© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten

Ueber die Morphologie und Physiologie der Ovarien der Ameisen-Arbeiterinnen.

Von

Elisabeth E. Bickford.

(Aus dem Zoologischen Institut zu Freiburg i. Br.)

Hierzu Tafel 1 und 2.

Die vorliegende Arbeit wurde im Zoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br. auf Anregung des Herrn Professor Weismann unternommen. Mit grossem Vergnügen spreche ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank aus für seinen gütigen Rath und Beistand. Ebenso möchte ich meinem Dank für Herrn Dr. Haecker's freundliche Hülfe bei meiner Arbeit im Laboratorium Ausdruck geben.

„Les petites choses ont leur mérite".
Léon Dufour

I. Einleitung.

Pierre Huber war einer der Ersten, welcher eine sorgfältige Studie über die Gewohnheiten und den äussern Bau der Staaten bildenden Insecten veröffentlichte. In seiner Arbeit über die Ameisen, welche 1810 erschien, theilte er viele neue Thatsachen aus ihrer Lebensgeschichte mit. Erst 25 Jahre später machte Léon Dufour die erste Präparation von Reproductionsorganen der Ameisen und gab eine allgemeine Beschreibung derselben in seiner ausserordentlich umfassenden Arbeit über die Anatomie der Hymenopteren. Noch einige Jahre später begann Leuckart seine Untersuchungen über die Erscheinungen der Parthenogenese und führte dabei eine grosse Anzahl von Zergliederungen aus, wodurch es ihm ermöglicht wurde, in den Bau der Ovarien und der Reproductionsorgane im Allgemeinen einen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

genauern Einblick zu erhalten. Obgleich der grössere Theil seiner Arbeit sich mit den Bienen beschäftigt, sind doch die hierbei erhaltenen Resultate durch gleichzeitige Untersuchungen an Ameisen, bei welchen er ähnliche Verhältnisse fand, bekräftigt worden. Seine Beobachtungen sind die ersten, welche Rücksicht nehmen auf die vergleichende Morphologie und Physiologie der Arbeiter, und werden daher noch eingehende Berücksichtigung finden bei Besprechung der eierlegenden ☿☿. Seit dem Erscheinen seiner Arbeit im Jahre 1855 haben viele andere Beobachter sich mit den Ameisen beschäftigt und ausserordentlich feine Untersuchungen über ihre Gewohnheiten, Morphologie und Classification angestellt. Vornehmlich sind unter denselben zu nennen: Meinert, Mayr, Forel, Lubbock und Adlerz. Vor allen aber hat Lespès den Ovarien der ☿☿ besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Seine Arbeiten hatten den Zweck, eine Grundlage für eine Classification der verschiedenen Arbeiterformen, welche sich in denselben Colonien finden, zu schaffen. Sie enthält viele Thatsachen über die vergleichende Morphologie der Ovarien verschiedener Species, welche im Folgenden besprochen werden sollen. Die andern Autoren bringen gelegentliche Angaben über die Ovarien der ♀♀ verschiedener Arten. Die Ovarien der ☿☿ scheinen jedoch verhältnissmässig nur wenig studirt worden zu sein, wenigstens kam man nicht über die allgemeine Annahme hinaus, dass dieselben mehr oder weniger rudimentäre Organe sind, welche aus einer viel geringern Anzahl von Röhren bestehen als die der ♀♀. Es scheint auch heute in der Regel als Factum angenommen zu werden, das die ☿☿ unfruchtbare Individuen sind, obgleich verschiedene Fälle beobachtet wurden, wo sich Eier entwickelt haben. Gerade in der letzten Zeit haben nun aber bekanntlich diese rudimentären Weibchen ein hervorragendes Interesse gewonnen, im Hinblick auf den Umstand, dass hier offenbar eine Vererbung und Weiterentwicklung von Eigenschaften stattfindet, ohne dass die Trägerinnen dieser Eigenschaften selbst an der Uebertragung betheiligt sein können [1]). Es würde von grossem Werth sein, so genau als möglich zu wissen, welcher Natur und von welcher Ausdehnung die Variationen und Uebereinstimmungen sind, welche sich in den Ovarien der Arbeiterinnen zeigen; und ferner zu bestimmen, bis zu welchem Grade sie der Reproduction fähig sind. — Beim Forschen nach den

1) Weismann bespricht diesen Punkt eingehend in seiner Arbeit: „Aeussere Einflüsse als Entwicklungsreize“, auf welche ich alle diejenigen verweise, welche sich eine klare Einsicht in die Tragweite dieses Problems der Vererbung verschaffen wollen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bezüglichen Thatsachen hat mein Vergnügen und Interesse an der Arbeit sehr zugenommen im Hinblick darauf, dass jede neue Thatsache, sei sie auch noch so klein, von Nutzen sein muss, indem sie die grosse Anzahl unbekannter Factoren verringern hilft, welche die complicirten Gleichungen der histologischen Probleme bilden. Jede solche Thatsache kann auf diese Weise den Forschern von Werth sein, welche die einzelnen biologischen Thatsachen von allgemeinen Gesichtspunkten aus zu einem Gesammtbild zu vereinigen bemüht sind.

II. Vergleichende Morphologie der Ameisen-Ovarien.

a) Methoden.

Das Material bestand vorzugsweise aus Ameisen, welche in Freiburg i. Br. und Umgebung direct den Nestern entnommen wurden, sowie aus Alkoholexemplaren, welche mir Herr Professor Weismann und Herr Dr. Vom Rath im Winter überliessen. Das frische Material war bei weitem geeigneter für die Toto-Präparate, welche in allen Fällen, wo es möglich war, gemacht wurden und welche allein sich als befriedigend erwiesen für das specielle Studium der Eibildung. Das Alkoholmaterial dagegen wurde für Schnitte verwerthet.

Die Toto-Präparate wurden nach folgender, auch bei grössern Hymenopteren erprobten Methode hergestellt: Das Abdomen wurde vom Thorax getrennt, ein grosser Theil des den Rücken bedeckenden Chitins vorsichtig mit einer fein zugespitzten Scheere entfernt und das Object dann auf 3—5 Minuten in eine Platinchlorid-Osmium-Picrinessigsäure gebracht. Dieses Verfahren gestattete die Trennung der verschiedenen Organe, indem es vor Allem die Losbröcklung des Fettkörpers erleichterte. Alsdann wurden die Objecte in 70 % Alkohol gebracht, in welchem die Präparation in der Weise vorgenommen wurde, dass das Object an seinem obern Ende und an den Seiten mit feinen Insectennadeln auf ein Stückchen Wachs gesteckt wurde. Dann wurden die innern Organe vom obern Ende losgelöst und die ganze Masse über das hintere Ende des Körpers zurückgelegt, so dass alles Chitin, mit Ausnahme des letzten Ringes, mit einer feinen Lancette frei fortgeschnitten werden konnte. Die Masse wurde dann auf eine Scheibe oder flache Schale von Glas gelegt, und die Ovarien wurden sorgfältig aus dem Fett und den durch einander gewirrten Massen der Tracheen und der sie umgebenden Malpighi'schen Schläuche herauspräparirt, worauf sie endgültig fixirt wurden.

Die Alkoholpräparate wurden in der üblichen Weise geschnitten,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und es wird angebracht sein, zu erwähnen, dass der beste Erfolg erzielt wurde mit solchen Stücken, bei welchen der erste Abdominalring fortgeschnitten wurde, so dass die Reagentien frei eindringen konnten. Diese Methode war indessen bei grössern Arten wegen der geringern Durchlässigkeit der Gewebe nicht erfolgreich; es wurde deshalb bei denselben das Chitin des Rückens wie bei den Toto-Präparaten abpräparirt, wobei darauf geachtet wurde, dass die grosse Giftdrüse, welche bei allen Ameisen die innern Organe beinahe verdeckt, unverletzt blieb, so dass die obern Enden der Eiröhren sicher nicht zerstört wurden. Unter den mancherlei Schwierigkeiten dieser Präparation war eine der unangenehmsten das Vorhandensein von Luft in den Geweben. Sie wurde überwunden durch sanftes Drücken des Objects, während es im Reagens lag, bis alle Luftblasen entwichen und das Object auf dem Boden des Gefässes blieb, anstatt oben zu schwimmen. Beim Uebertragen von einem Reagens in das andere wurde möglichst schnell verfahren. Die Schwierigkeit, welche das Chitin bereitete, wurde überwunden durch Benutzung von sehr hartem Paraffin.

b) Bau des Ovariums der Königinnen mit Berücksichtigung der Artunterschiede.

Die Structur des typischen ♀ Ovariums ist von Leydig und Andern so eingehend beschrieben worden, dass ich mich hier nur auf diejenigen Einzelheiten beschränken werde, welche nöthig sind zum Vergleich von ♀ und ☿ verschiedener Arten. Fig. 2 zeigt die Structur der Eiröhren eines ♀ Ovariums von *M. laevinodis*. Es sind 12 Röhren auf jeder Seite, alle mit Eiern gefüllt, die durch Nährzellen in den Zwischenkammern getrennt sind. 2 oder 3 solcher Kammern sind deutlich sichtbar, und der Inhalt der Eikammern geht allmählich in das undifferenzirte Gewebe der Endkammern über, in denen die winzigen Eizellen nicht mehr zu unterscheiden sind. Dieses Gewebe, die Keimanlage, erstreckt sich bis zum Endfaden, der nur noch aus der Fortsetzung des Eiröhrenepithels besteht. In Bezug auf die feinere Structur der Eiröhren kann ich die Angaben von Leydig durchaus bestätigen. Bei allen ♀-Ovarien, welche ich studirt habe, enthielten die beiden untern Eikammern Eier, welche viel grösser waren als die der nächsten Kammern, so dass die Röhre über ihnen plötzlich an Weite abnimmt und sich dann sehr allmählich nach dem Endfaden hin verjüngt. Die Nährzellen stehen in einem gewissen Grössenverhältniss zum Ei der nächstfolgenden Kammer, sie halten in ihrem Wachsthum gewissermaassen Schritt mit dem des zugehörigen Eies (Fig. 1). In

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

jedem Falle werden die Eier durch Nährzellen getrennt, deren Anzahl ziemlich beständig 11—13 zu betragen scheint.

Die Röhren desselben Ovariums variiren sehr beträchtlich in Betreff der Entwicklungsstufe der in ihnen enthaltenen Eier, von welchen einige viel kleiner sind als andere, aber im Ganzen sind die letzten (ältesten) Eier der grössern Anzahl der Röhren von gleicher Grösse, was darauf hinweist, dass eine grosse Anzahl zu gleicher Zeit abgelegt werden kann.

Die meisten ♀♀, welche ich untersucht habe, wurden in der ersten Frühlingszeit gefangen, einige aus Lugano stammende schon im März. Das Exemplar von *M. laevinodis*, welchem das in Fig. 2 dargestellte Ovarium angehörte, ward am 20. Mai ins Laboratorium gebracht, zugleich mit einer Anzahl ☿☿. Es war von geringer Grösse, ohne Flügel, aber sichtlich grösser als die viel lebhaftern ☿☿. Ich fand in keiner Eiröhre eines jener ovalen, orangefarbenen Körperchen, welche so häufig in den Ovarien der ☿☿ vorkommen.

Bemerkenswerth ist ferner bei den Königinnen die grosse Verschiedenheit in der Zahl der Eiröhren bei verschiedenen Arten, welche unabhängig zu sein scheint von der Grösse der Species. Dies geht deutlich hervor aus den folgenden Angaben, welche den genannten Autoren und meinen eignen Beobachtungen entnommen sind: *F. rufa* besitzt 45 Eiröhren auf jeder Seite, *F. cunicularia* 18—20, *L. niger* 30—40, *L. flavus* 24, *L. brunneus* 9—11, *Camponotus* 39—40, *Colobopsis truncata* 1 [1]), *M. ruginodis* 8, *M. laevinodis* 12, *M. scabrinodis* 8—9, *M. sulcinodis* 9—11, *Anergates* 12, *Plagiolepis pygmaea* 4—5.

Adlerz ist der Meinung, dass die Arbeiter von *Tomognathus* sich in der Regel parthenogenetisch fortpflanzen, da er nie ♀♀ fand, eine Ansicht, die wohl der Bestätigung durch neue Beobachtungen noch bedarf.

c) Bau des Ovariums bei den Arbeiterinnen.

Bezüglich der folgenden Zusammenstellung sei vorausgeschickt, dass das Alkoholmaterial, welches an verschiedenen Plätzen der Schweiz gesammelt worden war, Herrn Prof Forel in Zürich gesandt wurde, welcher die grosse Güte hatte, die Species zu bestimmen. Die meisten

1) Vorausgesetzt, dass Lespès sich nicht geirrt und Arbeiterinnen für Königinnen gehalten hat. Vergl. Ann. Sc. Nat. a. a. O., p. 242.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

meiner anatomischen Untersuchungen beziehen sich aber auf *Formica*- und *Lasius*-Arten.

Liste der von Lespès, Adlerz und mir selbst beobachteten Arten.

I. Subfamilie *Formicinae.*

Gattung *Formica*
Species *F. sanguinea* *
F. cunicularia *
F. fusca †
F. exsecta
F. pratensis †
F. rufa °

Gattung *Lasius*
Species *L. flavus* ††
L. fuliginosus
L. niger
L. brunneus

Gattung *Camponotus*
Species *C. pubescens* *
C. marginatus *
C. fallax *
C. ligniperdus
C. herculaneus ††

Gattung *Colobopsis*
Species *C. truncata* *

Gattung *Plagiolepis*
Species *P. pygmaea*

Gattung *Polyergus*
Species *P. rufescens* *

Gattung *Hypoclinea*
Species *H. quadripunctata*

Gattung *Tapinoma* ††

II. Subfamilie *Myrmicinae.*

Gattung *Anergates*
Species *A. ternognathus* *
A. atratulus ††

Gattung *Cremastogaster*
Species *C. scutellaris* †

Gattung *Tetramorium*
Species *T. caespitum* †

Gattung *Tomognathus*
Species? ††

Gattung *Aphaenogaster*
Species *A. subterranea* †

Gattung *Atta*
Species *A. structor* *

Gattung *Myrmica*
Species *M. ruginodis* †
M. laevinodis †
M. scabrinodis

Gattung *Pheidole*
Species *P. pallidula* *

* von Lespès, † von Lespès und mir, †† von Adlerz allein, ° von Leuckart und mir, die nicht bezeichneten von mir allein untersucht.

Ueber die Verschiedenheiten innerhalb einer und derselben Art.

Als Lespès nach einer Grundlage für die Unterscheidung der verschiedenen Arbeiterformen derselben Art forschte und dabei vom Bau der Ovarien ausging, untersuchte er eine Reihe von Arten, welche in Bezug auf äussere Merkmale, wie Grösse etc., besonders auffällige Unterschiede zeigen.

Obschon seine Beobachtungen für den Vergleich der verschiedenen Arten verwerthbare Thatsachen liefern, bringen sie nur weniges für den Vergleich der Individuen derselben Art. Die hauptsächlichen Verschiedenheiten, welche er bemerkt, sind die folgenden: Bei *Polyergus*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

rufescens variirt die Eiröhrenzahl zwischen 3 und 8 auf jeder Seite, bei *F. pratensis* haben die kleinsten Individuen 3—5 auf jeder Seite, die grössten 4—6. Bei *F. sanguinea* fand er bei den grössten Individuen 4—6, bei den kleinern 3—4; bei *F. fusca* und *cunicularia* nur 1 Eiröhre auf jeder Seite mit sehr rudimentären Verhältnissen und keiner Spur von Eiern. *Camponotus pubescens* weist bei den kleinsten ☿☿ 1, bei den grössern 2 Eiröhren auf; gelegentlich war die Anzahl auf beiden Seiten nicht dieselbe. *Colobopsis truncata* hat nach Lespès nur 1 Röhre auf jeder Seite, und zwar ist dieselbe mit Eiern gefüllt; *Cremastogaster* führt gleichfalls nur 1 Eiröhre auf jeder Seite. *Camponotus marginatus* und *fallax* verhalten sich wie *C. pubescens*, *Aphaenogaster subterranea* hat 1 Röhre mit Eiern, *Atta structor* 1 Röhre auf jeder Seite mit sehr schwach entwickelten Eiern.

Adlerz hat gleichfalls bei verschiedenen Arten die ☿☿ untersucht, er giebt folgende Zahlen der Eiröhren an: *F. sanguinea* 3—6, *Camponotus herculaneus* 1—5, *Polyergus rufescens* 3, *Lasius flavus* 1, *Tapinoma* 1, *Tomognathus* 3—6.

Viele der von Lespès und Adlerz beobachteten Arten sind solche, welche ich nicht bekommen konnte, so dass also durch sie das Vergleichungsmaterial bedeutend vermehrt wird.

1) Subfamilie *Formicinae*.

Aus dieser Famillie wurden hauptsächlich *F. pratensis* und *F. rufa* untersucht.

Gattung *Formica*

F. pratensis (siehe Fig. 4—7).

Die Exemplare dieser Art wurden im Laufe der Frühlings- und Sommermonate aus ein und demselben grossen Neste nahe bei Freiburg i. Br. genommen. Gegen Ende Mai sah man die ersten geflügelten Individuen umherkriechen, von welchen einige gefangen wurden, sich aber leider als männlich erwiesen. Aus dem Herbst stammendes Material fehlt mir von dieser Form. Eine grosse Anzahl Arbeiter wurde untersucht und ergab folgendes Resultat:

Zahl der Individuen	2	20	11	18	2
Anzahl der Eiröhren in jedem ihrer Ovarien	zwei	drei	vier	fünf	sechs

Hier herrscht also eine beträchtliche Variation in der Zahl der Eiröhren und zwischen weiten Grenzen, da die niedrigste Zahl 2, die höchste 6 betrug.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In Bezug auf die Verhältnisse der Eibildung fanden sich die grössten Verschiedenheiten: von Röhren ganz ohne Eier, nur mit gelben Körperchen, bis zu solchen, die mit grossen Eiern angefüllt waren und sich in keiner erkennbaren Weise von den Eiröhren völlig entwickelter ♀♀ unterschieden. Zwischen diesen Extremen fanden sich Röhren, welche Eier aller dazwischen liegenden Stadien enthielten. Bei einigen zeigten sich nur im obern Theil der Röhre Eier, während der untere leer war, bei einigen waren sie unregelmässig zerstreut und durch leere Zwischenräume getrennt, während andere Röhren in gewöhnlicher Weise angefüllt waren, aber nur sehr kleine Eier aufwiesen im Verhältniss zu den grössten andern Eiröhren. Solche grosse Verschiedenheiten bei Individuen, welche alle zu gleicher Zeit aus demselben Neste genommen waren und dieselbe Behandlung erfuhren, den gleichen Temperatur- und Nahrungsverhältnissen unterlagen, scheinen darauf hinzuweisen, dass die Eibildung bei weitem mehr abhängig ist von angeborenen Eigenthümlichkeiten der Individuen als von irgend welchen äussern Umständen. LEUCKART beschreibt dieselben grossen Variationen der Eibildung bei den *F. rufa*; er sagt: „Hier gilt dasselbe, was oben für die eilegenden Arbeitsbienen hervorgehoben wurde — dass bald nur einzelne, bald alle Eiröhren Keime enthalten; bald sind diese Keime über die ganze Länge der Eiröhren verbreitet, bald auch mit Unterbrechung und Sprüngen über dieselben vertheilt — bei den Ameisen sind diese Unregelmässigkeiten häufiger, als bei den Arbeitsbienen der Fall ist. Eine Samentasche scheint diesen Arbeitern in der Regel vollständig zu fehlen".

Es ist hier von besonderm Interesse, zu betonen, dass nicht nur die Ameisen diese Unregelmässigkeit der Eibildung aufweisen, sondern auch die Bienen. Ich werde bei Betrachtung der Wahrscheinlichkeit des Eierlegens und der Reproductionsfähigkeit der ☿☿ noch Veranlassung finden, auf jene Unregelmässigkeiten zurückzukommen.

Bei den von mir beobachteten Individuen der *F. pratensis* unterschieden sich die ☿☿ beträchtlich in der Grösse, in so fern einige der kleinsten kaum mehr als halb so gross waren wie die übrigen. Es schien nun eine enge Beziehung zwischen ihrer Grösse und den Verhältnissen in ihren Eiröhren zu herrschen, da sich in allen Ovarien der grössern Ameisen Eier fanden, während sie in denen der kleinen selten angetroffen wurden und hier nur die ovalen Körperchen sowie das Keimlager in vollständig normaler Ausdehnung vorhanden waren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Beziehung zwischen der Körpergrösse und den Verhältnissen der Ovarien wird auch von Lespès hervorgehoben.

Formica rufa (siehe Fig. 3).

Das *rufa*-Material kam aus einem Nest in der Nähe Freiburgs und wurde im Monat November gesammelt, als die Ameisen noch sehr thätig waren und keine Zeichen von Winterruhe gaben. Von diesem frischen Material wurden ungefähr 50 Toto-Präparate angefertigt, und zwar sämmtliche im Spätherbst; im Sommer habe ich leider keine weitern Untersuchungen an dieser Art machen können. Die Exemplare variirten nur unbedeutend in der Grösse und den allgemeinen Verhältnissen der innern Organe, welche von einem gut entwickelten Fettkörper umgeben waren. Die gewonnenen Resultate sind folgende: Die Grösse der Ovarien war beinahe dieselbe bei allen Individuen, die Zahl der Eiröhren dagegen variirte beträchtlich. Dieselbe wurde notirt, um zu bestimmen, ob irgend welche Regelmässigkeit in den beobachteten Variationen vorlag. Die folgende Tabelle zeigt diese Verhältnisse.

Zahl der Individuen	1	4	17	6	14	3	3
Anzahl der Eiröhren in jedem ihrer Ovarien	vier	fünf	sechs	sieben	acht	neun	zehn

Die kleinste Anzahl von Eiröhren war 4 und die grösste 10, mit Ausnahme eines nicht in der obigen Liste verzeichneten Individuums, bei dem sich 10 Eiröhren auf der einen Seite und 14 auf der andern fanden. Bei den andern Exemplaren war, soweit es sich nachweisen liess, die Anzahl der Eiröhren auf beiden Seiten gleich. Ich habe leider der äussern Erscheinung des Exemplars mit 10 und 14 Eiröhren keine besondere Beachtung geschenkt. Es ist aber sehr möglich, dass es einige der charakteristischen Merkmale besass, welche Forel seiner zweiten Kategorie von „formes intermédiaires“ giebt. Ueber diese sagt er: „Les ovaires n' ont qu' une, deux ou trois gaînes au plus à l' ordinaire, mais leur thorax s' approche à celui de la ♀ et leur tête est petite.“

Wenn wirklich das Vorhandensein von 2 oder 3 Eiröhren über die gewöhnliche Anzahl als Merkmal der „formes intermédiaires“ anzusehen ist, so gehören, streng genommen, nur 6 der 50 untersuchten zu jener Gruppe, da nur 6 angetroffen wurden, welche mehr Eiröhren hatten als die durchschnittliche Anzahl von 6 oder 8. Was das typische Verhalten der Ovarien der ☿☿ betrifft, so herrscht offenbar

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eine ziemliche Beständigkeit in der Zahl der zu jedem Ovarium gehörigen Eiröhren, da unter 50 Individuen 31 entweder 6 oder 8 Eiröhren auf jeder Seite hatten. Dies ist in der That eine bedeutende Reduction der 45 Eiröhren, welche sich in den Ovarien der Königinnen finden. Das Verhalten der Röhren in Hinsicht auf die Eibildung war auch ein gleichmässiges, in so fern sie sämmtlich keine Eier enthielten. Die Eiröhren waren leer, abgesehen vor den orangefarbenen, ovalen Körperchen, welche vorhin erwähnt wurden. Diese waren hier und da zerstreut, gewöhnlich nur eins im untern Theil der Röhre gelegen, wie auch MEINERT beobachtet hat. Ihre Anwesenheit ist eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit derjenigen Ovarien, welche keine Eier enthalten. Sie werden von STEIN als Ueberbleibsel des Zellengewebes, welches zur Bildung der reifenden Eier dient, angesehen, und er nannte sie deshalb Corpora lutea.

MEINERT hält es für wahrscheinlicher, dass sie aus den Resten von Nährzellen, deren Inhalt von den reifenden Eiern verbraucht worden ist, gebildet werden. Er bemerkt jedoch, dass ihr gelegentliches Vorkommen im obern Theil der Eiröhren bei ☿☿ sich nicht auf diese Weise erklären lässt, und dass sie hier vielleicht aus einer krankhaften Schrumpfung von Eiern und Nährzellen hervorgegangen sein mögen. Da ich bei Ovarien von ♀♀ oder ☿☿, die mit Eiern angefüllt waren, niemals diese orangefarbenen Körperchen fand, scheint mir die letzte Vermuthung MEINERT's die zutreffendste zu sein. Das Vorkommen der Körperchen in Röhren, welchen entwickelte Eier fehlen, ist so häufig, dass ich sie immer als degenerirte Eier betrachten möchte oder als Eier, welche sich vor der Reife vom Keimlager abgelöst haben und mit den Nährzellen der obern Kammer zu der gelben, ovalen Masse zusammengeschrumpft sind. Das Vorhandensein der gelben Körperchen wird noch einmal bei den Experimenten mit künstlicher Erwärmung zur Sprache kommen.

Im obern Theil der Eiröhren, nahe dem Endfaden, wurde bei fast allen Individuen in geringer Ausdehnung ein Keimlager gefunden. In keinem Falle zeigte der Zelleninhalt der Eiröhren eine so klare Differenzirung in kleine Eier und Nährzellen, wie dies in den Eiröhren der völlig entwickelten ♀♀ gefunden wird. LEUCKART, welcher die ☿☿ der *Formica rufa* studirte, als er seine Untersuchung der Parthenogenesis vornahm, constatirte, dass er oft Eier vorfand. Ich kann mir dies nur so erklären, dass seine Untersuchungen im Frühling oder im Sommer vorgenommen wurden und dass die Ovarien sich zu diesen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Jahreszeiten anders verhalten, oder auch dadurch, dass die Insassen verschiedner Nester sich verschieden darin verhalten.

Die Gattung *Lasius*.

Lasius fuliginosus (siehe Fig. 8—12).

Die beobachteten Exemplare stammten aus einer Colonie, welche in der Wurzel einer kleinen Cactuspflanze Wohnung genommen hatte. Der Cactustopf wurde im November ins Laboratorium gebracht und auf meinen Arbeitstisch gestellt, wo er während der Winter-, Frühlings- und Sommermonate blieb. So konnte ich die Ameisen von Zeit zu Zeit untersuchen und etwaige Veränderungen der Ovarien notiren. Die Thierchen blieben ganz zufrieden in dem Topf und schienen ein sehr behagliches Heim zu finden in den etwas vertrockneten Wurzeln, welche ihn anfüllten. Wenn ich sie untersuchen wollte, war es leicht, den ganzen Stock aus dem Topf zu heben, wobei ich dann immer eine grosse Anzahl Ameisen auf dem Boden umherlaufend fand. Manchmal liefen sie eine kleine Strecke davon, aber sobald die Pflanze zurückgebracht wurde, schienen sie ihren Weg zurückzufinden, und nach sehr wenigen Minuten waren sie dann alle im Topf verschwunden. Sie zeigten sich im Winter gerade so lebendig wie im Sommer; merkwürdiger Weise blieben sie auch im Sommer ruhig im Topf wie in den kältesten Monaten, nur selten sah man eine auf dem Tisch umherlaufen.

25 Toto-Präparate von Ovarien dieser Ameisen wurden im November gemacht und dann im Laufe des folgenden Jahres noch viele andere. Die Anzahl der Röhren war mit nur 2 Ausnahmen immer 1 auf jeder Seite. Diese Ausnahmen zeigten 1 Röhre auf einer und 2 auf der andern Seite. In dem einen Fall waren die beiden Röhren der einen Seite zusammengenommen nur wenig grösser als die eine Röhre auf der andern Seite (siehe Fig. 9). Was die Eibildung anbetrifft, so wurden nur 2 Exemplare ganz ohne Eier befunden. Alle übrigen zeigten die grösste Uebereinstimmung, indem sie angefüllt waren mit Eiern verschiedener Grösse, so dass die Eiröhre sich vom Eileiter bis zum Endfaden allmählich zuspitzte. Alle Eier waren klein im Verhältniss zu denen der reifen ♀♀. In den ersten 3 oder 4 Kammern waren sie gut differenzirt, ebenso die Nährzellen in den Zwischenkammern. Die Ovarien der im Winter und Frühling behandelten Exemplare blieben sich gleich, trotz der warmen Temperatur im Zimmer während dieser Monate. Mitte März zeigte sich ziemlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

plötzlich eine Weiterentwicklung, welche zur Eiablage hinführte, wie dies bei Beschreibung der eierlegenden Individuen besprochen werden soll. Von den übrigen Formicinen, welche untersucht wurden, lagen hauptsächlich Alkoholexemplare vor, bei denen es sehr schwierig und fast unmöglich war, Toto-Präparate herzustellen. Ich hatte 13 Exemplare von *L. niger* (Fig. 12). Alle zeigten 1 Röhre auf jeder Seite, grösstentheils mit sehr kleinen Eiern angefüllt; 2 Ovarien waren ganz leer. Von *L. brunneus* (Fig. 17) hatte ich nur Exemplare vollständig entwickelter ♀♀;

von *Camponotus ligniperdus* 3 Exemplare, von denen jedes 2 Röhren auf jeder Seite hatte mit sehr kleinen Eiern.

Subfamilie *Myrmicinae.*

Gattung *Myrmica.*

Myrmica laevinodis wurde ungefähr Mitte Mai im Walde gefunden, eifrig mit dem Umhertragen kleiner Larven beschäftigt. Es wurden viele untersucht mit dem Resultat, dass sich nur eine Röhre auf jeder Seite befand. Diese enthielt in der Regel kleine Eier, obschon einige Exemplare ohne Eier vorkamen.

Myrmica ruginodis. 11 Exemplare wurden untersucht, alle hatten 1 Röhre auf jeder Seite, meist mit kleinen Eiern.

Myrmica scabrinodis (Fig. 16). 11 Exemplare mit 1 Röhre auf jeder Seite und meist mit ziemlich entwickelten Eiern.

Aphaenogaster subterranea (Fig. 13). 4 Exemplare mit 1 Röhre auf jeder Seite und mit grossen Eiern.

Cremastogaster. Bei einem Aufenthalt in Lugano während der Osterferien fand ich auf dem Wege nach Gandria diese Ameisen über einen Stein kriechend. Sie waren leicht zu erkennen an ihrer eigenthümlichen Art zu stechen, indem sie den Körper aufwärts und abwärts bewegen. Von den untersuchten Individuen hatten alle auf jeder Seite 1 Röhre, welche mit kleinen Eiern angefüllt war. Man könnte denken, dass eine weitere Entwicklung der Eier bei diesen Arten ein grosses Hinderniss fände, ja dass sie fast unmöglich wäre wegen des heftigen Beugens und Drehens, welches diese wilden, kleinen ☿☿ zu ihrer Vertheidigung mit dem Unterleibe ausführen.

Tetramorium caespitum. Mehrere Autoren constatiren, dass bei dieser Species kein Ovarium vorhanden ist. Lespès sagt: „Malgré tout mon désir je n'ai pu voir nettement ses organs reproducteurs, mais tous les individus ont si exactement les mêmes charactères que

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

je ne doute pas de la place qu'il doit occuper." Es schien mir auch sehr unwahrscheinlich, dass gar keine Reste dieser Organe vorhanden sein würden, deshalb machte ich viele Toto-Präparate und Schnitte von diesen kleinen ☿☿, war aber nicht im Stande, irgend welche Gebilde zu erkennen, von denen ich sicher wäre, dass sie zu den Ovarien gehören. Dennoch halte ich es nicht für unmöglich, dass wenigstens ein kleiner Rest des gemeinsamen Eileiters noch existirt, obwohl ich ihn weder an Toto-Präparaten noch an Schnitten nachweisen konnte. Sollte aber selbst dies der Fall sein, so würde doch dadurch das Interesse kaum abgeschwächt werden, welches diese Species dadurch erregt, dass sie die letzte Stufe in dem Processe der Reduction und Degeneration der Ovarien bei den Ameisen repräsentirt. Hier wenigstens ist die Möglichkeit der Reproduction ganz ausgeschlossen.

Pheidole pallidula, welche Lespès beschreibt, die mir selbst aber nicht zur Beobachtung kam, ist von besonderem Interesse, da sie eine nur um Weniges geringere Degeneration zeigt als *Tetramorium*. Er sagt darüber: „La dissection des organes reproducteurs offre une grande difficulté, car l'abdomen de l'ouvrière n'a pas un millimètre. Ces organes sont reduits à de simples lambeaux blanchâtres sans gaînes distinctes, ou plutôt avec une seule gaîne vide et flasque, ceux des soldats sont exactement constitués comme ceux des ouvriers."

d) Zusammenfassung.

Aus diesen Resultaten ergiebt sich: Die Subfamilie der *Formicinae* zeigt grosse Variation in der Zahl und den Verhältnissen der Eiröhren ihrer ☿☿. Die Species *Formica* bietet die grössten individuellen Variationen dar, während bei den *Lasius*-Arten und den übrigen mehr Beständigkeit der Eigenschaften ausgeprägt ist. Bei der Subfamilie der *Myrmicinae* sind die Ovarien aller untersuchten Arten auf eine Eiröhre reducirt, mit Ausnahme von *Tetramorium*, wo sie fehlen, und *Tomognathus*, wo Adlerz ein Schwanken zwischen 3 und 6 Eiröhren fand. Auch waren die meisten Röhren aller untersuchten Species mehr oder weniger mit Eiern und Nährzellen angefüllt, mit der einzigen Ausnahme von *F. rufa*, wo nach meinen Beobachtungen keine Eier vorhanden sind. Die Beständigkeit in den Eigenschaften der *Myrmica*-☿☿ könnte nicht grösser sein, wenn sie durch directe Vererbung geregelt wäre. In keinem Falle scheinen die Eiröhren irgend welcher Arten, wenn sie überhaupt vorhanden sind, ihre Function gänzlich verloren zu haben, da bei allen das Keimlager vorhanden ist, wenn auch in sehr verschiedener Grösse, also wohl auch noch Ei-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zellen aus sich hervorgehen lässt. Aus allen beobachteten Thatsachen geht hervor, dass die Anzahl der Eiröhren bei den Arbeiterinnen der meisten Arten eine auffallend constante ist und nur bei wenigen grosse Schwankungen zeigt.

III. Mögliche und wahrscheinliche Reproductionsfähigkeit der Individuen.

a) Geschichtliches.

Es ist nach Beobachtungen der Autoren, welche sich am eingehendsten mit den Ameisen beschäftigt haben, erwiesen, dass einige ☿☿ im Stande sind, Eier zu produciren, welche, wenn sie sich entwickeln, Männchen ergeben. Nach der Zahl der wirklich beobachteten Fälle könnte man geneigt sein, sie für Ausnahmefälle zu halten. Ausser den Angaben LEUCKART's und BLOCHMANN's habe ich sehr wenig in der Ameisen-Literatur gefunden, was sich auf die besondern morphologischen Verhältnisse der Eiröhren der ☿☿ hinsichtlich der Eibildung bezieht. Es können aber wohl nur bezügliche morphologische Beobachtungen eine Grundlage bilden für eine Erörterung der Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit einer wirklichen Eibildung und Erzeugung neuer Individuen Es ist klar im Auge zu behalten, dass für diese Erörterung drei Punkte besonders in Betracht zu ziehen sind: 1) die Bildung von Eiern in den Röhren, 2) das Reifen und Ablagern der Eier und 3) die Entwicklung dieser Eier zu ausgebildeten Ameisen. Selbstverständlich sind bei Beobachtung der Eier völlig entwickelter ♀♀ die drei Punkte alle zusammenzufassen als Phasen desselben Processes, welche sich in genauer Ordnung folgen müssen. Bei den ☿☿ kann, wie mir scheint, die Sache ganz anders liegen, so dass die Möglichkeit der ersten Phase durchaus nicht den wirklichen Eintritt in die zweite Phase bedingt, und wiederum kann diese letztere vorkommen, ohne die Möglichkeit der dritten Phase oder die vollständige Entwicklung der Eier zu bedingen.

Bevor ich dazu übergehe, die Resultate meiner eigenen Arbeit, welche mich zu dieser Ansicht bewogen haben, darzulegen, will ich die wenigen Berichte, welche ich in den oben genannten Werken über die Reproduction der ☿☿ fand, mittheilen. LEUCKART fährt in seinem Werke über Parthenogenesis nach längerer Discussion über das Eierlegen der Arbeitsbienen folgendermaassen fort: „Die Existenz von eierlegenden Arbeitern erscheint in den Colonieen unserer Wespen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Hummeln und Ameisen als eine constante Erscheinung; — ich untersuchte drei Arten *Bombus* und etwa ebenso viele Wespen, von Ameisen besonders die *F. rufa*; man kann kaum ein Dutzend ☿☿ untersuchen, ohne mehrere darunter mit Eikeimen und selbst mit entwickelten Eiern in den Ovarien anzutreffen. —

„Ich nenne diese Arbeiter eierlegend, obwohl ich bis jetzt erst die Anwesenheit von Eiern oder Eikeimen in den Ovarien derselben hervorgehoben habe. . . . . Ich will hier nicht verschweigen, dass P. Huber, dem wir die interessanten Beobachtungen über die eierlegenden Hummelarbeiter verdanken, ausdrücklich angiebt, dass er niemals einen Ameisenarbeiter habe Eier legen sehen. . . . Dass die Eier von diesen Thieren abgelegt werden, ist mir nicht zweifelhaft, da ich mehrmals dieselben in der Scheide vorfand, — ich weiss nicht einmal, ob die von den Ameisenarbeitern abgelegten Eier sich entwickeln."

Seit Leuckart diese Beobachtungen veröffentlicht hat, haben noch viele andere Autoren Fälle beschrieben, in denen Eier gelegt wurden und einige derselben sich zu Männchen entwickelten.

Lubbock theilt als Resultat einer einjährigen Beobachtung seiner Nester mit, dass *Lasius niger*-☿ 11 Larven erzeugte, welche sich alle als männlich erwiesen; ebenso *F. fusca* 4 Larven, gleichfalls alle männlich und *Polyergus* 11 Larven, auch alle männlich.

Lespès bemerkt: „Les neutres de beaucoup de nos Fourmis pondent des oeufs souvent assez gros — et qui semblent bien constitués quoique souvent ils diffèrent beaucoup par le volume; dans la même espèce j'ai vou plusieurs fois cette ponte s'effectuer dans mes doigts quand je prenais un individu pour l'examiner. J'aurais voulu savoir si ces oeufs sont capables de donner naissance à de petites larves mais je n'ai obtenu que des résultats négatifs."

Forel theilt uns mit, dass in einem Neste von *F. sanguinea*-☿☿ von Zeit zu Zeit Packete von Eiern gefunden wurden, von denen die zuerst gelegten sich in Larven verwandelten. Der grösste Theil allerdings wurde von den ☿☿ aufgefressen, kurz nachdem sie gelegt waren.

Blochmann berichtet: „Bei *F. fusca* fand ich in mehreren Stöcken Arbeiter, die auch durch ihr aufgetriebenes Abdomen auffielen. Die Untersuchung ergab, dass diese ☿☿ eine ganze Anzahl von weit entwickelten Eiern in den Ovarien hatten. Diese Arbeiter hatten gewöhnlich nur eine, sehr selten 2 oder 3 kurze Eiröhren."

Der letzte Bericht, welcher mitzutheilen ist, ist der Wasmann's; in seiner Beschreibung der „Parthenogenesis bei Ameisen durch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

künstliche Temperaturverhältnisse" sagt er: „Unter natürlichen Verhältnissen scheint diese Parthenogenesis am häufigsten vorzukommen bei manchen Zwischenformen — in meinen Beobachtungsnestern wurden solche Eier gelegt von *Polyergus, F. sanguinea, rufibarbis, fusca* und *Myrmica scabrinodis.* Es waren in diesen Fällen jedoch immer nur einige wenige Individuen, welche Eier legten. Aus denselben erhielt ich Männchen. Durch künstliche Wärme producirte *F. sanguinea* viele Hunderte von Eiern — aber kein einziges kam zur völligen Entwicklung. Bei *F. fusca* hatte dieselbe Temperaturerhöhung eine schwächere Wirkung. Diese Versuche zeigen, dass anormale Wärmeverhältnisse wenigstens bei manchen Ameisen eine der Ursachen sind, durch welche bei Arbeitern Parthenogenesis hervorgerufen oder sehr gefördert wird. Es erübrigt noch, bei solchen Experimenten anatomische Untersuchungen der Ovarien zu machen und festzustellen, in wie weit die Entwicklung derselben durch Temperaturverhältnisse beeinflusst wird."

Diese Experimente Wasmann's, welche die Empfindlichkeit der Ameisen gegen Temperaturverhältnisse zeigen, weisen auch darauf hin, dass man aus der Beobachtung des Eierlegens und der Entwicklung von Eiern der ☿☿, welche in künstlichen Nestern gehalten wurden, nicht unbedingt auf das Verhalten von ☿☿ schliessen darf, welche unter vollkommen natürlichen Bedingungen in Feldern und Wäldern leben. In künstlichen Nestern sind die Bedingungen der Temperatur und Nahrung etc. immer mehr oder weniger abnorm. Aber glücklicher Weise giebt uns das morphologische Studium solcher Individuen, welche direct aus dem Freien genommen sind, eine sichere Grundlage, aus welcher sich ableiten lässt, wie weit Eibildung stattfindet.

Sobald wir darüber orientirt sind, ist der nächste Schritt, zu untersuchen, welche directe Wirkung äussere Einflüsse, wie Temperatur, Nahrung etc., auf ihre Entwicklung ausüben.

Auf diesem Wege dürfen wir hoffen, nach und nach der Lösung der interessanten Frage über die Verbreitung der parthenogenetischen Reproduction der Arbeitsameisen näher zu kommen.

b) Normale Verhältnisse.

Ein Blick auf die Abbildungen der Ovarien der verschiedenen Arten wird die beste Grundlage bilden für die folgende Besprechung der möglichen Production von Eiern und der daraus sich ergebenden parthenogenetischen Reproduction dieser Ameisen. Man wird erkennen, dass bei allen Formen durch das Vorhandensein eines Keim-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lagers vom rein äusserlichen, morphologischen Standpunkte aus die Möglichkeit der Eibildung gegeben ist. Wenn wir jedoch zur Frage, ob auch die physiologischen Bedingungen vorhanden sind, übergehen, ist es nicht so leicht, eine Ansicht auszusprechen. — Die Grösse und Zahl der Nährzellen in den Zwischenkammern scheint bei denjenigen Arbeiterinnen, in deren Ovarien wirklich Eizellen vorhanden sind, dieselbe zu sein wie bei den ♀♀; die Röhren sind dann ebenso wie bei den Weibchen angefüllt mit Eiern, welche alle Uebergänge zeigen von den grossen in der untersten Kammer bis zu den kleinen undifferenzirten Zellen des Keimlagers. Das Keimlager zeigte unter der stärksten Vergrösserung einen sichtbaren Unterschied gegenüber den Verhältnissen des Keimlagers der ♀♀. Bei diesen ist das undifferenzirte Keimgewebe viel ausgedehnter, es nimmt oft die Hälfte der ganzen Eiröhrenlänge ein, auch die Zahl und Grösse der Zellelemente sind beträchtlicher, wie in Fig. 19—22 zu sehen ist. Bei den *F. rufa*-☿☿ hingegen erfüllt das Keimlager nur $^1/_6$ der Röhre, und die Zellen sind viel kleiner und weniger zahlreich als bei den ♀♀; das Keimlager bei *Lasius*-☿ beträgt $^1/_4$ der Eiröhrenlänge, während die Zellelemente, obschon sie in geringerer Zahl vorhanden sind, denen der ♀♀ ähneln.

Bei den meisten Präparaten, welche von den ☿☿ gemacht wurden, fand sich über dem grossen Ei der untersten Kammer jeder Röhre gewöhnlich eine mit Nährzellen gefüllte Kammer. Aber bei einigen Exemplaren waren diese völlig verschwunden, da sie wie bei normaler Eibildung augenscheinlich von den reifen Eiern absorbirt waren, und die nächste Kammer enthielt wieder Eier anstatt Nährzellen. In nur einem dieser Fälle (*F. pratensis*) fand ich Eier im Eileiter. — Dies sind die normalen Verhältnisse speciell bei *F. pratensis*, deren ☿☿ unter den Formicinen die meisten Eier zu haben pflegen. Nur bei einigen Exemplaren von *F. pratensis*, wo die Eier unregelmässig in den Röhren zerstreut waren, wie in Fig. 7, liegt eine Abweichung von der regelmässigen Entwicklung der Eier der ♀♀ vor. Wir können diese Formen als zweite Kategorie den erstgenannten gegenüberstellen. Was dann endlich das dritte Vorkommniss, die Formen mit ganz leeren Röhren betrifft (bei *F. rufa*, zuweilen bei *F. pratensis*, *Lasius* etc.), so scheinen die hier vorliegenden Verhältnisse die Ansicht zu rechtfertigen, dass hier die Production der reifen Eier sehr unwahrscheinlich ist.

Speciell bei den *Lasius*- und *Myrmica*-Arten fanden sich in der Regel gut differenzirte Eier in den Röhren, welche darauf hinwiesen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass diese Formen in normaler Weise reife Eier produciren können. Einen thatsächlichen Beweis dafür könnte nur die Untersuchung unter normalen Verhältnissen, im Freien erbringen; eine solche bleibt deshalb sehr wünschenswerth und ist nothwendig, wenn eine sichere Angabe darüber verlangt wird, bis zu welcher Ausdehnung Eier von den Arbeiterinnen producirt werden [1]).

Ich konnte nur wenige Arten während aller Jahreszeiten beobachten, da die Präparation der grossen Zahl von *Formica-* und *Lasius-* Individuen meine Hauptzeit in Anspruch nahm. Ich hoffe jedoch, in Zukunft ein eingehendes Studium vieler Arten, welche in verschiedenen Perioden des Jahres direct aus den Nestern genommen werden sollen, vornehmen zu können, da die Verhältnisse der Eibildung sehr mit den Jahreszeiten zu variiren scheinen. Nur auf diese Weise lässt sich das weitere Schicksal der Eier, welche ich so häufig bei im Mai und Juni gefangenen Individuen fand, ganz ermessen.

Die Verschiedenheiten, welche ich bei *F. pratensis* in den zwei Monaten fand, während welcher ich sie beobachtete, lassen mich bezweifeln, dass alle die vorgefundenen, ziemlich gut differenzirten Eier im Stande sind, zu reifen und Larven zu erzeugen. Unter den 25 Exemplaren, welche aufs Gerathewohl von den ungefähr Mitte April ins Laboratorium gebrachten Ameisen genommen wurden, fanden sich bei etwas mehr als einem Drittel in der untersten Kammer der Röhren Eier, welche in vielen Fällen sehr gross waren. Besonders bei fast allen grossen Exemplaren wurden Eier gefunden, die beinahe reif zu sein schienen. Im Gegensatz hierzu zeigten sich ganz andere Verhältnisse bei den ungefähr am 1. Juni gewonnenen Exemplaren. Bei ihnen wurden unter 25 der grössten nur 3 oder 4 mit Eiern gefunden, während die Eiröhren der übrigen leer waren, bis auf die Keimanlage und die gelben Körperchen. Würden nur die ganz grossen Eier der letzten Kammer gefehlt haben, so würde man wohl ohne Weiteres die Annahme machen dürfen, dass dieselben wirklich abgelegt sind. Nun fehlen aber alle Eier und Nährzellen, und es sind nur noch die Keimanlage und die gelben Körperchen vorhanden, und so bleibt es für *Formica* zum wenigsten unsicher, ob eine Eiablage oder eine Rückbildung des gesammten Inhaltes der untern Kammern stattgefunden hat.

---

1) Die Thatsache, dass Ausnahmen von der Regel, in Form leerer Röhren, selbst bei diesen Arten gefunden werden, verstärkt nur die Nothwendigkeit eines solchen Beweises.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

c) Ueber die Reproductionsfähigkeit der *Lasius fuliginosus*-☿☿.

Eines Tages, um die Mitte des Monats Mai, nahm ich die oben erwähnte Cactuspflanze aus dem Topf, um zu sehen, was aus den Ameisen geworden war, und fand eine grosse Zahl derselben versammelt um einen Klumpen Eier, welche schwach entwickelt waren. Ich machte in einer Glasschale ein Nest zurecht, indem ich eine Lage sandiger Erde, etwa 1 Zoll dick, hineinthat und dann die Ameisen sammt den kleinen Larven aus dem Boden des Blumentopfes hineinschüttete, worauf ich das Ganze mit einer Glasscheibe bedeckte. Nach ungefähr einer Stunde waren alle Ameisen und Larven in einem Nest verschwunden, welches die ☿☿ in der Erde bereitet hatten. Am nächsten Tage war das Nest vollständig ausgebaut, es bestand aus einer Reihe von Kammern, welche mit einander verbunden waren und an der Oberfläche Eingänge hatten. Ungefähr zwei Wochen lang fand ich jeden Morgen auf dem Boden des Cactustopfes einen neuen Haufen Larven, welcher jedesmal zu denen in der Glasschale gethan wurde. Dann fand ich einige Tage keine, worauf wieder welche erschienen. Dieses Vorkommen von Eiern setzte sich von Mai bis Juni fort, bis keine Ameisen mehr im Topf übrig waren. Bis dahin hatte ich ihnen Syrup und andere Nahrung gegeben, sie aber im Winter nie fressen sehen. Wenn jetzt ein wenig Honig in die Glasschale gethan wurde, waren sie so begierig, davon zu fressen, dass sie sogar die Larven für einige Augenblicke, während welcher sie frassen, allein liessen — eine höchst seltene Vernachlässigung ihrer Pflicht, da sie sich in der Regel, sobald neue Larven in die Schale gethan wurden, nicht einen Augenblick ruhig verhielten, ehe alle sicher in die untere Kammer gebracht waren. Es war wirklich merkwürdig anzusehen, mit welcher Sorgfalt sie jede Stelle untersuchten, um sicher zu sein, dass alle Larven nach unten gebracht waren.

Ich war durchaus überzeugt, dass diese Eier nur von ☿☿ herrühren konnten, da kein Zeichen von der Gegenwart eines ♀ zu bemerken war. Um sicher zu sein, secirte ich sogleich eine Anzahl der Thierchen und fand, dass die Verhältnisse in den Eiröhren den erwünschten Beweis ergaben, da die unterste Kammer auf der einen Seite mit sehr grossen Eiern angefüllt war, während die andere Röhre auf einer kleinen Strecke leer war, als ob die Eier abgelegt wären.

Später wurde folgender, noch mehr befriedigende Beweis gefunden:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Individuen von *Lasius* wurden in eine kleine, zum Theil mit Erde gefüllte Schale gebracht und oben auf den Paraffinofen gestellt, wo sie ungefähr zwei Wochen blieben und gefüttert und versorgt wurden wie gewöhnlich. Nach Verlauf dieses Zeitraumes hatte ich die Freude, ein kleines Packet von Eiern zu finden, welche, als ich sie untersuchte, schon das erste Larvenstadium erreicht hatten.

Da ich vorher und zu gleicher Zeit Hunderte von Arbeiterinnen untersucht und bei allen die nämlichen Verhältnisse in den Ovarien gefunden habe, so kann kein Zweifel darüber sein, dass die isolirten Arbeiterinnen, von welchen dieses Packet stammte, vor Ablage desselben auch wirklich die bei andern Individuen gefundenen Verhältnisse zeigten, und umgekehrt, dass auch alle Individuen, welche die auf Seite 15 beschriebenen Eiverhältnisse in den Ovarien zeigen, im Stande sind, Eier abzulegen.

Die erwähnten ☿☿ waren stets um das Eipacket versammelt, auf einer Seite der Schale, über der Erde, welche sie, wie ich vermuthe, zu warm fanden, obschon die Temperatur nur etwa $+33^{0}$ C betrug. Sie wurden noch zwei Wochen auf dem Paraffinofen gelassen. Während dieser Zeit machten sie keine Versuche, ein Nest in der Erde zu bauen, wie die andern immer gethan hatten. Sie schienen auch gegen das Licht nicht empfindlich zu sein, sondern hielten sich immer zusammen oben an der Seite des Gefässes, wo es kühler war, auf, wo sie auch die Larven sammelten. Wenn sie gestört wurden, liefen sie unruhig auf der Erde umher, wobei sie immer ihre kostbare Last mit sich führten; wenn sie aber in Ruhe gelassen wurden, versammelten sie sich bald wieder auf einer Stelle.

Die Larven wuchsen ein wenig, blieben aber doch klein und von hellbrauner Farbe, etwas anders als die normalen, schneeweissen Larven.

Später wurde die Schale auf meinen Tisch gestellt, wo ich sie noch einige Wochen behielt. Jetzt bauten die Ameisen ein Nest in der Erde, trugen die Larven hinunter und versorgten sie in der gewöhnlichen Weise. Die Larven lebten einige Wochen, entwickelten sich aber nicht zu Puppen.

Auch die Larven der Arbeiterinnen, welche direct aus dem Topf genommen worden waren, wurden weiter beobachtet. Ihre Empfindlichkeit gegen Hitze schien sehr gross zu sein; wie bemerkt wurde, hielten sie die Larven in den Nestern versteckt.

Es kam mir in den Sinn, dass es vielleicht gut sein würde, sie ein wenig auf den Paraffinofen zu bringen, gerade nur um die Erde

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

leicht zu erwärmen. Ich that es und war erstaunt, dass, nachdem ich sie etwa 20 Minuten da gelassen hatte, alle die Jungen nach oben gebracht waren. Ich stellte dann die Schale auf meinen Tisch, und nach wenigen Minuten waren sie alle von ihren treuen Wärterinnen nach unten gebracht. Dies wurde mehrere Tage lang öfters wiederholt, immer mit demselben Erfolg. Die Hitze war sehr gering, erreichte sie jedoch zuerst vom Boden aus, und dies schien mir ein Reiz für sie zu sein, die Larven nach der Oberfläche zu bringen. Ich versuchte nun, die Schale den Sonnenstrahlen auszusetzen, wodurch natürlich die Erde von oben erwärmt wurde. Die Ameisen kamen immer an die Oberfläche und liefen sehr aufgeregt umher, brachten aber nie Larven herauf, ich vermuthe, deshalb, weil sie es in der Sonne auf der Oberfläche heisser fanden als in der Erde. Im Allgemeinen schien das Licht keine Wirkung auf sie auszuüben, während eine leichte Hitze ihren Instinct anregte, die Jungen nach oben zu bringen. — Aus den eben erwähnten (aus dem Topfe stammenden) Larven entwickelten sich im Laufe des Juni Puppen, deren Schicksal vorläufig noch nicht entschieden ist.

d) Wirkung äusserer Einflüsse: künstliche Erwärmung.

Experimente mit *F. pratensis.*

Wasmann's Experimente sind oben erwähnt worden, seine Idee, dass die Ovarien von Individuen, welche der Wärme ausgesetzt wurden, zu untersuchen seien, erregte meine Aufmerksamkeit gerade zu der Zeit, als ich gefesselt wurde durch die Beobachtung der grossen Verschiedenheiten in der Entwicklung der Eier, welche sich bei den ☿☿ der *F. pratensis* fanden. Die kleinern Individuen ohne Eier schienen mir hier ein besonders günstiges Material zu sein, um den wirklichen Einfluss der Wärme auf die Ovarien solcher rudimentären Formen zu prüfen. Von einem frischen Vorrath von Ameisen wurden ungefähr 20 der kleinsten Exemplare isolirt und in ein mit Glas bedecktes, nach Lubbock's Beschreibung eingerichtetes Nest gethan. Sie wurden von Zeit zu Zeit mit Honig, etwas Fleisch, Fliegen etc. versorgt, obschon ich sie nie fressen sah. Während 4 bis 5 Stunden an jedem Tage wurden erwärmte Glasscheiben auf die Glasdecke des Nestes gelegt, wie es Wasmann bei seinen Experimenten beschreibt. Die Ameisen blieben kräftig und allem Anschein nach vollständig normal. Unglücklicher Weise lief eine ganze Anzahl fort oder wurde durch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zufall getödtet, so dass nach 18 Tagen nur 10 Exemplare übrig waren. Diese wurden präparirt und die Ovarien untersucht. Bei beinahe allen konnte ich nur wenig oder gar keinen Unterschied von den durchschnittlichen, normalen Ovarien ohne Eier finden. Bei 2 oder 3 Exemplaren vielleicht war das Keimlager etwas mehr entwickelt als bei denen, welche direct aus dem Nest genommen waren, aber in keinem Falle annähernd so, wie es normaler Weise bei den grössern Formen der Fall ist. Ich wählte dann 9 Exemplare derselben kleinen Form und ungefähr ein Dutzend der grössten aus, that sie in zwei getrennte flache Schalen, welche zum Theil mit Erde gefüllt waren, und stellte sie in einen Paraffinofen, dessen Temperatur etwas über 40 ° C betrug. Oefters am Tage wurde der Deckel gehoben, um ein wenig Futter, grüne Blätter, hinein zu legen, oder um zu beobachten, in welcher Weise sie durch die veränderten Verhältnisse beeinflusst wurden — alle lebten und schienen sehr thätig zu sein. Nach einigen Tagen wurde durch Zufall die Schale mit den kleinen ☿☿ überhitzt, und ich fand sie alle todt. Ich präparirte sie sofort, konnte aber keine bedeutenden Veränderungen in den Ovarien bemerken. Es ist jedoch möglich, dass die Zahl der gelben Körperchen etwas grösser war als gewöhnlich. Die grössten ☿☿ gediehen während der nächsten 10 Tage vortrefflich, ich beobachtete sie sehr genau, fand aber keine Spur von einer Eiablage, obschon ich früher bei solchen grossen Exemplaren immer sehr grosse Eier in einigen Röhren gefunden hatte. Nach Verlauf von 10 Tagen fand ich täglich einige todt oder sterbend. In jedem solchen Falle zergliederte ich sie sofort. Nach Verlauf von 14 Tagen waren noch 3 grosse Exemplare am Leben und allem Anschein nach wohl und thätig. Ich glaube, dass einigen von denen, die umgekommen waren, durch Zufall beim Wechsel des Futters Schaden zugefügt worden ist, dass aber nicht die Hitze allein ihr Absterben verursacht hat. Alle wurden untersucht, und ich war überrascht, in keiner der Röhren grosse Eier zu finden, während ziemlich zahlreiche gelbe Körperchen vorhanden waren [1]). In den Kammern erschienen die Eier, wenn vorhanden, leicht gelb gefärbt und sahen aus, als ob sie etwas zusammengefallen wären. Die Eier im Keimlager schienen etwas mehr entwickelt zu sein als gewöhnlich, hatten aber ein etwas anomales Aussehen. Um die Verbreitung einer Degeneration, wie sie bei diesen wenigen Exemplaren in der That vorzuliegen schien, definitiv feststellen zu können, halte

1) Siehe S. 14.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ich es für nöthig, erneute Experimente zu machen. Eine Erneuerung des Versuchs meinerseits musste deshalb unterbleiben, weil im letzten Monat auch bei den im Freien gefundenen Individuen entwickelte Eier grössten Theils fehlten (siehe oben S. 22), also auch im Freien nicht mehr die nämlichen Verhältnisse als Ausgangspunkt genommen werden konnten, wie sie bei den Versuchsthieren des ersten Experiments vorgelegen hatten.

Jedenfalls geht auch aus dem einen Versuche die Möglichkeit hervor, dass Eier überhaupt nicht abgelegt, sondern unter dem Einfluss der Wärme rückgebildet wurden. Wie bei allen derartigen Versuchen sind ja Fehlerquellen niemals vollkommen auszuschliessen.

e) Zusammenfassende Uebersicht.

Als Hauptresultat der vorliegenden Arbeit ist anzuführen, dass innerhalb der verschiedenen Gattungen die einzelnen Species bedeutende morphologische und physiologische Verschiedenheiten aufweisen. Innerhalb der Gattung *Formica* lassen sich so die Species einer zusammenhängenden Reihe einordnen, von *F. rufa* mit 9 bis zu *F. fusca* mit 1 Röhre jederseits. Geringere Verschiedenheiten zeigen sich innerhalb der andern Gattungen der *Formicinae* und derjenigen der *Myrmicinae*. Bei allen diesen Formen ist der phylogenetische Process der Rückbildung schon viel weiter vorgeschritten, und so finden wir bei denselben immer nur 1 Röhre auf jeder Seite, mit Ausnahme von *Tomognathus* mit 3—6 Eiröhren auf jeder Seite (Adlerz), ferner von *Pheidole*, die nur eine einzige Eiröhre aufweist (Lespès), und *Tetramorium*, wo überhaupt keine Ovarien vorhanden sind. Auch bezüglich des Grades der Functionsfähigkeit zeigen sich alle Stadien der Rückbildung, von dem offenbar normalen Keimlager bei *Lasius*, welcher mit Eiern angefüllte Röhren hat, bis zu dem sehr unbedeutenden, mit sehr kleinen Kernen ausgestatteten Keimlager und der vollkommen eilosen Röhre bei *F. rufa*.

Die physiologische Rückbildung, die Abnahme der Functionsfähigkeit, scheint aber nicht immer der morphologischen Rückbildung, d. h. der Reduction der Anzahl der Röhren parallel zu laufen, denn bei *F. rufa* z. B. ist die Anzahl der Eiröhren noch ziemlich gross, und doch konnten keine Eier gefunden werden, während z. B. bei *Lasius* nur eine Eiröhre mit vollkommen entwickelten Eiern vorhanden ist. Derartige Differenzen der verschiedenen Species und Gattungen scheinen zu bestätigen, was Weismann sagt: „Der Ausfall eines typischen Organes ist kein ontogenetischer Process, sondern ein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

phylogenetischer, er beruht nie und in keinem Falle auf den blossen Ernährungseinflüssen, welche die Entwicklung des einzelnen Individuums treffen, sondern stets auf Aenderungen der Keimesanlagen, wie sie allem Anschein nach nur in langen Generationsfolgen zu Stande kommen können."

Die Reproductionsfähigkeit der Arbeitsameisen scheint, vom rein äusserlichen morphologischen Standpunkte aus betrachtet, bei fast allen Arten vorhanden zu sein; die Frage jedoch, ob auch die physiologischen Bedingungen gegeben sind, steht — mit Ausnahme von *Lasius fuliginosus*, wo durch die völlige Entwicklung der Eier zu Puppen die Möglichkeit der Reproduction bewiesen ist — noch offen. Da es wahrscheinlich ist, dass bei vielen Formen, z. B. bei *F. pratensis*, die Eier sich nicht entwickeln, sondern schon in frühem Stadium degeneriren und die gelben Körperchen bilden, scheinen hier die physiologischen Bedingungen zu einer normalen Entwicklung zu fehlen. Selbst die grössten Exemplare von *F. pratensis*, welche in künstlichen Nestern im Laboratorium genau beobachtet wurden, zeigten keine Spur von Eiablage, während allerdings das Vorhandensein von Eiern in gleichzeitig präparirten Individuen derselben Nester erwiesen wurde. Daraus darf vielleicht geschlossen werden, dass diese Eier sich im Ovarium rückbilden und die gelben Körper bilden.

So sehe ich mich zu der Ansicht gedrängt, dass unter normalen Bedingungen die Reproductionsfähigkeit der Arbeitsameisen ganz bestimmte, für die Art charakteristische Grenzen hat, d. h. dass sie bei verschiedenen Arten verschieden ist. Diese Grenzen genau zu bestimmen, soll das Ziel meiner weitern Forschungen sein.

Freiburg i. Br., den 10. Juli 1895.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

IV. Literaturverzeichniss.

1. Adlerz, Myrmekologische Studien, 1887, in: Bihang Svenska Ak. Handl., V. 11, No. 18.
2. Blochmann, Ueber die Gründung neuer Nester bei Camponotus ligniperdus, 1885, in: Z. wiss. Zool., V. 41.
3. Brandt, Vergleichende Untersuchungen über die Eiröhren und Eier der Insecten, 1876, in: Nachr. Ges. Freunde Naturw. Moskau.
4. Dufour, Recherches anatomiques et physiologiques sur les Orthoptères, les Hymenoptères et les Neuroptères, 1841, in: Mémoires prés. à l'Acad. Roy. des sciences de l'Institut de France, V. 7.
5. Emery, Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen, 1894, in: Biol. Centralbl., 15 Jan.
6. Forel, Les Fourmis de la Suisse, 1874.
7. Leydig, Der Eierstock und die Samentasche der Insecten, 1876, in: Verh. K. Leop. Carol. Ak.
8. Lespès, Observations sur les Fourmis neutres, 1863, in: Ann. Sc. Nat. (sér. 4), V. 19.
9. Lubbock, Anatomy of Ants, 1877.
10. — — Observations on Ants, Bees and Wasps, in: Journ. Linn. Soc. London Zool., V. 15, 1880.
11. Leuckart, Zur Kenntniss des Generationswechsels und der Parthenogenesis bei den Insecten, 1858, in: Moleschott, Untersuchungen.
12. Meinert, Bidrag til de Danske Myrers Naturhistorie, 1861, Kjöbenhavn.
13. Mayr, Die europäischen Formiciden, 1861, Wien.
14. Wasmann, Ueber die verschiedenen Zwischenformen von Weibchen und Arbeiterinnen bei Ameisen, 1890, in: Stettin. Ent. Zeit.
15. — — Parthenogenesis bei Ameisen durch künstliche Temperaturverhältnisse, 1891, in: Biol. Centralbl., V. 11, No. 1.
16. Weismann, Aeussere Einflüsse als Entwicklungsreize, Jena 1894.
17. Wielowieski, Zur Morphologie des Insecten-Ovariums, 1886, in: Zool. Anz., Jahrg. 8.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Tafeln.

Abkürzungen.

Ch	Chitin	*gK*	gelbe Körperchen
d	Darm	*H*	Herz
E	Ei	*Km*	Kaumagen
Er	Eiröhre	*Ka*	Keimlager
Ei	Eileiter	*M*	Magen
Ef	Endfaden	*mp*	MALPIGHI'sche Gefässe
Ek	Eikammer	*ng*	Nervenganglien
f	Fett	*nz*	Nährzellen
gd	Giftdrüse		

Zur Erläuterung der Tafeln: Alle Figuren wurden nach Dauerpräparaten mit Hülfe einer Camera lucida gezeichnet, und zwar mit Oc. 1, Obj. A, ZEISS, wenn nichts anderes angegeben ist.

Tafel 1.

Fig. 1. Eiröhre des Ovariums von *Lasius* ♀, aus Lugano, im März gefangen. Oc. 4, Obj. A.

Fig. 2. Ovarium von *Myrmica laevinodis* ♀, im Juni gefangen. Oc. 4, Obj. A.

Fig. 3. Ovarien von *Formica rufa* ☿.

Fig. 4—7. Ovarien von *Formica pratensis* ☿.

Fig. 8. Ovarien von *Lasius fuliginosus* ☿, frisch präparirt am 16. Mai. Oc. 4, Obj. A.

Tafel 2.

Fig. 9. Ovarien von *Lasius fuliginosus* ☿, präparirt im Februar. Oc. 4, Obj. A.

Fig. 10. Ovarien von *Lasius fuliginosus* ☿, präparirt im November. Oc. 4, Obj. A.

Fig. 11. Dasselbe.

Fig. 12. Querschnitt durch *L. niger* ☿.

Fig. 13. Querschnitt durch *Aphaenogaster* ☿.

Fig. 14. Querschnitt von *Formica fusca* ☿.

Fig. 15. Längsschnitt von *Plagiolepis pygmaea* ♀.

Fig. 16. Querschnitt von *Myrmica scabrinodis* ☿.

Fig. 17. Querschnitt von *Lasius brunneus* ♀.

Fig. 18. Querschnitt von *F. pratensis* ☿. Oc. 2, Obj. D.

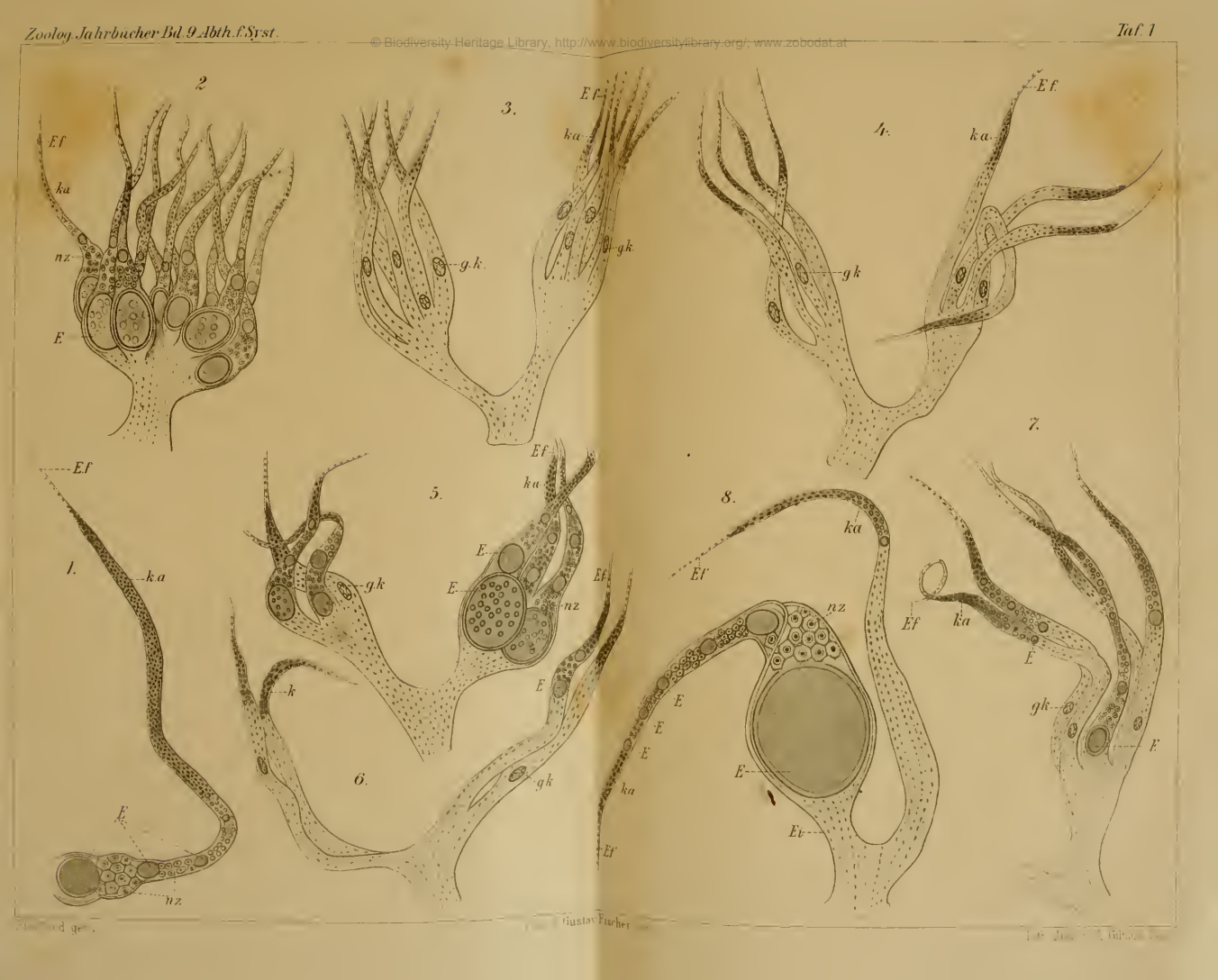
Fig. 19. Keimlager bei *Myrmica laevinodis* ☿, von der Eikammer bis zum Endfaden. Oc. 2, Obj. A.

Fig. 20. Keimlager bei *L. fuliginosus* ☿, von der Eikammer bis zum Endfaden.

Fig. 21. Keimlager einer *Lasius*-Art aus Lugano (♀), von der Eikammer bis zum Endfaden. Oc. 2, Obj. D.

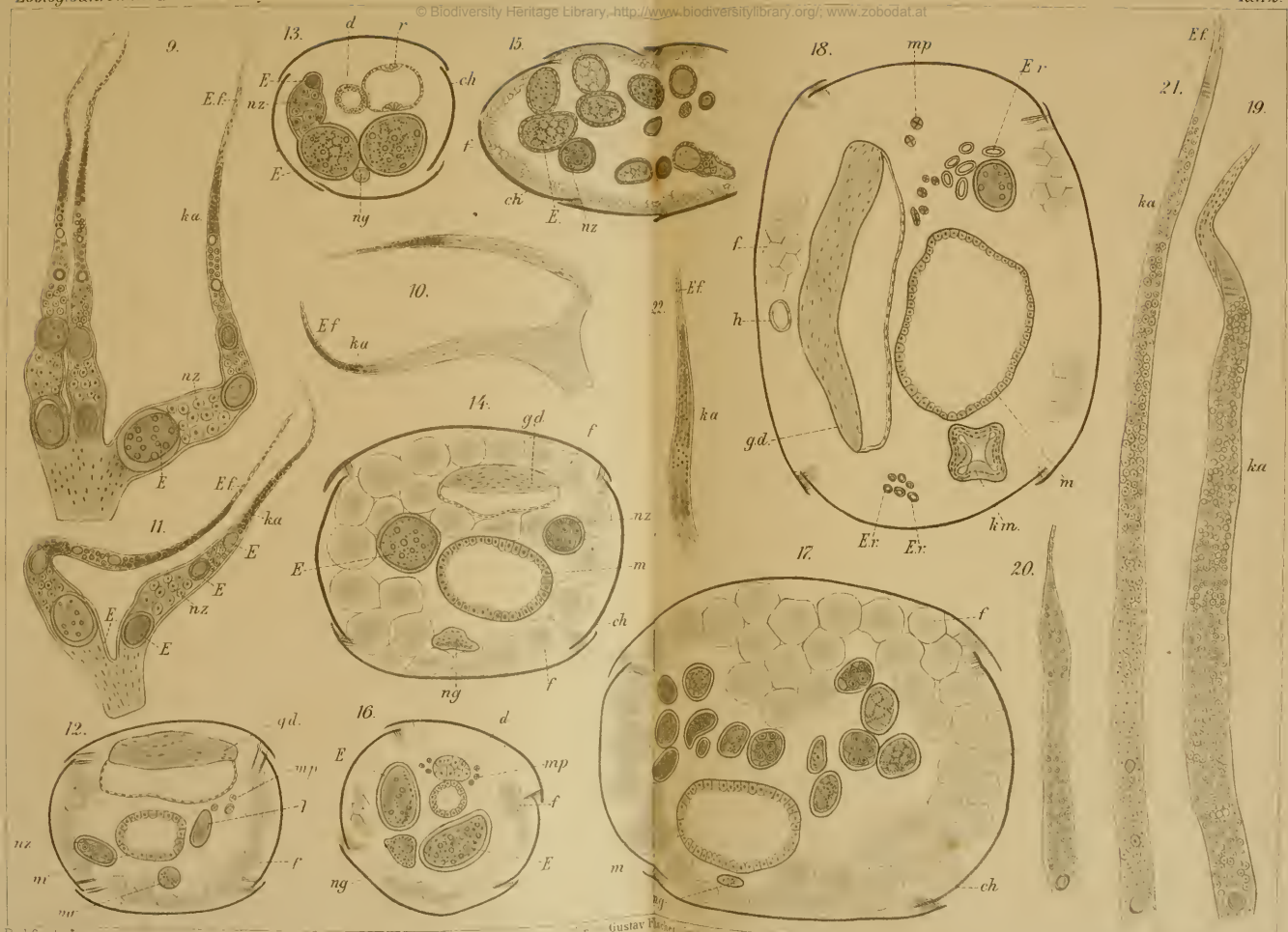
Fig. 22. Keimlager bei *Formica rufa* ☿. Oc. 2, Obj. D.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Gustav Fischer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Bickford gez.

Gustav Fischer

Lith. Anst. v. A. Giltsch Jena

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 9

Autor(en)/Author(s): Bickford Elisabeth M.

Artikel/Article: Über die Morphologie und Physiologie der Ovariea der Ameisen-Arbeiterinnen. 1-26