

Galle und Mine.

Unter besonderer Berücksichtigung der Beziehungen der beiden Fraßformen zueinander.

Von Dr. Martin Hering, Berlin N 4, Zoolog. Museum.

Schon seit sehr langer Zeit haben die als Gallen bezeichneten Auswüchse usw. an den verschiedensten Pflanzenteilen das Interesse nicht nur der Forscher, sondern auch der Laien wachgerufen. Waren sie zuerst nur von Interesse für den Botaniker gewesen und nur in botanischen Werken berücksichtigt worden, so wandte sich später doch die Zoologie ihnen mit erhöhter Aufmerksamkeit zu, nachdem man erkannte, daß außer pflanzlichen Parasiten, wie den Pilzen, auch eine große Anzahl von Tieren als Erzeuger dieser Gebilde in Frage kamen. Bald erwies es sich, daß hier ein fast unübersehbares Gebiet vorlag, auf das sich die Wissenschaft einstellte, indem sie eine besondere Disziplin der Phytopathologie entstehen ließ, die sich mit der Lehre von der Kenntnis der Gallen oder Cecidien, ihren Ursachen, Wirkungen, Erregern usw. beschäftigte. Einen umfangreichen Jüngerkreis hat so die Cecidologie gewonnen, und die praktischen Resultate dieser Arbeit zeigten sich bald in abschließenden Werken und größeren Arbeiten; sogar die Philosophie wurde von diesem Gebiete aus befruchtet; nimmt doch die Lehre von der „fremddienlichen Zweckmäßigkeit“ eine ihrer Stützen aus dem Tatsachenmaterial, das durch die Cecidologie erschlossen wurde.

Nicht so günstig liegen die Verhältnisse bei der Schwesterwissenschaft der Gallenkunde, bei der Lehre von den Minen oder der Hyponomie. Minen sind ebenfalls schon in frühen Zeiten zur Beobachtung gelangt; die Werke von Swammerdam, De Geer, Frisch u. a. enthalten schon eine stattliche Anzahl hyponomologischer Beobachtungen, und Reaumur, der Vater des Wortes „Mine“, hat diesen Gebilden einen besondern Teil seiner Memoiren gewidmet. Eine planmäßige Erforschung dieser Fraßform setzte aber erst in den letzten Jahrzehnten ein, und so ist es nicht zu verwundern, daß vorläufig noch die Fülle der zu bewältigenden Einzel Tatsachen zu groß ist, als daß die allgemeineren Probleme, die sich in dieser oekologischen Eigentümlichkeit darbieten, verarbeitet werden können. So kommt es auch, daß auf die Beziehungen zwischen beiden Gebieten, von denen hier gesprochen werden soll, bisher viel zu wenig geachtet worden ist. Gerade sie sind aber ganz ungemein reizvoll aus mehreren Gründen. Einmal sind die Cecidozoën und Hyponomozoën durchaus keine einheitlich entstandenen Gruppen; in beiden Fällen muß man

von einer polyphyletischen Entwicklung dieser eigentümlichen Fraßarten sprechen; eine solche gibt dem vergleichenden Zoologen immer Rätsel in großer Anzahl auf, und besonders Analogie und Homologie in ihren Beziehungen zueinander erscheinen bei jeder neuen polyphyletischen Entwicklung in einem interessanten und neuen Lichte. Zum anderen kann aber auch die Cecidologie selbst noch aus dem Nachspüren nach den Beziehungen zwischen beiden Fraßformen profitieren; es wird weiter unten zu zeigen sein, wie man sich die Entstehung von Gallen überhaupt aus der Untersuchung der Minen erklären kann. Es ist an diesem Orte nicht Platz und Raum genug, um diese Beziehungen erschöpfend zu behandeln; einige Beispiele nur sollen zeigen, wie eng die beiden biologischen Eigentümlichkeiten des Insektenfraßes miteinander verknüpft sind. Wer weitere Aufschlüsse sucht, sei auf des Verfassers zusammenfassende Arbeit über die Oekologie der blattminierenden Insektenlarven verwiesen. Hier sollen uns nur zwei Fragen beschäftigen, nämlich einmal eine Zusammenfassung von Tatsachen, die die enge Berührung beider Gebiete miteinander bezeugen, und zum andern die Frage, wie es kommt, daß in dem einen Falle eine Mine, im andern eine Galle entsteht.

Wenn wir nach den Berührungspunkten zwischen der Cecidologie und der Hyponomie fragen, also nach Fraßgebilden, die halb Mine, halb schon Galle sind, müssen wir zunächst begrifflich beide Fraßformen trennen und für beide eine annähernd genaue Definition finden. Diese Definitionen sind seit langen Zeiten schon immer recht unbestimmt gewesen; der Begriff der Mine bzw. der Galle wurde von einem Forscher enger, vom andern wieder weiter gefaßt. Nach dem jetzt herrschenden Gebrauch bezeichnet man als Mine einen Fraßgang im Innern parenchymatöser Gewebe oder auch nur der Epidermiszellen der Pflanze, der nach außen vollständig durch die Epidermis oder wenigstens durch ihre Cuticula abgeschlossen wird. Es ist erklärlich, daß solche Fraßbilder am häufigsten in den Blättern der Pflanzen angetroffen werden, wobei dann beide Epidermen stehen bleiben und den Fraßgang nach außen abschließen. Aber auch in der Stengelrinde und der parenchymhaltigen grünen Rinde von Stämmen kommen Minen vor, die zum Abschluß nach außen nur eine Schicht Epidermis brauchen, während auf der andern Seite der Hohlraum durch die tiefer gelegenen Stengelgewebe abgeschlossen wird. Selten kommen Hyponomien auch in Früchten und Blüten, sofern sie grünes Parenchym enthalten, vor. Das Kennzeichen der Mine besteht nun darin, daß der aktive Teil das die Mine erzeugende Insekt ist; die Pflanze verhält sich vollkommen passiv; sie bildet keine Reaktionen aus, die der Insektenlarve in ihrem Innern zugute kommen. Die anscheinenden Ausnahmen von dieser Regel sollen weiter unten besprochen werden.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den Gallerzeugern. Als Galle im weitern Sinne bezeichnet man

jede durch die Fraßtätigkeit eines Lebewesens erzeugte Veränderung der pflanzlichen Gewebe, die in einer Beziehung zu den Einwohnern der Galle steht. Gewöhnlich handelt es sich dabei um eine ernährungsphysiologische Beziehung. In diesem Falle erfolgt auf die Fraßtätigkeit der Insektenlarve z. B. eine Reaktion der Pflanze; diese letztere bildet gewisse Zellen oder Gewebe aus, die normalerweise an dieser Stelle oder zu dieser Zeit nicht auftreten, und diese Neubildungen dienen dann der betreffenden Larve als Nahrung. Hier verhält sich also die Pflanze den Gallenerzeugern gegenüber aktiv, nicht passiv wie bei Minenerzeugern, und darin liegt der große Unterschied zwischen Hyponom und Cecidium. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die cecidogenen Insekten die mehr spezialisierten und angepaßten sind, während die Adaption der hyponomogenen Arten noch nicht so weit vorgeschritten ist. Aus der Begriffsbestimmung ergibt sich aber schon, daß die Grenzlinie zwischen diesen beiden endophagen Lebensformen nicht immer leicht zu ziehen ist; denn nicht immer läßt sich ohne weiteres nachweisen, daß die als Reaktion der Pflanze entstandenen Neubildungen für die Larve von unmittelbarer Wichtigkeit sind, und so gibt es in der Tat eine ganze Anzahl von Insektenarten, die von der einen Seite als Minenerzeuger, von der andern als Gallbildner angesprochen werden. Zwei Beispiele mögen das erläutern. *Nepticula argyropeza* Z. und *N. turbidella* H. S. beginnen ihre Fraßtätigkeit im Stiele von Pappelblättern, erstere in denen der Espe, letztere in denen der Schwarz- und Silberpappel. Als Folge ihrer Fraßtätigkeit erfolgt eine Verdickung des Blattstieles, die als eine histioide Galle anzusprechen ist, da bei ihr eine Neubildung (Vergrößerung und Vermehrung von Zellen) erfolgt. (Bei der organoiden Galle wird ein neues Organ gebildet, z. B. Laubblätter in einer Blüte usw.) Zunächst profitiert das kleine Räumchen der *Nepticula* davon nicht, da es seinen Gang weiter fortsetzt und bis in die Blattspreite vordringt, wo es noch einen langen Gang erzeugt, in dem der Kot zweireihig gelagert ist. Wir wissen, daß die zweireihige Anordnung der Kotballen in schmalen Gängen eine Eigentümlichkeit der Dipterenlarven ist; bei Lepidopteren werden die Exkremente einreihig in der Mitte des Ganges abgelagert. Diese Eigenart der zweireihigen Ablagerung, die in Europa nur bei diesen beiden Lepidopterenminen zu beobachten ist (in Nordamerika gibt es dagegen weitere Arten!), steht in besonderer Beziehung zu einer eigentümlichen Gewohnheit der Raupe. Sie zieht sich nämlich in den Fraßpausen und bei drohender Gefahr immer wieder in den Blattstiel zurück, wo sie nicht sichtbar ist. Um die Passage frei zu halten, findet man hier die von der Norm abweichende Art der Kotablagerung in der Blattmine. Wenn die Raupe nach ihrem primären Gang im Blattstiel zurückkehrt, ist sie natürlich größer als zu der Zeit, wo sie diesen ersten Gang angelegt hat. Es versteht sich von selbst, daß sie deshalb auch dort wiederum fressen muß, um den Gang geräu-

miger zu gestalten. Sie verzehrt also die Zellen, die von der Pflanze als Reaktion auf ihre Miniertätigkeit gebildet wurden, und damit ist der Begriff einer cecidoïden Lebensweise gegeben. Allerdings muß hervorgehoben werden, daß sie sich nicht ausschließlich von diesen Bildungen ernährt, nicht auf sie angewiesen ist, so daß nach der engsten Begriffsfassung für *Cecidium* eine Galle hier nicht vorliegt. Aus diesen geschilderten Erscheinungen erklärt es sich, daß diese beiden *Nepticula*-Arten sowohl in den Listen der Gallenerzeuger wie auch der Minenerzeuger sich finden. Der zweite Fall betrifft die Raupen der Zünsler *Phlyctaenodes pustulalis* Hb. und *Cynaeda dentalis* Schiff. Beide minieren in den Blättern von Asperifoliaceen. Das geschieht nun in ganz eigenartiger Weise, indem nämlich etwa in der Mitte des Blattes von der Raupe, vermutlich mittels Spinntätigkeit, das Blatt zusammengezogen wird, wodurch eine große kugelförmige Blase entsteht. In dieser hält sich die Raupe auf, wenn sie nicht frißt, und von hier aus weidet sie dann lange und breite Gänge in den übrigen Teil des Blattes hinein. Das ganze Gebilde ist nichts anderes als eine etwas komplizierte Blasenmine. Manche Beobachter, die diese Verhältnisse nicht genauer untersuchten, sahen darin eine knollige Anschwellung des Blattes, und so kommt es, daß diese Arten nicht nur in den Listen der Minierer geführt werden, sondern auch als Gallenerzeuger gelten. Wir sehen auch hier, wie die beiden Formen der Fraßbilder ineinander übergehen.

Es gibt nun auch gewisse Arten, bei denen sowohl eine Mine wie auch eine Galle ausgebildet werden kann. Frost berichtet, daß in Nordamerika *Agromyza laterella* Zett. in den Blättern von *Iris versicolor* lebt. Sie wählt zunächst die äußeren Blätter dieser Pflanze und erzeugt in ihnen Minen; später geht sie in die inneren, noch in der Entwicklung begriffenen Blätter, und hier entstehen als Folge ihrer Fraßtätigkeit Gallen. Ein und dieselbe Art kann hier also als hyponomogen wie auch als cecidogen bezeichnet werden. Nicht selten kommt es auch vor, daß eine Art, die bei uns in Minen lebt, in Südeuropa z. B. Gallen erzeugt; hier kann es sich aber um oekologische Verschiedenheiten zweier Rassen derselben Art handeln; zudem sind alle diese südeuropäischen Arten in ihrer Lebensweise noch nicht so gründlich erforscht worden, wie es bei den mittel- und nordeuropäischen der Fall ist, so daß hier vielleicht noch manches zu berichtigen wäre.

In allen bisher geschilderten Fällen war es aber immer noch möglich, rein begrifflich Mine und Galle zu trennen, wenn auch zuweilen die Art des Erzeugers in beiden Fällen dieselbe war. Von besonderem Interesse sind aber nun die Erscheinungen, bei denen Übergangsformen zwischen beiden Fraßbildern ausgeprägt werden. Wir haben schon erwähnt, daß wir die Galle als die mehr spezialisierte Art der Phytophagie gegenüber der Mine ansehen müssen. Es wäre zu untersuchen, ob nicht hochspezialisierte Formen von Minen zu finden sind, die schon den Charakter der Galle zum wenigsten angedeutet besitzen. In der Tat kennt man solche Bildungen; es sind das alle die Fraßgänge, in denen

Callusbildungen vorkommen. Durchschneidet man bei gewissen Hyponomien das Blatt mit dem die Mine enthaltenden Teil der Quere nach und untersucht den Minenhohlraum unter dem Mikroskop, so ist man erstaunt, keinen eigentlichen Hohlraum zu erkennen. Das ganze Volumen des Fraßganges ist dann mehr oder weniger von Zellgewebe erfüllt, das aber nicht aus den normalen Zellen des Blattes besteht. Diese Füllzellen haben vielmehr eine viel dünnere Zellwand, sie sind viel größer als irgendwelche normalen Zellen des Blattes und besitzen nur wenig oder gar kein Blattgrün, sind also ganz blaß gefärbt. Sie können auf verschiedene Weise entstehen, worauf hier nicht weiter eingegangen werden kann. Nach angestellten Versuchen und Experimenten hat sich herausgestellt, daß Kohlehydrate, Stärke und Zucker also, durch diese Zellen nicht hindurchgehen können, daß sie aber geeignet sind, nach den durch den Minengang vom übrigen Teil des Blattes isolierten Partien Wasser (und wahrscheinlich auch Eiweißstoffe) zu leiten. Haben wir nun hier schon eine Galle vor uns? Die Pflanze ist auf den Angriff der endophagen Insektenlarve nicht passiv geblieben, sondern hat mit einer Reaktion, eben der Bildung dieser Calluszellen, geantwortet. Und doch liegt noch keine Galle vor, da der zweite Teil unserer Definition, die wir oben von der Galle gaben, noch nicht erfüllt ist; wohl ist eine Veränderung der pflanzlichen Gewebe infolge der Fraßtätigkeit der Insektenlarve erfolgt; es fehlt aber der ernährungsphysiologische Zusammenhang dieser Bildungen mit dem Erzeuger derselben. Die neuen Zellen entstehen erst, nachdem die Larve den betreffenden Teil des Ganges verlassen hat, und sie werden von der letztern nicht verzehrt. Dabei ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß sich äußerlich den Gallen analoge Bildungen entwickeln; das Callus-„Gewebe“ tritt oft in solcher Fülle auf, daß die Wände des Minenganges auseinandergedrängt werden, wodurch dann der Habitus der Vergallung gegeben wird. Bei nicht genügender Kenntnis dieser Erscheinungen können diese Gebilde dann leicht als Gallen angesprochen werden, was nach den soeben gemachten Ausführungen unzutreffend sein würde. Wohl haben wir hier noch Minen vor uns, die aber schon auf einer höhern Stufe stehen, weil nämlich die Pflanze schon auf die Beschädigung durch die Insektenlarve in einer Art reagiert hat. Diese Reaktion kommt aber der Larve noch in keiner Weise zugute; weil sie erst erfolgt, nachdem der Minenerzeuger diesen Teil der Mine verlassen hat.

Die Entwicklung der Anpassungserscheinungen geht aber weiter. Es gibt gewisse Arten von hyponomogenen Insektenlarven, die zunächst einen Gang auf oder in der Mittelrippe des Blattes anlegen. Sobald dieser fertiggestellt ist, nagen sie kürzere oder längere Gänge von ihm aus in die Blattspreite hinein. In jedem derselben fressen sie aber nur eine kurze Zeit; sie kehren immer wieder in den Mittelgang zurück und legen von dort aus später einen neuen Seitenast der Mine an. Wesentlich und uns besonders interessierend ist dabei die Tatsache, daß die Larve

immer nach der Mittelrippenmine zurückkehrt: aus zweierlei Gründen. Einmal ist naturgemäß nach jeder Rückkehr die Larve etwas gewachsen, ist also gezwungen, den Mittelrippengang zu erweitern. Hier erfolgt eine Rückwanderung des Minenerzeugers nach früher angelegten Gangpartien. Solche Fälle sind durchaus nicht so selten; sie kommen vor bei den Fliegenlarven von *Spilographa zoë* (Mg.), *Melanagromyza pulicaria* (Mg.), *Liriomyza strigata* (Mg.), *Phytomyza olgae* Hering und *Ph. ramosa* Hend., unter den Schmetterlingsraupen ist es besonders die von *Lita acuminatella* (Sircorn), bei der man eine gleiche Erscheinung beobachten kann. In allen diesen Fällen ist die hyponomogene Larve naturgemäß gezwungen, die Calluszellen, die sich unterdessen im Minengange gebildet haben, abzuweiden. Ein anderes kommt noch dazu, dieser Erscheinung eine besondere Bedeutung zu geben. Die vorgenommenen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Bildung der neuen Zellen besonders reichlich dort erfolgt, wo ein größeres Gefäßbündelsystem in der Nähe liegt. Die Bedeutung der Calluszellen als Leitgewebe erklärt, daß hier der Anschluß der durch die Mine isolierten Blattpartien am leichtesten an der Stelle erfolgt, wo ein zubringendes Gefäßbündel in der Nähe ist. So kann man immer die üppigste Entwicklung der Neubildungen dort finden, wo der Minengang eine Neben- oder gar die Hauptrippe verletzt hat.

Noch handelt es sich hier um eine Mine, aber der Gallencharakter ist doch schon viel stärker angedeutet. Wir wollen sehen, was eigentlich noch fehlt, um den Begriff der Galle auf diese Bildungen anzuwenden. Schon ist eine Reaktion der Pflanze auf die Fraßtätigkeit der endophagen Larve erfolgt; wir fragen uns nun nach dem ernährungsphysiologischen Zusammenhang zwischen Pflanze und Tier. Anscheinend ist ein solcher vorhanden: es geht von der Minierlarve ein Reiz aus, der die Pflanze veranlaßt, gewisse Neubildungen zu schaffen; diese werden dann von der Larve verzehrt. So könnte man glauben, daß es sich hier um Gallen handelt, wenn dem nicht ein Bedenken gegenüberstünde. Es hat sich nämlich gezeigt, daß Bildungen der gleichen Art auch auf andere Weise entstehen können; solche Calluszellen werden u. a. auch in Frostblasen der Blätter gebildet; sie entstehen sogar, wenn man vorsichtig mit einer Nadel unter der Epidermis des Blattes entlangsticht und so eine künstliche Mine erzeugt. Der Reiz, der die Pflanze zur Reaktion veranlaßt, ist also nicht spezifisch für die minierende Insektenlarve, und dieses Moment veranlaßt uns, solche Fraßbilder, in denen Callus erzeugt wurde, noch als Minen und nicht als Gallen zu bezeichnen. Wir sehen aber schon, daß hier eine viel kompliziertere Gattung von Minen vorliegt, und daß nur noch wenig fehlt, daß sie als echte Gallen aufgefaßt werden können.

Die weitere Entwicklung läßt sich rein gedanklich leicht vorstellen. Die Calluszellen sind immer, wie die Untersuchungen gezeigt haben, sehr reich an Eiweißstoffen. Eiweiße sind es nun aber, die von den Minierern, wie von den meisten phytophagen

Insektenlarven, vorzugsweise aus der Nahrung ausgenutzt werden. Kohlehydrate und Zellulose werden nur in geringem Maße bei der Verdauung angegriffen. Es ist sehr leicht denkbar, daß sich gewisse Larven diesen Neubildungen ausschließlich zuwandten, sie immer wieder abweideten, bis es schließlich so weit kam, daß von der Larve ein immerwährender, bald spezifisch werdender Reiz auf die Pflanze ausgebildet wurde, und so entstanden die ersten Gallenerzeuger. Natürlich sind nicht alle Gallbildner in dieser Weise abzuleiten; die cecidogene Lebensweise hat sich polyphyletisch entwickelt, also in verschiedenen Familien unabhängig voneinander; so entstanden beispielsweise auch Gallerzeuger aus Larven, die sich ursprünglich im Stammholz entwickelten usw., Verhältnisse, auf die wir hier nicht weiter eingehen können.

Wir haben so gesehen, daß eine fast vollständige Entwicklungsreihe von den echten Minierern zu echten Gallenerzeugern überleitet, und es fragt sich, wieweit irgendwo eine solche Reihe realisiert ist. Als Beispiel möge die Fliegengattung *Melanagro-myza* angeführt werden, in der die verschiedenartigsten oekologischen Verhältnisse angetroffen werden. *M. cunctata* Hend. lebt in ganz echten großen Blasenminen an Euphorbia-Arten, bei denen eine Anlehnung an eine Rippe noch nicht zu beobachten ist. *M. pulicaria* (Mg.) lebt noch in echten Blattminen in Compositenblättern; der Hauptteil der Mine befindet sich aber bei dieser Art auf der Mittelrippe, und von hier aus werden, wie schon oben geschildert wurde, seitliche Ausläufer in das Blatt gefressen. Gegen Schluß der Fraßperiode geht die Larve immer weiter wurzelwärts, und man findet sie dann schon zuweilen im Stengel oder Wurzelhals. Von hier ist der Weg nicht weit zu einer andern Art derselben Gattung; *M. simplex* (Loew) miniert in der grünen Stengelrinde von Asparagus; von hier aus teilt sich die Weiterentwicklung, indem anscheinend gewisse Arten von den Stengelrindenminen aus ins Stengelmark gegangen sind; so kommen *M. lappae* (Loew) im Stengelmark von Umbelliferen, *M. aeneiventris* (Fall.) im Stengelmark von Compositen vor. Die andere Entwicklungstendenz führt von den Rindenminierern zu den Arten, die in der Rinde echte Gallen erzeugen, so *M. sarothamni* Hend. am Besenginster, *M. simplicoides* Hend. und *M. schineri* (Gir.) an Pappel- bzw. Weidenrinde. So zeigt uns eine Fliegengattung alle Stufen der Entwicklung von der Mine zur Galle.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Betrachtungen zusammen, so können wir mit ziemlicher Berechtigung sagen: Minen sind ganz primitive Formen von Gallen, Gallen sind vielfach sehr hochentwickelte Minen. Beide Formen des Fraßes endophager Insektenlarven sind also sehr eng miteinander verbunden, und es läßt sich annehmen, daß im Verlaufe der Entwicklung viele jetzt minierende Arten zu Gallerzeugern sich umbilden werden.

Nachdem wir so gesehen haben, daß beide Typen des Fraßes vielfach nur verschieden hohe Grade der Anpassung darstellen,

erscheint es vielleicht müßig, noch das andere Problem zu berühren, von dem wir in der Einleitung gesprochen haben, warum nämlich gewisse Arten Gallen, die anderen dagegen Minen erzeugen. Es leuchtet aus unseren bisherigen Ausführungen ein, daß wir hier nur verschieden hohe Grade der Anpassung vor uns haben. Indessen ist diese Frage auch von anderer Seite unter anderen Gesichtspunkten behandelt worden, so daß wir darauf noch mit einigen Worten zurückkommen wollen. Es scheint nämlich bei oberflächlicher Betrachtung, worauf Frost (1924) hinwies, als ob die Entstehung einer Mine oder einer Galle davon abhängt, in welchem Stand der Vegetationsperiode die Pflanze von der Larve angegriffen wird. Wenn die betreffenden Pflanzenteile noch aktives Meristem besitzen, also ein Bildungsgewebe, aus dem irgendwelche neuen Gewebe der Pflanze sich entwickeln können, und es erfolgt zu dieser Zeit eine Infektion und folgende Beschädigung dieser Pflanzenteile durch eine Insektenlarve, so entsteht eine Galle. Ist dagegen das Meristemgewebe bei vollendeter Entwicklung beispielsweise der Blätter nicht mehr imstande, Zellwucherungen zu veranlassen, so kann die betreffende Larve nur eine Mine erzeugen. Danach hängt die Frage, ob eine Galle oder eine Mine entsteht, nur von der Vegetationsperiode des betreffenden Substrates ab. Diese Anschauung hat zunächst etwas Bestechendes für sich. Frost argumentierte so auf Grund der Verhältnisse bei der oben genannten *Agromyza laterella* Zett., die zunächst in den älteren Blättern eine Mine erzeugt, da in ihnen die Wachstumsperiode schon abgeschlossen ist. Später geht sie in die inneren, noch nicht völlig entwickelten Blätter derselben Pflanze, und in ihnen, die noch mitten im Wachstum begriffen sind, konnte dann die Bildung einer Galle festgestellt werden. Wir konnten eine ganz analoge Erscheinung bei den oben geschilderten Callusbildungen, die wir als die Vorläufer von Gallengewebe angesprochen hatten, beobachten. Die erste Generation der Raupen von *Heliozela resplendella* St. zeigte den Minengang vollständig mit Callusgewebe dicht erfüllt; bei der zweiten Generation, die zu einer Zeit lebt, wo die Blätter der Erle, in denen die Raupen wohnen, ihr Wachstum eingestellt haben, sind im Minengange solche Bildungen nicht oder nur mehr ganz vereinzelt zu beobachten. Ähnliche Verhältnisse konnten auch bei anderen Arten beobachtet werden; das Callus-, Gewebe“ fand sich immer in reichster Ausbildung in den Blättern, wenn sie noch möglichst jugendlich waren. Andererseits ist nun nicht ohne weiteres gesagt, daß in dem Falle, wo ein sehr unentwickeltes Blatt angegriffen wird, eine Galle entstehen muß. Wir kennen eine ganze Anzahl von Minierern, die in ihrer ersten Generation in den kaum entwickelten Blättern von Pflanzen leben, ohne daß dabei ein Cecidium entsteht. Das krasseste Beispiel dafür dürfte bei uns die Larve des Käfers *Anoplus plantaris* Netzn. sein, deren zierliche Gänge man in den Birkenblättern findet, wenn sie sich gerade erst entfaltet haben. Daß dabei tätige Meristeme verletzt werden, geht daraus hervor, daß das Blatt sich später sehr stark ver-

krümmt, weil es nicht mehr in allen Partien gleichmäßig weiter wachsen kann. Ähnliches kann man bei den Gängen der Larve der Fliege *Agromyza albitarsis* Mg., ebenfalls in Birkenblättern, und der von *Phytomyza vitalbae* Kltb. in den Blättern der Waldrebe (*Clematis*) beobachten. In allen diesen Fällen erfolgt keine Gallbildung. Andererseits gibt schon Frost Fälle an, wo eine Gallbildung auch in Blättern erfolgt, die ihr Wachstum schon beendet hatten, und sogar bei ausdauernden Pflanzen konnten Cecidien in Blättern, die noch aus dem Vorjahre stammten, gefunden werden. Aus alledem geht hervor, daß es nicht allein der Stand der Vegetationsperiode der Wirtspflanze ist, der entscheidend dafür ist, ob bei einer endophagen Insektenlarve durch ihre Fraßtätigkeit eine Mine oder eine Galle entsteht. Vielmehr kommt hinzu, daß vermutlich von der cecidogenen Larve irgendeine Substanz abgeschieden wird, die eine Reizung der sie umgebenden Gewebe der Pflanze bedingt; es brauchen nicht gerade Meristem- oder Bildungszellen zu sein, von denen dann die Wucherung neuer Zellen ausgeht, sondern auch ausgebildete Gewebe, wie das Schwamm- und Palisadenparenchym sind dazu imstande, wie Gertz (1917) nachgewiesen hat. Freilich finden sich die Neubildungen besonders häufig als Abkömmlinge meristematischer Elemente.

Welcher Art die Stoffe sind, die von der Larve (bzw. der eiblegenden Imago) abgesondert werden und die dann die Zellwucherungen und damit die Gallen entstehen lassen, ist noch völlig unbekannt. Für uns würde es hier von besonderem Interesse sein zu erfahren, wie sich wohl die Ausbildung dieser hypothetischen Stoffe entwickelt haben mag. Hier müssen wir wieder die Minierer als die Vorläufer der Gallenerzeuger auf diese Fähigkeiten untersuchen. Leider sind bis nun noch keinerlei Fälle bekannt geworden, bei denen man mit Sicherheit annehmen könnte, daß eine Beeinflussung der pflanzlichen Gewebe durch die Larve erfolgt; eine solche ist wenigstens noch nicht nachgewiesen worden. Allerdings kann man aber doch aus mancherlei Indizien schließen, daß bei gewissen Arten die Bildung der Calluszellen eine Reaktion der Pflanze auf einen von der Larve ausgehenden Reiz darstellt. So wurden Blätter von Dahlien untersucht, in denen zur gleichen Zeit unter ganz ähnlichen Bedingungen (der Lage im Blatt usw.) sowohl Minen von *Liriomyza strigata* (Mg.) wie von *Phytomyza atricornis* Mg. Gangminen angelegt worden waren. In den Fraßräumen der letztern Art wurden Callusbildungen als absolut fehlend festgestellt, während sie in den Gängen der erstern Art so häufig waren, daß die Epidermis hoch über die Oberfläche des Blattes emporgedrängt wurde. Als Einzelbeobachtung würden diese Tatsachen nicht viel besagen; indessen wurde auch in vielen anderen Fällen festgestellt, daß in den Minen aller Angehörigen der *Liriomyza pusilla*-Gruppe Callusbildungen reichlich auftreten; niemals konnten solche jedoch in den an den verschiedensten Pflanzen untersuchten Gängen der polyphagen *Phytomyza atricornis* Mg. gefunden werden. In derselben Weise wurden auch die Gänge

verschiedener *Nepticula*-Raupe immer ohne Erfolg untersucht. Der Gedanke liegt nahe, anzunehmen, daß gewisse minierende Larven Abscheidungen besitzen, die auf die Pflanzenzellen in ihrer Umgebung einen Reiz auszuüben imstande sind, auf den dann die Pflanze mit Neubildungen von Callus antwortet. Wir können nicht vermuten, welcher Art diese Stoffe sind; wir können nicht ahnen, ob sie aus den Speicheldrüsen, dem Darm oder den malpighischen Gefäßen stammen. Wenn es sich aber herausstellen sollte, daß eine solche Beeinflussung tatsächlich erfolgt, dann haben wir hier einen vollständigen Übergang von den minierenden zu den gallenerzeugenden Insekten; denn dann sind alle Klauseln unserer Definition erfüllt, so daß eine solche Fraßform unter den Begriff der Galle fällt, während dieselbe Art unter Umständen in der nächsten Generation nicht imstande ist, die Entwicklung von Calluszellen hervorzurufen und dann nur eine einfache Mine erzeugt. Noch deutlicher wird die Beziehung zwischen den Gallen und Minen, wenn man solche Arten untersucht, bei denen eine Kombination beider Fraßformen erfolgt. Als bekanntestes Beispiel dafür möge *Chirosia parvicornis* (Zett.) dienen. Die Larve dieser Art lebt in den Blattenden von Farnen, in denen sie eine Blasenmine erzeugt. Dabei wird immer in ganz regelmäßiger Weise die Mittelrippe des Blattes verletzt, so daß das weitere Wachstum derselben sich nur an ihrer Oberseite fortsetzen kann. Indem die Oberseite nun stärker wächst als die Unterseite, erfolgt eine Einrollung der Wedelspitze nach unten, und in dieser Einrollung bleibt die Mine unsichtbar. Dieser Einrollungsvorgang, der sich immer in der gleichen charakteristischen Weise vollzieht, führt zur Bildung der typischen Galle, in deren Innern die Larve weiter in ihrer Mine lebt. Bei dieser Art sind also beide Modi der phytophagen Lebensweise, die Mine und die Galle, miteinander verknüpft, so besonders deutlich die nahen Beziehungen zwischen beiden andeutend.

So zeigt es sich, daß die interessantesten Erscheinungen beobachtet werden können, wenn man die Beziehungen der beiden Gebiete phytophager Tätigkeit bei Insektenlarven miteinander vergleicht und zueinander in Beziehung setzt, und es ist zu wünschen, daß die Gallen- wie die Minenkunde immer mehr Anhänger finden mögen, die zur Erklärung und Erforschung dieses Fragenkomplexes beitragen können.

Literatur.

- Frost, S. W. A Study of the leaf-mining Diptera of North America. (Mem. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Nr. 78 p. 1—228.)
- Gertz, O., Kallushypertrofier och några i samband därmed stående anatomiskt-fysiologiska förhållanden hos minerade blad. (Botanisk. Notiser 1918 p. 121—139.)
- Hering, M., Das histologische Bild der von Insektenlarven erzeugten Blattminen. II. Regenerationserscheinungen in Minen. (Mikrokosmos 18 p. 161—166, 177—180. 1925.)

- Hering, M., Die Oekologie der blattminierenden Insektenlarven. (Boroträger, Berlin 1926.)
- Schneider-Orelli, O., Die Miniergänge von *Lyonetia clerckella* und die Stoffwanderung in Apfelblättern. (Centralbl. Bakter. Paras.-Kd. etc. Abt. 2 v. 24. Jena 1909.)
- Rübsaamen, Ew. H., & Hedicke, H., Die Zooecidien Deutschlands und ihre Bewohner. (Stuttgart, Schweizerbart.) (Noch im Erscheinen begriffen.)

*

Loch- und Rinnenschalen.

Von Dr. Anton Krauße, Eberswalde.

Im Jahrgang 1926 des „Entomologischen Jahrbuchs“ hatte ich Lochschalen für entomologische, besonders auch myrmekologische Zwecke beschrieben. Inzwischen hat dieselbe Firma, Gebr. Ostermann & Hoff, Am Treptower Park 25—26, Berlin SO 33, nach meinen Angaben Schalen hergestellt, die sich hervorragend zur Beobachtung von Ameisen usw. eignen. Die Schalen — ohne Deckel — besitzen oben am Rande eine ringsherumlaufende Rinne. In diese wird Öl gegossen. Man bringt die Ameisen mit ihrem Nestmaterial in die Schale und kann sie so wie im Freien — ohne trennende Glasscheiben — betrachten, denn die Ameisen überschreiten die Rinne mit dem Öl — sehr gut ist Vaselineöl — nicht, sie kehren sofort am Rande des Öles um, wie besonders Kutter erprobt hatte. Selten fällt eine, in der ersten Zeit besonderer Aufregung, in hastigem Lauf in das Öl, wo sie in kürzester Zeit stirbt. Über die Ölrinne gelangt keine. Man kann also ganz unbesorgt sein, die wimmelnden Ameisen entzwischen nicht in das Zimmer. Die Rinnenschalen haben drei Löcher — wie die früher beschriebenen Lochschalen —, durch Einschieben von Glasröhren kann man ad libitum weitere Schalen verbinden, entweder einfache Lochschalen oder Loch- und Rinnenschalen. Die Schalen können in allen Größen hergestellt werden. Dem Entomologen, besonders dem Myrmekologen, werden diese Loch- und Rinnenschalen sehr willkommen sein. Der Preis ist in anbetracht der schwierigen Arbeit sehr niedrig, er beträgt für die am meisten gebrauchte Größe nur 1,50 Mark.

*

Je höher und edler die Hoffnungen eines Herzens sind, um so mehr wird es dem Ideal zustreben.

*

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologisches Jahrbuch \(Hrsg. O. Krancher\). Kalender für alle Insekten-Sammler](#)

Jahr/Year: 1927

Band/Volume: [1927](#)

Autor(en)/Author(s): Hering Erich Martin

Artikel/Article: [Galle und Mine. Unter besonderer](#)

Berücksichtigung der Beziehungen der beiden Fraßformen
zueinander. 65-75