Hr. P. Medinger demonstriert eine größere Anzahl teils roher, teils geschliffener Mineralien aus der Achat- und Steinschmuckwarenfabrik A. Schönborn in Oberstein a. Nahe.

Der Schriftführer: Prof. F. HEUERTZ.

Zur Kenntnis des Polymorphismus der Formiciden.

(Formicoxenus nitidulus Nyl.)

Robert STUMPER, cand. ing. chem. z. Zt. Lausanne.

Die National-Ökonomen und Sociologen beschäftigen sich hauptsächlich damit, die Gesetze, Bedingungen, Entwicklung usw. der Organisation der Menschheit zu analysieren. Als eines der wichtigsten soziologischen Momente erkennen sie die Arbeitsteilung. Dieses berechtigt zur Genüge das Bedürfnis der Zoologen, den Vorgängen der Arbeitsteilung und Arbeitsgesellschaften im Tierreich nachzuspüren und auf den Wert resp. Unwert von Analogiefällen andeutend hinzuweisen.

So begegnen wir einer wunderbaren Arbeitsspezialisierung bei den sozialen Insekten und zwar besonders bei den Ameisen, wo die Arbeitsteilung den organischen Ausdruck im Polymorphismus findet. Unter diesem Wort versteht man die Erscheinung, daß eine Art sich in mehrere verschiedene Formen differenzieren kann; so z. B. der Geschlechtsdimorphismus, der Saisondimorphismus usw. Für die Ameisen kommen dem Polymorphismus zwei Bedeutungen zu, und zwar begreift der Polymorphismus *im weiteren Sinne* die drei normalen Formen: *Männchen, Weibchen* und *Arbeiter*. Der Polymorphismus *im engeren Sinne* bezeichnet aber nur die Differenzierung des Weibchens in *Weibchen* und Arbeiter. Letztere sind ja speziell der Arbeitsteilung ange-

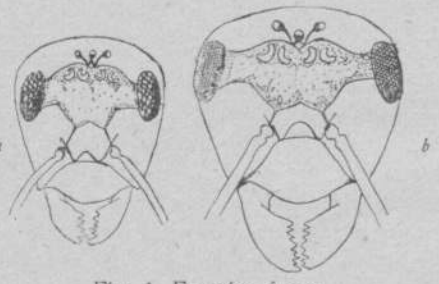


Fig. 1. Formica fusca.
Kopf des Arbeiters *a* u. des Weibchens *b* mit eingezeichnetem Gehirn.

paßte, «verkümmerte» Weibchenformen, die mit der Reduktion der Geschlechtsorgane eine Progression des Gehirnes verbinden. Siehe hierzu die Fig. 1; (Formica fusca.) Bei vielen Ameisen tritt

eine weitere Komplikation hinzu, indem die *monomorphen Arbeiter* durch eine ganze Reihe polymorpher ♀♀ ersetzt sind. (z. B. bei der heimischen Camponotus ligniperdus Latr.) Sind die Zwischenformen vom kleinen Arbeiter bis zum großen Arbeiter (Soldaten) ausgestorben, so tritt *vollständiger Dimorphismus der Arbeiterkaste ein.* Außerdem kann eine Modifikation eintreten, indem *das Weibchen zum Arbeiter* durch *Zwischenformen überleitet,* indem das Weibchen sehr arbeiterähnlich (ergatoïd) wird, oder sogar das Männchen sich unter die Arbeitermaske versteckt. Hiervon bietet *Formicoxenus nitidulus,* eine Ameise, die als indifferent geduldeter Einmieter in den Ameisenhaufen von Formica rufa W. und pratensis de Geer vorkommt, ein klassisches Beispiel. So wurde das ergatoïde Männchen erst 38 Jahre nach dem Arbeiter entdeckt. Und hierzu kommt dann noch eine Reihe allmählicher Zwischenstufen vom Arbeiter zum Weibchen. Fig. 2—4 veranschaulichen Arbeiter, Männchen

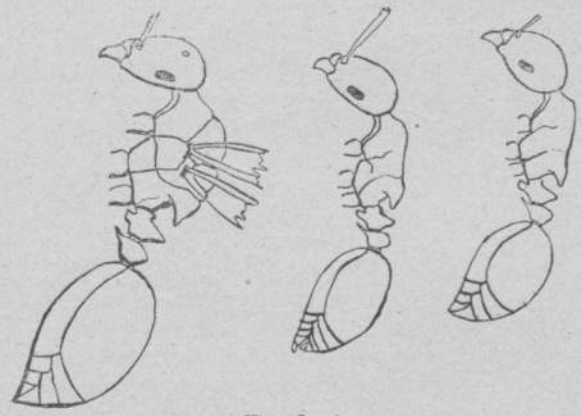


Fig. 2—4.

und Weibchen. Fig. 5—7 stellen die seitliche Thoraxansicht des normalen Arbeiters (5.), einer Mittelform (6.) und des normalen Weibchens (7.) dar. An meinem Neuenstädter Material zählte ich an die 10 solcher Übergangsformen. (siehe hierzu meine diesbezügliche Schrift: Formicoxenus nitidulus Nyl. (Biol. Zentralblatt) (in litt.) Wie verhalten sich diese anormalen Ameisenformen zu den naturphilosophischen Theorien? Wenn wir uns nicht begnügen, sie als einfache Tatsachen hinzunehmen, sondern uns nach einer kausalen Erklärung umsehen, dann bildet der atypische Polymorphismus von Formicoxenus nitidulus ein ausgezeichnetes Feld für unsere Entwicklungstheorien.

Man kann die ergatomorphen Formen von Formicoxenus auf Basis folgender Entwicklungsprozesse kritisch analysieren:

	1. Variation
Innere Faktoren	2. Mutation (de Vries)
	3. Germinal-elektion (Weismann)
	4. Naturalselektion (Darwin)
Äußere Faktoren	5. Sexualselektion (Darwin)
	6. Direkte Anpassung (Lamark).

Andere sekundäre Theorien werden bei der Darstellung der vermutlichen Genese näher ausgeführt.



Fig. 5.



Fig. 6.

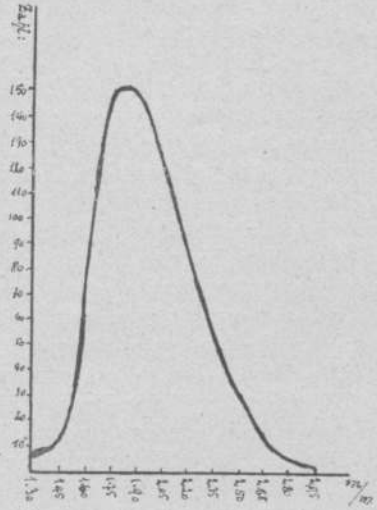


Fig. 7.

ad 1.) Jede Art zeigt neben den *konstanten spezifischen Charakteren* eine Reihe sogenannter fluktuierender Merkmale, die man als Variationen bezeichnet. Graphisch ausgedrückt, bilden diese in einem Koordinatensystem, dessen Abscisse die Intensität des betreffenden Charakters und die Ordinate die Frequenz darstellen, eine regelmäßige Kurve, die sich annähernd wie die Kurve der Koeffizienten des binomischen Lehrsatzes $(1 + x)^n$ verhält. Bei den Ameisen finden wir zahlreiche Arten, deren Arbeiterform polymorph ist, z. B. Camponotus americanus. Beifolgendes Diagramm[1]) stellt den variierenden Charakter der Arbeiterform dieser Ameise dar. Die x-Achse enthält die Längenmaße des Kopfes in Millimeter, während die y-

[1]) Nach E. Buckingham, Division of Labour among Ants p. 433. Contributions from the zoological Laboratory of the museum of comparative Zoology at Haward College. 1911. (Nasch.)

Achse die betreffende Frequenz darstellt. So sehen wir, daß der annähernde Mittelwert von 1.75—1.90 der häufigste ist, während die extremen Werte die Ausnahmen bilden. Können nun solche Fluktuationen den Ausgangspunkt zu neuen Arten, resp. zu den



ergatoïden Männchen sein? Diese Frage ist *verneinend* zu beantworten. Diese Charaktere sind zuerst zu wenig vom Normaltypus entfernt und sodann sind sie zu unstabil. Nur in diesem Falle ungenügender anderer Erklärungen, bleibt uns dieser Faktor übrig.

ad 2.) Dagegen bietet die Annahme, die Formicoxenus-Männchen seien durch Mutation entstanden, gegenüber der vorigen schätzenswerte Vorteile. Man ist berechtigt, diese atypischen Geschlechtsformen als *regressive Mutationen* aufzufassen, indem der *Charakter des «Geflügeltsein»* bei den neuen Männchen *latent* wurde. Nichtsdestoweniger befriedigt uns diese Anschauungsweise nicht; denn wie erklären wir uns, daß dieser sprungweise entstandener Charakter, der die schädliche Inzucht fördert, erhalten blieb?

ad 3.) Die Germinalselektion Weismann's wird weiter unten kritisch beleuchtet werden.

ad 4.) Die selektionistische Erklärung der ergatoïden Formicoxenus-Männchen wurde von Wasmann [1]) einer eingehenden Analyse unterworfen, und er kommt zu einem negativen Resultat.

Zuerst bedingt eine *Auslese* ein *vorheriges Vorhandensein* zweier Formen; also müßten die ergatomorphen Männchen, *neben*

[1]) E. Wasmann S. J. Das Gesellschaftsleben der Ameisen I, Münster. 1915. p. 225.

den geflügelten das primäre Stadium zum Eingreifen der Naturalselektion gebildet haben. Die Naturalselektion kann nun aber nur der *Art nützliche Charaktere fördern*, die ihr im Kampfe ums Dasein vorteilhaft sind. In unserm Fall kann man als solchen die *Aufgabe des Hochzeitsfluges* annehmen, indem diese Begattungsweise vielen Weibchen, somit der Art, zum Verderben gereicht. Diesen Vorteil begünstigend kann also die Naturalselektion die geflügelten Formen ausgenutzt haben, wie der Naturzüchtung ja überhaupt eine «negative» Rolle zukommt. Ist diese Hypothese ein reelles Entwicklungsbild? Nein! Nach dieser Auffassung müßten wir die ergatoïden Männchen als im Kampfe ums Dasein besonders begünstigte Wesen erklären (dem Prinzip des Überlebens des Passendsten gemäß.) Diese Rolle kommt ihnen aber nicht zu; sie sind armselige Tierchen, die einer einzigen Begattungsart, der Inzucht huldigen. Und *die degenerierende Wirkung* der Inzucht läßt die Annahme nicht zu, daß die Formicoxenus-Männchen auf dem Wege der Naturalselektion entstanden seien. So sagt Wasmann I. 227: «Die Zuchtwahl beförderte die Entwicklung arbeiterähnlicher Männchen, weil dadurch die Irrfahrten des Paarungsfluges abgeschnitten wurden; und doch sind es gerade diese Irrfahrten, bei denen eine Kreuzung der Individuen aus verschiedenen Kolonien und damit die Vermeidung der nachteiligen Inzucht bewerkstelligt wird. Wenn letzterer Vorteil nicht sehr bedeutend wäre, so müßte die natürliche Zuchtwahl schon längst allen Ameisen zu arbeiterähnlichen Männchen und Weibchen verholfen haben. . . . .»

ad 5.) Die gleichen Objektionen können wir der *Sexualselektion*, wie auch der *Germinalselektion* machen, mit dem Unterschiede, daß in ersterer die *sekundären Geschlechtsmerkmale* und in letzterer *die Keimesanlagen* die auszuwählenden Teile sind.

ad 6.) Somit bleibt als letzte Aufklärung das *Lamark'sche Prinzip der direkten Anpassung*. Wir stoßen auch hier auf die Schwierigkeit der Entstehung eines *schädlichen* Charakters und wir müssen besonders vorsichtig umgehen, um die einzelnen äußeren Faktoren genau kennen zu lernen.

Diese Faktoren müssen wir somit analysieren und ihren treibenden Wert genau feststellen. Formicoxenus ist, wie der Name sagt, ein gesetzmäßiger Gast. Er lebt in den großen Waldameisenhaufen und zwar als indifferent geduldeter Inquiline. Die Anpassung, die wir *hier* ins Auge fassen müssen, ist *doppelseitig*. erstens von *seiten der Wirte* und zweitens *von seiten der Gäste*. Die Wirte stehen dieser Ameise indifferent entgegen, während sie allen anderen Ameisen *mehr oder weniger feindlich gesinnt sind;* dieser adaptative Charakter ist im Laufe der Phylogenese entstanden. Wie haben sich nun die Formicoxenus ihrer Lebensweise

angepaßt? Ihre Hauptcharakterzüge sind *Schnelligkeit* und *Behendigkeit*, neben dem besondern morphologischen Merkmal des *Ergatomorphismus der Männchen*, der *Körperglätte* und dem *biologischen* Merkmal *der Inzucht*.

Die ersteren Charaktere kann man als Hilfsfaktoren des Gastverhältnisses ansehen, indem sie den *indifferenten Eindruck*, den diese Tierchen auf die Wirte machen, durch eine *Unerwischbarkeit* verstärken. Desgleichen die stark ausgeprägte Körperglätte.

Es bleiben also die Hauptcharaktere der Inzucht und des Ergatomorphismus. Ist es nicht wahrscheinlich, daß ein Merkmal die Funktion des andern ist und erlaubt uns nicht die Differenzialrechnung bekannter, aktueller Größen diese Funktion klar auszudrücken? So stellt sich jetzt das Problem, das, wie wir sehen werden, eine positive Lösung ergibt.

Emery [1]) erklärt die ergatomorphen Männchen, wie man sie bei Formicoxenus, Symmyrmica-, Ponera- und Cardiocondyla-Arten findet, als eine Art Männchen, die zwar in *Bezug auf ihre Geschlechtsorgane ihren Charakter beibehalten* haben, aber die ihre sekundären Sexualmerkmale vom Weibchen resp. vom Arbeiter haben. Somit hat eine Uebertragung dieser Charaktere auf das Männchen stattgefunden, als deren Bedingung eine Uebertragung der weiblichen Doppelkeimesanlage auf die männliche Anlage anzusehen ist. Solche tiefgreifende Einwirkungen sind nicht spontan, sie haben ihre Ursache und zwar in unserm Falle mit großer Wahrscheinlichkeit *die Inzucht*. Daß diese Befruchtungsweise, die nicht genügend heterogenen Elemente mischt, einen schädigenden Einfluß auf die Keimesanlagen hat, ist längstens bekannt. Sie kann den schädlichen Charakter des Ergatomorphismus hervorgerufen haben. Jedoch spielt diese Lebensweise auch eine Rolle, und zwar kann die hemiparasitäre Abhängigkeit auch einen direkten Einfluß auf die äußere Gestalt von Formicoxenus haben. Einseitiger Lebenswandel, zu bequemes Schmarotzerdasein ruft bekanntlich auch schädliche Charaktere hervor. So ist man auch berechtigt die Formicoxenus-Männchen als *unilaterale Ueberanpassungen* aufzufassen, indem der *ergatoïde Charakter* eine Ueberentwicklung im Sinne Dahl's darstellt. Somit stehen wir jetzt vor der Alternative: *Inzucht oder Hyperadaptation?* Meiner Ansicht nach sind beide Entwicklungsfaktoren nicht absolut trennbar, sondern sie haben sich in praxi gegenseitig ergänzt resp. addiert. So stelle ich mir den hypothetischen Entwicklungsprozeß der ergatoïden Formicoxenus-Männchen folgendermaßen vor:

a) Als *grundlegender Faktor* ist eine gewisse Prädisposition der Formicoxenus-Vorfahren anzusehen; diese Ahnen sind höchst-

[1]) C. Emery. Zur Kenntnis des Polymorphismus d. Ameisen. Biol. Zentrabl. Festschrift f. Rosenthal 1903.

wahrscheinlich Leptothorax-Arten, die sich morphologisch wie auch biologisch (Nestbau, Tendenz zur Bildung von zusammengesetzten Nestern) an erstere anschließen. Leptothorax zeigt folgende, eine organische Konstitution als Grundfaktor berechtigende Charaktere: geringe Differenzierung der Weibchenform vom Arbeiter und eine gewisse Neigung zu ergatogynen Mischformen.

b) Treibender Faktor sind *Inzucht* und *Parasitismus* im weiteren Sinne. Der erstere Faktor, wie auch letzterer, ruft die ergatoïden Männchen hervor, man kann *sie als sich addierend* auffassen.

Der *Inzucht* kommt aber noch ein weiterer positiver Einfluß zu: *die Automixis.* Wiederholte Inzucht zwischen *Erstlings-ergatoïden Männchen und Weibchen befördert den ergatomorphen Charakter* und eliminiert *die geflügelten Männchenformen,* so daß eine gewisse *physiologische Segregation* eintritt. Dieser Faktor (im Sinne Romanes) ist das einzige selektionistische Moment, das in Wirkung tritt und zwar nutzt es die *nützliche Form* aus. Die abhängige Lebensweise (Synœkie) der Gastameisen begünstigt aber auch wieder *die Inzucht,* so daß deren Wirkung verstärkt wird. So sehen wir in dem Entwicklungsgang der ergatomorphen Formicoxenus-Männchen ein wirres Räderwerk, dessen Räder wirksam in einandergreifen, und von dem ein einziges Element eine Aenderung des ganzen Systems bedingt: Das Hauptzahnrad ist die grundlegende innere Konstitution der Formicoxenus-Vorfahren; ein *Doppelgewicht,* die Inzucht und die Synœkie, ist das treibende Moment. Welches das schwerste dieser Gewichte ist, ist einstweilen noch schwer zu sagen, wahrscheinlich die Inzucht. (?) Das Hauptzahnrad wird nun durch kleinere, eingreifende Rädchen in seinem Lauf gehemmt oder beschleunigt, und dieser dirigierende und determinierende Einfluß ist Automixis und physiologische Segregation.

Wir schließen mit dem Satz Wasmann's (loc. cit. p. 257): «*daß bei Formicoxenus sowohl die Männchen als die Weibchen sich in ergatoïder Richtung umbildeten; aber die Männchen sind den Weibchen in der Arbeiterähnlichkeit vorausgeeilt.*»

Lausanne, Dezember 1917.

Das Lösen der Metalle in Säuren

von Dipl. Ing. **P. Medinger.**

In meinen Studien über das Rosten des Eisens findet sich Ende Kap. II folgender Satz: «Das Rosten des Eisens wird beschleunigt durch jeden Prozeß, der die Lösungstension des Eisens erhöht oder die des Wasserstoffes erniedrigt.»