

Deutsches Entomologisches Institut
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin
Eberswalde

GÜNTER MORGE

Eine Beobachtung zur Grundfrage der Abhängigkeit von Wirkungsgrad und Wert natürlicher Feinde gegenüber Schädlingen

Alljährlich gehen im Hochgebirge trotz steter Bemühungen von forstlicher Seite und der großen Anstrengungen auf dem Gebiete der Wildbach- und Lawinerverbauung zahlreiche Lawinen nieder. Vielfach werden von ihnen mehr oder weniger große Waldteile geschädigt und Holzmassen gebrochen. Unwegsames Gelände, steile Hänge und in moderner Zeit die Unrentabilität der Bringung derartigen Holzes sowie auch der Mangel an Arbeitskräften bewirken oft, daß diese entwurzelten oder gebrochenen Bäume stamm- oder flächenweise liegenbleiben und von Borkenkäfern befallen werden. Eine ähnliche Situation ergibt sich im Hochgebirgswald nach Schnee-, Sturm- und Windbrüchen vom Beispiel des kleinsten Areales bis hin zur größeren Fläche.

Da diese Schädigungen verschiedene Holzarten betreffen, vornehmlich Fichte, Lärche, Zirbe und Kiefer, verteilen sich auch die Borkenkäfer auf mehrere Arten. Wie die nachfolgend noch näher erwähnten Untersuchungen bewiesen, erreicht dieser Borkenkäferbefall regelmäßig hohe Individuenzahlen. Das durch die Naturereignisse entstandene Brutmaterial allein würde ohne weiteres eine gefährlich große Nachkommenschaft ermöglichen. Trotzdem bricht jedoch nach kürzester Zeit die Vermehrung zusammen, obwohl sich außerdem oftmals in der Umgebung genügend in ihrem physiologischen Zustand gestörte Bäume und damit weitere Brutstätten sowie anderes Brutmaterial für die Borkenkäfer befinden.

Bei oberflächlicher Betrachtung scheinen allein die Besonderheiten des Waldes solcher Höhenlagen und klimatische Bedingungen die ausbleibende weitere Vermehrung und Unwirksamkeit der Borkenkäfer sowie die normalerweise zu erwartenden, hier aber nicht eintretenden Folgeschäden in der Umgebung derartiger Lawinengassen, Schnee- und Sturmbruchflächen zu erklären. Mangels näherer Untersuchungen als Folge fehlender und ihre Notwendigkeit bewirkender Schäden hat man sich jahrelang mit dieser Erklärung abgefunden. Bemerkungen, daß bisher der Beweis fehle, wonach Parasiten und Räuber eine Borkenkäferkalamität entscheidend beeinflussen könnten, ließen zudem an dieser Vorstellung festhalten, ohne dabei zu bedenken, daß bis heute ernsthafte Untersuchungen über die Frage nicht vorliegen, inwieweit natürliche Feinde beteiligt sind,

Jahren. Sie wurden mit Ausnahme der Jahre 1964 und 1965 in einjährigem Abstand durchgeführt und zeitweilig auf die Wälder des Kleinen Walsertales in Vorarlberg erweitert. Als ein gewisser Überblick vorhanden war, wurde dieser durch Auswerten umfangreichen Sammlungsmaterials überprüft und ergänzt, womit die gewonnenen Resultate geographisch gesehen auf verschiedene Stellen des gesamten Alpenraumes erweitert werden konnten.

Zumindest für den direkt untersuchten Bereich ergibt sich aus all dem nach diesem immerhin einigermaßen repräsentativen Zeitraum von zwölf Jahren folgender Eindruck für den Borkenkäferbesatz an den Holzarten Lärche, Zirbe, Fichte und Kiefer:

Eine extreme Reduktion der Borkenkäfer wird verursacht durch die Larven von vier Arten acalyptrater Dipteren: *Palloptera usta* (MEIGEN), *Lonchaea zetterstedti* BECKER, *Lonchaea seitneri* HENDEL und *Lonchaea bruggeri* MORGE.

Alle übrigen Faktoren, die sonst als Wall gegen das Überhandnehmen der Borkenkäfer eine Rolle spielen und eine mehr oder weniger entscheidende Reduktion der Schädlinge bewirken, treten in diesen Gebieten an Bedeutung gegenüber den Larven dieser vier Dipteren-Arten zurück. Dies gilt insbesondere für die artenmäßig durchaus reiche Begleitfauna anderer natürlicher Borkenkäferfeinde unter den Insekten. Es ist vielmehr festzustellen, daß ein großer Teil dieser übrigen natürlichen Feinde von jenen Dipteren-Larven mit vernichtet wird, was aber den Wirkungsgrad gegenüber den Schädlingen insgesamt gesehen nicht mindert in Anbetracht der noch zu erwähnenden hohen Individuenzahl der Fliegenlarven und deren extremem Vermögen, alle Stadien der Käfer in ungewöhnlicher Anzahl zu töten.

In bezug auf die Besiedlungstypen beziehungsweise das Artenspektrum der Borkenkäferfeinde in diesem Gebiet ergab sich die Feststellung, daß eine enge Abhängigkeit von der Art der Vermehrungsherde (klein- oder großflächig) nicht zu erkennen ist: Immer herrschten in den Räubergesellschaften die vier Acalyptraten-Arten (gemeinsam oder einzeln vorkommend) als Hauptspezies quantitativ und besonders in bezug auf ihren Wirkungsgrad vor. Selbst mit dem Alter der Vermehrungsherde änderte sich das Bild insgesamt gesehen nur in quantitativer Hinsicht. Die Larven der vier Dipteren-Arten bleiben auch dann noch vorherrschend. Sie gehen in diesem Stadium dazu über, die den Borkenkäfern folgenden Bockkäfer und deren Larven zu vernichten.

Verlöschen die Borkenkäferherde als Folge der Lebensweise dieser Pallopteride und/oder der Lonchaeiden, gehen diese Larven auf einzelne absterbende Bäume, Stöcke, Reisig, Wurzeln etc. in der Umgebung zurück, wo sie durch die Anwesenheit wirtschaftlich unbedeutender Borkenkäfer oder durch die dort lebende sonstige Rindenfauna ausreichend Nahrung finden und neue Brutstätten haben. In solchen Reservaten haben Bockkäfer-Larven die größte Bedeutung für ihre Ernährung, die zudem durch ihre Größe zahlreichen Larven der vier Dipteren-Arten zur Erhaltung dienen. Untersuchungen in Waldgebieten ohne nennenswerten Borkenkäferbesatz zeigten darüber hinaus, daß diese Dipteren auch dort in großer Zahl zu finden sind. Weiterhin konnte in diesen Waldgebie-

ten festgestellt werden, daß sie sich zudem durchaus auch von Baumsäften erhalten können.

Von bisherigen Beobachtungen bei Borkenkäfervermehrungen her leitete man meist die Behauptung ab, daß die Parasiten und Räuber nur als ganzer Komplex eine Bedeutung als beschränkender Faktor gegenüber den Schädlingen haben, und daß eine einzelne Art allein ohne Einfluß sei. Demgegenüber erbrachten diese Untersuchungen den Beweis, daß die vier Arten gemeinsam oder auch eine von ihnen allein ohne Anwesenheit anderer Feinde entscheidende Reduktionsfaktoren für die Borkenkäfer darstellen. Die vier Fliegenarten gewinnen als Räuber zudem dadurch besondere Bedeutung, als sie in der für die Vermehrung der Borkenkäfer entscheidenden Zeit des Jahres im gefräßigsten Larvenstadium vertreten sind. Hinzu kommt ihre äußerst verschwenderische Lebensweise und teilweise das schon erwähnte gemeinsame Auftreten (ohne sich gegenseitig zu vernichten), wodurch sich Individuenzahl und als Folge auch der Wirkungsgrad noch bedeutend erhöhen. Interessant erscheint weiterhin, daß dieses gemeinsame Auftreten, wobei die Holzart ohne Einfluß ist, ebenfalls gerade in die für die Reduktion der Borkenkäfer wesentliche Jahreszeit fällt, was zusätzlich ihren Nützlichkeitswert bedeutend steigert. Als geradezu „ideal“ in bezug auf die Vernichtungsquote muß ferner die Tatsache angesehen werden, daß das für die Reduktion der Schädlinge allein wichtige Larvenstadium bei *Palloptera usta* (MEIGEN) in der entscheidenden Entwicklungszeit der Borkenkäfer dasjenige der drei *Lonchaea*-Arten um durchschnittlich zwei Wochen überdauert. Mit anderen Worten: Nach einer Zeit gemeinsamer Vernichtungsarbeit entsteht keine Pause, sondern der eine Räuber (*Palloptera usta* (MEIGEN)) setzt sein Werk gerade in einer für die Schädlingsentwicklung wesentlichen Periode fort. Unterdessen beginnen die anderen Räuber (*Lonchaea zetterstedti* BECKER etc.) schon ihren folgenden Entwicklungszklus.

Das hohe Vernichtungsprozent, das ausreichend ist, um Schäden durch die Borkenkäfer und entscheidenden Befall in der Umgebung solcher Lawingassen, Schnee- und Sturmbrüche zu verhindern, findet zudem seine Erklärung darin, daß diese Dipteren-Larven alle Schädlingsstadien, auch die Käfer selbst, töten. Bei entsprechend hohem Nahrungsangebot in Form einer großen Borkenkäferzahl verharren die räuberischen Larven nicht bei einzelnen Individuen, indem sie diese restlos aussaugen, sondern sie gehen in raschster Folge von einem Exemplar zum anderen über, gleich ob Ei, Larve, Puppe oder Imago. Hinzu kommt, daß die Fliegenlarven selbst von eigenen Parasiten praktisch verschont sind. In dem zwölfjährigen Zeitraum konnten lediglich ein einziges Mal Parasiten, noch dazu nur von einer der vier Dipteren (*Lonchaea „zetterstedti“* BECKER), festgestellt werden, über die BOUČEK (1959) berichtet hat. Diese Beobachtung steht ebenfalls im Gegensatz zu anderen Räufern und Parasiten, die meist auch eine beträchtliche Zahl eigener Feinde aufweisen.

Die Untersuchungen brachten eine Bestätigung der Feststellung, daß nur die Anwesenheit der Borkenkäfer überhaupt, nicht aber ihre Artzugehörigkeit, bestimmend für den Befall dieser Dipteren-Larven ist. Des weiteren ergab

sich, daß darüber hinaus alle vier Holzarten (Lärche, Zirbe, Fichte, Kiefer) ohne wesentliche quantitative Unterschiede oder solche in bezug auf den Wirkungsgrad der Räuber besiedelt werden, unbeeinträchtigt von der Verschiedenheit der Borkenkäfer dieser Holzarten.

Für den Wirkungsgrad natürlicher Feinde ist entscheidend, ob sie in der Lage sind, sich rasch einer Schädlingszunahme anzupassen. Paralleluntersuchungen zu dieser Frage, die in Waldgebieten ohne Schädlingsbefall durchgeführt wurden (besonders im Valser Tal oberhalb St. Jodok am Brenner, im Thialwald bei Landeck, in der Umgebung von Fendels (Ober Inntal) und im Pitzwald bei Sölden) zeigten, wie schon in anderem Zusammenhang erwähnt, daß selbst dort die Exemplarzahl der vier Räuber ständig relativ hoch ist, weil der Wald ihnen genügend Reservate als Brutmaterial und stets ausreichend auch anderes Nahrungssubstrat bietet. Das aber ist ganz offensichtlich das wesentliche Moment in diesen Gebieten für ihre entscheidende Bedeutung gegenüber den Borkenkäfern.

Um zu prüfen, ob tatsächlich nur der Hochgebirgswald diesen Dipteren-Larven ständig ihre Lebensbedingungen sichert, wurde untersucht, ob und in welchem Umfang im Wirtschaftswald des Flachlandes die vier Arten anzutreffen sind. Dies geschah mit Hilfe laufend erneuerter Fangbaumserien und der Beobachtung anderer Brutstätten in einem nunmehr fünfzehnjährigen Beobachtungszeitraum vornehmlich in den Revieren des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Grimma (Sachsen), besonders im Graßdorf-Pönitzer Wald. Darüber hinaus wurden zu Vergleichszwecken stichprobenartig in zeitlich unregelmäßigen Intervallen ähnliche Beobachtungen in den Revieren der Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebe Blankenburg (Harz), Tharandt Bezirk Dresden, Waren (Müritz) und Eberswalde durchgeführt.

Lange bevor die Beobachtungen im Hochgebirgswald spezialisiert wurden und die dortige vorrangige Bedeutung dieser Dipteren-Larven gegenüber den Borkenkäfern und in erhabenem Abstand gegenüber allen übrigen Reduktionsfaktoren erkennen ließen, gelang es, im Winter 1955 zunächst im Graßdorf-Pönitzer Wald den Nachweis von *Palloptera usta* (MEIGEN) zu erbringen und die Bedeutung ihrer Larven damals noch undeutlich und an nur wenigen Beispielen zu ermitteln, worüber ich 1956 berichtet habe.

Drei der vier Arten, *Palloptera usta* etwas häufiger als *Lonchaea zetterstedti* und *bruggeri*, konnten danach in verschiedenen Waldgebieten des Flachlandes und des Mittelgebirges festgestellt werden, was zudem durch Auswerten umfangreichen Sammlungsmaterials (MORGE 1967) für weitere Gebiete eine Bestätigung fand. Lebensweise und Wirkungsgrad gegenüber den Borkenkäfern sowie die Abhängigkeit zu den übrigen Faktoren unterschieden sich zumindest in den von mir untersuchten Waldgebieten nicht von den Verhältnissen im Hochgebirgswald. Das Beziehungsgefüge in solchen Wirtschaftswäldern weiter zu prüfen und in Zukunft natürliche Förderungsmöglichkeiten dieser räuberischen Larven auszunutzen, dürfte, obwohl die Bedingungen hierfür in diesen Waldgebieten zunächst nicht gerade ideal erscheinen, eine lohnenswerte Aufgabe sein.

Bis zu der Beschreibung der Larve von *Palloptera usta* (MEIGEN) (MORGE 1956) war diese auch morphologisch und damit hinsichtlich ihrer Unterscheidungsmöglichkeit unbekannt gewesen, was wohl wesentlich zum Verkennen ihrer Bedeutung als Folge von Fehlbestimmungen beigetragen hat, obwohl schon SEITNER (1924) die extrem räuberische Lebensweise dieser Art erwähnte. Da aber andere Pallopteriden-Arten als Larven ebenfalls Rindenbewohner sind, jedoch nicht wie *usta* MEIGEN eine wesentliche Bedeutung als Reduktionsfaktoren für die Borkenkäfer haben, bleibt unsicher, ob SEITNER wirklich nur diese eine Art vor sich hatte. Das gleiche gilt für alle seiner Arbeit folgenden Erwähnungen dieser Dipteren in der Literatur. Hinzu kommt, daß die Larven der Pallopteridae makroskopisch nur schwer von denen der Lonchaeidae zu unterscheiden sind, wodurch Verwechslungen und damit Fehldeutungen auch der Lebensweise und des Wirkungsgrades nicht verwunderlich erscheinen und zum jahrelangen Verkennen wesentlicher Ursachen für die Reduktion der Borkenkäfer einerseits und des Wertes der vier Dipteren-Arten andererseits führten.

Nicht anders war die Situation bei den drei *Lonchaea*-Arten: *Lonchaea zetterstedti* BECKER wurde trotz ihrer (auch erst jetzt erkannten) holarktischen Verbreitung bis vor kurzem selbst als Imago fehlgedeutet, und es bedurfte der hier beschriebenen Untersuchungen, um für alle drei Arten eindeutige Unterscheidungsmerkmale geben zu können (MORGE 1963, 1967). Über die tatsächliche systematische Stellung von *L. zetterstedti* und ihre diagnostischen Merkmale wird erst jetzt in einer in Druck befindlichen Arbeit berichtet (MCALPINE & MORGE 1967/68). Die Beschreibung einer von SEITNER im Untersuchungsgebiet (Hintertux in Tirol) gefundenen Fliege, die nahe verwandt ist mit *Lonchaea zetterstedti* BECKER, als eine neue Art *Lonchaea seitneri* HENDEL, 1928, blieb fast unbeachtet und erklärt damit eine der Ursachen für die bisherige Einschätzung dieses Borkenkäferauftretens. Auch jene räuberische Lonchaeide, über die schon SEITNER (1924) in Verbindung mit dem Auftreten von *Ips typographus* LINNAEUS in Oberösterreich und der Steiermark berichtete und die er als *Lonchaea fugax* BECKER in die Forstentomologie einführte, ist in Wirklichkeit eine der drei von mir näher beobachteten Arten: *Lonchaea bruggeri* MORGE (MORGE 1967). ESCHERICH (1942) wiederholte dann noch einmal die schon von SEITNER in Hintertux gemachte Feststellung der räuberischen Lebensweise der von ihm als *Lonchaea seitneri* HENDEL korrekt zitierten Art. Ihre Bedeutung blieb trotzdem weiterhin unbeachtet.

Die vier räuberischen Fliegen-Larven lassen sich nach der geschilderten Lebensweise nicht in ökologische Gruppen einteilen, wie sie unter anderen Entomophagen ausgeschieden werden, die sich nach der Verteilung von Eiern, Larven, Puppen oder Imagines der Wirte mehr oder weniger klar gliedern lassen. Wechseln sich unter anderen Entomophagen diese Gruppen je nach der Entwicklung der Borkenkäfer beziehungsweise der Biozönose des absterbenden Baumes ab, so vernichten die hier untersuchten Larven der vier Dipteren-Arten gleichmäßig alle Borkenkäferstadien und erhöhen eben damit ihren Nutzen. Sie sind ständig zusammen oder einzeln vertreten, solange das Nahrungsangebot, das

Die Beobachtungen haben, wie erwähnt, gezeigt, daß die vier räuberischen Dipteren-Arten nicht nur auf den Hochgebirgswald beschränkt sind, der der Ausgangspunkt der Untersuchungen war. Ihr dortiger Wirkungsgrad gegenüber den Borkenkäfern, ihr entscheidender Wert für deren Reduktion und die Feststellung, daß ihr Vorkommen kein eng oder gar örtlich begrenztes ist, läßt die Vermutung begründet erscheinen, daß sie zumindest teilweise auch die bisher unbeachtete Ursache für ausgebliebene Übervermehrungen der Borkenkäfer anderswo als im Hochgebirge sind.

Abschließend soll ausdrücklich betont werden, daß es nicht etwa Zweck dieser kurzen Mitteilung ist, die Reduktion von Schädlingen mittels natürlicher Faktoren an einem von Menschen unbeeinflussten Beispiel zu propagieren. Die dieser Beobachtung zugrunde liegenden Untersuchungen stellten auch keine detaillierte Studie über die allgemeine Bedeutung des Komplexes der natürlichen Borkenkäferfeinde dar. Sie fanden vielmehr gerade dort ihre Begrenzung, wo die Wege der biologischen, integrierten oder chemischen Beeinflussung der Schädlinge beginnen. Ihre Aufgabe war und ist es vornehmlich, ein Artenspektrum der Dipteren dieser Biotope zu liefern, womit sie beitragen sollen, einige der vielen Lücken in der Kenntnis von Biologie, Lebensweise und Unterscheidungsmöglichkeiten der Acalyptraten-Larven zu schließen. Alleiniger Zweck dieser, jenen Resultaten vorweggenommenen Mitteilung ist, auf eine Beobachtung hinzuweisen, die vielleicht zum Anlaß werden könnte, von den Gesichtspunkten des speziellen Verhältnisses dieser Borkenkäferfeinde her ähnlich gelagerte Beziehungen bei anderen Schädlingen zu prüfen. Darüber hinaus könnte eventuell von diesem Beispiel abgeleitet doch endlich die Notwendigkeit gesehen werden, bei den wirtschaftlich bedeutendsten Borkenkäfern auch in Jahren normalen Besatzes außerhalb von Übervermehrungen Abhängigkeitsverhältnisse und Wirkungsgrad ihrer natürlichen Feinde als grundlegende Frage näher zu ergründen. An Untersuchungsmaterial wird es allein schon durch die stetig zunehmenden Rauchschadensflächen nicht fehlen.

Zusammenfassung

Über einen zwölfjährigen Zeitraum wurden Untersuchungen im Hochgebirge an Nadelhölzern durchgeführt, die durch Lawinen, Schnee beziehungsweise Sturm gebrochen wurden. Ursprünglich nur zur Ermittlung der dort vorkommenden Dipteren-Arten vorgesehen, dienten sie später der Klärung der Ursachen für das Ausbleiben von Vermehrung und Folgeerscheinungen des dortigen relativ hohen Borkenkäferbesatzes. Als entscheidendes Moment hierfür erwies sich die Vernichtung aller Stadien der Schädlinge durch die Larven von vier Dipteren-Arten. Lebensweise, Wirkungsgrad und Wert derselben als natürliche Feinde der Borkenkäfer zeigen im Abhängigkeitsverhältnis des Räubers zum Schädling Besonderheiten gegenüber dem üblichen Beziehungsgefüge, die im einzelnen dargelegt werden.

Summary

Studies covering twelve years were made in high mountains at conifers broken by avalanches, snow or storms. It was their original purpose to determine the Diptera species oc-

curing in these places, but they also served to discover the causes which explained the absence of a possible mass increase of the relatively dense bark-beetle population and its consequences. The decisive factor in this control was the destruction of all stages of the injurious insects by the larvae of four Diptera species. Their mode of life, their efficacy and their value as natural enemies of the bark-beetle show peculiarities in the dependence of the predator on the injurious insect which differ from the normal complex of relations. This is discussed in detail.

Резюме

Делались двенадцатилетние исследования над высокогорными хвойными, которые ломались лавинами, снегом или штормом. Предусмотрены сперва только для определения там живущих видов двухкрылых, они служили позже выяснению причин отсутствия размножения и вторичных явлений короедов, которые имеют там сравнительно высокую плотность. Решительным моментом для этого оказалась уничтожение всех стадий вредителя личинками четырёх видов двухкрылых. Образ жизни, степень действия и их значение как естественные враги короедов показывают в соотношении зависимости врага к вредителю особенности по сравнению к обычному, которые излагаются отдельно.

Literatur

- BOUČEK, Z., *Trichomalus lonchaeae*, n. sp. (Hymenoptera, Pteromalidae), a parasite of Lonchaeidae (Diptera) in Germany. Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae, **33**, 37—40; 1959.
- ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. **5**, 649—650; Berlin, 1942.
- HENDEL, F., Eine neue europäische *Lonchaea*-Art, deren Larve Borkenkäfer-Räuber ist. Konowia, **7**, 37—39; 1928.
- MCALPINE, J. F. & MORGE, G., The Identity, Distribution and Biology of *Lonchaea zetterstedti* BECKER (Diptera: Lonchaeidae). Canad. Ent., **99** oder **100**; 1967/68 [im Druck].
- MORGE, G., Über Morphologie und Lebensweise der bisher unbekanntenen Larven von *Palloptera usta* MEIGEN, *Palloptera ustulata* FALLÉN und *Stegana coleoprata* SCOPOLI. Beitr. Ent., **6**, 124—137; 1956.
- , Die Bedeutung der Dipteren im Kampf gegen die Borkenkäfer. Archiv für Forstwesen, **10**, 505—511; 1961.
- , Die Lonchaeidae und Pallopteridae Österreichs und der angrenzenden Gebiete. 1. Teil: Die Lonchaeidae. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1963. **9**, 123—312; 1963.
- , Die Lonchaeidae und Pallopteridae Österreichs und der angrenzenden Gebiete. 2. Teil: Die Pallopteridae. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 1967. **13**; 1967.
- NUORTEVA, M., Über den Einfluß der Menge des Brutmaterials auf die Vermehrlichkeit und die natürlichen Feinde des Großen Waldgärtners, *Blastophagus piniperda* L. (Col., Scolytidae). Ann. Ent. Fenn., **30**, 1—17; 1964.
- SEITNER, M., Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähligen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 bis einschließl. 1923. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen, **50**, 2—23; 1924.
- ZINOVJEV, G. A., A contribution to the study of significance of biotic factors in the natural control of bark and wood borers. [In Russisch]. Ent. Obozr., **36**, 322—354; 1957.