

denen Malen in den Gründungskammern sowohl junger Pflanzen als auch in den Zweigen älterer Bäume angetroffen, wiederholt in Gemeinschaft mit den eben ausgeschlüpften *Azteca*-Arbeitern, während ich Raupe und Ameise später, wenn nach Durchbohrung der Querwände etc. ein größerer Teil des Stengels den Ameisen zur Verfügung stand, nicht mehr beieinander beobachtet habe; wohl aber fand ich mehrmals, beide gesondert, *Azteca* in der äußersten Spitze des Zweiges und unterhalb, getrennt durch eine heile Querwand, die Raupen. Während also für den Anfang ein friedliches Zusammenleben von Ameise und Raupe konstatiert werden muss, was um so auffälliger ist, als die kleinen „großköpfigen“ prononziert mandibulaten, Raupen durch die dunkle Färbung und den Habitus, namentlich durch die langen und steifen Borsten sich wesentlich unterscheiden von den weißen, fast nackten *Azteca*-Larven, räumt die „kriegerische“ Ameise, deren Wanderung zweigaufwärts die Raupen sicherlich folgen, später offenbar sehr bald das Feld, um schließlich den *Cecropia*-Zweig den Lepidopterenlarven vollständig zu überlassen. Wir werden nicht fehlgehen, da ein aggressives Vorgehen von seiten der weichhäutigen Raupen ausgeschlossen sein dürfte, wenn wir annehmen, dass die Ameisen durch die, oft mit Gespinstfäden durchzogenen Kotmassen der Raupen vertrieben werden, welche die Kammern verstopfen und verpesten, ja es ist auch möglich, dass die Raupen, unterstützt durch eine starke Schleimabsonderung, sich des Gespinstes als eines direkten Abwehrmittels bedienen. Erst nachdem die Mottenlarven den Ambay-Zweig, wenigstens den jüngeren Teil, völlig ausgefressen haben, unternimmt es eine kurz vor der Verpuppung stehende Raupe, eine ehemalige Ameisenpforte am Ausgangspunkte des Minenganges benützend, von innen her ein großes, die Stengelwand durchbrechendes Loch auszufressen, durch das ihr eigenes Imago und die übrigen Motten — alle durch dieselbe Öffnung! — ins Freie gelangen.

(Fortsetzung folgt.)

Die pilzzüchtenden Termiten¹⁾.

Von Prof. K. Escherich.

Vergleichen wir die Lebensweise der sozialen Tiere miteinander, so begegnen wir einer Reihe auffallend übereinstimmender Züge, — und zwar nicht nur bei systematisch nahestehenden Formen, sondern auch bei solchen, die verwandtschaftlich gar nichts miteinander zu tun haben und deren psychischen Qualitäten himmelweit voneinander abstehen. Wir fassen diese Übereinstimmungen als Konvergenz-

1) Siehe Kapitel IV meines soeben erschienenen Buches: Die Termiten oder weißen Ameisen. Eine biologische Studie. — Verlag von Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig 1908.

erscheinungen auf, hervorgerufen durch das gesellige Leben, oder, wie Forel sagt, durch das Faktum der sozialen Gemeinschaft lebender Gehirne.

Eine der frappantesten Konvergenzerscheinungen, nicht nur in bezug auf den Grad der Übereinstimmung (Genauigkeit der Kopie), sondern auch im Hinblick auf die Kompliziertheit des biologischen Vorgangs stellt die Pilzzucht der Ameisen und Termiten dar.

Die pilzzüchtenden Ameisen sind allgemein bekannt; ihre Lebensgeschichte gehört, obwohl seit ihrer ersten Entdeckung noch kaum 20 Jahre verflossen sind, nicht nur zu den bestgeklärten, sondern auch zu den beliebtesten und meist wiederholten Kapiteln der Ameisenkunde. Anders stehts um die pilzzüchtenden Termiten; deren Kenntnis reicht zwar viel weiter zurück als die von der Pilzzucht der Ameisen, trotzdem aber hat es lange gedauert, bis dieselbe in weitere Kreise gedrungen und zum Allgemeingut der Biologen geworden ist. Diesem Umstande ist es auch zuzuschreiben, dass man bei den pilzzüchtenden Ameisen so lange im Dunkeln tappte. Denn die biologischen Verhältnisse sind in beiden Fällen so ähnlich, dass jeder, der von der Pilzzucht der Termiten etwas wusste, bei jenen Ameisen ehestens auf den richtigen Gedanken kommen musste.

Die ersten Angaben über die Termitenpilze von *Termes bellicosus* finden wir schon bei König (1779), der „an den Wänden der Magazine eine Art Schimmel fand (mucor stipulatus capsulis globosis compositis niveis), welcher vielleicht den Jungen als Nahrung dient“. — Bereits 2 Jahre später (1781) teilt Smeathman mehrere Einzelheiten darüber mit (ebenfalls von *T. bellicosus*) und äußert dabei Ansichten über die Bedeutung des Pilzes, die unserer heutigen Auffassung sehr nahe kommen. Er beschreibt recht anschaulich die Pilzgärten, die er, da sie stets mit Larven angefüllt sind, „Wochenstuben“ nennt, und gibt auch eine gute Abbildung davon. Auch die eigentlichen Züchtungsprodukte, die weißen kugelförmigen Körperchen sind ihm gut bekannt, und er nimmt auch, was besonders hervorzuheben ist, an, dass „die alten Termiten das Wachsen des Pilzes zu erzeugen und zu befördern verstehen“.

Wenn wir unsere heutigen Kenntnisse mit denen Smeathman's vergleichen, so müssen wir gestehen, dass in den 125 Jahren nicht sehr viel hinzugekommen ist, — wenigstens in zoologischer Beziehung. Es sind wohl mehrfach noch die Pilzgärten beschrieben und verschiedene Formen davon bekannt gemacht worden, und wir wissen heute durch Desneux, Doflein, Haviland, Sjöstedt, Trägårdh u. a., dass außer *T. bellicosus* noch eine ganze Reihe anderer Termiten Pilzzucht betreibt, doch über die Einzelheiten des Gärtnereibetriebes, d. h. über die erste Anlage des Pilzgartens,

über die Methoden der Züchtung, über die Weiterverbreitung des Pilzes etc. sind wir noch recht schlecht unterrichtet. — Weit besser ist es um die botanische Seite des Problems bestellt, die durch Holtermann (1899) und vor allem durch Petch (1906) wenigstens etwas geklärt erscheint. — — —

Das, was am meisten bei der Pilzzucht auffällt, ist der sogen. Pilzgarten, auch Pilzkuchen, Wochenstube etc. genannt; er stellt das Substrat für den Pilz dar und dient gleichzeitig auch als Wohnraum für die Brut. Wer zum erstenmal den Hügel einer pilzzüchtenden Termiten eröffnet, wird durch den Anblick der zahlreichen, schwammartig geformten Pilzgärten aufs höchste überrascht sein. Gewöhnlich liegt jeder Pilzgarten — selten finden sich deren mehrere in einer Kammer — in einer besonderen Höhle und zwar ganz lose, so dass sie beim unvorsichtigen Aufschlagen eines Nestes leicht herausfallen²⁾. Die Form der Pilzgärten ist sehr verschieden, sowohl bei ein und derselben Art als auch — natürlich noch in viel stärkerem Maße — bei den verschiedenen Spezies. Ich gebe hier eine Anzahl Abbildungen (Fig. 2—5), welche die Formenmannigfaltigkeit besser illustrieren dürften, als ausführliche Beschreibungen. Auch bezüglich der Größe sind die Schwankungen nicht geringer: wir kennen einerseits kleine Pilzgärten von Haselnussgröße, andererseits große vom Umfang eines Menschenkopfes.

Aber bei all diesen Verschiedenheiten existieren auch übereinstimmende Momente; so sind sämtliche Pilzgärten in ganz ähnlicher Weise von einem labyrinthartigen Gangsystem durchzogen, so dass beim Anblick eines solchen sich unwillkürlich der Vergleich mit einem Badeschwamm aufdrängt. Auch die Farbe ist überall ungefähr dieselbe, nämlich ein helleres oder dunkleres Braun. —

Die Oberfläche der Pilzgärten zeigt eine körneliche Struktur, d. h. sie scheint aus lauter zusammengeklebten kleinen Kügelchen zu bestehen. Im Inneren erscheint das Ganze vollständig homogen, wenn man aber einen dünnen Schnitt mikroskopisch betrachtet, so sieht man, dass die scheinbar homogene Substanz sozusagen ein fest zusammengedrücktes Konglomerat von ursprünglich kugelförmigen Klümpchen ist, welche durch den Druck mehr oder weniger deformiert sind (nach Trägardh).

Das Material der Pilzgärten ist ausschließlich vegetabilischen Ursprungs. Holtermann fand bei der mikroskopischen Untersuchung meistens Epidermiszellen, Bastfasern, Tracheiden, Ringgefäße und Steinzellen, dagegen niemals Grundparenchymzellen, oder ganz dünnwandige pflanzliche Elemente. „Mechanische Zellen

2) Meistens liegen die Pilzgärten in oberirdischen Erdhügeln; doch gibt es auch pilzzüchtende Arten, welche ihre Nester rein unterirdisch anlegen, wie z. B. *Termes mycophagus* Des. Diese Nester stimmen ziemlich genau mit denen der *Attini* überein (s. Fig. 1).

bilden jedenfalls den Hauptbestandteil. Es ist geradezu bewundernswürdig, wie schön isoliert die verschiedenen Elemente vorkommen. Die einzelnen Steinzellen wechseln mit Spiralfasern von Gefäßen und Tracheiden ab, die frei liegen, weil die Zwischensubstanz geschwunden ist. Besonders auffallend ist, dass die mechanischen Elemente bisweilen als ganz dünne Scheiben vorkommen, als wenn sie von einem geübten Anatomen verfertigt wären.“

Holtermann nimmt an, dass das Baumaterial sowohl von den Blättern als auch von Stammorganen herrührt; denn in den Pilzgärten, die in der Nähe einer Teeplantage sich befanden, konnten die charakteristischen Steinzellen der Teeblätter beobachtet werden. „Im übrigen erscheint es höchst wahrscheinlich, dass nur totes Holz und abgestorbene Blätter zur Verwendung kommen: denn aus lebenden Geweben lassen sich die mechanischen Elemente jedenfalls nur mit einer Kraftentfaltung entfernen, die man den Termiten wohl nicht zutrauen darf“ (Holtermann)³⁾.

Im frischen Zustand, d. h. direkt aus dem Nest genommen, fühlen sich die Pilzgärten ziemlich feucht an und sind mehr oder weniger bröckelig; allerdings scheinen bezüglich der letzteren Eigenschaft bei den verschiedenen Arten Unterschiede zu bestehen; denn einzelne Autoren berichten von einer großen Brüchigkeit der Masse, während z. B. die Pilzgärten von *T. bellicosus*, die ich in *Erythnea* beobachtete, auch im frischen Zustand ziemlich fest waren. — Werden die Pilzkuchen längere Zeit der Luft und Sonne ausgesetzt, so trocknen sie bald aus und bekommen dadurch eine harte, mitunter sehr harte Konsistenz!

Der Pilzgarten stellt das Mistbeet für den Termitenpilz dar. Dieser präsentiert sich dem unbewaffneten Auge in Form von kleinen weißen kugeligen Körperchen, welche jedem Pilzgarten in geringerer oder größerer Zahl zerstreut aufsitzen, während das bewaffnete Auge außerdem noch einen weißen, die Oberfläche des Gartens überziehenden Mycelfilz entdeckt. Die kugeligen Körperchen (Sphères, Knötchen, Mycelköpfe etc.) erreichen einen Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ mm, sind von ziemlich fester Konsistenz und haben eine festere äußere Fülle. Nach Petch, der die eingehendsten Untersuchungen über die Natur des Pilzes angestellt und dem wir hier folgen, entstehen diese kugeligen Gebilde direkt aus dem oberflächlichen Mycel durch Vereinigung einer größeren Anzahl von Fäden, die sich mehrfach verzweigen und an ihren Enden ovale Anschwellungen bilden; auf ihnen entstehen Conidien,

3) Diese Annahme erscheint mir durchaus nicht zwingend; denn einmal ist die Kraft der Termitenkiefer durchaus nicht so gering, und sodann braucht ja die Isolierung nicht unbedingt auf mechanischem Wege zu erfolgen, sondern kann ebensogut auch auf chemischen Wege stattfinden, indem die lebenden Gewebs-elemente durch die Darmsekrete aufgelöst werden.

so dass wir also in den weißen Kugeln gewissermaßen Conidienträger zu erblicken haben. — Es befinden sich darauf zweierlei Zellen: ovale und sphärische, von denen nur die ersteren zur Keimung gebracht werden konnten. — Das Mycel und die „Spheren“ sind die einzigen Bestandteile, die auf den normalen, d. h. im besetzten Nest befindlichen Pilzkuchen vorkommen.

Nun aber findet man außerhalb auf den Nestern der pilzzüchtenden Termiten sehr häufig einen Hutpilz (*Agaricus*)⁴⁾, der wohl mit dem Mycel der Pilzgärten zusammenhängt, d. h. die höchste Fruchtform jenes Pilzes darstellt. Dieser *Agaricus* erscheint in zwei verschiedenen Formen, von denen die eine als *Pluteus* (oder auch *Lentinus*, *Collybia* etc.), die andere als *Armillaria* beschrieben ist. Beide, obwohl gänzlich verschieden, gehören zweifellos ein und derselben Spezies an, welche nach den Synonymiegesetzen den definitiven Namen *Volvariū eurhiza* zu führen hat. — Das Erscheinen der *Agarici* hängt zum Teil von der Feuchtigkeit des Bodens ab; schon ein schwacher Regen genügt unter Umständen, zahlreiche Hüte erstehen zu lassen. Man kann sie übrigens vereinzelt das ganze Jahr über antreffen, selbst in Zeiten, in denen andere tropische Hutpilze nicht zu finden sind. Es scheint also, dass sie in gewissem Maße unabhängig von den sonst zum Wachstum derartiger Hutpilze notwendigen Bedingungen sind. —

Petch versuchte mehrfach, aus den *Agaricus*-Sporen das Mycel und die „Spheren“ zu erhalten, jedoch stets ohne Erfolg, so dass also der streng exakte Beweis für den Zusammenhang des *Agaricus* mit dem Mycel der Pilzgärten noch nicht erbracht ist. Trotzdem aber dürfen wir einen solchen auf Grund der übrigen Tatsachen mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen. — — —

Nimmt man einen frischen Pilzgarten aus seiner natürlichen Umgebung und setzt ihn ohne Termiten unter eine Glasglocke, so erfolgt nach Petch eine wesentliche Änderung der Pilzvegetation: Die „Spheren“ verschwinden und an ihrer Stelle treten die Stromata einer *Xylaria* auf und zwar kommen diese aus dem Inneren des Kuchens. Es ist dies eine so regelmäßige Erscheinung, dass wir annehmen müssen, dass die *Xylaria*-Mycelien stets in den Pilzgärten vorhanden sind, dass aber die Erzeugung von Fruchtkörpern durch die Termiten verhindert wird, indem diese alle hervorsprossenden Mycelien abbeißen. —

Wir haben also in den Pilzkuchen durchaus keine absolute Reinkultur des Termitenpilzes (*Volvariū*), wie manche früheren Autoren (Doflein etc.) angenommen haben, sondern es finden sich daneben noch andere Formen, zum mindesten die so häufige *Xylaria*. — Wenn man bedenkt, mit wie viel Pilzen die Termitenarbeiter

4) Von Holtermann als *Agaricus rajap* bezeichnet.

auf ihren Streifzügen in Berührung kommen, so wäre es schwer begreiflich, wenn dem nicht so wäre. — Nun ist zwar die Ansicht ausgesprochen worden (Doflein), dass die Substanz der Pilzgärten durch die Verarbeitung im Darm partiell sterilisiert werde, in der Weise, dass das gekaute Holz durch die Wirkung der Darmsekrete ein Substrat würde, welches ausschließlich dem einen Pilz das Wachstum gestattete, während alle anderen Formen unterdrückt würden. Dies erscheint jedoch im höchsten Grade unwahrscheinlich, besonders wenn wir an die allverbreiteten und genügsamen Schimmelpilze u. s. w. denken. — Zudem spricht ja auch das regelmäßige Vorkommen der Xylarien neben der *Volvaria* direkt dagegen.

Andererseits ist es wohl möglich, dass im Darm durch die Einwirkung der verschiedenen Sekrete die Mycelien und Sporen der einen Pilze getötet werden, während andere davon unberührt bleiben, so dass also dadurch eine Reduktion der Pilzflora auf wenige (zum mindesten zwei) Arten bewirkt wurde. Aber selbst wenn dies der Fall, müssen die Arbeiter, um das reine Wachstum des Termitenpilzes zu erzielen, demnach stets die hervorsprossenden Mycelien der wenigen Begleitpilze ausjäten, wie dies ja auch die pilzzüchtenden Ameisen tun.

Das Wachstum der Pilze ist mit der Bildung von reichlichen Mengen Kohlensäure und anderer Gase verbunden. Doflein fiel es beim Abheben der Glasglocke, unter welcher Pilzkuchen aufbewahrt waren, auf, dass der Raum von einem Gasmisch erfüllt war, das in seiner Zusammensetzung offenbar der atmosphärischen Luft sehr unähnlich war. „Beim Einatmen spürte man eine starke Beklemmung, auch strömte ein sehr auffallender Geruch entgegen, welcher an die Gasentwicklung gärender Substanzen erinnerte.“ Waren Termiten mit unter der Glasglocke, so lagen diese nach 1—2 Tagen massenhaft auf dem Rücken, wohl betäubt von eben diesen Gasen. — Diesem Übelstande der Gasvergiftung wird in der freien Natur, d. h. in den Nestern, durch eine reichliche Ventilation, auf welche schon Smeathman und neuerdings Doflein aufmerksam gemacht haben, vorgebeugt.

Die Pilzzucht bedeutet in mehr als einer Beziehung einen großen Fortschritt in der Ernährungsweise. Das Holz ist bekanntlich sehr stickstoffarm; daher müssen solche Tiere, welche sich lediglich von Holz nähren, große Quantitäten zu sich nehmen, um daraus die nötigen Nährstoffe zu erhalten. Durch die Pilzzucht fällt dies mehr oder weniger weg, da hier die Pilze das Geschäft der Nährstoffextraktion besorgen, indem sie mit ihren Mycelfäden die Eiweißstoffe aus weiter Entfernung herbeiholen. Und so erhebt den Pilzzüchtern eine ziemlich konzentrierte Stickstoffnahrung. Auf diese wichtige biologische Seite der pilzzüchtenden

Insekten hat erst vor kurzem Neger besonders hingewiesen. — Natürlich werden die Pilzgärten allmählich steril und müssen daher von Zeit zu Zeit gedüngt oder aber durch neues Material ersetzt werden, wclch letzterer Modus nach Petch von den Termiten hauptsächlich geübt wird. Die alten völlig ausgezogenen Teile der Pilzgärten werden hinausgeschafft und an deren Stelle frischer Holzbrei eingefügt. Daher erklärt es sich, dass der Bedarf des Holzes niemals ein Ende nimmt und die Arbeiter ununterbrochen damit beschäftigt sind, Holz einzutragen, worauf auch die großen Zerstörungen durch Termiten zurückzuführen sind.

Dass der Pilz den Termiten wirklich als Nahrung dient, ist von Petch, Doflein etc. durch direkte Beobachtung festgestellt worden. Während aber ersterer annimmt, dass alle Individuen ohne Ausnahme vom Pilz (und zwar von den Spheren, vom Mycel und selbst vom Stiel des *Agaricus*) sich nähren, behauptet Doflein, dass die Pilze in der Hauptsache Larvenfutter darstellen. Er hat dafür sowohl den anatomischen als biologischen Beweis zu erbringen versucht. Der Darm resp. der Kropf sämtlicher untersuchter Larven und Nymphen waren mit Spheren vollkommen angefüllt, während im Darmtraktus der Arbeiter und Soldaten lediglich fein zerlegte Holzelemente gefunden wurden. Damit stimmten auch die Fütterungsversuche überein, indem die Arbeiter und Soldaten niemals zur Annahme von Spheren gebracht werden konnten, während dies bei den Larven und Nymphen (wie auch bei der Königin) leicht gelang. Wenn diesen, nachdem sie einige Stunden bis Tage gehungert, auf einer ausgeglühten Nadel ein Mycelköpfchen dargereicht wurde, so nahmen sie es ohne weiteres an. „Es war interessant zu beobachten, wie sie es zunächst mit den Tastern befühlten, wie sie es dann zwischen die Mundwerkzeuge nahmen und dort zunächst längere Zeit herumdrehten und es dabei offenbar mit den Spitzen der Mandibel bearbeiteten. Sehr auffallend ist dabei, dass ein Mycelköpfchen genau den Raum ausfüllt, der bei ganz geöffneten Mundwerkzeugen von diesen umschlossen wird“.

Für die Annahme Doflein's sprechen noch andere Momente: nämlich einmal der Umstand, dass die Pilzgärten größtenteils von Larven bevölkert sind, weshalb sie ja Smeathman auch als „Wochenstuben“ bezeichnet hat; und sodann bedürfen die Larven als die wachsende Form zu ihrem Aufbau in viel höherem Maße stickstoffreiche Nahrung (wie sie in den Spheren gegeben ist), als die Arbeiter, die in der Hauptsache mit Kohlenhydraten auskommen; und endlich ist es doch sehr naheliegend, dass die Arbeiter von dem Holz, das sie ja in ihrem Darmtraktus heimschleppen, direkt die nötigen Nährstoffe für sich entnehmen. Wenn man bedenkt, dass die Arbeiter ununterbrochen Holz einschleppen, so wird

dieses durch den verhältnismäßig geringen Verdauungsprozess jedenfalls nicht so stark ausgezogen, dass es nicht mehr als Nährsubstrat für den Pilz dienen könnte.

Die Pilzzucht der Termiten ist sehr verbreitet, jedenfalls viel verbreiteter wie die der Ameisen. Es kann dies durchaus nicht überraschen, da ja die Termiten ausgesprochene Holzinsekten sind, welche ihre Nahrung mit Vorliebe in totem Holze suchen. Da nun letzteres gewöhnlich eine reiche Pilzvegetation besitzt, so haben die Termiten Gelegenheit genug, mit Pilzen in Berührung zu kommen. Nehmen wir dazu noch die weitere Gewohnheit der Termiten, Nahrungsvorräte in ihren Nestern anzusammeln, so ist es durchaus nicht mehr schwer, den Anfang der Pilzzucht sich vorzustellen: Aus dem eingetragenen Holz werden eben die verschiedenen Pilzmycelien, Conidien etc. herausgewachsen sein, welche den Termiten natürlich zunächst unterschiedslos eine willkommene Nahrung waren, und daher häufig von ihnen abgegrast wurden. Während nun die meisten der Pilze auf diese Behandlung nicht besonders reagierten, wurde ein Pilz wesentlich verändert, indem er zur Bildung der eigentümlichen Spheren gebracht wurde. Und da diese Bildung besonders vorteilhaft für die Ernährung des Termitenvolkes sich erwiesen, so wurde, durch die natürliche Zuchtwahl unterstützt, der Instinkt der Termiten auf die Züchtung gerade dieses Pilzes gelenkt und immer mehr vervollkommenet. Wir wissen heute leider noch wenig über die verschiedenen Stufen des Gärtnereinstinktes der Termiten, doch ist kaum daran zu zweifeln, dass bei einem genauen Studium in dieser Richtung sich eine allmählich aufsteigende Reihe von einem primitiven bis zu dem hochentwickelten Gärtnereibetriebes eines *Termes bellicosus* feststellen lassen wird, — wie eine solche ja auch bei den pilzzüchtenden Ameisen aufgestellt werden konnte.

Nehmen wir den eben skizzierten Weg als den nächstliegenden für die Entstehung und Entwicklung der Pilzzucht der Termiten an, so hat das übereinstimmende Vorkommen der Pilzzucht der Ameisen durchaus nichts Befremdendes, und ich kann wirklich nicht einsehen, wie diese Konvergenz „auf den ersten Blick etwas ganz wunderbares haben sollte, welches zu den abenteuerlichsten Hypothesen Anlass geben könnte“, wie Doflein meint. — Die Konvergenz beruht auf der übereinstimmenden Gewohnheit mancher Ameisen und Termiten, vegetabilische Vorräte in den Nestern anzusammeln. Damit ist die Grundlage resp. der Anstoß zur Pilzzucht gegeben, denn mit den Vorräten werden stets auch Pilze eingebracht.

Dass der Termitenpilz sich in unveränderter Form in der freien Natur im toten Holz finden sollte, wie Doflein annimmt, scheint nicht der Fall zu sein; wenigstens ist es Petch

nicht gelungen, denselben außerhalb der Termitennester aufzufinden. — Auch von dem Ameisenpilz, *Rozites gangylophora* kennen wir die wilde Form noch nicht; dagegen ist es vor kurzem (F. W. Neger⁵⁾) gelungen, den „Ambrosiapilz“, d. i. ein Züchtungsprodukt der Holzborkenkäfer, als eine veränderte Wachstumsform des gewöhnlichen Blaufäulenerregers nachzuweisen. —

Die Zahl der bekannten pilzzüchtenden Termiten ist heute schon eine recht große und wird zweifellos noch beträchtlich vermehrt werden. Zum weitaus größten Teil gehören sie der Gattung *Termes* s. str. (Wasmann) an, deren sämtliche Arten Pilzzüchter sind. Ich erwähne hier nur einige Formen; für Afrika: *T. bellicosus*, die bekannteste Art, deren Pilzzucht bereits von Smeathman beschrieben, ferner *natalensis Estherae*, *vulgaris*, *incertus*, *goliath* etc.; für Asien: *T. obscuripes*, *redemanni*, *malayanus*, *fatalis*, *mycophagus*; für Amerika: *T. dirus*. —

Auch die *Microtermes*-Arten, die sich von den *Termes* durch ihre Kleinheit unterscheiden, gehören zu den Pilzzüchtern. Sie leben in der Regel in den Bauten der großen pilzzüchtenden *Termes*-Arten, und errichten Pilzgärten, die eine Miniaturausgabe der großen Gärten darstellen. Die Kleinheit der *Microtermes*-Arten lässt uns vermuten, dass wir es mit Dieben zu tun haben, die das Material zu den Gärten wie auch den Pilz von ihren Wirten stehlen. —

* * *

Die Ähnlichkeit in der eben geschilderten Pilzzucht der Termiten mit der der Ameisen bezog sich vor allem auf die Produkte der Züchtung, die sogen. „kuglichen Körperchen“, die ein vollkommenes Seitenstück zu den „Ameisenkohlrabi“ Möller's darstellen, während das Material und die Form der Pilzgärten sowie die Art der Materialbeschaffung bei beiden etwas verschieden ist. Die obigen Termiten verwenden in der Hauptsache Holz, zu dem sie im Schutze gedeckter Galerien sich begeben, die Ameisen dagegen benützen Blattstücke, die sie aus den Blättern lebender Bäume ausschneiden und in offenen wohlorganisierten langen Zügen hereinholen. Die Züge der *Attini* stellen eine sehr auffällige Erscheinung dar, und waren schon lange bekannt, bevor man von der Pilzzucht etwas wusste.

Nun gibt es auch einige Termiten, die ganz ähnliche Züge unternehmen wie die *Attini* und auch bezüglich der Gewohnheit des Blattschneidens genau wie diese sich ver-

5) Neger macht den Vorschlag, alle jene Pilze, welche mit Tieren in ähnlichen symbiotischen Beziehungen stehen, wie die Pilze der Ameisen und Termiten, „Ambrosia-Pilze“ zu nennen, wobei unter „Ambrosia“ diejenige Wachstumsform des Pilzes zu verstehen ist, welche den Tieren zur Nahrung dient.

halten. Die erste Kunde von diesen „Wander- und Blattschneiderterminen“ verdanken wir Smeathman, der in Afrika am hellen Tage einem großen Termitenzuge begegnete. Um welche Art es sich dabei gehandelt hat, ist schwer festzustellen. Smeathman nennt sie *Termes viarum* und bemerkt dazu nur, dass sie viel größer als *Termes bellicosus* sei und gut ausgebildete Augen habe. Letztere Angabe macht es sehr wahrscheinlich, dass es eine *Hodotermes*-Art war.

Da die Termiten allgemein als lichtscheue Tiere bekannt sind, die nur im äußersten Notfall dem Tageslicht sich aussetzen, so hegte man längere Zeit an der Smeathman'schen Erzählung Zweifel, bis deren Richtigkeit von anderer Seite mehrfach bestätigt wurde. So hat Haviland in Natal ganz ähnliche Züge von Termiten beobachtet, und zwar ebenfalls von einer *Hodotermes*-Art (*H. mossambicus*). Der Bericht darüber, der zum erstenmal in Sharp's „Insects“ veröffentlicht worden ist, lautet etwa folgendermaßen: Die aus der Erde hervorkommenden Arbeiter waren des Tags über damit beschäftigt, frisches und welkes Gras abzuschneiden, das in ungefähr ein paar Zoll langen Stücken in die Erdgänge geschleppt wurde; auch Blattstückchen wurden in diese Gänge geschafft. Oft legten die Arbeiter ihre Bürde an den Mündungen der Gänge, um welche herum das Gras ganz kurz abgeschnitten war, ab, um gleich wieder umzukehren und noch mehr Material zu holen. In dieser Weise wurden bis gegen Mittag große Haufen gesammelt, die später, wenn die Hitze etwas abgenommen hatte, in die Gänge hinabgeschafft wurden. Haviland folgte den ungefähr 8 mm weiten Gängen bis 20 Fuß weit und 5½ Fuß tief, ohne das eigentliche Nest finden zu können. Die Gänge blieben im ganzen Verlauf ziemlich gleich, nur in der Nähe vom Eingang erweiterten sie sich hier und da zu Kammern, in denen das eingetragene Gras zeitweise untergebracht war. Doch waren dieselben von so geringer Ausdehnung dass darin höchstens das Material einer ein- oder zweistündigen Sammeltätigkeit Platz finden konnte. —

Endlich besitzen wir noch von Sjöstedt eine anschauliche Darstellung eines am Tage beobachteten Termitenzuges. Merkwürdigerweise handelt es aber sich hierbei nicht um eine mit Augen versehene *Hodotermes*-Art, wie in den beiden vorigen Fällen, sondern um einen echten augenlosen *Termes*, den Sjöstedt als *T. Lilljeborgi* beschrieben hat. Genannter Forscher begegnete dem Termitenzug, der in vielen Kolonnen vorrückte, mitten im dichtesten Urwald im Kamerungebiet. Gleich den Blattschneiderameisen streiften diese Termiten am hellen Tage umher und zwar stets in geordneten Reihen, die in zwei verschiedenen Richtungen sich bewegten: nämlich sowohl von wie auch zu den Erdlöchern, deren sich mehrere auf kleinem Raum beisammenfanden. Sowohl an den Seiten dieser

Züge, als auch hier und da auf dem Terrain zwischen den einzelnen Zügen standen die stattlichen großen braungelben Soldaten mit ihren mächtigen schwarzen Köpfen und den großen drohenden Kiefern, zur Verteidigung gegen angreifende Feinde bereit. Auch mitten unter den vorrückenden Arbeitern marschierten einzelne Soldaten, sowohl von der großen als auch mehr noch von der kleineren Form.

Sobald der Zug auf umherliegende Blätter traf, zerstreuten sich die Teilnehmer; die Arbeiter gingen ans Werk und schnitten aus den Blatträndern kleine zirkelrunde Platten aus, welche sie alsdann lotrecht zwischen den Mandibeln haltend, in ihre unterirdischen Gänge trugen. Wenn man die Gesellschaft störte, so schüttelten und rüttelten sich die auf den Blättern sitzenden Termiten wie rasend und brachten dadurch ein ziemlich lautes Geräusch hervor, welches sich deutlich als Warnungssignal erwies und die anderen veranlasste, sich schleunigst in die Erde zurückzuziehen. Hier und da standen, wie bereits erwähnt, die Wache haltenden Soldaten an den Seiten der Züge, aber auch aus allen Öffnungen guckten ihre kolossalen schwarzen Köpfe mit den Riesenmandibeln hervor, auch dann noch, nachdem sich die ganze Schar allmählich in die Erde verzogen hatte. — — —

Vergleichen wir die Schilderung Haviland's und Sjöstedt's mit den Berichten über die Züge der Blattschneiderameisen (*Attini*), so gelangen wir zu einer ganz erstaunlichen Übereinstimmung zwischen den beiden. Das kolonnenweise Ausmarschieren, der Vorgang des Blattschneidens, die Art und Weise, wie die Blätter heimgeschleppt werden, die Begleitung und Beschützung durch ein Heer Soldaten etc. ist hier wie dort völlig gleich, so dass man in der Schilderung Sjöstedt's, an Stelle von *Termes tilljeborgi* ruhig *Atta cephalotes* setzen könnte.

Bei einer derartigen frappanten Übereinstimmung ist es wohl erlaubt, bezüglich des Zweckes der geschilderten Vorgänge einen Analogieschluss zu machen. Bei den Blattschneiderameisen war man sich lang über die Verwendung der so massenhaft eingeschleppten Blattstücke im Unklaren; man dachte, dass sie zu Bauzwecken verwendet wurden u. s. w., bis durch Belt und Möller festgestellt wurde, dass sie als Nährsubstrat für einen Pilz dienen. — Liegt es da nicht nahe, das gleiche auch betr. der von den Termiten eingeschleppten Gras- und Blattstücken anzunehmen? Um so mehr, als die Pilzzucht bei den Termiten ja überhaupt eine verbreitete Erscheinung ist. Jedenfalls sind die diesbezüglichen Vermutungen, die Haviland und Sjöstedt ausgesprochen, vollauf berechtigt. Wenn man bisher über die Verwendung der eingeschleppten Blattstücke noch keine definitive Klarheit erlangen konnte, so lag dies wohl daran, dass man nicht

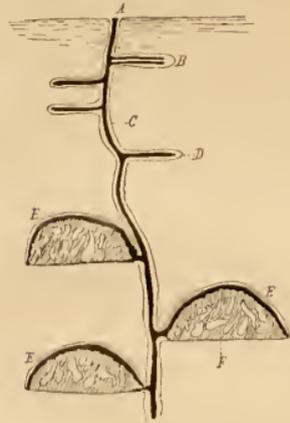


Fig. 1.
Schematischer Durchschnitt durch das unterirdische Nest von *Termes mycophagus* Desn.
A = Eingang;
B u. D = Vorrat-kammern;
C = Hauptgang;
E = Pilzkammer;
F = Pilzgarten.
Nach Desneux.

Fig. 2



Geotinetra Hügel von *Termes bellicosus* Sm., mit Pilzgärten (Erythra)



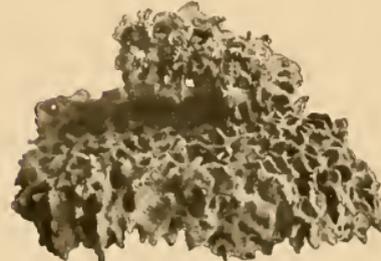
Pilzkuchen von *Termes bellicosus* Sm. (Afrika).

Fig. 4.



Pilzkuchen von *Termes* spec. (Ostafrika).

Fig. 5.



Pilzgarten von *Termes obscuripes* (Ceylon).

Fig. 6.



Pilzgarten von *Termes* spec. (Ceylon).

Fig. 7.



Pilzgarten der Diebstermite *Microtermes globicola* Wasm. (Ceylon) Natürl. Größe.

Fig. 8.



Stück eines Blattes, aus welchem *Termes Lilljeborgi* runde Scheiben herausgeschnitten haben.
Nach Sjöstedt.

tief genug in die Erde eingedrungen ist; denn wie bei manchen pilzzüchtenden Ameisen dürften auch bei den Termiten das eigentliche Nest mit den Pilzgärten ziemlich tief gelegen sein.

Bei der Übereinstimmung der Materialbeschaffung dürften hier jedenfalls auch die Pilzgärten eine noch weitgehendere Ähnlichkeit mit denen der Ameisen aufweisen als in den obigen Fällen, in denen die Gärten durch ihre größtenteils holzige Beschaffenheit eine bedeutend härtere Konsistenz und ausgesprochenere für jede Art charakteristische Formen zeigten. — Damit wäre uns ein geradezu klassisches Beispiel für biologische Konvergenz gegeben, indem in zwei gänzlich verschiedenen Tiergruppen der doch so sehr komplizierte Vorgang der Pilzzucht von Anfang bis zu Ende bis in die Einzelheiten in der gleichen Weise verläuft. —

Literatur.

- Doflein, Fr., Die Pilzkulturen der Termiten. In: Verhandl. deutsch. zool. Gesellschaft, 1905, p. 140—149.
- Escherich, K., Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. Braunschweig 1906.
- Eine Ferienreise nach Erythrea. Leipzig (Quelle n. Meyer) 1908, p. 32—33.
- Die Termiten oder weißen Ameisen. Eine biolog. Studie. Leipzig (Dr. W. Klinkhardt) 1908.
- Holtermann, C., Pilzanbauende Termiten. In: Bot. Untersuchungen (Festschrift Schwendener) 1899, p. 411—420.
- Koenig, Joh. Gerh., Naturgeschichte der sogen. weißen Ameisen. In: Besch. Berlin. Ges. naturf. Freunde. 4, 1779.
- Möller, Alfr., Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen. Jena 1893.
- Neger, F. W., Die pilzzüchtenden Bostrychiden. In: Naturw. Zeit. f. Forst- und Landwirtsch. 6, 1908, p. 274—280.
- Petch, T., The Fungi of certain Termite nests. In: Ann. Royal Bot. Gardens Peradeniya. III. Part. 2, 1906, p. 185—270, Taf. V—XXI.
- Sharp, D., Insects. pat. I (*Termitidae* p. 356—389). London 1901.
- Sjöstedt, Yngve, *Termes Liljeborgi*, eine neue wahrscheinlich pilzbauende Tagtermiten. Upsala 1896.
- Smeathman, H., Some account of the Termites. In: Philosoph. Transact. LXXI (1781).
- Trägårdh, Ivar, Termiten aus dem Sudan. In: Results Swedish Exped. to Egypt. and the White Nile 1901. Part 1, Nr. 12, 1903.
- Wasmann, E., Termiten, Termitophilen und Myrmecophilen. Gesammelt auf Ceylon von Dr. W. Horn. In: Zool. Jahrb. Syst. XVII, 1902, p. 99—164.
- Wheeler, M. W., The fungus-growing Ants of North-America. In: Bull. Am. Mus. Nat. Hist. Vol. XXIII, 1907.

Zysten von *Bodo lacertae*.

Entgegnung zu dem Artikel: „Some Remarks upon the ‚Autogamy‘ of *Bodo lacertae* (Grassi)“ von C. Dobell d. Zeitschrift XXVIII. Bd., p. 548.

Von S. Prowazek.

Im Biologischen Centralblatt — Bd. 28, Nr. 17. S. 548 — kommt C. C. Dobell zu dem Resultate, dass die Zysten von *Bodo lacertae*, die von mir als „Autogamiezysten“ beschrieben worden sind

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Escherich Karl Leopold

Artikel/Article: [Die pilzzu^lchtenden Termiten. 16-27](#)