





Nº 8298





Botanische Mittheilungen aus den Tropen

herausgegeben

von

Dr. A. F. W. Schimper,

a. o. Professor der Botanik an der Universität Bonn.

Heft 6.

Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen.

Von

Alfred Möller.

Mit 7 Tafeln und 4 Holzschnitten im Text.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer.

1893.

Die Pilzgärten

einiger

südamerikanischer Ameisen.

Von

Alfred Möller.

„I believe that they are, in reality,
mushroom growers and eaters.“

Th. Belt: The naturalist in Nicaragua. p. 79.

Mit 7 Tafeln und 4 Holzschnitten im Text.



Jena,

Verlag von Gustav Fischer.

1893.

Vorwort.

Dass ich mich entschloss, für längere Zeit zum Zweck mykologischer Arbeiten nach Süd-Amerika zu gehen, geschah auf Anregung des Herrn Professor Brefeld, meines verehrten Lehrers. Seine Arbeitsmethoden sind es, die ich anwandte, auch für die vorliegende Untersuchung. Seine Nährlösungen sind es, in denen die sonst von den pilzbauenden Ameisen gezüchteten Pilze sich zur Entwicklung bringen liessen und eingehender Beobachtung zugänglich wurden. Während der ganzen bisher verflossenen Arbeitszeit in Blumenau haben mich Herrn Professor Brefeld's Theilnahme, sein Rath, seine Er-muthigung und seine Anregungen stetig begleitet und unterstützt. Drum ist es mir erste Pflicht, ihm meine Dankbarkeit hier zu be-zeugen.

Die Königliche Berliner Akademie der Wissenschaften, der ich Plan und Absicht meiner Reise vortragen durfte, bewilligte mir im Jahre 1890/91 zur Ausführung meines Unternehmens dreitausend Mark; eine weitere Unterstützung von zweitausend Mark zur Fortsetzung der Studien wurde mir im nächstfolgenden Jahre gewährt. Durch diese Unterstützungen ist es mir möglich gewesen, einmal meine Reise-ausrüstung so zu beschaffen, wie sie zur Erreichung der vorgesteckten Ziele nothwendig schien, sodann aber, vor Allem meine Arbeitsräume in Blumenau derart zu wählen, einzurichten und auszustatten, dass die mykologisch entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen keinen andern Schwierigkeiten mehr begegneten, als wenn ich sie in Professor

Brefeld's Münsterschem Laboratorium auszuführen gehabt hätte. Neben der materiellen war aber die damit verbundene moralische Unterstützung durch die Königliche Akademie dem Anfänger auf dem Felde selbstständiger wissenschaftlicher Arbeit von nicht hoch genug zu schätzendem Werthe. Ich darf die Mittheilung der gewonnenen Resultate durch diese Arbeit nicht beginnen, ohne der Königlichen Akademie meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

Die vorliegende Arbeit ist ausgeführt in Blumenau unter den Augen Dr. Fritz Müller's, meines verehrten Onkels. Mit derselben Güte, Bereitwilligkeit und Gründlichkeit, welche Alle kennen, die jemals für wissenschaftliche Arbeit seine Hülfe erbaten und erhielten, hat Dr. Fritz Müller mich nun bald zwei Jahre hindurch unterstützt. Jeder Naturforscher aber, der sich des Tages erinnert, an dem er zum ersten Mal tropischen Wald betrat, sich erinnert, wie er durch die unübersehbare Fülle nie geschauter Formen schier erdrückt wurde, der wird mit mir empfinden, was es heisst, dann einen Führer wie Dr. Fritz Müller zur Seite zu haben, und er wird ermessen, mit welcher aufrichtiger Dankbarkeit ich ihm ergehen bin.

Herrn Professor Schimper endlich gilt mein Dank, der meiner Erstlingsarbeit den ehrenvollen Platz in der Reihe seiner „Botanischen Mittheilungen aus den Tropen“ gütigst einräumte.

Viel anderer freundlicher Unterstützung werde ich an entsprechender Stelle der Mittheilung zu gedenken haben.

Blumenau, September 1892.



Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	
I. Die Pilzgärten der Schleppameisen. (Gattung <i>Atta</i> F. Untergattung <i>Acromyrmex</i> Mayr.)	3
1. Die Arten der Schleppameisen und ihre Thätigkeit ausserhalb der Nester	3
2. Die Nester der Schleppameisen und die Pilzgärten	20
3. Untersuchung der Pilzgärten. Die Kohlrabihäufchen	25
4. Die Bedeutung des Pilzgartens für die Ameisen	30
5. Benutzung des Pilzgartens; sein Aufbau und seine Pflege, in der Gefangenschaft beobachtet	33
6. Entwicklung des in den Gärten gezüchteten Pilzes nach Entfernung der Ameisen; die Conidien, „Perlenfäden“ und „Stranganschwellungen“. Ergebnisse der künstlichen Kultur des Pilzes	42
7. Auffindung der höchsten Fruchtform des Pilzes der Ameisen	65
8. Systematische Stellung des von den Ameisen kultivirten Pilzes	69
9. Beweis der Zugehörigkeit der kohlrabibildenden Hyphen zu <i>Rozites gongylophora</i>	75
10. Welche Pflanzen werden von den Schleppameisen geschnitten?	81
II. Die Pilzgärten der Haarameisen. (Gattung <i>Apterostigma</i> Mayr.)	87
III. Die Pilzgärten der Höckerameisen. (Gattung <i>Cyphomyrmex</i> Mayr.)	103
IV. Rückblick auf die mykologischen Ergebnisse.	112
Anhang: Vereinzelte Beobachtungen an den für die Untersuchung gesammelten Ameisen	120
Erklärung der Abbildungen	125

Die Worte Thomas Belt's, welche ihr als Motto vorangestellt sind, haben zu der vorliegenden Arbeit den ersten Anstoss gegeben. Die blattschneidenden Ameisen oder Schleppameisen sind jedem Reisenden in Süd-Amerika bekannt, und schon Bates hat in seinem Buch „The naturalist on the Amazonas“ 1863 die Frage aufgeworfen: was mögen die Ameisen mit den ungeheuren Mengen von Blättern bezwecken, welche sie in ihre Nester eintragen? Th. Belt beantwortete die Frage mit einer Vermuthung, welche so eigenartig war, dass sie wohl bei vielen einem begrifflichen Zweifel begegnete. Er meinte, die Ameisen verwenden die Blätter als Dünger für einen Pilz, von welchem sie sich nähren. Einen Beweis für seine Vermuthung erbrachte er nicht. Dennoch war dieselbe sicherlich beachtenswerth, schon um der Person ihres Urhebers willen. Wer auf so breiter Grundlage naturwissenschaftlicher Kenntnisse, mit so unbefangenen und scharfem Blick zu beobachten verstand, wie Th. Belt, von dem durfte man annehmen, dass er eine so merkwürdige Vermuthung nicht würde ausgesprochen haben, sie hätte denn für ihn selbst durch vielfache Beobachtung eine an Sicherheit grenzende Wahrscheinlichkeit gewonnen.

Bates' Frage, was die Ameisen mit den Blättern anfangen, würde mich, der ich in erster Linie zum Zweck mykologischer Beobachtungen nach Blumenau kam, wohl kaum zu eingehender Untersuchung angereizt haben. Durch Th. Belt aber erhielt die Frage einen mykologischen Beigeschmack, und dass sie mir nie aus dem Gedächtniss schwand, sondern immer von neuem zu Versuchen der Lösung anspornte, dafür sorgten die Ameisen selbst, deren lastentragenden Zügen ich beinahe auf jedem Ausflug begegnete.

Fanden sich wirklich Pilze in jedem Nest der Schleppameisen vor, war etwa in jedem Nest derselbe Pilz nachzuweisen, und was für ein Pilz mochte das sein? Was geschah mit den Blättern, wenn sie in der bedeckenden Hülle der Nester verschwunden, und der unmittelbaren Beobachtung entzogen waren? Liessen sich die Ameisen

nicht vielleicht in der Gefangenschaft herbei, über ihre uuterirdischen Geheimnisse Aufschluss zu geben? Frasseu sie wirklich niemals Blätter, und konnte uachgewiesen werden, dass sie Pilzfresser seieu? Diese und ähnliche Fragen waren es, die mich zunächst beschäftigteu, und deren klare Beantwortung gelaug, und hier mitgetheilt werden soll.

Wie aber die Beobachtungen, durch die verschiedeneu Jahreszeiten hindurch fortgesetzt, an Umfang zuuahmen, die Freude an der Arbeit wuchs, und kleine Erfolge mich ermuthigteu, so eröffneteu sich stets fort ueue Frageu und neue Aussichten. Ich lernte die verschiedeneu hier vorkommendeu Arteu der Schleppameisen kennen und beobachtete sie vergleichend ueben einander. Ja weiterhiu fandeu sich andere, zu auderen Gattungen gehörige Ameisen, welche gleich den Schleppern sich als Pilzzüchter und Pilzesser erwiesen, obwohl sie weder Blätter schueiden, noch in grosseu Zügen ihre Lasteu schleppen. Und wie sie auf auderem Nährboden, als die Blattschueider ihre Kulturpilze züchteten, so ergab sich, dass auch diese Pilze selbst anderer Art waren, als der von den Schlepperu gepflegte.

Nun kam mir, der ich in den Formen der Ameiseu gauz unbewandert war, die wesentlichste Hülfe von Herru Professor Dr. Forel in Burghölzli bei Zürich, den ich um Bestimmung der Ameisen bat. Herr Professor Forel beantwortete mir mit der gütigsten Bereitwilligkeit alle meine Fragen, er bestimmte die Ameisen, die ich ihm sandte, theilte mir seine zahlreichen Abhandlungeu über die in Frage kommendeu Ameisen mit, und gab mir die manuigfachsten Anregungen und Belehrungen. Ich habe mich nach Kräften bemüht, all seine Belehrung im Interesse der Sache auszunützen, und dies schien mir der richtigste Weg, die grosse Schuld der Dankbarkeit für solch gütige, gründliche und bereitwillige Unterstützung in etwas zu begleichen.

Die Pilze der Ameisen erwiesen sich der künstlichen Kultur nach Professor Brefeld's Methoden zugänglich, und durch beinahe zwei Jahr lang fortgesetzte Versuche in dieser Richtung gelangte ich zu mykologischen Ergebnissen, welche bei Beginn der Arbeit uicht von fern vermuthet werden konuten. Wenn es einer Entschuldigung bedarf, dass ich, zu mykologischeu Untersuchungen ausgesandt, der Biologie der Ameisen ein gut Theil Zeit widmete, so mag die Entschuldigung darin gefunden werden, dass nur durch die Hülfe der Ameisen mykologisch wichtige Thatsachen festgestellt wurden, welche ich auf anderem Wege nach Massgabe der zu Gebote stehenden Hilfsmittel unmöglich hätte finden können.

I.

Die Pilzgärten der Schleppameisen.

(Gattung *Atta* F. Untergattung *Acromyrmex* Mayr.)

1. Die Arten der Schleppameisen und ihre Thätigkeit ausserhalb der Nester.

Die Beobachtungen über Blattschneide-Ameisen, welche Thomas Belt in seinem Buche „The naturalist in Nicaragua“, London 1874, mittheilt, sind zwar an Ameisen gemacht, welche mit den bei Blumenau vorkommenden als „Schleppameisen“ oder „Schlepper“ jedem Colonisten bekannten Arten nicht gleichbedeutend sind. Dennoch sind sie im grossen Ganzen für die letzteren gültig. Ich werde zu zeigen haben, wie alle die Angaben, welche jener grosse Beobachter vorsichtig und vermuthungsweise äusserte, mit vielleicht nur einer mehr nebensächlichen Ausnahme, sich als zutreffend erwiesen. Da ausserdem die Anschaulichkeit der Belt'schen Schilderung allgemein anerkannt ist, so sei es gestattet, die betreffende Stelle seiner Bücher in Uebersetzung hier gleichsam als die Grundlage meiner Beobachtungen dem Leser vorzuführen. Thomas Belt schreibt a. a. O. Seite 71: „Beinahe alle Reisenden im tropischen Amerika haben die Verwüstungen der Blattschneide-Ameisen beschrieben; ihr Gewimmel auf gut ausgegrabenen Pfaden durch die Wälder, ihre unablässige Ausdauer in der Plünderung der Bäume — insbesondere der eingeführten Arten —, welche sie nackt und zerrissen zurücklassen, da ausser der Mittelrippe und einigen zerfetzten Blattstückchen nichts verschont wird. Manche junge Pflanzung von Apfelsinen, Mango und Citronen ist durch sie vernichtet worden. Wieder und wieder ist mir in Nicaragua auf die Frage, warum an diesem oder jenem Platze keine

Fruchtbäume gezogen seien, gesagt worden: es nützt nichts, welche zu pflanzen, die Ameisen fressen sie auf. — Die erste Bekanntschaft macht ein Fremder gewöhnlich mit ihnen, wenn er am Waldrand auf ihre von Ameisen wimmelnden Pfade trifft; eine Abtheilung schleppt Blattstückchen weg von der Grösse eines six-pence-Stückes, und hält diese Blattstückchen hoch zwischen den Kinnbacken; eine andere Abtheilung eilt in entgegengesetzter Richtung, ledig, doch voll Eifer, wieder eine Blattlast aufzuladen. Wenn er dieser letzteren Abtheilung folgt, so wird sie ihn zu jungen Bäumen oder Sträuchern führen, welche die Ameisen erklettern. Dort stellt sich eine jede an den Rand eines Blattes und beginnt einen kreisförmigen Ausschnitt aus dem Blattrand zu machen mittelst ihrer scheerenartigen Kinnbacken, indem sie sich um ihre Hinterfüsse als Mittelpunkt dreht. Wenn das Stück schon beinahe abgeschnitten ist, so sitzt sie noch darauf, und es sieht ganz so aus, als sollte sie damit herunterfallen; aber wenn es sich endlich ganz ablöst, sieht man gewöhnlich, dass die Ameise sich mit einem Fuss am Blatt festgehalten hat. Schnell richtet sie sich nun wieder auf, bringt ihre Bürde in die gewünschte Lage und begiebt sich auf den Rückweg. Wenn man ihr nun wieder folgt, so sieht man, dass sie sich mit einer Menge anderer vereinigt, und ohne einen Augenblick Verzögerung eilt sie den glatt ausgehöhlten Pfad entlang. In dessen weiterem Verlauf kommen weitere Pfade, und zwar jeder wimmelnd von fleissigen Arbeitern, von den Seiten hinzu, bis die Hauptstrasse oft sieben bis acht Zoll Breite hat, und ein dichteres Gewimmel zeigt, als die Strassen der City von London.“

„Wenn die Ameise einige hundert Ellen, oftmals mehr als eine halbe Meile zurückgelegt hat, so ist das Ameisennest erreicht. Dasselbe besteht aus niedrigen breiten Hügeln von brauner, lehmig aussehender Erde, über denen die Büsche ebenso wie diejenigen in der nächsten Umgebung getötet sind, weil ihre Knospen und Blätter beständig abgebissen wurden, so oft sie nach ihrer ersten Zerstörung wieder zu wachsen versuchten. Unter hohen Bäumen, im dichten Walde bauen die Ameisen keine Nester, weil, wie ich glaube, die Durchlüftung in ihren unterirdischen Gängen, mit denen sie sehr eigen sind, dadurch beeinträchtigt werden würde, vielleicht auch um die ^{antenna} Traufe der Bäume zu vermeiden. Gewöhnlich findet man die Nester an den Waldrändern, oder am Umfange von Lichtungen, oder dicht an breiten Wegen, welche der Sonne Zutritt gestatten. Zahlreiche röhrenförmige Gänge, im ^{diametro} Durchmesser von einem halben bis

zu acht Zoll schwankend, führen durch die Erdhügel hindurch hinunter; ausserdem führen noch einzelne, in gewisser Entfernung ringsum, ebenfalls nach unten. An einzelnen der Ausgangsöffnungen jener Hügel wird man immer Ameisen in eifriger Thätigkeit bemerken, welche kleine Erdkugelchen von unten heraufbringen, und sie auf die stets wachsenden Hügel werfen, so dass diese beinahe immer frisch und neu aussehen.“

„Wenn man nahe bei den Hügeln steht, so sieht man, wie von allen Richtungen der Windrose Ameisenwege dorthin führen, alle gedrängt voll von eifrigen Arbeitern, die ihre Blätterlast tragen. Soweit das Auge ihre zarten Formen unterscheiden kann, bewegen sich Blätterhaufen über Haufen nach dem Mittelpunkt hin und verschwinden in den zahlreichen Schächten. Die herauskommende, unbeladene Schaar ist z. Th. verborgen zwischen den grossen Lasten der herankommenden, und kann nur unterschieden werden, wenn man ganz nahe zusieht. Die rastlos sich abmühenden Schaaren machen durch ihre Kraft einen gewaltigen Eindruck, und man fragt sich: Welche Wälder können solchen Eindringlingen Stand halten? Wie ist es möglich, dass die Vegetation nicht vom Erdboden weggefressen wird? Sicherlich konnte solcher Zerstörung nur die Tropennatur mit ihrem ungeheuren und ununterbrochenen Wiedererzeugungsvermögen Stand halten.“

Bei den in der Umgebung von Blumenau beobachteten Schleppeameisen kommen so breite Strassen, wie Th. Belt sie schildert, nicht vor; meist erscheinen die lasttragenden Ameisen nur im Gänsemarsch. Demgemäss sind die angerichteten Zerstörungen, obwohl sie für Garten- und Landbau empfindlich genug werden, nicht so gewaltig, wie dort in Nicaragua. Ferner findet man die Nester der mesigen Ameisen ebensowohl im dichten Walde wie im Freien, und was die Anlage derselben betrifft, so gilt die Belt'sche Beschreibung nur für eine der hier in Betracht kommenden Arten, für die anderen nicht.

Die häufigste Schleppeameise bei Blumenau ist Atta (Acromyrmex) discigera Mayr, deren Beschreibung bei Mayr: „Südamerikanische Formiciden“; Verhandl. der K. K. Zool. bot. Ges. Wien 1887 zu finden ist. Um sie anzutreffen braucht man nur an einem sonnigen Tage an beliebiger Stelle bei Blumenau 10 Minuten spazieren zu gehen. Das Laienauge erkennt die Ameise an ihrer braunröthlichen Farbe, und unterscheidet sie von der folgenden, Atta hystrix, leicht dadurch, dass niemals Arbeiterinnen vorkommen, welche länger als

6,5 mm sind. Grössere, bis 9 mm lange Arbeiterinnen, sieht man bei *Atta hystrix* stets auf den ersten Blick.

Atta (*Acromyrmex*) *hystrix* Latr. ist beschrieben bei Latreille: *Histoire naturelle des fourmis etc.* Barrois. An X (1802). Sie ist kaum weniger häufig als die vorige, wird aber in Gärten und an Wegen seltener, öfter dagegen im Walde und den an den Wald grenzenden Pflanzungen angetroffen. Ihre Farbe erscheint, wenn man die Ameisen auf einem gestörten Nest herumwimmeln sieht, fast rein schwarz, und stets sieht man zum Unterschied von der vorigen Art sofort die grössten Arbeiterinnen, welche bis 9 mm lang sind.

Entschieden seltener als die beiden vorigen findet man bei Blumenau *Atta* (*Acromyrmex*) *coronata* Fabr.; die Beschreibung ist nachzusehen in: Fabricius: *Systema Piezatorum sec. ord. etc.*, Brunsvigac 1804. Ausserdem ist bezüglich der beiden letztgenannten Formen zu vergleichen: Forel, *Études myrmécologiques* en 1884 p. 39–41. Diese *Atta coronata* ist von der vorigen durch ihre hellgelbbraune Färbung auffallend unterschieden. In übrigen ist ihr Bau so sehr dem der vorigen gleich, dass Forel und Mayr sie nur als Rasse der *A. hystrix* betrachten. In der Anlage ihrer Nester zeigt sie, wie ich zu beschreiben haben werde, gegen jene durchgreifende Unterschiede.

Die drei genannten Formen sind die einzigen, welche vom praktischen Gesichtspunkt aus in Betracht kommen, welche also in den Pflanzungen bei Blumenau erheblichen Schaden anrichten. Eine vierte *Atta*-Form, welche ich unterscheiden muss, und einfach als *Atta IV* bezeichnen will, ist nur selten, und nur im Walde in verhältnissmässig kleinen Gesellschaften angetroffen worden. Herr Professor Forel erklärte sie als *Varietät* der *A. coronata*, und machte mich gleichzeitig auf die ausserordentliche Veränderlichkeit der *Atta*-Formen aufmerksam, welche der scharfen Artbegrenzung oftmals die grösste Schwierigkeit bereite. Es kann mir selbstverständlich nicht in den Sinn kommen, dem erfahrenen Myrmekologen gegenüber, dem ich noch dazu alle meine geringe Formenkenntniss verdanke, hier abweichende Ansichten geltend zu machen; und ich will lediglich feststellen, dass hier in der Umgegend von Blumenau diese als *Atta IV* bezeichnete Form deutlich gekennzeichnet und jederzeit auch für das ungeübte Auge leicht unterscheidbar ist. Ihre Arbeiterinnen werden nie über 8 mm gross, bei *Atta coronata* findet man stets solche von 9 mm Länge. Mehr oder weniger deutlich, stets aber an der Mehrzahl der Einzelwesen leicht sichtbar, bemerkt man einen hellgelb-

lichen Streifen, welcher von einem Auge zum anderen hinter den Fühlern entlang verläuft, einen hellgelblichen ^{gelblich-carmin} Sattelfleck auf dem Mittelteil und einen dunklen Längsstreif auf der Mittellinie des Hinterleibes. Solche Zeichnung hat bei Blumenau *Atta coronata* niemals. Die Nester der *A. IV* sind denen der *A. discigera* gleich, ganz verschieden aber von denen der *A. coronata*.

Am 1. Februar 1892 beobachtete ich in Gemeinschaft mit Herrn Erich Gärtner aus Blumenau eine Schlepperstrasse in der Nähe des Stadtplatzes auf einer Viehweide. Das Gras war ziemlich kurz abgeweidet und bedeckte mit seinen ziemlich breiten Spritzen den Erdboden nahezu vollständig; man sah nur hier und da an kahleren Stellen einzelne Schleppeameisen mit ihren Blätterlasten. Indem wir sorgfältig das Gras zur Seite bogen, sahen wir, wie darunter eine schön glatt ausgearbeitete, halb in den Erdboden eingesenkte Strasse sich hinzog. Die Strasse hatte, von geringen Schwankungen in der Abmessung abgesehen, 1,5 cm Breite und ebensoviel Höhe. Wir versuchten zunächst ihren Verlauf festzustellen, ohne die schleppenden Ameisen zu stören, und konnten sie endlich auf eine Länge von 26 m verfolgen. Einzelne Ameisen unter der Mehrzahl solcher, die mit Blättern beladen waren, schleppten Stückchen des rötlichen Fruchtfleisches der Goyaba (*Psidium Guava*). Unter dem Goyababaum, von dem diese Früchte abgefallen waren, fand sich der Ausgangspunkt unserer Strasse, welche sich, von kleinen Biegungen rechts und links abgesehen, in annähernd gerader Richtung nach dem Nest hinzog. Obwohl zahlreiche Goyabafrüchte dort herumlagen, meist aufgeplatzt, so dass mit leichter Mühe das Fruchtfleisch den Ameisen zugänglich war, so waren doch nur wenige Arbeiterinnen mit diesen Früchten beschäftigt. Die meisten schnitten Blättchen einer kleinen zerstreut zwischen dem Wiesengras wachsenden *Cuphea* ab, und suchten mit ihrer Last auf dem nächsten Wege die Hauptstrasse zu gewinnen. Wenn man die Mühen betrachtet, welche der Weg zur Hauptstrasse den beladenen Ameisen verursacht, unter den Grasblättern hindurch, über trockene Blätter hinweg, so ist leicht ersichtlich, wie es eine ganz unverhältnissmässig lange Zeit und Anstrengung erfordert haben würde, ohne die glatte Strasse das Nest zu erreichen. Und in der That findet man die Schlepper fast ausnahmslos auf mehr oder weniger gebahnten Steigen einherziehend; nur erst am Plünderungsort oder in dessen Nähe, vertheilen sich die Arbeiterinnen, und jede muss auf eigene Faust ihre Last sehen, abschneiden, aufladen und auf best-

möglichem Wege zur Strasse schaffen, wo sie sich dann wieder dem Zuge der Genossinnen anschliessen kann.

Die Strasse selbst kann je nach dem ^{dem} Gelände, durch welches sie führt, ausserordentlich verschieden beschaffen sein. In unserm Falle war sie eine Art Graben, der im grössten Theile seines Verlaufs durch die Grasblätter verdeckt und völlig unsichtbar gemacht war. Alle beobachteten Atta-Arten sind vorzügliche Erdarbeiter. Mit ihren Kinnbacken reissen sie im Zuge der zu bauenden Strasse ein Erdkrümchen nach dem andern los, und tragen die ausgerissenen Stückchen rechts und links zu einem Walle zusammen. Wo die Strasse freiliegt und die Bindigkeit des Bodens es erlaubt, wird sie auch überwölbt. So war es mit einem Theil der hier beobachteten Strasse. Wenn die Wälle die nöthige Höhe erreicht haben, so werden von innen her Erdstückchen an die Oberkante angeklebt, und die Wände dadurch nach innen überhängend. In den meisten Fällen liegt an irgend einer Stelle ein ^{ein} ~~ein~~ ^{Gras} ~~ein~~ ^{halme} oder ein trocknes Holzstückchen darüber hin, und an diese wird das Gewölbe zunächst angeschlossen. Nach dem einmal geschlossenen Gewölbe hin lassen die Ameisen nun die beiden überhängenden Seitenwände spitz zusammenlaufen, derart, dass die Schlusssteine des Gewölbes immer in unmittelbarem Zusammenhang mit dem schon fertig gestellten Gewölbe eingefügt werden. Diese Einfügung bewerkstelligen sie von unten her mit grosser Vorsicht, und ich konnte deutlich sehen, wie das einzufügende Erdklümpchen je nach seiner besonderen Form hin und hergedreht wurde, um endlich in der Stellung eingeschoben zu werden, in welcher es sich den bereits angefügten Baustücken am besten anpasste. Eine fertig überwölbte Strasse ist vollkommen unsichtbar. Man sollte glauben, dass dies Gewölbe dem darunter entlang gehenden Schlepperzug zum Schutz dienen müsse. Da aber, soviel bekannt, diese Ameisen nur wenige Feinde in der Thierwelt besitzen, und da sie ausserdem ebenso häufig, ja häufiger und mit gleichem Eifer auf gänzlich freien Strassen einherziehen, da ferner im Verlauf derselben Strasse ohne sichtbaren Grund überwölbte und nicht überwölbte Strecken abwechseln, so ^{also} wird man kaum mit Sicherheit behaupten dürfen, dass die künstliche Wölbung zum Schutz diene.

Die beobachtete Strasse war, wie erwähnt, in starker Benutzung. Nach der einen Richtung zogen die beladenen, ihnen entgegen die ^{leeren} Arbeiterinnen. Dennoch sah man auch in der Richtung nach dem Nest zu stets unbeladene Arbeiterinnen laufen, und konnte verfolgen, wie einzelne derselben in der Strasse hin und wieder liefen,

scheinbar ohne einen bestimmten Zweck. Man erfährt indessen leicht, was deren ^{Arbeit} Amt ist. — Die Strasse, dicht unter der Erdoberfläche verlaufend, ist den mannigfachsten Störungen ausgesetzt; jeder Regenguss richtet Unheil darin an, Thiere und Menschen, welche sie kreuzen, verschütten eine Strecke. Wir verursachteu solche Verschüttungen absichtlich zu verschiedenen Malen, indem wir einen Erdwall quer durch die Strasse legten. Die ankommenden Lastträger stutzten, liefen rechts und links, und fanden endlich, wenn unsre künstlichen Hindernisse nicht zu gross waren, die richtige Strasse wieder. Ebenso verhielten sich viele der leer aus dem Nest kommenden Arbeiterinnen. Andre aber machten sich nach kurzer Untersuchung des Falles sofort daran, die Strasse in der alten Weise wieder frei zu machen. Die Zahl dieser Wegebesserer vermehrte sich in der Zeit weniger Minuten, offenbar eben durch jeue Ameisen, welche vorher scheinbar zwecklos in der Strasse umherliefen, und in kurzer Zeit war das Hinderniss weggeräumt. Ich wiederholte solche Versuche zu verschiedenen Malen, und empfang stets den Eindruck, als ob die zum Schleppen ausgezogenen, oder die mit Lasten heimkehrenden Arbeiterinnen sich bemühten, nach Möglichkeit an dem Hemmniss vorbeizukommen, ohne an seine Beseitigung zu denken, während dieselbe sofort in Angriff genommen wird von denen, welchen die Aufsicht über den Weg obliegt. Versperrt man die Strasse mit Blatt- oder Holzstückchen, welche eine Ameise allein nicht tragen kann, so machen sich mehrere zugleich an die Arbeit. Hierbei aber habe ich niemals bemerken können, dass die Ameisen zweckmässig ihre Kräfte zur Erreichung des gewünschten Zieles zusammenwirken liessen. An dem fortzuschaffenden Stück ziehen oder ^{empfehlen} zerran gewöhnlich mehrere nach verschiedenen Richtungen, so dass eine die andere hindert, und wenn endlich zwei oder drei, nach einer Richtung arbeitend, das Hinderniss beseitigen, so erscheint dies mehr als ein günstiger Zufall, denn als Resultat der Ueberlegung, zumal sie sehr häufig dabei noch eine oder die andere in entgegengesetztem Sinne ziehende Genossin mit wegzerren. Ebenso habe ich nie bemerken können, dass im Verlauf der Strasse die Ameisen sich gegenseitig in zweckmässiger Weise ^{einweichen} auswichen, so dass etwa an unbequemen Stellen die nicht beladenen den mit schweren Lasten sich ^{abqualenden} abqualenden aus dem Wege gingen. Im Gegentheil, sie laufen gerade gegen einander, auch drängt wohl eine Schlepperin die andere rücksichtslos bei Seite, oder läuft sogar über sie oder über ihre Last hinweg, ^{unbekümmert} unbekümmert darum, ob sie die Last und damit die Trägerin auf die Seite drückt und zu Boden wirft. Der Eindruck ist durchaus der, dass jede um

jeden Preis ihrem Ziele zustrebt, aber auf die Genossinnen hierbei gar keine Rücksicht nimmt.

Sehr oft konnte ich auch die Belt'sche Beobachtung bestätigen, dass die kleinsten Arbeiterinnen, welche nicht schleppen, sich von den grösseren und zwar auf deren Lasten spazieren tragen lassen. Ich sah bis zu vier solcher Faulenzen an einem Blattstückchen angeklammert, welches von einer grösseren Ameise getragen wurde.

Da jedes Stückchen Blatt, welches die Ameisen wegtragen, eine besondere Form hat, da auch mitunter Blattstielstücke geschleppt wurden, während einzelne der beobachteten Schlepper Fruchtfleisch, noch andre Kerne der Goyabafrüchte trugen, so war es wohl möglich eine einzige Schlepperin ins Auge zu fassen und auf ihrem ganzen Wege zu verfolgen. Wir zwei Beobachter setzten uns immer wechselweise, einer wenige Schritte vor dem andern an der einmal aufgefundenen Strasse nieder und beobachteten das Vorbeikommen einer und derselben Ameise, welche ein besonders auffallend geformtes Blattstück mit noch ansitzendem Stiele trug. Diese legte den Weg von 26 m in einer Stunde und 10 Minuten zurück. Die Last, welche sie so weit schleppte, wird, wie wir aus weiterhin zu erwähnenden Wägungsversuchen schliessen dürfen, etwa das Doppelte ihres eigenen Gewichts betragen haben. Indem wir derartige Beobachtungen zu wiederholen versuchten, sahen wir, dass nur wenige Arbeiterinnen ganz unbeirrt, in ziemlich gleichbleibender Geschwindigkeit den ganzen Weg durchmassen, und diese Beobachtung fand sich sonst mannigfach bestätigt. Oftmals stutzt eine Ameise, biegt seitwärts vom Wege ab, ja, läuft in verkehrter Richtung die Strasse entlang. Es scheint, als werde sie von den entgegenkommenden zurecht gewiesen; denn stets kehrt sie alsbald um und in die rechte Richtung zurück. Auch lassen einzelne, obwohl dies nicht eben häufig ist, ihre Lasten fallen. Man sieht dann jedesmal, wie die weggeworfene Last sehr bald wieder von einer vorbeikommenden Arbeiterin aufgenommen und zu ihrem Bestimmungsort getragen wird.

In der Nähe des Nestes, welches sich am Rand eines Gebüsches unter einem morschen Stamm befand, hatten wir beim Aufsuchen der Strasse dieselbe unabsichtlich so stark verschüttet, dass die ankommenden Schlepper nicht durchkommen konnten. Hier wurden alle Lasten auf einen Haufen geworfen, und die Trägerinnen liefen, wie es schien, davon. Die Wegebesserer aber machten sich sofort an die Arbeit. Es ist natürlich nicht festzustellen, ob nicht von den Ameisen, die vorher schleppten, nun auch manche an der Herstellung des Weges

mitarbeiteten. Nach einer halben Stunde war der Weg nothdürftig hergerichtet, und während noch fleissig daran weiter gearbeitet wurde, sahen wir, wie die Lasten eine nach der andern aufgehoben und weiter fort ins Nest getragen wurden.

Ungleich mannigfaltiger, als auf dem glatten Boden der Wiese gestaltet sich solche Schlepperstrasse mitten im Walde. Am 21. April 1892 beobachtete ich, wiederum im Verein mit Herrn Gärtner eine solche, welche erhebliche Hindernisse überwand und eine Gesamtlänge von etwa 100 m hatte. — An einem Lianenstamm (einer Peireskia), der hoch aus dem Wipfel eines Baumes zur Erde hernieder hing, bewegte sich der Zug beladener Arbeiterinnen fast senkrecht bergab. Bis etwa zur Höhe von 6 m war der grüne Blätterzug mit blossem Auge zu verfolgen. Da aber bis zu 20 m Höhe keine erreichbaren Blätter vorhanden waren, konnten wir ohne weiteres schliessen, dass die Ameisen mindestens eine 20 m lange Strecke, mit ihrer Last fast senkrecht bergab steigend, zurückgelegt haben müssen. Ungefähr einen Meter über dem Erdboden legt sich ein Farrenblatt an den Lianenstamm. Die Strasse geht auf der Mittelrippe des Blattes entlang und am Blattstiel selbst zum Boden hernieder. Der Waldboden bietet hier den Ameisen Hinderniss über Hinderniss, Laub- und Holzreste bilden ein für sie undurchdringliches Gewirre. Sie ziehen es deshalb vor, an einem andern Farrenblatt wieder steil aufzusteigen und mit Hülfe desselben, etwas tiefer, als sie ihn verliessen, denselben Lianenstamm wieder zu erreichen, auf dem sie aus der Höhe herunter kamen. Wir befinden uns jetzt am mässig steil abfallenden Ufer eines kleinen steinigen Baches, der demnächst überschritten werden muss. Die Liane liegt in Schlangenwindungen am Abhang auf dem Boden und dient noch für eine Strecke von 2 m etwa als bequemste Strasse. In der Länge einer Spanne jedoch verläuft sie im Boden; hier geht der Weg auf der blossen Erde entlang, und wir finden ihn da ausgearbeitet und geebnet mit den Anfängen der Ueberwölbung, genau wie wir ihn vordem auf der Wiese gesehen haben.

Der Lianenstamm verschwindet im Boden. Ueber einer kleinen kesselartigen Vertiefung desselben liegen nun Zweigstücke in grosser Zahl, meist kaum von Fingerstärke, todte und lebende in buntestem Gemisch durcheinander. Auf die denkbar verschiedenste Art könnten die Ameisen über dieses Zweiggewirr hinweg gehen. Dennoch ist ihre Strasse nur eine, alle nehmen denselben Weg, der, bald rechts, bald links abbiegend, die schmalen schwanken Brücken benutzt, welche die Zweigstückchen bieten, um endlich nach weiteren 2 m etwa die letzte

Terrasse des Ufers zu erreichen. Es ist klar, dass an solchen Stellen, wie diese, im Laufe jedes Tages die Strasse mehrfach verändert wird; jedes neu herabfallende Blatt oder Zweigstück verschiebt die bis dahin benutzten Brücken, schlägt neue und lässt vorher benutzte Pfade nun blind in der Luft endigen. Auch während unserer Beobachtung trat solcher Fall ein. Der bisher benutzte Uebergang, gebildet vom Blattstiel einer Melastomee, brach zusammen, die herankommenden Lastträgerinnen fanden sich plötzlich am Ende eines in die Luft ragenden Astes und konnten, da die Genossinnen von hinten nachdrängten, nicht rückwärts noch vorwärts. In wenigen Augenblicken sammelte sich an der Stelle der Unterbrechung eine grosse Zahl von Schlepfern an, und es entstand vollkommene Verwirrung. Als das Gedränge zu stark wurde, liessen eine grosse Anzahl der zuerst gekommenen ihre Lasten fallen, und nun sah man beladene und unbeladene sich nach allen Richtungen vertheilen und die verschiedenen möglichen neuen Wege einschlagen. Bald gelangten denn auch einzelne dazu, auf Umwegen die alte Strasse wieder zu gewinnen, und es schien so, als würden sie bei der Auffindung wesentlich unterstützt durch die entgegenkommenden, welche natürlich ihrerseits durch den Abbruch der Verbindung in gleiche Verlegenheit gesetzt waren. Es waren nun vier oder fünf neue Verbindungswege gefunden, auf denen vereinzelt Ameisen schleppten und ihr Ziel erreichten. Bald aber sah man einen derselben vor den andern wesentlich bevorzugt, und nach Verlauf einer Viertelstunde war dieser der fast allein besuchte, und auf den Nebenwegen liefen nur noch ganz einzelne versprengte umher. In unserem Fall war der neu eröffnete Weg von all den aufgefundenen der kürzeste und derjenige, welcher am meisten mit der Hauptrichtung des gangen Weges vom Plünderungsort zum Nest zusammenfiel. Die vorher abgeworfenen Lasten wurden sämmtlich wieder aufgenommen und auf dem neuen Wege weiter befördert.

Den letzten steilen Abstieg zum eigentlichen Bachufer, $\frac{1}{2}$ m hinab, vermittelte die Rippe eines verdorrten Blattes, welche kaum 5 mm Breite besass, und hier wurden neben der Hauptstrasse einige gleichlaufende, aus demselben Material bestehende Nebenwege mitbenutzt. Das Bachufer war nun erreicht, der Weg führte weiter an demselben entlang, noch 3 m aufwärts, bis zu dem Punkt, wo ein heruntergebrochener, $1\frac{1}{2}$ cm starker Ast des „Fumo bravo“ genannten Baumes (*Bathysa* sp.) eine Brücke herstellte, die 20 cm über dem Wasser, etwa einen Meter weit gespannt, zu einem mitten im Bach liegenden Steine führte. Doch auch diesen erreicht sie nicht unmittel-

bar, sondern ein dünner Begonienzweig, der sich auf sie stützt, vermittelt die Verbindung mit der Steininsel. Auf diese letztere wieder stützt sich der stärkere, von oben herunter geknickte Ast des Fumo bravo, dessen Seitenzweig den ersten Arm des Baches überbrückte. Um das jenseitige Ufer zu gewinnen, muss die beladene Schaar an diesem Ast in einer Steigung von mehr als 75° mehr als 2 m in die Höhe klettern. Erst in dieser Höhe findet sich ein anderer Seitenzweig, über den vom Ufer her ein abgefallener verdorrter Wedel der Kohlpalme (Euterpe) sich lehnt, welcher letzterer in sanftem Bogen von 2 m Länge die Verbindung mit dem Ufer bewerkstelligt.

Man vergegenwärtige sich für einen Augenblick das Blatt- und Zweiggewirr am Ufer eines solchen Baches im Urwalde, bedenke, dass jener Ast des Fumo bravo eine Unzahl von Seitenzweigen hatte, die theils frei in der Luft endigten, theils wieder mit Zweigen anderer Bäume in Berührung waren — nur auf einem der vielen Seitenzweige lehnte das Brückenblatt — und man wird einen Anhalt haben zur Beurtheilung des Orientierungsvermögens, welches allein diesen kleinen Thieren die Auffindung einer so langen Strasse unter so schwierigen Verhältnissen ermöglicht.

Unsere Arbeiterinnenschaar klimmt nun, nachdem das Ufer erreicht ist, ohne Rücksicht auf Steigungsprocente, den steilen Abhang hinan. Wiedrum sind es Blattreste derselben Kohlpalme, welche über die Unebenheiten des Bodens hinweg helfen. Bald aber wird in feuchtlehmigem Boden eine Stelle erreicht, die weniger von Blatt- und Zweigstücken bedeckt ist. Hier beginnt sofort der Tunnelbau in der Erde. Auf mehrere Meter hin ist die Strasse hier oftmals gänzlich verdeckt; doch da der Bau noch frisch ist und an einigen Stellen noch Arbeiter an der Wölbung thätig sind, so erkennen wir an den frisch ausgetragenen Lehmkrümchen den weiteren Verlauf. Im grossen Ganzen ist die Richtung nach dem noch immer etwa 20 m entfernten Nest stets innegehalten. Grössere Biegungen werden durch die Bodenausformung, die grösste durch die Lage der natürlichen Brücke bedingt, kleine Biegungen müssen fortwährend gemacht werden. Auch der Tunnel kann nicht in gerader Richtung verlaufen, denn der Lehm Boden ist mit zahlreichen Steinchen durchsetzt, deren jedem die Strasse ausweichen muss. Noch einmal endlich, ehe das Nest erreicht wird, kommt die Strasse zu Tage, um einen Aufstieg zu einem $\frac{1}{2}$ m hohen Absatz zu machen, und hier können wir uns überzeugen, wie auch den schwerbeladenen Thieren nicht nur der Steigungsgrad ihrer Strasse gleichgültig ist, sondern wie sie sogar, wenn es nicht anders geht,

den Anstieg an überhängenden Wänden nicht scheuen. Ein überhängender, fester Erdkloss musste erklommen werden, und wir sahen eine Schlepperin nach der andern an seiner Unterseite hinaufklettern, obwohl an manchen Stellen die über dem Kopf getragene Last nun senkrecht nach unten hing und an der Trägerin zog, dann mit bewunderungswürdiger Geschicklichkeit die scharfe Kante umfassen, um die glatte Oberfläche zu gewinnen.

Die bisherigen Beobachtungen wurden an *Atta discigera* gemacht. Ich konnte sie in gleicher oder ähnlicher Weise für die weit seltenere *A. coronata* und für die *A. IV* mehrmals bestätigen. *A. hystrix* scheint, soweit meine Beobachtungen reichen, und wie es mir auch von mehreren hiesigen Bewohnern bestätigt wird, vorzugsweise, wenn nicht ausschliesslich Nachts zu schleppen, ich habe eine eigentliche Schlepperstrasse in vollem Betrieb nie bei ihr beobachtet. *A. discigera* schleppt, wie ich mehrfach im Freien feststellte, bei Nacht und bei Tage mit gleichem Eifer, bei hellem Himmel ebenso wie bei trübem Wetter. *A. coronata* habe ich im Freien des Nachts nicht beobachtet. In der Gefangenschaft im Zimmer arbeitete sie Nachts ebenso fleissig wie bei Tage. Dasselbe gilt für *Atta IV*. Ein ganz plötzlicher starker Regenguss veranlasst die Ameisen, ihre sämtlichen Lasten abzuwerfen und zum Nest zu flüchten. Bei solcher Gelegenheit findet man Ameisenstrassen mit weggeworfenen Lasten bestreut, ohne die Trägerinnen noch zu bemerken.

Begeben wir uns nun, da wir die Strassen kennen gelernt haben, an den Ort der Plünderung, beispielsweise zu jenen *Cuphea*-Pflänzchen auf der Wiese, von denen oben die Rede war. Wir sehen einzelne Ameisen an dem Pflänzchen in die Höhe klettern und auf verschiedenen Blättern scheinbar suchend umher laufen. Nach kurzer Zeit fasst eine am Rand eines Blattes Stellung und beginnt mit dem Zerstörungswerk. Hierbei ist es ihr ganz gleichgültig, ob sie unter dem Blatt hängt, oder auf einem schräg abschüssigen Blatt steht, oder ob sie von oben her arbeitet. Die Bewegung ihrer Kinnbacken war im ersten Falle am besten zu beobachten, und bei einiger Vorsicht gelang es, mit einer stark vergrössernden Lupe heranzukommen und die Schneidarbeit selbst genauer zu beobachten, ohne die Ameise zu stören.

Die nebenstehende Abbildung stellt ein Kinnbackenpaar von *A. coronata* bei zehnfacher Vergrösserung dar. Die Figur kann ebenso wohl für die anderen *Atta*-Arten gelten, mit denen wir uns beschäftigen. Der vordere, scharfe Rand der Kinnbacken ist gekrümmt,

inmal so, dass wenn die beiden Backen gegen einander bewegt werden, im Augenblick der ersten Berührung ein O-förmiger offener Raum zwischen ihnen entsteht, sodann sind aber auch die Flächen, welche von dem scharfen Rand begrenzt werden, schwach nach vorn und unten gekrümmt. Der Rand

ist mit Zähnen besetzt, welche bei starker Vergrößerung sich als ziemlich stumpf erweisen. Werden die Kinnbacken einander weiter genähert, so greifen die scharfen Ränder, wie die Figur zeigt, deutlich übereinander, die Spitzen

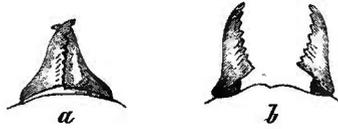


Fig. 1. Kinnbackenpaar von *Atta coronata*.
Vergr. 10 fach.

kreuzen sich. Die Wirkung ist also eine scheerenartige, die schneidende Ameise hält den Kopf etwas schräg, schiebt die eine Kinnbacke unter das Blatt, die zweite bleibt oberhalb desselben; jetzt wird die Scheere geschlossen, die eingeschlossene Blattmasse zerquetscht. Der Vorgang setzt sich in derselben Weise fort. Beobachtet man mit der Lupe von oben her, während die Ameise unter dem Blatt sitzt und schneidet, so sieht man stets die eine Kinnbacke vorgeschoben, von der anderen zunächst die durchdringende Spitze; man kann sich leicht überzeugen, dass die Ameise beliebig die rechte oder linke Backe über der andern, oder unter ihr weg kreuzen kann. Wo Blättern zu durchschneiden sind, genügt ein Druck nicht, sondern die Scheere muss mehrmals in dieselbe Stelle gesetzt werden, und die Kinnbacken greifen dann wechselweise über einander. Man begreift nach dieser Art des Schneidens leicht, warum die Ameisen stets ihren Schnitt vom Blattrande her führen, und niemals Stücke aus der Mitte der Blattfläche ausschneiden. Der Schnitt wird nun stets in einer Kreislinie weitergeführt, indem, wie Belt es schon beschreibt, die Ameise sich um ihre Hinterfüsse als Mittelpunkt dreht. Hieraus ergibt sich schon, dass kleinere Ameisen auch kleinere Stücke abschneiden, als grössere. Nach einiger Uebung kann man bei Betrachtung eines zerschnittenen Blattes nach der Grösse der geschnittenen Kreisbogen sofort sagen, ob *A. discigera* oder eine der grösseren Arten den Schaden verübt hat. — Nähert sich der Schnitt wiederum dem Blattrande, so wird die Geschicklichkeit der Ameise auf eine neue Probe gestellt, welche sie indess fast immer glänzend besteht. Sie sitzt, wie aus unserer Beschreibung hervorgeht, auf dem Blattstückchen, welches sie abschneidet. Stets nun kurz vor dem letzten Scheerendruck sieht man, wie sie einen, am liebsten zwei Füsse auf

das feste, stehenbleibende Blatt hinübersetzt. Fällt ihr abgeschnittenes Blatt, so fällt sie mit, und hängt nur für einen Augenblick, oftmals nur an einem Fuss, während sie noch dazu ihre mühsam geschnittene Last halten muss. Letzteres geschieht mit den beiden Vorderbeinen, wenn nöthig, hilft noch eins der Mittelbeine nach, und die Kinnbacken fassen nun sofort zu. Jetzt



Fig. 2. Schnitte an Cuphea-Blättern, in 5 bzw. 4 Minuten von *Atta discigera* ausgeführt. Nat. Gr.

gilt es zunächst, festen Fuss auf dem stehengebliebenen Blatte zu fassen und dann die Last aufzuladen. Zur Beurtheilung der Geschwindigkeit, mit welcher das Abschneiden geschieht, bilde ich hier neben zwei Schnittstücke ab, die in 5, beziehungsweise 4 Minuten von *Atta discigera* unter meinen Augen

geschnitten wurden. Uebrigens ist natürlich die Zeit, welche zum Abschneiden einer Traglast gebraucht wird, sehr schwankend, je nach Art des Blattes, und je nachdem Adern zu durchschneiden sind, oder nicht.

Um die Last aufzuladen, beugt die Ameise den Kopf stark nach unten an den Leib heran, erfasst dann mit den Kinnbacken das mittelst der Vorderbeine, nöthigenfalls unter Zuhülfenahme eines der Mittelbeine, auf die hohe Kante gestellte Blattstück, und bringt den Kopf in die gewöhnliche Lage. Fast stets wählt sie die Angriffsstelle so richtig, dass das geschnittene Blattstück, dessen Ausmessungen bisweilen mehr als die vierfache Länge der Ameise ergeben, mit dem Schwerpunkt über dem Kopfe steht. Mit ihrer Last macht sie sich sofort eifrigst auf den Weg nach der gemeinsamen Strasse hin. Sei es, dass sie hierbei steil aufwärts oder abwärts klettern muss, man wird keine Verlangsamung ihrer Marschgeschwindigkeit wahrnehmen. Wohl aber wird sie nun durch eine Menge von Hindernissen aufgehalten, welche sie vorher, unbeladen, nicht achtete. Der Durchgang unter niedrig liegenden Zweiglein ist besonders unbequem; sie läuft nach rechts und links, eine Stelle zu finden, wo das Thor höher sein möchte, sie legt sich ganz und gar auf die Seite und macht die mannigfachsten Versuche hindurchzukommen. Niemals habe ich gesehen, dass eine Ameise, durch derlei Schwierigkeiten bewogen, ihre Last fallen liesse; sie scheint vollkommen mit ihr verwachsen und giebt sich nicht eher zufrieden, ehe sie den Durchgang erzwungen hat, oft um nach wenigen Schritten in äh-

liche Bedrängniss zu kommen. Die Last wird so fest gehalten, dass, wenn man sie mit einer Pincette fasst und aufhebt, die Trägerin stets daran hängen bleibt. Auf der Hauptstrasse entwickelt sich dann, wenn sie gut besucht ist und von allen Seiten die beladenen Arbeiterinnen zusammenströmen, jenes Bild, das jedem Reisenden im tropischen Südamerika bekannt ist, jene Reihen eigenthümlich geformter, sich wackelnd vorwärts bewegender Blattstückchen, unter denen für einen flüchtigen Blick die Trägerinnen kaum zu erkennen sind. Die beigegebene Zeichnung ist nur ein schwacher Versuch, der Vorstellung zu Hülfe zu kommen, insbesondere den Eindruck von aufgewendeter Kraftleistung zu veranschaulichen, den der fast senkrecht, mit der Last auf dem Kopf herabsteigende Zug hervorruft. Die im Bilde wiedergegebenen Blattschnittstückchen entsprechen im Umriss ganz genau solchen, die ich selbst beobachtete, auch die Stelle, an welcher die Ameise anpackt, ist für jedes einzelne Stück am Beobachtungsort sofort verzeichnet worden. Während die an dem Stammstück der Aipimpflanze (Manihot Aipi) hinabsteigend abgebildeten Ameisen Blattstückchen von der gewöhnlichen Form und durchschnittlichen Grösse tragen, hat die auf dem Blattstiel rechts daher kommende Arbeiterin eine ungewöhnlich schwere Last auf sich genommen. Es ist ein Stück des Blattstiels selbst, welches sie abgeschnitten hat. Eine andere dicht hinter ihr folgende Ge-



Fig. 3. *Atta discigera*, mit Schnittstücken an einer geplünderten Aipimpflanze herabsteigend. Nat. Gr.

nossin trug ein ähnliches Stück. Sie konnten beide den Balken nicht mit ihren Kinnbacken umfassen, und hatten die Scheerenspitzen daher von unten her fest in den Blattstiel eingekniffen. Ich stellte das Gewicht dieser beiden schwersten beobachteten Lasten auf einer guten chemischen Wage fest, und fand 82 mg. Die beiden Trägerinnen wogen zusammen mehr als 9 und weniger als 10 mg. Jede also schleppte einen Balken, der an Länge das Vierfache ihrer Körperlänge und an Gewicht nahezu das Zehnfache ihres Körpergewichts besass, nicht auf ebener Strasse, sondern an einer glatten, beinahe senkrechten Wand herunter.

Die gewöhnlichen Lasten sind, wie erwähnt, nicht so unverhältnissmässig schwer. Das Gewicht von 13 Lasten, welche im Durchschnitt etwa den in voriger Figur abgebildeten entsprachen, ergab sich zu 74 mg. Die zugehörigen Schlepper wogen 39 mg. Hier war also das Verhältniss von Körpergewicht zu Last, wie 1 : 1,9.

15 andre Lasten wogen nur 107 mg, die zugehörigen Ameisen 65 mg; und es ergab sich dasselbe Verhältniss wie 1 : 1,65. Noch zu verschiedenen Malen nahm ich ähnliche Wägungen vor. Ich fand in einem Falle, wiederum bei Blattstückchen gewöhnlicher Form und Grösse:

Gewicht von 39 Ameisen = 115 mg,

Gewicht der von ihnen geschleppten Lasten = 245 mg;

das Gewicht der Ameise verhielt sich zu dem ihrer Last wie 1 : 2,13. Ein anderes Mal handelte es sich um trockne Blätter und auch kleine Zweige, welche lediglich zur Bedeckung des Nestes verwendet und nur auf kurze Entfernung befördert wurden. Es wogen 13 Ameisen 110 mg; 13 Lasten 330 mg. Die betreffenden Gewichte verhielten sich wie 1 : 3.

In einem andern Fall sah ich, wie lediglich die grössten Arbeiterinnen aus einem Nest der *A. discigera* Beeren einer *Melastomacee* ins Nest schleppten. Hier wogen 19 Ameisen 130 mg; 17 ihrer Lasten 1075 mg; das Verhältniss der vorher bezeichneten Gewichte war hier 1 : 9. Desgleichen fand ich einmal einen Trupp Schleppeameisen, welche beschäftigt waren, eine auf den Weg gefallene Blüthenrispe der *Kohlpalme* zu zerstückeln und wegzuschleppen. Hier wogen 10 Ameisen 75 mg; 10 Lasten 700 mg. Auch hier also schleppten einzelne Arbeiterinnen mehr als das Neunfache ihres eigenen Gewichts.

Bei den zwei, bzw. drei grösseren Arten (*A. hystrix*, *coronata* und IV) ist die Art des Abschneidens, Aufladens und Tragens genau

dieselbe, wie sie für *A. discigera* beschrieben wurde. Auch die Form der Schnittstücke ist demgemäss dieselbe, nur erreichen dieselben bisweilen die doppelte (lineare) Grösse.

Unsere nebenstehende Figur stellt einen der Lappen des handförmig getheilten Blattes der Aipim-Pflanze dar, an dem das Zerstörungswerk der Schleppeameisen grade im Gange ist. Man sieht, wie vom Rande her die halbkreisförmigen Ausschnitte immer weiter in die Blattfläche vordringen. An der Mittelrippe bleibt schliesslich nur so viel von der Blattspreite übrig, wie in der Figur am unteren Theil des Blattes auf der rechten Seite noch zu sehen ist. Im oberen Theil des Blattes, wo die Mittelrippe dünner ist, wird auch diese selbst häufig durchschnitten.

In den Gärten kommt es wohl vor, dass einzelne von den Ameisen besonders bevorzugte Pflanzen, z. B. Rosensträucher, Kohl, junge Pfirsichbäume, in kurzer Zeit gänzlich kahl geschnitten werden. Im Freien ist das nicht die Regel. In die grosse Aipim-Pflanzung, aus der ich das hierneben abgebildete zerschnittene Blatt entnahm, drangen die Ameisen auf mehreren Strassen vom benachbarten Waldrande her ein. Wenn ihnen jedes Blatt der Pflanze gleich passend für ihre

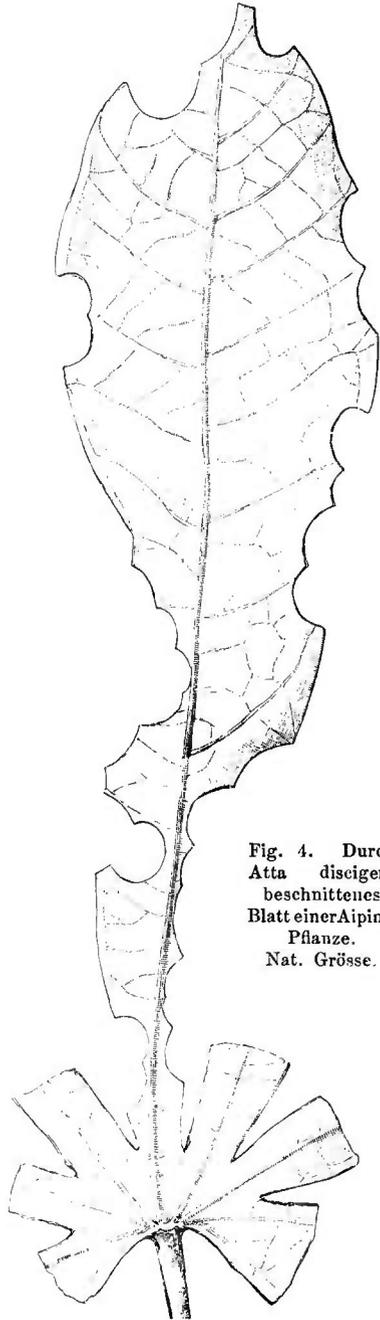


Fig. 4. Durch *Atta discigera* beschnittenes Blatt einer Aipim-Pflanze. Nat. Grösse.

Zwecke gewesen wäre, so hätten sie nicht nöthig gehabt, wie es in der That der Fall war, auf 20 bis 30 m weiten Wegen bis mitten in die Pflanzung vorzudringen, während die dem Walde zunächst stehenden Pflanzen noch den grössten Theil ihrer Blätter besaßen. Es fand sich keine einzige Aipim-Staude, an der nicht einige Blätter angeschnitten gewesen wären, und keine einzige, welche vollkommen kahl war. An einem Tage beobachtete ich, dass vorzugsweise die bereits etwas anwelkenden unteren Blätter aller Pflanzen zerschnitten wurden, an einem andern Tage wieder waren ebensoviel ganz frische und gesunde Blätter angegriffen. Auch im Walde beobachtet man leicht, wie die Ameisen einen laugen Weg zurücklegen, um von einer bestimmten Pflanze Blätter zu holen, während doch viel näher an ihrem Nest und dicht an ihrer belebten Strasse reichlichst Pflanzen vorhanden sind, von denen sie zu andern Zeiten Blätter schneiden. Auch bei unserer oben mitgetheilten Beobachtung auf einer Wiese, lagen ihnen die reichlichst vorhandenen Goyaba-Früchte viel bequemer, als die zerstreut stehenden Cuphea-Pflänzchen, und dennoch wurde nur eine verhältnissmässig kleine Menge des Fruchtfleisches neben der überwiegenden Menge von Blattstückchen eingetragen.

Es scheint nach alledem, dass die weiterhin zu erörternden Zwecke der Ameisen eine bestimmte Zusammensetzung und Abwechselung in den zu sammelnden Pflanzentheilen erfordern. Hierin liegt aber auch der Grund, dass sie nicht in demselben riesigen Massstab verheerend auf die Pflanzenwelt wirken, wie ihre grösseren nördlichen Verwandten, von denen Belt uns erzählt. Auch geht auf den Strassen der für uns in Betracht kommenden Schlepper stets nur eine hinter der andern, nicht viele neben einander. Auf einer sehr belebten Strasse von *A. coronata* kamen an einem Punkte in Zeit einer Viertelstunde 217 beladene Schlepperinnen vorbei, welche insgesamt 3 g Blattmasse beförderten.

2. Die Nester der Schleppameisen und die Pilzgärten.

Die Nester von *A. hystrix* und *discigera*, welche ich in grosser Zahl und zu allen Zeiten des Jahres beobachten konnte, findet man bisweilen frei auf dem Waldboden aufgebaut. In diesem, übrigens verhältnissmässig seltenen Fall, stellen sie einen abgestümpften Kegel dar, welcher ganz und gar aus zerschuitteuen, welken Laub- und

Zweigstückchen zusammengesetzt zu sein scheint. Ranken von Schlingpflanzen, Seitenzweige und Blätter von nahestehenden Pflanzen durchsetzen den Haufen und geben ihm Festigkeit. Die allgemeinen Bemerkungen über die Form des Hügels, welche sich bei Forel „les fourmis de la Suisse“ pag. 151 Anm. finden, gelten vollkommen auch für die Wölbungen unserer Nester. Der Halbmesser der unteren Kreisfläche wird meist grösser als die Höhe des Hügels gefunden werden. Ausserordentlich zutreffend für unsre Nester ist auch die Angabe, welche wir auf derselben Seite des bekannten Werkes finden, dass nämlich im Allgemeinen von keinem regelmässig befolgten Bauplan, von keiner durchgeführten Symmetrie bei den Nestern der Ameisen die Rede ist. Jene frei auf den Boden des Waldes aufgesetzten Hügel bilden nur Ausnahmen. Meist sind es ganz beliebige, mehr oder weniger dicht unter der Erdoberfläche gelegene, auf die denkbar verschiedenste Art entstandene und gestaltete Hohlräume, welche zur Anlage eines Nestes den Anlass geben, und dann bei weiterer Vergrösserung ausgebaut und je nach den örtlichen Verhältnissen, nicht aber nach einem bestimmten Plan erweitert wurden. Soweit solche Hohlräume nicht schon durch morsche Baumstämme, Erde oder Steine natürlich bedeckt sind, werden sie in derselben Weise wie die Hügel durch eine dichte Decke welker, zerschnittener Blätter und Zweigreste überdacht.

Nur in einem Punkt herrscht völlige Uebereinstimmung bei allen Nestern aller beobachteten *Atta*-Arten, wie verschieden sie auch gestaltet sein mögen. Im Innern nämlich findet man stets eine lockere, weiche, grauflockige, nach Art eines grobporigen Badeschwammes mit grösseren und kleineren Höhlungen durchsetzte Masse, in der vertheilt stets eine grosse Menge von Ameisen umhersitzen und laufen, und in der auch die Eier, Larven und Puppen in unregelmässiger Anordnung umherliegen. Diese schwammige Masse findet sich ganz ebenso auch in den Nestern der *A. IV* und *A. coronata*, obwohl die letzteren übrigens in ihrem Aufbau von den bisher beschriebenen erheblich abweichen. Auch findet sich dieselbe lockere Masse in ganz ähnlicher Art in jedem Nest der später zu behandelnden Haarameisen und Höckerameisen (*Apterostigma* und *Cyphomyrmex*); sie stellt das dar, was der deutsche Ansiedler in Blumenau und auch sonst wohl in Südbrasilien die „Brut“ nennt, was Thomas Belt als „ant-food“ bezeichnete, und das, was ich die Pilzgärten der Ameisen genannt habe. Herr. Dr. Mc. Cook zu Philadelphia hatte die grosse Güte, mir seine werthvollen Mittheilungen über *Atta fervens* und *Atta*

septentrionalis auf meine Bitte zu senden (Proceedings of the Acad. of Nat. Sc. Philadelphia 1879 u. 1880). In der ersteren dieser Mittheilungen finde ich den Ausdruck „mushroom garden“, dessen Uebersetzung ich anwendete.

Eine weitere gemeinsame Eigenthümlichkeit aller unserer Atta-Nester besteht darin, dass der auf dem Boden des Nestes erbaute Pilzgarten an keiner Stelle mit den Seitenwänden oder der schützenden Wölbung in Berührung kommt; stets bleibt ein etwa fingerbreiter Zwischenraum zwischen den äussersten Wänden und Kammern des Gartens und der äusseren Decke des Nestes frei. Endlich kommt es niemals vor, dass der Pilzgarten unbedeckt zu Tage träte.

Das Lichtbild, nach welchem die Tafel II hergestellt ist, wurde mitten im Walde, in der Nähe von Blumenau am 20. Januar 1892 aufgenommen. In einem der Winkel des hoch hinaufreichenden Wurzelanlaufs eines alten Stammes hatte sich durch Farrenkrautwurzeln und Bromelien, im Verein mit Aroideenluftwurzeln und Rankengewächsen, und einer Füllung von Humuserde eine Art Absatz gebildet, auf dem ein Nest der *Atta discigera*, etwa $\frac{3}{4}$ m hoch über dem Boden erbaut war. Der Pilzgarten war nach aussen mit einer dichten Decke von trocknen, zerschnittenen Blatt- und Zweigstückchen vollkommen verdeckt. Die lose Decke war durch einige tauartige Ranken gefestigt, deren einzelne, zerschnittene, unser Bild noch erkennen lässt. Der oberste Theil dieser Bedachung ist in Form einer Kappe hängen geblieben, als der Pilzgarten durch Entfernung der Decke für die abbildende Linse freigelegt wurde. Man erkennt noch deutlich, wie der in seinem oberen Theil unversehrt erhaltene Garten überwölbt war, ohne dass er mit der Wölbung irgendwie in Berührung war. Weiter nach unten ist die ungemein lockere Masse bei der unvermeidlichen Erschütterung etwas auseinander gefallen. Ein Nest in solcher Höhe über dem Erdboden gehört immerhin zu den Ausnahmen, doch werden vereinzelt auch in noch grösserer Höhe, in dem Wurzelwerk grosser Bromelien Nester gefunden.

Die Tafel III soll eine genauere Vorstellung von dem Aufbau des Pilzgartens ermöglichen, als sie durch Beschreibung zu erzielen ist. Die Abbildung stellt einen, am natürlichen Standort im Walde, ganz unversehrt freigelegten Theil aus dem Pilzgarten eines sehr grossen Nestes dar. Ich verdanke die Möglichkeit dieser Abbildung einem günstigen Zufall. Ausserordentlich häufig dienen am Boden liegende, innen schon mehr oder weniger ausgefaulte Stämme, den Ameisen als willkommener Platz zur Anlage eines Nestes. Die noch

festen Rinde stellt ohne weiteres das gewünschte schützende Gewölbe dar. Die weiche erdartig gewordene Masse des Holzkörpers wird von den Ameisen zur Vergrößerung des Nestes hinausgeschleppt; hat etwa die Rinde bereits Lücken, so werden diese in der gewöhnlichen Weise mit einem Haufwerk von Blattstücken gedeckt. Eine solche mit Blattstücken gedeckte Lücke verrieth auch das Nest, von dem die Rede ist. Ich entfernte die Blattdecke und erwartete darunter ein kleines Nestchen zu finden. Indem ich aber an der Rinde des Stammes weiter bröckelte, um dasselbe womöglich freizulegen, brach mit einem Male die ganze obere hohle Rindenschale des Stammes in bedeutender Länge ab, und konnte wie ein Deckel fortgehoben werden. Dabei wurde einer der grössten Pilzgärten, die ich gesehen habe, vollkommen unverletzt freigelegt. Wir (Herr Gärtner und ich) waren nicht weit vom Ufer des Itajahy-Flusses entfernt, das Canoe war zur Stelle, und in noch nicht einer Stunde konnte die dunkle Kammer zur Stelle geschafft, und ein besonders hoch und freistehender Theil des Pilzgartens im Bilde festgehalten werden, noch ehe die bestürzten Ameisen ihren kunstvollen Bau dem Tageslichte wiederum zu entziehen begonnen hatten. Die Ausdehnung dieses Pilzgartens betrug in der Länge gegen $1\frac{1}{2}$ m. Die Anlage folgte den unregelmässigen Höhlungen, welche sich in dem gänzlich morschen Stamm gebildet hatten und von den Ameisen dann erweitert worden waren. In dieser Weise finden wir die Nester sehr häufig in oder unter umgefallenen Stämmen des Waldes. Ebenso sind ausfallende Baumstümpfe und die Winkel, welche im Wurzelansatz aller Stämme entstehen, sehr beliebte Plätze zur Anlage der Pilzgärten.

Während *Atta hystrix* und *coronata* im Walde häufiger als auf dem Kulturlande gefunden werden, und deshalb auch auf frisch geschlagenen Roças ihre Raubzüge eher als in den Gärten und Obstpflanzungen auszuführen pflegen, hat sich *A. discigera* leichter an die Nähe menschlicher Wohnungen gewöhnt, und passt ihren Nestbau geschickt den dort veränderten Verhältnissen an. Unter der Stein-
treppe des Hauses, welches ich eine Zeit lang bewohnte, befand sich ein grosses Nest, dem gar nicht beizukommen war, man hätte denn die Treppe abbrechen müssen. Erst das Hochwasser, von dem die „Villa Blumenau“ im Juni 1891 — ich weiss nicht zum wievielten Male seit dem Bestehen — heimgesucht wurde, vernichtete dieses, und mit ihm viele Tausende von Nestern in dem Uberschwemmungsgebiet. Unter dem Schwellbalken des katholischen Pfarrhauses fand ich einen Pilzgarten, der in einer Länge von beinahe zwei Metern sich hinzog,

und immer da am besten ausgebaut war, wo der Balken am meisten ausgefault schien. Hecken, welche die Grundstücke begrenzen, werden, je dorniger und unzugänglicher sie sind, um so lieber zur Anlage von Nestern mit Blätterbedeckung benutzt. Eine ganz besonders von den Ameisen bevorzugte Oertlichkeit bieten die Bananenpflanzungen, welche gewöhnlich den abfallenden Ufern der kleinen Bäche folgen. Hier entstehen durch die Strünke der nach der Fruchterzeugung abgestorbenen Pflanzen, und die grossen, zur Erde gefallenen Blätter taugliche Bauplätze. In einem genauer untersuchten Fall fand ich einen Pilzgarten, welcher rings um einen abgestorbenen Bananenstrunk, gleichmässig aufgebaut, einen fast runden Ballen von 30 cm Durchmesser bildete. Die gesammte Bedeckung war fast ausschliesslich aus den pergamentartig eingetrockneten Bananenblättern gebildet, welche zu dem Zweck gerade wie sonst irische Blätter zerschnitten waren. Es war im August, im Winter, wo die Bedeckung aller Nester erheblich stärker ist, als im Sommer, und das über dem Pilzgarten liegende Dach aus todten Blättern hatte oben 25 cm, nach den Seiten bis zu 40 cm Dicke, so dass das Nest im Ganzen trotz ziemlich geringen Inhalts einen Hügel von mehr als 1 m Durchmesser am Boden darstellte.

Von den bisher besprochenen, für *A. hystrix* und *discigera* gleichen Nestern weichen diejenigen der *A. coronata* in manchen Punkten ab. Sie sind kenntlich an den aus verschiedenen zu Tage führenden Schächten stets frisch ausgeworfenen Erdhäufchen, an deren Vergrösserung man die Arbeiterinnen leicht thätig finden kann. Diese Ameise höhlt nämlich den Raum zur Anlage des Pilzgartens, sogar in festem Leimboden aus in der Weise, wie es von Belt für die Nicaragua-Ameisen beschrieben wird. Aehnliches habe ich bei den beiden vorher besprochenen Arten nie beobachtet. Auch diese sind freilich geschickte Erdarbeiter, und bei den Tunnelbauten der *A. discigera* sahen wir, dass diese Ameise vor der Bewältigung eines bindigen Leimbodens nicht zurückschreckt. Ihr Nest aber liegt immer ziemlich flach unter der Oberfläche in natürlichen Höhlungen, deren Erweiterung lediglich durch Fortschaffen von losen humosen Erdkrümchen bewirkt wird. *Atta coronata* dagegen höhlt in festem Lehm und sicherlich bis zu 1 m Tiefe, vermuthlich noch weit tiefer, im Boden Kammern aus, in denen der Pilzgarten angelegt wird. Ausserdem findet man in ihren Nestern verschiedene, durch unterirdische Röhren zusammenhängende Kammern neben und unter einander. Jede Kammer, von denen die grössten beobachteten etwa den Raum

eines menschlichen Kopfes einnahmen, enthält einen besonderen Pilzgarten. Aehnliches habe ich bei den beiden vorigen Arten trotz Untersuchung sehr vieler Nester nie gesehen; die lockere, schwammige Masse des Pilzgartens ist dort immer, wie weit sie sich auch erstrecke, in ununterbrochenem Zusammenhang. — Die unterirdischen Röhren, welche ich freilegte, hatten ebenso wie die nach oben führenden Ausgangsröhren, höchstens $2\frac{1}{2}$ cm Durchmesser, sie waren rund und hatten vollkommen glatte Wände, ebenso wie sämtliche Kammern. Der Pilzgarten steht auch hier wieder frei in der Kammer, ohne Berührung mit Wand oder Decke; er ist von dem der anderen Arten in Aussehen und Beschaffenheit nicht verschieden.

Aus Allem geht hervor, dass diese Nester mehr als die früheren denen gleichkommen, welche von Th. Belt so anschaulich beschrieben sind. Nur finden sich im Gegensatz zu den dort gemachten Angaben die Nester all unserer *Atta*-Arten ganz ebensowohl mitten im dichtesten Wald, als an den Waldrändern. Auch von *Atta coronata* wurden Nester mitten im Walde gefunden. Der Raum, welchen die oftmals weit ausgedehnten Nestanlagen dieser Art durchsetzen, kann soweit meine Erfahrungen reichen, bis zu 4 m im Quadrat betragen.

Von der *Atta* IV, welche seltener gefunden wird, habe ich nur fünf Nester untersuchen können. Sie glichen in der Anlage und durch die Bedeckung mit welken geschnittenen Blättern durchaus denen der *A. discigera*. Alle waren verhältnissmässig klein, in dem grössten mochte der Raum des Pilzgartens etwa 3 cdm betragen. Eins der Nester war in den klaffenden Borkenschuppen eines Waldbaumes, $1\frac{1}{2}$ m über dem Erdboden gelegen. Die gesammte Menge des darin enthaltenen Pilzgartens konnte ein Tassenkopf fassen. Von der Anlage verschiedener durch Röhren verbundener Kammern, wie sie bei *A. coronata* jedesmal gefunden wurden, war hier in keinem Falle auch nur eine Andeutung vorhanden.

3. Untersuchung der Pilzgärten. Die Kohlrabihäufchen.

In den Pilzgärten unterscheidet man in der Regel zweierlei verschieden gefärbte, doch nicht scharf abgegrenzte Theile, die einen von mehr gelbröthlicher, die andern von mehr blauschwärzlicher Farbe. Die obersten und die letzt angebauten Theile des Gartens zeigen die blauschwärzliche Färbung. Dass diese jüngsten Theile den Ameisen

die werthvolleren sind, wird durch folgenden Versuch wahrscheinlich. Ich zerstörte bei der Untersuchung eines Nestes von *A. coronata* eine Kammer vollständig und zerstreute den Inhalt auf dem Boden. Wie gewöhnlich gingen nach kurzer Zeit die Ameisen daran, die zerstreuten Stückchen aufzulesen. Hierbei war zweifellos deutlich, wie die blauschwärzlichen Theile zuerst fortgetragen wurden, während die gelbbraunlichen vorerst liegen blieben.

Hebt man ein kleines Bruchstück des Pilzgartens ab, so zeigt eine Untersuchung mit guter Lupe folgendes: Die lose Masse setzt sich zusammen aus einer ungeheuren Zahl formloser weicher Klümpchen von höchstens $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser, welche an ganz frisch gebauten Stellen dunkelgrün, an älteren fast schwarz, und an noch älteren Theilen gelbbraunlich erscheinen. Sie sind durch- und umzogen von weissen Pilzfäden, ja jedes einzelne Klümpchen erscheint gleichsam von Pilzfäden behaart. Die Pilzfäden sind es, welche die einzelnen Klümpchen zusammenhalten.

Zerstreut an allen Theilen der Oberfläche des Pilzgartens bemerkt man ferner weisse, rundliche Körperchen, im Durchschnitt haben sie etwa $\frac{1}{4}$ mm Durchmesser, einzelne bis zu $\frac{1}{2}$ mm, und manchmal laufen dicht neben einander stehende in eines zusammen, wo denn die weisse Masse 1 mm Ausdehnung und unregelmässige Gestalt haben mag. Bei einiger Uebung erkennt man diese Körperchen schon mit blossem Auge als helle, weisse, überall und ausnahmslos in jedem Neste reichlich vorhandene Punkte. Unter der Lupe erscheinen sie bisweilen glänzend, wie Wassertröpfchen. Sie sind an den allerjüngsten, eben erst angelegten Theilen des Pilzgartens noch nicht vorhanden, sonst aber in der ganzen Masse gleichmässig vertheilt, so dass man mit den Fingern kein Stückchen davon so klein abreißen kann, dass nicht einige der weissen Körper daran sässen. Diese weissen Körperchen nenne ich die Kohlrabihäufchen im Neste der Ameisen. Sie bilden die hauptsächlichliche, wo nicht einzige Nahrung der besprochenen Atta-Arten.

Bevor wir zur mikroskopischen Untersuchung des Pilzgartens und seiner Kohlrabifrüchte übergehen, sei es wiederum gestattet, die hierher gehörige Stelle aus Th. Belt's Buch in der Uebersetzung als Grundlage unserer Untersuchung voranzustellen.

A. a. O. S. 79 u. ff.: „Obwohl diese Ameisen so gemein sind im tropischen Amerika, und die Aufmerksamkeit fast jedes Reisenden erregt haben, bleibt doch noch viel Zweifel über den Gebrauch, welchen sie von den Blättern machen. Einige Naturforscher haben

vermuthet, dass sie dieselben unmittelbar als Futter benutzen; andere, dass sie ihre unterirdischen Nester damit bedecken. Ich glaube, der wirkliche Gebrauch, den sie von ihnen machen, ist der als Dünger, auf welchem ein kleiner Pilz wächst, von dem sie sich nähren, — dass sie in Wirklichkeit Pilz-Züchter und Esser sind. Diese Erklärung ist so aussergewöhnlich und unerwartet, dass es mir erlaubt sein mag, etwas ausführlich auf die Thatsachen einzugehen, welche mich zu deren Annahme führten. Als ich zuerst meinen Krieg gegen die Ameisen begann, die meinen Garten angriffen, grub ich tief hinein in einige ihrer Nester. Bei unseren Bergwerksarbeiten durchschnitten wir auch, bei zwei Gelegenheiten, von unten her sehr grosse Ameisenester, so dass alle ihre unterirdischen Arbeiten für die Beobachtung blossgelegt wurden. Ich fand, dass ihre Nester unter der Erde aus zahlreichen runden Kammern bestehen, etwa so gross wie ein Menschenkopf, mit einander verbunden durch zahlreiche röhrenförmige Gänge, die von einer Kammer zur anderen führen. Obwohl viele Züge der Ameisen beständig zerschnittene Blätter eintrugen, konnte ich doch niemals eine grössere Menge derselben in dem Bau finden, und es lag auf der Hand, dass sie in irgend einer Weise unmittelbar nach dem Eintragen verbraucht wurden. Die Kammern waren immer zu etwa $\frac{3}{4}$ gefüllt mit einer braungesprenkelten, flockigen Masse eines leichten und lose verbundenen Stoffes von schwammigem Aussehen. In dieser Masse befanden sich zahlreiche Ameisen, die zu der kleinsten Gruppe der Arbeiter gehörten, und die sich nicht beim Blättertragen betheiligten. Neben diesen fanden sich Larven und Puppen, nicht zusammengehäuft, sondern anscheinend unregelmässig in der flockigen Masse zerstreut. Diese Masse, welche ich das Ameisenfutter (ant-food) genannt habe, zeigte sich bei der Untersuchung zusammengesetzt aus ganz klein zertheilten Blattstückchen, die zu einer braunen Farbe verwelkt, überwachsen und leicht mit einander verbunden waren durch einen kleinen weissen Pilz, welcher sich in jeder Richtung durch dieselbe verzweigte. Ich fand diesen Pilz nicht nur in jeder Kammer, die ich öffnete, sondern auch in den Kammern der Nester einer verschiedenen Art, die gewöhnlich nur bei Nachtzeit herauskommt, oft in das Haus kommt und verschiedene mehligte Stoffe wegträgt; sie macht keine Haufen über ihren Nestern, sondern lange gewundene Gänge, die in Kammern endigen, welche denen der gemeinen Art ähnlich, und wie diese immer zu $\frac{3}{4}$ mit flockigen Massen pilzbedeckter Pflanzenstoffe gefüllt sind, zwischen denen sich die Ameisenammen und die unreifen Ameisen finden. Wenn ein Nest

gestört wird, und die Massen des Ameisenfutters umhergestreut werden, sind die Ameisen sehr eifrig bemüht, jeden Bissen desselben wieder unter Dach zu bringen, und bisweilen, wenn ich in ein Nest gegraben hatte, fand ich am nächsten Tage all die ausgeworfene Erde mit kleinen Gruben bedeckt, welche die Ameisen gemacht hatten, um das Futter aus der Erde heraus zu holen. Wenn sie von einem Ort zum andern wandern, tragen sie auch das ganze Ameisenfutter aus der alten Wohnung mit sich. Dass sie die Blätter selbst nicht fressen, davon überzeugte ich mich; denn ich fand nahe den bewohnten Kammern verlassene, die gefüllt waren mit den verbrauchten Blattstückchen, die als Dünger für den Pilz ausgesogen und nun verlassen waren und als Futter für Larven von Staphyliniden und andern Käfern dienten.

„Diese Ameisen beschränken sich nicht nur auf Blätter, sondern sie tragen auch andere pflanzliche Stoffe fort, welche sie für geeignet halten, den Pilz zu ernähren. So sind sie sehr begierig nach der inneren weissen Rinde von Orangen, und ich habe auch gesehen, wie sie von manchen Sträuchen, deren Blätter sie verschmähen, die Blüten abschneiden und wegtragen. Sehr besorgt sind sie für die Durchlüftung ihrer unterirdischen Räume, und sie haben zahlreiche Röhren, welche dieselben mit der Oberfläche verbinden. Diese öffnen und schliessen sie, offenbar, um einen regelmässigen Wärmegrad unten zu erhalten. Die grosse Sorgfalt, mit der sie darauf achten, dass die einzutragenden Blattstückchen weder zu trocken, noch zu nass seien, stimmt auch mit der Auffassung, dass es ihr Zweck ist, einen Pilz wachsen zu lassen, der besondere Verhältnisse der Wärme und Feuchtigkeit verlangt, um sein üppiges Wachsthum zu entfalten.“

Die mikroskopische Untersuchung des Pilzgartens lehrt uns zunächst in jenen oben erwähnten formlosen dunkelgrünen bis gelbbräunlichen Klümpchen die Trümmer der Blattstücke erkennen, welche die Ameisen in das Nest getragen haben. Wir erkennen darin un schwer Epidermis-Reste mit den Spaltöffnungen, Haargebilde, Chlorophyllkörner, bisweilen Stärkekörner, Ring- und Spiralgefässe, Alles aber in vollkommen zerkleinertem und zerstörtem Zustand, derart, dass fast keine Zelle unverletzt geblieben ist. Das blosse Auge erkennt in diesen Klümpchen die Blätter nicht wieder, und daher kommt es, dass man leicht die Beobachtung wiederholen kann, welche Belt so scharf hervorhebt und welche ihm eine Hauptgrundlage für seine scharfsinnigen Folgerungen wurde, dass man nämlich von der Masse eingetragener Blätter im Neste selbst nur wenig vorfindet. Hie und

da freilich sieht man noch erkennbare kleine Blattstückchen in den Kammern des Pilzgartens umherliegen, auch finden sich nicht selten kleinere Mengen abgeworfener Lasten dicht am Eingang des Nestes. Ihre Anzahl ist aber vollkommen verschwindend gegen diejenige, welche man herbeischleppen sieht. Die tiefer im Nest liegenden Blattstückchen sind meist kleiner als irgend eine der herbeigeschafften Lasten, und es ist klar, dass diese noch im Nest weiter zerschnitten wurden. Man würde jedoch irren, wenn man glauben wollte, dass die kleinsten Schnittstücke ohne weiteres dem Garten eingefügt würden; das ist niemals der Fall. Auch die ganz zuletzt dem Pilzgarten wirklich eingefügten Klümpchen unterscheiden sich von den kleinsten zerschnittenen Blattstücken dadurch, dass in ihnen der zellige Aufbau des Blattes vollkommen zerstört ist, und wir werden weiterhin sehen, durch welche Massnahmen das bewerkstelligt wird.

Die Pilzfäden, welche jene Klümpchen, ihren Nährboden, durchwuchern und zusammenhalten, erscheinen unter dem Mikroskop stets dieselben, aus welchen Theilen des Nestes man auch die zur Untersuchung dienende Probe entnehmen mag. Man kann das von ihnen gebildete Mycel zu den vergleichsweise dickfädigen rechnen. Die Dicke der Fäden beträgt bis zu 8μ , und meist nicht unter $5-6 \mu$. Sie sind angefüllt mit einem feinkörnigen Protoplasma, welches viele und grosse Vakuolen führt, und in dem einzelne kugelige, stärker lichtbrechende Körnchen von 2 bis zu 3μ Durchmesser zahlreich vertheilt sind. Die Fäden sind von nicht eben zahlreichen Scheidewänden durchsetzt, und es kommen ausserordentlich viele Fadenbrücken (Anastomosen) vor. Fadentheile, welche von Protoplasma entleert, und mehr oder weniger zusammengesunken sind, finden sich häufig.

An diesen Fäden nun treten die Kohlrabihäufchen auf. Ein kleines Beispiel eines solchen ist in der Fig. 22 (Taf. VII) dargestellt. Die Enden von Fäden oder deren Seitenverzweigungen schwellen zu kugeligen Keulen auf. Die kugeligen Verdickungen sind in der Form bestimmt, im Durchmesser schwanken sie von $10-24 \mu$. Man findet solche Anschwellungen nicht vereinzelt, sondern immer in grosser Menge zu einem Häufchen vereinigt. In dieser Vereinigung erscheinen sie dem blossen Auge als eben jene oben erwähnten weissen Pünktchen. Solange man eine Probe in Luft besieht (Fig. 22, 23 und 33) erkennt man nur die kugelige Form der scharf umschriebenen Blasen, taucht man sie aber unter Wasser (Fig. 24, 34 und 35), so bemerkt man, dass sie mit demselben vakuolenreichen Protoplasma gefüllt sind, wie die Fäden, an welchen sie entstanden. Im völlig entwickelten

Zustand ist gewöhnlich nur eine grosse Vakuole vorhanden, während man vorher deren mehrere sieht.

Die Anordnung der einzelnen Kohlrabiköpfe in dem Häufchen ist durchaus nicht regelmässig, wie sie denn auch ebensogut an den Seitenzweigen, als an den Enden der Hauptfäden, oder gar ausnahmsweise im Verlaufe eines Fadens entstehen, und sich in unregelmässiger Anordnung durcheinander schieben (Fig. 22, 23). In jedem Falle aber sind es eine Menge von benachbarten Fäden, welche gleichzeitig zur Kohlrabibildung übergehen, und zwar immer nur Fäden an der Oberfläche des Nährbodens, in dessen Innern die Mycelien zwar wuchern, aber niemals Kohlrabi erzeugen. Da nun das Kohlrabi-häufchen durch die dichtgedrängten kugeligen Köpfe, zwischen welche einzelne Fäden zahlreich eingeklemmt sind, eine gewisse Festigkeit erhält, und da es nach untenhin von der Unterlage durch eine dünne Schicht getrennt ist, in welcher nur die unangeschwollenen Fäden vorhanden sind, von denen es seinen Ursprung nimmt, so ist es erklärt, warum man mit einer Nadel meist ohne Schwierigkeit und ohne den lockeren Bau des Pilzgartens zu zerstören, die Kohlrabihäufchen abnehmen kann, wie ich es zum Zweck der weiterhin zu besprechenden Kulturversuche mehrere hundert Mal gethan habe. Man zerreisst dabei einfach die Schicht der dünneren Fäden, denen gegenüber das Häufchen in sich eine grössere Festigkeit besitzt.

4. Die Bedeutung des Pilzgartens für die Ameisen.

Am 21. September 1891 deckte ich ein Nest von *Atta discigera* auf, welches einige Meter seitwärts eines Wegedurchstichs im Walde lag. Ich nahm etwa zwei Hände voll von dem Pilzgarten heraus und zerstreute diese Masse mitten auf dem Weg. Der Pilzgarten zerfiel dabei natürlich in lauter kleine Bröckchen, dazwischen liefen die Ameisen zunächst ziellos hin und her, auch lagen eine Menge von Larven und Puppen umher, an denen das Nest sehr reich war. Einzelne Ameisen liefen fort, nach allen Richtungen aus einander, andre packten je eine Larve oder Puppe. Nach kurzer Zeit begannen sie, die sämmtlichen Larven und Puppen unter ein am Wege liegendes Blatt auf einen Haufen zusammen zu tragen. Inzwischen waren Kundschafter thätig, den Weg nach dem gestörten Neste aufzufinden. Obwohl dieses oberhalb der etwa 1 m hohen und ziemlich steilen Wege-

böschung lag, so hatten sie es doch nach etwa $\frac{3}{4}$ Stunden gefunden, und nach einer Stunde war die Beförderung der unter dem Blatt nur vorläufig verborgenen Larven und Puppen auf dem ganzen Weg zum Nest in vollem Gang. Gleichzeitig aber mit dem Aufheben der Brut wurden auch die zerstreuten Stücke des Pilzgartens aufgehoben und zum Nest getragen. Nach Verlauf von zwei Stunden war von dem zerstreuten Pilzgarten auch nicht das allerkleinste, für menschliche Augen wahrnehmbare Stückchen mehr auf dem Wege zu finden. Aehnliche, leicht anzustellende Beobachtungen machte ich oftmals mit gleichem Erfolg. Auch ist es nicht schwer, sich auch für unsere Ameisen von der Richtigkeit der Belt'schen Angabe zu überzeugen, dass sie nämlich bei einem Umzuge stets ihren Pilzgarten bis aufs kleinste Stäubchen mit sich nehmen. Stört man ein Nest, indem man es zu einem Theile freilegt und, wie ich vielmals that, zum Zweck der Untersuchung Theile des Pilzgartens fortträgt, so bauen die Ameisen zunächst die gerissene Lücke sofort aufs schnellste wieder zu. Ist es irgend möglich, so bringen sie von dem nicht gestörten Theil des Nestdaches alle irgend entbehrlichen Blatt- und Zweigstücke auf die freigelegte Stelle, auch suchen sie sofort aus der Nachbarschaft an trockenem Deckmaterial herbeizuschaffen, was sie irgend schleppen können. Einmal beobachtete ich, nachdem ich von einem hügelartig angelegten Nest die Hälfte etwa weggerissen hatte, wie sie auf dem stehengebliebenen Dache die entbehrlich gewordenen Stücke zusammensuchten, sie bis zu der Abbruchstelle trugen und von dort auf den freigelegten Pilzgarten hinunter fallen liessen. Schon nach Verlauf von 24 Stunden fand ich einmal ein freigelegtes Nest von *A. hystrix* in einer Ausdehnung von 1 m Länge und 50 m Breite mit einer 10 cm starken Schicht schützender trockner Blatt- und Zweigstücke überdeckt. Mitunter ziehen die Ameisen schon nach einer ersten solchen Störung mit ihrem Pilzgarten an einen andern Ort. Meist jedoch fand ich, dass, um sie zu dem Wohnungswechsel zu veranlassen, eine abermalige Störung nöthig war. Kommt man dann, etwa 24 Stunden nach einer solchen wieder zu Nest, so sieht man auf den ersten Blick keine Veränderung, die trockne Ueberdachung steht unverändert, nur erscheint sie ein wenig zusammengesunken. Bei genauerem Zusehen finden wir aber darunter nur die leere Höhlung, in welcher der Pilzgarten gestanden hatte, und von diesem selbst auch nicht die leiseste Spur mehr. Er ist bis zum letzten Körnchen fortgeschleppt, während die trocknen Blätter alle zurück blieben. — Nebenbei sei hier bemerkt, dass ich ein Nest auch fünfmal in kurzen Zwischenräumen stark gestört habe,

darunter zweimal durch Entnahme ziemlich grosser Mengen des Pilzgartens, und dass die Ameisen (*A. hystrix* im Walde) dennoch nicht ausgezogen sind, dass wiederum in andern Fällen, wie Herr Gärtner feststellte, nach einer ersten Störung die Ameisen noch fünf oder sechs Tage im Neste blieben, um dann dennoch sich zum Umzuge zu entschliessen.

Die angeführten Beobachtungen beweisen, dass die Ameisen auf den Besitz und Schutz ihres Pilzgartens einen sehr hohen, ja denselben Werth, wie auf den ihrer Nachkommenschaft legen.

Bis zu diesem Punkt der Erkenntniss führt die Beobachtung im Freien, und bis hierher hat uns auch Belt geführt. Jener scharfsinnige Beobachter geht über die Thatsachen hinaus noch einen Schritt weiter mit der Vermuthung, die Ameisen leben von dem Pilz, welcher auf den eingetragenen Blättern gedeiht. Je lebhafter der Wunsch wurde, diese Behauptung sicher zu erweisen oder zu widerlegen, und der fernere, Genaueres über die Art des Aufbaues des Pilzgartens zu erkunden, um so niederschlagender war die mehr und mehr sich festigende Einsicht, dass in den natürlichen Nestern jede weitere Beobachtung unmöglich sei. Professor Schimper sagt von den mit ihren Lasten im Nest verschwindenden Ameisen: „Nur wenige Naturforscher haben sie weiter verfolgt“, und wir können hinzufügen, dass solche weitere Verfolgung auch zu keiner weiteren Erkenntniss führen kann. Um die Ameisen weiter zu verfolgen, muss man nothwendig einen Theil des Nestes freilegen; die Folge aber eines jeden solchen, wenn auch noch so vorsichtigen Eingriffs, ist eine allgemeine Aufregung im Neste, welche alle ordnungsmässigen Vorgänge stört und aufhebt und die sämmtlichen Bewohner in eine wild durcheinander wimmelnde Schaar verwandelt, welche dem Störenfried zu Leibe geht.

Die Belästigungen von Seiten der kleinen tapferen Thiere sind übrigens für den Menschen ziemlich harmlose. Zwar ist man im Augenblick mit Ameisen bedeckt, welche an allen unbedeckten Körpertheilen zu kneifen versuchen, allein ihre Kinnbacken dringen nicht durch, es fliesst kein Blut, und glücklicherweise fühlen sich die Ameisen am menschlichen Körper gar nicht wohl. Man braucht nur eine halbe Stunde im Walde weiter zu gehen, so sind sie freiwillig alle verschwunden.

5. Benutzung des Pilzgartens; sein Aufbau und seine Pflege, in der Gefangenschaft beobachtet.

Nachdem durch Beobachtung in der Natur in der für uns nunmehr wichtigsten Frage keine weiteren Anschlüsse zu gewinnen waren, so ging ich daran, die Ameisen in Gefangenschaft zu halten.

Zunächst sperrte ich eine Anzahl Arbeiterinnen von *A. discigera*, ein anderes Mal von *A. hystrix*, in eine grosse Krystallisirschale und gab ihnen Blätter solcher Pflanzen, welche gern geschnitten werden. Sie rührten die Blätter nicht an; nach 2—3 Tagen waren die Ameisen todt. Sorgte ich durch eine Unterlage von feuchtem Sand dafür, dass genügende Feuchtigkeit in ihrem Käfig war, so lebten sie 8—14 Tage lang. Ich fand durchweg Herrn Forel's Angabe bestätigt, dass genügende Feuchtigkeit eine der wesentlichsten Lebensbedingungen sei. In einem einzigen Falle unter vielen hatten die Ameisen begonnen an den eingelegten Blättern von Rosen und Pelargonien zu schneiden, die Schnittstücke lagen zwecklos und unberührt umher, und die Ameisen selbst starben wiederum nach 8—14 Tagen. Hierans geht hervor, dass die abgeschnittenen Blätter den Ameisen niemals, auch in der Noth nicht zur Nahrung dienen.

Den nächsten Versuch habe ich zu ungezählten Malen, in jeder Jahreszeit angestellt, jedesmal, wenn ich überhaupt einen Theil des Pilzgartens zur Untersuchung nach Haus brachte. Ich that den Nestinhalt, also Theile des Pilzgartens, mit den daran und darin sich aufhaltenden Ameisen, und oftmals mit den unvermeidlich hineinfallenden Erdbrocken, Laub- und Zweigstückchen gemischt, in eine grosse Krystallisirschale, die mit einem Glasdeckel bedeckt wurde. Dabei fällt natürlich der lockere Garten in Trümmer. Unmittelbar nachdem die Masse eingeschüttet ist, beginnen die Ameisen mit dem regelmässigen Wiederaufbau des Gartens. Hierbei wird jedes noch so kleine Erdkrümchen und jegliche Verunreinigung, welche in den Pilzgarten nicht gehört, hervorgesucht und bei Seite getragen; in den Krystallisirschalen wird dies Material an den Wänden aufgehäuft und dort zu einer undurchsichtigen, dem Glase angeschmiegtten Wandschicht von geringer Stärke verbaut. Die Ameisen verfolgen damit den Zweck, ihren Garten vor dem Lichte zu schützen, und dies ist immer ihr Bestreben. Sorgt man dafür, dass in dem Käfig, in welchem man sie bringt, irgend eine verdunkelte Stelle sich befindet, so werden sie stets dort zunächst ihren Garten aufbauen. Der Wiederaufbau

des Pilzgartens wurde stets in längstens 12 Stunden aufs sorgfältigste ausgeführt. Die ganze zusammengeschnittelte Masse ist alsdann wieder zu jenem schwammartigen, überall von Höhlungen durchsetzten Labyrinth geworden, welches wir in den Nestern kennen lernten. In den Höhlungen vertheilt sitzen die Ameisen, und nur wenige bewegen sich ausserhalb des Gartens. Ueberlässt man sie nun weiterhin sich selbst, so beobachtet man, wie im Verlauf der folgenden Tage die Verstärkung jener Wandschicht fortwährend zu-, die Masse des Pilzgartens dagegen abnimmt; und man überzeugt sich leicht, dass diejenigen Theilchen des Pilzgartens, welche vom Pilze ausgelaugt, keine Kohlrabi mehr hervorbringen, von den Ameisen stets sofort ausgerissen und zu dem unfruchtbaren, nur zum Schutzbau verwendeten Material getragen werden. Je nach der Menge des zum Versuch verwendeten Stoffes und je nach dem mehr oder weniger günstig getroffenen Verhältniss zwischen der Zahl der Ameisen und der Menge des Gartens, sieht man in längerer oder kürzerer Zeit den Pilzgarten zu einem ganz kleinen Klümpchen zusammenschrumpfen und endlich verschwinden, während auf seine Kosten die Schutzwand verstärkt worden ist. Endlich laufen die Ameisen in dem leeren Hohlraum ohne Pilzgarten umher, und von diesem Augenblick an vergehen nur noch 8—14 Tage; dann sind alle todt, während man Todte nur sehr selten vereinzelt findet, so lange noch Reste des Pilzgartens erhalten sind.

Geht aus diesen Beobachtungen schon mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass der Ertrag des Gartens die Ameisen nährt, so gelang es mir doch niemals in dem dichten Gewimmel eine einzelne beim Fressen selbst unzweifelhaft zu beobachten.

Am 5. Februar 1891 sperrte ich eine beschränkte Anzahl von Ameisen in eine Krystallisirschale ein, deren Boden zur besseren Erhaltung der nöthigen Feuchtigkeit mit einer zwei Finger starken Schicht feuchten Sandes bedeckt war. Die Ameisen höhlten, wie ich es auch sonst oftmals sah, in dem Sande unterirdische Gänge aus und zerstreuten die herausgetragenen Brocken unregelmässig. Von den reichlich hinzugelegten frischen Rosenblättern rührten sie indess keines an. Ich liess sie nun fünf Tage lang hungern. Am 10. Februar sassen alle Ameisen unter der Erde, die Blätter waren noch immer unberührt. Nun nahm ich aus einem andern Nest eine Probe des Pilzgartens und suchte aus derselben mittelst einer feinen Pincette alle darin verborgenen Ameisen heraus. Die Trümmer des so gesäuberten Gartens, welche reichliche Kohlrabi trugen, legte ich auf das zu oberst befindliche Rosenblatt. Alsdann fing ich mit der Pincette eine der

in ihren Gängen verborgenen Ameisen und setzte sie oben auf den eingebrachten Pilzgarten. Die Ameise lief sofort nach unten, und nach kurzer Zeit kamen eine ganze Anzahl anderer hervor und suchten emsig auf den Rosenblättern umher. Endlich fanden sie den Pilzgarten. Ich hatte denselben so hoch gelegt, dass ich bequem mit einer stark vergrößernden Lupe herankommen konnte. Da sah ich denn, wie sie Kohlrabi frassen. Die Ameise fasst mit den Kinnbacken ein Kohlrabihäufchen und reisst es los, wozu wenig Kraft erfordert wird, wie wir oben sahen. Nun nimmt sie die Füße der Vorderbeine zu Hülfe. Zwischen diesen und den wenig geöffneten Kinnbacken wird die Speise während des Essens unaufhörlich nach verschiedenen Richtungen gedreht und gedrückt, während die Mundtheile zupfend, saugend und schlüpfend das Kohlrabihäufchen allmählich ganz und ohne Rest durch den Mund verschwinden lassen. Während des ganzen Vorgangs sind die Spitzen der Fühler andauernd mit der Speise in tastender Berührung.

Um nun festzustellen, ob die Ameisen dies ihr Futter von anderem ähnlichen unterscheiden können, ob sie die in den Nestern der verwandten Arten gezogenen Kohlrabi auch annehmen würden, unternahm ich viele und wiederholte Fütterungsversuche. Ich muss jedoch, ehe ich über dieselben berichten kann, dem Gang der Untersuchung ein wenig vorgreifen.

Ich habe ausser den Arten der Gattung *Atta* noch einige Arten aus den Gattungen *Apterostigma* und *Cyphomyrmex* aufgefunden, welche zwar keine Blattschneider, wohl aber Pilzzüchter und Esser sind. Die *Apterostigma*-Arten, „Haarameisen“, bauen denselben, aber von dem der Schleppameisen verschiedenen Pilz mit ähnlichen Kohlrabi-bildungen. Ebenso ist der Pilz der *Cyphomyrmex*-Arten, „Höckerameisen“, ein von den beiden vorigen verschiedener.

Die Kohlrabi in den Nestern der verschiedenen *Atta*-Arten waren, wie oben schon erwähnt ist, stets dieselben. Es war zunächst von Werth, zu wissen, ob auch die Ameisen selbst keinen Unterschied ihrer Nahrung von derjenigen ihrer Verwandten erkennen würden. Ich brachte für die weiteren Versuche stets nur 1—3 Ameisen in eine ganz kleine Schale von wenigen Centimetern Durchmesser, auf deren Boden etwas feuchter Sand ausgebreitet war, und hielt ihnen die aus den betreffenden Nestern mit der Spitze einer Platinnadel abgehobenen Kohlrabi eben mit dieser Nadel vor. Niemals gelang es auf diese Weise, eine eben aus dem Nest genommene und also wahrscheinlich von Hunger nicht gequälte Ameise zur Annahme der Nahrung zu

bewegen. Eine so plötzlich eingesperrte Schleppameise ist wild und zornig, die grösseren Arbeiterinnen greifen mit Wuth die Platinnadel an und stehen nicht sobald von diesem erfolglosen Beginnen ab. Erst der Hunger macht sie gefügig. Jedoch verhalten sie sich individuell sehr ungleich. Während manche schon am zweiten Tage ihrer Gefangenschaft so zu sagen aus der Hand frassen, bequemten andre sich erst nach 5, 8, ja beinahe 14 Tagen, also kurz vor dem Hungertode dazu. Am schwersten waren die grossen Arbeiterinnen von *A. hystrix* und *coronata* zum Fressen zu bewegen. Schliesslich aber glückte der Versuch bei einiger Geduld ausnahmslos.

Eine am 26. August 1891 eingesperrte *A. discigera* verweigerte am 28. wiederholt die Annahme von Kohlrabi des *Apterostigma* und nahm alsdann ohne Besinnen die in ihrem eigenen Nest erwachsene Frucht. Eine am 4. September eingesperrte *A. discigera* nahm am 6. keinerlei Nahrung, so oft ihre Fühler auch damit berührt wurden; am 11. nahm sie den aus einem Nest ihrer Art entnommenen Kohlrabihaufen, am 17. also, nach weiterem sechstägigen Hungern, wies sie den Pilz von *Apterostigma* zurück, ebenso Kohlrabi aus *Cyphomyrmex*-Nestern, nahm aber alsdann sofort ein Kohlrabihaufchen aus einem Nest der *A. hystrix*. Am 25. verweigerte sie wiederum die Annahme des *Apterostigma* Pilzes und nahm alsdann den eigenen. Erst am 3. Oktober starb sie an Feuchtigkeitsmangel durch meine Schuld. Eine am 22. März 1892 eingesperrte *A. discigera* verweigerte noch am 29. den Pilz von *Cyphomyrmex*, ebenso verschiedene beliebige Schimmelconidienköpfe, die mir grade zur Hand waren, und nahm dann sofort ihre eigenen Kohlrabi.

Am 19. April 1892 fütterte ich eine *A. discigera* mit Kohlrabi aus dem Nest der *A. coronata*.

An demselben Tage wurde auch eine *A. hystrix* mit den von *A. coronata* gebauten Kohlrabi gefüttert.

Sodann gab ich einer der grössten Arbeiterinnen von *A. hystrix*, welche sechs Tage gehungert hatte, ein Stückchen Pilzgarten aus dem Nest der *A. coronata*. Ich konnte beobachten, wie sie die Kohlrabi abzupfte, daneben aber auch von den frei herausragenden Hyphen abzupfte und frass.

Am 26. April 1892 fütterte ich *A. hystrix* mit dem Gartenprodukt der *A. discigera*.

Am 23. Februar 1892 verweigerte eine *A. coronata* nach langem Hungern die Annahme der *Cyphomyrmex*-Kohlrabi und nahm dann

solche aus dem Nest von *A. hystrix*. Am 25. April 1892 fütterte ich endlich *A. coronata* auch mit Kohlrabi der *A. discigera*.

Diese Angaben werden genügen. Ich könnte sie der Zahl nach aus meinen Notizen beträchtlich vergrössern; denn ich habe solche Versuche öfter angestellt, als wohl dringend nothwendig gewesen wäre, schon um des Vergnügens willen, welches mir diese mykologische Fütterung verursachte. In jedem einzelnen Falle überzeugte ich mich durch fortgesetzte Beobachtung mit der Lupe davon, dass das betreffende Kohlrabihäufchen vollkommen, ohne Rest, verzehrt wurde.

Ermuthigt durch das günstige Verhalten der Ameisen in der Gefangenschaft, stellte ich viele Versuche an, sie zum Schneiden und zum Gartenbau, d. h. zur Anlage neuer Gartentheile aus den abgeschnittenen Blättern, unter meinen Augen zu vermögen; allein anfänglich stets ohne Erfolg. Zwar fand ich häufig, dass die Ameisen in den Krystallisirschalen von den eingelegten Blättern geschnitten hatten, und endlich sah ich auch einige Male, dass dem vorhandenen Pilzgarten neue Theilchen angebaut waren, aber dies geschah meist an solchen Stellen, welche der Lupe nicht zugänglich waren oder nicht gerade zu der Zeit, wenn ich sie beobachtete, oder aber, wenn beide Bedingungen erfüllt waren, so störte ich die Arbeiterinnen durch Annäherung der Lupe und vorzugsweise durch meinen Athem. Herr Professor Forel hat schon angegeben, dass die Ameisen gegen diese letztere Störung sehr empfindlich sind, und ich fand diese Wahrnehmung stets bestätigt. Ich glaube aber mit Sicherheit sagen zu können, dass sie beim Essen, zumal wenn sie hungrig sind, sich nicht so leicht dadurch stören lassen, als bei der Arbeit.

Durch fortgesetzte Aenderung der Beobachtungsart kam ich endlich dazu, bei allen *Atta*-Arten die Vorgänge des Bauens unter der Lupe ohne alle Störung aufs deutlichste beobachten zu können. Der zweckmässigste Weg, dies zu erreichen, war folgender. Ich nahm eine nicht zu weite Krystallisirschale (etwa 12 cm Durchmesser), füllte sie zur Hälfte mit feuchtem Sand und höhnte dann in der Mitte von vornherein eine Vertiefung aus, während ich ringsherum den Sand als Schutzwand bis nahe zum oberen Rand reichen liess. Die Schale wurde mit einem blankgeputzten Glasdeckel bedeckt. Dann that ich so viel Pilzgarten mit zugehörigen Ameisen hinein, dass, wenn derselbe ordnungsmässig aufgebaut war, die obersten Theile vom Deckglase sich in einer Entfernung befinden mussten, welche ihre genaue Beobachtung durch eine auf das Deckglas gestellte Lupe gerade ermöglichte. Die zum Schneiden bestimmten Blätter legte ich an den

Rand, so dass der innere Raum nicht verdeckt wurde. Wenn dann die Schale dunkel gehalten wurde, so begannen die Ameisen zunächst, wie immer, mit dem regelrechten Aufbau des Pilzgartens und liessen sich später bisweilen herbei, den Bau weiter zu führen. Ich kann keine bestimmten Angaben darüber machen, unter welchen Bedingungen die Ameisen in der Gefangenschaft zum Gartenbau zu bringen sind. Nur das eine ist sicher, dass es nicht geschieht, wenn im Verhältniss zur Ausdehnung des verfügbaren Gartens zuviel Ameisen vorhanden sind. In diesem Fall wird der Pilzgarten sehr schnell aufgezehrt.

Die Art der Behandlung der Blattstücke ist bei allen beobachteten *Atta*-Arten dieselbe, und die folgende Beschreibung gilt gleichmässig für alle. Die Ameise schneidet zunächst das eingetragene Blattstück mitten durch und beschäftigt sich weiterhin nur mit der einen Hälfte, von der sie abermals ein Stück abschneidet u. s. f. Hat das Blattstück, welches sie übrig behält, genügende Kleinheit erreicht, so dass sie es nun zwischen den Vorderfüssen mit Zuhülfnahme der Kinnbacken drehen und wenden kann, so befühlt sie es von allen Seiten und dreht es in allen Richtungen (als wollte sie sich über seine Form unterrichten?). Danach schneidet sie ein noch kleineres Stück ab und fährt so fort, bis das Stück, welches sie übrig behält, wenig grösser als ihr Kopf ist. Die abgefallenen Schnittstücke werden von anderen Arbeiterinnen aufgenommen und in gleicher Weise behandelt. Jetzt nimmt die Ameise das kleine Schnittstückchen zwischen die Vorderfüsse, so dass es die scharfe Kante dem Munde zuwendet, und beginnt dasselbe mit den Kinnbacken ringsum in kürzesten Abständen einzukneifen, jedoch schneidet sie hierbei niemals durch. Das so bearbeitete Stückchen zeigt ringsum am Rande unter einer guten Lupe feine, radial gerichtete Riefen. Auch von der Fläche wird dann das Blattstückchen mit den Spitzen der Kinnbacken angekratzt, gleichsam wund gemacht, und bei dieser Behandlung wird es bald weich. Die Ameise knetet es nun mit den Füssen zusammen und fasst wiederum mit den Kinnbacken in das nun entstandene Kügelchen hinein, um es gründlich durchzukneten. Immer von neuem öffnen sich die Kinnbacken, die Füsse geben dem Kügelchen einen neuen Druck und eine neue Stellung, und wieder wird es geknetet. Diese Bearbeitung wird mit grossem Bedacht und vieler Sorgsamkeit ausgeführt, und ich fand zu verschiedenen Malen, dass die betreffende Ameise eine Viertelstunde Zeit auf die Herichtung eines solchen Kügelchens verwendete. Ist dasselbe endlich zu einem ganz weichen Klümpchen verarbeitet, so nimmt es die Ar-

beiterin zwischen die Kinnbacken und sucht an der jeweiligen Baustelle nach einem geeigneten Platz zur Einfügung. In einem Falle sah ich sie, als sie einen solchen gefunden hatte, das Klümpchen mit einem Ruck des Kopfes und gleichzeitigem Loslassen der Kinnbacken förmlich einhauen und dann noch mit den Vorderfüßen sorgfältig andrücken; in einem andern Fall legte sie ihr Werkstück auf die Lücke eines eben angelegten neuen Ringwalles, in welche es hinein sollte, fasste dann mit den Füßen zu und schüttelte und drückte es in die Lücke nicht anders, wie der Maurer den letzten Ziegelstein in eine eben aufgelegte neue Schicht eindrückt. Bei all dieser Arbeit sind ebenso, wie beim Essen, die Fühler fortwährend in Thätigkeit und tasten an dem Blattstückchen umher.

Die Leichtigkeit, mit welcher die Pilzfäden des Gartens in den so sorgsam vorbereiteten Nährboden eindringen, ist bemerkenswerth. Blattstückchen, welche am Morgen eingebaut waren, fanden sich schon am Nachmittage nach allen Richtungen von dem Mycelium durchwachsen.

Ein einziges Mal, und zwar bei der Atta IV, beobachtete ich das Bauen des Pilzgartens ganz frei auf einem blanken Teller. Ich hatte den Inhalt eines Nestes auf einen Blechteller geschüttet, welcher ringsum durch eine etwa 2 cm breite, 1 cm tiefe, mit Wasser und ein wenig Petroleum gefüllte Rinne abgeschlossen war. Derartige Teller benutzte ich auch sonst mit Vortheil, um den Inhalt von Ameisennestern durchsuchen zu können, ohne die Unannehmlichkeit zu erleiden, dass die Ameisen überall im Zimmer herumlaufen. Auf dem Teller lag etwas Erde und Laub, und ich erwartete, die Ameisen würden, wie gewöhnlich, im Schutze desselben ihren Pilzgarten zusammetragen und aufbauen. Anstatt dessen fand ich sie am folgenden Morgen auf dem freien Raum des Tellers beschäftigt. Sie hatten die Trümmer ihres Gartens schön aufgebaut und bereits angefangen, von den Rosenblättern, die ich ihnen gegeben hatte, zu schneiden und den Garten zu vergrößern. Drei Tage und Nächte hindurch blieben sie hier in eifrigster Thätigkeit, und nie konnte ich die Arbeit deutlicher beobachten. Am vierten Tage bildete ich den frisch angelegten Garten auf dem Teller ab; der Rand desselben ist auf dem Bilde (Taf. IV b) sichtbar. Nur die untersten kleineren Kammern und Höhlungen stammen von dem ursprünglich eingebrachten Pilzgarten her, alles Uebrige wurde innerhalb dreier Tage unter den Augen des Beobachters angelegt.

Belt hat vermuthungsweise angenommen, dass es die kleinsten

Arbeiterinnen seien, welchen das Geschäft der weiteren Zerkleinerung der eingetragenen Lasten und der Aufbau des Gartens obliege. Dies ist der einzige Punkt, in dem ich glaube, dem grossen Beobachter widersprechen zu sollen. In allen den Fällen nämlich, wo ich die Ameisen beim Bauen beobachtete, waren die Arbeiterinnen der mittleren Grössenklasse die Baumeister. Wenn schon diese Beobachtung nicht ausschliessen würde, dass in andern Fällen die kleinsten Ameisen den Garten bauen, so lassen mich andere Betrachtungen davon billigen Zweifel hegen. Die Dicke eines geschnittenen Pflirsichblattes ergab sich gleich 210μ . Die Länge des scharfen Scheerenrandes an den Kinnbacken der kleinsten Arbeiterinnen beträgt aber nur etwa ebensoviel. Da wir nun wissen, dass die Scheerenspitzen durch das Blatt durchdringen und sich jenseits kreuzen, so würde die Ameise schon das Schneiden nur mit grösster Mühe bewerkstelligen können. Zudem kommen in den Blättern Rippen vor, wo dann ein Schnitt von doppelter Tiefe nothwendig wird, und manche der zur Gartenanlage verwendeten Blätter übertreffen das Pflirsichblatt an Dicke bedeutend. Endlich findet man unter den Klümpchen, welche den Bau des Gartens zusammensetzen, nicht so kleine, wie sie der Grösse der kleinsten Arbeiterinnen entsprechen würden. Ein Blattstück aber von der Grösse, wie die mittleren Arbeiterinnen es verarbeiten, würden die kleinsten unmöglich in der Weise einkerben, zusammenknüllen und kneten können, wie es nothwendig ist.

Es bleibt für die kleinsten Arbeiterinnen, abgesehen von der Brutpflege, an der sie wohl sicher beteiligt sind, eine andre, höchst wichtige und für das Gedeihen des Pilzgartens unumgängliche Thätigkeit. Trotz ihrer sehr grossen Anzahl dürften sie durch dieselbe vollauf beschäftigt sein. Ich meine das Jäten des Gartens.

Wer es jemals versucht hat, Theile von Pilzen, etwa Mycelflöckchen oder Conidien aus der freien Natur zu entnehmen und dieselben zur künstlichen Kultur in Nährlösung zu übertragen, der kennt die grösste Gefahr, welcher solche Kulturen ausgesetzt sind. Es ist meist fast unmöglich, auf diese Weise reine Kulturen zu erzielen; Bakterien und die allgemein verbreiteten häufigsten Conidienformen überwuchern in $\frac{9}{10}$ der Fälle binnen kürzester Frist den Pilz, dessen Züchtung man beabsichtigte.

Ich habe nun zum Zweck der weiterhin zu besprechenden Kulturversuche aus den verschiedensten Ameisennestern zu allen Zeiten des Jahres mit einer ausgeglühten Nadel Kohlrabihäufchen entnommen und in Nährlösung übertragen. Die Zahl der in dieser Art ange-

setzten Kulturen beträgt weit über 200; und mit verschwindenden Ausnahmen waren solche Kulturen stets vollkommen rein. Keine Bakterien, keine fremden Schimmelmycelien, nur der von den Ameisen gezüchtete Pilz kam darin zur Entwicklung. Dies erschien mir eine erstaunliche und sehr bemerkenswerthe Thatsache. Sie liefert einen unwiderleglichen Beweis für die ausserordentliche Reinheit, in welcher die Ameisen ihren Pilzgarten erhalten, eine Reinheit, die um so erstaunlicher wird, wenn wir die Entstehung des Pilzgartens näher berücksichtigen, und die nur erklärlich ist durch die Annahme einer fortwährenden Thätigkeit der kleinsten Arbeiterinnen in dem oben angedeuteten Sinne.

Denn man vergegenwärtige sich den Weg über den Waldboden hin, den eine Schleppameise mit ihrer Last zurücklegt, ehe sie zum Neste gelangt; unzählige Mal wird die Last an den auf dem Boden ausgebreiteten thierischen und pflanzlichen Resten entlang gestreift. Es ist aber, wie ich mich oftmals hier bei Blumenau überzeugte, völlig unmöglich, irgend ein am Boden liegendes Blatt oder Zweigstück aufzuheben, an welchem sich nicht Pilze nachweisen liessen. Hiernach ist ausser allem Zweifel, dass fortwährend eine unbegrenzte Menge von Pilzfäden und Sporen aller Art und darunter sicherlich solche von den gemeinsten Schimmelformen in den Pilzgarten gelangen. Für ihre Weiterentwicklung kann aber nicht wohl ein günstigerer Ort, als eben der Pilzgarten, eronnen werden, welcher ihnen stets gleiche, mässige Feuchtigkeit, Schutz gegen austrocknende Lichtstrahlen und Luftzug, und eine reichliche Menge von tauglichen Nährstoffen gewährt. Es wäre ganz unausbleiblich, dass die Masse des Nestes sich in ein undurchdringliches Gewirr verschiedener fremder Mycelien verwandelte, wenn nicht die kleinsten Ameisen durch fortgesetzte Thätigkeit es verhinderten.

In der That erreicht diese Thätigkeit den beabsichtigten Zweck vollkommen. Man nehme beliebige Theile eines Pilzgartens unter das Mikroskop, man wird stets nur dieselben Hyphen finden, dieselben, welche die Kohlrabi hervorbringen. Niemals habe ich irgend welche Conidienbildung, auch nicht die leisesten Spuren davon, in irgend einem Pilzgarten gefunden, niemals fremde Mycelien zwischen den Kohlrabi bildenden Hyphen bemerkt.

Diese Reinigungsarbeit im Garten, welche sich in der Ausführung der unmittelbaren Beobachtung entzieht, wird aber nur von den kleinsten Ameisen gründlich ausgeübt werden können. Mögen immer auch die grösseren daran Theil nehmen, die engsten Winkel des

Gartens sind nur den kleinsten Arbeiterinnen zugänglich. Versucht man aus einer Probe des Pilzgartens sämmtliche Ameisen auszulesen, so überzeugt man sich von der ungeheuren Menge der kleinsten Arbeiterinnen, welche in jeder noch so kleinen Höhlung verborgen, mitunter der Masse des Gartens förmlich eingebettet sind.

6. Entwicklung des in den Gärten gezüchteten Pilzes nach Entfernung der Ameisen: die Conidien, „Perlenfäden“ und „Stranganschwellungen“. Ergebnisse der künstlichen Kultur des Pilzes.

Nachdem durch unsere bisherigen Beobachtungen die von Th. Belt angeregte Frage nach dem Gebrauch, welchen die Ameisen von den eingetragenen Blättern machen, nach den Beziehungen, welche zwischen den Ameisen und den in ihren Nestern angetroffenen Pilzmycelien bestehen, gelöst war, und nachdem die Ansicht jenes Beobachters, welche ich als Motto dieser Arbeit voranstellte, als die richtige sicher erwiesen war, entstand naturgemäss die Frage, ob es nicht im Wege rein mykologischer Untersuchung möglich sein würde, über die Natur jenes Kohlrabi bildenden Pilzes, über seine etwaigen Fruchtformen und damit über seine systematische Stellung nähere Aufschlüsse zu gewinnen.

Waren die Pilzgärten, wie wir erkannten, reine und üppige Kulturen des Pilzes, welcher in ihnen unter der Pflege der Ameisen über die myceliale Entwicklung und Erzeugung der Kohlrabi nicht hinausging, so lag nichts näher, als die Ameisen aus ihnen zu entfernen und zu beobachten, was alsdann bei geeigneten Bedingungen der Feuchtigkeit und Wärme aus den reichen Mycelmassen der Gärten sich entwickeln würde.

Den ersten derartigen Versuch unternahm ich schon im November 1890. Es wurde einfach unter Beobachtung der grösstmöglichen Sauberkeit aller verwendeten Geräthe, der Pilzgarten auf einen der oben beschriebenen, mit einem Petroleumgraben umgebenen Teller geschüttet; sodann kam es darauf an, die wild umherlaufenden Ameisen mit der Pincette herauszunehmen und diejenigen Theile des Gartens, welche von Bewohnern frei waren, in eine gut gereinigte Krystallisirschale zu werfen. Die ausgelesenen Bruchstücke des Gartens behielten trotz der geschilderten Behandlung immerhin einigen Zu-

sammenhalt und stellten höchst unregelmässige Floeken und Klümpchen von verschiedener Grösse dar, welche, in der Schaale zusammengeworfen, ein loses, von Lufträumen reich durchsetztes Haufwerk bildeten. Die Schaale war vorher mit reinem Wasser ausgespült und nicht ausgetrocknet; sie wurde mit einem Glasdeckel verschlossen und dunkel gehalten. Denselben Versuch habe ich mit einigen Abänderungen in der Zeit vom December 1890 bis September 1892 durch alle Monate des Jahres hindurch mit im Wesentlichen stets gleichen Erfolg 36 mal ausgeführt, und dazu Material aus 36 verschiedenen Atta-Nestern verwendet. (23 *A. discigera*, 9 *A. hystrix*, 3 *A. coronata*, 1 *Atta* IV.) Die im Einzelnen beobachteten geringen Unterschiede in der Entwicklung werden später zu besprechen sein. Wir betrachten zunächst den in der grossen Mehrzahl der Fälle gleichmässig verlaufenden Gang des Versuchs, der als der massgebende zu bezeichnen ist.

Bereits nach 24 Stunden bemerken wir an dem sich selbst überlassenen Pilzgarten einen feinen Haarüberzug, gebildet aus gleichmässig überall aufschliessenden Luftfäden des Pilzmycels. Es genügt, eine beliebige Probe unter dem Präparirmikroskop zu zerpfücken, um sich alsbald zu überzeugen, dass die aufstrebenden Luftfäden unmittelbare Fortsetzungen der überall den Garten durchwuchernden und Kohlrabi bildenden Hyphen sind. Nach Verlauf von zwei Tagen finden wir die Luftfäden weiter aufgeschossen, bis zu 2 cm und mehr Höhe. Sie bilden jetzt ein höchst zartes, durchsichtiges, hier und da mit ausgeschiedenen Wassertröpfchen besetztes Gewirre von seidig glänzenden Mycelfäden, welches das gesammte ausgelegte Material gleichmässig bedeckt. Die Fäden haben eine stark ausgeprägte Neigung, vom Lichte weg zu wachsen. Bringen wir die Fäden unter das Mikroskop, so bemerken wir im Allgemeinen eine Zunahme derselben an Dicke, nicht selten haben sie bis zu 12 μ Durchmesser, doch wechselt die Stärke innerhalb weiter Grenzen; sie strotzen von körnigem, vakuolenreichem Protoplasma, Fadenbrücken sind allerwärts ausserordentlich häufig.

In dem Maasse, wie das Luftmycel aufschiesst, werden die auf dem Nährboden des Gartens aufsitzenden Kohlrabiköpfe undeutlicher. Sie verlieren mehr und mehr ihren Protoplasma-Inhalt, welcher aus den kugeligen Anschwellungen zurück in die Fäden wandert, und schrumpfen endlich zusammen. Im Verlauf des dritten Tages steigert sich die Entwicklung des Luftmycels gewaltig, zu um so grösserer Höhe und Mächtigkeit, je grösser die ausgesuchte Pilzgartenmasse

war. Die Fäden verflechten sich dichter und dichter und bilden eine undurchsichtige, rein weisse Hyphenmasse, welche in einzelnen Fällen Ballen von der Grösse einer starken Faust darstellte und den ursprünglichen Pilzgarten, bezw. dessen Trümmer vollkommen unsichtbar machte. Schon in diesem Zustand bemerkt man, wenn man genau zusieht, an einzelnen Stellen des Mycels feste, durch besonders reines Weiss auffallende Pünktchen. Diese bezeichnen die ersten Anfänge der Conidienbildung, in welche bald darauf die gesammte Hyphenmasse übergeht.

Die Anlage der Conidien geschieht in folgender Weise. Von einem der früher beschriebenen Fäden zweigt in rechtem Winkel ein Seitenast ab, dessen Membran etwas schärfer gezeichnet erscheint und der durch plötzlich auftretende Zunahme der Dicke sich von dem Tragfaden deutlich unterscheidet. Dieser Seitenast bildet, während er in die Länge wächst, Folgeverzweigungen, welche in nicht ganz regelmässiger, doch im Wesentlichen quirliger Anordnung von ihm, und zwar wiederum unter rechten Winkeln ausgehen, und welche bei weiterem Wachsthum ihrerseits nochmals quirlige Seitenzweige treiben (Fig. 9 Taf. V). Die sämmtlichen Fadenenden des Zweigsystems, welches sich zur Conidienbildung anschickt und durch die senkrechte und quirlige Anordnung seiner Theile gekennzeichnet ist, schwellen alsdann in der Form länglicher Keulen schwach an, wie die Figur es darstellt, und grenzen sich nach hinten in der Regel, jedoch nicht immer, durch eine Scheidewand ab. Nun bedeckt sich die Oberfläche der Keule ringsum mit gleichmässig vertheilten, Anfangs kugligen Aus sackungen (Fig. 8 u. 10), welche sich alsbald an ihrem äusseren Ende zuspitzen und zu einem feinen Träger verlängern. Wenn die Spitze des Trägers sich etwa 8μ über die Oberfläche der Keule erhoben hat, so schwillt sie an und giebt einer 2μ im Durchmesser haltenden, kugligen Conidie den Ursprung (Fig. 10). Unregelmässigkeiten der Bildung als Ausnahmen entstehen dadurch, dass auf der ersten Aus sackung der Keule eine zweite aussprosst, und diese erst zur Bildung der haarfeinen Spitze übergeht; ferner kommt es vor, dass die conidien bildenden Träger nicht auf die Keule beschränkt bleiben, sondern für kurze Strecken rückwärts auf den die Keule tragenden Faden übergreifen (Fig. 10). Sobald die Spitze des Trägers eine Conidie abgeschnürt hat, besteht eine grosse Aehnlichkeit unserer Conidien träger mit den bei *Tomentella flava* vorkommenden, welche man bei Brefeld: Untersuchungen u. s. w. Band VIII Taf. I Fig. 11 abgebildet findet, nur dass dort die feinen, conidientragenden Spitzen aus der

Keule selbst entspringen, während sie hier einer polsterförmigen Aussackung aufsitzen. — Indessen sind unsere Conidienträger in diesem Zustande noch nicht fertig. Unter der ersten Conidie wird eine zweite, eine dritte u. s. f. gebildet, bis schliesslich die ganze Keule mit Conidienketten besetzt ist, gleich dem Köpfchen eines *Aspergillus*. Die Anzahl der in einer Kette gebildeten Conidien ist eine beschränkte, in der Regel nicht über 10 hinausgehende.

Waren im Verlauf des dritten Tages unseres Versuchs Conidienäste, wie die beschriebenen, nur erst hier und da in der dichten Hyphenmasse aufgetreten, so finden wir dieselben am vierten Tage allüberall durch die ganze Masse vertheilt, welche in Folge dessen ein noch dichteres, festeres, rein weisses Aussehen erhält. Am fünften Tage bemerkt man den Beginn des Zusammenfalls der Masse, welcher dadurch bewirkt wird, dass die ursprünglich von dem Nährboden ausstrahlenden Fäden, an denen seitlich die Conidien entstanden, zusammenschrumpfen. Gleichzeitig tritt durch die ganze Masse der Conidien eine hellgelbliche Färbung auf, welche sich am sechsten Tage in ein schmutziges Braun verwandelt. Die Farbe rührt ausschliesslich von den abgeschnürten Conidien her, welche, ursprünglich weiss, sich alsbald und noch während sie ihrem Träger ansitzen, verfärben. Am siebenten Tage endlich besteht die ganze Masse, welche nun stark zusammengesunken ist, aus zusammengeballten Massen der braunen Conidien, zwischen denen nur noch verschrumpfte Reste der Mycelfäden aufzufinden sind.

Früher oder später, bisweilen schon am dritten Tage, in andern Fällen erst, wenn die Conidienmasse dem Zerfall nahe ist, findet man bei aufmerksamem Suchen, ohne Regel zwischen die gewöhnlichen Fäden vertheilt, solche, welche in auffällender Weise ihrem ganzen Verlauf nach mit kugligen Aussackungen gleich wie mit Perlen besetzt sind (Fig. 11, 14, 15, 17). Diese Fäden nehmen von den gewöhnlichen her ihren Ursprung, und es ergibt sich aus ihrem unregelmässigen Vorkommen kein Anhalt zur Beurtheilung der Bedingungen, welche ihr Auftreten veranlassen mögen. Die Perlen sind Aussackungen der Fäden, nicht etwa Ausscheidungen, und keineswegs gleichbedeutend mit jenen äusserlich ähnlichen Bildungen, welche an den künstlich kultivirten Mycelien von *Schizophyllum lobatum* von Brefeld beobachtet wurden (vergl. Brefeld „Untersuchungen“, Bd. VIII Taf. III Fig. 12) und, beiläufig bemerkt, an meinen Kulturen der hier bei Blumenau sehr gemeinen *Schizophyllum commune* genau so auftraten, wie an der aus Java stammenden, in Münster i. W. untersuchten Form.

Bei starker Vergrößerung sieht man, dass die Perlen von demselben Protoplasma erfüllt sind, wie die Fäden, an welchen sie entstehen, und mit deren Inhalt ihr eigener in offener Verbindung steht.

Bei weiterem Nachsuchen wird man bald mit diesen Perlenfäden in Verbindung eine zweite Form von Conidienträgern bemerken, welche mit der vorher beschriebenen zwar eine gewisse Aehnlichkeit besitzt, dennoch aber eigenthümliche und beständige Verschiedenheiten aufweist (Fig. 11 u. 17). Diese Conidien entstehen nicht an besonderen Zweigsystemen, sondern von den Enden beliebiger, in keiner Weise bestimmt gekennzeichneteter Fäden; sehr häufig nehmen sie aus den Perlenfäden ihren Ursprung, wie in den beiden Figuren, beinahe eben so häufig jedoch entstehen sie an ganz glatten gewöhnlichen Hyphen (Fig. 21). Die Spitze des Fadens schwillt zum Zweck ihrer Bildung nicht keulenförmig, sondern kurz-kopfig an, und lässt alsdann Aussackungen aussprossen, welche nicht kuglig, sondern mehr flaschenförmig sind, und sich nach oben gleich den früheren in eine haarfeine Spitze verlängern. In einiger Entfernung unter dem kopfig angeschwollenen Fadenende bildet sich in der Regel eine zweite kuglige Auftreibung des Fadens, welche, gleich der endständigen, dieselben zur Conidienherzeugung bestimmten Träger hervorbringt. Eine Scheidewand im Faden, innerhalb der conidientragenden Anschwellungen sah ich nie, wohl aber wird eine solche in geringer Entfernung rückwärts, freilich auch dort nicht ausnahmslos angetroffen. Auf der Spitze der oben beschriebenen flaschenförmigen Träger, welche an Zahl beträchtlich hinter derjenigen bei der vorigen Form zurückbleiben, werden nun lange Ketten von kleinen länglichen Conidien abgeschnürt (Fig. 11). Diese Conidienform, welche ich lediglich um der Kürze des Ausdrucks willen, die „schwache“ nenne gegenüber der „starken“, der ersteren, tritt niemals in so mächtigen Massen auf wie jene, und wird deshalb leichter übersehen. Auch färben sich ihre Conidien niemals braun. Wenn die Anzahl der auf einem Köpfcchen und dem darunter befindlichen Knoten gebildeten Träger erheblich geringer ist, als die auf einer Keule der starken Form, so ist hinwiederum die auf jedem solchen Träger entstehende Kette um vieles länger. Schon der Träger selbst einschliesslich seiner Spitze erreicht 15 — 20 μ Länge gegen 8 μ bei der starken Form; und wenn dort 10 Conidien in einer Kette zu den Ausnahmen gehörten, so finden wir hier in einigermaßen üppigen Kulturen Ketten mit mehr als 20 Conidien die Regel bilden. In der Form der Conidien kommen Unregelmässigkeiten vor, wie sie durch die Fig. 17 angedeutet sind. Dieselben

sind darauf zurückzuführen, dass die noch ansitzenden Conidien bereits etwas anschwellen und damit den Beginn der Keimung andeuten, auf welche wir gleich zurückzukommen haben. — Auch das gesammte conidientragende Fadenstück kann in Ausnahmefällen abweichende Bildung zeigen, wo dann die Aehnlichkeit mit der starken Form noch schärfer hervortritt (Fig. 21).

Noch aber sind die Bildungen, welche in den sich selbst überlassenen Pilzgärten der Atta-Arten mit Regelmässigkeit auftreten, nicht erschöpft. Früher oder später, bisweilen schon gleichzeitig mit dem ersten Auftreten der starken Conidien, dann wieder und zwar meistens erst mit deren Zerfall erscheinen, dicht über den Nährboden hinlaufend und denselben durchziehend, bisweilen an der Wand des Kulturgefässes weit emporkletternd, dicke weisse, verzweigte Stränge, welche in Fällen üppiger Kultur bis zu 1 mm Stärke erreichen, und die in kräftiger Entfaltung nach verschiedenen Richtungen ausstrahlend und sich verzweigend, im Grossen das Bild wiederholen, welches ein in Nährlösung wachsendes, aus einfachen Fäden gebildetes Mycel dem bewaffneten Auge gewährt. Die mikroskopische Prüfung der Stränge zeigt, dass dieselben nicht aus glatten Hyphenfäden zusammengesetzt sind, sondern durchweg aus eigenartig angeschwollenen, sprossartig wachsenden und sich verzweigenden, enge verflochtenen und verknäuelten Bildungen bestehen (Fig. 12 u. 18). Die Stränge entstehen dadurch, dass gleichzeitig an verschiedenen Stellen einer Reihe von gewöhnlichen Fäden seitwärts kuglige Aussackungen sich bilden, welche mit vakuolenreichem Protoplasma erfüllt sind und eine gewisse Aehnlichkeit mit den Kohlrabiköpfen haben, abgesehen davon, dass sie nicht gestielt sind. Auch ist ihre Form nicht ausnahmslos kuglig, sie kann mehr in die Länge gezogen sein, wo sie dann derjenigen eines keulig angeschwollenen Fadens gleicht. Die Figur 12 giebt Darstellungen auch solcher Bildungen und zeigt, zumal in ihrem unteren Theil, wie dieselben aus den glatten Fäden hervorgehen. Aus der ersten Aussackung sprosst an der Spitze, gleichsam hefeartig, eine zweite, eine dritte u. s. f.; indem dann an zwei und mehr Stellen der äussersten Kugel gleichzeitig mehrere neue Aussackungen entstehen, kommen Verzweigungssysteme zu Stande, welche reiche, meist unentwirrbare Knäuel darstellen. Diejenigen Hyphen, welche einmal zur Bildung dieser „Stranganschwellungen“ übergegangen sind, bringen fort und fort neue solche Bildungen hervor. Kaum sind sie ein wenig über das Ende des Stranges hinausgewachsen, so beginnen sie auch schon, Aussackungen hervor-

zutreiben. Dennoch strahlen überall im Verlauf der Stränge von den angeschwollenen Hyphen auch wieder solche aus, welche die gewöhnliche Stärke und glatte Wände besitzen.

Bei genauerem Nachsuchen unter Zuhilfenahme des Präparirmikroskopes gelingt es sehr leicht, sich zu überzeugen, dass neben den gewöhnlichen Fäden auch die „Perlenfäden“ von diesen Stranganschwellungen auslaufen, und dass demgemäss die schwache Conidienform in unmittelbarem Zusammenhang mit den Stranganschwellungen sich befindet. Ja noch mehr, die Perlenfäden strahlen nicht nur von den Stranganschwellungen aus, sondern die Perlen kommen bisweilen an den Strängen unmittelbar vor. In Figur 18 ist ein Stück der angeschwollenen, strangbildenden Hyphen abgebildet, welches mit Perlen dicht besetzt erscheint.

Betrachten wir die Figur genauer, so erkennen wir, wie die Perlen in keiner anderen Weise gebildet sind, als die grösseren unregelmässigen Aussackungen selbst, wie sie von diesen lediglich durch ihre geringere Ausdehnung, ihre stets gleiche Grösse und kugelige Form und den ferneren Umstand verschieden sind, dass sie keinen weiteren Aussprossungen den Ursprung zu geben vermögen. Es lassen sich auch ohne Mühe solche Fälle beobachten, wo ein Faden im Begriff ist zur Bildung der Stranganschwellungen überzugehen, und eben in diesem Uebergang abwechselnd in unregelmässiger Folge Perlen und Aussackungen trägt, wo dann die Uebergänge zwischen beiden Bildungen eine vollkommen lückenlose Reihe aller denkbaren Zwischenformen bilden und das einzige wesentliche Merkmal der Perlen nur noch in dem einen gegeben ist, dass sie nach Erreichung ihrer bestimmten, stets gleichen Grösse niemals sich weiter entwickeln.

Es wäre hiernach möglich, die Perlen aufzufassen als ursprungsgleich mit den Aussackungen. Doch finde ich noch eine zweite Deutung für diese auffallenden Bildungen, welche vielleicht ebensoviel für sich haben möchte. In der Figur 10 habe ich dargestellt, wie die Conidienträger, welche in der Regel nur auf den Keulen der starken Conidienform aufsitzen, ausnahmsweise auch auf die keulenträgenden Fäden übergehen können. Wenn die Conidienträger in dieser Weise entstehen, so haben sie in jenem Augenblick, welcher der Bildung ihrer haarfeinen Spitze vorausgeht, eine vollkommene Aehnlichkeit mit den Perlen, und man wird versucht anzunehmen, die letzteren seien unfruchtbar bleibende Anlagen von Conidienträgern. Man müsste sich alsdann vorstellen, dass vordem diese Conidienträger in vollkommen unbestimmter Stellung an den Fäden gebildet worden

seien, und dass sie erst im Lauf weiterer Entwicklung auf die Enden der Fäden gerückt wären, welche letztere sich zur Aufnahme einer um so grösseren Zahl von Trägern keulenförmig verdickt, und durch eine (oftmals noch fehlende) Wand abgegrenzt hätten.

Es ist, wie erwähnt, in jeder Kultur möglich, sich ohne grosse Mühe davon zu überzeugen, dass zwischen den Stranganschwellungen, welche häufig selbst perlenbesetzt sind, zwischen den Perlenfäden und der schwachen Conidienform ein unmittelbarer Fadenzusammenhang besteht. Sehr viel schwerer und nur in seltenen Fällen gelingt der Nachweis desselben Zusammenhanges für die starke Conidienform. Die durch Figur 13, 14 und 14a wiedergegebenen Beobachtungen liefern denselben. Zugleich erklären diese Figuren die Seltenheit und Schwierigkeit dieser Beobachtung. Ein Faden, welcher einmal zur Bildung der starken Conidienform übergegangen ist, scheint, soweit meine Beobachtungen reichen, niemals wieder zu der schwachen Form oder zur Bildung von Stranganschwellungen und Perlenfäden überzugehen. Aber auch nach rückwärts trennt er sich von diesen letzteren Bildungen, aus denen er seinen Ursprung nahm. In den beobachteten Fällen des Fadenzusammenhanges jener verschiedenen Formen fand sich stets im Laufe der Fadenverbindung ein mehr oder weniger langes Stück, welches von Protoplasma entleert war, und dessen Wände in Folge dessen zusammengefallen erschienen. Das Stück ist bei Figur 13 in x zu bemerken und bei Figur 14 durch die Einzelzeichnung 14a noch besonders kenntlich gemacht. Gleichwie bei vielen keimenden Sporen (*Auricularia*, *Entomophthoreen*) der austreibende Keimschlauch sein Protoplasma in die fortwachsende Spitze hinein vereinigt und den entleerten Faden hinter sich lässt, so macht es den Eindruck, als keime hier aus dem mit Perlenfäden und schwachen Conidien versehenen Mycel ein neues, welches zur Bildung der starken Conidien befähigt ist, und als schliesse sich das nun in seinem molekularen Aufbau veränderte Protoplasma von dem ihm fremd gewordenen Ursprungsplasma ab, um fortan allein seine Eigenart in der Hervorbringung der starken Conidienform zu bethätigen. Die entleerten Fadenstücke zerfallen alsbald, und dieser Umstand ist es, der im Verein mit der engen Verflechtung die sichere Beobachtung des in Figur 13 und 14 dargestellten Zusammenhanges ganz ausserordentlich erschwert.

Im Eingange dieses Abschnittes der Arbeit habe ich bereits angeführt, dass ich aus den Pilzgärten von 36 verschiedenen Nestern der untersuchten *Atta*-Arten, sobald die Gärten von Ameisen verlassen waren, dasselbe mykologische Resultat erhielt. Im Laufe dieser

Versuche, welche sich über einen Zeitraum von mehr als anderthalb Jahren erstreckten, ergaben sich jedoch einige bemerkenswerthe, wenn schon für den mykologischen Befund nebensächliche Abweichungen.

Es ist mitunter fast unmöglich, die Ameisen bis zur letzten aus dem Pilzgarten auszulesen, besonders die kleinsten Arbeiterinnen sind in demselben in so grosser Zahl vorhanden und so versteckt in den engsten Ausläufern der Gänge und Höhlungen, dass nur allzuleicht einige übersehen werden. Schon früher wurde beschrieben, wie die Ameisen, wenn sie mit ihrem Pilzgarten eingesperrt werden, denselben in der bekannten Weise aufbauen, um von seinen Früchten sich so lange zu ernähren, als der Vorrath reicht. Solange Ameisen im Pilzgarten thätig sind, kommt auf demselben und in seiner nächsten Umgebung, ohne alle Ausnahme, niemals die allergeringste Spur eines fremden Pilzes, etwa irgend eine Schimmelform zur Entwicklung, und ebensowenig geht das durch den Pilzgarten verbreitete Mycel jemals zur Bildung von Luftfäden oder gar von Conidien über. Wir erkannten in diesen ganz ausnahmslos beobachteten Thatsachen die Wirkung der reinigenden jätenden Thätigkeit vorzüglich der kleinsten Arbeiterinnen. Mit welcher Ueppigkeit der von den Arbeiterinnen verlassene Garten „ins Kraut“ schiesst, haben wir nun gesehen.

Wenn nun aber durch fast unvermeidliches Versehen in einigen (den oben angeführten 36 nicht mit eingerechneten) Fällen in dem vermeintlich rein ausgesuchten Garten dennoch Arbeiterinnen zurückgeblieben waren, so nahm der Versuch einen abweichenden, sehr lehrreichen Verlauf. Zunächst war die Thätigkeit der vorher nicht bemerkten Ameisen bereits nach 12 Stunden deutlich bemerkbar. Wenn in einer runden Schale von 12 cm Durchmesser der Pilzgarten 2 cm hoch aufgeschüttet war, und nur etwa 20 Ameisen sich versteckt gehalten hatten, so bemerkte man am folgenden Tage, dass die ganze Masse des Gartens durchgearbeitet worden war; sie war nicht vollkommen regelrecht aufgebaut, wie es bei Anwesenheit der gehörigen Anzahl von Schleppern der Fall gewesen wäre, aber im grossen Ganzen, im Groben so zu sagen, war die Arbeit gethan, und mit fiebrhafter Thätigkeit waren die wenigen Arbeiterinnen bemüht, wenigstens annähernd im Aufbau der überwältigenden Masse dem Bilde des vollkommenen Gartens gleich zu kommen. Auch waren dann stets an ein oder zwei Stellen, meist unmittelbar am Rande der Schale, kleine Häufchen aus gebräuntem, vom Pilze ausgesogenem Blattmaterial gebildet. In jedem Falle, wo Ameisen im Garten zurückgeblieben waren, wurde die Bildung des Luftmycels verlangsamt, und, obwohl

ich das nie unmittelbar beobachtete, kann doch kein Zweifel daran sein, dass die aufschliessenden Luftfäden von ihnen abgebissen werden. Eine verhältnissmässig sehr geringe Anzahl von Arbeiterinnen genügt, um die Luftfädenbildung ganz zurückzuhalten. Ist die Anzahl der Arbeiterinnen jedoch zu gering, so beginnt alsbald, an einigen Stellen zunächst, das Luftmycel dennoch aufzuschliessen. In dem aufstrebenden dichten Walde der Fäden vermögen die Arbeiterinnen sich nicht zu bewegen, sie müssen dem Pilzwalde weichen. Dieser aber wuchert, nachdem er sich einmal Bahn gebrochen hat, im Umkreise mächtig weiter, und es ist ein ergötzliches Schauspiel, die armen, und bis zum letzten Augenblicke rastlos thätigen Thiere vor ihrer eigenen Kulturpflanze die Flucht ergreifen zu sehen. Waren noch vereinzelt Larven oder Puppen vorhanden, so retten sie diese mit sich. Ihr letzter Zufluchtsort sind die senkrechten Wände des Glases, an denen sie emporsteigen und schliesslich eng zusammengedrängt sitzen, während auf der weiten Ebene des Gartens der Pilz zur Conidienbildung übergeht.

Durch Anwesenheit von zu viel Ameisen kann also der oben beschriebene regelrechte Ausgang unseres Versuchs vereitelt werden, und wenn die Ameisen dann zwar im Stande sind, das Luftmycel zurückzuhalten, dennoch aber ihren Garten nicht genügend überwachen können, so findet sich wohl hie und da ein fremder Pilzrasen ein. *Mucor mucedo* und ganz besonders *Rhizopus nigricans*, von *Penicillium* und Verwandten ganz zu geschweigen, sind hier ebenso leicht ungebetene Gäste in Pilzkulturen, als daheim in Deutschland. Der Versuch wird ferner beeinträchtigt durch niedrige Temperatur. Es ist vom Juni bis in den August in Blumenau ein Sinken der Temperatur bis auf 5° Wärme in der Nacht nicht allzu selten, aber schon wenn die mittlere Tagestemperatur bis auf 13° fällt, ist eine erhebliche Verlangsamung der Entwicklung von Luftmycel bemerkbar. Niedere Temperatur schien die schwache Conidienform und die Stranganschwellungen weniger zu beeinflussen, als die starke Form. Denn es kam im Winter mehrfach vor, dass die Luftfäden, wie gewöhnlich, aufsprossen, dass dann aber die starke Conidienform nur nach langem Suchen an einzelnen Stellen gefunden wurde, während die Stranganschwellungen mit den schwachen Conidien und Perlenfäden sich wie gewöhnlich ausbreiteten. Umgekehrt begünstigen die hohen Wärmegrade des Sommers die starke Conidienform, und ich hatte einige Fälle, in denen ihre Entwicklung mit solcher Masse und Ueppigkeit im gesammten Raume der Schale vor sich ging, dass die vorhandenen Nährstoffe vollkommen

aufgebraucht wurden und die Stränge nebst der zweiten Conidienform gar nicht auftraten.

Weiterhin ist zu bemerken, dass es nicht gleichgültig ist, welche Theile des Pilzgartens angesucht wurden. Aus den mehr bläulich-grauen, oberen, frisch gebauten entwickelt sich der Pilz schneller und üppiger als aus den schon mehr ausgesogenen älteren, röthlich scheinenden. Hat man nun aus solchen älteren Theilen, und zumal im Winter, das Versuchsmaterial entnommen, so kann es geschehen, dass die Mycelentwicklung über die ersten Anfänge nicht hinauskommt, dass dann eine durch Bacterien geförderte Zersetzung der Masse eintritt, und dass, immer aber erst nach Verlauf einer längeren Zeit, als sonst zur Entfaltung des Pilzes der Ameisen nöthig war, verschiedene Schimmelpilze auf dem verdorbenen Garten sich ansiedeln. In diesem Sinne hatte ich zweimal Misserfolge zu verzeichnen. Es muss aber hervorgehoben werden, dass die alsdann aufgefundenen Eindringlinge stets solche waren, welche mir als allgemein verbreitete Kulturverderber wohl bekannt waren. Die scharf gekennzeichneten Conidien des Ameisenpilzes jedoch habe ich in den bisher verstrichenen zwei Jahren meiner hiesigen Thätigkeit niemals anderswo als auf den Gärten der Ameisen gesehen, obwohl ich, von einer sechswöchentlichen Unterbrechung abgesehen, beinahe täglich Pilzkulturen durchmusterte.

Noch zweier anderer Abänderungen des Versuchs ist Erwähnung zu thun. Ich wollte das sehr mühsame und zeitraubende Auslesen der Ameisen vermeiden und that deshalb die gesammte Gartenmasse nebst den einwohnenden Ameisen in ein sorgfältig gereinigtes Glas; dort presste ich sie mit gelindem Druck so zusammen, dass die Ameisen sich nicht mehr bewegen konnten, und verschloss dann das Gefäss luftdicht. In diesem Falle sind nach etwa 36 Stunden die Ameisen vollkommen abgestorben. Die zusammengepresste Masse nimmt eine dunklere Färbung an und geht sehr schnell in Zersetzung über. Nimmt man sie nun rechtzeitig, d. h. ehe die Zersetzung weit vorgeschritten ist, heraus und legt sie in eine feuchte Kammer, so erhält man aus ihr, im Sommer innerhalb zweier Tage, dieselbe starke Conidienform, die Stranganschwellungen u. s. w. wie früher.

Wichtiger noch erscheint mir der folgende Versuch. Ich zerpfückte beliebig herausgegriffene Theile eines Pilzgartens mit der Pinzette in kleine Flöckchen, die kleinsten etwa von der Grösse eines Stecknadelkopfes, und ich legte diese Flöckchen einzeln mit geringem Abstand von einander auf feuchtes Fliesspapier, welches auf einer Glasplatte in einer feuchten Kammer lag. Hier sprosssten aus jedem noch

so kleinen Flöckchen die bekannten Luftfäden hervor und gingen alsbald zur Bildung der starken Conidienform über. Die geringen zur Verfügung stehenden Nährstoffe gestatteten in der Regel eine weitere Entwicklung nicht, wohl aber kamen auch die Stranganschwellungen mit der schwachen Conidienform zur Entwicklung, wenn ich die Flöckchen nicht so klein machte, sondern solche von etwa 1 cm Durchmesser auslegte. Dieser Versuch macht die vordem durch das Mikroskop festgestellte Thatsache dem blossen Auge unmittelbar anschaulich, dass nämlich dieselben Fäden, welche die Kohlrabi bilden, in vollkommener Gleichmässigkeit den Garten bis ins kleinste Theilchen hinein durchziehen und jede fremde Pilzbildung dort ausgeschlossen ist.

Seit ich den Ameisenpilz kenne, also seit $1\frac{3}{4}$ Jahren, habe ich ihn in künstliche Kultur genommen, und fortdauernd befanden sich wenigstens einige solche Kulturen unter meinen Beobachtungsgegenständen. Die ersten Versuche wurden mit den runden braunen Conidien der starken Form angestellt. Dieselben keimen in Nährlösung nur unregelmässig, nie vor dem zweiten auf die Aussaat folgenden Tage, und immer bleibt bei vielen Conidien die Keimung überhaupt aus. Die Conidie schwillt zur Keimung stark an, ihr Durchmesser wächst von 2—8 μ ; dann tritt zunächst nur ein Keimschlauch aus (Fig 16), welcher bei einer Dicke von 8—10 μ mit seinem vacuolenreichen Protoplasma genau den Luftfäden gleicht, welche dem ausgelegten Pilzgarten entsprossen. Die weitere Entwicklung verläuft nun bisweilen derart, dass jener Faden sich weiter verzweigt, wobei man oftmals bemerkt, wie von einem dicken, 8—10 μ starken Faden ganz plötzlich dünne Seitenzweige mit nur 3 μ Durchmesser abgehen, genau wie an den Luftfäden auf dem Pilzgarten. Fadenbrücken sind sehr häufig. Hat das Mycel den Kulturtröpfen durchwuchert, so treten je nach der Jahreszeit, im Sommer schon nach drei, im Winter mitunter erst nach acht Tagen, Luftfäden auf, welche die starke Conidienform in grösstmöglicher Ueppigkeit genau in der Weise wiederholen, wie sie beschrieben worden ist. Sehr häufig bilden sich Knäuel dieser Conidien genau am Rande des Kulturtröpfens, an den auf die Glasfläche überwachsenden Fäden, niemals aber entstanden Conidien in der Flüssigkeit.

Eine der merkwürdigsten Thatsachen war es aber, dass die Keimungserscheinungen der von derselben Stelle entnommenen Conidien, in dieselbe Nährlösung ausgesät und unter derselben Glocke verwahrt, höchst verschieden von einander sein können. Häufiger nämlich als der eben geschilderte einfache Verlauf ist der folgende.

Schon bald nachdem der Keimschlauch die angeschwollene Conidie verlassen hat, bemerkt man an ihm die Neigung zu unregelmässigen Aussackungen. Einzelne Seitenverzweigungen schwellen zu kugligen Blasen von verschiedener Grösse an; auch im Verlauf der Fäden selbst treten solche Blasen auf. Aus einer solchen kugligen Anschwellung sprosst eine zweite, eine dritte, genau in der Weise, wie es bei den Stranganschwellungen, die in Luft gebildet werden, der Fall war. Stellenweise sind die Blasen gross und stehen einzeln, dann wieder bilden sich dichte, unentwirrbare Knäuel von kugligen, nach allen Richtungen auseinander sprossenden Aussackungen (Fig. 20). Einzeln stehende grössere Kugeln gleichen zum Verwechseln den Kohlrabiköpfchen, andere zusammengesetzte Knäuel erinnern durchaus an die Stranganschwellungen, obwohl bei diesen selten die runde Form der angeschwollenen Blasen so deutlich überwiegt wie hier, wo die Bildungen in Flüssigkeit entstehen. Bald werden junge Fäden in ihrem Verlauf zu Reihen von geschwollenen Säcken verwandelt, bald werden die Enden der Fäden zu dicken, hexenbesenartigen Haufen von Kugeln. Die Mycelien gewähren so den allerabsonderlichsten, entstellten Anblick. Die Fig. 20 stellt nur ein verhältnissmässig sehr dürftiges, leicht zeichenbares und wenig Raum beanspruchendes Zweigstück eines solchen dar. Viele Tafeln würden kaum genügen, die Mannigfaltigkeit der hier vorkommenden ungewöhnlichen Gestalten erschöpfend darzustellen.

Aus Professor Brefeld's Arbeiten ist bekannt, wie ähnliche Bildungen, freilich kaum jemals in solcher Mächtigkeit, an Mycelien der verschiedensten Pilze, unter dem Einfluss der in die Kultur gerathenen Bacterien als Krankheitserscheinungen auftreten. Hier aber entstehen die Anschwellungen in vollkommen reinen Kulturen. Sie strotzen von vacuolenreichem Protoplasma, und schon ihr flüchtiger Anblick schliesst den Gedanken an Krankheitserscheinungen völlig aus. Auch beenden die Mycelien ihre Entwicklung nicht mit diesen Anschwellungen. Ganz unvermittelt, bei keineswegs erschöpfter Nährlösung, hören sie vielmehr plötzlich damit auf, treiben glatte gewöhnliche Fäden, bilden Luftmycel und Conidien wie die Schwestermycelien, an denen von Anfang an keine Anschwellungen auftraten. Von dem Zeitpunkt an, wo die Bildung glatter Fäden durch das ganze Mycel hindurch überwiegt, werden nirgends mehr Aussackungen getrieben. Die Entwicklungsrichtung ist gleichsam ungesteuert und zielt nur noch nach der Bildung der starken Conidienform. Ich weiss nicht genau, wieviel Aussaaten dieser Conidien ich angestellt habe, es mögen

sicherlich gegen hundert sein, doch gewann ich nie die Spur eines Anhalts zur Beurtheilung der Bedingungen, welche diese merkwürdige „Umsteuerung“ der Entwicklungsrichtung der Hyphen bewirkt.

Es ist dies übrigens nur die erste einer Reihe von in gleichem Sinne unverständlichen Thatsachen, die ich bei der künstlichen Kultur dieses wahrhaft „pleomorph“ zu nennenden Pilzes feststellen konnte. So lange ich auch die Kulturen dieser starken Conidienform fortsetzte, niemals erhielt ich etwas Anderes als eben diese rundlichen Anschwellungen in Flüssigkeit, und alsdann wiederum dieselben Conidien. Ich füllte Kölbchen von etwa 3 cm Durchmesser des Bodens und von der Gestalt der Erlenneyer'schen (dieselben, welche Professor Brefeld mir schon früher zur Kultur flechtenbildender Ascomyceten angegeben hatte) mit Nährlösung und säete die starken Conidien hinein; ich erhielt eine gleichförmig dichte Masse von erst weissen, dann braun werdenden Conidien derselben Form. Und obwohl ich gezeigt habe und durch einen weiteren Versuch es noch unanfechtbarer zeigen werde, dass die schwache Conidienform und die Perlenfäden mit den vorliegenden zusammengehören, so traten sie dennoch niemals, auch nach Monaten nicht, in Kulturen auf, welche von der starken Form hergeleitet waren. Die einzige beobachtete Ausnahme ist durch die Fig. 15 dargestellt. Hier waren in eine Kultur anstatt reiner Conidien noch keulenträgende Fäden hineingerathen, welche indessen, wie die Figur auch zeigt, zum Theil bereits verwelkt waren. Diese Fäden trieben nach allen Richtungen aus, und an einer einzigen, eben der gezeichneten Stelle, in der ganzen Kultur nur an dieser, trat ein Stückchen Perlenfaden auf. Dieser setzte sich dann in einen glatten Fadentheil fort und endete mit einer Reihe der kugligen Anschwellungen. An dem ganzen, reich verzweigten Mycel aber, welches von den besprochenen Fadenbruchstücken den Ausgang nahm und vollkommen übersichtlich war, trat an keiner andern als der gezeichneten Stelle noch eine Spur der Perlenfäden oder Anschwellungen auf, vielmehr verliefen alle Fäden glatt in der gewöhnlichen Weise und endeten mit der Erzeugung der starken Conidienform.

Noch eine weitere Formabweichung kommt bei diesen Conidien vor. Ich habe oftmals Kulturen in Nährlösung gehabt, welche durch den ganzen Kulturtropfen hindurch an allen Stellen des Mycels zur Conidienbildung übergingen, welche die Keulen genau in der früher beschriebenen Weise, jedoch im Ganzen etwas dichter zusammengedrängt und weniger regelmässig quirlig angeordnet, hervorbrachten, die aber alsdann keine Conidienketten, sondern auf jedem Conidien-

träger nur eine Conidie erzeugten und auch bei weiterem Zusatz neuer Nährlösung hierüber nicht hinausgingen. In diesem Fall wurde die eine Conidie jedoch erheblich grösser als die sonst in Ketten gebildeten, sie nahm eine ovale Form von 8 μ Länge und 3—4 μ Breite an und verfärbte sich braun in derselben Weise wie die kleinen Kettenconidien. Sie war ferner mit unregelmässig gestalteten Absonderungsproducten bald wie mit einem Mantel, bald wie mit kleinen Kugeln oder Blasen bedeckt. Solche Ausscheidungen in bräunlicher, doch hellerer Färbung, als die Conidien selbst sie besitzen, Ausscheidungen, welche an Ausdehnung bisweilen den doppelten Raum des Conidieninhaltes füllen mochten, fanden sich stets an den einzeln gebildeten Conidien, niemals an den kleinen runden in Ketten gebildeten. Ob aber in der einen oder anderen Weise gebildet, die Conidien keimen in gleicher Art, und aus den grösseren, einzeln gebildeten gehen Kulturen hervor, welche wieder Träger mit Ketten erzeugen, ebensowohl aber solche, welche Träger mit je einer Conidie hervorbringen, ohne dass es mir möglich gewesen wäre, bestimmte Bedingungen aufzufinden, welche die eine oder die andere Form im Gefolge haben. Zwar habe ich beide an demselben Mycel beobachtet, jedoch nur als Ausnahmen. In der Regel bildet ein und dasselbe Mycel nur die eine oder die andere Form. Auf die mykologische Bedeutung dieses Vorkommens werde ich am Schluss der Arbeit zurückkommen.

Die Keimung der Conidien der schwachen Form erfolgt ausnahmslos an dem auf die Aussaat folgenden Tage, im Sommer schon nach wenigen Stunden. Sie beginnt mit einer Anschwellung der Conidien auf das Vierfache ihres Durchmessers. Danach tritt ein Keimschlauch aus von gleicher Beschaffenheit, wie derjenige aus den Conidien der starken Form. Weiterhin wird ein reich verzweigtes Mycel mit ausserordentlich häufigen Fadenbrücken gebildet. Im grossen Durchschnitte sind die Fäden etwas geringer an Dicke, als diejenigen der vorigen Form. Die Bildung von Luftmycel ist eine sehr starke. Man sieht häufig Luftfäden mit der Spitze in die Flüssigkeit eintauchen und sich, nachdem sie eine Strecke weit darin gewachsen sind, wiederum in die Luft erheben. Schon nach zwei Tagen im Sommer, sonst nach drei bis vier Tagen, tritt die Conidienbildung in der schwachen Form an beliebigen, in die Luft ragenden Fadenenden wieder auf. Sie kann auftreten, ohne dass in der ganzen Kultur eine Spur von Perlenfäden zu finden ist. In der Mehrzahl der Fälle jedoch beginnen, hie und da verstreut, in Luft sowohl als in Nährlösung, einzelne, in keiner Weise ausgezeichnete Fadenstücke sich mit Perlen zu bedecken. Die

Conidien entstehen dann ebensowohl an den Perlenfäden, wie an den gewöhnlichen Hyphen. Die Perlenbildung kann sich über das ganze Mycel verbreiten, so dass kein Faden ohne dieselbe bleibt, sie kann in anderen Fällen auf einzelne Fäden beschränkt bleiben, in noch anderen, freilich selteneren Fällen überhaupt fehlen. Die Conidienbildung blieb niemals aus. Hat dieselbe einige Tage gedauert, so findet man in der Regel auch die Anfänge der Stranganschwellungen. Wie oben beschrieben wurde, treten im Verlauf eines Fadens an verschiedenen Stellen seitliche unregelmässige Aussackungen auf, welche sich durch weitere Aussprossungen und Verzweigungen vergrössern. Kommen sie, wie es häufig geschieht, in unmittelbarer Nähe von Perlenbildungen vor, so ergeben sich zwischen den Perlen und den Anschwellungen der Stränge alle jene Uebergangsformen, auf deren mögliche Deutung ich schon hinwies. Ich habe auch in Objektträgerkulturen wenn dieselben über einen Monat lang fortgesetzt gepflegt wurden, die für das blosse Auge sichtbaren weissen Stränge erhalten, welche auf dem ausgelesenen Pilzgarten sich entwickelten, und die in ihrer ganzen Masse aus jenen Anschwellungen bestehen (Fig. 12). Viel leichter erreichte ich die Bildung der Stränge, wenn ich Conidien der schwachen Form in die oben erwähnten Kölbchen aussäete. Hier wurde der ganze Boden des Fläschchens zunächst von Perlenfäden und schwachen Conidien durchwuchert und überdeckt, und nachdem diese Bildungen eine Zeit von etwa 8—14 Tagen angedauert hatten, entwickelten sich in bedeutender Stärke und Ueppigkeit und in reicher Verzweigung die Stränge.

Genau wie bei den starken Conidien neben der regelmässigen Keimung mit glatten Fäden bisweilen und ohne wahrnehmbaren Grund jene merkwürdige Neigung der jungen Mycelien auftrat, sich für einige Zeit in den auffallendsten Aussackungen und Anschwellungen der Fäden zu ergehen, ehe durch glatte Fäden der Uebergang zur Conidienerzeugung vermittelt wurde, genau so ist es auch hier der Fall. In den reinsten Kulturen kommt es vor, dass die eben aus den Conidien austretenden Keimschläuche ihre Neigung zu Aussackungen und Verdickungen erkennen lassen. Fig. 19 stellt einen solchen Fall dar. Kuglige Blasen, zu Haufen vereinigt, wurden hier nicht beobachtet. Die Fadennatur der Gebilde war stärker überwiegend. In der kälteren Jahreszeit dauerte es bisweilen 2—3 Tage, bis die jungen Mycelien — und ich wiederhole, in ganz reinen Kulturen — sich lediglich durch solche geschwollenen und mit gewellten Wänden versehenen Verzweigungen vergrösserten; dann plötzlich begann das Aussprossen

gewöhnlicher glatter Fäden, welche bei dieser Form selten über 3μ Dicke besaßen. Es muss besonders betont werden, dass in anderen Fällen solche glatten Fäden unmittelbar aus der keimenden Conidie ohne eine Spur von Anschwellung erhalten wurden. Erst wenn die glatten Fäden überall zur Geltung kommen, beginnt auch die Wiederverzeugung der Conidien und unter Umständen der Perlenfäden in der Weise, wie es oben geschildert ist.

Niemals aber gelang es auf irgend eine Weise in den künstlichen Kulturen die starke Conidienform aus der schwachen, oder umgekehrt, herzuleiten. Ich will den Leser nicht ermüden mit der Darstellung all jener Versuche, die ich zu diesem Zwecke unternahm, zumal nachdem ich mich von der Zusammengehörigkeit beider unzweifelhaft überzeugt hatte. Es bleibt die Thatsache zu verzeichnen, dass von zwei Conidienformen, welche beide in den angewandten Nährlösungen üppig gedeihen, und welche in den Entwicklungsgang eines und desselben Pilzes gehören, dennoch durch keine Mittel der künstlichen Kultur, auch in monatelanger Fortsetzung derselben nicht, die eine aus der andern erzogen werden kann. — Dennoch gelingt es im Wege künstlicher Kultur einen neuen und zwingenden Beweis ihrer Zusammengehörigkeit zu erbringen. Ich brachte auf einen Objektträger dicht neben einander zwei Kulturtröpfen, welche nur durch einen schmalen Zwischenraum getrennt waren, und liess in dem einen ein Mycel der starken Conidienform, in dem anderen eines der schwachen wachsen. Das letztere, welches kräftiger war, hatte den kleinen Tropfen bald durchwuchert und ragte mit seinen Luftfäden darüber hinaus. Sobald dieser Zustand erreicht war, beobachtete ich den Verlauf der Dinge in Zwischenräumen von zwei Stunden und weiterhin noch häufiger. Es konnte nicht ausbleiben, dass erst ein, dann mehrere Luftfäden des Myceles der schwachen Form über den trennenden Zwischenraum hinüberragend, in den fremden Kulturtröpfen mit ihren Spitzen eintauchten und dann in diesem zwischen den Fäden des anderen Myceles neue Verzweigungen bildeten. Anfänglich waren diese Verzweigungen vollkommen übersichtlich und schon vermöge der entgegengesetzten Wachstumsrichtung ihrer Spitzen mit Leichtigkeit heraus zu erkennen. Und noch während dem so war, beobachtete ich an zwei Stellen, wie das Mycel der schwachen Conidienform mit dem der starken durch Fadenbrücken in unmittelbare Verbindung trat. Bald darauf wucherten die Mycelien so dureinander, dass eine sichere Beurtheilung der Fäden bezüglich ihrer Zugehörigkeit nicht mehr möglich war.

Zur weiteren Beurtheilung der hier vorliegenden eigenartigen

Verhältnisse mögen noch die vorliegenden Beobachtungen dienen. Bringt man ein Stückchen der Stranganschwellungen, wie sie auf dem ausgelesenen Pilzgarten sich bilden, in Nährlösung, so hört die Bildung der Anschwellungen sofort auf, aus den angeschwollenen Hyphenzellen sprossen sofort nach allen Richtungen glatte Fäden, und diese bilden im Kulturtropfen ein reich verzweigtes Mycel, an welchem Perlenfäden und die schwache Conidienform, niemals aber die starke Form, beobachtet wird. Und dennoch wurden, auf den ausgelesenen Pilzgärten, nicht ein, sondern mehrere Mal die starken Conidien in unmittelbarer Fadenverbindung mit den Stranganschwellungen gesehen. Gleicherweise erhält man, wenn man die Kultur von Perlenfäden herleitet, nur diese letzteren wieder und die schwache Conidienform.

Wir haben oben gesehen, dass aus dem sich selbst überlassenen Pilzgarten in dichtem Rasen die Luftfäden aufsprossen, welche im regelrechten Gang der Entwicklung sich weiterhin durch und durch in ein einziges, oft faustgrosses Lager der starken Conidienform verwandeln. Nehmen wir mit der Pincette von diesen Fäden eine Probe heraus, wenn sie etwa 2 cm Höhe erreicht haben, und von den Conidienanlagen noch nichts zu sehen ist. Wir bringen sie in Nährlösung, wo sie alsbald üppig auswachsen. Wir erhalten ein Mycel, welches stets nur Perlenfäden und die schwache Form, im besten Fall die Anfänge der Stranganschwellungen hervorbringt, niemals die starke Form. Lassen wir nun auf dem ausgelesenen Pilzgarten das Luftmycel weiter aufschliessen, bis es in seinen äusseren Theilen überall die Anlage der starken Conidienform zeigt. Jetzt pflücken wir diejenigen Theile, welche bereits Conidienträger besitzen, ab und verwenden die unmittelbar darunter befindlichen Mycelstücke für unsere Kulturen. In diesem Fall ernten wir beide Conidienformen in derselben Kultur. Offenbar ist in einigen Fäden hier die „Umsteuerung“ des Protoplasma zur Erzeugung der starken Conidienform schon soweit vorgeschritten, dass sie sich Bahn bricht, während die weiter zurückgelegenen Theile noch immer der früher vorherrschenden Neigung folgen und die schwache Conidienform bilden. Nehmen wir endlich wieder zur Aussaat nur solche Fadentheile, welche ganz und gar in die Bildung der Keulen mit starken Conidien übergegangen sind, so erhalten wir eine Kultur, in welcher nur noch die starke Conidienform wieder gebildet wird, und wie lange wir auch, von ihr ableitend, neue Kulturen veranstalten, unsere Mycelien werden nie wieder in künstlicher Kultur zu den Perlenfäden, Stranganschwellungen und schwachen Conidien zurückkehren. Sehr bemerkenswerth ist der einmal beobachtete Ausnahmefall der

Figur 15. Hier war die Kultur hergeleitet von einem Mycelstück, an welchem die Bildung der starken Conidien bereits begonnen hatte. Demgemäss entwickelte sich ein Mycel mit Conidien, ausschliesslich der starken Form, in deren Nähe niemals sonst Perlenfäden auftreten. Dennoch muss in einem Rest des Protoplasma die Umsteuerung noch nicht völlig vor sich gegangen sein, und die frühere Entwicklungsrichtung, nach den schwachen Conidien hin, fand noch einen ärmlichen Ausdruck in dem einen Perlenfaden und der kurzen Reihe der Anschwellungen, welche unsere Figur darstellt.

Was endlich erwächst in künstlicher Kultur aus den Kohlrabihäufchen der Nester? Aus der oben gegebenen Beschreibung derselben, sowie aus den Figuren 22—24, ersehen wir ohne weiteres, dass in den Kohlrabis nichts weiter vorliegt, als eine besondere, annähernd bestimmt gewordene Form der Hyphenanschwellungen, welche wir demnach im Ganzen in vier, bezw. fünf verschiedenen Arten an dem Pilz der Ameisen kennen lernten. Die erste Form derselben liegt in den „Stranganschwellungen“ vor. Sie bildet sich am üppigsten auf den sich selbst überlassenen Pilzgärten, sie stellt in ihrer Vereinigung die für blosse Augen sichtbaren Stränge dar, welche ein selbstständiges Wachstum, eben in der Form als Stränge, erkennen liessen. Die einzelnen Anschwellungen sind hier durchaus unregelmässig gestaltet, sie sprossen eine aus der andern, sie sind befähigt, zu gewöhnlichen Fäden auszuwachsen und thun dies in Nährlösung ausnahmslos. Ihnen stehen nahe die beiden verschiedenen Formen von Anschwellungen, welche wir bei der Keimung der starken und bei derjenigen der schwachen Conidien kennen lernten. Beide sind vorzugsweise dadurch gekennzeichnet, dass sie eben nur an den jungen Mycelien, unmittelbar nach der Keimung der betreffenden Conidien, und für kurze Zeit auftreten. Beide sind in ihrer Form unbestimmt. Sodann haben wir die Perlenbildungen, deren Auffassung als einfache Anschwellungen zweifelhaft bleiben muss. Sie sind in der Form bestimmt und zu keiner weiteren Entwicklung befähigt. Endlich die Kohlrabiköpfe. Man ersieht leicht, dass dieselben ursprungsgleiche Gebilde sind mit den ersten drei Anschwellungsarten. Wenn man den in Figur 24 abgebildeten Kohlrabikopf vergleicht mit der einzelnen rundlichen Anschwellung in der Fig. 20 links unten, so wird man irgend welchen Unterschied nicht feststellen können, und auch an der Figur 12 links unten bemerkt man ein Gebilde, welches seine Ursprungsgleichheit mit jenem deutlich zur Schau trägt. Die Kohlrabiköpfe sind aber bestimmt gekennzeichnet einmal durch ihre runde

Form und die mehr oder weniger bestimmte Grösse, welche immerhin nur zwischen ziemlich engen Grenzen schwankt; sodann dadurch, dass sie zu rundlichen Häufchen vereint und in den Nestern unter dem Einflusse der Ameisen sich bilden, wo keine andere Anschwellungsform jemals gefunden wird. In der Regel bilden die kugligen Köpfe je das Ende eines Fadens, welcher in ihnen sein Wachsthum überhaupt beschliesst. Die Figur 22 zeigt, dass diese Regel nicht ohne Ausnahme ist. Die Kohlrabiköpfe sind von dem tragenden Faden durch keine Scheidewand abgegrenzt, sie trennen sich nie von dem Faden ab.

Wenn man ein Kohlrabihäufchen im Ganzen abhebt und in Nährlösung überträgt, so wachsen in der Regel nur die Fäden weiter aus, an welchen die einzelnen Köpfe sitzen, während diese letzteren zusammenschrumpfen und ihr Protoplasma zurück in die Fäden wandert. Es kommt jedoch nicht eben sehr selten vor, dass (Fig. 35) ein in Nährlösung untergetauchter Kohlrabikopf an seiner Spitze einfach als Faden weiter wächst.

Als ich meine Versuche mit künstlichen Kulturen der Kohlrabihäufchen begann, so machte ich stets mindestens zwölf Kulturen gleichzeitig aus Kohlrabis desselben Nestes. Denn ich setzte nach sonstigen Erfahrungen voraus, dass mindestens die Hälfte durch fremde Eindringlinge würde gestört werden. Ich überzeugte mich aber bald, dass diese Vorsicht unnöthig war; man kann keine reineren Kulturen wünschen, als man sie durch Uebertragung der Kohlrabihäufchen in Nährlösung erhält. Ich kann dies auf Grund von mehr als 300 Kulturen versichern, die ich zu allen Zeiten des Jahres mit Material aus den verschiedensten Schleppernestern angestellt habe.

Der Verlauf der Kulturen ist folgender. Zunächst wachsen am Rand des Kohlrabihäufchens, nach allen Richtungen ausstrahlend, in der Flüssigkeit Fäden, welche durch ihr vakuolenreiches Protoplasma und die überaus häufigen Fadenbrücken den früher beschriebenen Fäden des Pilzes wiederum gleichen. Von der Mitte des ausgelegten Häufchens aus erheben sich nach allen Seiten Luftfäden, und diese sind durch eine bald mehr, bald weniger stark ausgeprägte Neigung zu schlangenförmigen oder korkzieherartigen Windungen ausgezeichnet. Ein erheblicher Unterschied gegen die aus Conidien gezüchteten Mycelien macht sich nun dahin geltend, dass das Wachsthum der jetzt zu rundlichen, fädigen Flöckchen herangewachsenen Kohlrabihäufchen ein weit langsames ist, als es dort beobachtet wurde. Die von Conidien herstammenden Mycelien durchwucherten in lockerer Verzweigung alsbald den ganzen Kulturtropfen, während hier von dem

rundlichen Flöckchen aus, nach allen Richtungen dicht an einander gedrängt, die Fäden ausstrahlen und dadurch eine langsame Grössenzunahme des runden, mit Luftfäden bedeckten Flöckchens herbeiführen, während ein übersichtliches, locker durch den Kulturtröpfchen ausgebreitetes Mycel gar nicht zu Stande kommt. Erst wenn die Flöckchen bei sorgsamer Pflege und häufigem Uebertragen in neue Nährlösung einige Millimeter Durchmesser erreicht haben, und in der Regel nicht vor Ablauf von 14 Tagen nach Beginn der Kultur, erscheinen an den Luftfäden dieselben Kohlrabihäufchen wieder, von denen die Kultur ausging. In Figur 33 ist ein Stückchen aus dem Rande einer solchen Kultur dargestellt, in welcher an den Luftfäden die Bildung der Kohlrabiköpfchen grade begonnen hat. Dieselben werden stets auf einmal an einer ganzen Menge benachbarter Fäden gebildet, und es schieben sich dann zwischen die einmal gebildeten Köpfchen fort und fort neue ein, bis endlich auf den Objektträgerkulturen dieselben für das blosse Auge sichtbaren Häufchen von Kohlrabiköpfen entstehen, welche wir aus den Nestern her kennen. Die einzelnen Köpfchen erscheinen in Luft, wie diejenigen aus den Nestern, als scharf umzogene Blasen (Fig. 33); tauchen wir sie unter Flüssigkeit, so bemerken wir denselben körnigen, an Vakuolen reichen Protoplasmahalt (Fig. 35), wie er bei den aus den Nestern zur Untersuchung genommenen Köpfchen (Fig. 23, 24) gezeichnet wurde.

Ich habe oftmals die künstlich gezogenen Kohlrabihäufchen mit einer Nadel abgehoben und mit ihnen Fütterungsversuche angestellt, welche genau das gleiche Ergebniss hatten, wie die bereits oben beschriebenen.

Offenbar gehört eine gewisse Masse und Ueppigkeit des Mycels dazu, um die Kohlrabierzeugung zu ermöglichen. Ich versuchte deshalb, eine solche schneller, als auf dem beschriebenen mühsamen Wege dadurch herbeizuführen, dass ich zwölf und mehr Kohlrabihäufchen dicht neben einander in einen und denselben Kulturtröpfchen setzte. Hier vereinigten sich alsbald die von den einzelnen Häufchen auswachsenden Fäden durch Fadenbrücken, und ich erzielte neue sehr üppige Kohlrabibildung schon nach 3–4 Tagen. Um eine weitere Sicherheit dafür zu gewinnen, dass alles in den Nestern vorhandene Mycel demselben Pilze angehöre, entnahm ich aus den Pilzgärten beliebige Hyphenstückchen, an denen keine Kohlrabi mehr ansassen, und kultivirte diese in Nährlösung. Ich erzielte so Kulturen, die von den früheren in nichts verschieden waren, und früher oder später zur Bildung der Kohlrabihäufchen übergingen.

Endlich, da ich so viele Beweise für die Reinheit der in den Pilzgärten vorliegenden Massenkulturen gewonnen hatte, wagte ich es, beliebig herausgenommene kleine Theile des Gartens selbst in einen Nährlösungstropfen zu bringen. Die auf solche Weise hergestellten Kulturen litten häufig unter Bakterien, wie unter fremden Fadenpilzen. In jedem Falle konnte ich, auch trotz der etwaigen Bakterienwucherung, vom Rande der Flöckchen her die bekannten Hyphen auswachsen sehen, ich konnte die Bildung der Luftfäden mit ihren korkzieherartigen Windungen beobachten, und ich erhielt aufs reichlichste und innerhalb weniger Tage neue üppige Kohlrabihäufchen.

Man erinnere sich nun an die oben mitgetheilten Ergebnisse, welche gewonnen wurden, wenn ich dieselben stecknadelkopfgrossen Flöckchen des Gartens auf feuchtem Fliesspapier in feuchter Kammer hielt. Es entstanden aus jedem Flöckchen Luftfäden und die starke Conidienform, bisweilen, zumal im Winter, die Anfänge der Stränge mit der schwachen Form der Conidien und Perlenfäden. Man mag diesen Versuch wiederholen, so oft man will, man wird stets finden, dass dasselbe Mycel, welches unter Ausschluss jedes fremden Eindringlings die Gärten durchzieht, in Nährlösung übertragen, seiner einmal angenommenen Entwicklungsrichtung zur Entwicklung von Kohlrabihäufchen getreu bleibt, dass dasselbe Mycel aber, in feuchtem Raum sich selbst überlassen und angewiesen allein auf die noch nicht aufgezehrten Nährstoffreste des Pilzgartens, alsbald seine Entwicklungsrichtung umsteuert, und sich zur Bildung von Conidien anschickt. Wiederum hängt es nun von den gegebenen äusseren Bedingungen ab, ob die starke Conidienform erzeugt wird oder ob die Stranganschwellungen überwiegen sollen. Dass alle diese Bildungen einem und demselben Pilze angehören, kann nun keinem Zweifel mehr unterliegen. Die Bedingungen, welche die Erzeugung der verschiedenen Formen bestimmen, sind auf ihren Einfluss hin nicht bis ins Einzelne genau erkennbar. Sie sind, soweit die Beobachtung folgen kann, gegeben, einmal in dem mehr oder weniger grossen Rest der Nährstoffe, der in dem jedesmal herausgegriffenen Theil des Pilzgartens übrig ist, sodann und vorzugsweise wohl in der Wärme, endlich auch in der Feuchtigkeit der umgebenden Luft.

So wenig, wie es jemals gelang, bei Aussaat der starken Conidien in Nährlösung, die schwache Form zu erzielen, wie auch niemals aus der Kultur der Stranganschwellungen die starke Conidienform in Nährlösung entstand, wie endlich niemals aus den schwachen in Nährlösung ausgesäeten Conidien Mycelien erwachsen, welche zur Bildung

der starken Form übergegangen wären, obwohl alle diese Formen, je für sich gezogen, in den angewandten Nährlösungen üppig gediehen, ebensowenig gelingt es im Allgemeinen, wenn man die Kulturen von den Kohlrabi herleitet, in Nährlösung irgend eine der früheren Entwicklungsformen zu erziehen. Diese Thatsache lehrten mich, wie schon erwähnt, über 300 verschieden abgewandelte, aber in demselben Sinne unternommene Versuche. Einige derselben wurden über ein Vierteljahr hinaus ausgedehnt. Ebenso wichtig indessen, wie der über 300 mal gleiche Ausgang dieser Versuche, ist das einmal eingetretene abweichende folgende Ergebniss. Am 27. Mai 1891 hatte ich eine Reihe von Kulturen aus je einem Kohlrabihäufchen eines und desselben Nestes hergeleitet. Die Entwicklung ging bei kühlem Wetter nur sehr langsam vor sich, und am 17. Juni waren nur erst runde Flöckchen mit Luftmycel vorhanden, ohne Anlage neuer Kohlrabihäufchen. Am 18. Juni trat in Blumenau Hochwasser ein, welches mich mit meinen Kulturen aus den Zimmern auf den Boden vertrieb. Erst nach 14 Tagen war es mir möglich, die Kulturen wieder anzusehen. Inzwischen war nur dafür gesorgt worden, dass das Wasser auf den Tellern, in welches die Kulturglocken eintauchten, nicht austrocknete. Meine Kulturen waren rein geblieben, mit einer Ausnahme waren die rundlichen Flöckchen zur Bildung von Kohlrabihäufchen an den Luftfäden vorgeschritten. Eine einzige Kultur nur gewährte einen ganz anderen Anblick. Hier war loses Mycel von dem rundlichen Flöckchen aus durch den ganzen Tropfen gewuchert, feines lockeres Luftmycel erstreckte sich bis fast zum Rande des Objectträgers, und die mikroskopische Prüfung ergab, dass Perlenfäden die Kultur durchzogen, dass Stranganschwellungen angelegt waren und die schwache Conidienform über den ganzen Raum des Objectträgers zur Ausbildung gekommen war. Bis zum September habe ich diese aus dem Mai stammenden Kulturen weiter gehalten. Durch Aussaat der gebildeten schwachen Conidien erhielt ich weiterhin lediglich die Bestätigung der oben mitgetheilten Thatsachen; von den übrigen Kohlrabi bildenden Kulturen gelangten keine weitere zur Conidienbildung.

Die bisherigen Ergebnisse unserer Untersuchung lassen sich in Kürze folgendermaassen zusammenfassen. Alle Pilzgärten der untersuchten Atta-Arten sind von dem gleichen Mycel durchzogen, welches in den von Ameisen gepflegten Gärten die Kohlrabihäufchen hervorbringt. Unter dem Einfluss der Ameisen kommt niemals irgend welche Bildung von freiem Luftmycel oder von irgend einer Fruchtform zur

Entwicklung. Das Mycel durchwuchert die Gärten unter völligem Ausschluss jeden fremden Fadenpilzes, und der Pilzgarten eines Nestes stellt in seiner Gesamtheit eine reine Massenkultur desselben Pilzes dar. — Dem Pilz gehören zweierlei Conidienformen an, welche auf den Gärten zur Entwicklung kommen, wenn die Einwirkung der Ameisen aufgehoben wird. Die Mycelien zeigen eine stark ausgeprägte Neigung zur Bildung von Anschwellungen und Aussackungen, welche in verschiedenen, mehr oder weniger bestimmt gekennzeichneten und von einander wohl unterscheidbaren Abwandlungen vorkommen. Eine derselben, welche vermuthlich unter dem Einfluss der Züchtung und Auswahl seitens der Ameisen ihre gegenwärtige Gestalt erreichte, ist in den Kohlrabihäufchen gegeben.

7. Auffindung der höchsten Fruchtform des Pilzes der Ameisen.

Alle die Kulturversuche, über welche ich berichtet habe, lassen die Frage nach der systematischen Stellung des Pilzes der Ameisen vollkommen offen. Es musste wohl angenommen werden, dass die aufgefundenen Conidien- und Mycelformen in den Entwicklungsgang eines höheren Pilzes, eines Asco- oder Basidiomyceten gehörten; doch über diese möglichst unbestimmte Vermuthung hinaus führten die vorliegenden Thatsachen nicht.

Wer die vorhandenen Untersuchungen über künstliche Kultur von Pilzen durchgeht, wer insbesondere die zehn Bände der Untersuchungen Brefeld's studirt, wird sich bald von der dort mehrfach bestätigten Thatsache überzeugen, dass es nur in den allerseltensten Fällen gelingt, von den niederen conidienartigen Fruchtformen ausgehend, in künstlicher Kultur die höhere, insbesondere die Ascus- oder Basidienfrucht zu erzielen. Auf Grund einer Erfahrung, wie sie reicher auf diesem Gebiete Niemandem zu Gebote stehen dürfte, warnte mich Herr Professor Brefeld bei meinem Abgang aus Deutschland davor, mich durch auffallende Conidienformen zu deren Kultur verleiten zu lassen mit der Absicht, die zugehörige höhere Fruchtform zu finden. Ich sei sicher, viel Zeit dabei zu verlieren, und der Erfolg sei aufs äusserste unwahrscheinlich. — Die biologische Bedeutung der hier vorliegenden Conidienformen veranlasste mich, in diesem Fall den Rath zu vernachlässigen. Ich versuchte die Kultur der verschiedenen Conidien-

und Mycelformen auf alle mir erdenkliche Art. Ich änderte die Nährlösungen nach verschiedener Richtung. Ich liess die Mycelien in dichter Flüssigkeitsschicht, in der Fülle der Nährstoffe wachsen, ich tauchte sie unter; dann wieder versuchte ich sie, nachdem eine gewisse Grösse erreicht war, ohne klare Flüssigkeit nur auf feuchtem Fließpapier zur weiteren Entwicklung zu bewegen. Massenkulturen des Pilzes auf gedüngtem Brod wurden gleichfalls angesetzt. Jedoch mit diesen Kulturen, die schon im heimischen Klima bei grösster Sorgfalt nur selten gelingen, habe ich in Blumenau nur Misserfolge zu verzeichnen gehabt. Das Brod hielt sich, so lange es in Zwischenräumen von längstens 24 Stunden bis zu etwa 70° erhitzt wurde. Sobald ich aber dann die Aussaat des Pilzes vornahm und mit dem Erhitzen aufhörte, erfolgte stets die Zersetzung des Brodes schneller als die Entwicklung irgend eines Fadenpilzes. Und was hätten mir Massenkulturen auch geholfen, die nach dem Maasse meiner Hilfsmittel höchstens im Raum einer grossen Krystallisirchale ausgeführt werden konnten? War nicht in jedem Ameisennest eine viel bessere Massenkultur gegeben, als ich sie hätte herstellen können? Und wenn ich durch sorgsames Auslesen aller Ameisen aus einer so grossen Menge von Pilzgärten so oftmals die etwa hindernden Einflüsse der Bewohner auf die gedeihliche Entwicklung des Gartens ausgeschlossen hatte und in so vielen Fällen aus dem nun sich selbst überlassenen Garten bis zur Faustgrösse die Massen der conidienbildenden Keulen erzogen hatte, oder die 1 mm starken Mycelstränge mit der schwachen Conidienform, und niemals etwas darüber hinaus, wie hätte ich auch von Brodkulturen, selbst wenn sie gelungen wären, mehr erwarten können? Fast lächerlich erschienen mir meine schwachen Bemühungen, als endlich die Aufklärung kam, und zwar aus den Massenkulturen der Ameisen selbst, aus den im Freien gedeihenden Pilzgärten, jenen Kulturen, deren Reinheit und Ueppigkeit ich schon so oft hatte bewundern müssen.

Als ich im December 1891 von einer mehrwöchentlichen Reise aus dem Innern des Staates Santa Catharina zurückkehrte, berichtete mir Herr Gärtner, der inzwischen sehr eifrig für mich gesammelt hatte, er habe im November einen sehr grossen Blätterschwamm von auffallender Farbe in mehreren, zu einer Gruppe geordneten Exemplaren auf der Mitte eines Ameisennestes stehend gefunden. Als er ihn habe abheben wollen, so sei das nicht ohne Zerstörung des Pilzgartens im Neste möglich gewesen, denn die Pilzgruppe hätte einer Mycelmasse aufgesessen, welche ohne deutliche Grenze in den Pilzgarten über-

gegangen wäre. Er habe die Ueberzeugung, dies müsse der Pilz der Ameisen sein. Die Pilze waren in Spiritus aufbewahrt. Ich erstaunte über ihre ungewöhnliche Masse, denn grosse auffallende Agaricinen sind im hiesigen Walde sehr seltene Erscheinungen. Da ich indessen einsah, dass ein sicherer Aufschluss über die angeregte Frage aus dem Spiritus-Material nicht würde zu gewinnen sein, und da ich zu jener Zeit mit anderem, mir werthvollem frischen Material über und über beschäftigt war, so liess ich die Sache vorläufig auf sich beruhen in der Hoffnung, der Pilz würde sich wieder finden lassen. Herrn Gärtner's eifrigen Bemühungen gelang es denn auch, am 19. Februar 1892 dieselben Hüte wieder auf einem Nest der *Atta discigera*, kaum fünfzig Schritt von der ersten Fundstelle entfernt, mitten im Walde zu entdecken. Am 17. März 1892 wurde ein ebenso von dem Pilz gekröntes Nest unweit des Stadtplatzes Blumenau in der Capoeira gefunden, und am 30. März erhielt ich durch die Güte meines Onkels, Herrn August Müller, wiederum ein Exemplar des Pilzes mit noch anhaftendem Pilzgarten, welches etwa 12 km aufwärts am Flusse, ebenfalls auf einem Ameisenneste gefunden war. Dies sind alle Funde des Pilzes, von denen ich berichten kann.

Auf den Nestern vom 19. Februar und vom 17. März konnte ich nun zunächst die Entfaltung der Hüte am natürlichen Standort aufschönste selbst beobachten. Am 19. Februar wurde auf dem Nest, nur lose bedeckt von den leicht zu entfernenden, zur Decke dienenden trockenen Blattstückchen, eine feste weissliche, schwach gebräunte Kruste bemerkt mit unregelmässigen Höckern von geringer Höhe. Am 21. Februar sah man einzelne dieser Höcker zu annähernder Eiform vorgeschritten, etwa so, wie sie auf den beiden Bildern (Taf. I u. IVa) neben und unter den entfaltetten Hüten noch sichtbar sind. Bis zum 27. Februar vergrösserten sich diese allmählich und andere Fruchtkörperanlagen kamen nach, am 27. begann bei den ersten die Stielstreckung und einige waren beinahe bis zum Zustand der Taf. IVa vorgeschritten. Am 28. erreichten die am weitesten vorgeschrittenen den Zustand der gestielten geschlossenen Kugeln, gleich den beiden Stücken rechts und links auf Taf. I. Am 1. März spannten sie die Hüte auf, am 2. März waren sie schon im Zerfall, während andere, später entwickelte nun grade in voller Entfaltung waren und die ganze Gruppe jetzt Entwicklungszustände aller Stufen darbot (Taf. I). Auch in dem zweiten genau verfolgten Fall vom 17. März vollzog sich die gesammte Hutentfaltung bis zur Aufspannung in 10—12 Tagen.

Im fertigen Zustande bildete der Pilz eine höchst eigenartige und

auffallende Erscheinung, welche noch besonders durch den Umstand gehoben wird, dass die ganze Gruppe der Schwämme auf der Spitze des Ameisenhügels, gleichsam auf einem Sockel sich erhebt, und über den Waldboden dadurch um so mehr hervorragt. Dazu kommt eine schön weinrothe Färbung des Hutes und Stieles, so dass dieser Pilz, wo er vorkommt, schwerlich übersehen werden kann.

Nun bildet das Zerstören von Schleppernestern für jeden Ansiedler hier während des ganzen Jahres eine unumgängliche Beschäftigung. Niemand aber, den ich danach fragte, erinnerte sich, je solchen Pilz gesehen zu haben. Auch Herr Dr. Fritz Müller hatte ihn nie vorher bemerkt, ebenso auch nicht Herr August Müller, während beide in den vierzig Jahren ihres Hierseins unzählige Ameisennester beobachteten und zerstörten, und bei der Aufmerksamkeit, welche sie allen Naturkörpern widmeten, sich dieses Pilzes wahrscheinlich noch entsinnen würden, wenn er vorgekommen wäre. Ich erwähne dies, weil dadurch die Vermuthung erweckt und bestärkt wird, dass der Pilz im Verhältniss zu seinem, gleich dem der Ameisen fast allgemeinen Vorkommen, nur sehr selten zur Bildung seiner höchsten Fruchtförmigkeit gelangt.

Unsere Tafel I stellt nur den kleineren Theil der am 2. März abgehobenen erwähnten Pilzgruppe dar, und nur in $\frac{5}{9}$ der natürlichen Grösse. Der grösste überhaupt beobachtete Hut hatte 16 cm Durchmesser. Der Hut ist dickfleischig, gleichmässig schirmförmig gewölbt und mit rauhen Schuppen besetzt, welche in der Mitte dichter, als am Rande stehen und nicht abfallen, auch nicht leicht ablösbar sind. Die Farbe der Schuppen liegt zwischen hellem Weinroth und Schwarzpurpur (Saccardo, Chromotaxia Nr. 50 und Nr. 12) derart, dass die am Rande dünneren und dünner stehenden Schuppen mehr der ersteren, die in der Mitte stehenden der letzteren Farbe zuneigen. Die Lamellen sind vom Stiel durch einen ringförmigen Zwischenraum getrennt und erreichen auch den Hutrand nicht (vergl. die Tafel), der Stiel ist oberhalb des kräftigen, schuppigen, etwa $\frac{3}{4}$ seiner Höhe feststehenden hängenden Ringes gleich den Lamellen weiss. Der Ring und der Stiel unterwärts desselben sind mit Schuppen von der Farbe des Hutes besetzt. Jedoch ist die Farbe am Stiel weniger schön und kräftig. An dem zurückgelassenen Rest der Pilzgruppe vom 2. März entwickelten sich noch bis zum 16. April einzelne Nachzügler-Hüte, welche aber an Schönheit und Kraft der Farbe weit hinter den zuerst gesehenen zurückblieben. Die violett purpurne Beimischung der Farbe trat hier zu Gunsten eines schmutzigen Dunkelbraun (Saccardo,

Chromotaxia, zwischen Nr. 9 u. 11) zurück. Der Stiel ist mehr oder weniger hohl, indem die Masse der zerrissenen, den Innenraum lose füllenden Markhyphen wechselt. Der Stiel ist am Grunde knollig verdickt, und an der dicksten Stelle der Knolle ringsum mit den zerrissenen Fetzen der allgemeinen Hülle (velum universale) besetzt. Die grösste beobachtete Höhe eines Pilzes war 24 cm, die grösste Stielstärke an der dicksten Stelle der Knolle 4 cm, am Ring 2 cm.

Das Hymenium bietet keinerlei Besonderheiten. Die Basidien (Fig. 7. Taf. V) sind von gewöhnlicher Form; etwa 30 μ lang, im oberen Drittel keulenförmig verdickt; sie bringen auf 4 kurzen Sterigmen, je eine, 8 μ lange, scharf umzeichnete ovale Spore hervor. Die Farbe der einzelnen, in Wasser aufgefangenen Sporen scheint fast weiss, lässt man aber den Sporenfall einige Zeit andauern, so erkennt man, dass die Sporen in der Gesamtheit hell ockerfarben sind. (Saccardo, Chromotaxia Nr. 29.)

8. Systematische Stellung des von den Ameisen cultivirten Pilzes.

Man erkennt sofort, dass der eben beschriebene Pilz bei den Amaniten bezw. Lepioten seine natürliche Stellung hat, und die weiterhin folgende Entwicklungsgeschichte seiner Fruchtkörper wird daran keinen Zweifel lassen. Da aber noch bis heut der Farbe der Sporen in der Systematik der Agaricinen ein entscheidender Werth beigelegt wird, so müssen wir ihn in die Nachbarschaft jener *Pholiota caperata* stellen, von der Fries in seinen „*Hymenomyces Europaei*“ sagt, sie sei die einzige Art unter den „*Dermini*“, welche den Amaniten entspreche. Wegen der doppelten Hülle ist diese *Pholiota caperata* unter dem Gattungsnamen „*Rozites*“ später von *Pholiota* abgezweigt. Wenn ich nun den Pilz der Ameisen, welcher braune Sporen und doppelte Hülle besitzt, ebenfalls vorläufig zu *Rozites* stelle, so muss ich dazu bemerken, dass mir hier am Rande des Urwaldes nur beschränkte litterarische Hülfsmittel zur Verfügung stehen, und ich nicht sicher wissen kann, ob der Pilz nicht doch schon irgendwo beschrieben worden ist. In diesem Fall würde ich um Berichtigung der Namengebung bitten. Die Systematik der Agaricineen wird ja voraussichtlich in nicht zu ferner Zeit auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchung der Fruchtkörper eine völlige Umgestal-

tung und höchst nöthige Verbesserung erfahren, wie solche durch Fayod's Arbeiten hereits angehahnt sind. Es wird alsdann die systematische Stellung der vorliegenden Form auf Grund der im Folgenden mitgetheilten Entwicklungsgeschichte scharf hestimmt werden können. Heisse sie also vorläufig *Rozites gongylophora*, denn aus ihren Mycelien erzogen sich die Ameisen ihre Kohlrabi, vernuthlich in keinem anderen Wege, als den die Menschen einschlugen zur Erzeugung der Kohlrabi an der Kohlpflanze, in dem Wege der künstlichen Zuchtwahl.

Zur Feststellung der Entwicklungsgeschichte der Fruchtkörper fanden sich bei dem gruppenweisen Vorkommen des Pilzes alle erforderlichen Zustände nehen einander vor. Wie bereits erwähnt, nehmen die Fruchtkörper ihren Ursprung aus einer dicken Kruste, welche oben auf den Nestern der Ameisen zu Tage trat. Diese Kruste hesitzt verschiedene und bis zu 2 cm betragende Dicke hei unhestimmter Ausdehnung in die Breite. Sie ist aus in einander verflochtenen Pilzfäden aufgebaut, welche fast lückenlos zusammenschliessen. Die Fäden sind stellenweise angeschwollen. Fadenrücken lassen sich ehenfalls heohachten, und so kommt stellenweise, jedoch keineswegs durchweg, ein zellgewebeartiges Aussehen zu Stande. Die ganze Masse der Kruste ist sehr schwach gehräunt. Sie besitzt eine dünne, tiefbraune Rinde, welche lediglich aus denselben Pilzfäden hesteht, wie die gesammte Masse. Die Fäden enden hier mit nur sehr kurzen, freien Spitzen nach aussen. Ihre tiefbraune Farbe geht allmählich in das sehr helle Braun der inneren Fäden über, so dass die Rinde in keiner Weise scharf abgegrenzt erscheint. Auf der so beschriebenen Kruste entstehen in grosser Anzahl neben einander kleine Erhehungen, welche zunächst im Innern keinerlei Differenzirung erkennen lassen. Wenn dieselben die durch Figur 1 (Taf. V) dargestellte Grösse erreicht hahen, so sieht man in ihrem Innern auf dem Längsschnitt eine ovale tonnenförmige, etwas hellere Figur. Man überzeugt sich leicht, dass innerhalb derselhen im wesentlichen und immer noch mit vielen Unregelmässigkeiten ein senkrechter und paralleler Verlauf der Hyphen angedeutet ist. Im ührigen ist keine scharfe Grenze nach aussen hin zu hemerken, und die gehräunte Rindenschicht ist nicht verschieden von derjenigen, welche die junge Kruste überzog. Der eiförmige hellere Kern der Fruchtkörperanlage stellt den Anfang des Stielknollens dar. Ueher seiner Spitze erscheint im nächsten Zustand die Hutanlage (Figur 2). Dieselhe entsteht von der Spitze der Stielanlage aus durch reichere Aussprossung seiner zu

einem dichten Gewirr verflochtener Fäden; dasselbe verbreitert sich seitwärts ringsum über seinen Entstehungspunkt hinaus und bildet jenen flach kuppelförmigen Knopf auf der Anlage des Stielknollens, den die Figur 2 andeutet. Alle Fäden, die ausserhalb der Anlage des Stiels und Hutes liegen, bräunen sich und bilden die allgemeine Hülle, welche bis zur fertigen Anlage aller Theile des Fruchtkörpers nirgends sich öffnet. Schon in diesem Zustand hebt sich die eigentliche Huthaut oder innere Hülle deutlich ab; die unmittelbar die Hutanlage umgebende Fadenschicht ist nämlich dunkler gebräunt, als die weiter ausserhalb, aber im Innern der noch dunkleren äussersten Rindenschicht liegende, welche zur allgemeinen Hülle zu rechnen ist. Die innere Hülle, durch braune Färbung gekennzeichnet, greift zwischen Stiel und Hutanlage, auf dem Längsschnitt in Form zweier Spitzen gegen die Mittellinie vor (Figuren 2, 3, 4).

Zwischen Hut und Stielanlage entsteht in einem wagerecht liegenden kreisförmigen Streifen die Anlage des Hymeniums. Während bisher in dem Verlauf der Fäden der Hutanlage irgend welche regelmässige Anordnung nicht zu bemerken war, sieht man nun, in eben jenem Streifen, eine senkrechte parallele Anordnung von Fäden, welche den Anfang des Hymeniums, den Boden darstellen, auf welchem sich die Lamellen erheben sollen. Diese allererste Anlage des Hymeniums entsteht nicht frei, die senkrechten, parallelen Fäden stehen in Verbindung ebensowohl mit den Fäden der Hutmasse, wie mit denen, welche nach unten und nach dem Stiele zu liegen. Dieser Zustand ist aber nur von aller kürzester Dauer. Indem die Hutanlage sich im Umfange vergrössert, schieben sich zwischen die senkrechten Palissaden neue ein, und indem die Palissadenschicht breiter wird, wölbt sie sich aufwärts. — Ich spreche jetzt und im Folgenden der Einfachheit halber so, als beschriebe ich nur die Entwicklung der Längsschnittfigur. — Man sieht nun bei geeigneter Vergrösserung, wie sich je ein linsenförmiger Hohlraum bildet, rechts und links, vorläufig noch durchsetzt von unregelmässig zerreisenden Fadenbündeln, welche von unten her in die Palissaden hineinragen. Allein schon, wenn der Grössenzustand der Figur 3 erreicht ist, sind diese Bündel alle zerrissen, der Hohlraum ist vollkommen frei geworden und für das blosse Auge sichtbar, und er vergrössert sich nun zusehends. Diese Vergrösserung geschieht einmal dadurch, dass mit fortschreitendem, randwärtsgerichtetem Wachsthum des Hutes die hymeniale Schichte durch fortwauernde Einschiebung neuer Palissaden vergrössert wird. Auch beginnt jetzt die Anlage der Lamellen. Diese entstehen nun, von An-

fang an, mit vollkommen freier Schneide in den Hohlraum hineinwachsend: es kommen in Folge dessen auch Gabeltheilungen der Lamellenschneide vor. Zum andern aber gehen Hand in Hand mit der Vergrößerung des Hutes auch Wachsthumerscheinungen in dem Stielknollen und in dem Raum zwischen Stiel und Hut vor sich.

Der Stielknollen zunächst wächst erheblich in Richtung der Dicke, während vorerst nur eine geringe Streckung in die Länge bemerkbar wird. Da die Verbindungsstelle zwischen Hut und Stielanlage nur wenig an Dicke zunimmt, so entsteht auf der Spitze des Stielknollens die eigentliche Stielanlage in Gestalt eines stumpfen Kegels (Fig. 4). Der Hutrand, und mit ihm die hymeniale Schicht, krümmt sich bei beginnender Streckung des Stieles abwärts, wächst gewissermassen wie eine Kappe über den sich streckenden Stiel weg, nach unten. Die nun anhebende stärkere Streckung des kegelförmigen Stieles hat das Zerreißen der allgemeinen Hülle zur Folge. Wir sehen noch in der Figur 3 die innere Hülle mit ziemlicher Deutlichkeit von der äusseren abgesetzt. Eine schwächer gebräunte innere Schicht der allgemeinen Hülle liess die wiederum dunklere Huthaut bemerkbar werden. Mit der Vergrößerung des Hutes ist diese Grenze verschwunden. Die äussersten Fäden der allgemeinen Hülle sind abgestorben, an verschiedenen Stellen zerrissen. Die Hülle bekommt dadurch Spalten und ein schuppiges Aussehen. Die stärkere Bräunung greift tiefer und bis in die innere Hülle hinein und verwischt den Unterschied zwischen beiden vollkommen. In der Nähe des Hutrandes jedoch, wo die innere Hülle einbiegt, dem Stielkegel zu, zweigt sich die allgemeine Hülle ab und geht zur Bedeckung des Stielknollens weiter. Hier bleiben beide noch deutlich getrennt. Wird nun der Hut emporgehoben, so nimmt er von der allgemeinen Hülle so viel mit, als mit der inneren verwachsen ist. Ein Vergleich der Figuren 4 u. 5 und der Tafel IVa zeigt besser, als eine lange Erörterung, wie es kommt, dass ein Theil der allgemeinen Hülle nun gleich einem sternförmig zerrissenen Kelch den Stielknollen an seiner dicksten Stelle umgiebt. Diese kelchartige Umrandung ist sehr vergänglich, wie es bei ihrer Zusammensetzung aus abgestorbenen und in ihrem Verbande gelockerten Fäden nicht wunderbar ist, und in den entwickelteren Zuständen der Tafel I ist wenig mehr davon zu bemerken. Die Streckung des Stieles macht nun schnelle Fortschritte. Aus der anfänglichen stumpfen Kegelform nähert er sich nach oben mehr der Walzengestalt an. Seinem, zumal in den oberen Theilen, erheblichen Dickenwachsthum und der Streckung folgen die mittleren Fadenstränge nicht. Durch Zerreißen derselben

entsteht ein Hohlraum im Stiel. Seine frei gewordene Aussenseite bedeckt sich durch Bräunung ihrer äussersten Schichten, allmähliches Absterben und Zerreißen der äussersten Fäden mit einer Rinde, welche von der allgemeinen Hülle sich durch nichts, als etwas geringere Stärke unterscheidet, und bei weiterer Entwicklung auch dieselbe schöne Farbe in schwächerem Grade wiederholt, durch welche die mit der Huthaut vereinigte allgemeine Hülle ausgezeichnet ist.

Die Streckung des Stieles erfolgt aber nicht nur unterhalb der Ansatzstelle der inneren Hülle, sondern auch oberhalb derselben, im Innern des Hutes. Mit dieser letzteren Streckung hält das Randwachstum des Hutes und der an seiner Innenseite angelegten Lamellen nicht nur gleichen Schritt, sondern es übertrifft sogar die Leistung des Stieles, wie man aus der allmählich zur vollendeten Kugelgestalt anschwellenden Form des Hutes (Figur 6 und Tafel I) ersehen kann.

Inzwischen sind wesentliche Veränderungen in dem unteren Theile der inneren Hülle vorgegangen, welcher sich zum Ring ausbildet. Die Ausbildung dieses Ringes weicht von der durch R. Hartig's und vorzüglich durch Brefeld's Untersuchungen (3. Band) für verschiedene Agaricinen-Formen klargestellten Bildungsweise in mehreren Punkten ab. Der Ring dieses Rozites ist in höherem Masse, als irgend einer der entwicklungsgeschichtlich untersuchten Agaricinen-Ringe, ein selbstständiges Gebilde, welches durch eigenes, bestimmt gerichtetes Wachsthum zu Stande kommt. Angelegt, wie wir oben sahen, in dem spitzen Winkel zwischen der äusseren Hülle, da, wo sie vom dicksten Theil des Stielknollens zum Hute übergeht, und zwischen dem kegelförmig ansteigenden Stiel, zeigt der Ring auf dem Längsschnittbilde des Pilzes die Gestalt eines nach oben geöffneten spitzen Winkels, dessen äusserer Schenkel nach der Huthaut verläuft, während der innere an dem Stiel entlang bis zum Verbindungspunkt zwischen Stiel und Hutanlage führt. Mit dem Wachsthum des Stieles und Hutes gleichzeitig vollzieht sich ein selbstständiges Wachsthum des Ringes. Als die erste Bildung des Hohlraumes im Hute vor sich ging, wurde derselbe bereits auf seiner unteren Seite von Hyphen begrenzt, welche sich als nicht zum Stiel gehörig durch ihre schwach bräunliche Färbung kennzeichneten. Diese bilden in ihrer Gesammtheit den inneren Schenkel des eben erwähnten Winkels. Derselbe ist am dicksten an der Spitze des Hutrandes, am Scheitelpunkt des Winkels. Er wächst von dorthier, dem Stielkegel dicht angeschmiegt und an ihm entlang, seine Hyphen haben dieselbe und ziemlich gleichlaufende Richtung. Er wird, je näher er der Spitze des Kegels kommt, um

so dünner, und geht schliesslich als sehr feine Linie (um bei dem Bilde des Längsschnittes zu bleiben) dicht unter der Verbindungsstelle des Hutes und Stieles in die Hyphen des letzteren ohne Grenze über. Er ist am stärksten gebräunt an der Seite, welche dem Stiel anliegt, sehr schwach dagegen nur an der anderen, welche den hymenialen Hohlraum begrenzt. Obwohl am Stiele angeschmiegt, kann er doch schon in dem Zustand der Figur 4 an jedem Längsschnitt leicht vom Stiel abgehoben werden, da seine Fäden mit denen des Stieles nicht zusammenhängen, ausgenommen an der einen, dünnsten, der Spitze zunächst liegenden Stelle.

Wenn der Stiel sich streckt, so erfolgt seine Verlängerung zwar am stärksten unter der Ansatzstelle des Ringes, sie hebt aber gleichzeitig, in geringerem Grade, auch über derselben an im Innenraum des Hutes. Die letztere Streckung wirkt hochziehend auf den Ring, und würde ihn, wenn er nicht angewachsen wäre, als „annulus mobilis“, wie beim „Coprinus ephemerus“ in die Höhe ziehen. Wie die Verhältnisse hier liegen, wird der Ring nur vom Stiele seitwärts abgespreizt (Figur 5), dies um so leichter, als der eben besprochene innere Schenkel des Winkels in seinem oberen Verlauf ausserordentlich dünn und biegsam ist. Derselbe Umstand wirkt weiter bestimmend auf die endliche Gestalt des Ringes. In dem Uebergang zwischen Figur 5 und 6 wird derselbe weiter nach oben gezogen. Sein unterer Theil kann vermöge der erheblicheren Dicke und Festigkeit die Gestalt nicht ändern; die feine Haut aber, welche in Verbindung mit dem Stiel steht, giebt nach, und während sie ursprünglich bei ihrer Bildung dem Stiel von der Anheftungsstelle aus nach abwärts zu angeschmiegt war, wird sie nun soweit in die Höhe gezogen, dass sie nach aufwärts zu den Stiel als Mantel fest umgiebt. Auch wenn später der Ring frei ist, und nicht mehr vom Hut gehalten wird, kann er nicht wieder nach unten fallen, denn bei weiterem Dickenwachsthum des Stieles wird jene dünne Haut straff ringsum gespannt, in einzelnen Fällen derart, dass man den Stiel durch dieselbe schwach eingeschnürt finden kann.

Auch im äusseren Schenkel des den Ring darstellenden Winkels erfolgt selbständig gerichtetes Wachsthum. Er führte anfänglich in die Huthaut und die bald mit ihr vereinigte allgemeine Hülle über (Fig. 3 u. 4). Die Verbindung beider verstärkt sich aber nicht mit der fortschreitenden Entwicklung des Fruchtkörpers. Während die Hyphen des Hutrandes nach unten wachsen und gleichermaassen auch die gebräunten Hyphen der vereinigten Hüllen ihre Entstehung in

demselben Sinne leicht durch die Form der Schuppen (Fig. 5) erkennen lassen, wachsen die sich bräunenden Hyphen des äusseren Ringschenkels in entgegengesetzter Richtung, wie es ein Blick auf die Richtung der an diesem Schenkel auftretenden Schuppen (Fig. 5 u. 6) sofort erkennen lässt. So wird also in der Ringanlage ein doppeltes selbständiges Wachsthum bemerkbar, vom Scheitelpunkt des Winkels her in der Richtung der beiden Schenkel, nach innen und nach aussen. Nur auf diese Weise ist es möglich, dass, während noch in Fig. 5 der Hutrand mit dem Ringe auf eine verhältnissmässig breite Strecke hin wie verwachsen erscheint, seine Abtrennung dennoch ohne Schwierigkeit erfolgt; ferner sieht man leicht den Grund ein, warum der äusserste Rand des aufgespannten Hutes rein weiss und von Schuppen frei ist (Taf. I). Es ist derjenige Theil des Hutrandes, welcher bis zu dem der Fig. 6 unmittelbar vorausgehenden Zustand vom äusseren Schenkel des Ringwinkels bedeckt war, und da er bis zum letzten Augenblick mit der Luft nicht in Berührung kam, ebensowenig wie der über dem Ring liegende geschützte Theil des Stieles Veranlassung gab, eine Rindenbildung durch Bräunung der äusseren Hyphen einzuleiten.

• Die Abtrennung des Hutes hebt an, sobald der Ring dem fort-dauernden Zuge nach oben nicht mehr nachkommen kann, weil der innere Schenkel seines Winkels, soweit er weich und nachgiebig ist, bereits ganz in die Höhe gezogen und eingeschlagen, dem Stiel angepresst ist. Von der ursprünglichen Anlage her steht der Hutrand noch in Verbindung mit dem Ringe, aber nur an einer sehr eng umgrenzten Stelle, im Scheitelpunkt des Winkels. Dort reisst er ab, für das blosse Auge fast mit ganz glattem Rand, in Wahrheit dennoch mit zerrissenen Hyphen, und man sieht den am Ring verbleibenden winzigen Rest zerrissener Theile in der Fig. 6 im Scheitelpunkt des Winkels angedeutet. In welcher Form sich die alsdann beginnende Aufspannung vollzieht, zeigt Taf. I.

9. Beweis der Zugehörigkeit der kohlrabibildenden Hyphen zu *Rozites gongylophora*.

Bereits oben war in Kürze die nun zu erweisende Behauptung aufgestellt, dass die aufgefundenen Agaricine, welche wir soeben bezüglich ihrer Hutentfaltung genauer betrachteten, die Kulturpflanze der Ameisen sei, dass es ihre Hyphen seien, welche jedes Nest der

Atta-Arten durchziehen, und an denen die Kohlrabi, die Futterkörper der Ameisen, sich bilden.

Die Hüte des Pilzes nehmen, wie wir gesehen haben, ihren Ursprung aus einer braunrindigen Kruste, welche dem Pilzgarten unmittelbar aufliegt. Es ist nicht möglich, eine Gruppe von Hüten abzuheben, ohne einen Theil des Pilzgartens mit herauszureissen. Unsere Tafeln I u. IVa zeigen solche herausgerissene Theile unter den Fruchtkörpern. Dieser Pilzgarten aber weicht in seinem Aufbau weit ab von dem gewöhnlichen. Während die Wände der Kammern und Höhlungen für gewöhnlich dünn und lockerflockig sind, derart, dass die Masse des Gartens beim Herausheben nur in winzigen Bruchstücken ihren früheren Zusammenhalt bewahrt und unter den Händen zerfällt und zerbröckelt, so sind hier die Wände auf Kosten der Höhlungen bedeutend verdickt und fester geworden, und selbst faustgrosse Stücke dieses Pilzgartens halten fest zusammen, können nach allen Richtungen durch Schnitte zerlegt werden, ja lassen sich, ohne zu zerbröckeln, in Spiritus aufbewahren. Je weiter nach oben und je näher der fruchtkörpertragenden Kruste, um so stärker sind die Wandungen des Gartenlabyrinths gebildet, sie erreichen hier bis zu 7 mm Dicke, ehe sie in die geschlossene Kruste übergehen. Nach unten zu und im Umkreise werden sie dünner und dünner und führen ganz allmählich in den Pilzgarten von gewöhnlichem lockerem und zerfallendem Baue über. Die Ameisen aber leben in dem veränderten Garten mit kleineren Hohlräumen ganz genau ebenso wie in dem gewöhnlichen. Ihre kleinsten Arbeiterinnen verrichten in den engen, dicht unter der Kruste befindlichen Spalten und Höhlungen ihre Arbeit nicht anders, als sie sonst zu thun pflegen, und ihrer Kohlrabizucht geschieht kein Eintrag. Denn die Kohlrabihäufchen sprossen aus den verdickten Wänden mit derselben Ueppigkeit, wie sonst aus dem lockeren Nährboden, und wir treffen sie in unverminderter Menge an hinauf bis unmittelbar an die Grenzlinie, welche die Kruste von dem Pilzgarten absetzt. Diese Grenzlinie erscheint auf einem senkrecht geführten Schnitt dem blossen Auge ziemlich deutlich. Die Kruste (eine Art Basidiomycetenstroma) stellt dann ein lückenloses Hyphengeflecht dar und ist in der ganzen Masse sehr hellbräunlich gefärbt, die mit ihr in Verbindung tretenden und schon unter ihr mehr oder weniger zu einer geschlossenen Masse zusammentretenden Pilzgartenwände hingegen sind rein weiss, und man findet nur noch schwer zwischen ihnen die ziemlich zusammengeschrumpften Ausläufer der Hohlräume des Gartens. Fertigt man mikroskopische Schnitte

quer über jene Grenzlinie hinweg, so überzeugt man sich leicht, dass eine andere Begrenzung als die durch die schwache Färbung der oberen Hyphen bedingte nicht besteht. Die Pilzfäden oberhalb und unterhalb sind durchaus dieselben, sie verlaufen dicht verschlungen über die Grenzlinie hin und her. Im Allgemeinen nur lässt sich sagen, dass sie innerhalb der Kruste noch enger zusammengedrängt erscheinen als in den verdickten Wänden des Pilzgartens.

Untersuchen wir nun diese Wände genauer, so finden wir sie zusammengesetzt aus eben denselben Pilzfäden, welche wir in jedem Ameisengarten beobachteten. Nur sind die Fäden in grösserer Ueppigkeit zu einer nahezu lückenlosen Pilzfleischmasse zusammengedrängt, was unter gewöhnlichen Verhältnissen niemals vorkommt. Auf Querschnitten finden wir im Innern der Wände die Reste der ausgesogenen Blattkugelchen, des ursprünglichen Baumaterials, welches nun nesterweis in der überwuchernden Masse der Hyphen vertheilt liegt. Den äusseren Flächen der Wände sitzen die bekannten Kohlrabihaufchen auf, sie entspringen aus Hyphen, welche denen der gesammten Wandmasse gleich sind und in dieselbe ohne Grenze überlaufen. Indem wir endlich den Wänden weiter nach unten und nach dem Umkreise hin, wo sie dünner und brüchiger werden, nachgehen und ihren Aufbau schrittweise an dünnen Schnitten verfolgen, begegnen wir stets fort den gleichen Hyphen und überzeugen uns, wie ihr Gefüge lockerer und lockerer wird, wie ihre Masse allmählich im Verhältniss zu den reichlicher eingefügten zerkleinerten Blattstückchen abnimmt, bis endlich die gewöhnliche Art des Aufbaues erreicht ist, wo dann die Pilzfäden nur noch die Blattkugelchen durchwuchern, haarartig von ihnen ausstrahlen und sie unter einander eben nur noch zusammenhalten in der lockeren Form, welche die Wände des gewöhnlichen Pilzgartens kennzeichnet. Man kann leicht beobachten, wie die Ameisen auch an die bereits erstarkten Pilzwände ununterbrochen von aussen neue Blattkugelchen der früher beschriebenen Art anbacken, und dass diese von den Pilzwänden aus in derselben Weise durch- und umzogen werden, wie es sonst der Fall war.

Unsere anatomische Untersuchung führt uns mit Sicherheit zu der Annahme, dass dieselben Pilzfäden, welche den gewöhnlichen Pilzgarten durchziehen und die Kohlrabi hervorbringen, unter geeigneten Bedingungen stärker zu wuchern begannen, dass sie die sonst locker gefügten Wände des Pilzgartens durch engeren Zusammenschluss in feste Mauern verwandelten, dass die Ameisen durch weitere Anfügung von nährenden Blattkugelchen diese Wände zu inner stärkerem Wach-

thum befähigten, bis sie endlich einen Bau darstellten, üppig und fest genug, um auf seiner Oberfläche jene Kruste zu erzeugen, welche der prächtigen Gruppe der Hutschwämme Ursprung giebt, und um das Gewicht derselben, welches einen gewöhnlichen Pilzgarten unfehlbar zusammendrückt, sicher zu tragen.

Blieb mir hiernach schon, und nach dem viermaligen, stets gleichartigen Vorkommen der sonst nie beobachteten Agaricine auf den Nestern, kaum ein Zweifel, dass dieselbe wirklich die höchste Fruchtförmung des von den Ameisen kultivirten Pilzes darstelle, so kam noch eine bemerkenswerthe Beobachtung hinzu, diese Ansicht zu bestärken. — Wenn die abgebrochenen Rozites-Hüte einen oder zwei Tage lang liegen, so entwickeln sie einen starken, eigenthümlich kräftigen, nicht ekelhaften, etwas an Malz erinnernden Geruch. Nimmt man einen gewöhnlichen Pilzgarten aus einem Nest, drückt ihn fest zusammen in eine Flasche, welche dicht verschlossen wird, so sterben die darin befindlichen Ameisen innerhalb 2—3 Tage ab. Wenn man nun die Flasche öffnet, so bemerkt man genau denselben eben beschriebenen, eigenartigen Geruch, welcher von dem in den ersten Zuständen der Zersetzung befindlichen Pilzgarten ausgeht. Diese Bemerkung wurde mir von verschiedenen, ganz unbefangenen Personen bestätigt.

Trotz alledem hatte ich den dringenden Wunsch, mit unbedingter Sicherheit den noch möglichen Einwand auszuschliessen, als könnte die Rozites etwa auf dem Pilzgarten einen ihr besonders zusagenden Nährboden gefunden haben und auf demselben als fremder Eindringling wuchern. Ich unternahm deshalb die künstliche Kultur der Rozites-Sporen in Nährlösung. Von den reich entwickelten Hüten konnten reine Sporenaussaaten auf untergelegten Objektträgern ohne Mühe erhalten werden.

Die Sporen keimen in Wasser oder Nährlösung erst am zweiten Tage nach der Aussaat mit nur einem Keimschlauch, welcher in den Fällen, wo es festzustellen war, an der der Ansatzstelle gegenüberliegenden Seite der Spore aus einer verhältnissmässig kleinen Oeffnung hervortrat und sich dann sofort zu der Dicke erweiterte, welche der Keimschlauch aus den winzigen Conidien der starken Form besitzt, nämlich 7—8 μ (Fig. 8). Die Keimung der Sporen erfolgte unregelmässig, und stets war es nur eine beschränkte Anzahl, welche überhaupt zur Keimung überging. Sehr häufig wird an dem Keimschlauch unmittelbar nach dem Austritt aus der Spore ein Seitenzweig angelegt. Das weitere Wachsthum der Mycelien ist ein sehr langsames. Erst am neunten Tage war von den gekeimten Sporen je ein winziges,

mit blossem Auge eben sichtbares weisses Flöckchen gebildet, welches auch Luftfäden besass. Die einzelnen Fäden enthielten ein körner- und vacuolenreiches Protoplasma, sie zeigten früh eine grosse Neigung zu unregelmässigen Verdickungen und Anschwellungen und waren zudem durch ausserordentlich schwankende Stärke ausgezeichnet; nicht selten sah man von einem 10 μ starken Faden ganz unvermittelt Seitenzweige abgehen, welche nur 3 μ Durchmesser besaßen. Dieselbe Beobachtung machte ich an Kulturen, welche gleichzeitig von Kohlrabihäufchen des Nestes hergeleitet waren. Im weiteren Verlauf näherten sich die aus Basidiosporen gezogenen Mycelien den aus Kohlrabihäufchen erhaltenen auch dadurch, dass die ausstrahlenden Luftfäden einen vielfach geschlängelten oder korkzieherartig gewundenen Verlauf zeigten. Endlich, nach fünfwöchentlicher sorgsamster Pflege (vom 20. Februar bis 8. April 1892), gingen die aus Sporen gezogenen Mycelien zu der erselten Bildung der Kohlrabihäufchen über. Dieselbe begann genau in derselben Weise, wie sie früher für die aus Kohlrabihäufchen hergeleiteten Kulturen beschrieben und in der Fig. 33 (Taf. VIII) dargestellt worden ist. Sie nahm allmählich an Ueppigkeit zu, und es entstanden Futterkörperchen, welche den in den Nestern vorkommenden an Grösse gleich, bisweilen sogar überlegen waren.

Ich erreichte dasselbe Ziel erheblich schneller, nämlich in der Zeit vom 27. März bis 4. April, also in acht Tagen schon, als ich mit einem ausgeglühten Messer aus dem Innern des Hutfleisches kleine Stücke ausschnitt und in Nährlösung übertrug. Diese wuchsen nach allen Richtungen zu Fäden aus, und es entstand in viel kürzerer Zeit als bei der mühsamen Kultur aus einzelnen Sporen ein kräftiges Mycel, welches zur Kohlrabibildung überging. Früher oder später trat endlich an allen meinen etwa 30 Kulturen, aus Sporen und aus Hutfleischstückchen, die Kohlrabibildung ein.

Mit den so aus der Rozites in künstlicher Kultur gezüchteten Kohlrabiköpfchen unternahm ich neue Fütterungsversuche an Ameisen. *Atta coronata*, *hystrix* und *discigera* nahmen zu wiederholten Malen die in Professor Brefeld's Nährlösungen künstlich erzeugene Frucht ihrer Kulturpflanze anstandslos von der Platinnadel, mit welcher ich sie ihnen vorhielt, und frassen sie, ohne etwas übrig zu lassen, mit demselben Eifer, mit dem ich sie ihr eigenes Gartenproduct stets hatte verzehren sehen.

Ich will nicht unterlassen zu erwähnen, dass die Ameisen auch mit kleinen abgezupften Stückchen des Hut- und Stiefleisches von Rozites gefüttert werden konnten. Auch im Freien, auf den das Nest

krönenden Fruchtkörpern, wurden Ameisen an einer Stelle bemerkt, an der ersichtlich ein Loch in den Fruchtkörper genagt war. Doch konnte ich mich im Freien nicht unzweifelhaft davon überzeugen, dass sie von dem Pilzfleisch Stücke abrissen. Dies geschah jedoch unter meinen Augen von gefangen gehaltenen Ameisen, denen ich ein grösseres abgebrochenes Stielstück des Pilzes vorlegte.

Durch die Züchtung der eigenartigen Kohlrabihäufchen aus den Basidiosporen ist der unanfechtbare Beweis geliefert, dass jene hochentwickelten Agaricinenhüte in der That die höchste Fruchtform der Kulturpflanze der Ameisen darstellen, dass es ihre Hyphen sind, welche in jedem Nest der untersuchten *Atta*-Arten ausnahmslos angetroffen werden und an denen die Kohlrabihäufchen, das Futter der Ameisen, sich bilden.

Hatten wir aber in den früheren Abschnitten schon den Nachweis geliefert, dass eben diese selben Fäden es sind, welche unter geeigneten Bedingungen zur Bildung der zweierlei Conidienformen, der Perlenfäden und Stranganschwellungen, übergehen, welche oben beschrieben wurden, so dürfen wir nun ein weiteres, das mykologisch wichtigste Ergebniss der Untersuchung feststellen: jene Conidienformen, jene Perlenfäden und Stranganschwellungen gehören in den Entwicklungskreis von *Rozites* *gongylophora*.

Ich legte ein kleines Stückchen des unter dem Einfluss der Hutmildung verwandelten Pilzgartens mit festen Wänden auf feuchtem Fliesspapier unter einer Glocke aus. Das Stück hatte Form und Grösse desjenigen, welches man auf Taf. IVa den Fruchtkörpern noch anhaften sieht, und war gleich diesem unmittelbar unter den Fruchtkörpern gelegen, welche aus ihm hervorwuchsen. Die noch darin umherlaufenden Ameisen wurden mit der Pincette herausgesucht. Das Ergebniss war dasselbe, welches ich so oft erzielt hatte, wenn ich einen gewöhnlichen Pilzgarten ohne Ameisen in feuchter Luft hielt. Entsprechend aber der vorhandenen reicheren und üppigeren Hyphenmasse war die Entwicklung eine so schnelle und reiche, wie sie sonst kaum beobachtet wurde. Schon nach 24 Stunden war das ganze ausgelegte Stück bedeckt mit den feinen, seidig weissen Luftfäden, welche sich am zweiten Tage zu einer mehrere cm dicken, lockeren Hülle um ihn verflochten und bereits am dritten Tage dicht, durch und durch mit den Conidien bedeckten, welche wir als die „starken“ bezeichneten. Im weiteren Verlauf traten wiederum die weissen, aus unregelmässigen Anschwellungen zusammengesetzten Fäden auf, in Ver-

bindung mit denen Perlenfäden und die schwache Conidienform nachgewiesen werden konnten.

Ich werde auf die mykologische Bedeutung der mitgetheilten That- sachen am Schluss der Arbeit zurückzukommen haben.

10. Welche Pflanzen werden von den Schleppameisen geschnitten?

Die Anregung, dieser Frage näher zu treten, ist von Professor Schimper im II. Bande dieser „Mittheilungen“ Seite 9 u. ff. gegeben. Dort ist auf die hohe Bedeutung der Frage hingewiesen. Wäre sie erschöpfend beantwortet, so könnte man zu den dort ebenfalls an- geregten Untersuchungen übergehen und die Blätter der von den Ameisen gesuchten oder verschmähten Pflanzen einer vergleichenden Untersuchung unterwerfen; man dürfte dann „einen Einblick erwarten in die Natur des Einflusses, den die Ameisen auf die Vegetation geübt haben, da die physikalische und chemische Beschaffenheit der Blätter im Kampf mit den Blattschneidern gewiss in erster Linie für das Bestehen von Arten oder Varietäten maassgebend gewesen ist“.

Meine Beobachtungen, welche ich hier anhangsweise mittheile, liefern nur einen winzigen Beitrag zur Lösung der Frage. Die Anzahl der Pflanzen, welche von den bei Blumenau beobachteten Schlepp- ameisen angegriffen werden, ist ganz ausserordentlich gross. Je länger man beobachtet, um so länger wird das Verzeichniss der geschnittenen Pflanzen, und um so unsicherer wird man gegenüber allen Angaben, welche behaupten, diese oder jene Pflanze oder Pflanzenfamilie werde von den Ameisen ganz verschont. Das Caetéblatt (*Calathea* sp.) ge- hört im hiesigen Walde zu den häufigsten und charakteristischsten Erscheinungen. Man kann ein Jahr lang im Walde wandern, ohne Ameisen je daran zu bemerken; dennoch habe ich sie einmal Caeté- blätter schneiden sehen. Ebenso verhält es sich mit der hiesigen *Heliconia*. Man wird sie nur äusserst selten verletzt finden; dennoch schneiden die Ameisen unter Umständen daran. Eine allgemeine und im grossen Ganzen sicher richtige Beobachtung der Colonisten be- zeugt, dass von den vielgebauten Knollengewächsen die Inhame (*Calad- ium* sp.) geschnitten wird, die Tayá (*Colocasia esculenta*) verschont bleibt. Als ich aber zum Versuch einmal zwei gleich gross geschnittene, gleich frische und gleich starke Blattstücke der beiden Pflanzen meinen

gefangen gehaltenen Schleppern gab, die gerade eifrig mit Aufbau ihres Gartens beschäftigt waren, schnitten sie das Tayáblatt und liessen die Inhame unberührt, und dennoch ist die oben erwähnte Beobachtung der Colonisten im Allgemeinen sehr richtig. Vielfach ist mir versichert worden, dass die Ameisen ganz plötzlich angefangen haben, diese oder jene Pflanze zu zerschneiden, welche sonst jahrelang von ihnen verschont blieb. So war in einem stark von Ameisen besuchten Garten eine Staude von *Euphorbia* (*Poinsettia*) *pulcherrima* jahrelang unbeschädigt, bis sie endlich dennoch von den Ameisen zerschnitten wurde. Es erscheint mir fast unmöglich, mit einiger Sicherheit ein Verzeichniss aufzustellen von Pflanzen, welche den Angriffen der Schleppameisen überhaupt nicht ausgesetzt sind. Gramineen habe ich allerdings in Uebereinstimmung mit Herrn Professor Schimper's Angaben nie geschnitten gefunden, wohl aber Solanaceen sehr häufig. Staubbeutel vom Mais werden übrigens abgeschnitten und ins Nest getragen und ebenso bisweilen ganze Maiskörner. Die Lime (*Citrus Limonium*) wird nach Belt in Nicaragua von den dortigen Blattschneideameisen verschont. Hier bei Blumenau ist sie nicht häufig angebaut; dennoch habe ich gesehen, dass sie von *Atta discigera* zerschnitten wurde.

Die Imbauba (*Cecropia adenopus*) ist, wie aus Fritz Müller's und Schimper's Mittheilungen allgemein bekannt geworden ist, durch ihre Schutzameisen gegen die Blattschneider gesichert. Im Beginn des Winters 1892 bemerkte ich zu meiner Verwunderung bei Spazierritten in der Umgegend plötzlich auffallend viele, von Schleppern zerschnittene Imbauben. Bei genauerem Zusehen stellte sich heraus, dass die betreffenden Stämme von Schutzameisen dicht bevölkert waren, und dass die Schlepper auch nicht durch überhängende Aeste eines fremden Baumes zu ihrer Krone gelangt sein konnten. Herr Dr. Fritz Müller vermuthete, und dies dürfte die einzig mögliche Erklärung sein, dass die Schleppameisen, in unserem Falle *Atta discigera*, und die Schutzameisen gegen Kälte nicht in gleichem Maasse empfindlich sind. Sinkt die Temperatur unter ein gewisses Maass, so bleiben die Schutzameisen in einem halb erstarrten Zustande innerhalb ihrer Wohnräume, während diejenige Temperatur, bei welcher *Atta discigera* ihre Thätigkeit einstellt, um einige Grade tiefer liegt. Am 10. Mai 1892, bei einer Temperatur von 12° C, beobachtete ich *Atta discigera* in voller Thätigkeit, während ich zur selben Zeit Imbaubabäume umhauen und untersuchen konnte, ohne von den Schutzameisen belästigt zu werden, was sonst bekanntlich nicht wohl möglich ist.

Allgemein wird angegeben, dass die aus der alten Welt eingeführten Kulturpflanzen den Angriffen der Schlepper besonders ausgesetzt seien. Man wird aber, um dieser Thatsache nicht eine zu hohe Bedeutung beizumessen, berücksichtigen müssen, dass Schädigungen dieser Pflanzen am ehesten bemerkt, am unangenehmsten empfunden werden, während für gewöhnlich Niemand es berichtet, wenn beliebige Bäume des Urwaldes der Zerstörung der Ameisen anheimfallen. Auch findet man eine ganze Anzahl von Europa und auch aus anderen Erdtheilen eingeführter Pflanzen, welche offenbar den Angriffen wenig ausgesetzt sind. An den versuchsweise angebauten Eucalyptus hat man keine Schädigungen durch Ameisen wahrgenommen, ebensowenig an der Ramiopflanze (*Böhmeria*), mit welcher Anbauversuche bei Blumenau angestellt wurden. Im Blumengarten scheinen die aus deutschen Gärten hierher verpflanzten Heliotrop, die Magnolien, der Lorbeer verschont zu werden. Aus dem Gemüsegarten wird von mehreren Seiten versichert, dass an Kürbis- und Gurken-Arten, an Wermuth, an Rettig und Radieschen, an Petersilie und Sellerie die Schleppameisen keinen Gefallen fänden. Nach allen Erfahrungen, die ich gesammelt habe, sind diese Angaben aber nur im grossen Ganzen richtig, und es ist nicht ausgeschlossen, dass nicht ganz plötzlich einmal auch eine dieser Pflanzen zerschnitten wird. Nach Herrn Dr. M^c Cook's Angaben werden Radieschen und Sellerie von der *Atta fervens* in Texas nicht verschont. — Im Obstgarten sollen die mehrfach angebaute *Persea gratissima*, die *Fruta de Conde* (*Anona*) und der *Mamão* (*Carica Papaya*) verschont bleiben. Letzteren habe ich selbst mehrere Monate lang unversehrt beobachtet in einem Garten, wo Rosen stark zu leiden hatten. Frische Bananenblätter werden wohl niemals geschnitten. Dagegen habe ich gesehen, dass ganz alte verwelkte, am Boden liegende Bananenblätter im Winter zerschnitten wurden und als Material für die Bedeckung der Nester Verwendung fanden. Wie oben erwähnt wurde, ist diese Bedeckung im Winter vielmal stärker als im Sommer, und es werden zu ihrer Herstellung sicherlich manche Blätter geschnitten, welche für den Aufbau des Pilzgartens keine Verwendung finden würden. Bei den trockenen Bananenblättern war das sicher der Fall. Ich glaube aber auch, dass die oben erwähnten, ganz ausnahmsweise geschnittenen Blätter von *Heliconia*, *Calathea* und die Blätter einer *Otenanthe*, welche ich nur einmal zerschnitten fand, zum Dach des Nestes und nicht zum Nährboden des Pilzes dienen mussten. Die vorkommenden Scitamineen, insbesondere auch einige, an Bachrändern sehr häufige, verwilderte *Hedychium*-Arten und einige gleich-

falls häufige *Canna*-Arten scheinen demnach im grossen ganzen fast völlig verschont zu werden.

Von Pflanzen des Waldes mit Sicherheit anzugeben, dass sie von den Ameisen nicht geschnitten werden, ist nach dem Gesagten kaum möglich. Man kann nur von einzelnen, besonders häufigen, und auch ohne Blüten in allen Altersstufen leicht kenntlichen Pflanzen sagen, dass sie im Allgemeinen verschont bleiben. Dies trifft z. B. für die im Walde bei Blumenau so häufige Palmite (*Euterpe oleracea*) zu. Ihre Blätter werden wohl nie angegriffen, wohl aber sah ich die Ameisen den ganzen Blütenstand einer gefällten *Euterpe* zerschneiden und wegtragen. Auch für die zwei vorkommenden *Geonoma*-Arten kann man die Unverletzlichkeit behaupten; das gleiche gilt für die verschiedenen *Figueiren* (*Ficus*-Arten), welchen die Riesen des hiesigen Waldes angehören. Es ist im Allgemeinen auch gültig für die Bromelien. Eine sehr häufige *Vriesea* aber, die, wie Herr Dr. Fritz Müller mir sagt, noch nicht beschrieben, und mit *Vriesea Tweediana* am nächsten verwandt ist, habe ich zu verschiedenen Malen von Ameisen zerschnitten gefunden.

Bezüglich der Pflanzen, welche sicher geschnitten werden, kann ich den vorhandenen Angaben vielleicht einiges hinzufügen. Freilich muss ich mich meist auf die Angabe der Gattung beschränken. Professor Schimper hat Orangen, Granatbäume, Rosen, Mango, Kohl und Kaffee angegeben, von einheimischen Pflanzen die *Goyaba*, ein *Caladium*, *Cassia neglecta* und *Alchornea Iricurana*. Abgesehen von Mango und Granatbäumen, welche sich in Blumenau nicht finden, habe ich alle diese ebenfalls ganz besonders häufig zerschnitten gefunden.

Aus dem Blumengarten kann ich hinzufügen, dass Astern, *Levkojen*, *Pelargonien* und *Georginen* nach glaubwürdigen Angaben zerschnitten wurden. Für die letzteren beiden kann ich aus eigener Anschauung die Richtigkeit bezeugen. Von Ziersträuchern wird eine *Lagerströmia* sehr gern und stark heimgesucht. Dasselbe ist der Fall mit *Ardisia crenulata*. *Euphorbia* (*Poinsettia*) *pulcherrima* wurde oben schon erwähnt. Ihre Blätter, die mir leicht zur Hand waren, habe ich oftmals meinen gefangen gehaltenen Ameisen gegeben. Noch kann ich angeben, das *Olea fragrans* und *Gardenia florida*, die beide neben meiner Wohnung im Garten stehen, geschnitten werden.

Im Gemüsegarten werden die sämtlichen europäischen Kohlarten angegriffen, ebenso Stangenbohnen und die schwarze Bohne, welche das brasilianische Nationalgericht liefert. Im Obstgarten sind

Pfirsichbäume vor allem den Angriffen ausgesetzt, in ebenso hohem Grade der Weinstock; bei diesem sind die Blüten noch mehr von den Ameisen bevorzugt, als die Blätter, auch die jungen, eben angeetzten Beeren werden fortgetragen. Auch bei den Orangen, welche, wie bekannt, gern geschnitten werden, tragen die Ameisen häufig die Knospen fort. Apfelbäume wurden zerschnitten, und Erdbeeren, wo man ihre Kultur versuchte, beschädigt. *Averrhoa carambola*, die in vielen Gärten der Früchte wegen gepflegt wird, leidet ebenfalls von den Schleppameisen.

Von Kulturpflanzen, die im Grossen angebaut werden, leiden Aipim und Mandioc (*Manihot Aipi* und *utilissima*), die schon erwähnten schwarzen Bohnen, Kartoffeln, Cará (*Dioscorea*-Arten), die Bataten, junge Kaffeebäume. Ein Versuch, Cinchonabäumchen zu erziehen, wurde geradezu durch die Schleppameisen vereitelt.

Unter den wild vorkommenden Pflanzen, an welchen ich die Ameisen in ihrer zerstörenden Thätigkeit beobachtete, befanden sich: *Schizolobium* sp., *Mimosa* sp., *Inga* sp., *Cuphaea* sp., *Psidium piriferum*, viele *Melastomaceen*, eine *Amarantacee*, *Sida* sp., *Abutilon* sp., *Sloanea* sp., *Triumfetta* sp., *Dalechampia* sp., *Sebastiana* sp., *Stigmaphyllon* sp., *Cecropia adenopus*, *Celtis* sp., verschiedene *Solanaceen*, *Aegiphila* sp., *Citharexylon* sp., *Thunbergia alata* verwildert, *Psychotria* sp., *Vernonia* sp., *Micania* sp., *Trema micrantha*, *Octomeria* sp. Blüten, *Vriesea* sp., Fruchtfleisch der *Ananas*, *Dichorisandra* sp., *Cyathea* sp., *Pteris aquilina*.

Dass aus dem Fruchtfleisch der *Goyaba* Stückchen ausgerissen und zum Neste getragen werden, war schon früher erwähnt, ebenso werden reife Bananen weggeschleppt. An hingeworfenen Orangenschalen sieht man alsbald die Ameisen beschäftigt, die inneren Theile der Schale abzureissen. *Melastomaceen*- und *Myrtaceen*früchte verschiedener Arten werden gleichfalls genommen. Zucker, Mehl insbesondere die *Farinha* (das *Mandioca*-Mehl) werden, wo die Gelegenheit sich findet, gern von den Ameisen weggeschleppt. Ganze Maiskörner, leichter natürlich Maisschrot, tragen sie davon, und mitten in dem Pilzgarten von *Atta coronata* fand ich einmal eine ganze schwarze Bohne. Ein einziges Mal sah ich, dass die Ameisen einen verrotteten Kuhmistfladen stückchenweise zum Neste trugen. Sie düngten ihren Garten damit jedenfalls in sehr wirksamer Weise.

Wer mit guter Kenntniss der Systematik der Phanerogamen ausgerüstet, und ausgestattet mit den nöthigen Hilfsmitteln der Litteratur den hiesigen Wald durchforschte, würde ein sehr langes Ver-

zeichniss liefern können von Pflanzen, die sicher geschnitten werden. Aber auch er würde keine Vollständigkeit erreichen: nur allzu häufig würde er die Ameisen beobachten an Sträuchern und Ranken, die nicht blühen, oder an niederen Zweigen mächtiger Bäume, zu deren Kronen und Blüten er nicht vordringen kann. — Es erscheint mir sehr wahrscheinlich, dass eine grosse Anzahl von Pflanzen im hiesigen Walde wohl sich zu behaupten vermögen, obwohl sie von den Ameisen geschnitten werden, und keine besonderen Schutzmittel gegen diese Feinde haben. Die vorerwähnte *Thunbergia* ist bei Blumenau verwildert und an allen Wegen zum Unkraut geworden, obwohl sie von den Ameisen keineswegs gemieden wird. Das gleiche gilt für einen aus Deutschland hierher verschleppten, verwilderten *Rumex*. Es ist immer zu berücksichtigen, dass die in dieser Arbeit behandelten Schleppameisen meist nicht auf einem kleinen Raum um ihr Nest herum, alle Pflanzen, die ihnen tauglich sind, kahl abschneiden, und dadurch tödten, sondern dass sie offenbar zum Nährboden des Pilzes eine gewisse Abwechslung wünschen, dass sie von dieser Pflanze einige Blätter holen, dann von der nächsten und wieder einer anderen, ohne eine einzige ganz kahl zu schneiden, dass sie weite Wege zurücklegen, um von einem bestimmten Baum Blätter zu holen, und auf ihrem Wege rechts und links Pflanzen unberührt lassen, die zu anderen Zeiten zerschnitten werden. Dies mag im Norden Süd-Amerikas, in Nicaragua z. B., wo Th. Belt seine Beobachtungen machte, anders sein: dort wird gewiss der Einfluss der Ameisen auf die Pflanzengesellschaft ein bedeutenderer sein. Wir dürfen das ohne weiteres annehmen, wenn wir von jenen „7 Zoll breiten Strassen mit dichtem Gewimmel“ lesen, während hier bei Blumenau nur Strassen vorkommen, auf denen die Lastträger im Gänsemarsch sich bewegen.

Ich weiss wohl, dass der Schaden, den die Schleppameisen auch hier in den Anpflanzungen anrichten, sehr bedeutend sein kann, dass sie auch hier bisweilen ganze Anpflanzungen vollkommen entblättern; ich bezweifle auch nicht, dass ihrer Thätigkeit auch hier eine Bedeutung zukommt für die Zusammensetzung der Gesamtvegetation. Nur vor einer Ueberschätzung dieses Einflusses habe ich warnen wollen.

II.

Die Pilzgärten der Haarameisen.

(Gattung *Apterostigma* Mayr.)

Während ich mit Beobachtung und Untersuchung der Schleppameisen beschäftigt war, fand im Juni 1891 Frau Anna Brockes, Herrn Dr. Fritz Müller's älteste Tochter, im Walde dicht beim Stadtplatz Blumenau ein sehr kleines, wenige Centimeter im Durchmesser haltendes Ameisennest. Dasselbe befand sich im Innern eines ausgefaulten, hufförmigen Polyporus-Fruchtkörpers, dessen äussere Rinde allein noch der Verwitterung widerstanden hatte und eine nach unten geöffnete schützende Glocke bildete. Die Ameisen, welche das Nest bewohnten, unterschieden sich schon für den ersten Blick durch auffallende, stark wollige Behaarung von allen Schleppameisen. Sie lebten aber in einer lockeren, von Pilzfäden durchwucherten labyrinthischen Masse, welche an die Pilzgärten der Schlepper erinnerte. Frau Brockes nahm das Nest mit nach Haus, und beobachtete die Ameisen etwa 4 Wochen lang unter einer Glasglocke. Sie legte ihnen verschiedene Blätter vor, von denen indessen niemals etwas geschnitten wurde. Doch beobachtete sie, dass die Ameisen von vorgelegten Orangeschalen kleine Stückchen des inneren Fleisches abzupften. Die Ameisen waren ausserordentlich furchtsam. Wurde die schützende Glasglocke plötzlich abgehoben oder der mit der Glocke bedeckte Teller des Abends plötzlich beleuchtet, so stellten sich sämtliche Ameisen todt, wie auf Kommando, und verharrten in zusammengekrümmter Stellung regungslos oft mehrere Minuten lang. Da sich die Ameisen stets in oder dicht bei der locker flockigen, pilzdurchwucherten Masse aufhielten, so schloss Frau Brockes auch diese Ameisen müssten Pilz-Züchter sein.

Auf Grund der mitgetheilten Beobachtungen begann ich, aufmerksamer nach diesen Ameisen zu suchen und fand bald, dass sie überall im hiesigen Walde, zumal auf den Hügeln, sehr häufig vorkommen. In den der Ueberschwemmung ausgesetzten Oertlichkeiten wurden sie nicht gefunden und selten nur an ebenen feuchten Stellen. Auf allen Hügeln aber, an denen die Umgebung Blumenaus so reich ist, suchte ich sie niemals mehr vergeblich, nachdem ich durch einige Funde die von ihnen bevorzugten Wohnstätten kennen gelernt hatte. In morschen Baumstämmen, die bereits so weit verwest sind, dass man sie mit der Hand zerbröckeln kann, findet man die kleinen Nestchen dieser „Haarameisen“ sehr oft. Noch sicherer trifft man sie, wenn man am Grunde stehender Stämme die Bodendecke etwas lüftet und zwischen dem seitwärts vom Stamm abgehenden Wurzelwerk nachsieht. Ausnahmsweise kamen sie auch in verschiedenen Termiten- und Bienenbauten vor. Nur in seltenen Fällen erreichen die Nester die Grösse einer Faust, meist füllen sie einen Raum von vielleicht 4—8 cbm aus.

Nachdem ich eine Reihe von Nestern durchmustert hatte, so fielen mir zwar zwischen den beobachteten Ameisen geringe Verschiedenheiten auf; dennoch gelang es mir nicht, die Unterscheidungsmerkmale scharf zu bestimmen und zu einiger Sicherheit zu gelangen darüber, ob etwa verschiedene Ameisenarten hier vorlägen. Erst durch Herrn Professor Forel's gütigst gewährte Belehrungen erhielt ich Klarheit. Herr Professor Forel untersuchte die ihm übersandten Formen, er ertheilte mir auf jede meiner Anfragen Auskunft mit einer Ausführlichkeit und Bereitwilligkeit, für die ich meinen Dank nicht nachdrücklich genug aussprechen kann. Herr Forel unterschied sofort unter den eingesandten Haarameisen drei verschiedene Arten, nämlich: *Apterostigma pilosum* Mayr (Novara-Reise S. 111), *Apterostigma Mölleri* Forel (Mittheil. der schweizer. entomol. Ges. Bd. 8 Heft 9) und *Apterostigma Wasmanni* Forel (ebenda, wie vor.), und stellte deren anatomische Verschiedenheiten in ausführlicher Beschreibung fest.

Sobald ich mich nun mit Hilfe dieser Belehrungen mit den Formverschiedenheiten meiner Haarameisen einigermaassen vertraut gemacht hatte, setzte ich meine Nachforschungen im Walde in grösserem Maassstabe fort, und indem ich immer mehr und mehr Nester vergleichend betrachtete, fand ich zu den morphologischen auch biologische Unterschiede, und für meine hieran anschliessenden mykologischen Beobachtungen wurde erst so die richtige Beurtheilung ermöglicht.

Vom August 1891 bis September 1892 wurden im Ganzen einige

60 dieser Nester genauer untersucht, flüchtig beobachtet eine weit grössere Zahl. Ausnahmslos enthält jedes Nest einen Pilzgarten, in welchem die Ameisen leben, und in allen untersuchten Fällen fanden sich in den Gärten stets unzweifelhaft dieselben Pilzhyphen, welche von den in den Nestern der Schleppameisen gedeihenden durchaus verschieden sind.

Die grössten Nester baut *Apterostigma Wasmanni*. Diese zierliche Ameise, deren Arbeiterinne eine Länge von ungefähr 4 mm haben, besitzt eine rothbraune Färbung, welche den anderen Arten nicht oder nur in geringerem Grade zukommt, und an der man sie nach einiger Uebung stets sicher erkennt. Das zuverlässigste Merkmal für den weniger in Ameisenformen Bewanderten ist aber bei ihr der Mangel von kurzen Haaren zwischen den langen, welche letztere alle *Apterostigma*-Arten am ganzen Körper tragen. Die Oertlichkeiten, an denen die Nester der *A. Wasmanni* gefunden werden, sind keine anderen als die oben im Allgemeinen angegebenen. Ihre Pilzgärten kommen im Aufbau denen der Schleppameisen am nächsten. Sie sind frei aufgebaut in kleinen Hohlräumen, welche von den Ameisen, wo nicht angelegt, so doch sicher erweitert werden können. Sie bestehen aus Kammern, welche durch sehr dünne Wände geschieden sind, und welche in unregelmässiger Form an einander stossen. Durchbrechungen der Wände, ebenfalls ohne erkennbare Regelmässigkeit der Anlage, verbinden die Hohlräume mit einander. — Im Freien ist es schwer, eine klare Vorstellung von dem Aufbau dieser Gärten zu gewinnen, denn indem man das Nestchen freilegt, zerstört man den Aufbau des Gartens in der Regel durch Erschütterung oder Wegreissen des Grundes, auf dem er ruht. Ich habe diese Ameisen aber mehrere Monate lang in Gefangenschaft gehalten, und dort bauten sie unter meinen Augen den beim Einsammeln in winzige Bruchstücke zerfallenen Garten aufs schönste wieder auf.

Als Käfig verwendete ich eine flache, mit einer Glasplatte bedeckte Krystallisirschale von 12 cm Durchmesser und 4 cm Höhe. Um darin die nöthige Feuchtigkeit zu erhalten, bedeckte ich den Boden in glatter Schicht 1 cm hoch mit angefeuchtetem Sande. Darauf schüttete ich den gesammten zerfallenen Pilzgarten mit allen Bewohnern, die ich mit eingefangen hatte. Es begann sofort eine emsige Thätigkeit. Die zerfallenen Theile des Pilzgartens wurden nothdürftig geordnet und vorläufig wieder zusammengebaut, so dass ich schon nach 24 Stunden die Wände der neu anzulegenden Kammern aufwachsen sah. Gleichzeitig aber machten sich eine Anzahl der Arbeiterinnen mit dem Sande

zu schaffen, von dem man sie einzelne Körnchen eifrig schleppen sah, ohne zunächst eine Absicht dabei zu erkennen. Bald aber wurde es deutlich, dass der Sand unter und neben dem Pilzgarten entfernt und zur Seite getragen wurde, und schon nach wenigen Tagen war in dem Raum der Schale eine grosse Veränderung bemerkbar. Der Sand war bis zum letzten Körnchen auf die eine Hälfte des Raumes zusammengetragen, die andere Hälfte war sauber und klar, und auf dem freigelegten Glasboden war ein Pilzgarten von vollendeter Schönheit und Zierlichkeit erstanden, in dem alle vorhandenen Ameisen sich aufhielten. Nur wenige waren ausserhalb beschäftigt. Grade wie bei den Schleppameisen, so wird auch hier jedes Stückchen des Nährbodens im Garten, welches ausgesogen und unbrauchbar ist, bei Seite getragen, und schon durch diese Thätigkeit ist stets eine Anzahl Ameisen veranlasst, das Nest zu verlassen.

Eine genaue Vorstellung von dem Aussehen des Pilzgartens unserer Ameisen wird man sich bilden, wenn man auf den von der Atta IV aufgeführten Bau zurückgeht, welcher auf Taf. IV b dargestellt ist. Der in der Gefangenschaft von *Apterostigma Wasmanni* angelegte Pilzgarten hatte ziemlich genau die Grösse des dort abgebildeten. Man stelle sich die Wände noch dünner, zarter und hinfalliger, die Hohlräume kleiner und zahlreicher vor als auf jenem Bilde, so wird man der Wirklichkeit sehr nahe kommen.

Die Untersuchung des Gartens ergibt, dass derselbe aufgebaut ist aus kleinen, kaum $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser haltenden Theilchen, welche gleich den winzigen Blattkügelchen im Neste der Schleppameisen von Pilzfäden durchzogen und miteinander durch die von einem zum andern übergehenden Fäden verbunden sind. Unter dem Mikroskop erkennen wir aber sofort, dass hier nicht Reste von Blättern, sondern im Wesentlichen Reste von Holzfasern den Nährboden des Pilzes bilden. Nur vereinzelt und ausnahmsweise können auch Theile von Blättern vorkommen. Niemals aber finden sich ähnliche, von den Ameisen geknetete Kügelchen aus Bruchstücken frischer Blätter vor, wie sie das hauptsächlichste und in der Regel einzige Baumaterial für die Gärten der Schlepper darstellen.

Die Ameisen leben, wie gesagt, meist in morschem Holz. Nahezu in jedem Stamm, in welchem man ihre Nester findet, wird man zahlreiche Käferlarven und andere Insektenlarven vorfinden, welche den vermodernden Stamm durchwühlen und grosse Gänge mit Holzmehl füllen und mit ihren Exkrementen, welche aus Holzresten zusammengesetzt sind.

Ich brachte nun meinen Ameisen, nachdem sie ihren Garten so schön angelegt hatten, von diesem Holzmehl und Excrementen, und hatte die Freude zu sehen, wie sie diese Stoffe sofort zur Vergrößerung ihres Pilzgartens verwendeten. Sie rissen mit den Kinnbacken sehr kleine Theilchen des Holzmehls los und fügten dieselben, ohne sie besonders zu bearbeiten dem Garten ein. Auch Raupenkoth verschmähen sie als Düngstoff nicht. — Die Kinder des Hauses, in welchem ich wohnte, beschäftigten sich mit Schmetterlingszucht und fütterten grade Raupen, welche von Bananenblättern lebten. Einige der schwärzlichen kugligen Kothballen gab ich meinen Ameisen. Ich sah zunächst nicht, dass sie sich damit zu schaffen machten. Am folgenden Tage jedoch fand ich dem im Allgemeinen weissen Pilzgarten an den verschiedensten Stellen kleine schwarze Theilchen an- und aufgelagert, und die mikroskopische Prüfung ergab sofort, dass diese von den Kothballen der Raupen abgerissen waren; denn die Structur der Bananenblätter war in ihnen noch deutlich erkennbar. Die meisten derartigen Stückchen, welche ich zur Untersuchung abhob, und welche höchstens vor 24 Stunden angebaut sein konnten, waren bereits nach allen Richtungen von dem Mycel des Pilzgartens durchzogen. Da sich die schwarzen Theilchen des Raupenkoths von dem im Uebrigen weissen, oder in Folge der durchschimmernden Holzreste gelblich weissen Pilzgarten deutlich abhoben, so konnte man bis ins einzelne verfolgen, an welchen Stellen die Ameisen den neuen Nährboden dem Garten eingefügt hatten. Dies war nicht nur obenauf geschehen, wo die Wände erhöht und neue Hohlräume angelegt wurden, sondern man sah, dass auch in dem bereits fertigen Pilzgarten andauernd neue Nährstofftheile den Wänden eingefügt werden. Dies kann auch nicht wohl anders sein, da, wie erwähnt, die ausgesogenen, unbrauchbaren Theilchen stets entfernt werden, und ohne die Einfügung eines Ersatzes der Pilzgarten bald zusammenfallen würde.

Weiterhin gab ich den Ameisen Farinha (das Mandioc-Mehl), welche in keinem brasilianischen Haushalte fehlt. Ueber diese fielen sie sofort her, sobald ich ein wenig in den Käfig schüttete, und trugen sie Körnchen für Körnchen dem Pilzgarten zu, wo sie alsbald eingefügt, und von dem Kulturpilze durchwuchert wurde. Ich will gleich im Voraus bemerken, dass alle Apterostigma-Arten, und ebenso die später zu besprechenden beiden pilzbauenden Arten von *Cyphomyrmex* Farinha mit Vorliebe und ohne Besinnen als Nährboden für ihren Pilz benutzen. Es ist gewiss wunderbar, dass sie alle in diesen stärkemehlhaltigen Körperchen, welche weder sie selbst, noch ihre

Vorfahren jemals in dieser Gestalt gesehen haben, sofort den geeigneten Nährboden ihrer Kulturpflanze erkennen.

Untersuchen wir nun den Pilzgarten genauer, so finden wir, welches beliebige Stückchen immer wir herausgreifen mögen, dass er von ein und denselben Pilzfäden durchzogen wird. Diese Fäden haben 2—4 μ Stärke, zeigen bisweilen, jedoch weit seltener, als diejenigen der Schleppernester, Fadenbrücken, sind aber auf den ersten Blick, wenn nicht schon durch die geringere Stärke, dadurch gekennzeichnet, dass sie an jeder Scheidewand eine Schnalle tragen. Dieser Befund ist in den Nestern aller untersuchten Haarameisen-Arten derselbe. Aus mehr als 60 Nestern habe ich beliebige Proben entnommen, und stets nur dieselben Fäden von der angegebenen Stärke und mit Schnallen an jeder Scheidewand gesehen, nie auch nur die Spur eines im geringsten abweichenden Mycel.

Wenn schon aus diesem Befunde wahrscheinlich wird, was ich weiterhin sicher erweisen werde, dass alle unsere Apterostigma-Arten denselben Pilz züchten, so ist es um so bemerkenswerther, dass *A. Wasmanni* allein in der Kultur desselben weiter vorgeschritten ist, als ihre Verwandten. In ihren Nestern allein, niemals in denen der anderen, finden wir echte Kohlrabihäufchen. Sie erscheinen bei der Betrachtung mit der Lupe an allen Theilen des Pilzgartens als weisse Flöckchen, genau wie die Kohlrabihäufchen der Schlepper. Allein schon eine sorgfältige Besichtigung mit der Lupe zeigt, dass sie nicht so regelmässig geformte und nicht so dicht geschlossene Körperchen bilden, wie jene. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt dies. In Fig. 27 (Taf. VIII) sieht man die Abbildung eines Kohlrabihäufchens aus dem Pilzgarten der *A. Wasmanni*. Die einzelnen Kohlrabiköpfe sind hier keulenförmig angeschwollene Fadenenden. Die keulenförmigen Endigungen sind zwar im grossen Ganzen in der Form übereinstimmend, dennoch schwankt ihre Länge innerhalb weiterer Grenzen, als dies bei den zu höherer Vollkommenheit vorgeschrittenen Schlepperkohlrabis der Fall war.

Die keuligen Anschwellungen sucht man im ganzen Raum des Nestes ausserhalb der Kohlrabihäufchen vergebens. Sie kommen nie vereinzelt vor, sondern immer zusammengedrängt zu jenen Häufchen, welche schon bei Betrachtung mit der Lupe, und nach einiger Übung sogar für das blosse Auge, deutlich erkennbar sind. Bei den folgenden Arten ist das nicht der Fall. Hier erkennt man mit der Lupe nur, wie an einzelnen Stellen das über den Nährboden hinauswachsende Mycel etwas stärker entwickelt scheint, als an anderen, und wenn

man die so ausgezeichneten Stellen mikroskopisch prüft, so findet man dort nur eine reichlichere Wucherung des schnallenträgenden Mycels, und vereinzelte, ganz regellos auftretende Fäden, welche mit einer Anschwellung enden. Die hier vorkommenden Anschwellungen nähern sich zwar auch der Gestalt, welche die Fig. 27 wiedergiebt; sie sind aber noch weit weniger bestimmt in ihrer Form, die Anschwellung hat bald mehr kuglige, bald biskuitartige Gestalt, sie ergreift auch wohl einen zurückliegenden Theil des Fadens, dessen Spitze in der gewöhnlichen Stärke endet. Alle diese Anschwellungen strotzen von vakuolenreichem, körnigem Protoplasma, sie bilden die Nahrung der Ameisen, wie wir alsbald sehen werden.

Die nunmehr zu besprechenden Arten der Haarameisen stehen einander biologisch und auch wohl morphologisch näher als der *A. Wasmanni*. Ihre Unterscheidung ist für den Ungeübten einigermaßen schwierig, und ohne Herrn Forel's gütige Unterstützung würde ich nicht zu der erforderlichen Klarheit gekommen sein. Nachdem ich aber durch den genannten Herrn in mehreren eingehenden Briefen auf die Unterschiede aufmerksam geworden war, und insbesondere, nachdem mir die genauen Beschreibungen der *A. Wasmanni* und Mölleri durch seine Freundlichkeit zu Gebote standen, begann ich meine Nachsuche im Freien von neuem und konnte endlich nach Vergleich von noch weiteren 50 Nestern beständige, auch biologische Unterschiede auffinden. Ich überzeugte mich, dass zwischen den beiden von Herrn Professor Forel unterschiedenen Arten *A. Mölleri* und *pilosum*, noch eine weitere stets sicher von beiden zu unterscheidende Form (vielleicht eine Rasse im Forel'schen Sinne) vorkommt, die ich als *Apterostigma IV* bezeichnen will. Diese wurde von Herrn Forel als *A. pilosum* bestimmt, doch schrieb Herr Forel zugleich, es schienen ihm einige der übersandten Ameisen Uebergänge zwischen *A. pilosum* und Mölleri darzustellen. Und dies ist auch in der That mit *A. IV* in jedem Betracht der Fall.

Die Arbeiterinnen des *A. pilosum* sind reichlich 1 mm länger als die aller anderen Arten, auch als diejenigen des *A. IV*. Zudem sind sie gelbbraun gefärbt, während die Färbung der anderen Arten mehr rothbraun ist; bei *Apt. Wasmanni* tritt die rothe Beimischung der Farbe am deutlichsten hervor. *Apt. pilosum* ist von allen weitaus am wolligsten behaart und trägt somit im Vergleich zu ihren Verwandten ihren Namen mit vollem Recht. Eine biologische Eigenthümlichkeit kann ich für diese Art angeben, welche, soweit meine Erfahrung reicht, niemals trägt. Ich verwahrte die aufgefundenen

Nestchen, also die Pilzgärten sammt ihren Bewohnern, an Ort und Stelle gewöhnlich in weiten zugekorkten Glasröhrchen. Zu Haus entleerte ich diese Röhrchen zur Untersuchung auf einen flachen Teller. Wird nun *Apt. pilosum* in dieser Weise behandelt, so liegen die auf den Teller geschütteten Ameisen sämmtlich wie todt da, in allen möglichen Stellungen, gerade so, wie sie hingefallen sind; keine rührt sich. In diesem Zustand verbleiben sie oftmals mehrere Minuten, in jedem beobachteten Falle aber länger als eine Minute. Dann erst reckt eine nach der andern vorsichtig die an den Kopf zurückgezogenen Fühler aus, es folgen die Beine, und allmählich setzt sie sich in Bewegung, um ihren neuen Aufenthaltsort zu untersuchen. Bei *Apt. Mölleri* und *Apt. IV* stellen sich die ausgeschütteten Ameisen auch bisweilen todt, jedoch nicht ohne Ausnahme, und niemals vergeht die Zeit einer Minute, ehe alle Ameisen wieder in Bewegung sind und auf dem Teller hin und her laufen. Noch weniger schüchtern ist *Apt. Wasmanni*.

Durch diese Eigenthümlichkeit kann man *Apt. IV* von dem eigentlichen *Apt. pilosum* stets absondern. Zudem ist die Arbeiterin, wie bemerkt, 1 mm kürzer und röthlich braun. In der Stärke der Behaarung steht sie zwischen *Apt. pilosum* und *Mölleri*. Von der letzteren wiederum kann man sie durch ihren gedrungeneren Bau und die weit undeutlichere Skulptur des Rückens unterscheiden.

Bezüglich der Anlage ihrer Pilzgärten können wir die drei letztgenannten Formen zusammen betrachten. Alle drei leben in buchstäblich hängenden Gärten. Ihre Nester sind sehr klein, selten überschreitet ihre Ausmessung nach irgend einer Richtung 3—4 cm. Die Nester sind im Allgemeinen schwach bevölkert, insbesondere bei *Apt. pilosum* habe ich nie mehr als 12—20 Bewohner in einem Garten gefunden. Beim Nachsuchen im Freien gelingt es nur äusserst selten, einen Pilzgarten dieser Formen unverletzt frei zu legen. Der ganze Aufbau hat so wenig Zusammenhalt, dass er bei der geringsten Erschütterung zusammenfällt oder zerrissen wird. Man bemerkt aber alsbald bei allen diesen Nestern eine sonst nie beobachtete Eigenthümlichkeit. Der Garten ist oftmals ringsum, fast immer aber wenigstens zum grössten Theil eingehüllt von einem spinnwebfeinen weissen Häutchen. Mehrfach gelang es, Nestchen von *Apt. pilosum*, die eingeklemmt zwischen Spalten des morschen Holzes sassen, unversehrt zur Ansicht zu bekommen. Hier umschloss die Hülle, wie ein Sack, den ganzen Pilzgarten, und nur eine Eingangsöffnung war darin vorhanden. Die Hülle ist durch einzelne von ihr ausstrahlende

Fäden an dem umgebenden Holzmulm, dem Wurzelwerk oder den Erdtheilchen, und zwar in hängender Stellung, befestigt, und hieraus ergiebt sich schon, warum sie in den meisten Fällen beim Aufsuchen des Nestes zerrissen wird.

Alle diese Ameisen hielt ich zu wiederholten Malen und in einigen Fällen monatelang in der Gefangenschaft, und hier vor allem überzeugte ich mich, dass sie stets hängende Gärten anlegen. Wenn ich in ihren Käfig Holz- oder Rindenstückchen brachte, welche geeignete geschützte Winkel und Höhlen bildeten, so suchten sie sich eine der dunkelsten und verstecktesten Ecken aus und begannen dort, Theilchen ihres zerfallenen Gartens an der oberen Wölbung anzukleben. Waren sie aber nur in einer flachen Glasschale untergebracht, wo keinerlei Unterschlupf zu finden war, so hängten sie den Garten an den steilen Glaswänden oder an dem Glasdeckel selbst auf. Sobald die erst angeklebten Theilchen sich durch die alsbald auswachsenden Mycelfäden an ihrer Ueberlage gefestigt haben, werden neue Theilchen angeklebt. Es kommt ein lockeres Haufwerk zu Stande aus vom Pilzmycel durchwucherten und zusammengehaltenen Theilchen. Kammern und Wände sind in der Bestimmtheit, wie bei den früheren Nestern, hier nicht unterscheidbar, es ist ein unregelmässig wirres Labyrinth, in dem für die Ameisen eben Raum zum Aufenthalt bleibt. Vorzugsweise an den nach aussen liegenden Theilen und denjenigen, die mit den umgebenden Holz- und Erdtheilen in unmittelbare Berührung treten, entwickelt sich Luftmycel, und aus diesem wird, zweifellos unter Mitwirkung der Ameisen, die schützende Hülle gebildet. Ich sah die Hülle auch an den in der Gefangenschaft angelegten Gärten entstehen. Vollkommen sackartig geschlossen, den ganzen Pilzgarten einschliessend, kommt sie nur bei *Apt. pilosum*, nicht bei *Apt. IV* und *Mölleri* vor. Bei diesen letzteren beiden ist die Hülle nur stückweise, besonders an jenen Theilen des Umfanges vorhanden, welche mit der Umgebung in Berührung stehen, also zunächst an den Punkten, in welchen der Pilzgarten aufgehängt ist. Mikroskopische Untersuchung der Hülle zeigt uns, dass dieselbe lediglich aus denselben, überall Schnallen tragenden Fäden gewebt ist, welche den ganzen Garten durchziehen. Ohne äussere Einwirkung kann ein solches Gebilde von dem Pilz nicht hervorgebracht sein. Wir müssen annehmen, dass die Ameisen die Bildung der Hülle selbst bewirken, dass sie die einzelnen Pilzfäden mittelst der Fühler oder Vorderbeine richten und drücken, sie in einer Fläche ausbreiten, und dass sie widerspenstige, aus der Fläche herauswachsende Fäden abbeissen.

Ueber den Nährboden für die Pilzgärten der zuletzt besprochenen Arten gilt ganz dasselbe wie über den des Gartens von Apt. Wasmanni. Die dort beschriebenen Versuche mit Holzmulm, Raupenkoth und Farinba wurden bei allen Haarameisen mit gleichem Erfolge wiederholt.

Am 23. August 1891 setzte ich eine Haarameise auf eine Glasplatte und sperrte sie durch ein übergedecktes Uhrglas ein. Ein paar Tropfen Wasser bildeten zwischen dem Rand des Uhrglases und der Glasplatte einen Wasserring; so war für die nöthige Feuchtigkeit im Käfig gesorgt, und die Ameise war der Beobachtung durch eine starke Lupe zugänglich. Am 24. hielt ich ihr mit der Platinnadel ein Kohlrabihäufchen aus ihrem Nest vor; sie ergriff es sofort und schleppte es längere Zeit in ihrem Käfig hin und her, frass aber nicht daran. Endlich entfernte ich es. Am 26. wiederholte ich den Versuch. Wieder schleppte sie das Flöckchen hin und her, ohne zu fressen. Nach fünf Minuten etwa machte sie jedoch Halt und begann zu fressen, genau in der Weise, wie ich es für die Schleppameisen beschrieben habe. Die beiden Vorderbeine halten die Speise zusammen mit den Spitzen der Kiunbacken, die zurückgeknickten Fühler tasten fortwährend an dem Kohlrabihäufchen, herum und durch die zupfenden und saugenden Mundtheile verschwindet dasselbe bis auf den letzten Rest. Während des Fressens wird das Kohlrabihäufchen fortwährend hin und her gedreht. — Am 26. August 1891 sperrte ich wiederum zwei Haarameisen in der beschriebenen Weise ein. Am 28. hielt ich ihnen Kohlrabi aus dem Nest einer Schleppameise vor, welche sie verschmähten; danach nahmen sie Mycelflocken aus ihrem eigenen Nest und frassen sie auf. Am 3. September verweigerten beide nach fünftägigem Hungern wiederholt die Annahme der Schlepperkohlrabi und nahmen dann ohne Besinnen die eigenen. Am 6. September, nachdem eine der beiden Gefangenen auf nicht aufgeklärte Weise verschwunden war, verweigerte die übrig gebliebene wiederholt die Annahme der Schlepperkohlrabi und nahm dann die eigenen sofort. Am 10. September wiederholte sich das Gleiche. Am 18. September versuchte ich es mit den von *Cyphomyrmex strigatus* gezüchteten Kohlrabis. Diese wurden zurückgewiesen. Alsdann aber frass die Ameise ohne Besinnen Mycelflöckchen aus einem Nest ihrer eigenen Art. Am 23. September wiederholte ich den Versuch mit gleichem Ausgang. Noch jetzt war die Ameise trotz ihrer langen Einzelhaft so munter wie von Anfang an; sie hatte sich über einen Monat lang unter dem Uhrglase füttern lassen.

Ich unternahm noch oftmals Fütterungsversuche mit diesen Ameisen und überzeugte mich, dass es gleichgültig ist, von welcher der Arten der Pilzgarten herrührt, auf dem die zur Fütterung bestimmten Kohlrabihäufchen, bezw. Mycelflöckchen erwachsen. Sie werden anstandslos angenommen. Niemals aber frassen die Haarameisen Kohlrabis aus Nestern der Schlepper- oder der Höckerameisen.

Die untersuchten Apterostigma-Arten sind also Pilz-Züchter und -Esser, aber weder Blattschneider noch Schlepper. Man findet sie nie in grösseren Zügen ausserhalb der Nester, sondern nur in deren nächster Nähe kann man einzelne Ameisen beobachten, welche neue Nährstoffe nach dem Pilzgarten hin, oder abgebaute Gartentheilchen von ihm forttragen. Sie tragen die kleinen Lasten, welche sie befördern, nicht wie die Schlepper über dem Kopf, sondern die Last, welche von den Kinnbacken gefasst ist, hängt unter dem Kopf, und wenn sie entsprechend gross ist, zwischen den Vorderbeinen. Es ist klar, dass die Ameise durch diese unzweckmässige Art des Tragens vielmehr in ihren Bewegungen gehindert ist, als eine Schleppameise, dass sie auch niemals annähernd so grosse Lasten befördern kann, wie jene. Alle Arbeiterinnen in einem Nest der Haarameisen sind von ziemlich gleicher Grösse, es giebt keine kleinen und grossen und dementsprechend keine Art der Arbeitstheilung.

Seit ich die Haarameisen kenne, also über ein Jahr lang, habe ich auch künstliche Kulturen der in ihren Gärten gezogenen Mycelien unterhalten. Ich verwendete als Ausgangspunkte ebensowohl die Kohlrabihäufchen des Apt. Wasmanni, wie die Mycelflöckchen aus den Gärten der anderen Arten und nicht minder Mycelstückchen von jenen, welche die sackartigen Umhüllungen der Gärten bilden. Durch Uebertragung dieser Myceltheile in Nährlösung erhielt ich fast ausnahmslos reine Kulturen. Mit verschwindenden Ausnahmen trat niemals irgend ein fremder Fadenpilz störend auf, und man mag aus dieser Thatsache wiederum auf die bewunderungswürdige Reinheit dieser Gärten schliessen, deren ganze nächste Umgebung stets von den Mycelien der verschiedensten Pilze durchwuchert ist.

Der Ausgang aller Kulturen war der gleiche. Die Mycelien wachsen in Nährlösung weiter aus; nach allen Seiten im Kreise, sprossen gleichmässig und ziemlich dicht gedrängt gerade verlaufende, $3\ \mu$ starke Fäden, welche an jeder ihrer Scheidewände eine Schnalle tragen. Die Bildung der Schnalle geschieht von der spitzenwärts gelegenen, also jüngsten Fadenzelle aus. Hatte ich die Kohlrabi-

häufchen von Apt. Wasmanni als Ausgangspunkt der Kulturen gewählt, so wuchsen die einzelnen, keulenförmigen Kohlrabiköpfe fast ausnahmslos an ihrer Spitze zu Fäden aus (Fig. 31), welche die gewöhnliche Stärke besaßen. Man wird sich erinnern, dass das gleiche bei den Kohlrabiköpfen der Schleppameisen nur ausnahmsweise der Fall war, dass dort vielmehr die Kohlrabiköpfe verschrumpften und ihren Protoplasmahalt rückwärts in die Fäden entleerten. Diese Thatsache bestätigt, was der Augenschein lehrt, dass die Kohlrabiköpfe der Apt. Wasmanni ihrer Fadennatur noch weniger entfremdet sind, als diejenigen der Atta-Arten. Diese letzteren entsprechen ihrer ausschliesslichen Bestimmung als Futterkörper im höchsten Maasse durch die Kugelform, die aus der ursprünglichen Fadennatur aber herrührende Fähigkeit, als Fäden weiter zu wachsen, ist ihnen schon beinahe gänzlich verloren gegangen. Das Wachstum der Mycelien in Nährlösung ist nur ein langsames; die Fäden durchwuchern nicht den ganzen Kulturtröpfen, sondern bilden nur ein rundlich umschriebenes Polsterchen, aus dem sich alsbald reichlich Luftfäden erheben. Kaum erreichte dieses Polsterchen, auch nach einer vierwöchentlichen Kultur und oftmaliger Uebertragung in frische Nährlösung, einen Durchmesser von mehr als 1 cm. In allen Kulturen aber traten, gewöhnlich nach Verlauf von etwa 14 Tagen, vereinzelte Luftfäden auf, welche an ihren Enden kettenartig angeordnete, unregelmässig angeschwollene Zellen hervorbrachten von der Form, wie sie Fig. 30 darstellt. Diese Bildungen haben mit den Kohlrabianschwellungen wohl nichts zu thun, ebensowenig sind sie etwa als Conidien anzusehen, wie schon aus ihrer ganz unbestimmten Gestalt, aus der spitzwärts erfolgenden Bildung, sowie daraus hervorgeht, dass sie weder abfallen, noch keimen. Sie dürften den Gebilden gleichwerthig sein, welche für die Mycelien der Radulum-Arten von Brefeld nachgewiesen und im Band VIII Taf. 2, Fig. 4—5, seines Werkes dargestellt wurden. Im vorliegenden Fall waren diese Bildungen, welche in allen Kulturen auftraten, werthvoll als ein weiterer Beweis dafür, dass wirklich stets ein und derselbe Pilz vorlag.

In künstlicher Kultur in Nährlösung habe ich weiteres nicht erzielen können, obwohl ich einzelne Kulturen vom 9. Januar bis zum 10. April pflegte. Es blieb in dieser ganzen Zeit bei den runden Flöckchen, deren Durchmesser sich nur sehr langsam vergrösserte. An Dicke erreichten sie nahezu 1 mm, von dem lockeren Luftmycel abgesehen. In dem ganzen Flöckchen fanden sich ausschliesslich dieselben, 3 μ starken Fäden mit Schnallen an allen Scheidewänden,

Ich ging nun wieder dazu über, aus den Pilzgärten, welche bessere und umfangreichere Reinkulturen darstellten, als ich sie erzielen konnte, die Ameisen zu entfernen, und alsdann die Mycelentwicklung zu verfolgen. Da die meisten Nester ausserordentlich klein sind, so mussten meine Versuche auch in kleinerem Maastab unternommen werden, als bei den Schleppern, und grosse Krystallisirschalen liessen sich selbstverständlich mit den ausgesuchten Pilzgärten nicht füllen. Ich verwendete Objektträger, welche auf Blechleitern unter einer in Wasser tauchenden Glocke gehalten wurden, nicht anders, wie alle Objektträgerkulturen mit Nährlösung, die ich anstellte. Die Objektträger wurden mit einem Stück angefeuchteten Fliesspapiers bedeckt, und auf diesem wurde der von Bewohnern gesäuberte Pilzgarten je eines der Nester der Haarameisen zu einem kleinen Häufchen angeordnet. Schon am folgenden Tage beginnt überall der Kulturpilz „ins Kraut“ zu schiessen, das ganze ausgelegte Häufchen bedeckt sich mit einem feinen Flaum austrahlender Hyphen, welche bei näherer Betrachtung sich als die bekannten schnallenträgenden ausweisen.

Nichts kann einleuchtender die gärtnerische Thätigkeit der Ameisen in ihrem Nest erläutern, als der folgende Versuch. Ein Pilzgarten von Apt. Wasmanni war in der Gefangenschaft von seinen Bewohnern wieder aufgebaut und weiterhin bedeutend vergrössert worden. Ich hatte denselben in der betreffenden Krystallisirschale schon länger als einen Monat unter meinen Augen. Während dieser ganzen Zeit war nirgends jemals eine verstärkte Bildung von freiem Luftmycel aufgetreten, auch war im ganzen Raum der Schale, welcher stets feucht gehalten wurde, nicht die geringste Spur eines anderen Fadenpilzes jemals aufgetreten. Ich nahm nun einen kleinen Bruchtheil dieses Gartens weg, entfernte die ansitzenden Ameisen und legte die Probe so aus, wie oben beschrieben wurde. Schon nach 24 Stunden war der Filz von Luftmycel neu gebildet. Was anders kann sein Erscheinen während der vorhergehenden vier Wochen verhindert haben, wenn nicht die beissenden Kinnbacken unserer Ameisen es thaten?

In dem aus den verwaisten Gärten aufschicssenden Mycelfilz bemerkt man zunächst nur Fäden, welche den im Garten selbst vorkommenden gleich, also nur $3\ \mu$ stark und mit Schnallen versehen sind, am zweiten Tage jedoch findet man bereits überall verstreut stärkere und bald bis $8\ \mu$ starke Hyphen, welche durch ihr strotzendes, vakuolenreiches Protoplasma an die Fäden des Schlepperpilzes erinnern, gleich jenen häufige Fadenbrücken bilden und gänzlich frei von Schnallen

sind. Diese Fäden überwiegen am zweiten oder sicher am dritten Tage bereits so, dass man von den ursprünglichen schnallentragenden, dünnen Fäden gar nichts mehr vorfindet. Nur bei genauem Nachsuchen gelingt es, alle wünschenswerthen Uebergänge zwischen diesen zwei, so ganz verschiedenen aussehenden Mycelien aufzufinden. Man kann sich überzeugen, dass die Fäden in allen Zwischenstufen der Stärke vorkommen, und man findet bald auch solche, welche die grösste Dicke von 8μ noch nicht erreicht haben, und welche nur mehr in ihrem unteren Theil einzelne Schnallen an den Scheidewänden führen, im übrigen bereits schnallenlos sind. Die Entwicklung des neu erstandenen starkfädigen, schnallenlosen Luftmycels erreicht in der Regel schon am dritten Tage ihren Höhepunkt; sie ist um so üppiger, je grösser die Masse des ausgesuchten Pilzgartens war, und das Mycel wuchert oftmals seitlich weiter, das Fliesspapier völlig bedeckend. Nun bemerkt man, schon mit blossen Auge, überall zwischen dem seidig weissen Mycel höchst zarte, aus aneinander gereihten schneeweissen Püktchen gebildete Ketten. Die mikroskopische Untersuchung lässt uns in diesen Ketten die Conidienfruktifikation des Pilzes der Haarameisen erkennen, eine Conidienfruktifikation, welche trotz scharf bestimmter Unterschiede mit derjenigen der Rozites der Schlepper eine unverkennbare Aehnlichkeit besitzt (Fig. 29). Ganze Fäden gehen in ihrem Verlaufe gleichzeitig zur Conidienfruktifikation über, indem sie in unregelmässigen Zwischenräumen unter rechtem Winkel Seitenzweige treiben, welche nur eine bestimmte, im Durchschnitt 50μ betragende Länge erreichen und alsdann an ihrer Spitze kuglig kopfig anschwellen. Nun wird die Kugel durch eine Scheidewand abgegrenzt, welche gewöhnlich ein Stückchen unter ihr im tragenden Faden auftritt. Jetzt erheben sich auf der Kugel ringsum die Conidienträger. Die Fig. 28 stellt bei stärkerer Vergrösserung den Querschnitt eines solchen Conidienköpfchens in diesem Zustande dar. Man erhält das hier gezeichnete Bild, wenn man das vollkommen durchsichtige Gebilde unter Wasser taucht, mit einem Deckglase bedeckt und dann genau auf die Mitte einstellt. Die Conidienträger, deren Protoplasma-inhalt mit demjenigen der Kugel in unmittelbarer Verbindung steht, schwellen nach oben zunächst ein wenig bauchig an, dann verengen und verlängern sie sich zu einer haarfeinen Spitze, an deren Ende die erste Conidie gebildet wird. In diesem Zustand haben sie etwa die Gestalt eines Spielkegels. Ihre ganze Länge vom Ursprung aus der Kugel bis zur Conidie beträgt 13μ , wovon etwa 7μ auf den angeschwollenen Theil, 6μ auf die ausgezogene Spitze entfallen.

Unter der ersten Conidie sprosst alsbald eine zweite, eine dritte u. s. f., und die ganze Kugel bedeckt sich ringsum mit vielgliedrigen Conidienketten. Die einzelnen Conidien sind eiförmig, beinahe kuglig, ihr grosser Durchmesser hat 3μ Länge. Gleich den für die Rozites der Schlepper beschriebenen Conidien sind auch diese hier anfangs schneeweiss, nehmen aber bald mit Eintritt der Reife und Beginn des Zerfalls der Ketten eine hellbräunliche Farbe an. Schliesslich bedeckt ein schmutzig bräunliches Pulver von Conidien die zusammensinkenden Mycelmassen, welche auf den ausgesogenen Resten des Pilzgartens lagern.

Die beschriebenen Conidien des Pilzes der Haarameisen erhielt ich in gleicher Weise aus den ausgelesenen Pilzgärten von 28 verschiedenen Nestern, unter denen solche von allen drei bzw. vier Apterostigma-Arten vertreten waren. Ich habe diese Conidienform aber ausserdem niemals gesehen. Ein einziger Pilzgarten jenen 28 gegenüber brachte sie nicht zur Entwicklung. In diesem Fall war das ausgelegte Material zu gering, es bestand nur aus vier bis fünf winzigen Flöckchen; und mit der Bildung des Luftmycels, welches in derselben Weise wie sonst sich einstellte, war der Nährboden erschöpft. Es erschienen aber auch nicht etwa fremde Pilze. Erst nach mehreren Tagen und nachdem in anderen, gleichzeitig ausgelegten Gärten bereits der Zerfall der gebildeten Conidienträger eingetreten war, siedelte sich auf dem betreffenden Objektträger an nur zwei eng umgrenzten Stellen ein grüner Conidienschimmel an, den ich als Kulturverderber nur zu oft auf den allerverschiedensten Unterlagen kennen gelernt hatte.

Die grosse Aehnlichkeit der vorliegenden Conidienform mit der bei den Schleppern nachgewiesenen bestätigte sich auch, als ich mit den gewonnenen Conidien Aussaaten in Nährlösung unternahm. Die kleinen Conidien keimten wie jene erst am zweiten Tage nach der Aussaat, und stets nur unregelmässig, niemals alle. Zur Keimung schwellen sie auf das Vierfache ihres Durchmessers an und entlassen dann einen Keimschlauch, welcher 8μ Dicke und dieselbe Beschaffenheit hat wie die aus dem Pilzgarten aufwachsenden Luftfäden. Der Keimschlauch giebt einem reich durch den ganzen Kulturtropfen verzweigten Mycel mit zahlreichen Fadenbrücken den Ursprung. Nach drei bis fünf Tagen erheben sich Luftfäden, welche dieselben Conidien hervorbringen wie diejenigen waren, von denen die Aussaat hergeleitet wurde. Sowie aber jene Conidien aus den zu Rozites gehörigen Conidien durch eigenartige Anschwellungen ausgezeichnet waren, welche nicht als Krankheitserscheinungen, sondern in vollkommen reiner Nähr-

lösung an gesund und üppig wachsenden Mycelien gebildet wurden, so ist es auch hier der Fall. Uud wie dort den runden Kohlrabis der Schlepper zwar ungleich grosse, doch runde Anschwellungen des Mycels entsprechen (Fig. 20), so sind es hier länglich keulenförmige Gebilde, welche ihre Beziehung zu den länglich keuligen Kohlrabis unverkennbar bezeugen (vgl. Fig. 27 mit 37). Aus Rücksichten des Raumes ist nur ein kleines Bruchstück eines solchen, in vollkommen klarer Nährlösung üppig gedeihenden Mycels aus Conidien dargestellt (Fig. 37). Die gezeichneten Anschwellungsformen erschöpfen nicht von weitem die Mannigfaltigkeit der Gestaltungen, welche hier vorkommen. Die länglich keulenförmige Gestalt aber ist in Abwandlungen mannigfachster Art überall wieder zu erkennen.

So lange man Nährlösungskulturen von den in den Pilzgärten vorkommenden Mycelformen ableitet, gewinnt man auch in monatelanger Pflege der Kulturen niemals die Conidien. Umgekehrt mag man die Conidienkulturen beliebig lange Zeit fortführen, man wird niemals wieder die dünnen schnallentragenden Fäden erzielen, von denen doch auf den ausgesuchten Pilzgärten die conidientragenden, starken, schnalleulosen Mycelien entsprangen. Die Thatsache ist so unverständlich und so bemerkenswerth wie die entsprechende, beim Pilz der Schlepper nachgewiesene. Und dennoch gehören diese Mycelfäden, so grundverschieden sie erscheinen mögen, einem und demselben Pilze an. Welches die höchste Fruchtform desselben sein mag, ist vorläufig nicht zu sagen. Eine Lösung dieser Frage zu erzwingen ist nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht möglich. Die Pilzgärten der Haarameisen liegen, wie wir sahen, meist verhältnissmässig tief unter morschen Rinden und Holzmulm. Ein Hutpilz, der etwa daraus zur Entwicklung kommen wollte, wird mehr Schwierigkeiten bei der Entfaltung haben, als der Rozites der Schlepper sich bieten.

Indessen können wir mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit annehmen, dass der von den Haarameisen gezüchtete Pilz den Basidiomyceten angehört. Ist doch ausserhalb dieser Klasse noch kein schnallentragendes Mycel bekannt geworden. Die Aehnlichkeit seiner Conidienform mit der für Rozites nachgewiesenen macht es ferner wahrscheinlich, dass der Pilz bei den Agaricinen zu suchen sei.

III.

Die Pilzgärten der Höckerameisen.

(Gattung *Cyphomyrmex* Mayr.)

Es giebt in der Umgegend von Blumenau noch eine dritte Gattung pilzzüchtender und pilzessender Ameisen, welche hier, soweit ich feststellen konnte, in zwei Arten vertreten ist. Herr Professor Forel hatte die Güte, mir mitzutheilen, dass die Gattung *Cyphomyrmex* heisst, und dass die beiden hier aufgefundenen Arten als *C. auritus* und *C. strigatus* von Mayr beschrieben worden sind (Mayr, Südamerikanische Formiciden. Verh. K. K. bot. zool. Ges. Wien 1887). Wenn wir die *Atta*-Arten als Schleppameisen, die *Apterostigma*-Arten als Haarameisen zusammenfassend kurz bezeichneten, so wird es zweckmässig sein, auch für die beiden *Cyphomyrmex* einen gemeinsamen deutschen Namen zu haben, und ich will sie Höckerameisen nennen.

Die drei Gattungen, welche durch die gemeinsame biologische Eigenthümlichkeit der Pilzgärtnerei ausgezeichnet sind *Atta*, *Apterostigma* und *Cyphomyrmex*, waren, wie ich Herrn Forel's Mittheilungen entnehme, im System der Ameisen früher auseinander getrennt. Doch schon im Bulletin de la soc. Vaud. des sc. nat. Vol. XX Nr. 91, 1884 p. 49 hat Herr Professor Forel ihre nahe Verwandtschaft nachgewiesen, und in den Mitth. der schweiz. entom. Ges. Bd. 8 Heft 9, 1892 vereinigt derselbe Myrmekologe jene drei Gattungen mit noch drei anderen (*Sericomyrmex*, *Myrmicocrypta* und *Glyptomyrmex*) zu einer eigenen Sippe der „*Attini*“, innerhalb der Unterfamilie *Myrmicidae*. Es ist gewiss bemerkenswerth, dass mit der auf Grund morphologischer Untersuchung aufgedeckten nahen Verwandtschaft der erstgenannten drei Gattungen eine so eigenartige

Uebereinstimmung in den Lebensgewohnheiten, nämlich in der Anlage von Nahrung liefernden Pilzgärten Hand in Hand geht. Es möchte sich wohl der Mühe verlohnen, nachzuforschen, ob etwa auch die übrigen Gattungen der Attini in ihrer Lebensweise ihren Verwandten ähneln.

Wer nach Haarameisen in der Umgegend von Blumenau sucht, wird gar bald auch die Nestchen der Höckerameisen finden. Denn sie werden genau an denselben Oertlichkeiten angelegt, wie jene, und gleichen ihnen auf den ersten Blick so sehr, dass man bei schwachem Licht im dunklen Waldesschatten mit blossm Auge oftmals nicht entscheiden kann, mit welcher Gattung man es zu thun hat. Bei gutem Licht erkennt man jedoch schon mit blossm Auge und noch sicherer mit einer schwach vergrössernden Lupe, dass hier ganz andre Ameisen als Pilzgärtner thätig sind. Sie sind kleiner als alle Apterostigma-Arten und haarlos. Sie finden sich in der Umgegend von Blumenau im grossen Durchschnitt etwas seltener, als die Haarameisen. Im Ganzen habe ich über 50 ihrer Nester genauer untersucht, eine viel grössere Anzahl flüchtig verglichen.

Die Unterscheidung der beiden Arten macht glücklicherweise auch dem Laienauge keine Schwierigkeiten, da *C. auritus*, die grössere Form, auffällig lange Fortsätze an den Hintercocken des Kopfes trägt, woran man sie leicht erkennt. *C. auritus* hat 3,8, *C. strigatus* dagegen nur 2,5 mm Länge, Sämmtliche Arbeiterinnen sind von ziemlich gleicher Grösse, wie es auch bei den Haarameisen der Fall war. Beide Höckerameisen stellen sich tod, wenn sie plötzlich gestört oder erschreckt werden, und verharren in zusammengekrümmter Stellung mehrere Sekunden, keine jedoch so lang, wie *Apt. pilosum* es in der Regel thut. Die Nestchen beider Arten sind meist nur sehr klein; sie beherbergen aber ausnahmslos einen Pilzgarten. Bei *C. strigatus* fand ich nie einen solchen, der mehr als 8 ccm Raum beansprucht hätte. Die meisten erreichten diese Grösse nicht. Bei *C. auritus* kommen grössere Gärten, jedoch nur selten ausnahmsweise vor. Der grösste, den ich fand, lag unter der Rinde eines morschen Stammes und dehnte sich 15 cm in die Länge bei verschiedener, bis zu 5 cm ansteigender Breite und Höhe, welche den Raumverhältnissen angepasst waren. Gleich den früher behandelten Ameisen, benutzen auch die Höckerameisen kleine natürliche Hohlräume an den bezeichneten Oertlichkeiten zur Anlage ihrer Pilzgärten, und sie vergrössern jene Hohlräume je nach Bedürfniss. Sie können Erdarbeiten so gut ausführen, wie die Schlepper und die Haarameisen. Sperrt man sie

z. B. ohne Pilzgarten in eine Schale, welche mit feuchtem Sand gefüllt ist, so höhlen sie unterirdische Gänge in dem Sande aus und halten sich mit Vorliebe in denselben auf.

Die Gärten der Höckerameisen sind niemals hängend und niemals von einer aus Pilzfäden gebildeten Hülle umschlossen. Hiervon abgesehen aber lassen sich zwischen den Nestern von *C. strigatus* und *Apt. Wasmanni* einerseits, und *C. auritus* und den anderen *Apterostigma*-Arten andererseits auffallende Beziehungen der Aehnlichkeit feststellen. Der Aufbau des Nestes von *C. strigatus* wiederholt den für *Apt. Wasmanni* beschriebenen in kleinerem Maassstabe, die durchschnittliche Weite der Hohlräume beträgt entsprechend der geringen Grösse der Ameisen nur 2--3 mm. Im ganzen ist aber eine ziemlich gleichmässige Weite der Höhlungen, gleichmässige Stärke der Wände und eine gewisse Regelmässigkeit in dem wabenartigen Aufbau des ganzen Gartens erkennbar, welcher in kleinerem Maassstab den auf Taf. III u. IV b dargestellten Gärten der Schlepper ähnelt. Bei *C. auritus* dagegen ist der Aufbau des Gartens, grade wie bei den letzten drei *Apterostigma*-Arten, unregelmässiger, Höhlungen und Wände sind nicht scharf zu unterscheiden, das ganze nähert sich mehr einem wirren Haufwerk der kleinen, lose zusammengefügt Klümpchen des Nährbodens, welche von Pilzfäden durchzogen und umspunnen sind.

Ganz besonders deutlich konnte der Aufbau der Gärten wiederum bei gefangen gehaltenen Ameisen beobachtet werden. Der beim Einsammeln zerfallene Garten wird in der Gefangenschaft sofort wieder aufgebaut. Er wird so viel als möglich stets den Einwirkungen des Lichts entzogen. Dient ein Glasgefäss als Käfig, so verbauen die Ameisen die blanken Wände desselben mit einer Schicht von Sandkörnchen und mit den ausgesogenen Theilen des Nährbodens. Als Nährboden benutzen sie dieselben Stoffe wie die Haarameisen. Ich würde über diesen Gegenstand lediglich alles dort Gesagte zu wiederholen haben. Auch die Erfahrungen, welche ich bezüglich der Düngung mit Raupenkoth und der Verwendung von Farinha mittheilte, konnte ich hier bestätigen. Beide Arten der Höckerameisen wurden mehrfach und jedesmal monatelang in Gefangenschaft gehalten. Es genügt, für die nothwendige Feuchtigkeit in ihrem Käfig zu sorgen und von Zeit zu Zeit kleine Mengen jener Stoffe zuzuführen, welche als Nährboden für den Pilz Verwendung finden können, so wird der Pilzgarten in vollkommener Gestalt und Reinheit erhalten.

In einer Krystallisirschale von 8 cm Durchmesser und 3 cm Höhe

habe ich auf einer Unterlage von feuchtem Sand *C. auritus* vom Januar bis in den September gefangen gehalten. Ich habe den Deckel der Schale stets ohne alle Vorsicht gelüftet, um die Ameisen zu beobachten, ich habe oftmals Holzmulm, Käferkoth oder Farinhamehl hineingethan und ebenso oft überflüssige Reste jener Stoffe entfernt; dabei wurde immer eine mässige Feuchtigkeit in der Schale erhalten. Und trotz alledem ist im ganzen Raum der Schale während der Zeit von 9 Monaten niemals die geringste Schimmelbildung aufgetreten. Dies ist gewiss ein deutlicher Beweis dafür, dass die Ameisen nicht nur ihren Pilzgarten, welcher im vorliegenden Falle etwa den 10. Theil des in der Schale verfügbaren Raumes einnahm, vollkommen rein halten, sondern auch in seiner nächsten Umgebung kein fremdes Pilzmycel aufkommen lassen.

Die Fäden, welche die Pilzgärten unserer Ameisen durchwuchern, gewähren stets denselben Anblick, wie viele beliebig herausgegriffene Proben aus Nestern beider Arten wir auch zur Untersuchung auswählen mögen. Sie sind schnallenlos und dadurch von den in den Haarameisennestern vorkommenden verschieden, und sie sind durchweg etwa 3μ stark, also auch von denen der Schleppnester leicht unterscheidbar. Fadenbrücken finden sich häufig.

An diesen Mycelien entstehen die Kohlrabihäufchen, welche in Gestalt weisser Mycelflockchen in jedem Pilzgarten der Höckerameisen reichlichst gefunden werden und die den Ameisen zur Nahrung dienen, wie ich durch die weiterhin zu erwähnenden Fütterungsversuche nachweisen werde. Sie sind in den Gärten von *C. auritus* von unregelmässiger Gestalt, bald dichter, bald lockerer zusammengesetzt, bald rundlich und bald mehr in die Länge gezogen, während sie in den Gärten von *C. strigatus* von stets ziemlich gleicher Grösse und runder Gestalt sind und einen Durchmesser von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mm besitzen.

Die drei bezw. vier Arten der Gattung *Atta*, welche wir beobachteten, züchteten denselben Pilz, und alle züchteten ihn in gleicher Weise, die Kohlrabihäufchen waren in den Pilzgärten aller beobachteten Arten stets ununterscheidbar dieselben. Auch die drei bezw. vier Arten von *Apterostigma* nähren sich von demselben, aber von dem der Schleppameisen durchaus verschiedenen Pilze. *Apterostigma Wasmani* aber züchtet von diesem Pilze Kohlrabihäufchen, welche, als Futterkörper betrachtet, eine grössere Vollkommenheit besitzen als die entsprechenden Gebilde in den Pilzgärten der übrigen Arten.

Wiederum eine andere Kulturpflanze ist es nun, welche den Höckerameisen Nahrung liefert; aber beide Arten der Gattung *Cyphomyrmex*

züchten denselben Pilz. Und so wie Apt. Wasmanni in der Kunst der Pilzkultur ihren Verwandten überlegen war, so hat auch *C. strigatus* an seinem Kulturpilz Kohlrabi erzogen, welche ihrem Zweck als Futterkörper schon weit besser dienen als diejenigen, mit welchen sich *C. auritus* begnügt.

Ein Kohlrabihäufchen aus dem Pilzgarten von *C. strigatus* stellt die Figur 26 dar. Das ganze Häufchen besteht aus dicht zusammengedrängten angeschwollenen Fadenenden. Die einzelnen angeschwollenen Fadenzellen sind zwar von annähernd gleicher Dicke, haben aber im übrigen durchaus keine gleichmässige bestimmte Form. Ihre Fadennatur ist aufs deutlichste ersichtlich. Die Anschwellung ergreift die Fäden und ihre Verzweigungen auf unbestimmte Länge hin und dehnt sich in weitaus den meisten Fällen bis zur Spitze des Fadens aus. Gleiche Anschwellungen der, wie erwähnt, $3\ \mu$ starken Fäden finden sich nun keineswegs an beliebigen Stellen des Pilzgartens. Ihr Vorkommen ist vielmehr einzig und allein auf bestimmte Stellen der Wände des Gartens beschränkt, wo sie, nie vereinzelt, sondern stets in grösserer Zahl zusammengedrängt, erscheinen und in ihrer Gesamtheit die rundlich umschriebenen, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser haltenden Kohlrabihäufchen darstellen.

Anders ist dagegen der Befund bei den viel unregelmässiger gestalteten Kohlrabihäufchen von *C. auritus*. Dieselben bestehen aus einem Gewirr von Mycelfäden, von denen eine kleine Probe in der Figur 25 abgebildet ist. Auch hier finden wir die mit vakuolenreichem, körnigem Protoplasma erfüllten Anschwellungen der Fäden. Aber sie sind nicht von gleicher Dicke, nicht auf die Spitze der Fäden gerückt, sie sind von einander oftmals getrennt durch Fadenstücke, welche von der gewöhnlichen Dicke kaum abweichen, endlich kommen angeschwollene Fäden wie die abgebildeten in vollkommen unbestimmter Mischung mit solchen vor, welche die gewöhnliche Stärke der den ganzen Pilzgarten durchwuchernden Hyphen haben. Auch die Beschränkung des Vorkommens angeschwollener Fäden auf einzelne scharf bestimmte Stellen ist hier nicht in gleicher Schärfe bemerkbar wie bei *C. strigatus*. Freilich nicht über die ganze Oberfläche des Gartens hin, wohl aber bald in kleineren, bald in grösseren Flöckchen erhebt sich das Luftmycel, zusammengesetzt aus angeschwollenen und gewöhnlichen Fäden, und von einer bestimmten Form der Kohlrabihäufchen kann nicht die Rede sein.

Genau in demselben Verhältniss, in welchem die vollkommenen Kohlrabihäufchen von *C. strigatus* zu den ihre Stelle vertretenden

Mycelflöckchen von *C. auritus* stehen, genau in demselben Standen zu einander die für *Apt. Wasmanni* beschriebenen Futterkörperchen einerseits und die der übrigen besprochenen Haarameisen andererseits.

Stellen wir nun in unserer Vorstellung neben einander die als Futterkörper dienenden Mycelflöckchen, wie sie in den Pilzgärten von *Apt. pilosum*, *Apt. Mölleri*, *Apt. IV* und *Cyphomyrmex auritus* (Fig. 25) gefunden werden, sodann diejenigen, welche bei *C. strigatus* beobachtet wurden (Fig. 26), weiter die Kohlrabihäufchen von *Apt. Wasmanni* (Fig. 27), endlich diejenigen der *Atta*-Arten (Fig. 22), und halten wir uns dabei die Thatsache gegenwärtig, dass derselbe Pilz unter der Einwirkung verschiedener Ameisenarten verschieden gedeiht und verschiedenartige Futterkörperchen hervorbringt, so werden wir fast mit Nothwendigkeit zu der Aunahme geführt, dass die Futterkörper, die Kohlrabihäufchen, im Wege der künstlichen Zuchtwahl der verschiedenen Pilze von den Ameisen angezchtet worden sind.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, dass kurzbleibende, aber angeschwollene Fadenenden den Ameisen, welche sich von dem Pilz ernähren wollen, willkommener sein müssen, als gewöhnliche, dünne aufstrebende Luftfäden, die letzteren dürfen sie, wie wir aus den Versuchen mit Schleppameisen erfahren, nicht aufschliessen lassen; denn sie würden ihnen bald über den Kopf wachsen und ein für die Bewohner des Nestes undurchdringliches Gewirre bilden. Kurzbleibende und anschwellende Fadenenden bringen keine derartige Gefahr. Ihr Anwachsen kann ruhig abgewartet werden. Das Mycel, welches den Nährboden durchwuchert, kann die aus dem Innern desselben gezogenen Stoffe in den Kohlrabiköpfen an der Oberfläche vereinigen und so den Ameisen eine reichere Nahrung in geeigneterer Form darbieten.

Wenn dennoch dünne aufschliessende Mycelfäden abgebissen werden müssen, angeschwollene Fadenenden aber bis zu ihrer vollen Ausbildung erhalten bleiben sollen, so ist auch ferner klar, dass die Ameisen dieses Ziel leichter erreichen können, wenn die angeschwollenen Fadenenden, die Kohlrabiköpfe, nicht vereinzelt in unregelmässiger Anordnung dem gewöhnlichen Mycel beigemischt erscheinen, sondern wenn sie zu Flöckchen, zu Kohlrabihäufchen vereint, auftreten.

In diesem Sinne betrachtet, sind unstreitig die Kohlrabihäufchen der Schleppameisen die vollkommensten Futterkörper. Die Nährstoffe des Mycels werden in die Enden der Fäden hineingezogen und in Kugeln dargeboten, welche in kleinstem Raum den reichsten Inhalt führen. Die Nährstoffbehälter, also die Kohlrabiköpfe, finden sich

stets und nur zu rundlichen Häufchen vereinigt, vor, niemals einzelt. Die Kohlrabiköpfe sind neue, morphologisch bestimmte Gebilde geworden, welche ihrer Fadennatur bereits so weit entfremdet sind, dass sie nur in seltenen Fällen noch nachträglich zu Fäden auszuwachsen vermögen.

Etwas weniger vollkommene Futterkörper sind die Kohlrabihäufchen von *Apt. Wasmanni*, insofern hier die einzelnen Kohlrabiköpfe noch nicht Kugeln, sondern nur erst geschwollene Keulen darstellen, und insofern weiter auch die Form der Kohlrabihäufchen nicht in demselben Maasse bestimmt ist, wie im vorhergehenden Falle. Wohl aber sind auch hier schon die Kohlrabiköpfe auf die Spitzen der Fäden gerückt und zu einer annähernd bestimmten, stets gleichen Form gelangt. Ihre Fadennatur giebt sich noch deutlich durch die Thatsache kund, dass sie, in Nährlösung getaucht, ausnahmslos als gewöhnliche Fäden weiter wachsen.

Wiederum auf einer etwas niedrigeren Stufe der Vollkommenheit finden wir die Kohlrabihäufchen von *C. strigatus*. Zwar sind sie (die Häufchen also, nicht die einzelnen Köpfe) an Bestimmtheit der äusseren Form den vorigen etwas überlegen, die einzelnen nährstoffansammelnden Anschwellungen dagegen haben noch keine gleichmässige Form erreicht, sie erstrecken sich in unbestimmter Ausdehnung von den Spitzen der Fäden rückwärts, und folgen den Verzweigungen der Hyphen. Nur die Dicke der angeschwollenen Fäden ist bereits annähernd durch ein feststehendes Maass geregelt.

Die unvollkommensten Bildungen endlich finden wir in den Pilzgärten von *C. auritus*, von *Apt. pilosum*, *Mölleri* und *IV*. Die Anschwellungen haben noch keinen bestimmten Ort des Vorkommens an den Fäden, kein bestimmtes Maass ihrer Stärke, von gewöhnlichen Fäden bis zu stark angeschwollenen finden sich alle Uebergänge in unregelmässiger Mischung. Immerhin ist die Bildung von zur Nahrung bestimmten Kohlrabihäufchen auch hier schon sichtlich im Gange. Jene Flöckchen von Luftmycel, welche von den Ameisen verspeist werden und welche zwar Fäden gewöhnlicher Stärke neben den angeschwollenen, letztere jedoch in weit überwiegender Menge enthalten, kommen nicht auf der ganzen Oberfläche des Gartens vor, sondern sind bereits auf bestimmte Stellen zusammengedrängt, ihre Form und Ausdehnung ist aber noch unregelt.

Im Lichte der eben angedeuteten vergleichenden Betrachtung wird die Entstehung der eigenartigen Kohlrabihäufchen in den Pilzgärten der Schleppameisen leicht und zwanglos verständlich. Sie stehen an

der Spitze einer stufenweise fortschreitenden Reihe von Bildungen, deren einzelne Glieder in den bei den übrigen pilzbauenden Ameisen vorkommenden Futterkörnern sämtlich, ohne Lücke gegeben sind.

Es bleibt uns noch der Nachweis zu führen, dass auch die Höckerameisen die in ihren Gärten gezüchteten Kohlrabis wirklich fressen. Ich stellte mehrfach Fütterungsversuche an, genau in derselben Weise, wie ich es für die Haarameisen beschrieben habe.

Ein am 14. April 1892 eingesperrter *C. auritus* verweigerte am folgenden Morgen die Annahme von Kohlrabihäufchen aus einem Schleppernest, nahm aber alsdann sofort solche aus dem eigenen Nest. Derselbe Versuch mit gleichem Ausgang ist oftmals wiederholt worden. Ich hielt, wie in früheren Fällen, die Futterkörper auf der Spitze einer reinen Platinnadel den Ameisen vor. Die Nadel muss vollkommen rein, am besten ausgeglüht sein. Ich beobachtete, dass ein Abwischen der Nadel mit den Fingerspitzen das Gelingen des Fütterungsversuches manchmal vereitelte. In der Art des Fressens ist zwischen den Höckerameisen und den Haarameisen ein Unterschied nicht bemerkt worden. Die früher bei den Haarameisen hierüber gemachten Bemerkungen gelten auch hier.

Zwei am 17. Januar 1892 eingesperrte *C. auritus* verweigerten am 18. die Annahme des Pilzes der Haarameisen und frassen dann sofort Mycelflöckchen aus einem Nest der eigenen Art. Ein am 24. August eingesperrter *C. auritus* frass am 28. ohne Besinnen ein Kohlrabihäufchen aus dem Garten von *C. strigatus*.

Zahlreiche Kulturen des Pilzes der Höckerameisen in Nährlösung habe ich zu allen Zeiten des Jahres angestellt. Dieselben wurden ebensowohl von Kohlrabis des *C. strigatus*, wie von unregelmässigen Anschwellungen aus den Nestern der anderen Art, wie endlich auch von beliebigen Hyphenstückchen aus Nestern beider Arten hergeleitet. In jedem Falle wuchsen die Mycelien weiter aus, die Kohlrabihäufchen zeigen ein Auswachsen zu Fäden an beinahe jeder einzelnen Anschwellung; die aussprossenden Fäden strahlen nach allen Richtungen gleichmässig aus. Sie sind durchweg 3 μ stark und häufig durch Fadenbrücken verbunden. Ein lockeres weisses Flöckchen von Luftmycel wird bald gebildet und die in Luft ausstrahlenden Fäden zeigen oftmals korkzieherartige Windungen, wie sie beim Pilz der Schlepper in ähnlicher Weise vorkommen. Die weitere Entwicklung ging nur langsam vor sich, ein weit durch den Kulturtröpfchen wucherndes lockeres Mycel wird nicht gebildet, sondern es vergrössert sich nur das von

Anfang an rundlich umschriebene Mycelflöckchen durch langsames Wachsthum am Rande.

Nach vierzehntägiger bis dreiwöchentlicher Pflege findet man in der Regel an den Mycelien vereinzelt, in unregelmässiger Anordnung auftretende Fäden, welche Anschwellungen zeigen und in nichts von den durch Figur 25 dargestellten verschieden sind.

Nur in verhältnissmässig wenigen Fällen und zwar bei Kulturen, welche von den Kohlrabihäufchen des *C. strigatus* hergeleitet waren, wurden in künstlicher Kultur in der Zeit von 17 Tagen die echten Kohlrabihäufchen, wie sie in den Nestern der letzteren Art vorkommen, wieder erzogen. Nur waren die Anschwellungen, welche je für sich genau dem Bilde der Figur 26 entsprachen, etwas lockerer zusammengefügt, als es bei den unter dem Einfluss der Ameisen erwachsenen Futterkörpern der Fall zu sein pflegt.

Es wurden auch mit diesen künstlich erzeugten Kohlrabihäufchen sofort Fütterungsversuche angestellt. Sie liessen sich von dem in der Nährlösung ausgebreiteten Mycel mittelst einer Nadel abheben, und ich fütterte beide Arten der Höckerameisen mit ihnen. Beide nahmen die auf dem Objektträger in Nährlösung erzeugten Körperchen ohne Besinnen und frassen sie auf, ohne einen Rest übrig zu lassen.

IV.

Rückblick auf die mykologischen Ergebnisse.

In der *Rozites gongylophora* lernten wir eine zur Verwandtschaft der Amaniten gehörige Agaricine kennen, welche neben der Fruktifikation in Basidien noch zweierlei Conidien besitzt, wie sie in gleicher Form bisher von keinem Hymenomyceten bekannt waren. Von dem Pilz der Haaramaisen ist die höchste Fruchtform noch nicht entdeckt; da aber sein Mycelium an jeder Scheidewand die charakteristische Bildung von Schnallen zeigt, dürfen wir unbedenklich annehmen, dass auch er zu den Hymenomyceten gehöre, und auch bei ihm findet sich eine Fruktifikation in Conidien, welche mit den bei *Rozites gongylophora* vorkommenden eine gewisse Aehnlichkeit besitzen. In diesen Thatsachen liegt, vom mykologischen Standpunkt aus, das wichtigste Ergebniss der im Vorstehenden mitgetheilten Untersuchungen.

Wie nun fügt sich dieses Ergebniss den bisherigen Kenntnissen über Basidiomyceten und ihre Nebenfruchtformen an?

Es erscheint auf den ersten Blick eine schwer verständliche Thatsache, dass ein Hymenomycet zweierlei Conidienformen besitzen solle, welche beide mit manchen bei Ascomyceten vorkommenden Conidien eine unverkennbare Aehnlichkeit zeigen, aber weit von Allem abweichen, was an Nebenfruchtformen im Bereich der Basidiomyceten bisher gefunden wurde.

Stellen wir uns aber auf jenen sicheren, freien und hohen Standpunkt, wie er zur Beurtheilung von Fragen, wie die vorliegende, von Brefeld geschaffen ist, folgen wir dem Schöpfer des natürlichen Systems der Pilze durch jene Gedankengänge, welche vorzüglich im VIII., IX. und am Schluss des X. Bandes seines Werkes niedergelegt sind, so gewinnen wir das Verständniss für die neuen That-

sachen. Sie erscheinen alsdann nicht mehr befremdlich, sondern sie fügen sich dem von Brefeld aufgeführten Bau eines Systems der Pilze als Werkstücke ein, für welche die Lücken mit Bedacht, in genau passender Weite und Form offen gelassen waren. Dies ist es, was ich in dem vorliegenden Abschnitt der Arbeit zu zeigen habe.

Vor dem Erscheinen des VII. und VIII. Bandes der „Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie“ war von Nebenfruchtformen der Basidiomyceten nur äusserst wenig sicher bekannt. Man durfte damals mit Recht die ganze Klasse durch ihre Armuth an Nebenfruchtformen charakterisiren im Gegensatz zu den Ascomyceten, bei welchen Conidien mannigfachster Gestaltung in grosser Zahl bekannt geworden waren. „Dieser Standpunkt der Beurtheilung aber,“ so sagt Brefeld (Bd. VIII S. 187), „über die Nebenfruchtformen bei den Basidiomyceten erleidet nunmehr durch die neuen, jetzt ausgeführten Kulturversuche, wiewohl sich diese bis dahin nur erst auf einen Bruchtheil der bekannten Formen erstrecken, eine ganz vollständige Verschiebung. Die zahlreichen und verschiedenen Ergebnisse der Kulturen erweisen zuverlässig, dass die Basidiomyceten in der Vielseitigkeit und Vielgestaltigkeit ihrer Fruchtformen den übrigen Klassen der Pilze, und vornehmlich den Ascomyceten, als besonders pleomorphen Pilzen, in nichts nachstehen.“

Dieser Ausspruch mochte vielleicht manchem Leser des VIII. Bandes von Brefeld's Werk kühn und zu weitgehend erschienen sein, denn wenn man die Anzahl der bei Ascomyceten gefundenen Conidienformen der bei Basidiomyceten beobachteten gegenüberstellte, so ergab sich der Zahl nach immer noch ein ganz ausserordentliches Ueberwiegen der ersteren. Die Berechtigung jenes Ausspruchs gründete sich aber damals bereits auf die Ergebnisse der umfangreichen Ascomyceten Untersuchungen, welche erst später im IX. u. X. Band des Brefeld'schen Werkes veröffentlicht werden konnten. Mehr als 200 Basidiomyceten waren entwicklungsgeschichtlich geprüft, mehr als 400 Ascomyceten auf der anderen Seite. Auf Grund dieses reichen Thatsachenmaterials wurden Ascomyceten und Basidiomyceten als parallele Reihen der höheren Fadenpilze mit einleuchtender Klarheit erkannt. Beide Entwicklungsreihen liessen sich zurückführen auf gemeinsame Grundformen, welche bei den Zygomyceten und Oomyceten gegeben sind. Und diese Ableitung auf der einen Seite durch die Hemiasci hindurch zu den Exoasci und Carpoasci, auf der anderen durch die Hemibasidii hindurch zu den Uredineen, jener so lange verkannten und doch so scharf gekennzeichneten Proto-~~basidiomyceten~~

familie, und zu den Autobasidiomyceten, sie wurde mit einer Sicherheit und Natürlichkeit durchgeführt, wie sie für phylogenetische Betrachtungen kaum übertroffen werden können.

Es war nun klar, dass die bei Ascomyceten und Basidiomyceten vorkommenden Conidien auf gleichen Ursprung bei den conidientragenden Stammformen zurückgingen; was konnte natürlicher sein, als dass sie hier wie dort in ähnlicher oder gar gleicher Formgestaltung noch vorkommen? Hier wie dort fanden sich Sporen, welche unmittelbar, ohne Keimschlauch, mit Conidienbildung auskeimten, hier wie dort fand sich die Hefesprossung in unendlichen Generationen als besondere Form der Conidienbildung. Die winzig kleinen, zum Theil nicht mehr keimfähigen, meist in ungeheuren Massen gebildeten Conidien, die früheren Spermatien, sie fanden sich an einzelnen Mycelfäden sowohl, wie zu Lagern vereinigt, endlich auch in mehr oder weniger geschlossenen Behältern, den früheren Spermogonien, bei Ascomyceten und Basidiomyceten vor. Aber auch die grösseren keimkräftigen, stets als Conidien angesehenen Bildungen kommen in beiden Abtheilungen vor, zunächst in regelloser Anordnung seitwärts von Mycelfäden; weiterhin sehen wir den Ort der Conidienabgliederung bestimmter werden, nach den Enden der Fäden verlegt; endlich werden die conidienbildenden Fadentheile selbst verändert, und es entstehen jene überaus scharf gekennzeichneten Conidienköpfchen, für welche als allgemein bekanntestes Beispiel *Aspergillus* angeführt werden kann. „Soweit es die Existenz der verschiedenartigsten Nebenfruchtformen und deren Formbildung angeht, war mithin nach den vorausgegangenen Untersuchungen der Basidiomyceten die grosse Verschiedenheit, welche bis dahin zwischen den Ascomyceten und Basidiomyceten angenommen und mit besonderem Nachdruck betont wurde, im Wesentlichen allein schon beglichen, ja sie war nicht bloss beglichen sondern darüber hinaus zu einer völligen morphologischen Uebereinstimmung und Gleichstellung in den beiden Klassen der höheren Pilze ausgeglichen.“ (Bd. IX S. 19.) Für die richtige Beurtheilung der vorgebrachten Thatsachen konnte es vom vergleichend morphologischen Standpunkt aus nicht das mindeste Gewicht haben, wenn die Zahl der bis dahin beobachteten Basidiomycetenconidien zurückstand gegen diejenige der Ascomycetenconidien. War doch das Vorkommen aller bei den letzteren beobachteten Bildungstypen auch für jene nachgewiesen.

In den Conidienköpfen von *Heterobasidion annosum* waren basidienähnliche Conidienbildungen aufgefunden, und bis nahezu zur Un-

unterscheidbarkeit glichen sie solchen, welche weiterhin für gewisse Pezizen entdeckt wurden. Der Befund bei *Heterobasidion*, also der Nachweis eines Köpfchenschimmels als Entwicklungsgliedes einer hochentwickelten Polyporee stand vorläufig ganz vereinzelt da. Hatte es wohl nach dem vorhergegangenen irgend welche Wahrscheinlichkeit, dass er der einzige bleiben würde? Sollte unter den hunderten von Polyporeen, die in ihrer Basidienfrucht eine so auffällige Uebereinstimmung zur Schau tragen, nur diese einzige Form eine Conidienbildung besitzen? ja, in dem ganzen grossen Reich der Hymenomycten, geeint durch die überall gleiche viersporige Basidie, sollte nur an der einen Stelle die der Verbreitung der Arten so förderliche Conidienfruktifikation erhalten sein? — Brefeld selbst hat es nie angenommen. Eben hier meine ich, hat er deutlich die Stelle an dem Bauwerk des natürlichen Systems der Pilze bezeichnet, an welcher wir die Befunde an den Pilzen der Ameisen als ganz natürliche, vorher berechnete, ergänzende Glieder einschieben können. „Die grösser ausgebildeten und überaus charakteristisch gestalteten Conidienträger mit keimkräftigen Conidien zur Seite“ sind, wie Brefeld ausdrücklich sagt (Bd. IX S. 9), „vorläufig bei einer nicht grossen Zahl von Basidiomycten gefunden, bestehen aber gewiss noch bei andern, und werden nachträglich gefunden werden.“ — Wenn nun *Heterobasidion* Conidienköpfe bildet, welche denen der *Peziza vesiculosa* und *repanda* nahezu gleich sind, wenn alle andern Formen von Conidien bei Basidiomycten und Ascomyceten gleichermaassen sich finden, so kann es nur ganz natürlich erscheinen, dass bei den Hymenomycten auch Conidienköpfe existiren, gebaut nach dem Muster von *Aspergillus*, Köpfchen also, die mit basidienartigen Trägern ringsum besetzt sind und auf jedem Träger eine Kette von Conidien erzeugen. Und solcher Art sind unsere für *Rozites gongylophora* und den mit aller Wahrscheinlichkeit den Hymenomycten zugehörigen Pilz der Haarameisen aufgefundenen Conidienformen.

Es war, wenn man so sagen will, ein glücklicher Zufall, welcher uns den Nachweis ermöglichte, dass jene Conidienformen in einem Falle zu der *Rozites*, im anderen mit grösster Wahrscheinlichkeit zu einem Hymenomycten gehörten. Gesetzt den Fall, die Hüte von *Rozites gongylophora* wären für sich allein gefunden worden, ihr Zusammenhang mit dem Pilzgarten der Ameisen wäre unbeachtet geblieben, so ist nach den oben mitgetheilten Ergebnissen der Untersuchung klar, dass durch künstliche Kultur der Basidiensporen, oder auch durch Herleitung der Kulturen von Fruchtkörpertheilen des

Pilzes die Zugehörigkeit der Conidien niemals hätte festgestellt werden können.

Dass wir über die Bedingungen, welche die Bildung der höchsten Fruchtformen, der Ascus- oder Basidienfrüchte, im Gefolge haben, noch ganz im Unklaren sind, ist eine bekannte Thatsache. Insbesondere für die Ascomyceten ist durch eine grosse Zahl von Versuchen festgestellt, dass man Conidienformen in üppigen Kulturen unbegrenzt lange Zeit hindurch fortführen kann, ohne dass jemals die zugehörige Ascusfrucht gebildet wird. „*Penicillium* neigt das eine Mal leicht zur Bildung der Ascusfrüchte, welche ein anderes Mal unter ganz den gleichen Umständen vergeblich erwartet werden.“ (Bref. X. S. 349.) Bei Basidiomyceten ist es nur erst in ganz wenigen Fällen gelungen, die Basidienfruchtform künstlich zu erziehen, auch wenn auf dem angewendeten Nährboden die Mycelien des betreffenden Pilzes noch so üppig wachsen.

Ganz ebensowenig aber sind wir in sehr vielen Fällen im Klaren über die Bedingungen, welche das Auftreten von Conidienformen im Gefolge haben. „Manche Pilze brachten das eine Mal auf dem Objektträger Conidienformen, das andere Mal unter ganz denselben Verhältnissen und in der gleichen Nährlösung keine, sondern nur sterile Mycelien; wir haben nachgewiesen, dass von Spore zu Spore ein derartiger Unterschied sich geltend machen kann. Man darf daher aus dem negativen Erfolg einer Kultur bezüglich der Nebenfruchtformen noch nicht ohne weiteres den Schluss ziehen, dass die Ascusfrüchte die einzige Fruchtform des betreffenden Pilzes seien“ (Bref. X S. 341).

Wörtlich dasselbe lässt sich meines Erachtens für die Basidiomyceten sagen, und es wird durch die in dieser Arbeit mitgetheilten Ergebnisse bekräftigt. Wir sahen, dass ganz dieselben kleinen Flöckchen des Pilzgartens der Ameisen, wenn sie auf feuchtem Fliesspapier in feuchter Luft gehalten wurden, zur Conidienbildung übergingen, dass ganz dieselben Flöckchen aber, in Nährlösung ausgebreitet, niemals Conidien erzeugten, sondern nur in jenen, rein vegetativen Bildungen sich erschöpften, die wir als die Kohlrabiköpfchen kennen lernten. Es scheinen hier also geringe Unterschiede in der chemischen und vielleicht noch mehr in der physikalischen Beschaffenheit des Substrates einen grossen Einfluss auf die Entwicklungsrichtung der Mycelien auszuüben. — Beim Pilz der Haarameisen sahen wir, wie das dünnfädige schnallenträgende Mycel unter geeigneten Verhältnissen sich in ein dickfädiges schnallenloses verwandelt, welches kein Mykolog nach den

bisherigen Erfahrungen als mit jenem dünnfädigen zusammengehörig angesehen haben würde. Das letztere bleibt bei Kulturen in Nährlösung unverändert stets das gleiche und bildet niemals Conidien; aber auf dem von den Ameisen bereiteten Nährboden sich selbst überlassen, erfolgt seine Verwandlung mit Regelmässigkeit, und es treten die Conidien in die Erscheinung. Mit vollem Recht werden wir nach den vorliegenden Erfahrungen auch von den Hymenomyceten sagen, das Ausbleiben der Conidien in Nährlosungskulturen lasse keinen sicheren Schluss auf deren Fehlen zu. Mit grösster Wahrscheinlichkeit ist vielmehr anzunehmen, dass ausser den für diese Gruppe der Pilze bereits in so reicher Mannigfaltigkeit nachgewiesenen Cblamydosporenbildungen (zu denen die Oidien gehören) auch Conidienformen noch in grosser Zahl bestehen, und wir dürfen ihre Auffindung von der Zukunft mit Sicherheit erwarten.

Wir haben für *Rozites gongylophora* zwei verschiedene Formen der Conidienfruktifikation nachgewiesen (vgl. Fig. 9 u. Fig. 11 Taf. V). Das Verständniss dieser Thatsache bietet keinerlei Schwierigkeiten, sowie wir es in Vergleich mit den entsprechenden Beobachtungen bei Ascomyceten setzen. Auch dort kommen, wie schon seit längerer Zeit bekannt war, neben der Ascusfrucht bei manchen Pilzen mehrere verschiedene Conidienformen vor. Brefeld sagt darüber (Bd. X S. 346): „Noch ist aber eine weitere morphologische Steigerung der Conidie nach einer dritten Richtung hin möglich. Es verändern während der Dauer der Entwicklung die Sporen, welche von einem Conidienträger abgegliedert werden, ihre Form, wie z. B. bei *Nectria coccinea* oder *Heterosphaeria Patella*; er schnürt zweierlei Conidien ab, oder aber die Art der Abschnürung wird eine andere, wie wir an *Nectria Daldiniana* gesehen haben, wo einmal Köpfchen-, daneben aber auch Kettenbildung erfolgt.“

„Diese Spaltung in zweierlei Conidien vollzieht sich unter verschiedenen Umständen. Gewöhnlich erscheint eine zweite Sporenform zeitlich nach der ersten am gleichen Träger, wobei es ganz gleichgültig ist, ob es sich um einen freien Conidienträger oder um einen Fruchtkörper handelt; dahin gehören also auch neben den erwähnten Formen die Diaporthen mit zweierlei Pycnosporen. Es kann aber auch eine Vertheilung der beiderlei Conidien auf getrennte Träger oder Früchte erfolgen, von denen nun jeder bloss Sporen einer Art producirt wie bei *Pleomassaria rhodostoma*.“ — — „Dass nun ein jedes der Spaltungsproducte für sich wieder einen der oben ange deuteten Wege weiterer Differenzirung gehen kann, ist unschwer fest-

zustellen. Bei *Heterosphaeria Patella* bleibt zum Beispiel die eine Conidienform mit ovalen Sporen auf der Stufe des freien Trägers; die andere mit sichelförmigen Sporen tritt zwar ebenfalls auf dieser Stufe in die Erscheinung, wird aber weiterhin zur Pycnide gesteigert.“

Diesen Ausführungen Brefeld's bleibt für die Erklärung unseres Falles bei *Rozites* kaum etwas hinzuzusetzen. Die Anwendung ergibt sich ganz von selbst. Die nahen Beziehungen zwischen den beiden vorliegenden Conidienformen, wie sie oben näher beschrieben worden sind, ist ohne weiteres ersichtlich. Ihre Zurückführung auf eine gemeinsame Stammform bietet der Vorstellung keine Schwierigkeiten. Es ist aber klar, dass diejenige Conidienform, welche wir als die starke bezeichnet haben, an Höhe der Ausbildung der anderen vorausgeeilt ist. Die conidientragenden Keulen kommen bei ihr nicht mehr einzeln an beliebigen Mycelfäden vor, sondern sie sind auf bestimmte, zu dem Zweck der Conidienerzeugung veränderte Myceltheile gerückt. Wir haben Conidienfruchtstände von traubiger Anordnung, und innerhalb derselben wird jedes Fadenende zu einer conidientragenden Keule.

Ich habe nun bereits oben erwähnt (Seite 55), dass Fälle beobachtet wurden, wo die eben beschriebenen Conidienfruchtstände gleichsam noch übertroffen waren, wo grössere Theile unregelmässig verworrener Mycelfäden sich durchweg, nach allen Richtungen hin, mit den conidientragenden Keulen bedeckten, gleichsam in ein labyrinthisches Lager von Conidienkeulen übergingen, in welchem der traubige Aufbau der einzelnen Fadensysteme nicht mehr deutlich erkannt wurde. Und in diesen Fällen beobachtete ich, dass anstatt der Ketten auf je einem der flaschenförmigen Träger nur eine Conidie gebildet wurde, welche an Grösse die gewöhnlichen, kettenweise auftretenden Conidien übertraf. Die in dieser Weise einzeln gebildeten Conidien hatten 8 μ Länge, 3—4 μ Breite, sie waren somit vollkommen gleich den Basidiosporen der *Rozites*, mit denen sie auch durch die hellbraune Farbe übereinstimmten.

Nach dem Gesagten ist unzweifelhaft, dass die „starke“ Conidienform den echten Basidien der *Rozites* näher steht als die schwache. Immerhin ist auch sie nicht in demselben Grade basidienähnlich zu nennen, wie z. B. die bei *Heterobasidion annosum* oder bei *Tomentella flava* neben den Basidien vorkommenden Conidienformen es sind. Auch wenn nämlich die Conidienkeulen unserer *Rozites* zur typischen Vier-sporigkeit fortschritten, würden sie an Stelle der einfachen Sterigmen bei den Basidien jene aus kugligem Grunde zugespitzten Conidienträger besitzen, welche oben beschrieben wurden, und sie würden hier-

durch von den Basidien immer noch erheblich verschieden sein. Durch diesen Umstand wird aber die von Brefeld so klar als richtig erwiesene Anschauung, dass nämlich die Basidie nichts als der typisch gewordene Conidienträger sei, nicht im mindesten beeinträchtigt. Halten wir nur an dem Grundgedanken fest, dessen Richtigkeit durch die aus der Reihe der Ascomyceten angeführten Beispiele einleuchtet, dass nämlich eine Conidienform sich zu spalten vermag in zwei verschiedene, welche beide neben einander fortbestehen und sich je für sich weiter entwickeln, so steht der Annahme nichts entgegen, dass sie auch je für sich nochmals sich spalten konnten. Nur aus einer der verschiedenen, von gemeinsamer Grundform herstammenden Conidien ging die Basidie hervor; neben ihr konnten ein oder mehrere Conidienformen fortbestehen. Die grössere oder geringere Ähnlichkeit zwischen den zur Zeit neben einander bestehenden Basidien und Conidien hängt offenbar von der Entstehungsgeschichte im Einzelnen ab, und über diese können wir nur Muthmassungen hegen. Je früher die Abspaltung jenes Zweiges der Conidienform stattfand, der nachmalen den Basidien den Ursprung gab, um so länger Zeit hatten die nebenbei fortbestehenden Conidien, um sich ihrerseits umzugestalten, und um so grösser wird der Abstand sein zwischen ihrer derzeitigen äusseren Erscheinung und derjenigen der Basidien.

Von diesen Ueberlegungen ausgehend, meine ich, wird unser Verständniss der für den Entwicklungskreis von *Rozites gongylophora* nachgewiesenen Formen keinen Schwierigkeiten mehr begegnen. In der anfänglich überraschenden Thatsache, dass eine hochentwickelte Agaricine neben den Basidien zweierlei Conidienformen besitzt, erkennen wir nichts Anderes als eine neue Bestätigung der von Brefeld begründeten Auffassung, dass Ascomyceten und Basidiomyceten parallele Reihen der höheren Pilze darstellen, die zurückgehen auf gemeinsame Grundformen.

Im Besitz der Ascen, also der weiter entwickelten, und terrestrischer Lebensweise vollkommener angepassten Sporangienfruktifikation, da liegt der durchgreifende Unterschied der Ascomyceten gegenüber den Basidiomyceten. Die Conidien aber in der Art ihres Vorkommens und in der mannigfaltigen Ausgestaltung ihrer Form bilden nicht ein unterscheidendes, sondern ein bis in alle Einzelheiten gemeinsames Merkmal beider Klassen. Und nur in dem Besitz der höchstentwickelten Form, welche die Conidie bisher erreichte, also im Besitz der Basidie, liegt wiederum der Charakter der Basidiomyceten, durch welchen sie von allen bisher bekannten Ascomyceten scharf abgegrenzt sind.

Anhang.

Vereinzelte Beobachtungen an den für die Untersuchung gesammelten Ameisen.

Im Laufe der hier mitgetheilten Untersuchungen verzeichnete ich eine Reihe von Beobachtungen an Ameisen, welche zu den in dieser Arbeit verfolgten Zielen zwar nicht in unmittelbarer Beziehung standen, von denen einige aber dem Myrmekologen wichtig, andere geeignet sein dürften, zu weiteren Untersuchungen anzuregen.

Bei den drei vorzugsweise untersuchten *Atta*-Arten, *discigera*, *hystrix* und *coronata*, ist hier bei Blumenau nach meinen Beobachtungen das Vorkommen der Geschlechtsthiere ausschliesslich auf die Monate December und Januar beschränkt. Trotz der grossen Anzahl von Nestern, welche zu allen Zeiten des Jahres durchsucht wurden, um die Pilzgärten, frei von Ameisen, zu gewinnen, wurden ausser dieser Zeit Geschlechtsinsekten nicht beobachtet. Die einzigen Ausnahmen von dieser Regel bilden ein flügelloses Weibchen von *A. coronata*, welches am 14. April 1892 und ein eben solches von *A. discigera*, welches am 23. Juli 1892 vereinzelt in dem Pilzgarten angetroffen wurde. Von Ende Januar bis Mai findet man Larven und Puppen fast ausnahmslos in jedem Neste. Nach dem 20. Mai fanden sich keine Larven mehr, wohl aber Puppen noch in den meisten Nestern. Gegen Ende Mai und Anfang Juni geht die Ausfärbung der letzten Puppen vor sich. Vom 10. Juni an wurden in keinem Nest mehr weder Eier, noch Larven oder Puppen gefunden. Im Jahre 1891 und ebenso wieder 1892 fanden sich von Ende Juli bezw. Anfang August an in nahezu allen Nestern auffallend reichlich Eier vor, obwohl in den betreffenden Nestern trotz vielfachen Suchens Weibchen nicht

zu entdecken waren. Die Grösse der länglich runden Eier beträgt 450μ in der Länge und 320μ in der Dicke. Die Eier liegen nicht einzeln, sondern zu Häufchen von 10 bis über 100 Stück vereinigt. Sie sind vollkommen in locker verwebte Pilzfäden eingebettet, und das ganze Häufchen ist von aussen mehr oder weniger fest mit Pilzfäden umspinnen. Die Pilzfäden sind dieselben, welche die Gärten durchwuchern. Es ist nothwendig anzunehmen, dass die Ameisen ihre Eier absichtlich in die Pilzfäden verpacken, und die letzteren in ähnlicher Weise leiten, vielleicht verflechten, wie *Apt. pilosum* es thut, um ihren ganzen Garten mit einem sackartigen Mantel und Pilzmycel zu umgeben. Wenn man einen Pilzgarten, in welchem sich Eier befinden, zerstört, so sieht man alsbald die Ameisen eifrigst die mycelumspinnenen Eierpacketchen hin und herschleppen. Man könnte glauben, dass die merkwürdige Verpackung der Eier den Zweck habe, grössere Mengen von Eiern zu einer Traglast zu vereinigen. Eine Ameise kann Dank jener Verpackung gegen 100 Eier auf einmal schleppen. — Vom Ende September an findet man wieder Larven und Puppen in den Nestern bis zum Auftreten der geflügelten Insekten im December.

Woher die von Anfang August an in allen Nestern häufigen Eierpacketchen stammen, ist mir nicht ganz klar. Von dem einen erwähnten Ausnahmefall abgesehen, konnten in den betreffenden Nestern Weibchen nie entdeckt werden. Jenes eine flügellose Weibchen vom 23. Juli hielt ich in Gefangenschaft mit einer grösseren Anzahl von Arbeiterinnen in einem Pilzgarten, der alsbald in der gewöhnlichen Art und Weise sorgfältig aufgebaut wurde. Versuchsweise sperrte ich das Weibchen am 10. August für eine Nacht unter ein auf einer Glasplatte ruhendes Uhrglas, mit nur einem kleinen Flöckchen des Pilzgartens als Nahrung. Es fand sich, dass die Ameise in der Zeit von 9 Uhr Abends bis 9 Uhr Morgens 51 Eier gelegt hatte. Es erscheint mir immerhin möglich, wenn auch recht unwahrscheinlich, dass in jedem Nest vielleicht nur ein oder sehr wenige Weibchen vorhanden sind, von denen eines nur in dem einen Ausnahmefalle entdeckt wurde. Fehlen aber im Allgemeinen die Weibchen um diese Jahreszeit wirklich, so müssen die Eier von Arbeiterinnen gelegt sein. Dass Arbeiterinnen von Schleppameisen wenigstens je ein reifes Ei in ihrem Hinterleib tragen können, hat Dr. Fritz Müller vor Jahren schon festgestellt.

Die Larven der Schleppameisen sind von einer weissen, fast glänzenden Haut umschlossen. Auf derselben stehen in weitem Ab-

stand von einander braune Haare, welche am Ende gegabelt, an beiden Gabelästen zugespitzt und wie ein zweiarmiger Anker zurückgebogen sind (Fig. 36 Taf. VII). Diese Haare sind 170μ lang. Wenn man ein Ameisennest stört, so sieht man oftmals die kleinsten Arbeiterinnen sich mit Larven beladen, welche vielmal grösser sind als sie selbst. Nun können die kleinsten Schlepperinnen ihre Kinnbacken nicht so weit öffnen, als es erforderlich wäre, um die grossen glatten Larven zu packen. Ich vermuthe, dass die beschriebenen Haare mit ihren Widerhaken ihnen als Angriffspunkte für die Kinnbacken dienen, ja vielleicht liegt hierin der eigentliche Zweck jener Haargebilde.

Gleich wie die Eier stets von Pilzfäden umspinnen sind, so findet man auch sehr häufig die nackten Puppen unserer Ameisen dicht mit Pilzfäden umzogen, gleichsam in ein lockeres Pilzfadengewebe eingehüllt. Nun wissen wir durch Herrn Professor Forel's vielfältige Beobachtungen, einen wie grossen Werth die Ameisen auf die vollkommene Sauberkeit ihrer Puppen legen. Und auch bei unseren Schleppameisen können wir uns davon überzeugen. Man hat nur nöthig, einzelne Puppen, welche durch anhaftende Erdkrümchen beschmutzt sind, mit wenigen Arbeiterinnen zusammen einzusperren, und man wird sehen, wie sorgfältig in kürzester Zeit die Puppen blank geputzt werden. Hiernach kann man nicht wohl annehmen, dass die Ameisen aus Nachlässigkeit die Pilzumhüllung der Puppen zu Stande kommen lassen. Auch macht es durchaus den Eindruck, als seien die betreffenden Puppen von allen Seiten absichtlich und gleichmässig mit den Pilzfäden umhüllt. Niemals aber fand ich alle Puppen eines Nestes so verpackt, die meisten sind frei und blank. Eine Erklärung der auffallenden Thatsache vermag ich nicht zu vermuthen.

Die Haarameisen verhalten sich bezüglich des Vorkommens von Geschlechtsinsekten weit verschieden von den Schleppameisen. Bei den letzteren war der Befund an Geschlechtsinsekten, an Eiern, Larven und Puppen zur selben Zeit des Jahres in allen Nestern, die ich untersuchte, ziemlich derselbe, bei den Haarameisen scheint indessen bezüglich des Vorkommens aller dieser Entwicklungsstufen eine vollständige Regellosigkeit zu herrschen, und der Befund war in den an ein und demselben Tage aufgefundenen Nestern derselben Art oftmals ganz verschieden. Im Allgemeinen schien mir zwischen den verschiedenen Arten der Haarameisen in den hier in Betracht kommenden Beziehungen kein Unterschied bemerkbar. Meine Beobachtungen, die sich auf etwa 100 Nester erstreckten, sind indessen nicht von ferne ausreichend, um sichere Schlüsse hierüber zu gestatten.

Geschlechtsinsekten wurden in den allermeisten Nestern zu allen Zeiten des Jahres gefunden, und zwar bald nur geflügelte, bald nur flügellose, dann wieder geflügelte und flügellose zusammen. Dass die geflügelten Männchen und Weibchen mehrere Monate leben, ohne die Flügel abzuwerfen, habe ich an gefangen gehaltenen Ameisen mehrmals beobachtet. In einem Nest von *Apt. Wasmanni* z. B., welches am 17. Mai gefunden wurde, befanden sich eine grosse Anzahl geflügelter Geschlechtsinsekten. Der Pilzgarten nebst allen seinen Bewohnern wurde in eine Glasschale mit feuchtem Sand gethan und dort sorgsam von den Ameisen wieder aufgebaut. Die mit hineingesetzten Geschlechtsinsekten lebten bis Anfang September in geflügeltem Zustande darin; um diese Zeit verloren sie die Flügel, und die Männchen verschwanden dann, während die Weibchen noch weiterhin mit den Arbeiterinnen zusammen lebten. Auch geflügelte Geschlechtsthiere von *Apt. pilosum* und *Apt. IV* hielt ich monatelang in Gefangenschaft. Im April fand ich einmal in einem Nest zehn geflügelte Männchen und kein Weibchen. Dies war aber ein Ausnahmefall, während Weibchen ohne Männchen sehr häufig beobachtet wurden. Dass an demselben Tage in manchen Nestern Geschlechtsthiere zahlreich, in andern dagegen nur Arbeiterinnen angetroffen wurden, kam häufig vor. Ohne alle Ausnahme habe ich Larven und Puppen in der Zeit vom April bis gegen Ende des Jahres niemals gefunden, wohl aber fanden sich solche in vielen Nestern vom Januar bis zum April. Um so auffallender ist das mehrmals und sicher im Mai und Juni beobachtete Vorkommen von einzeln im Pilzgarten liegenden Eiern. — Die Eier sind hier oftmals, jedoch nicht immer, in Pilzfäden wie in eine Hülle eingebettet, aber niemals in grösserer Zahl zu Klümpchen vereint. Die auffallende Umspinnung mit Pilzfäden kommt auch bei den Puppen der Haarameisen häufig vor.

Von den Höckerameisen gilt mit geringen Abweichungen dasselbe, was ich über die Haarameisen eben bemerkte. Eine Puppe, und zwar wiederum in Pilzfäden eingesponnen, wurde ausnahmsweise noch am 20. Mai aufgefunden. Obwohl ich von da ab bis zum Ende September in jedem Monat eine grössere Zahl von Nestern durchsuchte, fand ich nie mehr in diesen Monaten eine Larve oder Puppe, wohl aber, grade wie bei den Haarameisen, im Juni Eier, welche in Pilzfäden eingehüllt waren.

Im Allgemeinen wurden Geschlechtsinsekten, insbesondere geflügelte, weit weniger zahlreich gefunden als bei den Haarameisen, so z. B. vom Mai bis September 1892 unter 32 Fällen 15mal je nur ein

flügelloses Weibchen, einmal zwei solche und nur dreimal und zwar an demselben Tage, dem 3. August, je ein bzw. 3 geflügelte Männchen. Häufiger als bei den Haarameisen findet man Nester, welche nur Arbeiterinnen beherbergen. Dass aber auch bei den Höckerameisen Geschlechtsinsekten, zum wenigsten Weibchen, das ganze Jahr hindurch vorkommen, kann nach meinen Beobachtungen als sicher gelten.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. V.

- Fig. 1—6. Querschnitte durch verschieden alte Fruchtkörperanlagen der von den Atta-Arten kultivirten Agaricine (*Rozites gongylophora*). 1—5 nat. Gr.; 6 wenig verkleinert.
- Fig. 7. Basidien desselben Pilzes, mit abgefallenen, mit eben angelegten und mit einer reifen noch ansitzenden Spore. Vergr. 1 : 500.
- Fig. 8. Drei ausgekeimte Sporen desselben Pilzes. Vergr. 1 : 500.
- Fig. 9. Die auf dem Pilzgarten der Atta-Arten nach Entfernung der Ameisen auftretende „starke“ Conidienform. Vergr. 1 : 220.
- Fig. 10. Kleineres Mycelstück mit denselben noch nicht voll entwickelten Conidienträgern. Vergr. 1 : 300.
- Fig. 11. Die auf dem Pilzgarten der Atta-Arten, nach Entfernung der Ameisen auftretende „schwache“ Conidienform mit den „Perlenfäden“. Vergr. 1 : 220.
- Fig. 12. Die ebenda auftretenden „Stranganschwellungen“ Vergr. 1 : 220.

Taf. VI.

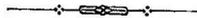
- Fig. 13. Nachweis des Fadenzusammenhanges zwischen den „Stranganschwellungen“ und der „starken“ Conidienform. Bei x abgestorbene und entleerte Hyphenzellen. Vergr. 1 : 220.
- Fig. 14. Nachweis des Fadenzusammenhanges zwischen den „Perlenfäden“ und der „starken“ Conidienform. Vergr. 1 : 220.
- Fig. 14a. Stärkere Vergrößerung desjenigen Theiles der vorigen Figur, in welchem die verbindenden, jedoch abgestorbenen und entleerten Hyphenzellen sich befinden.

- Fig. 15. Aus einem Fadenstück mit der „starken“ Conidienform wächst als seltene Ausnahme ein „Perlenfaden“, der im weiteren Verlauf „Stranganschwellungen“ zeigt. Das gezeichnete Stück stellt die Mitte eines weit ausgebreiteten künstlich gezogenen Mycels dar, welches an keiner andern Stelle, als der gezeichneten je wieder „Perlenfäden“ oder Anschwellungen zeigte, sondern nur die „starke“ Conidienform wieder hervorbrachte. Vergr. 1:220.
- Fig. 16. Keimung einer Conidie der starken Form. Daneben ungekeimte Conidien derselben Form. Vergr. 1:500.
- Fig. 17. Conidienträger der „schwachen“ Form mit unregelmässig geformten, weil bereits zur Keimung anschwellenden Conidien, aus einem Perlenfaden hervorgehend. Vergr. 1:500.
- Fig. 18. Die Perlenbildungen kommen unmittelbar auf den Stranganschwellungen vor. Vergr. 1:500.
- Fig. 19. Keimung aus einer Conidie der „schwachen“ Form. Vergr. 1:500.
- Fig. 20. Unregelmässig kuglige Anschwellungen, wie sie an dem aus einer Conidie der „starken“ Form in künstlicher Nährlösung gezogenen Mycel, bei vollkommener Reinheit des Kulturtröpfens, unter Flüssigkeit gebildet werden. Vergr. 1:220.
- Fig. 21. Zwei ausnahmsweise unregelmässig gebildete Conidienträger der schwachen Form. Vergr. 1:200.

Taf. VII.

- Fig. 22. Kohlrabihäufchen aus dem Pilzgarten der Schleppameisen. Einzelne Kohlrabiköpfchen unter Wasser getaucht, andre in die Luft ragend. Vergr. 1:150.
- Fig. 23. Einzelne Kohlrabiköpfe, eben daher; ausnahmsweise entstehen Kohlrabiköpfe im Verlauf der Fäden. Vergr. 1:220.
- Fig. 24. Einzelnes Kohlrabiköpfchen, ebendaher; unter Wasser getaucht. Vergr. 1:500.
- Fig. 25. Einige unregelmässig angeschwollene Fäden, wie solche zu Mycelflöckchen unbestimmter Grösse vereint, die Kohlrabihäufchen in den Pilzgärten von *Cyphomyrmex auritus* ersetzen. Vergr. 1:270.
- Fig. 26. Kohlrabihäufchen aus einem Pilzgarten von *Cyphomyrmex*

- strigatus; unter Wasser getaucht und mit Deckglas bedeckt. Vergr. 1 : 270.
- Fig. 27. Kohlrabihäufchen aus einem Pilzgarten von *Apterostigma Wasmanni*; unter Wasser getaucht und mit Deckglas bedeckt. Vergr. 1 : 270.
- Fig. 28. Längsschnitt durch ein unreifes Conidienköpfchen des Pilzes der Haarameisen. Vergr. 1 : 560.
- Fig. 29. Die Conidienform des Pilzes der Haarameisen. Links ein vollkommen reifes Köpfchen. Vergr. 1 : 270.
- Fig. 30. Unregelmässige Anschwellungen, welche in Nährlösungskulturen des Pilzes der Haarameisen an den Enden der Luftfäden auftreten. Vergr. 1 : 500.
- Fig. 31. Die einzelnen Kohlrabiköpfe der Haarameisen wachsen in Nährlösung zu Fäden aus. Vergr. 1 : 150.
- Fig. 32. Ein einzelnes Kohlrabiköpfchen, entnommen der durch die folgende Fig. 33 dargestellten Kultur; unter Wasser getaucht. Vergr. 1 : 220.
- Fig. 33. Stück aus dem Rande einer Kultur in Nährlösung, in welcher der Pilz der Schleppameisen zur Kohlrabibildung übergeht. Vergr. 1 : 220.
- Fig. 34. Kohlrabiköpfchen der Schleppameisen in Nährlösung. Der tragende Faden wächst weiter aus, während das Protoplasma der Köpfchen in den Faden zurückwandert. Vergr. 1 : 220.
- Fig. 35. Ein Kohlrabiköpfchen der Schleppameisen wächst ausnahmsweise in Nährlösung zum Faden aus. Vergr. 1 : 220.
- Fig. 36. Eines der Haare, mit welchen die Larven der Schleppameisen besetzt sind. Vergr. 1 : 150.
- Fig. 37. Kohlrabiähnliche Anschwellungen an den aus Conidien des Haarameisenpilzes in Nährlösung erzeugten Mycelien. Vergr. 1 : 220.



Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a/S

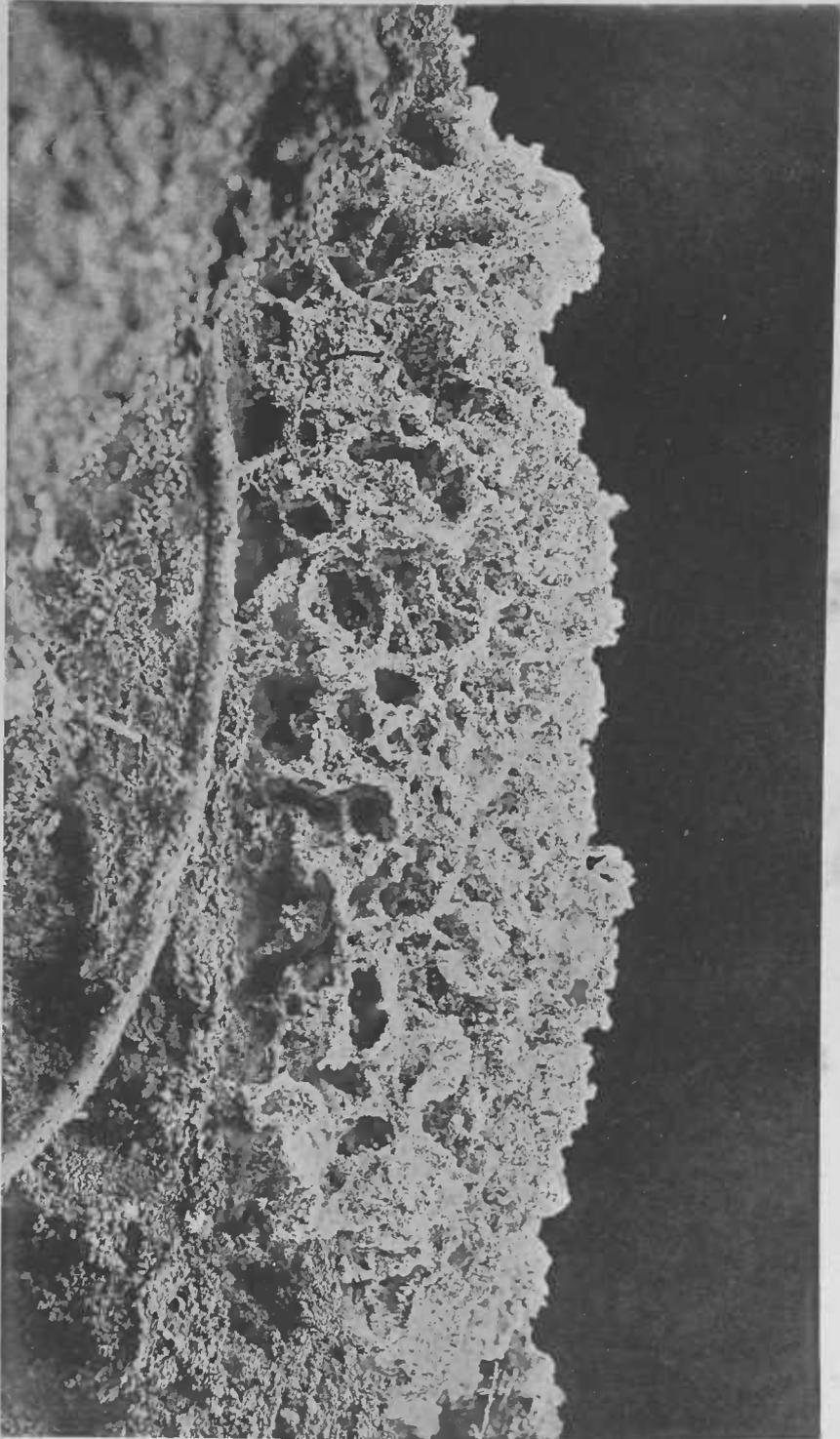


Rozites gongylophora. Eine Culturpflanze der Blattschneide-Ameisen.
 $\frac{5}{9}$ der natürlichen Grösse.

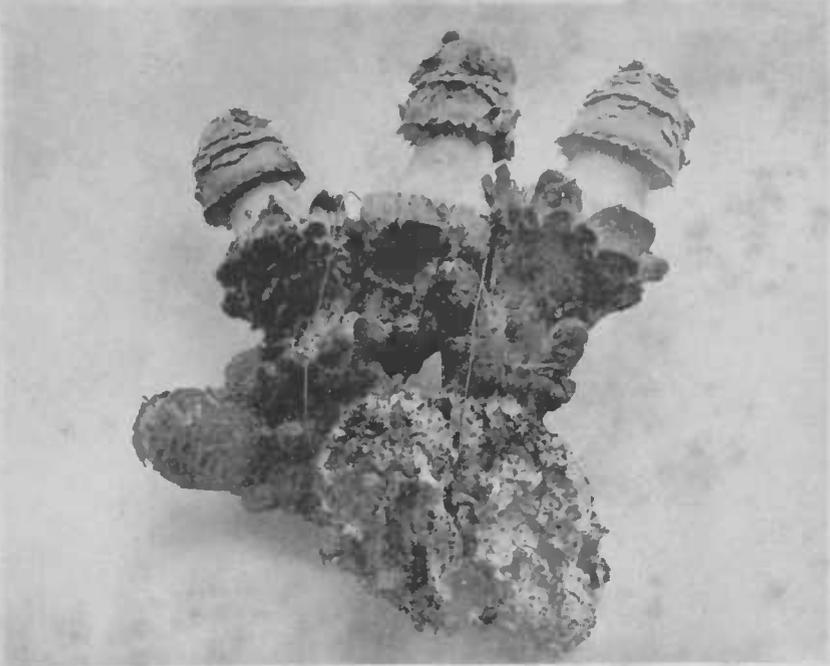


Freigelegtes Nest von *Atta discigera*.

$\frac{1}{7}$ der natürlichen Grösse.

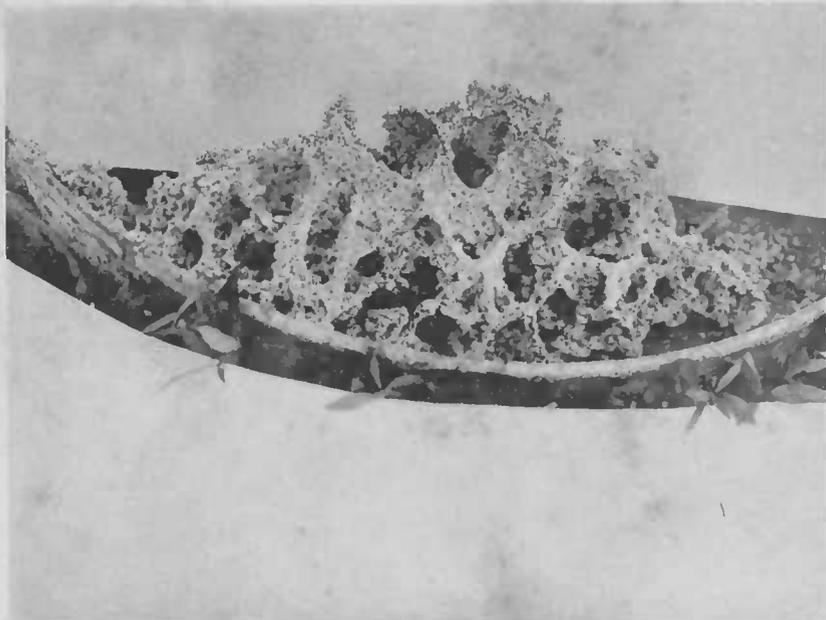


Pilzgarten der *Atta discigera*.
Natürliche Grösse.



Rozites gongylophora, aufbrechend.

$\frac{6}{10}$ der natürlichen Grösse.



In der Gefangenschaft innerhalb dreier Tage erbauter Pilzgarten.

Natürliche Grösse.

