch dass eine *Polyergus*-Kolonie, zwischen deren Sklavenraubzügen oft mehrere Tage oder Wochen vergehen, den Weg zum Sklavennest wiederfindet, obwohl die Geruchsspur durch Regen und Wind doch längst weggewaschen sein müsste, spricht für die Annahme eines Ortsgedächtnisses und für das Vorhandensein von Associationen. Ferner: An einem seiner aus mehreren Gefässen zusammengesetzten *Formica*-Nester wechselte Wasmann die verbindenden Glasröhren, welche den Geruchsstoff der Ameisen tragen mussten, gegen neue Röhren aus. Das beeinflusste das Verhalten der Ameisen garnicht. Wenn aber die Richtung der Röhren geändert wurde, dann stutzten die Tiere, wenn sie an die Röhre kamen. Auch das weist auf ein von der Geruchsfährte unabhängiges Orientierungsvermögen hin.

Unser vorläufiges Resultat können wir danach folgendermassen aussprechen: Die Ameisenarten sind bezüglich der Art, wie sie sich zurechtfinden, verschieden. Bei den *Lasius*-Arten scheint, wenigstens wenn eine Geruchsfährte vorhanden ist, eine optische Orientierung nicht stattzufinden, die *Formica*-Arten benutzen dagegen weit mehr ihren Gesichtssinn. Diese letzteren sind offenbar imstande, Gedächtnisbilder längere Zeit zu bewahren.

Wir haben uns bisher mit der Frage beschäftigt: »Wie finden die Ameisen ihren Weg?« Damit ist für diejenigen Arten, bei welchen optisches Orientierungsvermögen nachgewiesen ist, wie bei den *Formica*-Arten, auch die Unterfrage beantwortet: »Woran erkennen die Ameisen die Richtung, in welcher sie zu gehen haben?« Anders steht es aber mit den, wie es scheint, so sehr an die Geruchsfährte gebundenen *Lasius*-Arten. Und doch wenden sich auch die *Lasius*, wie BETHE angiebt, wenn man sie vom Wege aufhebt und beliebig gerichtet wieder auf den Weg setzt, immer wieder in dieselbe Richtung und gehen in der bisher innegehaltenen Richtung weiter. Ferner verzweigen sich die Ameisenstrassen ja oft, von einer Hauptstrasse gehen Nebenstrassen ab. Da kommt nun ein *Lasius* eine solche Seitenstrasse entlang, um zum Nest zu gehen, und trifft auf die vielleicht rechtwinklig dazu liegende Hauptstrasse. Wie kommt es nun, dass das Tier jetzt richtig zum Neste hin umbiegt, statt vom Neste fort? Geruchsspuren von Ameisen desselben Nestes, vielleicht auch von sich selbst, findet das Tier auch auf dem vom Neste wegführenden Teile des Weges. BETHE macht darauf aufmerksam, dass wir eine derartige Fähigkeit auch vom Hunde kennen. »Wenn ein guter Jagdhund auf eine Wildfährte stösst, die er nicht sieht, sondern nur mit der Nase beurteilen kann, so entscheidet er sich nach einigem Schnüffeln in den beiden Richtungen für die eine Richtung, und in dieser wird dann auch das Wild gefunden.« Es giebt also Tiere, welche durch den Geruchssinn entscheiden können, in welcher Richtung ein anderes Tier gelaufen ist. Die Ursache muss in einer eigentümlichen Beschaffenheit der Geruchsspur liegen. BETHE be-

zeichnet eine derartige Fahrte als »polarisiert«. Über die Natur der Polarisation ist damit natürlich noch nichts ausgesagt.

BETHE hat sich auch die Frage vorgelegt, ob man zur Erklärung vielleicht mit der Annahme von zwei verschiedenen leitenden Geruchsstoffen für den Hin- und Rückweg auskommt. Aber eine einfache Überlegung zeigt sofort, dass diese Annahme nicht ausreicht für den Fall, dass ein Tier von einem Seitenwege auf die Hauptstrasse kommt. Um tiefer in das Problem einzudringen, hat nun BETHE eine Anzahl von interessanten Versuchen und Beobachtungen gemacht, welche wir kurz betrachten müssen.

BETHE schnitt einen 16 cm langen Zinkblechstreifen und befestigte ihn um seine Mitte drehbar auf einem Brett einer Planke, auf welcher eine Strasse von *Lasius niger* zu einer Blattlauskolonie führte. (Fig. 2.)

Anfangs stockte der Verkehr, wie das nach den früheren Erfahrungen mit *Lasius* auch gar nicht anders zu erwarten war, an dem neu angebrachten Blechstück.

Durch einen Honigstrich wurde die Verbindung aber bald wieder hergestellt. Nun wurden folgende Versuche angestellt:

1) Während sich auf dem Blechstreifen eine Ameise in der Richtung $a_1 b_1$ bewegte, wurde der Streifen um 360° gedreht. Es fand keine Reaktion statt.

2) Unter denselben Umständen wurde er nun um 180° gedreht, sodass b_1 an a und a_1 an b grenzte. Das Tier ging ruhig weiter bis b , machte aber am Ende des Streifens Halt, »betrillerte« das Brett bei a mit den Fühlern, lief einige Schritte zurück, dann wieder nach a , betrillerte wieder die Stelle a und gelangte nach minutenlangem Umherirren endlich zufällig nach b , worauf es sofort ruhig wurde und seinen Weg fortsetzte.

3) Tiere, welche vom Neste nach a oder von den Blattläusen nach b zu dem um 180° gedrehten Streifen kamen,

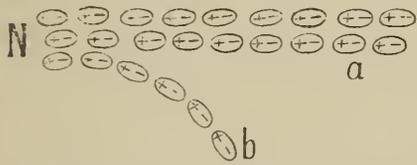


Fig. 2 (nach BETHE).

B = Blattläuse, N = Nest.

machten ebenfalls Halt, betrillerten den Streifen, gingen aber nicht weiter. Sowie jetzt aber das Blech durch nochmalige Umdrehung um 180° in seine alte Richtung gebracht wurde, wurden alle Tiere, die sich mittlerweile angesammelt hatten, sofort ruhig, stürzten auf den Streifen und liefen ihrem Ziele zu.

Schon LUBBOCK hat ähnliche Versuche angestellt, da er aber gewisse von BETHE angegebene Vorsichtsmassregeln, auf die hier nicht eingegangen werden soll, nicht beachtete, so kam er zu keinen so klaren Resultaten. Aus diesen und anderen Versuchen BETHE's scheint jedenfalls mit voller Sicherheit hervorzugehen, dass die von *Lasius* hinterlassenen Geruchsspuren derart sind, dass die Tiere mit grosser Sicherheit die einzuschlagende Richtung erkennen, eine Eigentümlichkeit, welche man mit BETHE als Polarität bezeichnen kann. Man könnte das



durch eine Zeichnung wie die nebenstehende (Fig. 3) veranschaulichen. Durch die Zeichen + u. — soll gar nichts über die Natur der Polarisation ausgesagt sein. Dieselben sind von BETHE lediglich als die allgemein üblichen Zeichen zur Darstellung einer Polarität gewählt.

Fig. 3 (frei nach BETHE).

a = Hauptstrasse,

b = Seitenstrasse, N = Nest.

Haben nun die vom Neste fortgehenden Ameisen die hier veranschaulichten polarisierten Geruchsspuren hinterlassen, so werden sie bei der Rückkehr die Spuren offenbar in entgegengesetzter Lage entstehen lassen. Es folgt daraus, dass in einer Ameisenstrasse, welche als Hin- und Rückweg dient, stets zwei entgegengesetzt polarisierte Spuren vorhanden sein müssen. Auch müssen wir die Annahme machen, dass die Polarisation eine derartige sei, dass die Rückspuren die Hinspuren nicht oder doch nicht völlig aufheben können.

WASMANN hat nun, obwohl er — zum Teil auf Grund von Misverständnissen — sich sehr schroff gegen die Polarisationshypothese ausspricht, trotzdem dieselbe weiter gebildet, indem er die folgende Betrachtung anstellt. Wenn ein Hund der Spur

eines Wildes in der richtigen Richtung folgt, so ist zum Verständnis dieser Thatsache zu beachten, dass die von den Füßen des Wildes hinterlassene Spur eine ganz bestimmte Form besitzt, welche von der Form und Stellung des Einzelfusses sowie von der Stellung der Füße zu einander bedingt ist. Aus der Form der Fährte ergibt sich aber von selbst ihre Richtung, und zwar nicht blos für den Gesichtssinn, der bei den Hunden wenig oder gar nicht in Betracht kommen wird, sondern auch für den Geruchssinn, weil der Form der Fährte auch eine ganz bestimmt geformte Geruchsfläche bezw. Gruppe von Geruchsflächen entspricht.« Diese Anordnung der Geruchsteilchen bezeichnet WASMANN der Kürze halber mit dem Ausdruck »Geruchsform«. Es ist ihm wahrscheinlich, dass auch die *Lasius*-Arten die Geruchsform ihrer Fährten mittelst der Geruchsorgane ihrer Fühler wahrnehmen können. Nun wäre danach eine Ameise wohl imstande, sicher eine bestimmte Fährte innezuhalten, aber nicht, beim Auffinden derselben festzustellen, ob dieselbe etwa zum Neste oder zu den Blattläusen etc. führt. WASMANN ist also, um die von BETHE geforderte wirkliche Polarisierung der Spur zu erreichen, noch zu der Annahme genötigt, dass der Hin- und Rückspur auch ein qualitativ verschiedener Geruch anhafte, vielleicht ein »Nestgeruch« oder ein »Blattlausgeruch«. Auch BETHE hat darauf aufmerksam gemacht, dass man, um zu erklären, dass ein zum Futter führender Weg, sobald der Vorrat erschöpft ist, allmählich immer weniger begangen wird, die Annahme machen könne, dass die Rückspur einer erfolgreichen Tour qualitativ anders sei als diejenige eines erfolglosen Ganges.

So interessant diese BETHE'schen und WASMANN'schen Ansichten nun auch sind, so sind wir doch, wie auch WASMANN selbst hervorhebt, von einer befriedigenden Erklärung der Erscheinungen noch ziemlich weit entfernt. Auch ist eine Ausdehnung der für die *Lasius*-Arten gewonnenen Ergebnisse auf alle Ameisen entschieden nicht berechtigt, da, wie schon vorhin gezeigt, in dem Orientierungsvermögen der verschiedenen Gattungen grosse Unterschiede bestehen. Aber das darf als erwiesen ange-

sehen werden, dass die Ameisen, selbst die *Lasius*-Arten, auch beim Wegfinden sich nicht als einfache Reflexmaschinen betrachten lassen, wie BETHE will, sondern dass es Wesen mit psychischer Begabung, mit Gedächtnis und Associationsvermögen sind.

Unsere dritte Frage lautete: **Haben die Ameisen Mitteilungsvermögen?** — Allen Beobachtern der Ameisen ist es aufgefallen, dass von diesen Tieren häufig und unter sehr verschiedenen Umständen mit den Fühlern eigentümliche Schläge gegen Kopf und Fühler der Nestgenossen ausgeführt werden. Das lässt sich z. B. beobachten, wenn eine Ameise Futter gefunden hat. Begegnet sie auf dem Rückwege einem anderen Tiere ihres Nestes, so erfolgen die genannten Fühlerschläge. WASMANN hat alle Fälle, in welchen solche Fühlerschläge beobachtet werden können, zusammengestellt. Es sei nur Folgendes davon genannt: Die Fühlerschläge können bewirken

1) die Anregung der Aufmerksamkeit der anderen Ameisen zur Hinlenkung auf einen bestimmten Gegenstand oder eine bestimmte Thätigkeit und zwar zur Fütterung, zum Nestwechsel, zum Futterholen, zum gemeinsamen Angriff oder zur Flucht;

2) die Vermittlung der Wahrnehmung eines einer Ameise anhaftenden Geruchs, also zur raschen Unterscheidung von Freund und Feind sowie zur Wahrnehmung des anhaftenden Futtergeruches. Vielleicht dienen sie auch zur Wahrnehmung bestimmter Geruchsstoffe, welche durch besondere Erregungszustände (Furcht, Kampflust etc.) hervorgerufen sind und so den Erregungszustand der berührten Ameise vielleicht auf die berührende übertragen können. Doch ist das eben Gesagte Hypothese, während das Übrige mehr oder weniger direkt aus der Beobachtung folgt. Ausser Fühlerschlägen sind auch noch andere hierher gehörige Bewegungen beobachtet. So beleckt z. B. eine um Nahrung bettelnde Ameise häufig nach Ausführung von Fühlerschlägen auch noch die Mundgegend derjenigen, von welcher sie gefüttert werden soll, sie erhebt auch sehr oft vor oder während der Fütterung ihre Vorderfüsse und streichelt mit raschen leisen Schlägen die Kopfseiten der fütternden Ameise. Bei vorhandener

Gefahr zieht manchmal eine Ameise die andere an einem Beine oder Fuhler eine Strecke weit zurück u. s. w. Ohne Zweifel darf man einige von diesen Fällen nicht als Beweise einer stattfindenden »Mitteilung« ansehen, es müsste denn sein, dass man das Wort in einem sehr allgemeinen Sinne anwendete. Wenn man aber unter »Mitteilen« mit BETHE versteht, dass »ein Individuum einem andern durch optische, akustische oder andere Zeichen etwas zum Bewusstsein bringt, was schon vorher in seinem Bewusstsein existierte«, dann passt die Bezeichnung z. B. keineswegs für den Fall, dass eine Ameise am Futtergeruch einer andern erkennt, dass diese Futter gefunden hat. Die Erkennende hat dann keineswegs eine »Mitteilung« erhalten. Immerhin bleibt noch so viel übrig, dass man, sobald man auf Grund der früher mitgeteilten Thatsachen den Ameisen überhaupt Empfindungen, also bewusstes psychisches Leben zuschreibt, nicht umhin kann, ein gewisses aktives Mitteilungsvermögen durch Zeichen irgend welcher Art als erwiesen zu betrachten.

BETHE vermag allerdings in keinem einzigen der bisher in der Litteratur erwähnten Fälle von Mitteilungsvermögen einen Beweis für die Behauptung zu finden. Es wird deshalb gut sein, wenigstens einen konkreten Fall einmal einer Prüfung zu unterziehen. Ich wähle einen von LUBBOCK ausgeführten Versuch LUBBOCK hatte eine tote Fliege auf einem Stück Kork festgesteckt und dieselben von einer Ameise, einer *Atta testaceopilosa*, entdecken lassen. Vergeblich bemühte sich die Ameise, ihre Beute vom Fleck zu bringen. Bald zog sie in der einen, bald in der andern Richtung, schliesslich aber lief sie »mit leeren Händen« zum Nest zurück. »Um diese Zeit kamen keine anderen Ameisen aus dem Nest. Wahrscheinlich jagten noch ein paar andere draussen umher, aber wenigstens seit einer Viertelstunde hatte keine Ameise das Nest verlassen.« In weniger als einer Minute nun kam die erste Ameise wieder aus dem Nest heraus, begleitet von sieben Nestgenossen. Niemals hat LUBBOCK so viele Tiere auf einmal aus diesem Nest herauskommen sehen. Die Entdeckerin lief so schnell sie konnte,

geradeswegs wieder auf die Fliege los. »Die anderen folgten langsam und mit vielen Windungen, so langsam, dass die erste 20 Minuten allein bei der Fliege war und auf jede Weise versuchte, sie vom Flecke zu bringen.« Als ihr dieses wieder nicht gelungen war, kehrte sie noch einmal ins Nest zurück, ohne jedoch einer der anderen sieben Ameisen zu begegnen. Wiederum kam sie in weniger als einer Minute aus dem Nest heraus, dieses Mal in Begleitung von acht »Freunden.« Diese waren noch träger als die 7 ersten und kehrten bald wieder um. Inzwischen waren jedoch mehrere der ersten bei der Fliege angelangt und einer von ihnen war es gelungen, der Fliege ein Bein auszureissen. Mit diesem kehrte sie zum Nest zurück, um sofort mit 4 oder 5 Gefährten wieder herauszukommen. LUBBOCK schliesst hieraus, dass in den beiden ersten Fällen eine »Mitteilung« stattgefunden habe, während im dritten Falle, wo die Ameise mit einem Beutestück zum Nest zurückkehrte, Anblick und Geruch desselben genügen konnte, um die Genossen herauszulocken. Nun ist ja allerdings nicht beobachtet, was zwischen der Entdeckerin und ihren Genossen im Neste vorgegangen ist. Aber soviel steht doch fest, dass die erste Ameise ohne Beute ins Nest gelaufen ist. Ja es muss hervorgehoben werden, dass in zahlreichen anderen von LUBBOCK ausgeführten Versuchen, auch mit anderen Arten, das gleiche Ergebnis beobachtet wurde. Trotzdem die erste ohne Beute kam, haben die Nestgenossen an irgend etwas erkannt, dass draussen etwas zu holen sei. Nun kann man sagen: es war der der Ameise anhaftende Fliegen-geruch, welcher von den anderen wahrgenommen wurde. Die Möglichkeit soll zugegeben werden. Dann kommt offenbar alles darauf an, ob man annehmen will, dass die erste Ameise das Bestreben gehabt hat, diesen Erfolg herbeizuführen. Diese Annahme wird man machen müssen, denn dadurch allein erklärt sich die bei jedem dieser Versuche beobachtete beutelose Heimkehr der Entdeckerin, die um so auffallender ist, als es nachher bisweilen auch dieser gelang, Teile des Beutestückes loszureissen und ins Nest zu tragen. Man braucht, um die

Annahme gelten zu lassen, der Ameise keineswegs ein Schlussvermögen von der Form des menschlichen zuzuschreiben. Die Grundlage jener menschlichen Logik, das Associationsvermögen reicht vollkommen zur Erklärung aus. Die Ameisen helfen einander nämlich häufig beim Forttragen von Gegenständen. Bei der für eine Ameise zu schwierigen Arbeit wird also in unserer Ameise die assoziierte Vorstellung helfender Nestgenossen erwacht sein. Mit der Vorstellung der Nestgenossen verbindet sich die des Nestes und die Folge ist das Laufen zum Neste. Wenn es auch die Ameise nicht sagen und nicht in dieser Form denken kann, so dürfen wir doch sagen: Die Ameise ist zum Neste gelaufen, um »Freunde« zu holen. Führt die Ameise nun gar Fühlerschläge aus, wie das in ähnlichen Fällen beobachtet ist, so ist der Fall von Mitteilung über jeden Zweifel erhaben. Aber auch wenn das gewünschte Resultat jetzt ohne jede weitere Bewegung seitens der Ameise erreicht wird und nur der bei ihrem Erscheinen im Nest auftretende Beutegeruch wirkt, muss man doch zugeben, dass die Ameise durch ihr Erscheinen und zwar durch Vermittelung des Geruchs den Nestgenossen beabsichtigte Mitteilung von ihrer Entdeckung gemacht hat.

Wahrscheinlich ist es übrigens, dass im Neste auch die sonst so vielfach ausgeführten Fühlerschläge stattgefunden haben vielleicht zu dem Zwecke, den Nestgenossen die Wahrnehmung des Beutegeruches zu erleichtern. Wenigstens kann nur auf diese Weise, wie Wasmann bemerkt, der plötzliche Massenzug von Ameisen erklärt werden, wie er bisweilen durch ein einziges Tier veranlasst wird. Dass sich der Beutegeruch ohne aktives Verhalten der Entdeckerin so schnell verbreitet, ist kaum anzunehmen.

Die Hervorbringung von Tönen und das Gehörvermögen scheint bei den Ameisen wenig oder garnicht bei den Mitteilungen beteiligt zu sein. Allerdings wissen wir, dass einige Ameisenarten (Myrmiciden und Poneriden) durch Reibung bestimmter Körperteile aneinander Geräusche hervorbringen. Daraus dürfen wir wohl schliessen, dass sie auch hören können. Auch glaubt Wasmann,

dass es ihm gelungen ist, durch gewisse hohe Zirplante, welche er durch Kratzen mit einer Nadel erzielte, Reaktion bei Formica-Arten zu bewirken. Aber als sicher entschieden kann die Frage wohl nicht gelten.

Unsere vierte Frage lautete: **Welche Thätigkeiten der Ameisen beruhen auf angeborenen Trieben?** Ohne dass ich eine vollständige Aufzählung derselben hier geben will, sei doch kurz geschildert, in welcher Weise man der Frage näher getreten ist. WASMANN hat zu dem Zwecke sog. »Autodidaktenkolonien« gebildet. Er sonderte frisch aus der Puppenhülle ausgeschlüpfte Individuen von *Formica sanguinea* von den Nestgenossen ab und bildete aus ihnen eine neue Kolonie. Diese Kolonie sorgte in derselben Weise für ihre Brut, machte Sklaven, fütterte hineingesetzte Gäste (*Lomechusa*) gerade wie die Tiere des alten Nestes es thaten. Da von einer Nachahmung hier nicht die Rede sein kann, so handelt es sich offenbar um angeborene Triebe, welche z. B. dem Nestbautrieb der Vögel gleichstehen und für welche wir deshalb ebenfalls den Ausdruck »Instinkt« verwenden können.

Auch der Nestbau der Ameisen gehört hierher. WASMANN hat in mehreren seiner Arbeiten von dem Nestbau und der Plasticität des Nestbauvermögens sehr interessante Darstellungen gegeben. Er schildert z. B., wie gewisse Ameisen bei trockenem Wetter flache Hügel bauen, bei nasser Witterung die Nester umbauen und hohe kuppelförmige Bauten ausführen, welche die Feuchtigkeit leichter verdunsten lassen. Es ist wohl nicht möglich, diese Abhängigkeit des Nestbaues von der Witterung durch gemachte Erfahrungen und Associationen, die im individuellen Leben stattgefunden haben, zu erklären. Wir werden uns hier vielmehr vorläufig bei der Annahme ererbter Anlagen beruhigen müssen. Die Erörterung der Frage, wie diese Anlagen entstanden sind, würde zu weit vom Thema abführen.

Wenn wir nun auch finden, dass die Hauptthätigkeiten des Ameisenlebens auf Grund innerer ererbter Anlagen erfolgen, so folgt daraus doch keineswegs, dass den Ameisen die Fähigkeit zu lernen, ganz abgeht.

Als Antwort auf die Frage: **Vermögen die Ameisen zu lernen?** hat WASMANN eine grosse Zahl von eigenen Beobachtungen zusammengestellt. So war WASMANN imstande, bei einer *Formica rufibarbis* in kurzer Zeit zu erreichen, dass das Tier sich durch den Finger des Experimentators, dessen Annäherung sie anfangs in grosse Unruhe versetzte, gar nicht mehr beunruhigen liess, sondern den darauf befindlichen Honig ruhig ableckte. Also ein Zeichen deutlicher Gewöhnung! Auch die folgende Beobachtung gehört hierher: Einigen Individuen eines Nestes von *Formica sanguinea* »war es nach vielen vergeblichen Versuchen endlich gelungen, einige Exemplare von *Dinarda Märkeli* (eines Käfers), die ich (WASMANN) ihnen hineingesetzt hatte, trotz der fast unangreifbaren Trutzgestalt des Käfers zu fangen. Die Gefangenen wurden getötet und aufgefressen. Diese an *Dinarda Märkeli* gemachte Erfahrung hatte nun die merkwürdige Folge, dass dieselben Ameisen ihre Fangversuche auch auf die ein wenig kleinere und daher noch schwerer zu fangende *Dinarda dentata* ausdehnten, welche bisher in diesem Neste (wie in allen *sanguinea*-Nestern) als indifferent geduldeter Gast behandelt worden war. In ein paar Wochen hatten die *Dinarda*-Jägerinnen ihre Geschicklichkeit im Fange soweit vervollkommenet, dass sie auch die *D. dentata* zu fangen vermochten und eine nach der andern auffrassen, bis keine einzige *Dinarda* mehr im Neste war.«

Das Vermögen, ihre instinktiven Gewohnheiten mittelst Erfahrung zu modifizieren, also Associationen zu bilden, zu lernen, scheint durch diese und viele andere Beobachtungen, von denen einige schon vorher erwähnt wurden, sichergestellt.

Nun haben aber LUBBOCK, WASMANN und BETHE die Ameisenintelligenz noch auf schwierigere Proben gestellt. Sie machten z. B. folgenden Versuch. Ein über eine Art Brücke führender Weg wurde plötzlich oder allmählich unterbrochen durch Wegnahme von etwas Erde am Brückenende oder durch Heben des Brückenendes um wenige Millimeter. Die Ameisen füllten die Lücke dann niemals aus, um den Weg wieder herzustellen, sondern machten statt dessen einen kolossalen Umweg, um ihr Ziel zu erreichen.

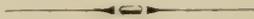
Ferner: WASMANN stellte einmal neben ein *F. sanguinea*-Nest eine Uhrschaale mit Wasser, in deren Mitte sich eine Insel mit Puppen befand. Die Ameisen warfen dann Sand ins Wasser und holten nach Trockenlegung des Gewässers die Puppen. Daraus scheint eine gewisse Überlegung zu folgen. Zur Kontrolle machte nun WASMANN den Versuch, ohne Puppen in die Urschaale zu thun. Und siehe da: die Ameisen warfen auch dieses Mal Sand ins Wasser. WASMANN schliesst daraus wohl mit Recht, dass die Feuchtigkeit den Ameisen unangenehm war und sie so zum Zuschütten des Wassers veranlasste. Das Holen der Puppen war wohl nur etwas Sekundäres. Der Versuch ist deshalb besonders interessant, weil er zeigt, wie vorsichtig man bei der Deutung der Beobachtungen verfahren muss.

Wollen wir aber aus dem Brückenversuche einen Schluss auf die Intelligenz der Ameisen ziehen, so ist es der, dass die Ameisen sich keinen beliebigen neuen Bedingungen anzupassen vermögen. Ihnen jede Intelligenz deshalb abzuspochen, ist nach dem früher Geschilderten entschieden falsch.

WASMANN leugnet dieselbe im Grunde auch keineswegs, er nennt sie nur anders, nämlich sinnliches Erkenntnis- und Strebevermögen. Fügt man das von ihm ebenfalls zugegebene Associationsvermögen hinzu, so kann man sich mit WASMANN in der Auffassung des Ameisenlebens und des Tierlebens überhaupt im Wesentlichen einverstanden erklären. Unsere Meinungen gehen also nur in der Auffassung des menschlichen Geisteslebens auseinander, nicht in der des Ameisengeistes. WASMANN leugnet, dass jene geistigen Eigenschaften des Tieres die alleinige Grundlage für die Erklärung der menschlichen Verstandesthätigkeit bilden können, dass letztere sich als eine höhere Stufe der ersteren auffassen lässt. Er findet beim Menschen ein Novum, die Intelligenz, nämlich Abstraktionsvermögen und ein formelles Schlussvermögen im Gegensatz zum sog. materiellen Schlussvermögen der Tiere. Eine eingehende Kritik seiner Aufstellungen würde uns hier zwar zu weit führen. Aber Folgendes sei ihm doch entgegengehalten. Er beachtet

gar nicht, dass jeder Mensch durch seine eigene Entwicklung gerade die Möglichkeit eines Übergangs des tierischen Geisteszustandes in den menschlichen beweist. Er vergleicht das tierische Geistesleben mit demjenigen des entwickelten, sprachbegabten Kulturmenschen statt mit dem des Kindes¹⁾, bevor es anfängt, und wenn es anfängt, sprechen zu lernen, oder mit demjenigen der tiefststehenden Völker. Auf diese Weise, nämlich durch Vernachlässigung der Übergangsformen, muss WASMANN natürlich zur Aufstellung eines grundsätzlichen — d. h. nicht quantitativen sondern vielmehr qualitativen -- Unterschiedes zwischen Menschen- und Tierseele gelangen.

¹⁾ Man vergleiche: PREYER, W., Die Seele des Kindes, 5. Auflage. Leipzig 1900.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Schäffer Cäsar

Artikel/Article: [Über die geistigen Fähigkeiten der Ameisen 14-42](#)