

das tiefe Grün und man möchte diese Pflanzen auf den ersten Blick hin für die gesündesten ansprechen. Über die ungewohnte schmutzig-braungrüne Färbung der Finnländer läßt sich an einjährigen Pflanzen überhaupt kein Urteil fällen. Einen weniger erfreulichen Eindruck machen die Ungarn, bei denen öfters stellenweise anstatt der grünen, glänzenden Färbung helle glanzlose Flecken auf den Nadeln auftreten. (Schluß folgt.)

Beiträge zur Generationsfrage der Borkenkäfer.

Von E. Knoche in Halle a. S.

(Fortsetzung.)

III. Entwicklung der Jungkäfer.

Die zweite Voraussetzung, auf der die Theorie von der doppelten und mehrfachen Generation aufgebaut ist, besteht in der Annahme, daß die Borkenkäfer nach der Umwandlung der Puppe zur Imago nur noch wenige Tage zur gehörigen Erhärtung ihres Hautpanzers an ihrer Geburtsstätte verweilen, dann auschwärmen, um sofort zur Absezung ihrer Brut zu schreiten.¹⁾ Es folgt demnach nach der Eichhoff'schen Auffassung Generation auf Generation lückenlos aufeinander. Dieser Satz ist zur Genüge in der Einleitung des vorigen Abschnittes behandelt worden, so daß es unnötig erscheint, hier noch einmal des näheren darauf einzugehen.

Nun gibt es aber eine ganze Reihe von „Ausnahmen“, die sich auch bei der weitestgehenden Deutung nicht in den Rahmen der Eichhoff'schen Theorie einfügen lassen. Vielfach wurde die Beobachtung gemacht, und sogar im Hochsommer und nicht zum wenigsten von Eichhoff selbst, daß einzelne Individuen oder ganze Bruten einer *Tomicus*-art, anstatt, wie die Regel vorschreibt, nach wenigen Tagen auszufliegen und zu brüten, noch Monate lang an ihrer Geburtsstätte verharrten, von ihren Puppenwiegen aus regellose, meist tief in den Splint eingreifende Gangsysteme fraßen, dabei aber keinerlei Anstalten trafen, zur Absezung einer Brut nun auch ihrerseits vorzugehen.

Auffälliger fürs Auge noch sind die Ausnahmen bei den *Hylesiniden*. Mitunter schon im Juli, so konstatieren zu ihrer Verwunderung die jeweiligen Beobachter, ziehen sich die eben ausgeflogenen *H. fraxini*-Exemplare, anstatt zu brüten, in ihre Winterquartiere in der lebenden Rinde zurück. Hauptsächlich im Juli und August verlassen alljährlich

¹⁾ c. 1. S. 3.

große Mengen von Kiefernmarkkäfern ihre Geburtsstätte und fliegen zu den Gipfeln nahe stehender Bäume empor, um sich dort in die Triebe einzubohren und dieselben auszufressen. In der gleichen Zeit und auch schon früher geschieht dasselbe seitens der wurzelbrütenden Hylesinen. Nur richten sich ihre Angriffe nicht auf die Gipfel, sondern nach Rüsselkäferart auf die Rinde der jungen Kiefern- und Fichtenpflanzen auf den Kulturen.

Diese vielen Ausnahmen hat Eichhoff, statt seine Theorie nach ihnen zu modifizieren, versucht in den Rahmen der Theorie durch eine gewaltsame Erklärung einzuzwängen. Ungünstige Witterungseinflüsse sollten die Veranlassung zu dem „zufälligen“ Verbleiben der Käfer an ihrer Geburtsstätte bilden. „Rein Borkenkäfer fliegt aus freien Stücken an kühlen Tagen oder auch nur bei bewölktem Himmel“ so heißt es auf Seite 3 des einleitenden, allgemeinen Teiles der „Europäischen Borkenkäfer“. Merkwürdigerweise stellen nach dieser Erklärung die Käfer, die sonst im allgemeinen keine allzugroßen Lichtfreunde sind, für ihre Schwärmzeit außerordentlich hohe Anforderungen an dasselbe, denen unser nordischer Himmel wenigstens im Sommer allerdings nur in seltenen Fällen genügen dürfte.

Bei näherer Betrachtung erweist sich dieser Erklärungsversuch als mißlich. Denn er hat den Nachteil, daß er sich nicht auf alle Individuen derselben Art ausdehnen läßt. Es kommt vor, daß von Abkömmlingen eines Muttertieres die einen ausfliegen, die anderen nicht, ja sogar, daß später gesezte Bruten ausfliegen, während dies ältere bei gleichen äußeren Verhältnissen unterlassen. Sollte die Eichhoff'sche Erklärung auch nur den Schein der Wahrscheinlichkeit für sich haben, so hätte sie dahin modifiziert werden müssen, daß nicht nur, was zahlreiche Beobachtungen gelehrt haben, die verschiedenen Arten verschieden hohe Anforderungen an die Temperatur stellen, sondern auch die verschiedenen Individuen der gleichen Art. Und dem nicht genug, es hätte auch der Beweis geführt werden müssen, daß letztere auch verschieden empfindlich seien gegen die gleichen Bewölkungsgrade des Himmels.

Einen weiteren Beweis für die Unzulänglichkeit des Erklärungsversuches liefert das Verhalten der beiden Kiefernmarkkäferarten, welche nach Eichhoff durch die Ungunst der Witterung am Auschwärmen und Brüten verhindert werden. Diese Tiere fliegen aber bei Witterungsverhältnissen, welche das Auschwärmen und Brüten verhindern, und „bei denen aus freien Stücken überhaupt kein Borkenkäfer fliegt,“ aus, befallen die Triebe und fressen sie aus. Eine Erklärung für dieses von der Regel abweichende Verhalten sucht man in dem ganzen Werke vergeblich.

Als Grund des Kulturbefalles der wurzelbrütenden Hylesinen sagt Eichhoff in der Besprechung von Hylesinus ater auf S. 80: „Die Käfer müssen im Kampf ums Dasein nach den Kulturen wandern, um ihrem Fortpflanzungstrieb zu entsprechen, wenn in jener Jahreszeit ihnen die dazu erforderlichen Kiefernstöcke mangeln“. Damit wären zwar etwaige Bruten an älteren Kulturpflanzen erklärt, die Frage des einfachen Benagens der Pflanzen bleibt aber nach wie vor offen.

Die erwähnten Bedenken gegen die Eichhoff'sche Witterungszufallstheorie sind gewiß keine geringen, aber es lassen sich noch andere schwerwiegendere dagegen anführen. In dem ersten Abschnitt habe ich darauf hingewiesen, daß die Entwicklung abhängig ist von der Außentemperatur, daß sie bei höheren Wärmegraden beschleunigt, bei niederen verlangsamt wird und endlich beim Sinken unter ein gewisses Minimum ganz aufhört. Unter keinen Umständen ist die unter der Rinde, also völlig im Dunkeln, sich abspielende Entwicklung abhängig von dem Bewölkungsgrad des Himmels. Die Voraussetzung eines solchen Abhängigkeitsverhältnisses wäre aber nötig, wenn, wie Eichhoff auf S. 3 sagt, das Auskriechen und Schwärmen und das ganze Fortpflanzungsgeschäft wochen- und selbst monatelang dadurch verzögert werden könnte. Die Eianlagen innerhalb der Ovarien reifen heran, ein gewisses Tagesdurchschnittsminimum vorausgesetzt, gleichgültig, ob heller Sonnenschein ist, oder trübes Wetter vorherrscht. Die Absetzung der ersten Brut seitens der Borlenkäfer vollzieht sich in der Hauptsache in den Monaten März, April und Mai, also zu Zeiten, die an Produktion von Wärmemengen ganz erheblich hinter der des Juni, Juli, August und selbst des Septembers zurückstehen. Da nun, wie gesagt, die Entwicklung so erheblich von der während der Entwicklungszeit produzierten Wärme abhängig ist, und die erstgenannten Monate genügend Wärme erzeugen, um den Käfern das Brutgeschäft zu ermöglichen, so kann die weit günstiger gestellte Folgezeit den zur Imago herangereiften Jungkäfer unmöglich am Absetzen seiner Brut verhindern, sie muß ihm im Gegenteil dieselbe, ist er überhaupt geschlechtsreif, was ja nach Eichhoff stets nach wenigen Tagen der Fall ist, sogar erleichtern und die Zeit, welche dies Geschäft in Anspruch nimmt, gegenüber der Frühjahrbrutperiode abkürzen. Unterbleiben also in den Sommermonaten die erwarteten Bruten völlig oder wenigstens auf längere Zeit hin, so kann der Grund ihres Ausbleibens unmöglich in Witterungseinflüssen gesucht werden, sondern muß auf ganz andere Ursachen zurückgeführt werden. Diese Ursachen bestehen darin, wie aus den folgenden Erörterungen hervorgehen wird, daß die Jungkäfer der oben erwähnten Ausnahmen nicht, wie Eichhoff

ohne jede weitere Prüfung annahm, nach wenigen Tagen ihre völlige Geschlechtsausreifung erlangen, sondern daß je nach der Art, der Günst oder Ungünst lokaler Verhältnisse bis zum Eintritt dieses Entwicklungsstadiums entweder die ganze Saison, oder doch wenigstens Monate vonnöten sind.

Die Untersuchung der Geschlechtsteile der im Frühjahr 1899 aus-
schwärmenden Individuen von *H. piniperda* und *H. minor* auf ihr Entwicklungsstadium und ihre Weiterentwicklung hin war noch recht lückenhaft und ziemlich ergebnislos. Sie lehrte mich aber die technischen Schwierigkeiten des Präparierens überwinden und machte mich vertraut mit dem Aufbau der Genitalapparate, soweit das für die Weiterführung der vorliegenden Arbeit nötig war. Nur eine Beobachtung, die ich bei Gelegenheit dieser Untersuchungen machte, halte ich für erwähnenswert.

Es befanden sich unter den Exemplaren aus *piniperda*-Gängen einzelne, denen die charakteristische Schattenfurche am Abstrich ganz oder teilweise fehlte,¹⁾ die demnach, wären sie beim Auschwärmen gefangen, entweder als *H. minor* hätten angesprochen werden müssen, oder deren Artbestimmung wenigstens zweifelhaft geblieben wäre. Nach einigen vergeblichen eignen Bemühungen glaubte ich endlich in einer Publikation Lindemanns²⁾ ein sicheres Merkmal zur Bestimmung solcher zweifelhaften Individuen gefunden zu haben. Lindemann schreibt auf S. 144: „Die Fähigkeit zu tönen besitzen sowohl Männchen als Weibchen in gleich hohem Grade,“ etwas weiter unten „die Töne entstehen also durch Reiben des Abdomens an die Flügeldecken“, und S. 146: „Dieser Tonapparat fehlt bei *Hylurgus minor*, und durch das Fehlen derselben ist wohl auch das Fehlen der Furche an der Flügeldecken Spitze zu erklären.“ Diese Anschauung erscheint mir nicht zutreffend, was ich auf Grund einfacher Beobachtung beweisen zu können glaube. Ich nahm die Käfer so zwischen zwei Finger, daß ihr Abdomen ungehinderte Bewegungsfreiheit besaß. Waren die Tiere Männchen, so gaben sie stets einen Ton von sich, waren es Weibchen, nie. Nun wiederholte ich das Experiment bei *H. minor*, von dem bisher keine sekundären Geschlechtscharaktere bekannt waren.³⁾ Auch Individuen dieser Art gaben Töne von sich, und auch hier waren

¹⁾ Nach einer brieflichen Mitteilung des Herrn Professor Pauly hat dieser die Erscheinung schon früher beobachtet.

²⁾ Lindemann, R., Beiträge zur Kenntnis der Borkenkäfer Rußlands. IV. Das Tönen von *Hylurgus piniperda*. Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1875. I.

³⁾ Im Frühjahr 1902 hörte ich Lautäußerung auch von *H. ater* und *palliat*us. Auch hier stets nur von Männchen.

es, wie die anatomische Untersuchung bewies, stets nur Männchen, bei denen ich eine Lautäußerung feststellen konnte. Dasselbe Resultat zeigten spätere Beobachtungen an *H. fraxini*, *H. ligniperda*, zwei in der Dölauer Heide vorkommenden Pissodes- und andere Rüsselkäferarten, deren Bestimmung ich unterließ. Beim Sammeln genannter Borfentäferarten habe ich daraufhin oft die Geschlechter nach der Tonabgabe getrennt und unter den Tönenden nie ein Weibchen gefunden. Daraus scheint mir mit Sicherheit hervorzugehen, daß das Tönen unserer Tiere, genau wie bei den Feldheuschrecken, ein Attribut des männlichen Geschlechts, der Tonapparat selbst beim Weibchen rudimentär und funktionslos ist.

Die Entwicklung der Genitalien zwischen Schwärmzeit und Eiablage mit Erfolg zu untersuchen, dazu bot die an früherer Stelle geschilderte Beobachtung des Schwärmens von *H. fraxini* die erste Gelegenheit. Untersucht wurden über 80 Weibchen. Die Eiröhren der mit dem Einbohren beginnenden Tiere waren noch ziemlich unentwickelt und ließen die ersten Eianlagen eben hervortreten, hatten also noch lange nicht das Entwicklungsstadium, welches Figur 3 wiedergibt, erreicht. Die Eianlagen mehrten sich aber in der Folgezeit so schnell und nahmen bald so an Größe zu, daß in günstigen Fällen bereits 3—4 Tage nach dem Einbohren in die Eiröhren, wie sie die Figur 2 versinnbildlicht, gefunden wurden.

Am 25. Juni entchlüpften die ersten *H. piniperda*-Jungkäfer den Puppen. Sie waren ganz weiß, ihr Hautskelett völlig weich und an ihrem Abdomen hing die soeben abgestreifte Puppenhülle. Die Ovarien standen auf der Entwicklungsstufe der Figur I, nur waren die Keimfächer vielleicht noch um ein geringes schmaler und kleiner, das receptaculum seminis völlig ungefärbt. Am 4. Juli fielen mir die ersten Käfer, welche ihre Brutstätte soeben verlassen hatten und außen am Stamm herumkrochen, in die Hände. Ihre Genitalien befanden sich noch fast genau auf demselben Stadium der Entwicklung, wie ich es bei den aus der Puppe geschlüpften Individuen gefunden hatte. Das weibliche Genitalorgan hatte sich nur insofern etwas weiter entwickelt, als das receptaculum bereits eine hellgelbe Farbe angenommen hatte — ein Beweis für den fortschreitenden Chitinisierungsprozeß — und ich ein geringes Dickenwachstum der Keimfächer glaubte konstatieren zu können (Fig. I).

Weit wichtiger für diesen Zeitpunkt der Untersuchung als das weibliche Organ hielt ich das Entwicklungsstadium des männlichen Fortpflanzungsapparates. Er muß, soll dem Ausflug eine sofortige Begattung, die Vorbedingung einer erfolgreichen Eiablage durch das Weibchen, folgen, bereits seine volle Ausreifung, wie sie die Figur IV darstellt, erreicht

haben mit dem Augenblick, zu dem die Käfer ihre Brutstätte verlassen. Von einer solchen konnte aber nicht die Rede sein. Ektadenien waren erst in Gestalt winziger Bläschen vorhanden, die Schleimdrüsen hatten kaum den dritten Teil des Durchmessers, der ihnen zur Zeit der Fortpflanzung eigen ist und von dem für den Begattungsakt unentbehrlichen Sekret war noch keine Spur zu sehen (Fig. IV A). Anstatt der intensiv gelben Färbung reifer Hoden zeigten diese noch ein reines Weiß. Ihr Inhalt bestand zum großen Teil aus rundlichen Zellen und lockenförmige Sperma massen waren erst wenige vorhanden. Die Chitinteile des Begattungsgliedes waren hellgelb und noch so weich, daß schon aus diesem Grunde die Kopulation nicht hätte vollzogen werden können. Zunächst war mir dieser Zustand der Genitalien, der mit der Eichhöffschen Annahme, daß die Borkenkäfer geschlechtsreif zum Ausflug gelangten, im grellsten Widerspruch stand, so unerklärlich, daß ich ihn auf pathologische Gründe glaubte zurückführen zu müssen. Es wurden deshalb einige mit Käfern besetzte Rindenplatten ins Zimmer genommen und 50 Stück der ausliegenden Individuen einer genauen Betrachtung unterzogen, ohne daß sich jedoch das Resultat der Untersuchung auch nur im mindesten geändert hätte. Völlig beseitigt waren meine Zweifel erst, als sich die befremdliche Erscheinung bei einer Anzahl von Jungkäfern der Arten *H. minor*, *fraxini* und *palliat*, die ebenfalls aus ins Zimmer genommenen Hölzern gezogen wurden, ausnahmslos wiederholte. Nun ließ sich die Annahme nicht mehr von der Hand weisen, daß die Jungkäfer der genannten Arten garnicht im stande sind, sofort nach dem Ausflug zur Fortpflanzung zu schreiten, einfach, weil sie nicht geschlechtsreif sind. Diese Annahme fand ihre volle Bestätigung bei der Untersuchung der den Trieben entnommenen Jungkäfer. Betreffs ihrer Zahl usw. muß auf die folgende Tabelle S. 542 verwiesen werden.

Parallel mit der Untersuchung der Geschlechtsteile der ausgeflogenen Jungkäfer ging eine Reihe von Zuchtversuchen mit *Hylesinus piniperda* und *H. fraxini*. Zuerst wurden anfangs nur soeben ausgeflogene Individuen, bei *H. piniperda* zuletzt Jungkäfer aus Trieben verwendet. Angestellt wurden im ganzen 10 Versuche, 6 mit *H. piniperda* und 4 mit *H. fraxini*. Sie können, da sie sämtlich denselben Ausgang hatten, ganz kurz behandelt werden. Die Tiere bohrten sich zum Teil garnicht ein und versuchten durch Zernagen der den Zwinger abschließenden Gaze ins Freie zu gelangen, was zur Zeit des Frühjahrswärmens überwinterter Käfer nicht geschah. Die im Glase verbleibenden legten, Männchen wie Weibchen, stets isolierte Gänge an und fraßen, waren es *H. piniperda*-Individuen, nur kurze gekrümmte Gänge etwa ähnlich denen, welche die

Datum	Fundort	Hylesinus piniperda				Hylesinus minor			
		alte		junge		alte		junge	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
9. Juli	jüngere Bestände	.	.	.	1
21. "	"	1	3	1	1	2	1	.	.
23. "	"	12	15	18	12	1	4	.	.
23. "	Sagen 68/69	1	.	.	.	1	.	.	.
28. "	jüngere Bestände	8	11	19	15	2	2	.	.
4. August	"	1	.	8	5	2	3	.	.
8. "	"	1	.	9	11	2	.	.	.
10. "	"	1	.	21	32	2	.	.	.
18. "	"	3	.	81	78	1	1	2	4
25. "	"	8	5	52	45	2	.	3	1
1. September	"	.	.	41	45
1. "	Sagen 68/69	.	.	5	2	1	2	2	1
9. "	jüngere Bestände	1	1	22	36	2	.	1	1
23. "	Sagen 68/69	.	.	13	10	9	5	14	20
23. "	jüngere Bestände	.	.	4	5	1	.	.	.
5. Oktober	"	.	.	7	3	3	1	1	1
				j. Best.		ältere Bestände			
20. "	"	.	.	7	3	1	1	.	2
Summa:		37	35	308	304	32	20	23	30
		72		612		52		53	
		684				105			
		789+124 (ält. Tab.) = 913							

Tomiciden von ihren Puppenwiegen aus weiterfressen. Die *H. fraxini*-Versuchstiere bezogen im Zwinger genau ebenso „Winterquartiere“, wie es ihre Geschwister im botanischen Garten nach dem Ausflug ausnahmslos taten. Übrigens verließen die Tiere nach einiger Zeit fast alle, die *H. piniperda*-Individuen sämtlich, ihre Gänge wieder, vermutlich, weil ihnen das dargebotene Holz das lebende Material, welches sie zu dieser Zeit im Freien zu fressen gewöhnt sind, auf die Dauer nicht ersetzen konnte. Unangenehm bemerkbar machte sich für einen der Zuchtversuche eine Larve von *Clerus formicarius*. Sie war versehentlich mit frischen, zur Bedeckung der glatten Glasböden verwendeten Borkenstücken in den Zwinger hineingeraten und hatte im Verlauf weniger Tage sämtliche 22 Käfer, die zum Versuch verwendet wurden, vertilgt.

Am 2. und 4. Juli war das Suchen nach Käfern in den am Boden liegenden Trieben noch verhältnismäßig leicht von statten gegangen. Die darauf trotz der zahlreichen Gewitter stets ruhige Luft, bei der Brüche nur in ganz geringer Anzahl zur Erde fielen, erschwerte in Verbindung mit der außerordentlich heißen, schwülen Temperatur das Suchen in den

folgenden Wochen ungemein. Eine Änderung brachte ein schweres Gewitter, dem ein äußerst heftiger Windstoß vorausging, am frühen Morgen des 23. Juli. Die Triebe waren jetzt zu Hunderten gebrochen. Trotzdem nun bereits wenige Stunden später mit der Suche begonnen wurde und alte Triebe nur in ganz geringen Mengen vorhanden waren, fand sich auch unter den frisch gefallenen kaum einer unter zehn mit Käfern besetzt, ein Beweis, daß sie schon vor dem Abfall zum größten Teil von ihren Insekten, wahrscheinlich alten Tieren, verlassen gewesen sein mußten. Die am 28. desselben Monats gemachten Funde dürften zumeist noch den am 23. herabgewehten Trieben entstammen, da die Käfer, wie die vor dem offenen Ende des Bruches aufgehäuften kleinen Bohrmehlauswürfe beweisen, solange in ihren abgeworfenen Quartieren weiter wirtschaften, bis sie ihnen zu trocken geworden sind. Nun trat nochmals infolge ruhiger Witterung eine erhebliche Minderung in dem Abfall der Brüche ein, die aber am 10. August durch auffrischende Winde behoben wurde. In wirklich bedeutenden Mengen, also nach tausenden auf kurze Strecken, wurden Abbrüche erst vom 18. August an wahrgenommen. Traten späterhin dem Gang der Witterung folgend auch noch Schwankungen in der Summe der Abfälle ein, so waren sie doch weniger auffällig, da die Triebe an den Schneisen und Wegerändern der jüngeren Bestände, dort, wo die ausgeforsteten Stangen in langen Reihen lagerten, auf 20—30 m in den Bestand hinein teilweise wie gestreut am Boden lagen. Diese Fülle nahm weiter in das Innere hinein äußerst schnell ab, und inmitten der jüngeren wie allerwärts in den Altholzbeständen, aus denen das Holz rechtzeitig entfernt war, wurden nur noch unerhebliche Mengen gefunden. Vom 10. August an waren fast alle Abbrüche besetzt und zwar nicht nur von einem, sondern häufig auch von zwei oder drei Individuen. In einzelnen Fällen konnten vier und fünf, einmal sogar sechs einem einzigen Bruche entnommen werden. Gegen Ende Juli richtete sich der Angriff der Käfer mehr und mehr auf die diesjährigen Triebe. Später wurden Einbohrstellen direkt oder ganz in der Nähe der Knospen gefunden, die in solchen Fällen stets völlig ausgefressen waren.

Am 9. Juli fand sich der erste Jungkäfer von *H. piniperda* in einem den jüngeren Beständen entnommenen Triebe vor. Da er bis zum Abschluß der früheren Tabelle keine Nachfolger gefunden hatte, ist er in derselben unerwähnt geblieben. In bemerkenswerter Anzahl wurden Jungkäfer erst am 23. Juli in den Abbrüchen gefunden. Dieses späte Auftreten ist auf die erwähnte windstille Zeit der vorangegangenen Wochen zurückzuführen. Während sich am ebengenannten Tage alte und junge Tiere in den geöffneten Trieben noch ungefähr die Wage halten, ist die

Anzahl der ersteren am 28. Juli schon auf fast die Hälfte der jungen Exemplare herabgesunken und überschreitet nur noch einmal am 25. August ein sonst ganz verschwindendes Minimum. Die letzten wurden am 9. September gefunden. Doch darf nicht unerwähnt bleiben, daß nach dieser Zeit aus den jüngeren Beständen stets nur noch geringe Mengen allerdings völlig ausgepinker Käfer zur Untersuchung gelangten und in den älteren Beständen alte Individuen schon vom Beginn der Untersuchung an nur ganz sporadisch aufgetreten waren. Daß die alten Tiere nicht völlig aus den Trieben verschwunden sein konnten, bewiesen im Frühjahr 1900 Untersuchungen schwärmender Käfer, unter denen sich Weibchen befanden, die bereits eine Brutperiode hinter sich hatten. Alte und junge Männchen konnte ich zu dieser Zeit nicht mehr unterscheiden.

Junge *H. minor* erscheinen erst am 18. August, also sehr spät, in der beigegebenen Tabelle, ein Umstand, der auf zweierlei Ursachen zurückzuführen ist. Einmal hatte der Ausflug des Käfers, wenigstens aus zur Puppenzeit ins Zimmer genommenen Fraßstücken, erst am 17. Juli, also etwa 14 Tage später begonnen als der von *H. piniperda*. Vor allem aber beschränkte sich die Suche, die sich früher auf einen großen Teil des Revieres erstreckt hatte, infolge des massenhaften Abfalls der Triebe mit der Zeit auf einen immer kleiner werdenden Raum. Die Möglichkeit, Exemplare der mehr zerstreut im Bestande an stehenden Hölzern brütenden Art zu erlangen, war dadurch stetig geringer geworden. Da nun die wenigen bei der bisherigen Methode der Suche gefundenen Tiere nicht genügten, um völlige Klarheit über das Auftreten der Art in den Trieben zu erhalten, mußte wenigstens einmal ein anderer *H. piniperda* weniger begünstigender Weg eingeschlagen werden. Deshalb wurden am 23. September die älteren Bestände, die infolge ihres geringen Ertrages bisher fast stets übergangen waren, einer gründlichen Durchsuchung unterzogen und hierbei Stellen, an denen im Frühjahr Holz gelagert hatte, möglichst vermieden. Durch diesen Wechsel der Methode wurde das Ergebnis der Suche mit einem Schlage völlig geändert und das Verhältnis der Zahlen der aufgefundenen Exemplare beider Arten ein gänzlich anderes, als es bisher gewesen war. Statt einiger *H. minor* gegen viele *H. piniperda* standen sich jetzt 34 Jungkäfer der ersteren Art und 23 der letzteren entgegen. Aus diesen Zahlen geht ganz offenkundig hervor, daß es nur die frühere Methode der Suche verschuldete, daß *H. minor* so spät und in so geringer Anzahl sich unter den gesammelten Käfern befunden hatte. Das lange Verweilen einer Reihe von alten *H. minor*-Exemplaren in den Trieben läßt darauf schließen, daß dieselben ebenso überwintern wie

die jungfräulichen Käfer, ohne vorher eine zweite Brut abgesetzt zu haben.

Am Morgen des 20. Oktober hatte es stark gereift und das Thermometer stand dem Gefrierpunkt nahe. Alle Käfer, welche sich in den abgefallenen Trieben befanden, waren völlig bewegungslos, ebenso die unter der Rinde frisch gerodeter Stöcke hervorgeholten Wurzelbrüter. Am 28. Oktober setzte plötzlich eine erhebliche Temperatursteigerung ein mit einem Tagesdurchschnitt von $15,2^{\circ}$ C. Die Tiere waren nunmehr wieder munter und hatten den zeitweise unterbrochenen Fraß weiter fortgeführt. Es wiederholte sich demnach die im Frühjahr beobachtete Erscheinung, nur in umgekehrter Reihenfolge. Während damals die Käfer bei vorübergehenden Temperatursteigerungen aus der Winterruhe erwachten, auschwärmten und zur Brutanlage schritten, bei später sinkender Temperatur wieder in den Winterschlaf zurückfielen, so versanken die in den Trieben fressenden Individuen bei vorübergehenden Abkühlungen in die Winterstarre, setzten aber bei darauf eintretender Temperaturerhöhung ihren Fraß wieder fort. Die hohe Temperatur vom 28. Oktober hielt, abgesehen von einigen Schwankungen, an bis zum 8. November. Seit dem 28. war die Tagesdurchschnittstemperatur nur ein einziges Mal unter $10,1^{\circ}$ gesunken. Vom 8. zum 9. November stürzte sie plötzlich von $13,1^{\circ}$ auf $8,0^{\circ}$, schwankte bis zum 14. in mäßigen Kurven nach oben und unten um diese Höhe herum, um dann am 15. auf $5,9^{\circ}$ und am 16. auf $2,2^{\circ}$ zu fallen. Bei einer Revision am Morgen des 16. waren fast alle untersuchten Triebe leer und aus den zahlreichen noch frischen Bohrmehlauswürfen an den Wurzelanläufen der zu Winterlagern geeigneten Stämme mußte der Schluß gezogen werden, daß die Tiere zumeist bereits zur Winterruhe übergegangen waren. Die oben angeführten Tagesdurchschnittstemperaturen der Tage vom 9. bis 15. November lassen den Schluß zu, daß dieser Übergang bei denselben Grenztemperaturen vor sich geht, wie im Frühjahr das Erwachen aus der winterlichen Erstarrung, was sich allerdings meiner Auffassung nach eigentlich von selbst versteht. Unmöglich ist es sicherlich, daß, wie Autoren versichern, die Käfer erst mit dem Eintritt anhaltenden Frostes die Triebe verlassen und zur Winterruhe übergehen.

Die zahlenmäßige Notierung der untersuchten Tiere wurde am 20. Oktober geschlossen, da neue Bruten und damit neue biologische Befunde für dieses Jahr nicht mehr zu erwarten waren. Fortgeführt wurde die Untersuchung, wenn auch nicht in dem bisherigen Umfange bis zum

Frühjahr 1901. Später wurden nur noch ganz wenige Käfer ihrem jeweiligen Aufenthaltsort gewissermaßen als Stichproben entnommen.¹⁾

Den Verlauf der Ausfärbung der ausgeflogenen Jungkäfer von *H. piniperda* glaubte ich ebenfalls in den Bereich der Untersuchungen mit einbeziehen zu müssen. Es wurde deshalb mit Aufstellen einer Farbskala begonnen aus den ihren Puppen entschlüpften Käfern. Als die Jungbrut ihre Geburtsstätte verließ, hatte ich zwölf deutlich voneinander unterscheidbare Schattierungen von einem etwas ins Graue spielenden Weiß an bis zu einem lederfarbigen Gelb zusammengestellt. Ausfliegende Tiere zeigten nie eine dunklere Färbung, doch schwankte ihre Zeichnung innerhalb der letzten 4 Töne der Skala selbst. Hätte nun eine Eiablage durch junge Käfer stattgefunden, so hätte bei den im Anfang der Brut stehenden Tieren dieses Gelb oder doch wenigstens nur ein um wenige Schattierungen dunklerer Ton wiedergefunden werden müssen, was aber bei keinem einzigen Funde der Fall war. Die bei der Brut beschäftigten Tiere unterschieden sich vielmehr, auch wenn erst ganz wenig Eier vorhanden waren, in nichts von den aus den Trieben entnommenen alten Käfern. Es war also eine klaffende Farbenlücke zwischen den brütenden und den ihre Brutstätte verlassenden Individuen vorhanden, die unmöglich in den wenigen Tagen, welche die angefangenen Bruten in Anspruch genommen hatten, hätte ausgeglichen werden können. Lückenlos dagegen ließ sich die angefangene Skala mit Jungkäfern aus den Trieben fortsetzen. Die wenigen am 9. und 21. Juli gefundenen Exemplare waren noch fast völlig ebenso gefärbt wie die beim Ausfliegen gefangenen. Am 23. und 28. Juli zeigten sich neben dem charakteristischen vorherrschenden Gelb einige dunklere Abtönungen, die aber sämtlich noch etwas unterhalb des Brauns, das helleren Individuen von *H. minor* eigen ist, standen und deren Träger ohne weiteres als Jungkäfer erkannt werden konnten. Am 4. und 10. August standen die ganz hellen Tiere schon erheblich an Zahl zurück und einige hatten bereits die Farbentöne alter *H. minor*, ein glänzendes Kastanienbraun, etwas überschritten. Völlig schwarze Jungkäfer wurden erst am 18. August, fast 1½ Monat nach Beginn des Ausfluges gefunden. Jedoch ist es durchaus unzulässig, nur schwarze Käfer als ausgefärbte betrachten zu wollen, da abgebrunkelte den Trieben entnommene Tiere mit ausgesprochen braunen Flügeldecken beweisen, daß braune Variationen nicht zu den Seltenheiten gehören. Ich betone diesen Umstand deshalb besonders, weil das Vorkommen „nicht ausgedunkelter“

¹⁾ 1902 nochmals aufgenommene Untersuchungen lieferten ebenfalls die gleichen Resultate wie die der 3 vorangegangenen Jahre.

Käfer beim Frühjahrsschwärmen hie und da als unbedingter Beweis für eine mindestens doppelte Generation angeführt wird.

Am 8. August wurde ein beim Ausfliegen gefangenes Weibchen an in Wasser gestellte Triebe abgezwängert. Am 30. war es noch eine Schattierung heller, wie gewöhnliche *H. minor*-Exemplare und unterschied sich somit weder in der Färbung noch, wie die anatomische Untersuchung ergab, in der Ausbildung der Genitalien von den fortgeschrittenen Exemplaren der am 28. Juli den Trieben entnommenen Tiere, ein Beweis, daß jene zu den mit am frühesten ausgeflogenen Individuen gehört haben müssen. Die letzten lederfarbigen *H. piniperda* wurden am 9. September bemerkt, und noch am 23. gab es Exemplare von *H. minor*, die ohne weiteres als junge erkannt werden konnten. Der Ausflug hatte sich demnach weit länger hingezogen, als es seinerzeit hatte beobachtet werden können.

Genau wie die Farbe der Jungkäfer aus Trieben reichten sich auch die ersten Entwicklungsphasen ihrer Genitalien direkt an den Zustand an, der bei den sofort nach dem Ausflug untersuchten Individuen vorgefunden war, und dasselbe langsame Entwicklungstempo zeichnete auch die in den Trieben vor sich gehende Weiterentwicklung der Geschlechtsapparate aus.

Die Keimfächer saßen bei der überwiegenden Mehrzahl der am 23. und 28. untersuchten *H. piniperda*-Individuen noch völlig den Eifelchen auf. Erst bei ganz wenigen hatten sie sich etwa um den vierten Teil ihrer Gesamtlänge von denselben abgehoben und den aus ihrem unteren Ende hervortretenden Zellen Platz machen müssen. Am 18. August hoben sich die ersten winzigen Eianlagen, meist noch einzeln, bei zwei Weibchen bis zu vier Stück in je einer Eiröhre, deutlich aus der dichten Grundmasse unterhalb der Keimfächer hervor. Am 25. August konnten in den einzelnen Eiröhren eines Weibchens bereits bis zu 9 solcher differenzierter Eianlagen erkannt werden, eine Zahl, die bei späteren Funden sich bis auf 14 steigerte. Am 6. und 20. Oktober endlich fingen die ältesten Eianlagen, die in der Zwischenzeit an Größe erheblich zugenommen hatten, nach der Mitte zu an undurchsichtig zu werden, ein Anzeichen, daß sie der Reife entgegengingen. An den Ovarien der den Winterlagern entnommenen Tiere konnte ein Fortgang in der Entwicklung nicht wahrgenommen werden. Dagegen zeigten die Genitalien der im Frühjahr ausschwärmenden Käfer dasselbe rapide Wachstum, soweit die Entwicklung nicht durch eintretende Abkühlung wieder unterbrochen wurde, wie ich es im Frühjahr 1899 bereits an *H. fraxini* hatte feststellen können. Es braucht also hier nicht nochmals erörtert zu werden.

Schneller als beim Weibchen, aber immer noch recht langsam, geht

die weitere Ausbildung des männlichen Genitalapparates vor sich. Auch hier zeitigten die ersten Untersuchungstage noch Entwicklungsstadien, wie wir sie bei den ausfliegenden Jungkäfern kennen gelernt hatten (Fig. IV A). Nur in wenigen Fällen war dasselbe unerheblich überschritten. Bald jedoch fangen die zur Zeit des Ausfluges noch leeren Schleimdrüsen an Sekret abzusondern und nehmen ebenso wie die Ektadenien erheblich an Ausdehnung zu. Am 25. August hatten die fortgeschrittensten das Stadium der Figur IV B erreicht. Die Hoden besaßen jetzt bereits eine hellgelbe Farbe und die Follikel waren zum großen Teil angefüllt mit den charakteristischen lockenförmigen Spermatiden. Die im November untersuchten Tiere hatten bereits Genitalien wie in der Figur IV aufzuweisen. Nur zeigten die Hoden und Ektadien verbindenden vasa deferentia infolge des größeren Gehaltes an reifen Spermatozoen erheblich größere Anschwellungen, als das in der Zeichnung wiedergegebene Präparat, welches von einem zur Zeit der Brut dem Muttergang entnommenen Käfer herrührt. Die Männchen gehen demnach völlig fortpflanzungsbereit zur Winterruhe über, ein Zustand, welcher im nächsten Frühjahr durch die sofortige oft schon vor dem Ausflug aus dem Winterlager¹⁾ vor sich gehende Kopulation zum Ausdruck gelangt. Die Entwicklung von *H. minor* zeigt keinerlei Abweichung von der eben geschilderten von *H. piniperda*.²⁾

In der eben gegebenen Schilderung des Entwicklungsganges der Jungkäfer sind immer nur die am weitesten fortgeschrittenen Stadien in Betracht gezogen worden. Wie aus dem Abschnitt über die Färbung I. c. 4 der den Trieben entnommenen Käfer hervorging, zog sich der Ausflug über zwei Monate hin. Es variierte demgemäß der Entwicklungsstand und der jeweils untersuchten Tiere in der mannigfachsten Weise je nach dem früheren oder späteren Termin, zu welchem die betreffenden Individuen die Umwandlung von der Puppe zur Imago durchgemacht hatten. Naturgemäß blieb dieses Nebeneinander der verschiedensten Entwicklungsstadien konstant bis zu der Zeit, zu welcher die Tiere durch die niedere Temperatur zum Aufsuchen der Winterlager veranlaßt wurden. Aus einer Reihe von im Winter angestellten Zuchtversuchen, von denen einer bereits im ersten Abschnitt erwähnt wurde, glaubte ich schließen zu dürfen, daß die Winterruhe in ähnlicher Weise auf die Fortpflanzungsorgane unserer Käfer einwirken könnte, wie das Rühlin und Mac Dougal in den

¹⁾ Betreffs näherer Details muß ich auch hier auf eine spätere Publikation verweisen.

²⁾ Da die Kontrolluntersuchungen der Jahre 1900 und 1901 die gleichen Resultate zeitigten wie die im Jahre 1899, so habe ich es unterlassen, sie hier anzuführen.

oben zitierten Bissfodesarbeiten bei Puppen schildern, daß also hier die Genitalien der überwinterten Jungkäfer ohne Unterschied des Datums ihrer Geburt gleichzeitig im Frühjahr fortpflanzungsbereit seien. Dem Umstand, daß ein Teil der jeweils im Winter angelegten Käfer das angebotene Brutholz nicht annahmen, legte ich keine große Bedeutung bei, da dergleichen zu anderen Zeiten ebenfalls vorkommt. Die Annahme scheint aber doch nicht zutreffend zu sein.

Schon Ende Februar 1900 stieß ich auf ein in einen Trieb einer etwa mannshohen Kiefer eingebohrtes Männchen von *H. piniperda*. Neben diesem Untermuchs lag ein geschlagener Stamm, der frisch vom Käfer befallen war. Dieses Tier konnte daher ebensowohl ein noch nicht geschlechtsreifes Individuum sein, wie ein solches, „das kein Weibchen gefunden hatte“. Anders verhält es sich mit Funden aus dem Jahre 1902. Anfangs der Woche vom 6.—12. April trat ein starker Frühjahrssturm ein, der zahlreiche Triebe zur Erde beförderte. Rein zufällig untersuchte ich am 11. d. Monats einige davon, die mir wegen ihres frischen Aussehens auffielen und fand zwei derselben mit jungen Käfern besetzt, deren Genitalien etwa auf der Stufe standen, wie ich sie bei fortgeschrittenen Exemplaren im Oktober 1899 bemerkt hatte. Die in der folgenden Woche fortgesetzten Untersuchungen zeigten nur wenig Käfer, was bei der Länge der Zeit, die seit dem Fallen der Triebe an jenem Sturmtage abgelaufen war, nicht weiter verwundern kann. Die Frische einer großen Zahl von Trieben und das reine Weiß der ausgefressenen Röhrenwandung, die gegen das Grau älterer Brüche außerordentlich abstach, bewiesen auch ohne Inzassen zur Genüge, daß die gefressenen Gänge neuesten Datums sein mußten. Diese Funde legen die Deutung nahe, daß wir es hier mit Tieren zu tun hatten, deren Genitalien im vergangenen Jahre erst einen Teil der Entwicklung durchgemacht hatten, und die nun nach Verlassen des Winterlagers nochmals die Triebe aufsuchten.

Für diese Auffassung spricht weiterhin der Umstand, daß von den im Frühjahr ausschwärmenden Wurzelbrütern nur ein Teil sofort zur Brut schreitet, während ein anderer recht erheblicher sich zum Ernährungsfraß ansammelt, entweder auf den Kulturen oder an den Wurzeln frisch geschlagener oder noch stehender Stämme. Im Frühjahr 1900 fing ich an einem Tage über 800 auf der frischen Schlagfläche schwärmende Wurzelbrüter. Von diesen wurde eine größere Zahl präpariert, wobei sich erwies, daß sie in allen möglichen Entwicklungsstadien ihrer Genitalien das Winterlager verlassen und an die liegenden Hölzer anfliegen, während bei den zur Brut anfliegenden Kiefernmarkkäfern nur ganz geringfügige Größendifferenzen der in den Ovarien befindlichen Eier zu bemerken sind.

Rehren wir nun noch einmal zurück zu dem im zweiten Abschnitt behandelten Teil unserer Untersuchung. Aus ihm ging hervor, daß die im Juli und August aufgefundenen frischen Muttergänge Erzeugnisse alter Tiere, welche die Triebe bereits wieder verlassen hatten, wenigstens sein konnten. Bei den vor dem 4. Juli entdeckten Bruten sprach sogar die Wahrscheinlichkeit dafür, daß sie es auch wirklich wären. Die Untersuchung des Entwicklungsganges der Genitalien der Jungkäfer schließt die Möglichkeit völlig aus, daß eine Eiablage durch junge Individuen wenigstens im Untersuchungsgebiete stattgefunden haben könnte. Es müssen also jene Juli- und Augustbruten unbedingt von alten Tieren gestammt haben und deren zweite Bruten gewesen sein. Es werden fernerhin aller Wahrscheinlichkeit nach die früher zitierten Hartig'schen Funde, die von Eichhoff als ein Beweisstück für die Richtigkeit seiner Generationstheorie angeführt wurden, ebenso wie die „vielfach unzweifelhaft beobachteten doppelten Generationen“ zweite Bruten alter Käfer gewesen sein. Mag eine doppelte Generation in klimatisch besonders begünstigten Gegenden Deutschlands unter günstigen Witterungsverhältnissen auch nicht völlig ausgeschlossen sein, im Sinne Eichhoff's, nach dem die Jungkäfer sofort nach dem Ausflug zur Fortpflanzung schreiten, und Generation an Generation wie die Glieder einer Kette sich ununterbrochen aneinanderreihen, ist sie sicherlich für alle Verhältnisse unmöglich. (Schluß folgt.)

Über die Erziehung von Ballenpflanzen auf künstlichem Wege.

Von Forstmeister Reuter in Bamberg.

Hierzu Tafel VI.

Schon seit einer längeren Reihe von Jahren ist die Anzucht ballenloser Waldbpflanzen immer mehr gesteigert worden und das Bestreben der damit beschäftigten Pflanzenzuchtanstalten und der mit dieser Aufgabe betrauten Organe der Forstverwaltung ist mehr als je darauf gerichtet, unter tunlichster Verminderung der Produktionskosten sowohl in qualitativer als auch quantitativer Richtung hervorragende Erfolge zu erzielen, um den Anforderungen der Konsumenten in jeder Beziehung vollständig gerecht werden zu können.

Von der Verwendung von Ballenpflanzen ist man infolgedessen in den verfloßenen Jahrzehnten immer mehr zurückgekommen, aber man kann dieselben an vielen Orten doch nicht ganz entbehren. Insbesondere ist der Landwirt, welcher seine Scholle vielfach noch nach alter Väter Art