

Ueber Pilzgärten bei Termiten.

Von Dr. H. Morstatt

Regierungsrat an der Biolog. Reichsanstalt Berlin-Dahlem.

Man hat früher die Pilzzucht einiger Termiten in engen Zusammenhang mit der sozialen Organisation gebracht, weil sie zunächst nur noch von anderen sozialen Insekten, Ameisen, bekannt war. Hier wie dort ist aber die Pilzzucht eng auf bestimmte Gattungen beschränkt — bei Termiten auf die *Termes*-Reihe nach Holmgrens Einteilung, — ohne bei anderen ebenso hochentwickelten vorzukommen, ist also nur ein Sonderfall unter anderen biologischen Anpassungen, und dann kommt die Pilzzucht auch bei nicht sozialen Insekten vor. Nur ihre besondere Ausbildung bei Termiten hängt von der sozialen Organisation mit ihrem Reichtum an Individuen und Differenzierung zusammen. — Mit der Pilzzucht verknüpfen sich zahlreiche Fragen, die der Klärung bedürfen und wir haben wieder den Fall, daß eine ob ihrer Zufälligkeit allgemein geläufige biologische Erscheinung noch wenig erforscht ist. Das Problematische beginnt hier schon bei der Definition des Begriffes, bei der Frage, worin denn die züchtende Tätigkeit der Termiten beruht und wie weit dieser vermenschlichende Ausdruck berechtigt ist. Es ist daher zweckmäßig, zunächst die Pilzzucht anderer Insekten zu vergleichen. Sie kommt bekanntlich außer bei einigen Gattungen von tropischen Ameisen auch bei den Ambrosiakäfern und bei Gallmücken vor. In den *Asphondylia*-Gallen ist die Ernährung der Larve mit den Pilzrasen noch nicht direkt beobachtet und der Übertragungsmodus des Pilzes ebenfalls unbekannt; der Ausdruck Pilzzucht ist also in diesem Falle sehr wenig berechtigt. Die Ambrosiakäfer (im Holze brütende Scolytiden, ferner *Lamexylon*) nähren sich nicht von Holzfasern, sondern von einem in ihren Fraßgängen wachsenden Pilz, der die Nährstoffe aus dem sonst nährstoffarmen Holz sammeln und konzentrieren soll. Wahrscheinlich sind es *Endomyces*-Arten (Fäulepilze), die das Holz aussaugen und so Nahrung für Borkenkäfer und ihre Larven liefern. Bei diesen Nutzholzborkenkäfern hat man den Pilz in Form von isolierten Zellen im Darm, nahe beim Kaumagen gefunden. Solche Zellen keimen leicht im Gegensatz zu denen des Pilzbelages der Brutgänge. Hier liegt also eine gewisse Berechtigung vor, von Pilzzucht zu sprechen, da man annehmen muß, daß die Käfer die Keime für ihre Kultur mitbringen. Auch das Abweiden der Pilzgärten ist beobachtet. Die Pilzrasen bleiben aber nicht lange als Reinkulturen, sie werden bald durch andere Pilze, Hefen und Bakterien, verunreinigt. Für unseren Vergleich ist das Wesentliche,

daß diese Käfer Holz überhaupt nicht fressen, sondern aus ihren Fraßgängen herausschaffen, während es bei Termiten noch die ursprüngliche Nahrung der Arbeiter und Soldaten ist, die wahrscheinlich auch bei den pilzzüchtenden Arten noch teilweise verdaut wird. Die Larven dagegen leben nur von Pilzen. Man hat diese Pilzzucht der Borkenkäfer als Anpassung an das nährstoffarme Substrat betrachten wollen, da andere Borkenkäfer, die in der Rinde oder in Samen leben, keine züchten. Ich möchte aber darauf hinweisen, daß frisches und selbst trockenes Holz vielen Insekten, darunter auch nahe verwandten Käfern ein genügender Nährstoff ist, und daß pilzzüchtende Borkenkäfer in Triebspitzen, wie *Xyleberus coffeae* und *morstati* am Kaffee und andere Arten an tropischen Obstbäumen, gesunde junge Triebe befallen, welche dann erst infolge der Pilzentwicklung absterben. Von Nährstoffarmut kann hier keine Rede sein, und dies spricht wieder für die Berechtigung des Begriffes der Pilzzucht. — Die Pilzzucht der Ameisen ist, wenigstens in einzelnen Fällen, besser bekannt als diejenige der Termiten. Die Blattschneiderameisen tragen frische Blattstücke in ihr Nest, zerkaugen sie in kleinste Teilehen und fügen daraus ein sehr zartes Gewebe zusammen, welches einen von Gängen und Hohlräumen durchsetzten Körper bildet. Die kleinen Arbeiter, die man die Gärtner genannt hat, besorgen nun die Reinhaltung der Pilzgärten von Unkräutern und beißen die herauswachsenden Luftmycelien ab. Erst zufolge dieser Tätigkeit bilden sich die sogenannten Kohlrabiköpfchen, die Nahrung der Ameisen. Dies sind besondere Mycelköpfchen, welche Ambrosiazellen abschüttern. Die großen Arbeiter besorgen die Entfernung ausgelaugter Teile des Pilzgartens und Heranschaffung von neuem Blattmaterial. Wichtig ist noch die Tatsache, daß die Königin bei der Koloniegründung in einer besonderen Tasche unter dem Mundraum Pilzbüschel mitbringt und den Pilz dann zunächst auf ihren Exkrementen weiterzüchtet, bis Arbeiter vorhanden sind, die Blattmaterial ins Nest schleppen. Wheeler hat an anderen Arten verschiedene Stufen in der Ausbildung der Pilzzucht beobachtet, woraus sich Hinweise auf allmähliche Entwicklung dieser hoch komplizierten Tätigkeit ergeben, die zweifellos eine richtige „Zucht“ des Pilzes bedeutet.

Man beobachtet nun bei den Pilzgärten der Termiten, z. B. bei *Odontotermes badius*, ebenfalls weiße, stecknadelkopfgroße Pilzkörper, die an die Kohlrabihäufchen der Blattschneiderameisen erinnern. Es wäre möglich, daß diese Körper in gleicher Weise Ambrosiazellen bilden, die oberflächlich abgeweidet werden, daß sie also das Futter, wenigstens für die Larven darstellen. Beobachtet ist dies meines

Wissens noch nicht; vielleicht spielen aber diese Körper gar keine besondere Rolle. In den ausführlichen Arbeiten von Petch auf Ceylon u. a. über die Termitenpilze ist darüber gar nichts zu finden; ich selbst habe auch in Afrika kein Anzeichen davon gesehen, daß die weißen Köpfchen von den Termiten benagt würden. Man könnte ebensogut annehmen, daß die Termiten sie stehen lassen. In welcher Weise und welchen Ständen der Termiten die Pilzgärten überhaupt zur Nahrung dienen, ist meines Wissens ebenfalls noch nicht beobachtet worden. Das hat seinen Grund in der Schwierigkeit bzw. Unmöglichkeit der Zucht dieser Termiten in künstlichen Nestern. — Tatsächlich beobachtet man an Pilzgärten folgendes (bei den ostafrikanischen Arten): Sie sind von Walnuß- bis Kopfgröße und bestehen aus einer feuchten, weichen Masse, die badeschwammähnlich gekammert ist. Beim Trocknen erhärtet sie einigermaßen, bleibt jedoch brüchig. Auf diesen Massen leben die Termiten und zwar findet man dort alle Stadien mit Ausnahme des Königs und der Königinnen, also Larven jeden Alters, Arbeiter und Soldaten verschiedener Größe, Nymphen und die fertigen Geschlechtstiere, ehe sie ausfliegen. Wenn letztere zugegen sind, wird der zwischen Pilzgärten und umgebender Erde vorhandene freie Raum durch ihre Masse vollständig ausgefüllt. Als Nahrung kommen Pilze wohl vorwiegend oder ausschließlich für die Larvenstadien in Betracht, denn diese sind äußerst zarte und weichhäutige weiße Tiere, die das Nest nie verlassen, während die Arbeiter und Soldaten, die das tun, normal chitinisierte Haut und vor allem starke gezähnte Kiefer haben, und auch bei den mit starken Mandibeln bewehrten Soldaten normale Maxillen wie bei den Arbeitern vorhanden sind. — In situ befinden sich diese Pilzgärten, die die weit überwiegende Hauptmasse des Nestraumes der Pilzzüchter ausmachen, in einer stets gleichmäßig feuchten Luft in ihren abgeschlossenen Räumen. Beim Herausnehmen vertrocknen sie in kurzer Zeit oder, bei luftdichtem Abschluß, verschimmeln sie, während man ursprünglich kein Mycel an ihrer Oberfläche bemerkt. Daher die Unmöglichkeit der Zucht dieser Termiten im Laboratorium. Läßt man Pilzgärten verschimmeln, oder tötet man die Bewohner eines Baues ab, wie es z. B. mit Dynamit und Schwefelkohlenstoff gelingt, so kommen nach wenigen Wochen Fruchtkörper der Pilze in großer Anzahl zum Vorschein. Petch unterscheidet Pilze im bewohnten Bau, Pilze in verlassenen Nestern und Pilze, die nur in der Nähe von Termitennestern vorkommen. Ich habe in einem Falle im Freien eine *Clavaria* aus einem abgetöteten Nest zahlreich zum Vorschein kommen sehen; beim Laboratoriumsversuch wachsen immer ganz verschiedene Arten, hauptsächlich auch Schimmelpilze, aus den Pilz-

gärten hervor. — Daraus geht hervor, daß Termiten das Wachstum der Pilze im lebenden Bau verhindern, denn dort wuchert kein Mycel an der Oberfläche der Gärten, und diese Tätigkeit ist es, die man als Pflege der Pilze angesprochen hat. Meines Erachtens liegt aber bisher kein Grund vor, eine besondere Pflege oder Zucht der Pilze anzunehmen. Es ist nichts davon bekannt, daß Termiten etwa einen bestimmten Pilz in ihre Nester mitbringen; diese Frage scheint allerdings, soweit ich sehe, noch gar nicht untersucht zu sein. Das Material der Pilzgärten ist seiner Herkunft und Gewinnung nach als totes Holz mit verschiedenen Pilzen durchsetzt und es liegt auch keine absichtliche Auswahl bestimmter Arten, keine künstliche Reinkultur vor. Die Reinhaltung des Nestes, d. h. des Pilzgartenraumes, fällt aber mit der Nahrungsaufnahme zusammen, wenn wir annehmen, daß die Termiten die Pilzhyphe, die bei den gegebenen Bedingungen ständig in großer Menge aus dem Substrat herauswachsen müssen, wie einen Rasen abweiden. Ich habe diesen Gedanken schon kürzlich im Biol. Centralblatt gestreift und komme darauf zurück, da v. Natzmer in der Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie (1915, S. 161—165, über Konvergenzen im Leben der Ameisen und Termiten) von einer Pflege der Pilze, vom hohen Grad des Gärtnereinstinktes redet. Ich halte es vorläufig für vollständig ausreichend, hier bloß eine Okkupations-tätigkeit, nicht eine wirkliche Kultur der Pilznahrung anzunehmen. Berücksichtigt man diese Tätigkeit, das Abweiden der Rasen, so ist es klar, daß dieser Hypphenrasen eine ausreichende reichliche Nahrung für die Bewohner der Pilzgärten abgibt. — Phylogenetisch liegt diese Erklärung des Verhältnisses der Termiten zu den Pilzen ebenfalls viel näher und einfacher. Die Vorstellung genügt, daß bei Termiten der *Termes*-Reihe in unterirdischen Nestern auf den Kotmassen Pilzrasen zum Vorschein kamen, und diese dann zur Nahrung der Larven wurden. Kotstalaktiten sind ja bei einzelnen baumbewohnenden Arten bekannt, sie befinden sich dort im Freien und tragen daher keine Pilze. Vielleicht könnte die Erforschung der Ernährung von *Termiten*-Larven in Baumnestern, die ebenfalls aus Holzmasse bestehen, aber keine Pilzgärten enthalten, einige Aufschlüsse geben. — In dieser Annahme einfacher Verhältnisse, einer Pilznutzung ohne Pilzpflege, bestärkt mich auch die Tatsache, daß wir bei pilzzüchtenden *Termiten*-Arten keine Sonderanpassung an die Pilzzucht in ihrer sozialen Gliederung oder in ihrer Körperform kennen. Auch dies wird zwar in der Literatur behauptet; so sagt v. Natzmer in dem oben erwähnten Aufsatz von den *Attinen*, wobei er aber ausdrücklich Konvergenzen, die bei Termiten auftreten sollen, im Auge hat: „Alle diese

Formen sind nur noch zu ganz bestimmten, eng umgrenzten Arbeitsleistungen fähig, die sämtlich mit der Pilzzucht in Zusammenhang stehen.“ Ich muß auch dieses Märchen zerstören; in Wirklichkeit ist es gerade auffällig, daß bei Pilzzüchtertermiten keine entsprechende Sonderanpassungen zu beobachten sind. Die *Eutermes*-Reihe, die ihnen ganz nahe steht, ist sozial ebenso hoch entwickelt und ebenso stark gegliedert mit ihren 2 Arbeitern und 2 bis 3 Soldatenformen. Zu der Verwendung der Holzmasse zu den Pilzgärten ist bei anderen Gruppen (*Eutermes* z. B.) eine gewisse Parallele vorhanden, indem solche Arten ihre Galerien nicht aus reiner Erde, sondern aus sogenannter Holzkartonmasse herstellen, woraus auch die Baumnester bestehen. Auf Pilzgehalt sind diese Kartonnester noch nicht untersucht; ihre Masse weicht zweifellos stark von derjenigen der Pilzgärten ab, sie ist viel dunkler und besteht vermutlich aus Rindenteilen, die stark gerbstoffhaltig sind. Die Nahrung dieser Arten ist verschieden, teils zerstören sie Holz, genau wie die *Termes*-Reihe, teilweise leben sie von Flechten, wie Petch bei *Eut. monoceros* beobachtet hat. Im übrigen ist, was die angebliche Spezialisierung zur Pilzzucht betrifft, die Arbeitsteilung der Termiten kaum in den größten Anfängen, nur als Arbeitsteilung zwischen Arbeitern und Soldaten bekannt, aber innerhalb der Stände weiß man so gut wie nichts über die besonderen Aufgaben einzelner Formen oder Größen von Arbeitern und Soldaten, so daß es paradoxerweise den Anschein hat, als ob hier die körperliche Differenzierung der funktionellen vorausgeeilt sei. Jedenfalls ist es nicht wie bei den Attinen beobachtet, daß etwa die kleinen Arbeiter nur die Brutpflege, die großen nur die Herbeischaffung der Nahrung besorgen. Meine zahlreichen Funde von verschiedenen Arten geben nicht den geringsten Anhalt dafür. Ich fand sowohl an Fraßstellen als auch in Erdgalerien alle 4 Formen, wenn die Individuen zahlreich waren, in anderen Fällen fehlten einzelne Formen; aber im allgemeinen findet man jedenfalls beide Größen von Arbeitern an den Fraßstellen. Eher könnte die Funktion der zwei Soldatenformen verschieden sein, dann wäre aber zu berücksichtigen, daß die Arten sich hierin ungleich verhalten. Soldaten sind im allgemeinen wehrhaft und erscheinen bei Eingriffen ins Nest an zerstörten Stellen; es gibt aber auch eine Art, bei welcher Soldaten selten sind und erst nach langem Suchen tief unten im Nest gefunden werden. Wenn große Raubameisen (*Megaponera*) Termiten überfallen, schleppen sie Arbeiter und Soldaten, auch der großen Termiten, ohne Unterschied fort. Die Termitensoldaten sind eben nicht aggressiv wie z. B. die Treiberameisen, die richtige Raubtiere sind. — Auch die Entstehung dieser Pilzgärten ist

noch nicht näher beobachtet. Aus ihrer Zusammensetzung geht hervor, daß sie aus den Kotklümpchen der Termiten erbaut, d. h. geformt sind. Termiten tragen also kein Holz in den Bau, wie etwa Attinen Blattstücke hineintragen. Die bei großen Arten mit dem Alter des Baues zunehmende Größe der Pilzgärten macht es wahrscheinlich, daß dauernd an ihnen gearbeitet wird und daß Termiten also auch die Pilzgärtenräume in ihren Bauten dauernd vergrößern müssen. Das bedingt eine erhebliche Erdarbeit im Innern der Bauten und damit stimmt auch die Beobachtung überein, daß man zuweilen (bei *T. badius*) Pilzgärten antrifft, die ihren Raum nicht vollständig ausfüllen, und daß Pilzgärten vorkommen, die aus zwei Hälften bestehen, also durch Zusammenstoßen zweier ursprünglich durch Erde getrennter Pilzgärten entstanden sind. Ein Abbau oder Herausschaffen ausgelaugten Materials ist dagegen nicht beobachtet worden. — Bekannt ist diese sogenannte Pilzzucht unter Termiten nur bei den nahe miteinander verwandten Arten der *Termes*-Reihe in Afrika, Indien, Philippinen und bei einer amerikanischen Art. Im übrigen leben Termiten von toter Pflanzensubstanz, vorwiegend von Holz, also Zellulose, gelegentlich auch von lebenden Pflanzenteilen und greifen sogar grünes Laub an, wie ich einmal bei einer pilzzüchtenden Art beobachtet habe. Daß Zellulose der eigentliche Nährstoff ist, beweisen Fütterungsversuche in Formosa mit Watte und Filtrierpapier; auch die Vorliebe der Termiten für Papier spricht dafür.

***Andrena franconica* n. sp., eine neue deutsche Biene (Hym.).**

Von E. Stöckert, Erlangen.

Am 30. Mai 1916 erbeutete ich bei Erlangen auf *Euphorbia* ein frisches Andrenen-Männchen mit schwarzem Kopfschild und im Mai und Juni 1917 bei Erlangen und Forchheim weitere sechs völlig gleichartige Männchen, die ich zunächst für *Andrena chrysoseles* K. hielt und auch in meiner Abhandlung „Beiträge zur Kenntnis der Hymenopterenfauna Frankens“ (Mitteil. Münch. entom. Ges., 9. Jahrg. [1919], p. 15) als dunkle Variation dieser Art erwähnte. Späterhin untersuchte ich jedoch die betreffenden Tiere nochmals genauer und bemerkte, daß sie von typischen *chrysoseles* Männchen wesentlich verschieden waren und einer besonderen, noch unbeschriebenen Art angehörten. Im Mai 1919 und 1920 fingen mein Bruder und ich an einer lehmigen Böschung bei Erlangen eine ganze Reihe weiterer Männchen und auch einige Weibchen, die nach Skulptur und Färbung unbedingt zu den