

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Festschrift zur Goldenen Hochzeit Ihrer Königlichen Hoheiten des Grossherzogs und der Grossherzogin

Friedrich <I., Baden, Großherzog>

Karlsruhe, 1906

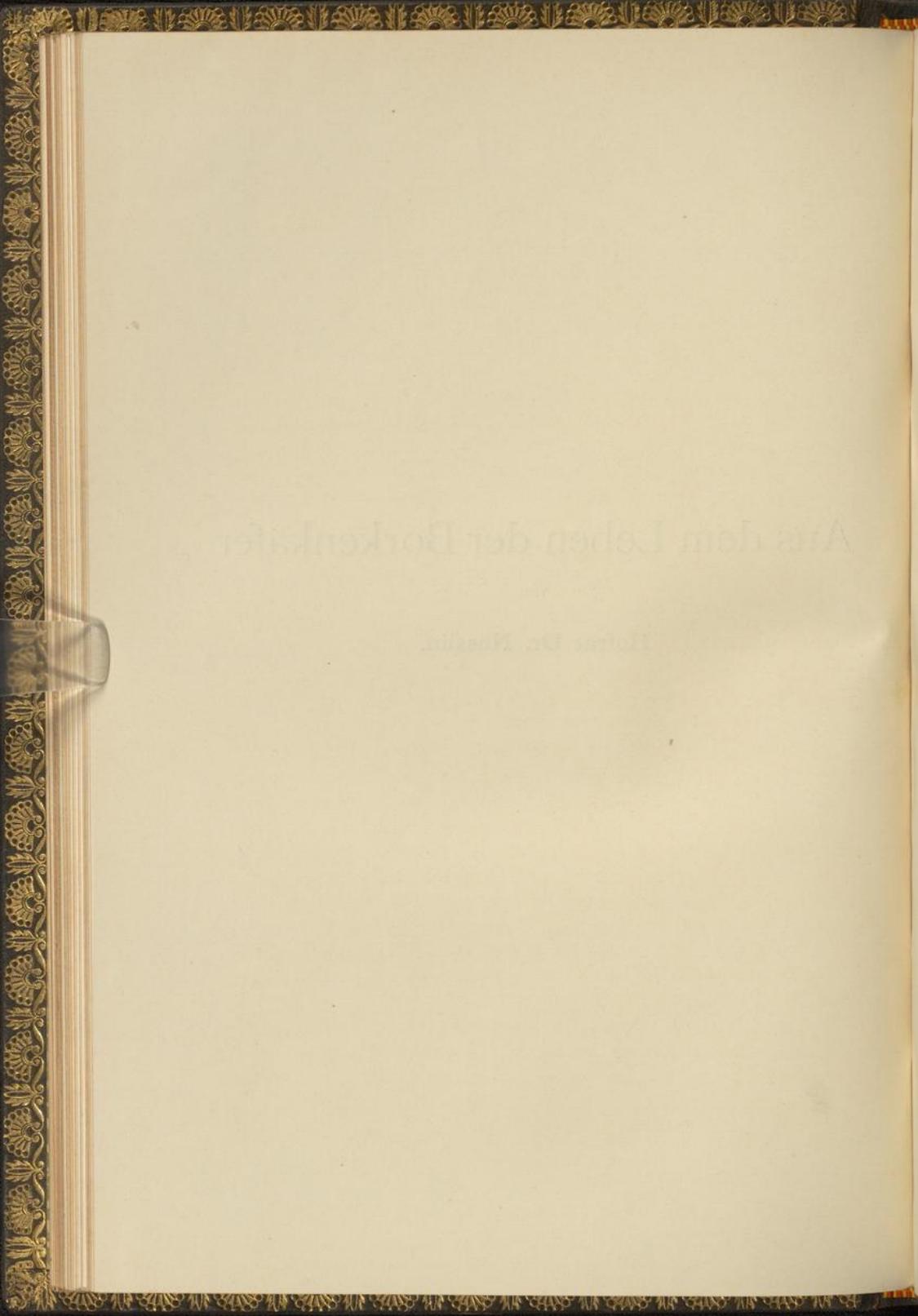
Aus dem Leben der Borkenkäfer

[urn:nbn:de:bsz:31-334108](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-334108)

Aus dem Leben der Borkenkäfer

von

Hofrat Dr. Nüsslin.



Als dem Leben der Borkenländer

Herrn Dr. Knecht

de
ni
te
ge
in
Ka
für
so
enge
Cur
side
Fami
und
Riss
Coss
inbe
sehen
Fami
ganis
Kamp
laute
reife
die
Lige

Die Borkenkäfer sind eine Familie der Rhynchophoren, der Rüsselkäfer im weiteren Sinne. Alle Rhynchophoren-Familien teilen miteinander die nahtlose, also weitgehendste Verschmelzung der Chitinplatten des Kopfes und der Vorderbrust; alle haben die gleiche embryonale Entwicklung, und auch postembryonal die gleiche Larvenform: eine beinlose, augenlose, fast madenartige, bauchwärts eingekrümmte Larve mit weichem, meist weißlichem Körper und hartem, gelblichem Chitinkopfe, der die festen Mundteile trägt.

Die einzelnen Familien gehen stufenweise ineinander über, so entfernt auch die Extreme einander gegenüberstehen. Einen engeren Zusammenschluß zeigen unter sich die drei Familien der Curculioniden oder Rüsselkäfer im engeren Sinne, der Cossoniden und der Scolytiden oder Borkenkäfer. Diese drei Familien haben die geknietten Fühler, deren Geißel eine Keule trägt, und den sehr charakteristischen Kaumagen*) gemeinsam.

Die Cossoniden bilden dabei das Übergangsglied zwischen Rüssel- und Borkenkäfern, und insbesondere sind es unter den Cossoniden einzelne Arten der Gattung *Rhyncolus*, welche rein äußerlich gewissen *Hylastes*-Arten der Borkenkäfer so ähnlich sehen, daß schon ein genaueres Zuschauen dazu gehört, um die Familienzugehörigkeit festzustellen. Auch in der inneren Organisation, insbesondere in bezug auf die Mannigfaltigkeit der Kaumagen-Bildungen beider Familien zeigen sich geradezu parallel laufende Übereinstimmungen.

In der Lebensweise bieten die Cossoniden in der Familienreihe der Rhynchophoren gleichfalls die nächsten Anklänge an die Borkenkäfer, gibt es doch *Rhyncolus*-Arten, welche zur Ei-

*) Anfänge einer Kaumagenbildung kommen auch bei Rhynchitiden (*Apoderus coryli*) vor.

ablage gleich wie die echten Borkenkäfer als Mutterkäfer in den Holzkörper eindringen und sogenannte Muttergänge nagen, eine Erscheinung, die bei echten Rüsselkäfern noch nirgends vorkommt.

In der langen Lebensdauer der Imagostadien, in den Generations-Verhältnissen, sowie in der Art des Larvenfraßes zeigen sich andererseits manche echte Rüsselkäfer und manche Borkenkäfer so übereinstimmend, daß sich hieraus auch ein ähnliches forstliches Verhalten ergibt.

Ich erinnere in dieser Beziehung an die *Hyllobius*- und *Pisodes*-Arten unter den Rüsselkäfern einerseits, an *Hylesinus*-Arten unter den Borkenkäfern andererseits.

Die Borkenkäfer sind Parasiten der Holzgewächse. Nur ganz vereinzelt kommen sie auch an Krautpflanzen (Gattung *Thamnurgus*), oder an Früchten (*Coccotrypes dactyliperda*) vor. Fast ausnahmslos leben sie in strauchartigen oder baumartigen Holzgewächsen, ganz besonders in den letzteren. Die Bäume der Wälder, der Parks, der Felder und Gärten sind daher ihre Domäne.

Unter den Bäumen erscheinen die Nadelhölzer sehr wesentlich bevorzugt, besonders die Kiefern mit etwa 26 Arten und die Fichte mit etwa 14 Arten, die Tanne mit vier Arten. Unter den Laubhölzern sind Eiche und Ulme bevorzugt, beide mit je sieben Arten, dann folgt die Esche mit drei Arten. Alle übrigen Nadel- und Laubhölzer haben höchstens zwei Arten, öfters sogar nur eine Art. Die genannten Zahlen sind insofern nicht vollständig, als es noch außerdem Borkenkäfer-Arten gibt, welche mehr oder weniger polyphag leben, und als manche einer Holzart zugewiesene Spezies auch gelegentlich an einer anderen vorkommen kann. So hat heuer in Pfullendorf der für die Fichte so typische Buchdrucker (typographus) die Kiefer ganz skrupellos heimgesucht, und auch sonst ist bei Massenvermehrung eine gewisse Gleichgültigkeit in bezug auf die Wahl der Holzart hervorgetreten.

Es sind dies Fälle der Not, in denen auch der Borkenkäfer weniger wählerisch wird, auch in bezug auf ein anderes sehr wichtiges Moment. Die Borkenkäfer meiden nämlich unter normalen Verhältnissen alles Vollsäftige und Frohwüchsige, sie sind so recht die Parasiten des Kranken und des Schwachen. Die Todeskandidaten unter den Bäumen werden von ihnen so sehr bevorzugt, daß es zu den Ausnahmen gehört, wenn ein infolge

anderer Ursachen absterbender Baum keine Borkenkäferinsassen enthält. Sie sind also normal sekundäre, nicht primäre Feinde des Waldes.

Doch in der Not werden sie auch primär und fallen alsdann aus Hunger und aus Fortpflanzungsdrang auch über die gesünderen Bäume her.

Die Borkenkäfer besuchen die Bäume, um für sich und für ihre Nachkommen Nahrung und Schutz, und um Fortpflanzungsstätten zu finden.

Zu allen diesen Zwecken gehen sie in Minengängen ins Innere der Holzpflanzen: in das Innere der Rinde oder des Holzes. Von ganz besonderem Interesse, von einer staunenswerten Mannigfaltigkeit und zum Teil von wirklicher Schönheit sind die zum Zweck der Fortpflanzung und Ernährung der Brut gefertigten sogenannten Brutgänge, auch Brutbilder oder Fraßbilder schlechthin genannt.

Fast jede Art hat ihre eigene Bauart, und gewisse Gruppen solcher Brutbilder repräsentieren geradezu Baustile. So unterscheidet man einfache und doppelte Lotgänge, einfache und doppelte Wagegänge, Sterngänge, Platzgänge bei den Rindenbrütern, Leitergänge, Platzgänge, horizontale und unregelmäßige Gabelgänge bei den Holzbrütern.

Der Charakter der Brutbilder ist für die einzelne Art so beständig, daß es oft leichter ist, eine Borkenkäferart nach ihren Brutbildern zu erkennen, als nach den subtilen Merkmalen des Käfers selber.

An den Brutgängen läßt sich meistens der Anteil der Eltern und der ihrer Nachkommen deutlich trennen und wir unterscheiden hiernach Mutter- und Larvengänge. Am Muttergang arbeitet das Weibchen den wichtigsten Teil, der zur Aufnahme der Eier dient. Das Männchen nimmt nur beschränkten Anteil.*

* Nach den neuesten Publikationen von Ivan Schewyreuy (L'énigme des Scolytiens „Petersb. Forstjournal“ 1905, deutsches Referat von Nik. v. Adlung im zool. Centralbl. 1905) ist die Rolle der ♂♂ Borkenkäfer damit nicht ausgespielt. Dem ♂ falle z. B. bei *typographus* die Reinigung der nach unten gerichteten Muttergänge zu, wobei das ♂ das Bohrmehl hinter sich scharrt und rückwärts aufsteigend nach außen führt. Diese Reinigung geschähe jedoch zum Zwecke der Ermöglichung wiederholter Begattungen (jeweils nach Ablage von 6—12 Eiern), wozu das ♀, vom ♂ liebkost, demselben, ebenfalls rückwärts aufsteigend, in die Rammelkammer folge.

Es übernimmt z. B. bei den polygam lebenden Rindenbrütern die Anfangsarbeit, nämlich die Fertigung der Eintrittsröhre und einer geräumigen Platzmine, die gewissermaßen als Empfangsraum für die alsbald eintretenden Weibchen dient. Schon vor Ratzeburg wurde dieser Raum unter der Bezeichnung „Brautkammer“ als Ort der Begattung aufgefaßt; Ratzeburg befestigte diese Auffassung, indem er den weniger ästhetischen Namen „Rammelkammer“ gewählt hat. Es ist jedoch sehr fraglich, ob wirklich alle Weibchen noch jungfräulich in diesen Raum eintreten, es scheint die Begattung auch schon außerhalb, zurzeit des Massenansflugs vollzogen zu werden. Jedenfalls sind die versammelten Weibchen schon einige Stunden nach dem Eintritt damit beschäftigt, jedes für sich, einen röhrenförmigen Gang, den Brutgang, zu nagen und schon nach Ablauf eines Tages mit der Eiablage zu beginnen. Wir wollen bei unserer nachfolgenden Schilderung ganz besonders den großen Fichtenborkenkäfer (*Tomicus typographus* L. = „Buchdrucker“) ins Auge fassen.

Gewöhnlich kommen hier zwei oder drei Weibchen in die Rammelkammer, so daß zwei bis drei Brutgänge, einer stamm-aufwärts und einer oder zwei abwärts, genagt werden, also ein doppel- oder dreiarmiger Lotgang entsteht.

Jedes Weibchen nagt, während es successiv den Gang verlängert, beiderseits kleine Hohlräume, die Eiergruben, deren jede zur Aufnahme eines Eies dient, und alsbald nach Ablage der Eier mit etwas Genagsel bedeckt und so gegen das Lumen des Gangs abgeschlossen wird.

Das Tempo der fortschreitenden Eiablage richtet sich hauptsächlich nach der Witterung. Der ganze Brutgang mit seinen 30 bis 50 Eiergruben kann in zwei bis drei Wochen vollendet sein, es kann aber auch durch dazwischentretende Kälte der Fortgang der Eiablage verlangsamt, ja wochenlang ganz unterbrochen werden. Natürlich ist, entsprechend dem Verlauf der Eiablage, das zunächst der Rammelkammer gelegene Ei das älteste, das an der Spitze des Brutarms befindliche das jüngste. In einer dieser successiven Eiablage entsprechenden Aufeinanderfolge schlüpfen alsdann nach der etwa 10 bis 14 Tage währenden Embryonalentwicklung aus den Eiern die Larven, so daß, wenn innerhalb 15 Tagen die Vollendung des Brutgangs und die Ablage von 45 Eiern gleichmäßig geschehen würde, jeden Tag in einem Brutgang,

und zwar als Kinder eines Weibchens, etwa drei Larven aus den Eiern ausschlüpfen könnten. Und weiter: aus den Larven werden später ebenso successiv und ungleichzeitig nach etwa weiteren 15 Tagen Puppen und darans nach etwa acht Tagen Jungkäfer. Ein einziges Weibchen könnte daher später 15 Tage hindurch jeden Tag drei Jungkäfer aus der Brutstätte entlassen, vorausgesetzt, daß alle am Leben geblieben, und alle gleichmäßig herangewachsen waren, und daß die Witterung 15 Tage lang zurzeit des Ausflugs der 45 Jungkäfer gleichmäßig warm und sonnig gewesen wäre.

Jede ausschlüpfende Larve nagt sich einen Gang, den „Larvengang“, welcher ihre Fraßstätte bedeutet und später durch den abgegebenen braunen Kot auf der weißlichen Rinde markiert wird, der zugleich deutlich Auskunft gibt, wie rasch die Larve wächst; denn nicht nur seine Länge, sondern auch seine Breite wird immer beträchtlicher, je mehr die Larve an Umfang zugenommen hat. Dem Verlauf der Eiablage gemäß können in der Nähe der Rammelkammer schon nahezu vollendete Larvengänge sein, während am Brutgangende noch Eier gelegen sind.

Am Ende des Larvengangs wird eine Erweiterung, die „Puppenwiege“, genagt, in welcher die erwachsene Larve einige Tage ohne zu fressen liegen bleibt, und unter Kotentleerung und Häutung zur Puppe wird.

Ganz allmählich wandelt sich die Puppe zum Jungkäfer um, der zuerst noch weiß ist, nach und nach vom hellsten Gelb bis zum dunklen Braun sich verfärbt, in gleichem Tempo seine Chitinegebilde erhärtet, sowohl die äußerlichen, als auch die inneren. Zu den letzteren gehören Teile des Darms und der Genitalien, vor allem der Kaumagen und das männliche Begattungsorgan. Dieses Heranreifen des Jungkäfers kann zwei bis drei Wochen in Anspruch nehmen, wobei der Jungkäfer, sobald seine Kauorgane erstarkt sind, auch feste Nahrung zu sich nimmt, dabei seine Puppenwiege erweitert oder gangartig weiterfrißt. Besonders umfangreich wird dieser Jungkäferfraß, wenn ungünstige Witterung die Entwicklung verzögert und den Ausflug hemmt, besonders daher bei den Spätbruten der Endsaison. Sobald der Käfer fertig ist und gutes Wetter herrscht, frißt er sich Löcher zum Austritt: die sog. Fluglöcher.

Das weitere Verhalten des Jungkäfers ist nun je nach den Gattungen verschieden. Bei den einen ist gleichzeitig mit der

Erstarkung der Chitintteile des Jungkäfers auch eine volle Reifung der Geschlechtsdrüsen eingetreten, so daß mit dem Ausflug auch der Fortpflanzungstrieb erweckt und alsbald befriedigt wird. Bei diesen Gattungen folgt gleichsam Anflug auf Ausflug, und zwar Anflug zum Zwecke der Fortpflanzung, zur Fertigung neuer Brutgänge, zu erneuter Eiablage für eine II Generation.

So machen es z. B. die Scolytinen und unter den Tomi- cinen unsere wichtigsten Arten, z. B. gerade der Buchdrucker. Am 4. August dieses Jahres konnte ich in Pfullendorf diesen Vorgang in überwältigender Weise beobachten. Die heißen Tage vorher hatten von Tag zu Tag neue Fichten zum Absterben ge- bracht, wobei sehr rasch die rote Verfärbung der Kronen eintrat. Jeder dieser Bäume entsandte Tausende von Jungkäfern, die sich Brutstätten suchten und dabei auch die frohwüchsigsten stärksten Fichten nicht verschonten. So ließ sich am genannten sehr heißen Tage beobachten, wie Hunderte von *Typographus*-Jungkäfern an gesunden stehenden Bäumen herumliefen, um Stellen zum Ein- bohren zu suchen. Daneben, am gleichen Stamm oder an benach- barten Fichten, zeigten sich in Brusthöhe schon eingebaute Käfer, bald nur ein einziges Männchen in der Rammelkammer, bald eine zwei- bis dreiweibige Familie, bald schon junge Brutgänge und Eiablagen. Wenn man solche Fichten fällen ließ, konnte man oben am Kronenansatz schon weiter entwickelte Brutbilder mit begonnenen Larvengängen treffen.

Fast immer zeigte sich eine solche Differenz, mit anderen Worten: der Anflug begann oben und rückte allmählich nach unten weiter, und zwar am Einzelstamm mit einer zeitlichen Differenz von etwa 12 bis 14 Tagen. Daher müssen auch später die Jung- käfer oben zuerst reifen und auskommen, unten zuletzt und da- zwischen alle Tage, wenn nur die Witterung es erlaubt.

Jene frisch eingebaute Käfer bestanden größtenteils aus noch unvollständig ausgefärbten Jungkäfern, so daß sie eine II Generation der eben vollendeten I Generation darstellten. Die Art der lange sich hinziehenden Eiablage und die Art des verschiedenzeitigen Anflugs der Mutterkäfer am einzelnen Stamm und an den verschiedenen Bäumen eines Waldes, wo in sonnigen Lagen das Käferleben früher erwacht als in kälteren, an den Rändern und auf Blößen früher als im Inneren; alle diese Fak- toren bringen es mit sich, daß sich der Übergang von der I. zur

II Generation nicht in wenigen Tagen, sondern in Wochen, ja Monaten vollzieht, und daß fast an jedem warmen und sonnigen Tage von Mai bis September ausschwärmende und anfliegende Borkenkäfer zu erwarten sind: zuerst im Frühjahr die nach und nach reif werdenden Jungkäfer von den Spätbruten des vorigen Jahres; dann vom Hochsommer an die Jungkäfer der I Generation der Saison und zuletzt gegen Ende September möglicherweise schon Jungkäfer einer II Generation.

Auf solche Weise drohen während der ganzen Saison aus- und anfliegende Borkenkäfer, falls die Witterung dies möglich macht. Die Borkenkäfer verlangen nämlich zum „Schwärmen“ je nach der Art ganz verschiedene Temperaturen. Einzelne Arten begnügen sich hierzu mit 9° C. und können bei uns schon im Februar, in Südfrankreich schon im Januar zum Schwärmen verlockt werden (z. B. *Hylesinus piniperda*). Solchen „Frühschwärmern“ steht gerade der große Fichtenborkenkäfer diametral gegenüber. Er ist ein Spätschwärmer und soll erst bei einer Temperatur, die 20° C. erreicht, aus seinen Verstecken hervorgelockt werden. Heuer ist diese Temperatur erst im Mai, und zwar in Karlsruhe am 1., 6., 12. und am 27. bis 31. Mai, in St. Blasien überhaupt erst vom 28. bis 31. Mai erreicht worden. In Herrenwies kam nach den Beobachtungen des Anflugs der 12. und 27. bis 31. Mai in Betracht. Das waren die ersten Schwärmertermine des abgelaufenen Jahres.

Da der Juni, Juli und Anfang August recht günstig, warm und sonnig verlaufen sind, so war die I Generation von der zweiten Hälfte des Juli an ausflugreif und schwärmbereit geworden, so daß die II Generation schon mit ihren ersten Familien Ende August in das Übergangsstadium von der Puppe zum Jungkäfer gelangt war. Allein der Schluß der Saison war heuer so ungünstig, wie der Anfang im Mai. September und Oktober waren sehr kühl, und so brachte es die II Generation heuer in den recht warmen Tagen des 26., 28. und 29. September wohl noch zu den Vorarbeiten zum Ausflug, zum Fertigen von Löchern und zum Auswurf von Bohrmehl, wahrscheinlich aber nicht mehr zum wirklichen Ausflug.

Ein und dieselbe Art, wie z. B. unser Buchdrucker, bringt es nicht jedes Jahr bis zur Vollendung der Vorläufer der II Generation. So war 1903 ein so ungünstiges Jahr, daß die

I Generation, statt wie heuer in zwei Monaten, also von Ende Juli an, in der Hauptsache erst im folgenden Frühjahr geschlechtsreif geworden war. Wäre andererseits heuer der Mai und September günstig gewesen, so würden noch die Anfänge einer III Generation ermöglicht worden sein.

Wir haben schon oben erwähnt, daß bei manchen Gattungen der Borkenkäfer die Geschlechtsreife keineswegs synchronisch mit der Erstarkung der Chitintteile verläuft. Bei diesen Formen hat infolgedessen der ausfliegende Jungkäfer weder den Trieb, noch die Fähigkeit zur Fortpflanzung erlangt. Diejenigen Jungkäfer der I Generation solcher Arten, welche im Hochsommer auskommen, treiben sich alsdann herum, um für ihre Ernährung zu sorgen, sie treiben gleichsam Allotria-Fraß.

Die einen, wie *Myelophilus piniperda* und *minor*, kriechen in die frischen Triebe der Kiefern, fressen da die Markröhre aus (daher ihr Gattungsname), töten dadurch die Triebe, welche alsdann bei den nächsten Stürmen, oft schon im August, meist erst im Oktober, zu Boden fallen, diesen im Umkreis des Stammes bedecken, während die Krone des Baumes gelichtet wird. Wegen dieser Ausschaltung zahlreicher Triebe heißen die Käfer seit Alters auch Waldgärtner. Eine andere Art, *Hylesinus fraxini*, bohrt sich in Eschenrinde und erzeugt oder befördert jene krebsartigen Wucherungen, die „Eschenrosen“ genannt werden. Wieder andere fallen über junge Nadelholzpflanzen her, es sind die sogenannten wurzelbrütenden Hylesinen, welche als Larven unschädlich, als Käfer durch Benagen und halb minierendes Platzfressen in der Rinde, teils unter, teils über der Erde, in ähnlicher Weise kulturverderblich wirken, wie der große braune Rüsselkäfer (*Hyllobius*). Forstlich ist das Verhalten beider das gleiche und zufälligerweise zeigen auch gerade diese Wurzelbrüter die größte gestaltliche Ähnlichkeit mit den Cossoniden, der Übergangsgruppe zu den Rüsselkäfern.

Alle diese Allotria treibenden, sexuell noch unreifen Käfer zählen nach unserer bisherigen Kenntnis zu den Hylesiniden. Sie gehen wohl in der Mehrzahl später in Winterverstecke und werden erst im folgenden Frühjahr geschlechtsreif, haben daher normal nur eine Generation im Jahre. Es gibt aber auch Arten, die nur gelegentlich und nicht normal solchen schädlichen Allotria-Fraß verüben, auch *typographus* ist dazu fähig, insbesondere die

Jungkäfer von Spätbruten, die wahrscheinlich durch vorübergehende Sonnenhitze in der Spätsaison herausgelockt wurden, und, infolge der kühlen Witterung noch nicht fortpflanzungsreif, unregelmäßige geweihartige Gänge in der Rinde gesunder Stämme nagen können.

Die Entscheidung der Generationsverhältnisse bietet gerade bei den Borkenkäfern besondere Schwierigkeiten, und so kam es, daß selbst bei einer so gemeinen Art, wie dem Buchdrucker, der seit Jahrhunderten verheerende Schädigungen der Wälder verursacht hat, neuerdings Zweifel auftauchen konnten, allerdings mit Unrecht.*

Eine sehr wichtige Frage ist auch die über das Schicksal der Mutterkäfer nach der Eiablage. Auch darin scheinen sich die Borkenkäfer nicht einheitlich zu verhalten. Bei einem Teil sind die Mutterkäfer langlebig und können nach Absolvierung ihrer ersten Brut zur nochmaligen Eiablage schreiten, sind also in ähnlicher Weise langlebig wie manche Rüsselkäfer (*Hylobius*, *Pissodes*). Bei anderen scheint eine zweite Fortpflanzungsperiode normal nicht vorzukommen, die Lebensenergie mit der einmaligen Fortpflanzung zu Ende zu sein, wenn auch einzelne, wohl jüngere Mutterkäfer Versuche zu weiterer Brutablage machen können. Gerade ein heuriges Experiment hat gezeigt, daß von 84 Elternkäfern, die etwa einen Monat nach dem Beginn der ersten Eiablage, etwa im Puppenstadium der Brut, den Muttergängen entnommen worden waren, nur ein einziges Weibchen einen abnormen Brutgang zustande gebracht hatte, worin nur drei Eier wirklich zu Larven geworden sind. Gerade diese Ausnahme, die deutlich die Schwächung der Fortpflanzungskraft kundgibt, scheint hier die Regel nur zu bestätigen. Für die Praxis der Begegnung hat diese Frage eine wesentliche Bedeutung, da wir in jugendlichen Stadien der Brut das Verbrennen der Rinde ersparen können, wenn wir auf die Mutterkäfer keine Rücksicht zu nehmen brauchen.

Die früheren Betrachtungen haben uns gezeigt, daß ein Teil der Borkenkäfer in stande ist, Generation an Generation, Brut an

* Näheres in meinen neuesten Aufsätzen: Der Fichtenborkenkäfer (*Tomicus typographus* L.) im Jahre 1905 in Herrenwies und Pfullendorf. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstw. 1905, und: „Nachwort hierzu“ ebenda 1906.

Brut anzureihen, wenn die Witterungsverhältnisse günstige sind. Zu ihnen gehört vor allen der Buchdrucker und einige andere Tomicingen der Kiefer, Fichte, Tanne und Lärche.

Die Fruchtbarkeit des einzelnen Weibchens ist keineswegs bei den Borkenkäfern eine sehr bedeutende. Fünfzig Eier für jedes Weibchen ist eine schon hochgegriffene Mittelzahl. Diese Zahl ist im Verhältnis zu anderen Insekten eine mittlere. Wir finden dies nach einem Grundgesetz der organischen Natur, dem Gesetz der Sparsamkeit, auch begreiflich, weil die Natur die Borkenkäferbrut ganz besonders geschützt hat, indem das Weibchen seine Brutgänge minenartig im Inneren der Holzgewächse anlegt. Wir kennen daher auch recht wenig Feinde der Borkenkäfer im Verhältnis zu den offenlebenden Insekten, insbesondere den forstschädlichen Großschmetterlingen. Imagines und Larven, Puppen und Eier sind gegen Wirbeltierfeinde fast völlig geschützt, nur Spechte können gelegentlich in Betracht kommen, doch verschmähen diese die kleineren Larven und leisten bei den Nadelholz-Borkenkäfern fast nichts. Dagegen gibt es eine Anzahl von Insekten, insbesondere Käfer und Schlupfwespen, welche teils räuberisch, teils parasitisch die Borkenkäferbrut heimsuchen. Die Räuber, insbesondere der Ameisenkäfer (*Clerus formicarius*), namentlich seine rosafarbige Larve, sodann mehrere Staphyliniden, Nitiduliden und Vertreter anderer Familien kriechen in die Mutter- und Larvengänge, um Eier, Larven und Puppen zu überfallen und zu verzehren. Nicht zahlreich sind die Borkenkäfer-Schlupfwespen. Auch Pilzkrankheiten spielen keine erhebliche Rolle bei den Borkenkäfern. Im ganzen leisten Räuber und Parasiten, insbesondere bei Massenvermehrungen, äußerst wenig, weshalb eine Borkenkäfer-Kalamität auch nicht nach etwa drei Jahren wie bei den großen Kiefernspinner-, Nonnen- und Kiefernspanner-Kalamitäten infolge Übervermehrung ihrer Feinde ein natürliches Ende findet, sondern, soweit wir wissen, ins Endlose fortwütet, so lange Gelegenheit geboten wird. Infolge Mangels an Feinden sind auch die „eisernen Bestände“ der Borkenkäfer viel größer, als bei vielen andern schädlichen Insekten.

Jahr aus Jahr ein hausen sie in unterdrückten und kränkenden Stämmen, in liegen gebliebenen Hölzern der jährlichen Holzhiebe, in Wind- und Schneebrüchen.

Wie groß der eiserne Bestand gerade bei *Typographus* ist, beweist die Tatsache, daß selbst im relativ gepflegten Walde zur rechten Zeit und am richtigen Ort hingelegte Fangbäume normal sofort befallen werden, indem sie durch den Duft ihrer welkenden Rinde die vorhandenen Scharen des eisernen Bestandes aus der Nachbarschaft herbeilocken, und zwar nicht in vereinzelt Individuen, sondern in Massen. Im Verlaufe einiger Tage pflegt ein solcher Fangbaum, von oben nach unten fortschreitend, besetzt zu sein.

In welchen Massen die Mutterkäfer an einen Baum zur Brutablage anschwärmen, hat gerade bei *Typographus*, dem allerwichtigsten Schädling, schon frühzeitig das Interesse erweckt. Ratzeburg erwähnt 1837 in seinen Forstinsekten (1. Band, S. 148) eine Zählung und Berechnung v. Sierstorpffs, wonach eine einzige Fichte 23 000 „Paare“, also ebensoviel ♀ Mutterkäfer, aufzunchmen vermöchte. Wir haben heuer in Pfullendorf auch eine Berechnung versucht. Ich zählte an einem etwa 28 cm langen und 14 cm breiten Rindenstücke (= ca. 0,04 qm) 30 Muttergänge, also 30 Weibchen. Für eine ca. 90jährige Fichte mit Käferbesatz bis zu 28 m Höhe und einem mittleren Durchmesser von etwa 32 cm würden sich darnach pro Stamm etwa 20 000 Weibchen ergeben. Falls jedes Weibchen 50 Nachkommen erzeugen würde, könnte darnach etwa eine Million Jungkäfer aus einer einzigen starken Fichte ausfliegen.

Natürlich wird nur eine beträchtlich kleinere Zahl zum wirklichen Ausflug gelangen, da sich die Mutter- und Larvengänge oft gegenseitig drängen und manche Larven nicht zur Entwicklung gelangen, abgesehen von der Wirksamkeit der Borkenkäferfeinde.

Im Vergleich zu dieser Berechnung nach der Zahl der angepflögten Weibchen will ich noch eine Berechnung v. Bergs (1836) mitteilen. Er zählte die Nachkommen und fand an einem Rindenstück von 12" im Quadrat, also auf ca. 0,1 qm 1220 Stück völlig entwickelter Larven und Puppen. Daraus würden sich für obige Fichte mit ca. 28 qm Rindenfläche rund $28 \times 12\,200 = 341\,600$ Stück ergeben, also etwa ein Drittel der obigen Berechnung. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß die wirkliche Gesamtzahl noch wesentlich geringer ist.

Nehmen wir pro Hektar in einem 90jährigen Fichtenbestande 200 Stämme obiger Dimensionen an, so würden sich pro Hektar

200 \times 341 600, also rund 68 Millionen Jungkäfer ergeben. Schreiten diese sofort zur II Generation, so würde unter der Voraussetzung, daß darunter 40 Millionen Weibchen wären und jedes etwa 25 Jungkäfer erzeugte, die II Generation pro Hektar schon eine Milliarde Jungkäfer liefern. Diese Zahlen werden einigermaßen erläutern, wie rapid die Borkenkäfervermehrung fortschreiten und zu welcher Größe sie anwachsen kann.

Wir haben gesehen, daß die Fruchtbarkeit der Borkenkäfer keineswegs eine besonders große ist, daß jedoch ihre Vermehrungsziffer infolge ihrer geschützten Lebens- und Fortpflanzungsweise und infolge der stetigen von Feinden wenig gestörten Zunahme langsam aber sicher zu bedeutender Höhe anwachsen kann. Auch die Ungunst der Witterungsverhältnisse kann nur verzögernd, nicht aber vernichtend, wie z. B. bei Raupenkalamitäten oder bei Schädigungen durch Pflanzenläuse, die Vermehrung beeinflussen. Nässe und Kälte tun den Borkenkäfern über Winter kaum wesentlichen Abbruch. Keine Seuche, keine Parasitenvermehrung vermag ihrer Massenvermehrung ein zeitliches Ziel zu setzen, Jahr für Jahr schreitet dieselbe fort, wie die furchtbaren Verheerungen aus vergangener Zeit zur Genüge gelehrt haben.

Zu Ende des 17. und Anfang des 18. Jahrhunderts herrschten große Waldverheerungen in den Fichtenwäldern Mitteldeutschlands. Dann begann wieder, insbesondere im Harz 1772, eine Besorgnis erregende Überhandnahme, die 1781 bis 1783 ihr Maximum erreichte, und erst gegen 1787 erlosch. Im Zellerfelder Forstdistrikte wurden damals etwa drei Millionen Stämme durch den Borkenkäfer zum Absterben gebracht.

Ziemlich neu ist die Borkenkäferverheerung 1869 bis 1875 im Bayerischen- und Böhmerwald. Im letzteren waren allein in vier Bezirkshauptmannschaften 104 100 ha (Badens Staatswaldungen umfassen ca. 94 000 ha) befallen, und mußten 2,7 Millionen Festmeter Holz mit über 8000 zum Teil von auswärts requirierten Arbeitern aufbereitet werden.

Fast unbedeutend erscheint dagegen die neueste Borkenkäferkalamität in unserem Lande, wo in Pfullendorf in dem am meisten heimgesuchten etwa 194 ha großen Distrikt Falken von 1903 bis jetzt etwa 26 000 Festmeter dem Käfer zum Opfer gefallen sind. Insbesondere sind in der etwa 30 ha großen Abteilung 7 fast alle 80jährigen und älteren Bestände mit über 10 000 Fm ge-

tötet worden, so daß dort nur noch 100 Fm dieser Altersklasse stehengeblieben sind.

Trotz dieser Vorkommnisse aus alter und neuester Zeit dürfen wir doch behaupten, daß die Borkenkäfer unter normalen Verhältnissen ungefährliche Parasiten des Waldes sind. Sie unterscheiden sich in dieser Hinsicht sehr wesentlich von den Schädlingen aus anderen Insektenordnungen, insbesondere von den in der Gesamtwirkung so ähnlichen Großschmetterlingen.

Die Borkenkäfer sind „sekundäre“, die Großschmetterlinge „primäre“ Feinde. Die Borkenkäfer vermeiden, wie wir früher gesehen haben, unter normalen Vermehrungsverhältnissen die gesunden und vollsaftigen Bäume, die Nonnenraupe und die Raupen anderer Großschmetterlinge fressen dagegen zu allen Zeiten die Nadeln und Blätter gesunder und frohwüchsiger Bäume mindestens ebenso gern als diejenigen der geringeren Wüchse.

Die Veranlassungen für eine Borkenkäferkalamität müssen der sekundären Natur der Borkenkäfer wegen ganz anderer Art sein, als z. B. diejenigen für eine Nonnenkalamität. Zwar liegt bei beiden Feinden die eigentliche Ursache in der abnormen Vermehrung der eisernen Bestände. Bei den meisten Borkenkäfern ist aber der eiserne Bestand stets relativ hoch, bei der Nonne dagegen normal so niedrig, daß in einzelnen Jahren selbst für Geldangebote kaum eine Nonne aufgetrieben werden kann.

Die Ursache der abnormen Vermehrung des eisernen Bestandes, also die Veranlassung zur Kalamität wird für die Borkenkäfer durch übermäßige Anhäufung ihres Fraß- und Brutmaterials also durch Stehenlassen absterbender Hölzer, durch Liegenlassen nicht entrindeter Stämme des Holzhiebs, der Windwürfe, Wind- und Schneebrüche oder aber durch allerlei Schädigungen der Gesundheit der Bestände bewirkt, wodurch kränkelnde Stämme, also normale Brutstätten für Borkenkäfer geschaffen werden. Die Veranlassung zur Nonnenkalamität wird dagegen einerseits durch besonders günstige Witterung während mehrerer sich folgender Jahrgänge, insbesondere im Frühjahr geschaffen, andererseits durch allerlei Faktoren, welche die bei der Nonne so sehr wirk-samen Feinde benachteiligen.

Es liegt in der Natur der Sache, daß auch zur Vorbeugung einer Borkenkäferkalamität ganz andere Mittel ergriffen werden müssen, als zur Vorbeugung einer Nonnenkalamität. Ebenso

kann der Einfluß, der dem Wirtschaftler zur Verhinderung einer Kalamität zu Gebote steht, hier und dort nicht der gleiche sein. Beim Borkenkäfer muß alles darauf ankommen, kränkelnde und absterbende Hölzer, also die Fraß- und Brutstätten so rasch und so viel wie möglich aus dem Walde zu entfernen. Gelingt dies, kann der relativ hohe eiserne Bestand dadurch in Schranken gehalten werden, dann bleibt der Borkenkäfer ungefährlich. Bei der Nonne und bei anderen primären Feinden kann der Wirtschaftler auf die Fraßstätten, das heißt auf die Gelegenheiten zur Ernährung und Fortpflanzung keinerlei Einfluß ausüben, der ganze gesunde Wald steht eben den primären Feinden offen und zur Verfügung, den sekundären normal nur der kranke und absterbende Teil des Waldes.

Auch kann der Wirtschaftler die Faktoren der Vermehrung der eisernen Bestände bei den primären Schädlingen kaum beeinflussen, die Witterungsverhältnisse gar nicht, die Feinde der Schädlinge nur wenig. Hier bleibt ihm nur die Möglichkeit, mit allen Mitteln der Vertilgung die rechtzeitig entdeckte Vermehrung der eisernen Bestände, die sogenannten Fraßherde, zu verfolgen und die Vermehrungsziffer dadurch herabzudrücken. Dieses letztere Mittel steht dem Wirtschaftler den Borkenkäfern gegenüber in viel wirksamerer Weise zur Verfügung, sei es durch die direkte Vernichtung der gefundenen Brutstätten, sei es auf indirektem Wege durch Anlockung mittelst Fangbäumen und nachträgliche Vernichtung.

Auch in bezug auf die Hilfsmittel der Erkennung einer Anschwellung der eisernen Bestände ist die Arbeit für den Wirtschaftler hier und dort eine sehr verschiedene. Bei den primären Feinden muß durch entomologische Beobachtung während des ganzen Jahres geprüft werden, ob das Insekt seine normale Vermehrungsziffer überschritten hat, bei den Borkenkäfern bedarf es nur zu gewissen Zeiten des Kontrollmittels der Fangbäume, an denen mit Leichtigkeit der quantitative Befall und damit der jeweilige Stand dieser Feinde für jedes Waldgebiet festgestellt werden kann.

Aus allem diesem geht hervor, daß der Wirtschaftler, falls nicht außergewöhnliche Naturereignisse, wie z. B. ausgedehnte sich wiederholende Stürme auftreten, und falls die nötigen Mittel an Geld und Arbeitskräften zur Verfügung stehen, unter Voraus-

setzung rechtzeitiger Erkennung und richtiger Inangriffnahme der zu Gebote stehenden Mittel, den Ausbruch einer Kalamität verhüten kann. Gefährlich wird der Borkenkäfer erst dann, wenn er sich in seinen ihm zusagenden Brutstätten zu einer solchen Höhe hat vermehren können, daß er dadurch gezwungen wird, primär zu werden, weil die Milliarden hungernder und brünstiger Käfer jetzt keine genügenden Brutstätten ihrer Wahl mehr finden können. Manche solcher Käfer, von ihren unabweisbaren Instinkten getrieben und nirgends mehr das zusagende Material findend, werden zwar in der saftigen Rinde der gesunden Bäume ihren Tod durch Ersticken finden, aber auch die Bäume werden dadurch, zunächst platzweise, zum Kränkeln gebracht. Solche kränkenden Stellen locken andere Käferscharen heran und schließlich obsiegt die Menge. Es ist dasselbe wie beim Kampf der Volksmassen gegen die reguläre bewaffnete Macht. Auch die letztere muß schließlich der Masse weichen.

Nun scheint bei dem Ansturm der Borkenkäfermassen ein wesentlicher Unterschied für die I und für die II Generation zu bestehen, insofern, als die erstere die Bäume vollsaftiger trifft, als die zweite. Nach meinen Beobachtungen in Pfullendorf am 4. August 1905 hatte kaum mehr ein Kampf bestanden zwischen dem Käfer und dem gesunden stehenden Baum. Die hohe Wärme hatte dem Borkenkäfer eine enorm erhöhte Lebensenergie verliehen, während der Baum unter dem für ihn keineswegs günstigen Einfluß der trockenen Hitze gestanden war. Ist erst der Fall eingetreten, in welchem der Borkenkäfer trotz seines stets sekundären Charakters infolge seiner Masse effektiv primär geworden ist, und auch die frohwüchsigsten und gesundesten Stämme nicht mehr verschont, auch in immer jüngere Bestände herabgeht, dann bleibt kein anderes Mittel übrig, als dem Borkenkäfer gleichsam voraneilend, alle befallenen Stämme niederzuhauen und unschädlich zu machen, noch ehe der Jungkäfer zum Ausflug gelangt ist, also ihm in der Niederwerfung der Stämme gleichsam den Rang abzulaufen und zuvorkommen. Sehr wichtig ist in diesem Falle die rechtzeitige Erkennung des Befallenseins der Bäume.

Da die Mutterkäfer das Bohrmehl aus ihren Gängen herauschaffen, so fällt von zahllosen Stellen der Rinde so lange feines Bohrmehl herab, als am Baume Brutgänge genagt werden, also

nach früherem, am einzelnen Gang zwei bis drei Wochen lang, am ganzen Baum etwa zwölf Tage länger. So lange also kann der Befall des Baumes durch Borkenkäfer relativ leicht erkannt werden, sei es durch die direkte Beobachtung des Herabrieselns des Bohrmehls (insbesondere gegen die Sonne), sei es durch die Feststellung seiner Ansammlung an allerlei Stellen am Baum und am Boden, insbesondere an Moos und Flechten, an den Schuppen der Borke, in Astwinkeln, Spinnweben. Durch Regenfälle kann dieses sonst so sichere Kriterium verwischt werden, und später hört es von selbst auf, sobald die Mutterkäfer ihre Gänge vollendet haben. Alle anderen Kennzeichen zur Feststellung des Befalls haben nicht die Sicherheit und damit nicht die Bedeutung des Bohrmehlausfalls. Die als befallen erkannten Bäume müssen gefällt und unschädlich gemacht werden.

Unsere vorausgegangenen Betrachtungen haben uns gezeigt, daß die Borkenkäfer als Feinde der Wälder einen ganz anderen Charakter tragen, als die so gefährlichen Großschmetterlinge. Diese Verschiedenheit ist tief begründet in ihrem ursprünglich sekundären Charakter und ist ein Segen für unsere Wälder. Wären diese verborgen hausenden minierenden Zwerge, denen infolge ihrer Lebensweise kein einziger wirksamer Feind, weder aus der organischen, noch aus der unorganischen Natur gegenübersteht, primär wie die Nonne oder der Kiefernspinner, so würde ihre Gefährlichkeit eine ungeheure sein, und es stünde uns kein Mittel gegen sie zur Verfügung. So aber können wir sie als Liebhaber der kränkelnden und welkenden Stämme durch Fangbäume nach Belieben anlocken und vertilgen, und dadurch jederzeit in Schranken halten und es ist uns stets wenigstens die Möglichkeit gegeben, jene Krisis zu vermeiden, bei welcher der sekundäre Charakter in den primären übergeht.