

40. R. Owen: Palaeontology or a systematic summary of extinct animals and their geological relations, 1860, S. 400.
41. J. Steenstrup: In Vedensk. Med. f. d. naturhist. Förening: Kjöbenhavn for Aaret 1855 (zitiert nach K. E. v. Baer).
42. M. Neumayr: Erdgeschichte (erste Auflage). Leipzig 1887, II. Bd., S. 615.
43. V. Uhlig: Erdgeschichte (zweite Auflage). Leipzig und Wien 1895, II. Bd., S. 452.
44. O. Abel: Die Anpassungsform der Wirbeltiere an das Meeresleben. Vorträge des Vereins z. Verbr. naturwiss. Kenntnisse in Wien, 48. Jahrg., 1908, Heft 14.
45. E. Haeckel: Natürliche Schöpfungsgeschichte. 8. Aufl., Berlin 1889, S. 235.
46. Ch. Darwin: Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl oder die Erhaltung der begünstigten Rassen im Kampfe ums Dasein. Deutsche Ausgabe von C. V. Carus, 6. Aufl., Stuttgart 1876, S. 406.

## K. Escherich, Termitenleben auf Ceylon<sup>1)</sup>.

(Zugleich 189. Beitrag zur Kenntnis der Termitophilen.)

Von E. Wasmann S. J. (Valkenburg, Holland).

In dem anregend geschriebenen Buche, dessen Stil größtenteils für weitere Kreise bestimmt zu sein scheint, gibt der Verf. eine Schilderung seiner Termitenbeobachtungen auf Ceylon, die er während eines achtwöchentlichen Aufenthaltes im Frühjahr 1910 daselbst angestellt hat.

Im Vorwort (S. V—IX) wird ein allgemeiner Überblick über das Ergebnis der Expedition geboten. Escherich tritt daselbst für die schon 1909 von ihm aufgestellte Behauptung ein, dass „die Biologie der Termiten zu dem interessantesten Kapitel tierischer Lebenskunde überhaupt gehört und zweifellos den Kulminationspunkt des sozialen Tierlebens darstellt“. Dem vom Referenten<sup>2)</sup> und von andern früher erhobenen Einwand, dass dies wohl für die weitergehende Spezialisierung der Kasten, für die Volkszahl und die Großartigkeit der Bauten, aber nicht für die individuelle Betätigung der Instinkte der Termiten im Vergleich zu jenen der Ameisen zutrefte, spricht er hier jede Berechtigung ab und verweist, um jenen Einwand zu widerlegen, auf die im III. Kapitel von ihm mitgeteilten Kämpfe der Termiten. Wer jedoch die in jenem Abschnitte berichteten Tatsachen durchprüft, findet daselbst den Beweis für die Behauptung nicht, „dass die Mannigfaltigkeit der individuellen Instinktbetätigung, relativ betrachtet, bei den Termiten heute bereits eine

1) Neue Studien zur Soziologie der Tiere. Zugleich ein Kapitel kolonialer Forstentomologie. Mit einem systematischen Anhang mit Beiträgen von A. Forel, N. Holmgren, W. Michaelsen, F. Schimmer, F. Silvestri und E. Wasmann. Mit 3 Taf. u. 68 Abbildungen im Text. 8°, XXXII u. 262 S., Mk. 6,50, geb. Mk. 7,50, Jena, G. Fischer, 1911.

2) Escherich's neue Termitenstudie (Biol. Centralbl. 1909, S. 216—224).

größere ist als bei den Ameisen“. Escherich verwechselt nämlich die Mannigfaltigkeit der spezifischen Instinktbetätigung, die hauptsächlich auf der größeren morphologischen Spezialisierung der Kasten, besonders der Soldatenkaste, beruht, mit der Mannigfaltigkeit und Plastizität der individuellen Instinktbetätigung, wie wir unten noch näher zeigen werden. Bei der hohen Begeisterung des Verf. für seine Termitenbeobachtungen ist es wohl entschuldbar, dass er die Ergebnisse derselben, namentlich in einem populär gehaltenen Berichte, möglichst rosig schilderte. Die Kritik, die wir an manchen seiner Schlussfolgerungen, insbesondere auch an seiner Umdeutung des „Symphilieinstinktes“ üben müssen, tut übrigens dem Werte der mannigfaltigen positiven Ergebnisse, die in seinem „Termitenleben auf Ceylon“ enthalten sind, keinen Eintrag.

Auf das Vorwort folgt ein Inhaltsverzeichnis und ein Verzeichnis der Abbildungen und dann als „Einleitung“ eine Beschreibung der Reise des Verf. (S. XIX—XXXI). Hierauf beginnt der eigentliche Inhalt des Buches.

Das I. Kapitel behandelt die „Hügelbauer“, das II. die „Kartonfabrikanten“, das III. „Verschiedene Beobachtungen und Versuche im Laboratorium etc.“, das IV. endlich „Ökonomisches“. Darauf folgt (S. 180—252) der „Systematische Anhang“ von den Mitarbeitern des Verf., wo die Bestimmung und Beschreibung der Arten enthalten ist. Ein Literaturverzeichnis, Namenregister und Sachregister bilden den Schluss. Wir wollen nun den Inhalt der vier Kapitel kurz angeben und gelegentlich sachliche Ergänzungen und kritische Bemerkungen beifügen.

### I. „Die Hügelbauer.“

Hier bespricht Escherich die Hügelbauten der Ceylontermiten, ihre Bewohner, die Genese der Hügel und deren Bauphase.

Die Termitenhügel dieser Insel (ebenso wie jene des ostindisch-malaischen Gebietes überhaupt) erreichen nicht die Höhe und den Umfang mancher afrikanischen und australischen Bauten, bilden aber trotzdem einen charakteristischen Zug der Landschaft und sind sehr wechselnd in Form und Größe. Man kennt bisher auf Ceylon nur zwei Hügelbauer, *Termes Redemanni* Wasm. und *obscuriceps* Wasm., die sich aber an ihren Hügeln nicht unterscheiden lassen, indem deren Formen innerhalb derselben Variationsgrenzen sich bewegen; aber in den Pilzgärten dieser beiden Arten besteht ein bemerkenswerter Unterschied. In dem innern Bau der Hügel lassen sich nur drei konzentrische Schichten unterscheiden, die Königszelle, die Pilzkammerschicht und der Mantel. Eine vierte Schicht, die Brutschicht, fehlt, indem die Brut in den Pilzkammern untergebracht ist und zwar die jüngsten Stadien in der Nähe der

Königszelle. (Ebenso verhält es sich nach den Beobachtungen von P. J. Assmuth 1902 auch bei den Hügeln von *T. obesus* Ramb. in Vorderindien.) Zu dem oberirdischen Hügel kommt noch ein mehr oder weniger tief in den Boden hinabreichender unterirdischer Nestteil. (Auf letzteren hat auch schon E. Luja bei den Hügeln von *T. natalensis* am unteren Kongo aufmerksam gemacht.)<sup>3)</sup> Der unterirdische Teil steht durch ein ausgedehntes Gangsystem mit der Umwelt in Verbindung. Ja es gibt sogar ganz unterirdische Nester, und zwar nicht bloß junge, sondern auch schon ältere. Den Zentralkern des Hügels bildet die meist in der Mitte der Basalfläche liegende, dickwandige Königszelle, die auch den Ausgangspunkt für die Genese der Nester darstellt. Die Königszelle wird mit dem Wachstum der Königin in gleichem Maße erweitert; noch größer wird die Zelle natürlich da, wo mehrere Königinnen vorhanden sind. Auf einen Punkt möchte ich noch aufmerksam machen, welchen Escherich nicht erwähnt, den ich aber an einer Königszelle von *Termes obesus* aus Khandala (Vorderindien) bemerkte, welche P. Assmuth 1902 mir sandte. Wenn man über den Boden der Königszelle mit dem Finger fährt, so fühlt man auf derselben eine ungefähr 7 cm lange und 2,5 cm breite, schwach vertiefte, glatte Fläche von lang elliptischem Umriss. Dies ist die Stelle, wo die Königin lag, und die Vertiefung und Polierung dieser Fläche ist wahrscheinlich als eine Folge der Reibung der Ventralseite des Hinterleibs der Königin auf der Unterlage zu betrachten. Da eine alte Königin wohl sicher 10 Jahre in derselben Zelle verweilt, lässt sich diese Reibungswirkung leicht begreifen.

Die Pilzgärten behandelt Escherich S. 23 ff. Diese badeschwammartige Gebilde haben eine etwas verschiedene Struktur bei verschiedenen Arten, bei *Termes Redemanni* Wasm., *obscuriceps* Wasm., *ceylonicus* Wasm. und *Microtermes globicola* Wasm. Auf letzterem Pilzgarten, dessen Original in meiner Sammlung sich befindet, sieht man unter der Lupe noch die kleinen weißen Knöpfchen, welche die Mycelköpfchen des Pilzes darstellen. Die von Petch festgestellte Conidienform (Hutpilzform) des Termitenpilzes *Volvaria curhiza* von *T. Redemanni* und *obscuriceps* ist eine zweifache, eine Armillariaform und eine Pluteusform.

Die Genese der Pilzgärten ist insofern noch unbekannt, als man das Material nicht kennt, auf welchem die Termiten ihre Pilzbeete züchten. Escherich (S. 30) meint, manche Umstände sprächen dafür, dass die Termiten „lediglich ihre Exkremente dazu benutzen“. Dies ist auch die Ansicht von Petch, den Escherich zitiert. Weiterhin (S. 32) erwähnt er jedoch eine Beobachtung, die mir

3) Vgl. Wasmann, Zur Kenntnis der Termiten und Termitengäste vom belgischen Kongo in: Revue Zoologique Africaine, Brüssel 1911, Fasc. 1 u. 2, S. 94 u. Fig. 1.

nicht ohne Bedeutung zu sein scheint. „In verschiedenen Hügeln von *obscuriceps* befanden sich in den Kammern und zwar entweder unter dem Pilzgarten oder abseits von demselben in irgendeiner Ecke ziemlich große Haufen aus verschieden gefärbten kleinen Pflanzenteilchen, die sich als unverdaute (resp. unverarbeitete) Stückchen von Blättern, Rinde, Kokospalmenwurzel u. s. w. erwiesen.“ Escherich ist geneigt, sie als Abfallhaufen zu betrachten, zumal sie in manchen Hügeln ganz fehlten. Ich möchte hier eine Beobachtung Luja's von Sankuru am unteren Kongo erwähnen<sup>4)</sup>, der in einem großen Hügel von *T. natalensis* in mehreren Kammern eine Menge ziemlich regelmäßig geformter, halbkreisförmiger, trockener Blattstücke aufgespeichert fand, die mir vorlagen und eine Länge von 1–2 cm bei einer Breite von 0,5–1 cm besitzen. Hier handelt es sich offenbar nicht um Abfallhaufen, sondern um eingetragene Vorräte, die von den Erntezügen der Termiten herkommen. Wie diese Vorräte weiter zur Pilzkultur verwendet werden, wissen wir allerdings noch nicht.

Bei den Hügelbewohnern (S. 35) bespricht der Verf. zuerst die Hauptbewohner und dann die Nebenbewohner. Die Hauptbewohner, d. h. die Erbauer der betreffenden Hügel, sind auch in ihrer Soldatenkaste relativ harmlos im Vergleich zu den wehrhaften großen afrikanischen *Termes*-Arten. Als Waffe dient ihnen neben ihren Kiefern ein Speicheldrüsensekret, das sie beim Bisse aus dem Munde treten lassen, und welches rote, später braun werdende Flecke auf der Haut zurücklässt. Die Arbeiterkaste ist meist viel volkreicher als die Soldatenkaste, entzieht sich aber beim Öffnen der Hügel eilig durch die Flucht in die Tiefe, während die Soldaten kampfbereit herausstürzen. Hier schiebt der Verf. (S. 38 ff.) einen Exkurs ein über die vorgebliche „große oder absolute Lichtscheuheit“ der Termiten, die er auf Grund seiner Beobachtungen völlig in Abrede stellt (vgl. auch S. 70, 76, 95, 130, 160 ff.). Wir wollen diese Stellen hier im Zusammenhang behandeln.

Darin hat Escherich ohne Zweifel recht, dass die Termitenarbeiter nicht „negativ heliotropisch“ im Sinne der Tropismen-theorie sind, wenn sie beim Eröffnen des Baues in die Tiefe flüchten, ebensowenig wie die Soldaten, die bei derselben Gelegenheit dem Lichte entgegeneilen, „positiv heliotropisch“ genannt werden dürfen. Das Benehmen beider beruht nicht auf Heliotropismus, sondern auf den verschiedenen Instinkten der beiden Kasten, die durch dieselben Sinneseindrücke zu entgegengesetzter Handlungsweise veranlasst werden, die Arbeiter zur Flucht, die Soldaten zur Verteidigung. Die rein nervenphysiologische Erklärung durch Tropismen versagt hier, weil psychische Elemente in den Vorgang eingreifen.

4) Näher berichtet wird über dieselbe in der obenerwähnten Arbeit über die Termiten und Termitophilen vom Kongo S. 94.

„Lichtscheu“ sind die Termiten eigentlich ebensowenig als sie „lichtfreundlich“ sind. Tatsache ist jedoch, dass die Arbeiter und Soldaten der meisten Termiten für gewöhnlich lichtfern leben und dementsprechend auch blass gefärbt sind, während sie bei anderen weniger lichtfern lebenden Arten (z. B. *Eutermes monoceros* und *Termes Liljeborgi*) eine fast schwarze Färbung zeigen. Beide Kolorite hängen mit der Lebensweise zusammen, und zwar ist die dunkle Färbung, wie auch Escherich richtig bemerkt, die sekundär erworbene.

Escherich hat ferner (S. 160ff.) gezeigt, dass die Termiten unempfindlich sind für die Farbendifferenzen verschiedenfarbiger Gläser, die man über ihre künstlichen Nester deckt. Allerdings lässt sich hieraus noch kein Schluss ziehen auf ihre völlige Unempfindlichkeit für Hell und Dunkel. Aber der eigentliche Grund dafür, weshalb die Termiten ihre Exkursionen hauptsächlich bei Nacht oder in bedeckten Gängen unternehmen, dürfte doch nicht in ihrer „Lichtscheu“ liegen, sondern im Schutzbedürfnis gegen die Austrocknung ihrer weichen Körper und gegen die Angriffe von Ameisen und anderen Feinden.

Es sei jedoch darauf aufmerksam gemacht, dass ich schon vor 20 Jahren<sup>5)</sup> bei Besprechung der vorgeblichen Lichtscheuheit der kleinen gelben, fast blinden Diebsameise *Solenopsis fugax* gezeigt habe, dass der Begriff „lichtscheu“ bei diesen hypogäen Ameisen überhaupt falsch angebracht ist und durch den Begriff „lichtfremd“ ersetzt werden muss. Obwohl nämlich diese Ameise für gewöhnlich ganz in der Erde verborgen lebt, so ist sie doch in den Beobachtungsnestern viel weniger lichtscheu als andere dunkel gefärbte Ameisen, welche außerhalb ihrer Nester das Sonnenlicht nicht scheuen. Innerhalb der Nester scheuen letztere das Licht aber sogar mehr als die kleinen Diebsameisen. Wenn man z. B. eine *Formica*-Art zugleich mit jener *Solenopsis* in einem Glasnest hält, dessen Wände frei dem Lichte ausgesetzt sind, so verkleben die *Formica* die Glaswand mit Erde, während die *Solenopsis* dem Lichte sich ungescheut aussetzen und nicht bloß ihr Ganggeflecht, sondern auch ihre Brutkammern unmittelbar an der lichtdurchlässigen Glaswand anlegen. Weil diese Ameisen fast blind sind, deshalb sind sie kaum lichtempfindlich. Man kann sie daher nicht lichtscheu nennen, wohl aber lichtfremd. Diese Unterscheidung dürfte auch die richtigen Gesichtspunkte ergeben für das Verhalten der ganz blinden Termitenkasten gegenüber dem Lichte.

Es sei hier noch auf eine Hypothese E. Bugnions<sup>6)</sup> aufmerksam gemacht bezüglich des Verhaltens der Termiten gegenüber den

5) Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen, 1891, S. 26—27.

6) Observations relatives à l'industrie des termites (Ann. Soc. Ent. France, LXXIX (1910), p. 129—144), p. 131.

Lichteinflüssen. Er glaubt ihnen außer dem hochentwickelten Tastsinn der Fühler und Palpen und außer dem topochemischen Geruchssinn noch eine „*faculté photométrique*“ zuschreiben zu müssen, vermöge deren auch die blinden asexuellen Kasten so lebhaft auf Lichtwechsel reagieren, wenn z. B. plötzliche Helligkeit in das gewöhnlich dunkle Nestinnere dringt. Er ist also, abweichend von Escherich, der Ansicht, dass die Termiten lichtempfindlich sind. Weitere Versuche in Beobachtungsnestern müssen noch darüber entscheiden, ob die Lichtstrahlen als solche es sind, auf welche die Termiten in jenem Falle reagieren, oder die begleitenden Wärmestrahlen und die in das geöffnete Nest eindringende trockene Luft.

Die Zahl der Königinnen beträgt bei *Termes obscuriceps* und *Redemanni* nach Escherich manchmal mehr als eine in einer Kolonie und in einer Königszelle. (Für *T. obesus* gilt nach den Beobachtungen von P. Heim und Assmuth 1902 dasselbe.) Escherich berichtet (S. 45), dass bei *T. malayanus* im botanischen Garten von Singapore einmal 5 und einmal 8 Königinnen in einer und derselben Zelle angetroffen wurden. Im ersteren Fall waren auch 5 Könige bei den 5 Königinnen. Escherich fand ebenfalls bei 2 Königinnen auch stets 2 Könige in der Königszelle, und er glaubt deshalb, „dass die Zahl der Könige sich nach der Zahl der Königinnen richte“. Ob dies allgemein zutrifft, müsste wohl abgewartet werden. E. Luja z. B. fand am unteren Kongo in einem Bau von *T. natalensis* in einer sehr großen Königszelle zwar vier Königinnen, aber nur zwei Könige. Bei den großen afrikanischen *Termes*-Arten scheint übrigens nach den bisherigen Funden die Zwei- oder Mehrzahl der Königinnen in einer Kolonie viel seltener vorzukommen als bei den kleineren *Termes*-Arten des indisch-malaisischen Gebietes.

Darüber, ob auch in den jungen Kolonien schon Soldaten vorhanden sind, bzw. über den Zeitpunkt in der Entwicklung der Kolonie, wo sie zuerst auftreten, findet sich bei Escherich keine Angabe. Ich mache deshalb darauf aufmerksam, weil E. Luja am unteren Kongo in einem kleinen Bau von *T. natalensis* bei einer kleinen, jungen Königin und Arbeitern (unter Maximalgröße) noch keine Soldaten fand. Voeltzkow traf ferner auf Sansibar eine Kolonie von *T. bellicosus* (subsp. *sansibarita* Wasm.), in welcher keine großen Soldaten, wohl aber zahlreiche kleine vorhanden waren. Ob es sich im letzteren Falle um ein jüngeres Entwicklungsstadium einer *bellicosus*-Kolonie handelte oder um eine eigene Subspezies, bei welcher die große Soldatenform fehlt, bleibt noch aufzuklären. Nach dem obigen Fund von Luja scheint mir die erstere Annahme wahrscheinlicher.

Das Schwärmen der geflügelten Geschlechter der Hügeltermiten hat Escherich nicht selbst beobachtet; er zitiert aber

dafür einige interessante Notizen von E. Bugnion (S. 47 ff.). Hier-nach erfolgt das Schwärmen teils bei heiterem Wetter, teils auch während schwerer Regengüsse. Die schon bekannten „Liebspazier-gänge“ der Termitenpärchen konnte Escherich selber beobachten.

Die Nebenbewohner der Termitenhügel Ceylons (S. 50 ff.) sind teils andere Termiten oder andere gesellige Insekten (Ameisen), teils einzellebende Insekten (Termitophilen im engeren Sinne).

Für das Zusammenleben von Termiten verschiedener Arten bestätigt Escherich die Wahrnehmungen Holmgren's und anderer Forscher, dass bisher nur zusammengesetzte Nester, aber nicht gemischte Kolonien bekannt sind. Vom vergleichend-psychologischen Standpunkt aus stehen also die Termiten hierin einstweilen hinter den Ameisen zurück, was ich eigens hervorheben möchte. Auf Ceylon scheinen die Arten der Gattung *Capritermes* (wie auch schon die Funde von Redemann und W. Horn angedeutet hatten) und vielleicht ein *Eutermes* (*Escherichi* Holmgr.) zu den regelmäßigen Symbionten anderer Termiten zu gehören, während das Zusammenleben mancher anderer Arten nur ein zufälliges ist. *Microcerotermes globicola* Wasm., der von W. Horn bei *Termes Redemanni* angetroffen wurde, zählt wohl ebenfalls zu den gesetzmäßigen Gast- bzw. Diebstermiten.

Unter den Beziehungen der Ameisen zu den Termiten fand Escherich (S. 59 ff.) auf Ceylon kein Beispiel eines Schutzverhältnisses (Phylakobiose), wie es für *Camponotus termitarius* Em. in Südbrasilien durch eine Reihe von Beobachtern (Schupp, Heyer, v. Ihering, Dutra etc.) sehr wahrscheinlich gemacht ist<sup>7</sup>). Zahlreich waren dagegen die feindlichen Beziehungen, indem Ameisenarten als Räuber in den Termitennestern sich eingenistet hatten. Zu den wahrscheinlich gesetzmäßig bei Termiten lebenden kleinen Ameisen gehören nach Escherich *Oligomyrmex taprobanae* For. und *Paedalgus Escherichi* For. Bei letzterer Art besteht ein riesiger Größenunterschied zwischen Königin und Arbeiterin, ähnlich wie bei *Carebara vidua* Fr. Sm. in Afrika; vermutlich ist sie gleich letzterer eine Diebsameise. Das winzig kleine blinde *Monomorium decamerum* Em, welches W. Horn bei *Microtermes globicola* in Hügeln von *Termes Redemanni* auf Ceylon als Diebsameise entdeckt hatte, wurde von Escherich nicht gefunden und ist auch bei ihm nicht erwähnt.

Gering war Escherich's Ausbeute an nichtsozialen, bei Termiten lebenden Insekten etc., d. h. an Termitophilen im engeren Sinne. Während Nietner vor 60 Jahren in den Hügelbauten von „*Termes fatalis* König“ auf Ceylon zahlreiche termitophile Staphy-

7) Wasmann, Neues über die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen (Allg. Ztschr. f. Entomol. 1901—1902) Sep. S. 53 ff.

liniden fand, während ferner P. Assmuth und P. Heim bei *Termes obesus* Ramb. (und dessen Rassen), welcher mit *T. Redemanni* und *obscuriceps* Wasm. sowohl morphologisch als biologisch nahe verwandt ist, eine Menge der interessantesten Termitengäste besonders an Coleopteren und Dipteren entdeckten, bestand Escherich's Ausbeute aus den Hügelnestern auf Ceylon lediglich aus einigen Carabiden, nämlich aus einer *Orthogonius*-Art (*acutangulus* Chaud.) in zahlreichen Larven und einigen Imagines und aus einer *Helluodes*-Art (*taprobanae* Westw.), beide schon von früher aus ceylonischen Termitennestern bekannt; ferner aus einem einzigen Individuum eines Staphyliniden (*Termitodiscus Escherichi* Wasm. n. sp.), einer einzigen Ameisengrille (*Myrmecophila Escherichi* Schimm. n. sp.), einigen Lepismatiden (*Platystylea Greeni* Silv. n. sp., *Assmuthia Escherichi* Silv. n. sp. und *Crypturella termitaria* Silv. n. g. n. sp.), einem Collembolen (*Cyphoderodes ceylonicus* n. g. n. sp.), zwei Diplopoden (*Termitodesmus ceylonicus* und *Escherichi* Silv. n. g. n. sp.) und einem (ob wirklich termitophilen?) Regenwurm (*Notoscolax termiticola* Michaels.).

Zum Vergleich mit dieser Ausbeute Escherich's bei *Termes Redemanni* und *obscuriceps* Wasm. gebe ich hier eine provisorische Liste der Gäste von *Termes obesus* Ramb. (und dessen subsp. *wallonensis* Wasm. und *Assmuthi* Wasm.) aus Vorderindien. Das Material ist von meinen Kollegen P. Assmuth und Heim (1898—1903) gesammelt und zum großen Teil noch unbearbeitet:

#### Coleoptera.

##### Cicindelidae:

Larven einer *Cicindela* aus verschiedenen Kolonien.

##### Carabidae:

*Orthogonius*, 2 wahrscheinlich neue Arten, mit Larven und Puppen. Ferner 2 kleinere, mit *Orthogonius* nahe verwandte Gattungen (mit ihren Larven), deren Imagines eine ähnliche Physogastrie wie *Orthogonius* zeigen.

##### Staphylinidae:

*Termitodiscus Heimi* Wasm. (sehr zahlreich); *Discorexenus lepisma* Wasm.; *Discorexenus Assmuthi* Wasm.; *Doryloxenus transfuga* Wasm.; *Doryloxenus termitophilus* Wasm. Ein neues Aleocharinengenus (nahe *Dorylophila* Wasm.) in einer Art. *Myrmedonia tridens* Wasm.; *M. Heimi* Wasm.; *M. sculpticollis* Wasm.; *Myrmedonia* 3 n. sp.; *Philonthus* n. sp.? — Außerdem vereinzelte Exemplare aus anderen Gattungen, die wahrscheinlich nur zufällig bei Termiten lebten.

##### Histeridae:

*Termitocis* n. g. n. sp.; ferner 2 andere Gattungen und Arten von Histeriden.

*Scarabaeidae:*

*Aphodiini*: *Corythoderus gibbiger* Wasm.; *Chaetopisthes sulciger* Wasm.; *Chaetopisthes Heimi* Wasm.; *Chaetopisthes Assmuthi* n. sp. 8).

*Trogini*: *Termitotrox permirus* n. g. n. sp.

*Cremastochilini*: *Coenochilus* n. sp. (prope *Campbelli* Saund.).

*Valgini*: *Valgus* n. sp.?

*Melolonthini*: *Apogonia* sp.

Ferner Larven und Puppen verschiedener Lamellicornier, darunter einer großen *Cetonia*-ähnlichen Form.

*Tenebrionidae:*

*Alphitobius viator* Muls. 9) (in größerer Anzahl) und einige andere noch unbestimmte Arten, die vielleicht nur zufällige Termitengäste sind.

*Diptera:*

*Termitoxeniidae*: *Termitoxenia Heimi* Wasm.; *T. Assmuthi* Wasm. (sehr zahlreich).

*Phoridae*: *Termitophora relocipes* n. g. n. sp.

*Heteroptera:*

Mehrere noch unbestimmte Gattungen und Arten. Ferner eine von Breddin als Larve einer Harpactorine bestimmte, termitoide, physogastre Art, die wahrscheinlich termitophag ist.

Ferner eine Anzahl Insektenlarven aus verschiedenen Ordnungen, darunter eine parasitäre Hymenopterenlarve.

*Thysanura:*

*Lepismatidae*: *Assmuthia inermis* Esch.; *Assm. spinosissima* Esch.; *Platystylea barbifer* Esch.; *Ctenolepisma* sp.; *Lepisma saccharinu* L.? (nach Escherich's Bestimmung).

*Collembola.*

*Cyphoderodes dubius* Börner n. sp. (Heim und Assmuth!); *Cyphoderella Wasmanni* Börner n. g. n. sp. (Assmuth! 1902).

*Araneina*: Verschiedene Gattungen und Arten, noch unbestimmt.

*Acarina*: Verschiedene Gattungen und Arten, noch unbestimmt.

*Myriapoda*: Mehrere noch unbestimmte Gattungen und Arten.

Die Larven von *Orthogonius (aentangulus* Chaud.) traf Escherich häufig und zahlreich in den Hügelbauten an, sowohl bei *obscuriceps* als bei *Redemanni*. Über ihre Lebensweise berichtet er

8) Von *Heimi* unterschieden durch etwas geringere Größe, heller rotgelbe Färbung und geringeren Glanz, namentlich aber durch die viel schmälere Vordersehnen und die längeren Basalzähne der Vorderschenkel. — Auf diese Art, die ich früher mit *Heimi* verwechselte, beziehen sich sämtliche anatomisch-histologische Angaben über *Ch. „Heimi“* in meiner Arbeit: „Zur näheren Kenntnis des echten Gastverhältnisses“ (Biol. Centralbl. 1903), S. 261—270.

9) Diese Art wurde auch im ägyptischen Sudan von Trägårdh bei *Termes natalensis* Hav. gefunden. Wahrscheinlich lebt sie von den Abfällen der Pilzgärten.

einige interessante Einzelheiten (S. 63 ff.). Er fand die älteren physogastrischen Stadien der Larve (sowie die Puppen und Imagines) in besonderen kleinen Höhlen, die zerstreut in der Mantelregion und in den Zwischenwänden der Wohnregion lagen und in die Kammern des Termitenbaues durch eine kleine Öffnung mündeten, welche gerade groß genug war, dass die Käferlarve ihren Kopf hervorstrecken konnte. (Ganz Ähnliches berichtet auch P. Assmuth in seinen brieflichen Notizen 1902 über die *Orthogonius*-Larven bei *Termes obesus*.) Dass die Larven von *Orthogonius* (*Horni* Wasm.) auf Ceylon von lebenden Termiten sich nähren, hatte ich schon 1903 aus den Schnittserien dieser Larven nachgewiesen, aber ich glaubte, dass sie außerdem — ebenfalls nach ihrem Mageninhalt zu urteilen und nach ihrer Physogastrie — auch von den Termiten gefüttert würden. Escherich hat nun durch seine Beobachtungen und Versuche wahrscheinlich gemacht, dass nur die erstere Annahme richtig ist, nämlich dass diese Larven Termitenfresser sind, aber nicht in einem echten Gastverhältnisse zu ihren Wirten stehen. Unerklärt bleibt hierbei die starke Entwicklung des termitophilen Exsudatgewebes (des Blutgewebes und Fettgewebes) dieser Larven, die ich auf den Schnittserien (bei *Orthogonius Horni* und *Schaumi*) gefunden hatte. Über die Lebensweise der jungen, noch steno-gastrischen Larven weiß Escherich nichts Näheres zu berichten, hält es aber nicht für unmöglich, dass dieselbe von jener der physogastrischen Larven abweicht. Rätselhaft ist es ferner noch, wie die Larven ihre Höhlen in der harten Mantelregion der Bauten selber zu graben vermögen. Auch ist es noch fraglich, ob die Ergebnisse an *Orthogonius* auf die Larven von *Rhopalomelus* sich ausdehnen lassen, die von G. D. Haviland in Natal in Kammern gefunden wurden, welche die Königszelle zu vertreten schienen.

Über den kleinen scheibenförmigen Staphyliniden *Termitodiscus Escherichi* Wasm. beobachtete Escherich, dass er vom Material des Pilzgartens sich nährt. Sowohl Termitenarbeiter wie Soldaten verhielten sich gegen diesen Gast indifferent. (Ebenso verhält sich *Termes obesus* gegen *Termitodiscus Heimi* nach Heim's und Assmuth's Beobachtungen 1902.)

Die Hügelgenese und Baumethode der Termitennester behandelt Escherich (S. 69 ff.) nach den Bewohnern der Hügel-nester; dieser Abschnitt hätte sich wohl naturgemäßer an die Beschreibung der Termitenhügel angeschlossen (vor dem Kapitel über die Hügelbewohner). Der Verf. schildert zuerst die Entstehung der Hügel, welche mit einigen über den Boden sich erhebenden isolierten Spitzhüten und Schornsteinen beginnt, deren Zwischenräume später ausgebaut werden. Das Wachstum der Hügel erfolgt ruckweise, d. h. es ist von längeren Ruhepausen unterbrochen. Bezüglich des Alters der Hügel glaubt Escherich, die größten müssten min-

destens 10 Jahre alt sein; für einen derselben machte ihm ein Singalese die Angabe, dass sein oberirdischer Bau vor 13 Jahren begonnen habe.

Wie für unsere, Erdbauten errichtenden Ameisen, so ist, und zwar in noch höherem Grade, auch für die Termitenbauten der Regen von größter Bedeutung. Die Hauptwachstumsperiode der Hügel fällt mit der Regenzeit zusammen. Das Bauen der Arbeiter geschieht sowohl bei *Termes Redemanni* wie bei *obscuriceps* mittelst feuchter Erdklümpchen, die mit stomodäalen Sekreten (einer erbrochenen, bräunlichen Flüssigkeit) als Mörtel zusammengefügt werden; Exkremeute spielen dabei keine Rolle. Auf diesen stomodäalen Kitt ist die Festigkeit der Hügelbauten hauptsächlich zurückzuführen.

Die Rolle der Soldaten bei den Bauarbeiten behandelt Escherich für die hügelbauenden *Termes* S. 80f., 83, 87, 138; für die kartonnestbauenden *Eutermes* dagegen S. 100, 102, 120, 124ff. und 134. Wir wollen diese Stellen hier im Zusammenhange behandeln.

Wird in ein Hügelnest eine Bresche gebrochen, so erscheinen zuerst die Soldaten, „sich über die Form und Größe der Öffnung orientierend. Bald sind sie darüber im klaren (!) und nehmen nun eine bestimmte Position ein: in größeren oder kleineren Zwischenräumen stellen sie sich, einer neben dem anderen, im ganzen Umkreis der Öffnung auf, die Köpfe mit den großen Mandibeln und die Fühler nach außen gerichtet, letztere fortwährend langsam bewegend“ (S. 80–81). Zwischen den Soldaten dieser Postenkette erscheinen dann die Arbeiter und schließen mit ihren Erdklümpchen allmählich die Bresche. So ist der Vorgang bei Reparaturarbeiten, wenn ein Nest gewaltsam geöffnet worden ist. Dagegen berichtet Escherich (S. 83), dass bei einem Nestbau von *T. Redemanni*, wo es um einen spontanen — d. h. nicht durch äußere feindliche Eingriffe veranlassten — Erweiterungsbaues eines vor kurzem begonnenen Nesthügels sich handelte, „nur wenig Soldaten zu sehen waren; am obersten Rand, wo am fleißigsten gebaut wurde, überhaupt keine, und weiter unten nur vereinzelt da und dort“. Hieraus folgt meines Erachtens, dass die Soldaten für die Arbeit als solche überhaupt gar nichts zu tun haben, sondern bei Beschädigung eines Nestes nur zur Verteidigung hervorkommen und durch ihre „Postenkette“ die bauenden Arbeiter schützen. Escherich erwähnt zwar (S. 124) eine Äußerung Beaumont's, welcher vermutet, dass (bei *Eutermes*) durch die Postenkette der Soldaten den Arbeitern „zugleich auch die Richtung und Form des Neubaues angegeben wird, dass also die Soldaten gewissermaßen die Absteckung vornehmen und dabei selbst als Pfähle dienen. Nach dem, was wir oben bei der Schilderung der Bauphase von *T. Redemanni* über das Verhalten der Soldaten gehört

haben, scheint mir diese Auffassung Beaumont's durchaus nicht unberechtigt“.

Diese Deutung dürfte trotzdem etwas zu anthropomorphistisch sein; denn, wenn die „Absteckung“ des zu errichtenden Baues durch die Soldaten vorgenommen würde, so müsste dies bei den spontanen Bauten, die nicht auf einen gewaltsamen Eingriff hin erfolgen, ebenfalls geschehen, was nach Escherich's eigenen Beobachtungen (S. 83) nicht der Fall ist. Bei *Eutermes rubidus* (S. 133) beobachtete Escherich, dass bei den Reparaturarbeiten einer Bresche fast nur die kleinen Soldaten, nicht aber die großen als Postenkette sich beteiligten. Er hält es für wahrscheinlich, dass hier eine Arbeitsteilung zwischen den beiden Soldatenkasten vorliege, ähnlich jener, die er in Eritrea bei *Termes bellicosus* festgestellt zu haben glaubte (S. 138), wo die kleinen Soldaten „das Arbeitervolk zu beaufsichtigen haben und die großen lediglich Posten- resp. Verteidigungsfunktion besitzen, während bei den ceylonesischen *Termes* diese Arbeitsteilung nicht existiert, und der gleiche Soldat einmal Aufseherdienste verrichten und dann wieder die Verteidigung übernehmen muss“. Immerhin glaubt er auch in Ceylon einige Fälle beobachtet zu haben, die an jenes Bild von *bellicosus* erinnern. Um eine *obscuriceps*-Königin standen die Soldaten „schön geordnet herum, die Köpfe peripherwärts gerichtet, wobei der Abstand voneinander nur so groß war, dass die Nachbarn sich gerade mit ihren Fühlerspitzen gegenseitig berühren konnten“. Mit der angeblichen Arbeitsteilung bei den Soldaten von *bellicosus* hat dieses Beispiel offenbar nichts zu tun. Überhaupt scheinen mir die sogen. „Aufseherdienste“ der Soldaten sowohl bei den ceylonesischen wie bei den afrikanischen *Termes* der tatsächlichen Grundlage zu entbehren, wenn man darunter nicht bloß eine instinktive Anregung der Arbeiter durch die gelegentlichen Fühlerschläge der Soldaten versteht. Weiter zu gehen in der psychologischen Deutung dieser Erscheinungen wäre ein unberechtigter Anthropomorphismus.

Bei den schwarzen Wandertermiten *Eutermes monoceros* bilden die Soldaten auch in den Zügen der Arbeiter eine Postenkette (S. 100 ff.): „Der Zug der hin und her eilenden Arbeiter ist meistens beiderseits flankiert von Soldaten, die nicht wie bei den Wanderameisen mitmarschieren, sondern ruhig auf ihrem Posten stehen bleiben, vielfach den Kopf mit der langen Nase nach außen gewandt, die Fühler ständig in pendelnder Bewegung.“ Zu dieser Parallele sei bemerkt, dass nach den Beobachtungen von J. Vosseler („Der Pflanze“ 1905) bei den Wanderungen der „Siafu“ (*Anomma molesta* Gerst.) in Deutsch-Ostafrika die großen Arbeiter, welche die Soldaten vertreten, ebenfalls als Schildwachen an den Seiten der in raschem Flusse begriffenen Arbeiterzüge stehen: „dicht gedrängt stehen sie Schulter an Schulter senkrecht zur Wegrichtung

in beständig suchender Fühlerbewegung.“ Ferner bilden die riesigen Arbeiter von *Anomma Wilverthi* Em. am oberen Kongo oft förmliche lebende Arkaden, indem die kleinen Arbeiter unter den Beinen derselben, wie in einem Tunnel, ihres Weges ziehen. Die Analogie im Verhalten der Soldaten der Wanderameisen und Wandertermiten ist also eine viel größere als Escherich annahm.

Dass die Soldaten als Wachtposten den Arbeitern tatsächlich zum Schutze gereichen, namentlich gegen die Hauptfeinde der Termiten, die Ameisen, konnte Escherich oftmals wahrnehmen. Sobald eine heranlaufende Ameise mit der Nase eines *Eutermes*-Soldaten, die durch ihr klebriges Drüsensekret als Verteidigungswaffe dient<sup>10</sup>), wich sie sofort erschreckt zurück. Der *monoceros*-Soldat hat (S. 102) auch die Funktion des „Pfadsuchers“ und „Führers“, indem z. B. eine Anzahl Soldaten von dem Zuge sich abwendet und in einer neuen Richtung vorsichtig weitergeht. Auch wenn Escherich mit dem Finger einen Strich über den Weg des *Eutermes*-Zuges machte, konnte er die Führerrolle der Soldaten beobachten, indem dieselben besonders aufgeregt hin- und hereilten, mit ihren Fühlern umhertastend und den Pfad wieder suchend. Übrigens scheint der Vorgang, den Escherich hier schildert, sehr ähnlich demjenigen bei *Lasius fuliginosus* und *niger* zu sein, welche ebenfalls Geruchstiere sind und bei Unterbrechung ihrer Fährte durch einen Fingerstrich sich ganz analog benehmen. Beim Orientierungsvermögen der Termiten werden wir hierauf noch zurückkommen. Jetzt wenden wir uns wieder zur Baumethode der Termiten.

Escherich (S. 86 ff.) stellt die Baumethode der Termiten hoch über diejenige der Ameisen und anderer geselliger Hymenopteren. Er schließt nämlich aus seinen Beobachtungen über die Bauarbeit von *Termes Redemanni*, „dass die Termiten nach einem ganz bestimmten Plane arbeiten, wobei deutlich drei Phasen zu unterscheiden sind: 1. Zuerst wird ein ‚Gerüstwerk‘ errichtet, und zwar vom gesamten Umfang des ‚geplanten‘ Gebäudes. 2. Sodann wird dieses ‚Gerüst‘ durch Ausfüllung der Zwischenräume in einen Massivbau übergeführt. 3. Endlich wird der so entstandene Rohbau geglättet.“

Der erste dieser drei Sätze ist etwas zu optimistisch gehalten. In Wirklichkeit wird nämlich das Gerüstwerk nur so weit angelegt, als die augenblickliche Bauphase es mit sich bringt, d. h. nur für den gegenwärtig im Bau begriffenen Nestabschnitt. Nach Escherich's Ausdrucksweise könnte jemand irrtümlicherweise vermuten, dass die kleinen Spitzhüte und Kamine, die beim Beginn des Baues eines Nesthügels sich über die Erde erheben, bereits

10) Über die Anatomie der Nase der Soldaten von *Eutermes monoceros* siehe E. Bugnion, Le termite noir de Ceylan (Ann. Soc. Ent. France 1909, p. 271—280), p. 277 u. Pl. X.

dem gesamten Umfang des späteren, definitiven Hügels entsprechen, während sie doch tatsächlich nur den Umfang des jungen Anfangshügels angeben. Der zweite Satz ist seinem Inhalte nach identisch mit dem, was Escherich weiterhin als Bauen „per confluentiam durch Interposition“ bezeichnet. Wir werden gleich noch zu prüfen haben, ob dieses zweite Moment wirklich den Termiten ausschließlich eigen ist. Das erste Moment, die Errichtung eines „Gerüstwerkes“, das dem Umfang des zu bauenden Erdhügels entspricht, kommt jedenfalls auch bei Ameisen, z. B. bei *Lasius niger* vor (siehe unten). Das dritte Moment, die Glättung des Rohbaues, könnte man eher als eine Eigentümlichkeit der Termitenbauten bezeichnen. Aber es trifft nur für die Hügelbauten zu, die aus später erhärtendem Material bestehen und ist bedingt durch eben dieses Material, nämlich durch die mit stomodäalem Zement aneinandergeklebten Erdklümpehen. Der Bau muss hier vor dem definitiven Erhärten der Bausteine von den störenden Unebenheiten an den Wänden der Kammern und Gänge gesäubert werden, während dies bei den reinen Erdbauten von Ameisen nicht nötig ist.

Escherich vergleicht sodann die drei ebenerwähnten Phasen der Entstehung eines jungen Termitenhügels mit der Tätigkeit eines menschlichen Baumeisters und glaubt, dass dieses Verfahren der Termiten von demjenigen aller übrigen Insekten sich unterscheidet und die Baumethode der letzteren weit überragt. Dass dies nicht zutrifft, wenn man die Ameisenbauten mit den Termitenbauten sorgfältiger vergleicht, wurde eben bereits gezeigt. Aber Escherich meint sogar, zu jenen drei Punkten komme „noch ein weiteres Moment hinzu“, das die Termiten „zweifellos in die oberste Reihe tierischer Baukünstler erhebt“. Seine Beweisführung dafür lautet (S. 86—87):

„Während nämlich die Ameisen, Bienen und Wespen ihre Bauten einheitlich beginnen und einfach durch kontinuierliches Hinzufügen von neuem Material erweitern, sind die Termiten imstande, gleichzeitig an verschiedenen isolierten Punkten mit ihrer Bautätigkeit einzusetzen, indem sie zuerst Pfeiler u. s. w. errichten und dann erst durch Verbreiterung derselben und Ausfüllung der Zwischenräume zu einem einheitlichen Bau gelangen. Im ersten Fall entsteht der Bau per continuitatem durch Apposition, im zweiten per confluentiam durch Interposition. Letzterer Modus ermöglicht naturgemäß ein viel rascheres Arbeiten, eine viel raschere Vollendung des Baues als ersterer, worauf ich oben schon hingewiesen habe.“

Also in dem Bauen durch Interposition soll der wesentliche Vorzug der Baumethode der Termiten gegenüber derjenigen der Ameisen u. s. w. bestehen? — Erstens ist daran zu erinnern, dass dieses Bauen durch Interposition sachlich zusammenfällt mit der

zweiten der obenerwähnten drei Phasen der Entstehung des Termitenbaues, nämlich mit der Ausfüllung der Zwischenräume des Gerüstwerks. Es ist also im Vergleich zu dieser gar kein neues Moment. Zweitens ist aber dieses Moment gar nicht den Termiten allein eigentümlich, sondern kommt auch vielen Ameisen zu. Wer die klassischen Schilderungen Peter Huber's aus dem Beginn des vorigen Jahrhunderts<sup>11)</sup>, namentlich seine Beschreibung der „Architecture des fourmis maçonnes“, z. B. der „fourmi brune“ (*Lasius niger*) kennt, und wer selber einmal während oder nach einem warmen Frühlingsregen beobachtet hat, wie in kürzester Zeit ein Erdbau von *Lasius niger*, *Lasius flavus*, *Formica fusca* oder *F. rufibarbis* sich erhebt, der wird sich darüber wundern, wie Escherich die Nestbaukunst der Ameisen so niedrig einschätzen konnte. Auch bei diesen Ameisen kann man sehen, wie an verschiedenen isolierten Punkten auf einer und derselben Grundfläche gleichzeitig durch verschiedene Gruppen von Arbeiterinnen mit dem Baue begonnen wird, wie hier Wälle und dort Säulen aus Erde entstehen und wie dieselben nach und nach „per confluentiam durch Interposition“, d. h. durch Ausfüllung der Zwischenräume des anfänglichen „Gerüsts“ zu einem Gesamtbau sich verbinden.

In diesem Punkte besteht also in Wirklichkeit gar kein prinzipieller Unterschied zwischen der Baumethode der Erdhügelnester der Termiten und der Ameisen. Nur in dem „Glätten des Rohbaues“ findet sich zwischen beiden insofern eine Verschiedenheit, als dasselbe bei den Hügeltermiten eine eigene Phase bildet, die sofort nach Vollendung des Massivbaues eintritt, während es bei den Erdhügelnestern der Ameisen ganz allmählich erfolgt, indem die Gänge und Kammern nach Bedürfnis erweitert werden. Dieser Unterschied beruht aber bloß auf der Verschiedenheit des Baumaterials beider, indem der stomodäale Zement des Termitennestes rasch erhärtet und deshalb eine sofortige Säuberung der Gänge und Kammern erfordert. Genanntes Moment ist offenbar durch die morphologisch-anatomische Differenzierung der Arbeiterkaste bei den Termiten bedingt, welche ihr jenes vortreffliche Kittmaterial verschafft. Mit einer höheren psychischen Betätigung des Bauinstinktes hat es aber gar nichts zu tun.

Da wir einmal bei dem Vergleiche der Nestbaukunst der Ameisen und Termiten sind, müssen wir darauf hinweisen, dass auch bei vielen Ameisen, namentlich bei allen Kartonnestbauern, als Kitt dienende Sekrete der Oberkieferdrüsen zur Verwendung kommen,

11) Recherches sur les moeurs des fourmis indigènes, Genève 1810, Nouv. édit. 1861.

um die zerkleinerten Pflanzenfasern u. s. w. zu einem kartonähnlichen Stoffe (ähnlich wie bei den Nestern der geselligen Wespen) zu verbinden. Das ist aus Forel's „Nester der Ameisen“ (1892) bereits hinlänglich bekannt. Wir müssen ferner auf die Nestbaukunst der Weberameisen (*Occophylla*, *Polyrhachis* etc.) aufmerksam machen, die sich des Spinnvermögens der eigenen Larven zum Spinnen ihrer Nester bedienen, eine Industrie, deren frappante „Menschenähnlichkeit“ bei den Termiten ihresgleichen nicht hat. Instinktiv ist sie allerdings nicht minder als die Baukunst der übrigen Ameisen und der Termiten. Wenn man aber die Analogie mit der menschlichen Tätigkeit heranzieht, so muss doch hervorgehoben werden, dass ein Gebrauch von Werkzeugen, die vom eigenen Körper des Arbeiters verschieden sind, nur bei der Industrie der Weberameisen, nicht aber bei jener der Termiten, bisher nachgewiesen ist.

Die psychologischen Schlussfolgerungen, welche Escherich (S. 88—89) der Bautätigkeit der Termiten widmet, müssen hier noch kurz geprüft werden. Die einzelnen Gruppen der Arbeiter — so bemerkt er — bauen offenbar unabhängig voneinander, und doch muss ein psychischer Zusammenhang zwischen ihnen vorhanden sein, weil sonst kein einheitliches Werk zustande käme. Das ist ganz richtig. Aber dieser Zusammenhang wird doch schwerlich dadurch erklärt, dass man mit Escherich den Vorgang „ins Menschliche übersetzt“ und sagt: „Der Bau ist nach einem vorher berechneten Plane mit einer gut organisierten Beamten- und Arbeiterschaft ausgeführt. Dabei steht ein Kopf an der Spitze, von dem alle Direktiven ausgehen an die Beamten und von da weiter an die Arbeiter. Diesem einen Kopf entspricht der einheitliche Bau. — Wie ist's aber bei den Termiten? Ganz gewiss wird niemand glauben wollen, dass eine besonders talentierte Termiten Berechnungen ausgeführt und den Plan entworfen hat? Natürlich alles nur Instinkt, wird man antworten!“

Er schildert dann, welcher „hochkomplizierter Instinktmechanismus“ zu jenem Zusammenwirken von Tausenden von Arbeitern gehöre und meint, so schwer es auch falle, Instinkten solche Leistungen zuzuschreiben, so bleibe doch kein anderer Ausweg, weil wir sonst in den Termiten „richtige Miniaturmenschen sehen müssten, die mit den Gesetzen der Mathematik und Mechanik vertraut wären, ein Standpunkt, der glücklicherweise völlig überwunden ist“.

Ganz richtig. Aber erklärt ist damit nichts, und Escherich betont selber, er sei sich „wohl bewusst, damit nichts erklärt zu haben“. Aber die psychologischen Ausführungen dürften doch etwas tiefer der Sache auf den Grund gehen. Hätte Escherich nicht irrtümlicherweise das „Bauen per confluentiam“ als eine einzig dastehende Spezialität der Termiten aufgefasst, so würde er vielleicht

durch den Vergleich mit den Ameisen zu einer brauchbareren psychologischen Erklärung gekommen sein. Denn auch bei der ähnlichen Bauweise der Ameisen entsteht ein einheitliches Endprodukt aus dem Zusammenwirken von zahlreichen, scheinbar unabhängig voneinander arbeitenden Individuengruppen und Einzelindividuen. Das psychische Element, das hier die Einheit des Zusammenwirkens bedingt, ist hauptsächlich der Nachahmungstrieb, indem die am eifrigsten arbeitende Ameise auch die meisten Nachfolgerinnen bei ihrer Arbeit hat. „Einen Kopf“, der an der Spitze des ganzen „Bauplanes“ steht, brauchen wir weder bei den Ameisen noch bei den Termiten, sondern nur viele, gleichgesinnte und gleichgestimmte Köpfe! Und diese gleiche Sinnesrichtung und gleiche Triebstimmung wird eben dadurch bewirkt, dass die einzelnen Individuen ähnlich veranlagt sind und deshalb auf dieselben äußeren Einflüsse (z. B. auf den warmen Feuchtigkeitsgeruch der Erde nach dem Regen) in ähnlicher Weise reagieren und endlich auch durch ihr Mitteilungsvermögen (Fühlerschläge) ihre Stimmungen gegenseitig aufeinander übertragen und dadurch den Nachahmungstrieb zu „gemeinsamem Handeln“ anregen können.

Wir haben also hier dieselben psychischen Elemente bei den Termiten wie bei den Ameisen anzunehmen, wenn wir eine befriedigende psychologische Erklärung jener scheinbar so wunderbaren Vorgänge finden wollen. Von einer psychischen Superiorität der Termiten gegenüber den Ameisen kann dabei allerdings keine Rede sein; denn die großartigeren Bauleistungen der hügelbauenden Termiten lassen sich auf drei nicht-psychische Elemente zurückführen: erstens auf den meist größeren Volksreichtum der Kolonien, zweitens auf die höhere morphologische Spezialisierung der Arbeiterkaste und drittens auf den speziellen Besitz stomodäaler, als Mörtel dienender Produkte des Verdauungskanal.

Bei der Architektur der Hügeltermite behandelt Escherich (S. 89 ff.) auch die Bedeutung der Kamine, die als ein Kanalsystem den Hügel durchziehen und mittelst großer Öffnungen auf der Hügeloberfläche ausmünden oder — bei noch wachsenden Hügeln — schornsteinartig über dieselbe vorragen. Smeathman und Doflein sahen in diesen Bildungen Ventilationseinrichtungen, Petch dagegen nur Konstruktionsmittel (Gerüste) für den weiteren Aufbau des Hügels. Escherich sucht beide Anschauungen miteinander zu vereinigen. Übrigens haben die Kamine nach Escherich auch ihre Nachteile, namentlich als Schlupfwinkel vieler unangenehmer Einmieter, z. B. räuberischer Ameisenkolonien. Die oberirdischen Galerien, mit einer Erdkruste bedeckte Gänge, welche von den Nestern der Termiten ausgehend an Bäumen u. s. w. sich hinaufziehen, haben nach Escherich's Ansicht hauptsächlich

den Zweck, die Arbeiter vor der austrocknenden Luft zu bewahren. Außerdem dienen sie zum Schutze gegen ihre Feinde, besonders gegen Ameisen.

## II. Die Kartonfabrikanten.

In diesem Kapitel behandelt Escherich (S. 98—134) die von ihm beobachteten *Eutermes*-Arten Ceylons. Wir können uns hier wesentlich kürzer fassen, zumal manche Fragen von allgemeinerer Bedeutung, wie die „Lichtscheuheit“ der Termiten, die Rolle der Soldaten, die „Baukunst“ der Arbeiter u. s. w. schon im ersten Abschnitte zusammenfassend erörtert wurden.

Die „schwarze“ oder „Kottermite“, *Eutermes monoceros* König, hat nicht nur in ihrer Färbung, sondern auch in ihrer Lebensweise und selbst in ihrem eigenartigen Geruche große Ähnlichkeit mit unserer glänzend schwarzen Holzameise, *Lasius fuliginosus*, was Escherich besonders hervorhebt. Sie ist eine Wandertermite<sup>12)</sup>, deren Expeditionen gewöhnlich gegen Abend beginnen und am nächsten Vormittag enden, so dass sie also hauptsächlich in der Nacht erfolgen; aber manchmal sind sie auch um die Mittagszeit anzutreffen. Die Rolle der Soldaten als Schutzwachen, Führer und Pfadsucher auf diesen Expeditionen wurde bereits oben behandelt. Die Individuenzahl eines solchen Zuges schätzt Escherich auf ca. 200000. Schon Nietner und E. Bugnion hatten die Umwege erwähnt, welche diese Termiten auf ihren Zügen häufig ohne jeden ersichtlichen Grund macht. Meines Erachtens erklärt sich diese Erscheinung daraus, dass *Eutermes monoceros* ein einseitiges Geruchstier ist und keine anderen Mittel zur Orientierung besitzt als eine Geruchsfährte. Wir wollen deshalb hier gleich die von Escherich weiterhin (S. 114ff.) erörterte Frage besprechen: wie finden diese Termiten ihren Weg?

Wie schon Bugnion's Versuche gezeigt haben, besitzt die schwarze Termiten einen sehr guten Geruchssinn. Der Geruchstoff, welcher ihren Pfaden anhaftet, färbt diese Fährten schwarz. Die schwarzen Flecken, aus denen sich der Wegstrich zusammensetzt, sind nach Escherich proktodäalen Ursprungs und entstammen höchstwahrscheinlich der Enddrüse des Proktodäums. Die in dem Zuge marschierenden Arbeiter lassen nämlich von Zeit zu Zeit ein schwarzes Tröpfchen aus ihrer Hinterleibsspitze treten und „markieren“ so ihren Weg. Diese Geruchsfährten sind nicht bloß intensiver als jene der Ameisen, sondern auch beständiger. Nach Escherich erklärt sich dies daraus, dass für „die blinden, trägeren Termiten“ das Finden neuer Wege viel schwieriger sich gestaltet

12) Schon in meinem Referate „Escherich's neue Termitenstudie“, Biolog. Centralbl. 1909, S 221, hatte ich wegen ihrer Färbung dies vermutet.

als für „die sehenden und lebhaften Ameisen“, deshalb müssten erstere dauerhaftere Fährten hinterlassen, um sich auf ihren Zügen orientieren zu können. (Hier scheint also doch die psychische Superiorität eher auf Seite der Ameisen zu sein!) Escherich stellt ferner die Hypothese auf, dass die Markierung der *monoceros*-Straße durch proktodäale Produkte ein Rudiment des bei den Verwandten dieser Termiten bestehenden „Tunnelbauinstinktes“ darstelle, indem bei den *Eutermes* die proktodäalen Flüssigkeiten eine große Rolle für ihre Bauten spielen. (Schluss folgt.)

## Die Pigmentzellen der Fischhaut.

Autoreferat von K. v. Frisch.

K. v. Frisch, Beiträge zur Physiologie der Pigmentzellen in der Fischhaut. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 138, S. 319—387, 1911. — Vgl. auch K. v. Frisch, Über den Einfluss der Temperatur auf die schwarzen Pigmentzellen in der Fischhaut. Biolog. Centralbl. Bd. XXXI, S. 236, 1911.

Frühere Untersuchungen haben unzweideutig gelehrt, dass die Bewegungserscheinungen der schwarzen Pigmentzellen (Melanophoren) bei den niederen Wirbeltieren unter dem Einfluss des Nervensystems stehen, und zwar in dem Sinne, dass der Kontraktionszustand der Melanophoren ihrem Erregungszustande entspricht. Man wusste auch, dass bei Fischen die pigmentomotorischen Nervenfasern im Sympathicus verlaufen, da dessen Zerstörung im Hämal kanal die unmittelbare Lähmung (Expansion) der Melanophoren kaudal von der Schnittstelle zur Folge hatte. Am Kopfe erhielt man bei Durchtrennung des N. trigeminus Lähmung der Melanophoren in seinem Innervationsgebiet. Ueber den genaueren Verlauf der Fasern und über das Vorhandensein von Zentren im Gehirn oder Rückenmark war nichts bekannt. Es ließ sich nun zeigen (durch elektrische, tetanische Reizung und Durchtrennungen im Gehirn, Rückenmark und Sympathicus), dass bei der Ellritze (*Phoxinus laevis* L.) am Vorderende des verlängerten Marks ein Zentrum für die Kontraktion der Melanophoren besteht, von dem sie in tonischer Kontraktion gehalten werden; die Reizung dieser Stelle hat die Aufhellung des ganzen Fischkörpers, ihre Zerstörung seine maximale Verdunklung zur unmittelbaren Folge. Von hier ziehen die pigmentomotorischen Nervenfasern im Rückenmark kaudalwärts bis in die Gegend des 15. Wirbels (näherungsweise entsprechend der Mitte der Körperlänge); daselbst befindet sich wahrscheinlich ein zweites (dem Hirnzentrum untergeordnetes) Zentrum, ein Rückenmarkszentrum; denn es gehen von dieser Stelle einige Zeit (ca.  $\frac{1}{2}$  Stunde) nach dem Tode des Fisches, wahrscheinlich infolge des Absterbens des Rückenmarks, Erregungen aus, welche die Melanophoren des ganzen Fischkörpers vorübergehend zu maximaler Kontraktion bringen. In der Gegend des 15. Wirbels verlassen die pigmentomotorischen Fasern das Rückenmark und treten in den

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Wasmann Erich P.S.J.

Artikel/Article: [K. Escherich, Termitenleben auf Ceylon. 394-412](#)