Jahrgang XVIII. 1912. No. 3.

Unterrichtsblätter
für
Mathematik und Naturwissenschaften.

Organ des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Begründet unter Mitwirkung von **Bernhard Schwalbe** und **Friedrich Pietzker**,
von diesem geleitet bis 1909, zurzeit herausgegeben von
Prof. Dr. **A. Thaer**,
Direktor der Oberrealschule vor dem Holstentore in Hamburg.

Verlag von Otto Salle in Berlin W. 57.

Redaktion: Alle für die Redaktion bestimmten Mitteilungen und Sendungen werden nur an die Adresse des Dir. Thaer, Hamburg 36, erbeten.
Verein: Anmeldungen und Beitragszahlungen für den Verein (6 Mk. Jahresbeitrag) sind an den Schatzmeister, Professor Presler in Hannover, Königswortherstraße 47, zu richten.

Verlag: Der Bezugspreis für den Jahrgang von 8 Nummern ist 4 Mark, für einzelne Nummern 60 Pf. Die Vereinsmitglieder erhalten die Zeitschrift unentgeltlich; frühere Jahrgänge sind durch den Verlag bez. eine Buchhdlg. zu beziehen. Anzeigen kosten 25 Pf. für die 3-gesp. Nonpar.-Zeile; bei Aufgabe halber od. ganzer Seiten, sowie bei Wiederholungen Ermäßigung. — Beilagegebühren nach Uebereinkunft.

Nachdruck der einzelnen Artikel ist, wenn überhaupt nicht besonders ausgenommen, nur mit genauer Angabe der Quelle und mit der Verpflichtung der Einsendung eines Belegexemplars an den Verlag gestattet.

Inhalt: Vereins-Angelegenheiten (S. 41). — Das Seelenleben der Ameisen. Von P. E. Wasmann S. I. in Valkenburg (Holland) (S. 43). — Eine Konstruktion aus imaginären Punkten. Von Privatdozent Dr. Clemens Thaer in Jena (S. 54). — Vereine und Versammlungen [Der Deutsche Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. — Der Verband deutscher Schulgeographen. — Ferienkurse in Hydrobiologie und Planktonkunde] (S. 60). — Bücherbesprechungen (S. 60). — Anzeigen.

Vereins-Angelegenheiten.

XXI. Haupt-Versammlung in Halle a. S. 27. bis 30. Mai.

Tages-Ordnung.

Montag, 27. Mai, abends 8 Uhr: Begrüßungsabend mit Damen auf der Bergloge (Paradeplatz).

Dienstag, 28. Mai, 8^{30} Uhr: Spaziergang über die Peißnitz bis zur Moritzburg (Treffpunkt: Ecke Mühlweg und Burgstraße).

9^{30} Uhr: Führung durch das Museum auf der Moritzburg.

10^{30} Uhr: **I. Allgemeine Sitzung.** — Eröffnung und Begrüßungen im Physikalischen Institut (Paradeplatz).

1. Geheimrat Dorn: Ueber Radioaktivität.
2. Direktor Schotten: Die Veröffentlichungen der IMUK.

Schluß gegen $12^3/_4$ Uhr. — Gelegenheit zum Mittagessen: Reichshof, Tulpe.

2 bis 3^{30} Uhr: Abteilungssitzungen im Seminargebäude der Universität.

A) Mathematisch-physikalische Abteilung.

1. Direktor Dr. Möhle (Hagen): Der mathematische Unterricht an höheren Mädchenschulen.
2. Oberlehrer Bungers: Zur Reform des Rechenunterrichts.

B) Biologisch-chemische Abteilung.

1. Prof. Löwenhardt: Der chemische Unterricht in den Realanstalten (Mitberichterstatter: Dr. Doermer).
2. Dr. Doermer (Hamburg): Demonstration künstlicher Edelsteine der Deutschen Edelsteingesellschaft.

4 bis 6 Uhr: Besichtigungen (gleichzeitig).

A) Städtisches Elektrizitätswerk (Prof. Rühlmann).
B) Zuckerraffinerie (Prof. Löwenhardt).
C) Schulgarten der Franckeschen Stiftungen (Prof. Wagner).

7 Uhr: Festessen mit Damen auf dem Berg, Paradeplatz. (Trocknes Gedeck 4 M).

Mittwoch, 29. Mai. Im Seminargebäude der Universität.

8 Uhr: **I. Geschäftssitzung.**

1. Kassenbericht. 2. Wahl von drei Vorstandsmitgliedern an Stelle der Herren Bode, Presler, Thaer. 3. Bestimmung des Ortes der nächsten Hauptversammlung. Einladung ist ergangen von München. 4. Festsetzung des Beitrages zum Vereinsorgan. 5. Erledigung sonstiger geschäftlicher Anträge.

9 bis 10^{30} Uhr: **II. Allgemeine Sitzung.**

1. Prof. Walther: Die algonkischen Urwüsten (mit Lichtbildern).
2. Geheimrat Münch: Verwendung der Kinematographie im geometrischen Unterricht.
3. Prof. Gebhardt: Anwendung mathematischer Betrachtungen in der Biologie, erläutert am Elefantenzahn.

11^{30} bis $12\frac{1}{4}$ Uhr: Sitzung der mathematischen Abteilung.

1. Prof. Schrader: Synthetische und analytische Behandlung der Kegelschnitte.
2. Oberlehrer Kluge (Lissa): Diophantische Gleichungen zweiten Grades.

Gleichzeitig mit der Abteilungssitzung Besichtigung von Schlüter (Naturwissenschaftliches Lehrmittelinstitut).

1 Uhr: Gelegenheit zum Mittagessen: Kaiser Wilhelm, Tulpe und Reichshof.

2^{30} bis 3^{20} Uhr: Abteilungssitzungen im Seminargebäude der Universität (gleichzeitig).

A) Mathematisch-physikalische Abteilung.

1. Dr. Lietzmann (Barmen): Ueber einheitliche Bezeichnungsweisen in der Elementarmathematik.
2. Prof. Heyne (Berlin): Ueber einheitliche Bezeichnungen in der Physik.

B) Biologische Abteilung.

Prof. Oels: Material für die biologischen Schülerübungen.

3^{30} bis 5^{30} Uhr: **III. Allgemeine Sitzung im Physikalischen Institut.**

1. Prof. Spieß (Posen): Ein elektrodynamisches Pendel.
2. Direktor Grimsehl (Hamburg): Neue Versuche zur Elektrolyse.
3. Dr. Schoenichen (Berlin): Biomechanische Modelle (mit Lichtbildern).

5 bis 6 Uhr: Besichtigung der städtischen Oberrealschule (Staudestraße).

6 Uhr: Besichtigung des zoologischen Gartens. Führung in kleinen Gruppen unter dem Gesichtspunkte: Der zoologische Garten als Unterrichtsmittel.

$7\frac{1}{2}$ Uhr: Gemeinschaftliches Abendessen mit Damen im zoologischen Garten.

Donnerstag, 30. Mai, 8 Uhr: **IV. Allgemeine Sitzung.**

1. Im chemischen Institut. Prof. Vorländer: Ueber Kolloide.
2. (9 Uhr) Im physikalischen Institut. Prof. Schmidt: Elektrische Resonanzvorgänge (mit Demonstrationen).

10 Uhr: Besichtigungen (gleichzeitig).

1. Botanischer Garten.
2. Mineralogisches Institut.
3. Werschen-Weißenfelser Braunkohlenwerke Köpsen bei Webau (Braunkohlenverwertung). Abfahrt nach Webau 11^{16} Uhr, Hauptbahnhof. Ende 4^{38} Uhr in Kösen.

Nachmittag: Ausflug nach Kösen mit Damen. (Abfahrt gegen 3^{30} Uhr).

Fortbildungskurse.

Freitag, 31. Mai, Vormittag. Prof. Ruhland ($1\frac{1}{2}$ Stunden): Die Stoffaufnahme der lebenden Zelle (mit Demonstrationen).

Dr. Thiem: Ueber neuere Methoden in der Photographie.

Nachmittag. Prof. Schmidt (3 Stunden): Demonstration neuerer Apparate und Methoden für die Untersuchung physikalischer Fragen.

Besichtigung der Telefunkenstation des Herrn Prof. Schmidt bei Cröllwitz.

Sonnabend, 1. Juni. Prof. Scupin: Anleitung zu geologischen Beobachtungen im Freien. 9 Uhr: Vortrag. 10 Uhr: Fahrt mit Kremsern nach dem Besichtigungsgelände. Besichtigung der Anlagen für Kaolinverwertung von Gebr. Baensch in Dölau.

Anmeldungen für die Fortbildungskurse müssen spätestens acht Tage vor Pfingsten erfolgen.

Die Auskunftsstelle befindet sich Montag nachmittag von 4 Uhr an im Seminargebäude der Universität, wo Listen zur Einzeichnung aufliegen, Fremdenführer und Abzeichen in Empfang genommen werden können. Auch an den folgenden Tagen befindet sich die Auskunftsstelle im Seminargebäude. Es wird gebeten, zur Anmeldung tunlichst die diesem Heft beiliegende Karte an Herrn Oberlehrer Wildgrube, Halle a. S., Reilstraße 14II, zu benutzen. Wünschenswert ist die Angabe der Teilnahme am Festessen (4 M), am Ausflug nach Kösen, an den Fortbildungskursen. Anmeldungen zu den letzten müssen vor dem 20. Mai erfolgen.

Empfehlenswerte Hotels: Hotel Bode, Stadt Hamburg, Goldene Kugel, Kronprinz (evangelisches Vereinshaus), Kaiser Wilhelm, Langhammer.

Das Programm für die Unterhaltung der Damen wird im Auskunftsbureau ausgegeben.

Die gemeinsame Sitzung des Vorstandes, des allgemeinen Vereinsausschusses und des Ortsausschusses findet Montag, den 27. Mai, nachmittags 5 Uhr, im Seminargebäude statt, die Sitzung des engeren Vorstandes ebenda nachmittags 3½ Uhr.

Die Vereinsmitglieder mit ihren Damen werden um zahlreichen Besuch gebeten. Gäste sind willkommen.

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Wangerin
Vorsitzender des Ortsausschusses.

Dr. A. Thaer
d. Z. Vorsitzender des Vereins.

Das Seelenleben der Ameisen.

Von P. E. Wasmann S. I. (Valkenburg (L.), Holland)*).

Schon Hunderttausende von Jahren, bevor der Mensch auf Erden erschien, entfaltete sich ein reiches Ameisenleben an den Gestaden der heutigen Ostsee. Die im baltischen Bernstein eingeschlossenen fossilen Ameisen bezeugen, daß schon im ersten Drittel der Tertiärzeit, im unteren Oligozän, ein großer Reichtum von Gattungen aus dieser Hautflüglerfamilie bei uns lebte. Manche derselben sind heute ausgestorben, andere wurden durch die Klimaveränderungen der Diluvialzeit in südlichere Breiten verdrängt, andere aber stimmen mit heute noch bei uns lebenden Gattungen überein. Ja einige der häufigsten Ameisenarten des baltischen Bernsteins — wie Formica Flori und Lasius Schiefferdeckeri — scheinen sogar identisch zu sein mit den häufigsten heute noch bei uns vorkommenden Arten derselben Gattungen (Formica fusca und Lasius niger).

Diese fossilen Dokumente legen uns daher auch Zeugnis ab für die Biologie und Psychologie der Ameisen in der Tertiärzeit. Die Organbildungen der Ameisen, an welche wir heute die psychischen Leistungen derselben geknüpft sehen, waren damals schon in ihren wesentlichen Grundzügen ausgestaltet. Damals bereits besaßen die Ameisen eine ungeflügelte Arbeiterkaste als eigene Entwicklungsform des weiblichen Geschlechtes, welche die Trägerin der sozialen Hegemonie in den Ameisenstaaten ist. Und wie heute die sogenannte Ameisenintelligenz ein Privileg der Ameisenweibchen und besonders der flügellosen, Arbeiterin genannten Weibchenform derselben ist, so muß es schon in der Tertiärzeit gewesen sein; denn die Männchen mit ihrem fünfmal kleinerem Gehirn waren damals ohne Zweifel ebenso schwach begabt wie sie es heute noch sind. Die Psychologie der Ameisen, insofern sie von derjenigen anderer Hautflügler sich unterscheidet, war also damals schon eine Psychologie der Ameisenweibchen, und besonders der flügellosen Arbeiterinnen, wie sie es heute noch ist. Und wie gegenwärtig der organische Polymorphismus, d. h. die körperliche Differenzierung der Ameisen einer Kolonie in geflügelte Männchen und Weibchen und flügellose Arbeiterinnen das „Grundgesetz" der Ameisenstaaten bildet, auf welchem die ganze biologische und psychologische Arbeitsteilung in denselben beruht, so war es schon vor Hunderttausenden von Jahren bei den Ameisen des baltischen Bernsteins.

Damit soll keineswegs gesagt sein, daß seit der älteren Tertiärzeit keine organische und psychische Weiterentwicklung in der Ameisenwelt stattgefunden habe. Eine solche wird uns im Gegenteil durch manche Tatsachen nahegelegt. Wheeler hat darauf hingewiesen, daß wir bisher bei der Arbeiterform der tertiären Ameisen noch keine weitere Differenzierung derselben in verschiedene Formen, z. B. in Arbeiter und Soldaten kennen. Auch ist bislang noch keine der heutigen parasitischen oder sklavenhaltenden Ameisenformen in den tertiären Schichten entdeckt worden. Wir können auch positiv nachweisen, daß manche dieser sekundären Entwicklungsprozesse erst späteren Ursprungs sind. Ferner haben sich seit der älteren Tertiärzeit zahlreiche neue Beziehungen zwischen den Ameisen und anderen Insekten ausgebildet, die als „Gäste" in deren Nestern leben. Namentlich unter den Käfern sind Tausende neuer myrmekophiler Arten, Hunderte neuer myrmekophiler Gattungen und auch nicht wenige neue myrmekophile Familien wahrscheinlich erst seither durch Anpassung an die Lebensweise bei Ameisen entstanden. Aber andererseits finden wir doch schon im baltischen Bernstein gewisse Fühlerkäfer (Paussiden) und Tasterkäfer (Pselaphiden), deren Körperformen mit Sicherheit schon auf eine damalige myrmekophile Lebensweise hindeuten und ein hohes Alter mancher dieser Anpassungen verbürgen.

*) Nach einem Vortrage, gehalten am 5. Oktober 1911 auf der 51. Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner zu Posen. — Von den Lichtbildern konnten nur wenige hier reproduziert werden.

Jetzt wollen wir aber zum Ameisenleben der Gegenwart übergehen und uns das Verhältnis der Ameisenpsychologie zur gesamten Tierpsychologie etwas näher ansehen.

Die Ameisen sind zwar nur kleine Wesen von wenigen Millimetern oder Zentimetern Größe. Aber durch ihr Gesellschaftsleben sind sie zu einer Großmacht in der Natur geworden. Diese ihre Machtstellung beruht auf ihren sozialen Instinkten und auf der außerordentlich mannigfachen Betätigung derselben, durch welche sie sich den allerverschiedensten Verhältnissen anzupassen vermögen. Was die Entwicklung und die Betätigung der sozialen Instinkte anlangt, stehen die Ameisen obenan im Tierreich; sie überragen hierin selbst die höheren Säugetiere und können in dieser Beziehung bloß mit dem Menschen in Vergleich gebracht werden. Wir finden bei ihnen Jagdbetrieb und Viehzucht, Gemüsekultur und die mannigfaltigsten Formen der Nestbaukunst. Die Weberameisen benutzen zur Herstellung ihrer Gespinstnester sogar das Spinnvermögen ihrer eigenen Larven; sie gebrauchen also Werkzeuge, die ihnen nicht angewachsen sind. Wir finden ferner bei den Ameisen die Einrichtungen des Sklavenraubes und Sklavenhaltens und der scheinbar selbstlosesten Gastfreundschaft.

Was Wunder, daß die „Vulgärpsychologie“ eines Büchner, Brehm, W. Marshall und zahlreicher Feuilletonisten sich dieser Erscheinung bemächtigt hat, um aus den Ameisen — Miniaturmenschlein zu machen? Der „eigene Verstand“ dieser Tierchen, nicht ihr Instinkt sollte es sein, was sie zu jenen wunderbaren Leistungen befähigte. Aber die Wissenschaft ist längst über diese Vulgärpsychologie des Ameisenlebens zur Tagesordnung übergegangen. Sie hat erkannt, daß die sozialen Instinkte der Ameisen und deren Betätigung unter dem Einfluß der Sinneserfahrung des Individuums alle einschlägigen Tatsachen befriedigend erklären, während die Annahme eines Denkvermögens bei diesen Tierchen zu den handgreiflichsten Widersprüchen führt. Besäßen beispielsweise die Amazonenameisen (Polyergus) mit ihrem glänzenden Kriegertalent nur einen Funken Verstand, so würden sie nicht den Instinkt der selbständigen Nahrungsaufnahme verloren haben, so daß sie in Abwesenheit ihrer Sklaven lieber verhungern, als selber den Mund anlegen an die dargebotene Nahrung. Besäßen ferner die „hochintelligenten“ Formica-Arten auch nur eine Spur von vernünftiger Einsicht, so würden sie nicht bestimmte Käferarten und deren Larven, die ihre schlimmsten Feinde sind, in ihren Nestern selber züchten und sich dadurch ihr eigenes Grab graben!

Die Reaktion gegen jene populäre Ueberschätzung des Seelenlebens der Ameisen konnte daher nicht ausbleiben. Aber diese Reaktion ging auch wieder über das richtige Maß hinaus, indem sie aus den Ameisen bloße automatische Maschinchen machen wollte. Ich meine die sog. Reflextheorie Bethes, welche den Ameisen sogar die Fähigkeit der sinnlichen Empfindung absprach. Aber dieses Extrem hat wissenschaftlich sich ebenso wenig bewährt wie das andere Extrem, wie die vulgäre Vermenschlichung des Ameisenlebens. Daß die Ameisen durch Sinneserfahrung lernen können, ihre instinktiven Tätigkeiten in mannigfacher Weise abzuändern, ist durch zahlreiche Beobachtungen und Versuche erwiesen. Jene rein physiologische Methode, welche das ganze Seelenleben des Tieres in eine bloße „Summe von Reflexen“ auflösen wollte, hat sich hier in ihrer ganzen Unhaltbarkeit gezeigt. Und doch ist eben diese Methode neuerdings auf die gesamte Tierpsychologie, ja sogar auf die menschliche Psychologie ausgedehnt worden durch Otto zur Straßen. Das ganze sogenannte Seelenleben sollte durch rein physikochemische Ursachen erklärbar sein und deshalb sollten alle „psychischen Faktoren“ aus der Handlungsweise der Tiere wie des Menschen ausgeschaltet werden. De Lamettries „l'homme machine“ war somit in moderner Gestalt wiedergeboren, aber nur, um die Unzulänglichkeit einer rein mechanistischen Psychologie handgreiflich zu beweisen.

Wie ist also das Seelenleben der Ameisen in Wirklichkeit beschaffen? Das könnte uns ganz genau eigentlich nur eine Ameise selber sagen, falls sie über ihre inneren Vorgänge nachzudenken und das Ergebnis dieser Selbstbeobachtung dann in menschlicher Sprache auszudrücken vermöchte. Aber in demselben Augenblicke würde sie dadurch eben schon aufgehört haben, eine Ameise zu sein: sie wäre zum Menschen geworden. Ebensowenig ist es auch dem Menschen möglich, sich „vollkommen objektiv“ in das Gehirn einer Ameise hineinzudenken und dort dem mannigfaltigen Spiele der Empfindungen und Vorstellungen, der Begehrungen und Triebe zu lauschen, welches in diesem wunderbaren Klümpchen Protoplasma sich abspielt. Es bleibt dem vergleichenden Psychologen somit kein anderer Forschungsweg übrig, als von außen an das Seelenleben der Ameisen heranzutreten, die sichtbaren Bewegungen dieser kleinen Wesen zu studieren, durch welche sie untereinander und mit der sie umgebenden kleinen und großen Welt in Beziehung treten. Diese Bewegungserscheinungen wird er sodann zu vergleichen haben mit denjenigen der höheren Tiere und des Menschen, um sich hierdurch, auf Grund des Analogieschlusses, ein Urteil über die psychische Begabung der Ameisen zu bilden. Dabei ist um so größere Vorsicht notwendig, da die Ameise

zu den Gliedertieren gehört, während der Mensch an der Spitze der Wirbeltiere steht. Das Zentralnervensystem und die Sinnesorgane einer Ameise sind ganz verschieden gebaut von den unsrigen; auch rein morphologisch betrachtet, besteht zwischen Ameise und Mensch nur eine ganz entfernte Analogie, und doch ist der Analogieschluß die einzige Quelle unserer Erkenntnis über das Seelenleben der Ameisen. Wir haben also sorgfältig zu prüfen, welche inneren Fähigkeiten angenommen werden müssen, um die äußeren Lebenstätigkeiten der Ameisen zu erklären, und wir müssen den psychischen Wert dieser Fähigkeiten dann vergleichen mit den psychischen Eigenschaften der höheren Tiere und des Menschen.

Bei diesem vergleichenden Studium müssen wir ferner stets eingedenk bleiben des Fundamentalgrundsatzes der kritischen Psychologie: wir dürfen den Tieren keine höheren psychischen Fähigkeiten zuschreiben, als sie wirklich äußern. Dies verlangt von uns das Prinzip der Sparsamkeit, das in der ganzen Naturforschung gilt: wir müssen die Erscheinungen möglichst einfach erklären, und deshalb dürfen wir nicht mehr Ursachen annehmen, wenn wenigere genügen, und ebenso dürfen wir nicht höhere Ursachen annehmen, wenn niedrige, einfachere genügen. Wenn es uns also gelänge, durch bloße Kombination von Reflexen das ganze Leben und Treiben der Ameisen zu erklären, so müßten wir auf die Annahme eines „psychischen Lebens“ bei diesen Tieren überhaupt verzichten. Erweist sich aber diese Erklärung als ungenügend, so müssen wir den nächsthöheren Schritt tun auf dem Gebiete des Analogieschlusses: wir müssen zusehen, ob die psychischen Lebensäußerungen der Ameisen sich befriedigend erklären lassen durch die Gesetze des Sinnenlebens, durch angeborene Instinkte und deren mannigfaltige Modifikationen unter dem Einfluß der Sinnesempfindung und Sinneserfahrung des Individuums. Und wenn diese Erklärung sich als genügend herausstellt, so müssen wir den Schluß ziehen: also sind die Ameisen Sinnenwesen mit mannigfach entwickelten und mannigfach modifizierbaren Instinkten; aber wir dürfen ihnen kein Geistesleben, d. h. kein intelligentes Abstraktionsvermögen zuschreiben. Zur Annahme eines geistigen Lebens, welches beim Menschen auf das Sinnenleben sich aufbaut, aber über dasselbe weit hinausragt, dürfen wir in der Tierpsychologie überhaupt erst dann greifen, wenn die tatsächlichen Lebensäußerungen eines Tieres nur unter dieser Voraussetzung erklärlich werden. Und das ist bei den Ameisen ebensowenig der Fall wie bei den höheren Wirbeltieren. Daß wir auch letzteren kein begriffliches Denken zuschreiben dürfen, haben in den letzten Jahren nicht wenige hervorragende Vertreter der wissenschaftlichen Tierpsychologie betont. Ich erwähne nur Ed. Claparède, der 1908 auf dem III. Kongreß für experimentelle Psychologie zu Frankfurt a. M. erklärte, die Ergebnisse der modernen tierpsychologischen Einübungsexperimente zeigten übereinstimmend, „daß bei den Tieren keine Intelligenz und keine Ueberlegung vorhanden ist“.

Dieses sind die kritischen Grundsätze, welche uns beim Studium der Ameisenpsychologie zu leiten haben. Sie werden uns vor allen einseitigen Extremen bewahren, und uns ermöglichen, ein zutreffendes Bild von der psychischen Befähigung dieser kleinen Tierchen zu entwerfen.

Nun ist die „graue Theorie“ vorüber, und wir wollen uns der Betrachtung des bunten Ameisenlebens an der Hand der Lichtbilder zuwenden, welche photographische Originalaufnahmen von Ameisen, Ameisengästen usw. darstellen. Wo wir hineingreifen in das volle Ameisenleben, da ist es interessant, und nicht bloß interessant, sondern auch höchst lehrreich für die vergleichende Psychologie.

Die Ameisen leben in Kolonien, d. h. in Gesellschaften, welche gebildet werden von einer oder mehreren Stammüttern und deren Sprößlingen. Erstere nennt man die Königinnen der Ameisen, welche befruchtete, entflügelte Weibchen sind; letztere dagegen sind der größten Mehrzahl nach flügellose Formen des weiblichen Geschlechtes, die sogenannten Arbeiterinnen, zu denen namentlich bei vielen ausländischen Gattungen auch noch flügellose Soldaten — richtiger Soldatinnen — kommen. Außerdem finden sich zur Sommerszeit in den Ameisennestern noch geflügelte Männchen und Weibchen vor, deren Bestimmung die Fortpflanzung des Stammes ist, während die Arbeiterinnen sich nur dem Gemeinwohl des „Ameisenstaates“ widmen.

Schon in der Einleitung wurde erwähnt, daß die Männchen ein sehr kleines Hirn besitzen, die Weibchen und besonders die Arbeiterinnen dagegen ein sehr großes und hochentwickeltes; deshalb sind auch die psychischen Eigenschaften der Ameisen im Arbeiterstand am höchsten entfaltet in der Betätigung der sozialen Instinkte.

Vor allem zeigt sich dies in der Koloniegemeinschaft, im Zusammenhalten aller Mitglieder einer Kolonie. Organisch beruht dieselbe zwar auf der Geruchsgemeinschaft, indem alle Abkömmlinge derselben Stammutter einen sehr ähnlichen Individualgeruch besitzen, an welchem sie sich gegenseitig erkennen und von Fremden, d. h. Andersriechenden, unterscheiden. Aber Bethe war doch sehr im Irrtum, als er 1898 meinte, das gegenseitige Erkennen der Ameisen lasse sich durch bloße „Chemoreflexe“ erklären, die den Ameisen schlechthin angeboren

seien. In Wirklichkeit gesellt sich dazu ein feines sinnliches Unterscheidungsvermögen, und der charakteristische Individualgeruch sowie die Reaktionsweise auf den „fremden“ Ameisengeruch bildet sich in den ersten Lebenstagen der Ameise aus, ist also nicht schlechthin „angeboren“. Mit einer mechanischen Reflextheorie kommen wir schon hier nicht aus, bei dem „ersten Grundgesetz“ der Ameisenstaaten, welches „Geselligkeitstrieb“ lautet. Sehen wir uns die Aeußerungen dieses Triebes etwas näher an.

Eine Arbeiterameise ist zwar ebensogut ein „Individuum“ im zoologischen Sinne des Wortes wie ein Hund oder eine Katze oder irgend ein anderes höheres Tier. Aber sie geht trotzdem ganz auf in der geselligen Beziehung zu ihren Familiengenossen; sie lebt nicht für sich, sondern für das Gemeinwohl, und in der Arbeit für dasselbe findet sie auch ihre eigene Befriedigung. Von der Nahrung, die sie außerhalb des Nestes gesammelt, und entweder in flüssiger Form in ihrem elastischen Kröpfchen aufgespeichert oder als fettes Beutestück heimgeschleppt hat, teilt sie allen übrigen freigebig mit; dies geschieht bezüglich der flüssigen Nahrung in Form einer Fütterung aus dem Munde der Gastgeberin. Wer aber gefüttert werden will, muß sich melden; und dies geschieht dadurch, daß die hungrige Ameise mit ihren Fühlern auf den Kopf der honigführenden Gefährtin schlägt, dann ihre Vorderfüße erhebt und die Wangen der fütternden Ameise lebhaft streichelt. Darauf öffnet letztere den Mund und läßt auf ihre Unterlippe einen Tropfen von dem süßen Naß vortreten, das sie mitgebracht hat; die Bettlerin leckt diese Gabe dann gierig auf, und zum Schlusse belecken sich oft noch Spenderin und Empfängerin gegenseitig den Mund. Auf die nämliche Weise lassen sich auch gewisse Käfer, die als echte Gäste in den Ameisennestern leben, z. B. die Atemeles, aus dem Munde ihrer Wirte füttern. Sie ahmen in vollendeter Weise die bei den Ameisen übliche Aufforderung zur Fütterung nach, und da sie sich nach echter Ameisensitte benehmen, werden sie auch wie eine befreundete Ameise gefüttert (Fig. 1). Als Kostgeld zahlen sie dafür ein ätherisches Fettprodukt, das sie an den gelben Haarbüscheln ihres Hinterleibes absondern, und das die Ameisen förmlich berauscht, wenn sie daran lecken. Letztere sind so versessen auf diesen Genuß, daß sie während der Beleckung eines Büschelkäfers oft nicht einmal Notiz davon nehmen, wenn man ihr Beobachtungsnest plötzlich erhellt und aus nächster Nähe ihr Treiben unter der Lupe beobachtet. Ja auch die Larven dieser Käfer werden von den Ameisen gleich den eigenen Larven erzogen und denselben sogar noch vorgezogen, eifriger gefüttert als die eigene Brut und bei Gefahren an erster Stelle in Sicherheit gebracht.

Da könnte man auf den ersten Blick sagen: Die Ameisen sind doch recht intelligente Tierchen, daß sie in ihren Nestern fremde Insekten als echte Gäste halten und sogar deren Brut heranzüchten, um ein narkotisches Genußmittel, das dem Kaffee, dem Tabak oder dem Alkohol in seiner Wirkung ähnlich zu sein scheint, sich zu verschaffen. Das ist doch eine raffinierte Erfindung der Ameisenintelligenz, die im Dienste der Naschhaftigkeit dieser Tierchen steht. Bei näherer Betrachtung liegt die Sache aber ganz anders. Allerdings ist es die Naschhaftigkeit der Ameisen, was sie zu dieser Handlungsweise antreibt; aber statt der vermeintlichen Intelligenz verrät sich hierin das gerade Gegenteil. Die Ameisen sind so dumm, daß sie nicht einmal bemerken, wie sie sich in diesen echten Gästen ihre schlimmsten Feinde selber züchten. Die Larven jener Käfer fressen nämlich die Brut der Ameisen massenhaft auf und lassen sich dazu noch aus dem Munde der Arbeiterinnen so unersättlich füttern, daß für die noch übrige Ameisenbrut die Nahrungsquelle versiegt. Dadurch bringen diese Gäste ihre Wirte an den Bettelstab, ja schließlich sogar unter die Erde. Denn die fortgesetzte Erziehung der Larven dieser Käfer führt allmählich dahin, daß der normale Brutpflegeinstinkt der Ameisen entartet. Sie sind dann nicht mehr imstande, normale Weibchen zu erziehen, sondern statt derselben nur noch krüppelhafte Zwischenformen zwischen Weibchen und Arbeiterin,

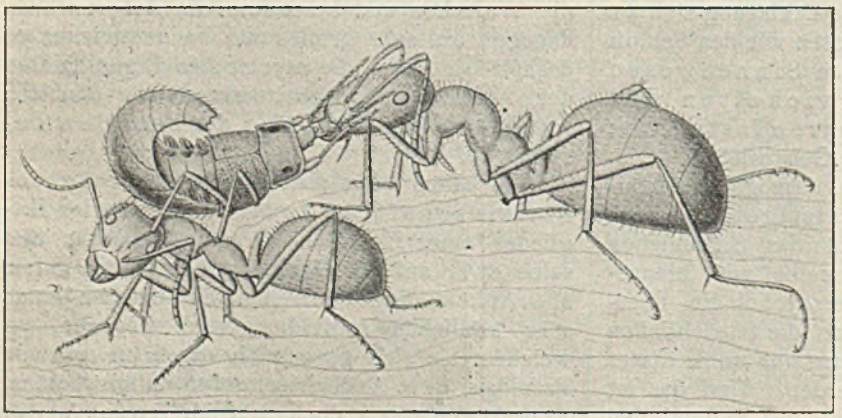

Fig. 1. Fütterung eines Büschelkäfers (Atemeles pratensoides) aus dem Munde der Wiesenameise (Formica pratensis).
(Achtfach vergrößert.)

die sogenannten falschen Weibchen (Pseudogynen). Je mehr die Zahl dieser Staatskrüppel in einer Ameisenkolonie überhand nimmt, desto rascher gelangt sie auf den Aussterbeetat. Die „undankbaren“ Käfer aber wandern aus und lassen sich in den Nachbarkolonien aufnehmen, um auch dort wieder dasselbe Spitzbubenwerk zu vollbringen.

Was soll man da von der vielgepriesenen „Intelligenz“ der Ameisen denken? Trotz der traurigen Erfahrungen, die sie viele Jahre nacheinander mit der Zucht jener Käfer in ihren Kolonien machen, werden sie nicht so klug, diese Sykophanten hinauszuwerfen; im Gegenteil, sie werden immer mehr mit Blindheit geschlagen, indem sie sich immer ausschließlicher der Pflege dieser Wechselbälge widmen. Und jene vorgeblich so hochintelligenten Formica-Arten, welche die Larven der Käfergattung Atemeles erziehen, sind so wenig einsichtig, nicht einmal zu bemerken, daß sie von der Käferzucht nur den Schaden haben, während ihre Feinde, fremde Ameisen aus der Gattung Myrmica, die süße Frucht ihrer Bemühungen ernten. Die frischentwickelten Käfer verlassen nämlich, nachdem sie bei Formica erzogen worden sind, deren Nester und gehen im Herbst zu den Myrmica über, von denen sie sich dann bis zum nächsten Frühling nach Herzenslust belecken lassen.

Aber vielleicht sind die Käfer, durch welche die Ameisen so an der Nase herumgeführt werden, „hochintelligente Wesen“? Nach ihrer Gehirnbildung zu schließen, sind sie den Ameisen bedeutend „inferior“. Sie haben ein viel kleineres Hirn und stehen auch an psychischer Leistungsfähigkeit tief unter den Ameisen. Und doch lassen diese sich von ihnen so schmählich betrügen! Mit dem Begriffe der „Intelligenz“, der Einsicht in die Beziehungen zwischen Mittel und Zweck, zwischen Ursache und Wirkung, läßt sich diese Handlungsweise der Ameisen schwerlich vereinbaren.

Wenden wir uns nun zur Brutpflege der Ameisen. Schon die kleinen Eier, welche unter normalen Verhältnissen von der oder den Königinnen im Neste gelegt werden — in einer Ameisenkolonie können nämlich viele Königinnen nebeneinander „regieren“, da ihr ganzes Regierungsgeschäft nur im Eierlegen besteht — werden von den Arbeiterinnen sorgfältig beleckt und zu kleinen Paketen aufgeschichtet. Aus jedem Ei kommt dann eine winzige, fußlose Larve, die von den Arbeiterinnen eifrig gewaschen und gefüttert wird. Diese Pflege geht voran, bis die Larve erwachsen ist. Dann wird sie von den Arbeiterinnen noch bei der Verpuppung unterstützt, namentlich bei jenen Arten, deren Larven vorher einen Kokon spinnen. Die Ameisenpuppen oder die Kokons — im Volksmunde fälschlich „Ameiseneier“ genannt — werden von den Arbeiterinnen gereinigt und aufgeschichtet und unter genauer Berücksichtigung der Temperaturverhältnisse bei kühlem Wetter in die tiefsten Kammern getragen, bei schönem Wetter jedoch im obersten Stockwerk den warmen Sonnenstrahlen ausgesetzt, damit Helios sie ausbrüte. Und wenn ein Feind sich dem Neste naht und dasselbe aufgräbt, um den Ameisen ihre Schätze, d. h. ihre Eier, Larven und Puppen zu rauben, dann stürzen die kleinen Emsen gleich Löwinnen hervor und bedecken den Räuber mit Bissen und Giftsalven. Mögen auch Tausende von ihnen zerquetscht werden, immer neue Tausende stürmen in den Tod für das „Vaterland“ und für die teuren „Kinder“. Ist das nicht eine großartige „Mutterliebe“ der Ameisen, ein bewunderungswürdiger, für die Menschheit vorbildlicher „Heroismus der Selbstaufopferung“?

Sehen wir etwas genauer zu, wie es mit der Menschenähnlichkeit der „Liebe“ der Ameisen zu ihrer Brut bestellt ist. „Mutterliebe“ kann man sie hier überhaupt nicht nennen, höchstens „Schwesterliebe“ oder „Tantenliebe“, da ja die Arbeiterinnen für gewöhnlich keine Eier legen. Aber wie herrlich müßte dann erst die Liebe der Ameisen zu ihrer Brut sich entfalten, wenn die Arbeiterinnen selber Mütter werden? Das kommt gelegentlich vor durch parthenogenetische Eiablage, namentlich in solchen Kolonien, die ihre Königin verloren haben. Ich kannte eine Kolonie der Wiesenameise (Formica pratensis) bei Luxemburg, die seit 1903 in dieser Lage war. Hier wurden drei Jahre lang, bis zum Aussterben der Kolonie, jährlich Millionen von Eiern von den Arbeiterinnen gelegt, aus denen einige Hunderte oder Tausende von Männchen erzogen wurden. Alle übrigen selbstgelegten Eier wurden von den Arbeiterinnen aufgefressen, nach Brehm und Bölsche wahrscheinlich aus — „purer Mutterliebe“! Wahrlich ein erbauliches Vorbild für die „Rabenmütter“ unter den Menschen, welche ihre Kinder niemals „zum Fressen lieb haben“! Dies dürfte wohl genügen, um die vulgär-psychologische Vermenschlichung des Tierlebens in das richtige Licht zu stellen.

Aber noch ein anderer merkwürdiger Punkt findet sich in der Brutpflege der Ameisen, und in noch höherem Grade in derjenigen der sogenannten weißen Ameisen oder Termiten. Für letztere ist schon seit 1893 (durch Grassi und Sandias) nachgewiesen, daß die Entwicklung der verschiedenen Kasten im Termitenstaate großenteils von der Ernährungsweise der Larven durch die Arbeiter bestimmt wird. Aehnliches gilt auch bei den Ameisen für die Differenzierung der verschiedenen Formen des weiblichen Geschlechtes, die aus befruchteten Eiern stammen. Namentlich das Auftreten der

obenerwähnten Pseudogynen läßt sich nur aus einer Mischung zweier verschiedener Erziehungsformen, der Weibchenerziehung und der Arbeitererziehung erklären. Es steht somit in der instinktiven Willkür der Arbeiterinnen, zu bestimmen, was aus einer neugeborenen weiblichen Larve werden soll: ein echtes Weibchen, eine Arbeiterin oder eine Soldatin. Da eröffnet sich denn für die vulgäre Vermenschlichung des Ameisenlebens eine hoffnungsreiche Perspektive, namentlich bezüglich des Militärs, das bei den Ameisen ausschließlich weiblichen Geschlechts ist. Bei den Menschen soll es manchmal vorkommen, daß ein Rekrut oder ein Kadett schon den Marschallstab im Tornister trägt. Aber was ist das gegen die militärische Karriere bei den Ameisen und den Termiten? Da werden den neugeborenen Kindern nicht bloß etwa die Marschallstäbe und Tornister von ihren Ammen bereits mitgegeben, sondern auch die ganze Montur und Bewaffnung, die Säbel und Gewehre samt der Munition. Und das alles wird ihnen mitgegeben in Form eines flüssigen Futterbreies, den die Ammen mittelst ihrer Speicheldrüsen bereiten und ihnen dann in den Mund einflößen! Man könnte es unter der Würde der Wissenschaft finden, derartige anthropomorphistische Vergleiche überhaupt anzustellen, wenn sie nicht nötig wären, um die Unhaltbarkeit der Vulgärpsychologie möglichst handgreiflich zu zeigen.

Wir haben bisher nur die einfachen Ameisenkolonien betrachtet, welche bloß aus Ameisen ein und derselben Art bestehen. Aber es gibt auch gemischte Kolonien, in denen Ameisen verschiedener Arten friedlich zusammenwohnen und sich zweckmäßig in die Arbeit teilen. Diese Erscheinungen sind abermals sehr interessant und lehrreich für die vergleichende Psychologie; denn hier begegnen wir Verhältnissen, welche, in menschlicher Sprache ausgedrückt, nicht mehr tierische, sondern menschliche zu sein scheinen. Insbesondere gilt dies für die Sklaverei bei den Ameisen. Bestimmte Ameisenarten rauben nämlich regelmäßig die Arbeiterpuppen anderer Arten und erziehen sie in ihrem Neste als „Hilfsameisen"; und bei ihren Sklavenjagden entfalten jene Raubameisen ein Kriegertalent, das unser gerechtes Staunen erregt. Was läßt sich an Intelligenzähnlichkeit im ganzen weiten Tierreich mit diesen Vorgängen vergleichen? Wenn die Sitte, Sklaven zu rauben und zu erziehen, eine Erfindung der Ameisenintelligenz ist, dann überragen die kleinen Ameisen nicht bloß die Affen, die Elefanten und andere höhere Wirbeltiere weitaus an Intelligenz, sondern sie sind hierin dem Menschen mindestens ebenbürtig. Aber auf Grund der biologischen Forschungsergebnisse urteilt man heute ganz anders über den psychischen Wert dieser Erscheinungen, als es Büchner und die naive Vulgärpsychologie vor einigen Jahrzehnten getan hatte. Das Studium der individuellen Entwicklung der sklavenhaltenden Ameisenkolonien hat uns nämlich zur Erkenntnis geführt, daß die Sklaverei bei den Ameisen in inniger Beziehung steht zur abhängigen Koloniegründung der Königinnen, welche eine Anfangsstufe des sozialen Parasitismus bildet. Dadurch ist auch in stammesgeschichtlicher Beziehung eine neue naturgemäße Erklärung für den Ursprung der Sklaverei beim Ameisenvolke gegeben, eine Erklärung, die wohl zu den interessantesten Ergebnissen der phylogenetischen Forschung auf dem Gebiete der Entwicklung der Instinkte gehört. Mit „Intelligenz" im psychologischen Sinne des Wortes hat die Sklaverei bei den Ameisen seitdem gar nichts mehr zu schaffen.

Am klarsten zeigt sich dies auf dem Höhepunkt der Entwicklung des Sklavereiinstinktes bei den Amazonenameisen (Polyergus) (Fig. 2). Dieselben sind nur noch Sklavenräuber;

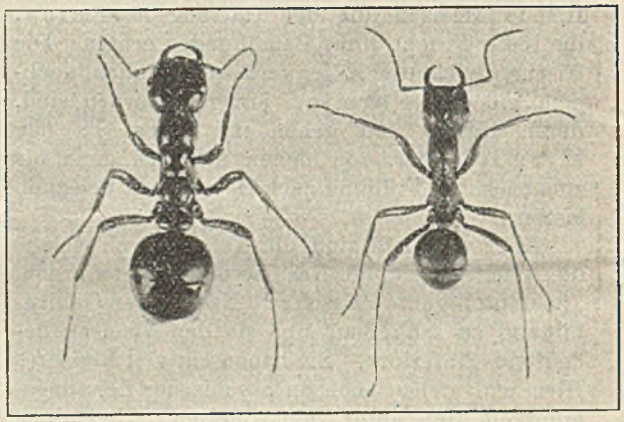

Fig. 2. Amazonenameise (Polyergus rufescens). Arbeiterähnliche (ergatoide) Königin und Arbeiterin. (Vierfach vergrößert.)

alle häuslichen Arbeiten werden von den „Sklaven" besorgt, während die „Herren" nur auf die Sklavenjagd gehen und daheim einem faulen Wohlleben frönen, indem sie aus dem Munde ihrer Sklavinnen sich füttern lassen. Auch das klingt noch ganz menschenähnlich, wenngleich nicht mehr menschenwürdig. Betrachten wir aber die Oberkiefer der Amazonen (Fig. 2), so finden wir, daß dieselben zu sichelförmigen Mordwaffen einseitig umgebildet und zu den häuslichen Arbeiten einer Ameise ungeeignet sind. Die hohe Entwicklung des Sklavereiinstinktes jener Raubameisen beruht somit auf organischer Basis; sie ist eine Funktion der organisch-psychischen Entwicklungsgesetze, nicht eine Funktion der individuellen Intelligenz und freier Selbstbestimmung. Untersuchen wir die Mundteile der Amazonen etwas näher, so zeigt sich, daß dieselben zur selbständigen Nahrungsaufnahme noch gut befähigt sind. Es ist ferner durch

Versuche nachgewiesen, daß, wenn man den Mund einer Amazone in Berührung bringt mit einem Tropfen Zuckerwasser, die Leckbewegungen der Zunge und die Aufnahme des Nahrungssaftes in ganz normaler Weise erfolgen. Aber in dem Gehirn der Amazone ist die Verbindung zwischen dem Hungergefühl und dem Gebrauche der Mundteile zur Stillung desselben ausgeschaltet: wenn sie Hunger fühlt, bettelt sie nur ihre Sklaven um Fütterung an, aber sie kommt nicht mehr auf den „Gedanken", selber zu fressen, wenn sie von ihren Hilfsameisen getrennt ist! Mit der Ueberentwicklung des Sklavereiinstinktes hat Polyergus bereits die Bahn der parasitischen Degeneration beschritten. Diese Meister der Kriegskunst haben sogar den Instinkt der selbständigen Nahrungsaufnahme verloren infolge der gänzlichen Abhängigkeit von ihren Hilfsameisen. Bei intelligenten Wesen ist ein solcher Degenerationsprozeß einfachhin undenkbar; deshalb sind die Licht- und Schattenseiten der organisch-psychischen Entwicklung dieser Amazonen sehr lehrreich für die psychologische Beurteilung der „Tierintelligenz".

In den Nestern der Ameisen und ebenso in jenen der Termiten, die man fälschlich „weiße Ameisen" nennt, lebt ferner ein ganzes Heer von fremden Gästen aus den verschiedensten Klassen und Ordnungen der Gliederfüßer, welche zu ihren Wirten in den allerverschiedensten biologischen Beziehungen stehen. Manche darunter, die sogenannten „echten Gäste", werden von ihren Wirten beleckt oder auch gefüttert, ja sogar die Larven mancher Arten werden gleich der eigenen Brut erzogen. Andere wiederum sind bloß „indifferent geduldet"; sie erhalten bloß Quartier von ihren Wirten, wogegen sie den letzteren manchmal nützliche Reinigungsdienste leisten. Andere wiederum sind „feindlich verfolgte Einmieter", die sich ihren Wirten gewaltsam aufdrängen und als Raubtiere dieselben verspeisen. Andere endlich sind „Parasiten" im engeren Sinne des Wortes, indem sie entweder in oder an ihren Wirten oder in oder an deren Brut schmarotzen. Eine fünfte Klasse sind schließlich „Nutz- oder Haustiere", in unseren Breiten hauptsächlich Blatt- und Schildläuse und die Raupen mancher Schmetterlinge, welche von den Ameisen regelmäßig besucht oder sogar in ihren Nestern gehalten werden wegen zuckerhaltiger Ausscheidungen, die eine Hauptnahrungsquelle für die Wirte bilden.

Es ist unmöglich, hier alle diese mannigfaltigen Beziehungen in psychologischer Rücksicht eingehender zu prüfen. Die interessantesten derselben sind ohne Zweifel in der ersten Klasse, in dem „echten Gastverhältnis" enthalten. Nach seiner negativen Seite, als Beweis gegen die „Intelligenz" der Ameisen, haben wir dasselbe schon vorhin behandelt. Die Ameisen züchten sich in den Büschelkäfern der Gattungen Lomechusa und Atemeles tatsächlich ihre schlimmsten Feinde selber heran und werden auch durch Schaden nicht klug. Aber auch die positive Seite der gastlichen Beziehungen, die zwischen den Ameisen und bestimmten Käfern obwalten, darf nicht übersehen werden. Durch zahlreiche Beobachtungen und Versuche während 25 Jahren konnte ich feststellen, daß die Ameisen imstande sind, ganz neue echte Gäste durch eigene sinnliche Erfahrung in wenigen Minuten oder Stunden kennen zu lernen. Der erste Eindruck, den die Geruchs-, Tast- und Gesichtswahrnehmung*) des neuen Ankömmlings auf die Ameisen macht, ist meist ein entschieden feindlicher. Sobald sie aber durch sorgfältige Untersuchung des fremden Gastes die Erfahrung gemacht haben, daß derselbe im Besitze jener ätherischen Fett- oder Drüsenprodukte (Exsudate) ist, welche einen Lieblingsgenuß für die Ameisenzunge bilden, verwandelt sich ihre anfängliche Feindschaft in das Gegenteil. Einmal setzte ich beispielsweise in ein Nest von brasilianischen Ameisen (Cremastogaster sulcata) einen Keulenkäfer (Claviger testaceus) aus dem Rheinland. Da die Gattung Claviger auf die alte Welt beschränkt ist, konnten die neotropischen Ameisen keinerlei „instinktive Kenntnis" von seiner Annehmlichkeit haben. Sie griffen ihn denn auch in der Tat mit geöffneten Kiefern feindlich an und zwickten ihn. Durch diese Berührung bemerkten sie zufällig an ihm das aromatische Exsudat. Daraufhin untersuchten sie ihn sorgfältig und gleichsam „neugierig" mit den Fühlerspitzen. Das Ergebnis dieses Examens war, daß sie den Käfer schon nach wenigen Minuten eifrig beleckten und in ihr Nest trugen.

Wie die Ameisen imstande sind, auf Grund ihrer individuellen Sinneserfahrung neue Assoziationen zu bilden und dadurch zu „lernen", wenn sie neuen echten Gästen begegnen, so vermögen sie auch die gewöhnliche instinktive Behandlungsweise ihrer indifferent geduldeten Gäste infolge neuer Erfahrungen zu ändern. Ein merkwürdiges Beispiel hierfür bietet eine Dinarda-Verfolgung, die in einem meiner Beobachtungsnester der blutroten Raubameise (Formica sanguinea) dadurch ausbrach, daß ich einmal einige Exemplare einer nur wenig größeren fremden Dinarda-Art (D. Märkeli) in das Nest gesetzt hatte. Diese fremden Dinarda erregten ihre feindliche Aufmerksamkeit; sie machten Jagd auf dieselben, und es gelang ihnen nach vielen vergeblichen Versuchen, diese Käfer zu erhaschen und aufzufressen. Von diesem Zeit-

*) Bei Ameisen mit gut entwickelten Netzaugen, z. B. Formica, spielt die Gesichtswahrnehmung eine bedeutendere Rolle als man früher annahm.

punkte an dehnten sie die Dinarda-Verfolgung auch auf die bisher von ihnen friedlich behandelte eigene Dinarda-Art (D. dentata) aus, die als „indifferent geduldeter Gast" in allen sanguinea-Nestern lebt. Da diese Art etwas kleiner ist, war es für die Ameisen viel schwerer, sie zu fangen, zumal bei der flachen, hinten zugespitzten Körperform des Käfers nur die sehr kurzen Fühler und Beine desselben einen Anhaltspunkt für die Ameisenkiefer boten. Aber die Ameisen vervollkommneten allmählich auch ihre Jagdmethode, indem sie mit einem Sprunge von der Seite her eine Extremität des Gastes zu packen lernten. Innerhalb weniger Wochen hatten sie alle Dinarda in ihrem Neste ausgerottet. Erst nach sechs Monaten duldeten sie wieder einige wenige neu hineingesetzte Individuen ihrer eigenen Dinarda-Art. Als aber die obigen Versuche mit D. Märkeli im nächsten Frühjahre von mir erneuert worden waren, konnte ich von da an auch keine einzige Dinarda dentata in jenem Neste mehr halten bis — nach drei Jahren — sämtliche auf den Dinarda-Fang „dressierten" alten Arbeiterinnen gestorben waren. Da kann man wohl nicht mehr mit Bethe sagen, die Ameisen seien bloße automatische Reflexmaschinen.

Sehr mannigfaltig ist der Nahrungserwerb der Ameisen; es gibt hier viele verschiedene Erwerbszweige bei verschiedenen Gattungen und Arten, und auch manche Kombinationen derselben innerhalb ein und derselben Art. Die meisten einheimischen Ameisen sind „viehzüchtende Völker", welche die Blatt- und Schildläuse teils draußen auf den Sträuchern und Bäumen besuchen und „melken", indem sie ihnen durch Streicheln mit den Fühlern die zuckerhaltigen Exkremente entlocken, teils auch in ihren unterirdischen Nestern an den Wurzeln von Gräsern mit der Pflege von Wurzelläusen in derselben Weise sich abgeben. Einige Arten bewahren sogar die schwarzen Blattlauseier während des Winters in ihren Nestern auf und tragen dann im Frühling die jungen Blattläuse auf deren Nährpflanzen. So „rationell" dieses Verfahren aussieht, so sind wir doch durch die analoge Erziehung bestimmter Käferarten in den Ameisenkolonien hinreichend gewitzigt, daß wir auch in der Blattlauszucht der Ameisen nicht Aeußerungen einer „Intelligenz" erblicken dürfen, sondern nur Instinktmodifikationen, die im Laufe der Stammesgeschichte sich erblich befestigt haben.

Viele Ameisen nähren sich neben der Blattlauszucht auch von der Jagd, indem sie Raupen, Regenwürmer usw. töten und als Beute in ihr Nest schleppen. Dort wird das Wild zerkleinert, und auch den Larven werden häufig kleine Stücke desselben auf den Mund gelegt, der sich dann in das Fraßstück vertieft. Eine ausschließliche Jagdameise ist die blutrote Raubameise, deren Lieblingsnahrung fremde Ameisenpuppen sind. Einen viel umfangreicheren Jagdbetrieb entfalten jedoch die tropischen Wander- und Treiberameisen, die in riesigen Armeen aus einem Jagdgrunde in einen anderen ziehen und die ganze Gegend von Insekten, Spinnen und anderem Kleingetiere säubern. Höchst interessant ist, daß diese Räuberhorden, die eine Großmachtrolle in der tropischen Natur spielen, eine große Zahl von Gästen, besonders aus der Käferfamilie der Kurzflügler haben, welche sie auf ihren Beutezügen teils zu Fuß, teils auf den Ameisen reitend, begleiten und auf deren Kosten leben. Um nicht selber aufgefressen zu werden, besitzen sie die hochgradigsten Anpassungen an die Lebensweise bei diesen gefährlichen Wirten. Namentlich der Mimikrytypus und der Trutztypus sind hier so hoch entwickelt wie kaum irgendwo in der ganzen Insektenwelt. Die Gäste des ersteren Typus gleichen in Körperform und Fühlerform täuschend ihren Wirten, diejenigen des letzteren Typus sind dagegen mit einem unangreifbaren Schutzdach bedeckt. Fig. 3 zeigt

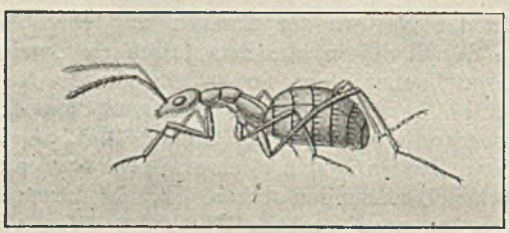

Fig. 3. Dorylomimus Kohli, ein Gast des Mimikrytypus vom oberen Kongo, bei Anomma Wilverthi lebend. (Achtfach vergrößert.)

einen Gast des Mimikrytypus, der bei einer afrikanischen Treiberameise am oberen Kongo lebt. Da letztere völlig blind ist, richtet sich hier die Mimikry ausschließlich auf Täuschung des Fühlertastsinnes der Wirte; der Gast ist in der Tat fast einer Ameise ähnlicher als einem Käfer. Fig. 4 dagegen zeigt einen Gast des Trutztypus aus derselben Käferfamilie der Kurzflügler, der in den Armeen der nämlichen Treiberameise am oberen Kongo von P. Hermann Kohl entdeckt wurde. Wegen seiner trilobitenähnlichen Körpergestalt erhielt er den Namen Trilobitideus, während der in Fig. 3 ab-

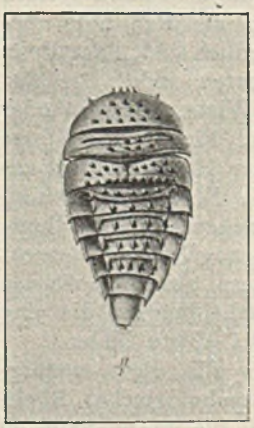

Fig. 4. Trilobitideus insignis, ein Gast des Trutztypus vom oberen Kongo, bei Anomma Wilverthi lebend. (Elffach vergrößert.)

gebildete Gast Dorylomimus auf Deutsch „Wanderameisenaffe“ genannt werden müßte.

Es gibt ferner manche Ameisenarten, namentlich in Mittelamerika und in Australien, welche als „Honigameisen“ eine bestimmte Kaste ihrer Arbeiterinnen zu lebendigen Honigtöpfen heranzüchten. Zur Zeit des Ueberflusses füttern sie nämlich diese Gefährtinnen so reichlich mit Honig, daß ihr Hinterleib tonnenförmig anschwillt. Dann müssen sich dieselben an den Wänden der Nestkammern aufhängen, um später, wenn die Zeit der Dürre kommt, Tropfen für Tropfen von dem in ihrem Kropfe aufgespeicherten Honig aus ihrem Munde wieder abzugeben.

Andere Ameisengattungen, besonders in den Mittelmeerländern, in Nordamerika und in Ostindien, sind körnersammelnde Ameisen, welche für die Zeit des Nahrungsmangels ihre Nestkammern mit Getreidekörnern und anderen Sämereien füllen. Die Kunde über diese „Getreideameisen“ ist schon sehr alt; bereits die Heilige Schrift hat sie dem Menschen als Vorbild des Fleißes und der Klugheit hingestellt. Allerdings sind auch hier die psychologischen Fundamente, welche der instinktiven Weisheit der Ameisen zugrunde liegen, völlig verschieden von der menschlichen Intelligenz. Die sogenannten Getreidefelder, welche einige nordamerikanische Ameisen der Gattung Pogonomyrmex rings um ihr Nest anlegen sollten, entstehen, wie namentlich Wheelers neuere Forschungen gezeigt haben, nur durch zufällig aus dem Neste hinausgeworfene Sämereien, in denen die Keimung schon begonnen hatte und die deshalb als Nahrung für die Kolonie unbrauchbar geworden waren. Die „ackerbautreibende Ameise von Texas“ ist dadurch in der psychologischen Rangliste wieder um eine Stufe tiefer gesunken und zeigt uns, wie wir uns auch hier vor allzu kühner Vermenschlichung des Tierlebens hüten müssen.

Noch merkwürdiger sind aber die Entdeckungen der jüngsten Zeit über die Gemüsekultur, und zwar über die Pilzzucht der Ameisen. Dieselbe findet sich bei einer Reihe amerikanischer Gattungen, hauptsächlich bei den Blattschneiderameisen (Atta und Verwandten). Die Arbeiterinnen derselben ziehen in langen Ketten aus ihrem Neste, besteigen die Bäume und Sträucher, schneiden von ihnen Blattstücke ab und tragen dieselben wie Sonnenschirme über ihren Köpfen nach Hause („Sonnenschirmameisen“). Daheim werden dann die eingetragenen Blattstücke von der kleineren Arbeiterform, die stets zu Hause bleibt, zerstückelt und zu kleinen Klumpen verarbeitet, die als Kulturboden dienen für einen bestimmten Nährpilz (Rozites gongylophora). Letzterer dient im sogenannten Kohlrabistadium (Möller) der Ameisenkolonie zur Nahrung. Ja, die Weibchen bringen sogar, wenn sie zum Paarungsfluge das Nest verlassen, schon einen Klumpen von diesem Pilzmaterial in einer Tasche ihrer Mundhöhle mit, um bei der Gründung ihrer neuen Kolonie auch den unentbehrlichen „Pilzgarten“ anlegen zu können. Göldi und namentlich J. Huber haben auch näher beobachtet, wie die Königin bei der Anlage eines Pilzgartens verfährt; sie opfert sogar einen Teil ihrer Eier, um denselben mit dem nötigen Dungmaterial zu versehen! Wenn dieses Verfahren auf Intelligenz beruhte, dann wären ja die Ameisen viel intelligenter als die Menschen; sie hätten dann schon Hunderttausende von Jahren vor dem Erscheinen des Homo sapiens Entdeckungen gemacht, die der letztere immer noch auf einer landwirtschaftlichen Akademie erst lernen muß, während sie bei den Ameisen ein erbliches Produkt ihrer Instinktentwicklung sind.

Noch klarer zeigt sich die instinktive Grundlage der Pilzzucht der Ameisen, wenn wir sie vergleichen mit der Pilzzucht der Termiten. Letztere gehören einer ganz anderen Insektenordnung an und stehen, obwohl sie in ihrer Kastengliederung und in ihrem Nestbau den Ameisen gleichen, dennoch auf einer tieferen Stufe der psychischen Befähigung, wie auch ihre Gehirnentwicklung andeutet. Und doch ist die Pilzzucht bei den Termiten noch viel weiter verbreitet als bei den Ameisen, nämlich in der ganzen Gattung Termes im engeren Sinne und bei vielen verwandten Gattungen. Wenn wir also bei den Termiten den Ursprung der Sitte, bestimmte Nährpilze in ihren Nestern zu züchten, nicht auf deren „eigene Intelligenz“, sondern auf die Entwicklung ihrer Instinkte zurückführen müssen, so haben wir auch bei den Ameisen denselben Maßstab anzulegen, weil in beiden Fällen die instinktiven Fähigkeiten zur psychologischen Erklärung der Erscheinungen genügen. Fig. 5 zeigt den Pilzgarten einer kleinen Gasttermite, die in den Hügelbauten einer größeren Termite auf Ceylon lebt und ihr Pilzmaterial wahrscheinlich durch Diebstahl aus den viel größeren Pilzgärten ihres Wirtes bezieht.

Noch ein Wort über den Nestbau der Ameisen. Eigentlich müßten wir sagen: Nestbauten. Denn ein einheitliches, starres Schema gibt es hier nicht. Bei den verschiedenen Gattungen und Arten finden wir die allerverschiedensten Nester in bezug auf Material und Form und Oertlichkeit und innere Einrichtung. Stets bildet das Ameisennest im wesentlichen ein einfacheres oder komplizierteres System von Kammern und Gängen. Aber im übrigen herrscht die größte Freiheit. Es gibt Ameisennester von der Größe einer kleinen Erbse bis zu den riesigen Hügeln der Waldameise, die bis 17 m Umfang erreichen können. Es gibt rein unterirdische Erdnester, oberirdische Erdbauten, Nesthaufen aus trockenem Pflanzenmaterial. Es gibt Nester unter

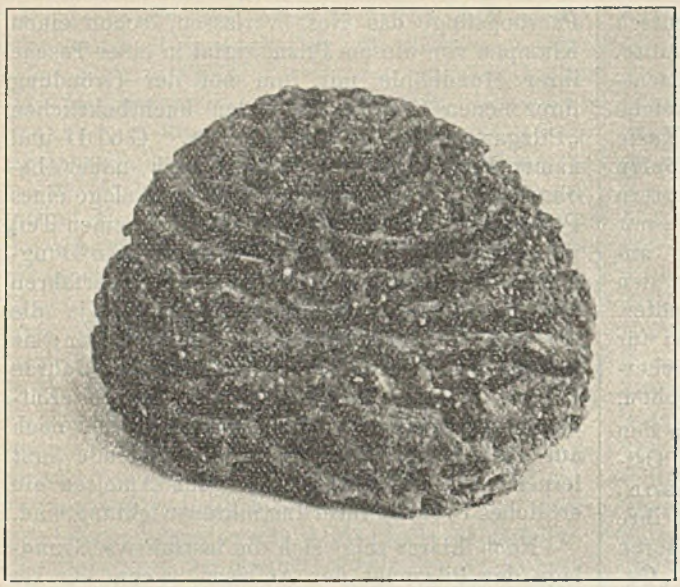

Fig. 5. Pilzgarten von Microtermes globicola, aus Hügelnest von Termes Redemanni, Colombo (Ceylon).
(Um die Hälfte vergrößert.)

Steinen, Nester in Felsspalten und in Mauerritzen. Es gibt Holznester, die im Holze oder unter der Rinde ausgemeißelt werden, es gibt Nester in morschen Strünken, in hohlen Stengeln, in hohlen Gallen, in hohlen Bäumen und in leeren Kaninchenbauten. Ja sogar unter einem Stück Dachpappe oder einer weggeworfenen Sardinenbüchse oder in einem alten Pferdeschädel oder in trockenem Kuhmist findet man Ameisennester. Es gibt ferner Kartonnester, die mittelst der Speicheldrüsensekrete der Ameisen aus Holzfasern, Mulm oder dürren Blattstücken oder sogar aus trockenem Pferdedünger hergestellt werden. Es gibt Gespinstnester, die von den Ameisen mittelst ihrer eigenen Larven gewoben werden, und es gibt endlich auch sehr viele — gestohlene Nester, welche anderen Ameisen oder auch Termiten oder anderen Insekten früher gehört haben; ja, auch die Nester von Wirbeltieren und die Wohnungen, in denen der Mensch sich sein Nest gebaut, werden, ohne den Besitzer zu fragen, je nach Gelegenheit und Bedürfnis bezogen.

Wohl nirgendwo im ganzen Tierreiche weist der Nestbauinstinkt eine so große Mannigfaltigkeit auf je nach der Verschiedenheit der Gattungen und Arten wie bei den Ameisen. Aber auch innerhalb ein und derselben Art ist die Methode des Nestbaues außerordentlich anpassungsfähig und kann sich des verschiedensten Materials und der verschiedensten Oertlichkeiten in zweckmäßiger Weise bedienen. Dies gilt namentlich von der blutroten Raubameise (Formica sanguinea), welche in bezug auf die Plastizität ihres Nestbauinstinktes die Vögel und die Säugetiere weit übertrifft. Wir haben es hier eben nicht mit automatischen Maschinen zu tun, sondern mit psychisch relativ hochstehenden Sinnenwesen, deren instinktive Tätigkeiten durch Sinneswahrnehmung geleitet und durch Sinneserfahrung mannigfach modifiziert werden.

Von besonderem Interesse sind die eben schon erwähnten Gespinstnester der Weberameisen aus den Gattungen Oecophylla, Polyrhachis, Camponotus und Technomyrmex. In ersterer Gattung gibt es nur Gespinstnester, in der zweiten vorwiegend, in der dritten bloß ausnahmsweise. Stets werden dieselben nicht von den Ameisen selber gewoben, sondern nur nach ihrer Fertigstellung höchstens noch mit einem aus den Speicheldrüsen der Arbeiterinnen stammenden glänzenden Kitt überzogen. Die Gespinstfäden des Nestgewebes selber werden mittelst des Spinnvermögens der Larven hergestellt, die sie als lebendige Spinnrädchen oder Webschiffchen dabei benutzen. Schon seit mehreren Jahrzehnten waren Berichte hierüber aus Ostindien nach Europa gelangt. Aber man wollte ihnen nicht recht glauben, weil sie gar zu märchenhaft klangen. Nun haben neuerdings Fr. Doflein auf Ceylon, E. Jakobson auf Java, P. H. Kohl am Kongo und E. Göldi in Brasilien übereinstimmend durch genaue Beobachtungen festgestellt, daß jene Weberameisen ihre Gespinstnester, die meist aus zusammengesponnenen Blättern bestehen, dadurch verfertigen, daß sie ihre Larven zwischen die Kiefer nehmen und dann mit dem Munde der Larve, aus welchem ein Gespinstfaden tritt, über die Ränder der zusammenzunähenden Blätter so lange hin und her fahren, bis diese fest zusammenhängen; andere Arbeiterinnen halten unterdessen die Blattränder mit ihren Kiefern und Beinen in der geeigneten Lage, bis das Gewebe fest genug ist.

Fig. 6 zeigt das Gespinstnest einer Ameise vom Kongo, Polyrhachis laboriosa. Drei der fleißigen Arbeiterinnen sieht man oberhalb *a* auf dem Neste sitzen.

Da darf man doch fragen, welche „höheren Tiere“ denn ein so intelligenzähnliches Verfahren bei ihrem Nestbau anwenden? Kein einziges! Es ist ja ein sogenanntes Postulat jener Theoretiker, welche das menschliche Seelenleben aus dem tierischen restlos ableiten wollen, die höheren Wirbeltiere müßten weit „intelligenter“ sein als die Gliedertiere. Und doch findet sich bei keinem einzigen Säugetier in freier Natur der Gebrauch von Werkzeugen, die vom eigenen Körper verschieden sind. Die alten Brehmschen Berichte, daß die Affen Steine und

Baumäste zur Verteidigung gebrauchten, sind von dem Neubearbeiter des Brehmschen Tierlebens für Fabeln erklärt worden. Wenn somit der Gebrauch von Werkzeugen bei den Weberameisen eine Erfindung der Tierintelligenz ist, dann sind die Ameisen weit intelligenter als die höchsten Affen, und wir müßten das menschliche Seelenleben eher von jenem der Ameisen als von jenem der höheren Säugetiere stammesgeschichtlich ableiten. Das wird aber wohl keinem Entwicklungstheoretiker jemals in den Sinn kommen. Wenn aber bei den Ameisen so intelligenzähnliche Tätigkeiten wie das Spinnen der Nester unter Benutzung des Spinnvermögens der Larven nicht auf Intelligenz, sondern nur auf Instinkt beruhen, dann brauchen wir bei den höheren Wirbeltieren noch viel weniger eine „Tierintelligenz" anzunehmen. Dann genügen a fortiori auch hier die Instinkte und deren individuelle Betätigung unter dem Einflusse der Sinneserfahrung, um ihre psychischen Lebensäußerungen befriedigend zu erklären.

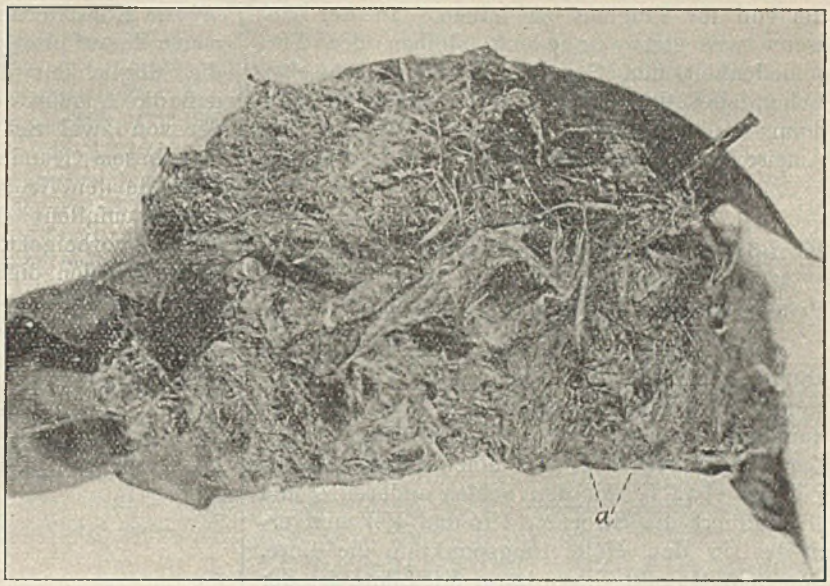

Fig. 6. Gespinstnest von Polyrhachis laboriosa. Unterer Kongo (Luja!) (Um die Hälfte verkleinert.)

Um den Gebrauch von „Spinnrädchen" oder „Webschiffchen" beim Bau ihrer Nester psychologisch richtig zu bewerten, müssen wir die nächsten Verwandten dieser Weberameisen zu Rate ziehen. Unter den zahlreichen Arten der Gattung Polyrhachis gibt es auch ziemlich viele, welche Kartonnester mit Hilfe des Sekrets ihrer eigenen Speicheldrüsen verfertigen. Und unter den Hunderten von Arten und Unterarten der Gattung Camponotus kennt man bisher nur eine (C. senex) als Weberameise; alle übrigen bewohnen Kartonnester oder Holznester, die in alten Stämmen ausgenagt werden, oder Nester in hohlen Stengeln oder hohlen Bäumen oder hohlen Gallen oder Nester unter Steinen usw. Dürfen wir aber vielleicht — vom Standpunkte der vergleichenden Psychologie betrachtet — jene Polyrhachis-Arten, welche Gespinstnester verfertigen, für weit intelligenter erachten als jene, welche Kartonnester bauen? Oder dürfen wir etwa Camponotus senex als „Weberameise" für viel intelligenter halten als ihre nächsten Gattungsverwandten, die auf andere Weise ihre Nester bauen? Keineswegs; denn die eine Nestdauart ist ebensogut instinktiv, aber unter dem Einflusse der Sinneswahrnehmung modifizierbar, wie die andere! Da kann eine kritische Psychologie nicht auf den törichten Einfall kommen, den Weberameisen plötzlich „Intelligenz" zuzuschreiben, wenn bei ihren nächsten Verwandten die Instinkte genügen zur Erklärung ihrer psychischen Lebensäußerungen. Ob die Ameisen beim Bau des Nestes sich ihrer Kiefer oder ihrer Beine oder ihrer Speicheldrüsen oder des Spinnvermögens ihrer Larven bedienen, das macht für die psychologische Bewertung ihrer Nestbautätigkeit keinen Unterschied.

Leider verbietet die Kürze der Zeit, hier noch weitere Erscheinungen des Ameisenlebens psychologisch zu analysieren und mit den entsprechenden psychischen Leistungen der höheren Tiere zu vergleichen. Aber ich glaube, wir dürfen schon jetzt ruhig schließen mit dem folgenden Ergebnis:

Wir müssen uns bei Beurteilung des tierischen Seelenlebens, sowohl der Ameisen wie der höheren Tiere, stets in der Mitte halten zwischen zwei gleich verfehlten Extremen: zwischen der vulgären Vermenschlichung des Tierlebens einerseits und der bloßen Maschinenerklärung desselben andererseits.*)

Vor mehreren tausend Jahren gab ein Weiser der Menschheit den Rat, zur Ameise zu gehen,

*) Näheres hierüber siehe in meinen Schriften: Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen. Münster 1891; Instinkt und Intelligenz im Tierreich. 3. Aufl., Freiburg i. B. 1905; Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere. 2. Aufl., Freiburg i. B. 1900; Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen (Zoologica, Heft 26). 2. Aufl., Stuttgart 1909; Menschen- und Tierseele. 5. Aufl., Köln 1910.

um von ihr Klugheit zu lernen. In der Tat, wenn wir stets eingedenk bleiben der Verschiedenheit der Grundlagen des psychischen Lebens bei der Ameise und beim Menschen, dann wird die Betrachtung der Wunder des Ameisenlebens uns wirklich Weisheit lehren.

Eine Konstruktion aus imaginären Punkten.

Von Privatdozent Dr. Clemens Thaer (Jena).

Vortrag, gehalten in der Med.-Naturw. Ges. zu Jena.

Meine Damen und Herren! Es ist eine bekannte Aufgabe der elementaren Planimetrie, wenn drei Punkte gegeben sind, den Kreis zu konstruieren, der durch diese drei Punkte geht. Zur Lösung verbindet man einen der gegebenen Punkte, etwa V, mit den beiden anderen U und W, halbiert die Strecken VU und VW und errichtet in den Halbierungspunkten die Lote. Der Schnittpunkt dieser zwei Mittellote ist der Mittelpunkt M des gesuchten Kreises, die Strecke MU sein Radius (Fig. 1). Die Aufgabe, die ich

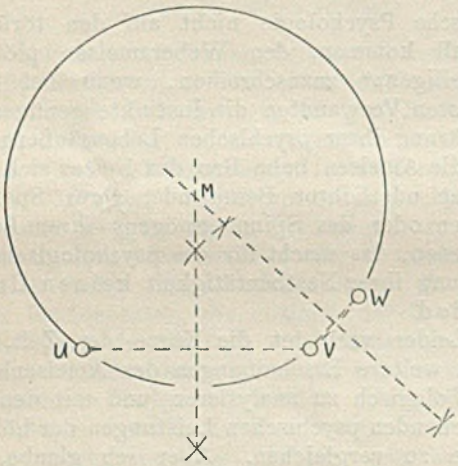

Fig. 1.

heute behandeln will, ist die: aus drei Punkten, von denen nur einer, W, ein wirklicher Punkt, die anderen beiden, U und V, imaginär sind, den durch sie gehenden Kreis zu zeichnen. Ehe ich die Aufgabe zu lösen unternehme, werde ich sie erst deuten müssen; welchen Sinn das Sprechen von imaginären Punkten hat, an diesem Beispiel zu erläutern, ist der Hauptzweck meines Vortrags.

Zwei Punkte bestimmen eine Gerade. Welche Lagen kann eine Gerade gegen einen Kreis haben? Sie kann ihn schneiden, in zwei Punkten; sie kann ihn berühren, in einem Punkte; sie kann an ihm vorbeigehen, ohne Punkte mit ihm gemein zu haben (Fig. 2). Ist ein Punkt W und sind bei schneidender Geraden die Schnittpunkte U und V bekannt, so liefert die angegebene Konstruktion den Kreis. Aehnlich genügt, wenn die Gerade g den Kreis berühren soll, die Angabe des Berührungspunktes U neben W zur Konstruktion des Kreises (Fig. 3). Genauer darauf einzugehen, würde zu weit führen; die Möglichkeit der Konstruktion zeigt aber, daß die Angabe des Berührungspunktes auf g der von zwei Schnittpunkten gleichwertig ist. Aus diesem Grunde sagt man auch, die Tangente schneide den Kreis in zwei Punkten, die aber zusammenfallen. Man spricht, auch wenn die Gerade vorbeigeht, noch von zwei Schnittpunkten, nur seien dieselben imaginär geworden.

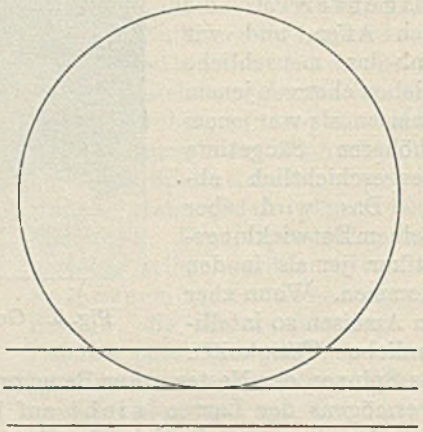

Fig. 2.

Wie kommt man zu solcher Sprechweise? Dadurch, daß man in der Geometrie gelegentlich rechnet. Die aus Kreis und Gerade bestehende Figur ist bei Ausgehen von der Geraden festgelegt, sobald man Fußpunkt O und Länge h des Lotes aus dem Kreismittelpunkt M auf die Gerade g, außerdem den Kreisradius r kennt. Ist $h < r$ — ich werde im Zahlenbeispiel $r = 5$ Längeneinheiten, etwa cm, $h = 4$ cm wählen —, so sind Schnittpunkte U, V vorhanden. Sie, d. h. ihre Abstände von O auf g, lassen sich

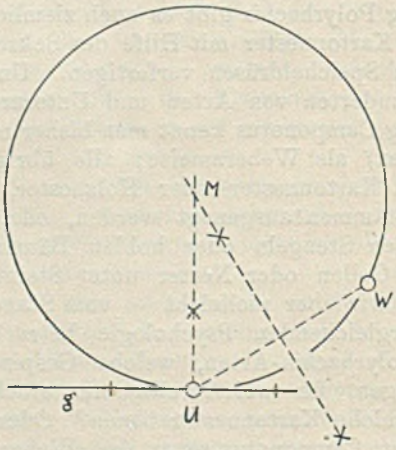

Fig. 3.

außer durch Konstruktion durch Rechnung finden. Verbindet man nämlich noch M mit V (Fig. 4), so erhält man ein rechtwinkliges Dreieck MOV, dessen Hypotenuse $MV = r$, dessen eine Kathete $MO = h$, und dessen andere Kathete $OV = x$

der gesuchte Abstand ist. Nach dem Satze des Pythagoras, daß die Summe der Kathetenquadrate gleich dem Hypotenusenquadrat ist, folgt $r^2 = h^2 + x^2$ oder $x^2 = r^2 - h^2$. Im Zahlenbeispiel ergibt sich aus $r = 5$, $h = 4$: $x^2 = 5^2 - 4^2 = 25 - 16 = 9 = 3^2$. $x = 3$ ist der gesuchte Abstand OV. Die andere Wurzel $x' = -3$ liefert den Punkt U. Auf die Berechtigung des Negativen kann ich hier nicht eingehen. Genauer formuliert hieß die Frage: um wieviel Einheiten hat man nach rechts zu gehen, um von O nach einem Schnittpunkt zu gelangen. $x = 3$ beantwortet die Frage direkt, $x' = -3$ heißt zunächst: die Frage nach einem weiteren Schnittpunkt ist falsch gestellt; vom Schnittpunkt aus hätte man noch drei Einheiten nach rechts zu gehen, um erst nach O zu kommen, d. h. der Schnittpunkt liegt drei Einheiten links von O.

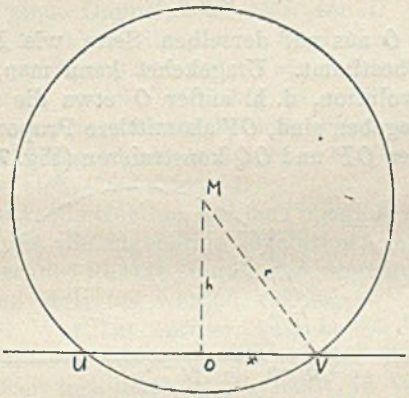

Fig. 4.

Welche Werte h annehmen möge, solange $h < r$, d. h. solange die Gerade den Kreis schneidet, werden die Schnittpunkte von der Gleichung $x^2 = r^2 - h^2$ geliefert. Selbst für $h = r$, d. h. wenn g den Kreis berührt, liefert die Gleichung noch jeden Punkt, der Kreis und Gerade gemeinsam ist; denn $x^2 = r^2 - r^2 = 0$ hat nur die Lösung 0, der — einzige, aber als Wurzel einer quadratischen Gleichung wieder gewissermaßen doppelt zählende — gemeinsame Punkt hat gar keine Entfernung vom Lotfußpunkt; das stimmt mit den Resultaten rein geometrischer Betrachtung überein. Eine so schöne Gleichung $x^2 = r^2 - h^2$ nun darum, weil sie keine vernünftige Lösung mehr hat, wenn $h > r$, aufzugeben, sobald die Gerade am Kreis vorbeigeht, das bringt der Mathematiker, der seine Gleichungen liebt, nicht übers Herz. Hat die Gleichung keine Lösungen, so denke ich mir welche, dann hat sie welche. Ist etwa $h = 13$, so ergibt sich
$x^2 = 5^2 - 13^2 = 25 - 169 = -144 = -1 \cdot 12^2$, $x = \pm 12\sqrt{-1}$. Eine solche Zahl, die $\sqrt{-144}$ oder $\sqrt{-1}$ wäre, gibt es zwar nicht, aber ich denke sie mir, nenne sie i. Die Gleichung liefert die Schnittpunkte; also hat die Gerade mit dem Kreis zwei Schnittpunkte, die von O um $12\,i$ nach rechts oder links abstehen.

Ist das nicht eine Unverschämtheit vom Mathematiker, solche Behauptungen aufzustellen? Erst erklärt er und beweist womöglich, daß es keinen Schnittpunkt geben kann für $h > r$, daß es keine Zahl geben kann, die mit sich selbst multipliziert -144 oder -1 ergäbe. Und hinterher konstruiert er solche Punkte und Zahlen aus der Tiefe des Gemüts und behauptet, nun wären das Punkte oder Zahlen. Solange er freilich nur sagen würde: der Schnittpunkt hat von O den Abstand $12\,i$, solange ist das ziemlich harmlos; weil man sich darunter gar nichts vorstellen kann, kann man sich auch nichts falsches vorstellen. Aber der Mathematiker operiert, rechnet ja weiter und bringt vielleicht ein Resultat, dem man es nicht mehr ansieht, daß es auf dem Wege durch die Wolken erreicht ist. Liegt da nicht die Gefahr vor, direkt falsche Schlüsse zu ziehen? Die Art Logik, die ich, weil sie bei Einführung des Imaginären nicht immer vermieden wird, hier absichtlich angewendet habe, ist der folgenden ziemlich ähnlich: Den „Stein der Weisen" gibt es nicht; behaupte ich, ich hätte ihn, so bin ich höchstens für den Psychiater, nicht für den Strafrichter interessant. Sage ich: wer den „Stein der Weisen" besitze, könne alle Krankheiten heilen; so ist diese Behauptung für sich völlig harmlos, eben weil ihn niemand hat. Folgere ich aber aus beiden Behauptungen zusammen, daß ich alle Krankheiten heilen könne, so wäre es für die Polizei vielleicht doch Zeit, einzuschreiten.

Nun ist meine Meinung natürlich nicht, daß ein imaginärer Punkt etwas diesem ähnliches ist. Um anzudeuten, welcher Art eine solche Begriffskonstruktion denn doch noch sein könnte, will ich ein anderes Beispiel wählen, den „Staatswillen". Ein Wille kann an sich nur Wille einer Person sein. In einem despotisch regierten Staate kann es daher einen Staatswillen geben, der ein richtiger Wille ist. Wo der Herrscher der Staat ist, ist sein Wille Staatswille, wirkt als solcher, da er Wille etwa der Soldaten wird. Wie steht es aber damit in einer konstitutionellen Monarchie, in einer Republik? Eine einzelne Person, deren Wille mit dem Staatswillen identisch wäre, gibt es nicht mehr; ein Staatswille existiert darum doch, macht sich fühlbar, wenn er z. B. Steuern zu zahlen zwingt. Als Wille im eigentlichen Sinne existiert er nicht, trotzdem entbehrt er nicht jeder konkreten Grundlage, er ruht auf den Willen der Menschen, die den Staat bilden, an diesen kann man ihn fassen.

In ähnlicher Weise existiert ein imaginärer Punkt zwar nicht als Punkt; aber es gibt geometrische Gebilde, die ihn gesetzmäßig vertreten,

an denen man ihn fassen kann. Und zwar begleiten einen reellen Punkt ganz analoge Gebilde, die diesen zu vertreten imstande sind in allen geometrischen Beziehungen.

Um diese vertretenden Gebilde aufzufinden, gehen wir auf unsere Schnittpunktgleichung $x^2 = r^2 - h^2$ zurück, und zwar zunächst auf den Fall, in dem wirkliche Lösungen vorhanden sind, $h < r$, etwa wieder $x^2 = 5^2 - 4^2 = 9$. Nehmen wir nun an, wir hätten vergessen, wie wir zu dieser Gleichung Wurzeln finden, dann würden wir probieren, und zwar z. B. so, daß wir 9 durch eine Zahl dividierten und nachsähen, ob der Quotient dem Divisor gleich ist; d. h. wir formen die Gleichung um in $x = \frac{9}{x}$ und suchen diese zu lösen. Setzten wir 4 für x in den Nenner, so ergäbe sich $\frac{9}{4} = 2{,}25$; da dies von 4 verschieden ist, wird es ebensowenig wie 4 x sein. Wir werden also vermeiden, $x = 4$ oder $x = 2{,}25$ zu schreiben, können dagegen ohne Gefahr des Widerspruchs $y = 4$ und $z = 2{,}25$ schreiben, d. h. die Gleichung $\frac{9}{x} = x$ durch $\frac{9}{y} = z$ ersetzen. Zu jedem y gibt es ein zugehöriges z, beide sind gleichzeitig positiv oder gleichzeitig negativ, etwa zu -2 gehört $-4{,}5$ (Tab. I). Unter den lösenden

y	z	
9	1	
4,5	2	
3,6	2,5	
3	3	x
2	4,5	
1	9	
—1	—9	
—2	—4,5	
—3	—3	x'

Paaren dieser Gleichung oder, anders geschrieben, von $yz = 9$ findet man die Lösungen von $x^2 = 9$ als die Paare gleicher Zahlen. Trägt man von O aus y und z Längeneinheiten nach rechts (bei negativem y und z also in Wirklichkeit nach links) auf, so erhält man Punktpaare PQ, $P'Q'$, $P''Q''$ (Fig. 5); nur für 3 (und

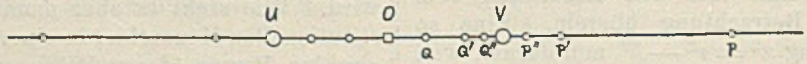

Fig. 5.

für -3) kein Paar, sondern einen Punkt, den man jedoch auch als zusammengefallenes Paar, als Doppelpunkt auffassen kann; nähert sich P dieser Stelle, so tut es Q ebenfalls. Die Gleichung $yz = 9$ liefert uns ein System von Zahlpaaren, geometrisch von Punktpaaren, das wir eine Involution nennen mit den Doppelpunkten U und V im Abstand 3 links und rechts von O. Die Gleichung $x^2 = 9$ kann in allen wesentlichen Beziehungen vertreten werden durch $yz = 9$, die Schnittpunkte UV durch die Involution der Punkte P und Q; denn aus dem einen läßt sich stets das andere gewinnen. Kennen wir die Schnittpunkte, so kann man zu einem beliebigen Punkte P den in der Involution zugeordneten finden; denn die Gleichung $x^2 = r^2 - h^2 = yz$ läßt sich schreiben $OV^2 = OP \cdot OQ$ oder als Proportion

$$OP : OV = OV : OQ.$$

Die ersten drei Glieder sind bekannt, so läßt der Abstand des Punktes Q von O sich nach dem Proportionalsatz konstruieren (Fig. 6). Da

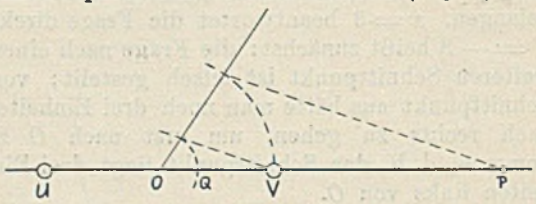

Fig. 6.

Q von O aus auf derselben Seite wie P liegt, ist es bestimmt. Umgekehrt kann man, wenn die Involution, d. h. außer O etwa die Punkte P, Q gegeben sind, OV als mittlere Proportionale zwischen OP und OQ konstruieren (Fig. 7). Die

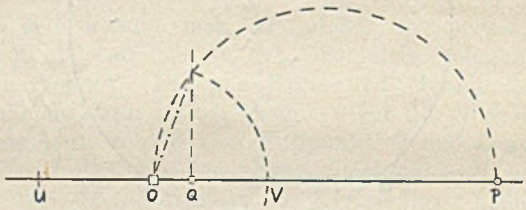

Fig. 7.

Schnittpunkte U, V lassen sich durch die Involution der Punkte PQ vertreten.

Nun betrachten wir den Fall, daß g an dem Kreise vorbeigeht. Die Schnittpunktgleichung $x^2 = r^2 - h^2 = 5^2 - 13^2 = -144$ fordert unmögliches. Würde man aber in ähnlicher Weise probieren, $yz = -144$, $z = \frac{-144}{y}$ statt der obigen Gleichung behandeln, so würde diese durchaus lösbar sein, zu $y = -24$ gehört $z = 6$, zu anderem y anderes reelles z (Tab. II). Freilich obige Gleichung läßt sich

y	z
—24	6
—18	8
—16	9
— 12	12
— 1	144
1	—144
6	— 24
12	— 12
144	— 1

auch so nicht lösen, y kann nie $= z$ werden;

denn, ist y negativ, so ist z positiv und umgekehrt. Trage ich y und z als Strecken auf bis P, Q (Fig. 8), so flüchten die Punkte vor einander, wenn man sie bewegt. $x^2 = -144$ hat keinen Sinn, $yz = -144$ dagegen einen recht guten, bezeichnet ein System von gesetzmäßig einander zugeordneten Zahlpaaren, geometrisch eine Involution, die aber keine Doppelpunkte hat. Wenn man nun von imaginären Zahlen oder Punkten spricht, so will man tatsächlich eine Aussage über Systeme von Zahlpaaren, über Involutionen machen, dieselbe nur kurz ausdrücken. Statt zu sagen: wir suchen die $y' = -18$ entsprechende Zahl in der Involution, in der $y = -24$, $z = 6$ sich entsprechen, formuliert man die Aufgabe: wir suchen die $y' = -18$ entsprechende Zahl in der Involution, deren einer Doppelpunkt $12\,i$ von O absteht. Beides führt auf dieselbe z' bestimmende Gleichung $y'z' = yz$, $-18\,z' = -24 \cdot 6$ oder $y'z' = x^2$, $-18\,z' = (12\,i)^2 = -12^2$, denn i^2 hat nie etwas anderes heißen sollen als -1, die Gleichung ist hier wie dort $-18\,z' = -144$, woraus sich $z' = 8$ ergibt.

Das reelle Gebilde, auf dem imaginäre Punkte ruhen, ist die zugehörige Involution; genau wie zwei reelle Punkte durch die zugehörige Involution vertreten werden können.

Der Wortlaut unserer Aufgabe ist hiernach verständlich. Gegeben ein reeller Punkt W und zwei imaginäre U, V, heißt in Wirklichkeit: gegeben ist W, und auf der Geraden g eine Involution, etwa durch O, P, Q. Zum vollen Verständnis des Sinnes fehlt allerdings noch eins: die imaginären Punkte sind wir zwar los, was haben aber P und Q mit dem Kreise zu tun? auf ihm liegen sie jedenfalls nicht.

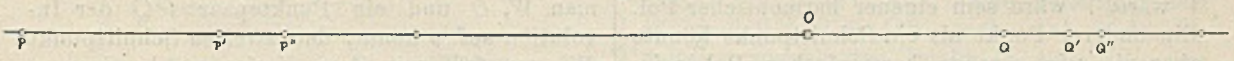

Fig. 8.

Hier muß ich einige geometrische Entwicklungen einfügen, ich will sie für die Fälle schneidender oder nicht schneidender Geraden gleichzeitig durchführen (Fig. 9 und 10). Man

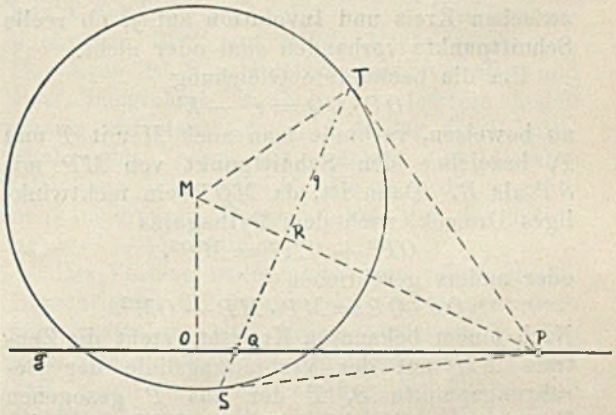

Fig. 9.

nehme auf g außerhalb des Kreises einen Punkt P, ziehe von ihm aus die Tangenten, die in S und T berühren mögen. Die Verbindungsgerade q der Berührungspunkte nennt man die Polare von P in bezug auf den Kreis, den Schnittpunkt Q von q mit g den harmonischen Pol zu P auf g. P und Q sind durch den Kreis einander gesetzmäßig zugeordnet; bewegt sich P, so bewegt sich Q. Bei schneidender Geraden kann man P nahe am Kreis annehmen, dann fallen die Tangenten aus P nahe mitein-

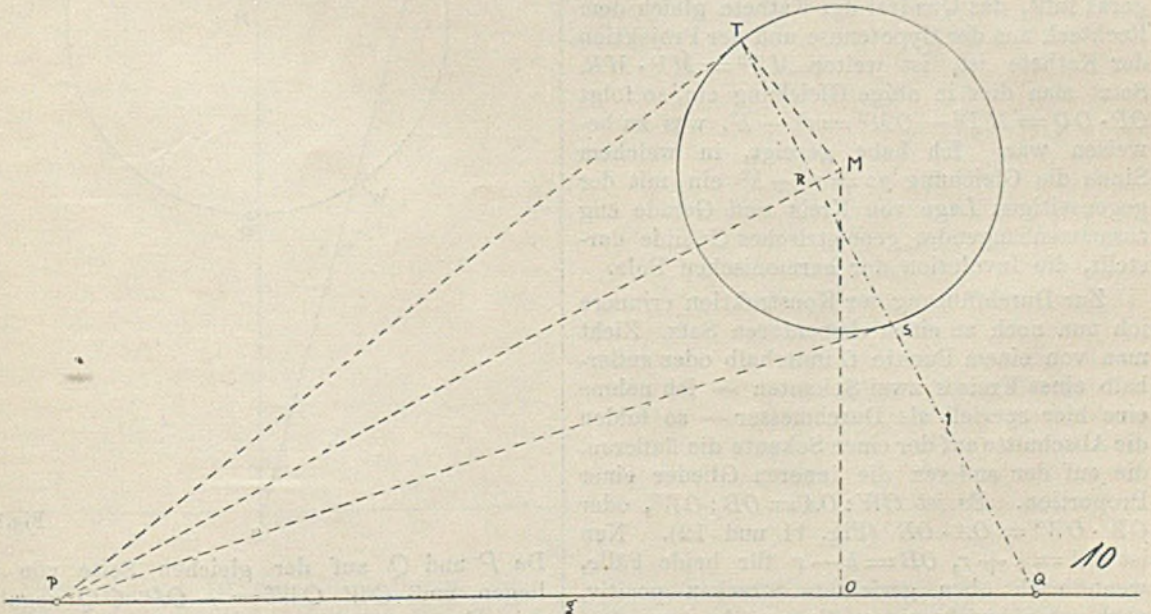

Fig. 10.

ander und mit q zusammen. Man könnte die Definition sinngemäß erweitern, indem man auch von V eine Polare zuließe, die die Tangente in V wäre, V wäre sein eigener harmonischer Pol. Ein anderer Punkt als ein Schnittpunkt könnte aber nie sein eigener harmonischer Pol sein. Nun behaupte ich, daß — ob g schneidet oder vorbeigeht — die Zuordnung der harmonischen Pole dieselbe ist, wie durch die Involution $yz = r^2 - h^2$. Zeigen wir dies, so haben wir einen geometrisch faßbaren Zusammenhang zwischen Kreis und Involution auf g, ob reelle Schnittpunkte vorhanden sind oder nicht.

Um die behauptete Gleichung

$$OP \cdot OQ = r^2 - h^2$$

zu beweisen, verbinde man noch M mit T und P, bezeichne den Schnittpunkt von MP mit ST als R. Dann ist, da MOP ein rechtwinkliges Dreieck, nach dem Pythagoras

$$OP^2 + OM^2 = MP^2,$$

oder anders geschrieben

$$OP \cdot OP = MP \cdot MP - OM^2.$$

Nach einem bekannten Kreissatz steht die Zentrale PM auf der Verbindungslinie der Berührungspunkte S, T der aus P gezogenen Tangenten senkrecht. Auch $\triangle QRP$ ist rechtwinklig und, da die Winkel bei P übereinstimmen, ähnlich $\triangle MOP$. Daraus folgt

$$MP : OP = QP : RP$$

oder $OP \cdot QP = MP \cdot RP$. Zieht man diese Gleichung von der obigen ab, so erhält man $OP(OP - QP) = MP(MP - RP) - OM^2$ oder $OP \cdot OQ = MP \cdot MR - OM^2$, wobei auch auf die Zeichen zu achten ist, Strecken je nach ihrer Richtung positiv oder negativ zu rechnen sind. In dem rechtwinkligen $\triangle MTP$ ist R der Höhenfußpunkt. Da nach dem Euklidischen Satz, auf dem der klassische Beweis des Pythagoras fußt, das Quadrat der Kathete gleich dem Rechteck aus der Hypotenuse und der Projektion der Kathete ist, ist weiter $MT^2 = MP \cdot MR$. Setzt man dies in obige Gleichung ein, so folgt $OP \cdot OQ = MT^2 - OM^2 = r^2 - h^2$, was zu beweisen war. Ich habe gezeigt, in welchem Sinne die Gleichung $yz = r^2 - h^2$ ein mit der gegenseitigen Lage von Kreis und Gerade eng zusammenhängendes geometrisches Gebilde darstellt, die Involution der harmonischen Pole.

Zur Durchführung der Konstruktion erinnere ich nun noch an einen elementaren Satz. Zieht man von einem Punkte O innerhalb oder außerhalb eines Kreises zwei Sekanten — ich nehme eine hier speziell als Durchmesser — so bilden die Abschnitte auf der einen Sekante die äußeren, die auf der anderen die inneren Glieder einer Proportion. Es ist $OW : OA = OB : OW'$, oder $OW \cdot OW' = OA \cdot OB$ (Fig. 11 und 12). Nun ist $OA = h + r$, $OB = h - r$ für beide Fälle, wenn nach oben gerichtete Strecken positiv, nach unten gerichtete negativ gerechnet werden.

$$OW \cdot OW' = (h + r)(h - r) = h^2 - r^2,$$
$$OW \cdot - OW' = r^2 - h^2 = OP \cdot OQ.$$

Hieraus ergibt sich, die Möglichkeit, wenn man W, O und ein Punktepaar PQ der Involution auf g kennt, den zweiten Schnittpunkt W' von OW mit dem Kreise zu bestimmen, also aus dem Punkt W und der Involution auf g, ohne — auch wenn sie vorhanden — die Doppelpunkte U, V zu benutzen, den Kreis zu konstruieren, der durch W, U, V geht.

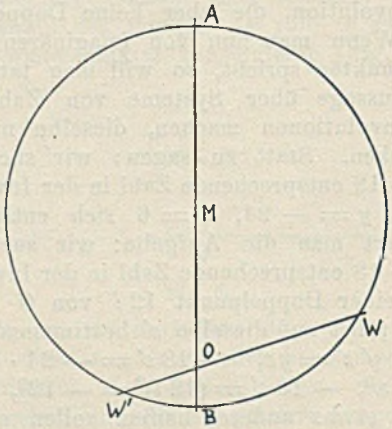

Fig. 11.

Nehmen wir zunächst nochmals den Fall reeller Punkte U, V, benutzen aber diese nicht direkt, sondern nur die Punkte W, O, P, Q. Man konstruiert so: W werde mit O verbunden.

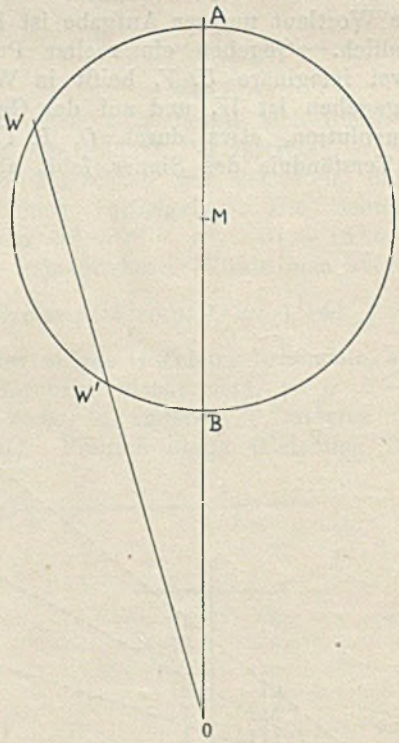

Fig. 12.

Da P und Q auf der gleichen Seite von O liegen, muß $OW \cdot OW' = - OP \cdot OQ$ negativ sein, der gesuchte zweite Schnittpunkt W' von

OW mit dem Kreise auf der rückwärtigen Verlängerung von OW liegen (Fig. 13). Trägt man

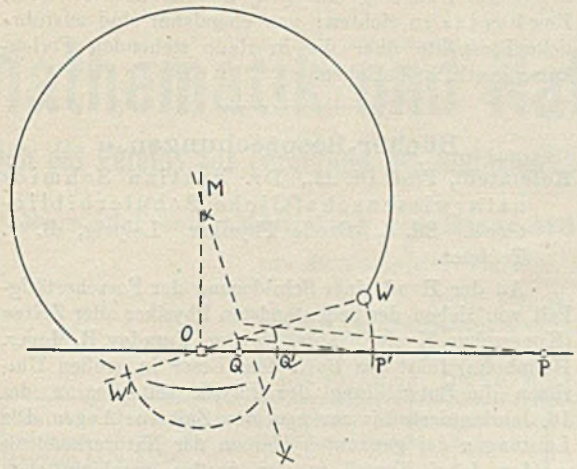

Fig. 13.

OW als OP' auf g ab, sucht den zugehörigen Punkt Q', so ist OQ' von derselben Länge wie OW', da auch $OP' \cdot OQ' = OP \cdot OQ$. Man bestimmt die Länge OQ' als vierte Proportionale aus $OP' : OP = OQ : OQ'$ nach dem Proportionallehrsatz und trägt diese Länge auf der Verlängerung von OW bis W' ab. Der Kreis muß durch W und W' gehen, daraus folgt: sein Mittelpunkt M liegt auf dem Mittellot auf WW'. M liegt außerdem auf dem Lot in O auf g, ist mithin als Schnittpunkt dieser beiden Geraden bestimmt. Der Kreisradius ist MW, der Kreis durch drei Punkte UVW gezeichnet, ohne direkte Benutzung von U und V.

von O. Da $OW \cdot OW' = -OP \cdot OQ$ auch den Zeichen nach, liegt W' auf derselben Seite von O wie W (Fig. 14). Man verschaffe sich P', so daß $OP' = OW$, suche den in der Involution zugehörigen Punkt Q' mit Hilfe der Gleichung $OP' \cdot OQ' = OP \cdot OQ$, der Proportion $OP' : OP = OQ : OQ'$ (man kann kürzer zum Ziel kommen, braucht P' und Q' selbst nicht zu zeichnen), trage OQ' auf OW in der gleichen Richtung auf bis W'. M ist der Schnittpunkt der Lote in O auf g und im Halbierungspunkt von WW' auf WW', MW' der Radius. Der Kreis ist konstruiert aus einem reellen und zwei imaginären Punkten — letztere liegen richtig auf dem Kreise, d. h. für die Schnittpunkte des Kreises mit g ergibt sich dieselbe Gleichung $x^2 = r^2 - h^2$, die auch die gegebenen imaginären Doppelpunkte der Involution $yz = r^2 - h^2$ bestimmt.

Der Vortrag sollte nicht etwa allgemein die Berechtigung des Imaginären nachweisen; dazu sind abstrakte Entwicklungen notwendig. Ich hoffe nur an diesem Beispiel gezeigt zu haben, daß, wenn der Mathematiker von Zahlen und Punkten spricht, die niemand aufzeigen kann, dies zwar nicht wörtlich, doch cum grano salis seinen guten Sinn habe, daß hier nicht Worte sich einstellen, eben wo Begriffe fehlen. Man bildet Aussagen wie von wirklichen Punkten von imaginären Punkten, will damit Aussagen von reellen Gebilden umschreiben, die sich direkt nur weit umständlicher ausdrücken ließen. Solche Abkürzungen sind für die Mathematik aber Lebensfragen. Ohne unsere algebraische

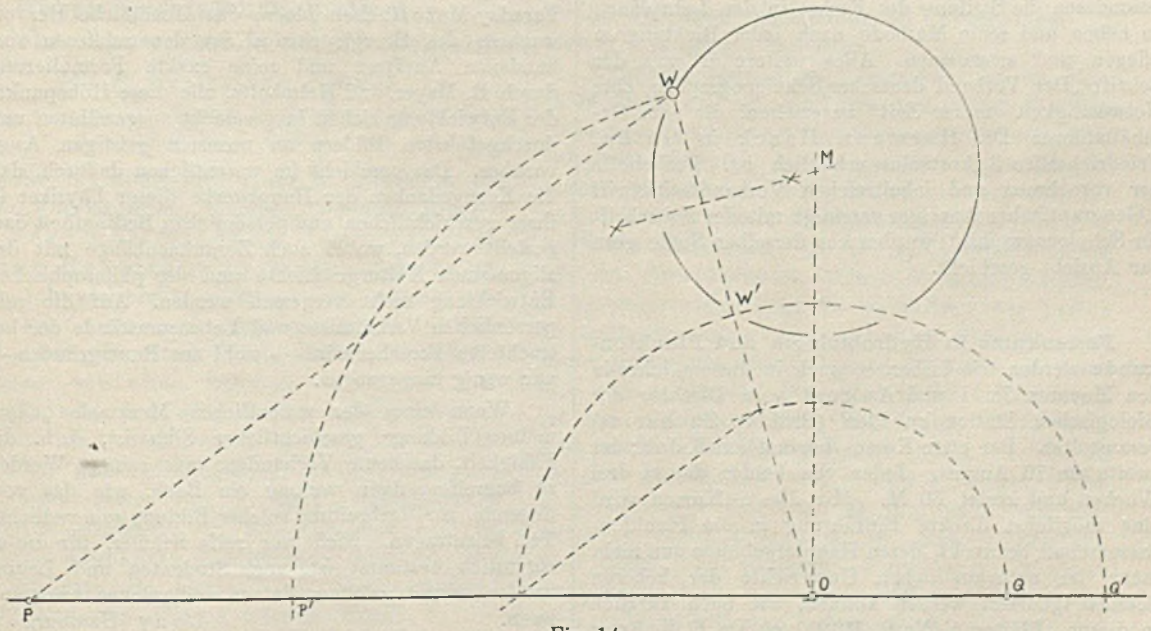

Fig. 14.

Genau analog ist die Konstruktion, wenn U und V imaginär sind. Gegeben sind wieder W, O, P, Q, P und Q auf verschiedenen Seiten

Formelschrift wären wir noch heute kaum viel weiter als die Griechen vor 2000 Jahren. Sätze der Differential- und Integralrechnung, die Kep-

ler und Fermat, ja teilweise schon Archimedes bekannt waren, wurden wirklich fruchtbar erst als Newton und besser Leibniz sie kurz zu formulieren lehrten. Es ist nicht immer Unvermögen oder böser Wille, es ist mehr noch das Gefühl, so dem Leben am besten zu nützen, was den Mathematiker veranlaßt in einer Sprache zu reden, die dem Laien meist, ja mitunter auch dem Fachkollegen unverständlich ist.

Vereine und Versammlungen.

Der **Deutsche Ausschuss für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht**, dem gegenwärtig 30 Vertreter von 21 am mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht interessierten wissenschaftlichen Gesellschaften Deutschlands angehören, hielt am 1. und 2. April d. J. in Berlin im Hause des Vereins Deutscher Ingenieure eine Sitzung ab. In der Versammlung, an der auch eine Anzahl von Vertretern der Lehrerbildungsanstalten teilnahm, beschäftigte man sich fast ausschließlich mit dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht an den Volksschullehrerseminaren. Es steht zu erwarten, daß die Arbeiten des Deutschen Ausschusses in dieser Frage in kurzer Zeit abgeschlossen und der Oeffentlichkeit unterbreitet werden können.

* * *

Der Verband deutscher Schulgeographen tritt mit einem Aufruf an die Oeffentlichkeit, der von einer ansehnlichen Zahl hervorragender Lehrer der Erdkunde von der Volksschule bis zur Universität hinauf aus dem Reiche, Oesterreich-Ungarn und der Schweiz unterzeichnet ist. Der Verband hat den Zweck, den geographischen Unterricht an den deutschen Schulen des In- und Auslandes mit allen Mitteln zu fördern, im besonderen die Stellung des Faches in den Lehrplänen zu heben und seine Methode nach jeder Richtung zu pflegen und auszubauen. Alles weitere ist aus der Schrift „Der Verband deutscher Schulgeographen, eine Notwendigkeit unserer Zeit“ zu ersehen, die vom Geschäftsführer Dr. Hermann Haack in Gotha, Friedrichsallee 3, kostenlos erhältlich ist. Probehefte der vornehmen und inhaltreichen Verbandszeitschrift („Geographischer Anzeiger vereinigt mit der Zeitschrift für Schulgeographie“) werden von derselben Stelle gern zur Ansicht geschickt.

* * *

Ferienkurse in Hydrobiologie und Planktonkunde werden wie bisher, so auch in diesem Jahre in den Monaten Juli und August vom Direktor der Biologischen Station zu Plön (Prof. O. Zacharias) veranstaltet. Der erste Kursus beginnt am 5. Juli; der zweite am 10. August. Jeder von beiden dauert drei Wochen und kostet 50 M. Mit diesen Kursen wird eine möglichst direkte Einführung in die Planktonwissenschaft bezweckt, deren Hauptergebnisse nun nicht mehr im naturkundlichen Unterrichte der höheren Schulen ignoriert werden können, wie auch kürzlich in diesen „Blättern“ (Nr. 2, 1912) von Dr. E. Krüger überzeugend dargelegt worden ist. Plön mit seinen zahlreichen Seen und Torfmooren ist wie kaum ein anderer Ort in Niederdeutschland für solche Studien geeignet, was auch seinerzeit ausschlaggebend für die Errichtung einer Forschungsstation in Ostholstein (am Gr. Plöner See) war. — Eventuelle Anmeldungen sind möglichst frühzeitig an den Stationsdirektor Prof. Zacharias zu richten; von ebendaher sind ausführliche Prospekte über die in Rede stehenden Ferienkurse gratis zu beziehen.

Bücher-Besprechungen.

Keferstein, Prof. Dr. H., Dr. Bastian Schmids naturwissenschaftliche Schülerbibliothek. Bd. 4. Große Physiker. Leipzig, B. G. Teubner.

An der Hand einer Schilderung der Forschertätigkeit von sieben der bedeutendsten Physiker aller Zeiten (Kopernikus, Kepler, Galilei, Newton, Faraday, R. Mayer, Helmholtz) führt das Buch dem Leser in großen Umrissen die Entwicklung der Physik seit Beginn des 16. Jahrhunderts bis zur neuesten Zeit vor Augen. Die Leistungen der genannten Heroen der Naturerkenntnis werden dabei überall in den großen geschichtlichen Zusammenhang der Probleme hineingestellt, aus dem sie hervorgewachsen sind. Anschaulich werden die ungeheuren Schwierigkeiten geschildert, unter denen Ideen, die uns heute fast selbstverständlich erscheinen, wie das Trägheitsprinzip, sich ganz allmählich gegen eine Welt von Widerständen durchsetzen. Bei Kopernikus, Kepler und Galilei sehen wir, wie schwer es selbst dem Genie wird, sich von den Fesseln einer Jahrtausende alten Tradition zu befreien, wie die alten scholastisch-aristotelischen Vorstellungen auch die klassischen Werke dieser Geisteshelden noch stark beeinflussen, und wie erst ganz allmählich die völlige Loslösung davon sich vollzieht. Die Krönung dieser ganzen Entwicklung in der unsterblichen Entdeckung des Gravitationsgesetzes durch Newton, der alles in seinen Bann ziehende Einfluß der an dieses anknüpfenden Fernwirkungsvorstellungen und die Gegenströmung der Faraday-Maxwellschen Ideen, das allmähliche Hervorwachsen des Energieprinzips aus den zahllosen vorhandenen Ansätzen und seine exakte Formulierung durch R. Mayer und Helmholtz, alle diese Höhepunkte der Entwicklung ziehen in geschickt ausgewählten und durchgeführten Bildern an unserem geistigen Auge vorüber. Das geschieht im wesentlichen dadurch, daß die Kerngedanken der Hauptwerke dieser Physiker in ihrer geschichtlichen und persönlichen Bedingtheit dargestellt werden, wobei auch Zusammenhänge mit der allgemeinen Kulturgeschichte und der philosophischen Entwicklung nicht vergessen werden. Auf die rein persönlichen Verhältnisse und Lebensumstände der betrachteten Forscher wird — wohl aus Raumgründen — nur wenig eingegangen.

Wenn eines der wesentlichen Merkmale „allgemeiner Bildung“ geschichtlicher Sinn ist, d. h. die Fähigkeit, das heute Vorhandene aus seinem Werden zu begreifen, dann vermag ein Buch, wie das vorliegende, zur Verbreitung solcher Bildung sein redliches Teil beizutragen. Nicht nur reife Schüler, für die es eigentlich bestimmt ist, auch Studenten und Lehrer werden es mit größtem Nutzen und reicher Anregung lesen. Lony (Hamburg).

Ausgegeben 14. Mai 1912.