

Auswertung der Bodenfallenfänge von Carabidenlarven (Coleoptera) im Hakel (Nordharzvorland)¹

Von Erik Arndt und Marina Arndt

Mit 3 Abbildungen und 4 Tabellen

(Eingegangen am 21. Juli 1986)

1. Einleitung

Als Beitrag zur Erforschung der Mesofauna des unter Natur- bzw. Landschaftsschutz stehenden Hakelwaldes (Nordharzvorland) erschien die Ökologie der Carabidenfauna (Insecta, Coleoptera) (Stubbe 1982). Der Autor untersuchte die Arten- und Aktivitätsdichten sowie die Jahresrhythmik der Carabidae in 15 Waldgesellschaften des Hakels und verglich seine Ergebnisse mit anderen ökofaunistischen Arbeiten über das Gebiet. Das Material für diese Untersuchungen wurde aus Bodenfallenfängen im Jahr 1979 gewonnen.

Im folgenden sollen die im gleichen Fallenmaterial enthaltenen Carabidenlarven ausgewertet werden. Diese Arbeit ist als Ergänzung zu den „Untersuchungen zur Ökologie der Carabidenfauna (Insecta, Coleoptera) des Hakelwaldes im Nordharzvorland“ zu verstehen, deshalb wird auf Bemerkungen zum Untersuchungsgebiet weitgehend verzichtet (siehe dazu Stubbe 1982).

Die Carabiden sind ein bevorzugtes Objekt ökofaunistischer Untersuchungen, begründet durch ihre Habitatbindung, hohe Arten- und Individuenzahl, Bewegungsaktivität und die damit verbundene Nutzbarkeit in ökologischen Freilanduntersuchungen (z. B. mittels Bodenfallen).

Carabiden eignen sich als Indikatoren bestimmter Umweltverhältnisse (siehe u. a. Thiele 1977, Sander 1984), sie zeigen ein ausgeprägtes Präferenzverhalten gegenüber spezifischen Umweltparametern. Auch die große wirtschaftliche Bedeutung der meisten Arten spiegelt sich im Interesse der Ökologen an dieser Käfergruppe wider.

Es scheint daher unverständlich, daß nur wenige Arbeiten auch die Ökologie der Carabidenlarven behandeln (z. B. Thiele 1964, 1977, Sharova 1960).

Der Bearbeitung der Carabidenlarven stehen offenbar die nur unzureichend vorhandene Bestimmungsliteratur und die größeren technischen Aufwand erfordernde Determination entgegen. Außerdem sind die Kenntnisse über Larven und ihre Lebensweise ohnehin geringer als die über Imagines.

Ziel der vorliegenden Arbeit soll daher nicht nur die quantitative Auswertung der im Hakel gefangenen Carabidenlarven sein. Es werden die Carabidenlarvenfänge ins Spektrum der insgesamt in den Bodenfallen erbeuteten Käferlarven eingeordnet und die zu den Imagines auftretenden qualitativen und quantitativen Unterschiede diskutiert.

Die Autoren danken Frau Dr. A. Stubbe, die uns diese Publikation ermöglichte, für ihre hilfreiche Unterstützung.

2. Methode

Die in Stubbe (1982) detailliert dargestellte Methodik wird an dieser Stelle kurz unter den für die Larvenfänge interessierenden Aspekten zusammengefaßt.

¹ Herrn Prof. Dr. Hans Stubbe zum 85. Geburtstag gewidmet.

Im Untersuchungsgebiet wurden 15 Fangflächen eingerichtet und mit je acht Barberfallen bestückt. Der Abstand zwischen den einzelnen Fallen betrug 10 m. Als Konservierungsflüssigkeit diente 4%ige Formaldehydlösung, die mit einem Entspannungsmittel versetzt war.

Die Fallen (Plastikbecher) schlossen mit der Bodenoberfläche ab, die Konservierungsflüssigkeit füllte zu zwei Dritteln die Becher. Zur besseren Handhabung der Fallen beim Leeren wurde ein Kunststoffring um die Fallen gelegt, der eine zu starke Verschmutzung der Fallen verhinderte. Der Ring wurde mit etwas Material von der umgebenden Bodenoberfläche bestreut und so eine natürliche Fallenumgebung gewährleistet.

Die Aufstellung der Fallen erfolgte am 24. März 1979, die Leerungen einmal monatlich (28. IV., 25. V., 30. VI., 28. VII., 31. VIII., 29. IX. 28. X. und 24. XI.).

Bei den Untersuchungsflächen handelt es sich um folgende Waldgesellschaften:

- Nr. 1: Eichen-Winterlinden-Mischwald (Potentilla alba-Untergesellschaft)
- Nr. 2: Eichen-Winterlinden-Mischwald (Scrophularia-Untergesellschaft) – Stangenholz, vgl. Nr. 10 und 3
- Nr. 3: Eichen-Winterlinden-Mischwald (Scrophularia-Untergesellschaft) – Kahlschlag mit frisch gepflanzten Eichenpflanzen, vgl. Nr. 10 und 2
- Nr. 4: Eichen-Hainbuchen-Mischwald (Poa nemoralis-Untergesellschaft – Stangenholz, vgl. Nr. 5
- Nr. 5: Eichen-Hainbuchen-Mischwald (Poa nemoralis-Untergesellschaft) – Altholzbestand, vgl. Nr. 4
- Nr. 6: Eichen-Hainbuchen-Mischwald (Mercurialis-Untergesellschaft), vgl. Nr. 12
- Nr. 7: Bergahornreicher Gründchenwald
- Nr. 8: *Hepatica*-Buchenwald
- Nr. 9: Feldahorn-Bergulmen-Mischwald
- Nr. 10: Eichen-Winterlinden-Mischwald (Scrophularia-Untergesellschaft, vgl. Nr. 2 und 3
- Nr. 11: Eichen-Winterlinden-Mischwald (Calamagrostis-Untergesellschaft)
- Nr. 12: Eichen-Hainbuchen-Mischwald (Mercurialis-Untergesellschaft), Stangenholz vgl. Nr. 6
- Nr. 13: Diptam-Steppenheidewald, Stangenholz, vgl. Nr. 14
- Nr. 14: Diptam-Steppenheidewald, vgl. Nr. 13
- Nr. 15: Eichen-Sommerlinden-Mischwald

Die gefangenen Käferlarven wurden in 70%igem Alkohol aufbewahrt und später der Determination zugeführt.

3. Ergebnisse

3.1. Saisonale Aktivität der Käferlarven im Hake

Im Fallenmaterial von 1979 konnten Larven aus sechs Käferfamilien nachgewiesen werden.

In der Jahressumme absolut am häufigsten sind die Silphidae. Mit annähernd 8000 Exemplaren sind Silphidenlarven achtmal häufiger vertreten als alle anderen Coleopterenlarven zusammen. Diese enorme Menge an Larven konzentriert sich im wesentlichen in fünf Fallengruppen der Junileerung (höchste Fangzahlen in mit Eiche bestandenen Mischwaldungen).

Die gefangenen Aaskäferlarven gehören überwiegend zu *Xylodrepa quadripunctata*, einer stets an der Bodenoberfläche anzutreffenden Larvenart. Ihre Nahrung bildet neben Schads Spinner- und Wicklerraupe Aas. Es ist anzunehmen, daß ein Massen-

auftreten von Eichenwicklern (*Tortrix viridana*) eine hohe Dichte von Silphidenlarven in den betreffenden Waldbeständen hervorrief. Entsprechend viele Larven gingen in die Fallen. Durch die Larvenmenge, eventuell begünstigt durch in die Fallen gewehtes Laub, vollzogen sich dann Verwesungsprozesse, die weitere Larven attrahierten, womit ein sich ständig aufschaukelnder Prozeß begann, der in kurzer Zeit zu einer so großen Anzahl gefangener Larven führen konnte.

Sieht man vom Massenfang der Silphidae im Juni ab, so sind die Larven der Familien Cantharidae, Staphylinidae und Carabidae am häufigsten vertreten. Alle drei Familien wurden in der Jahressumme in annähernd gleicher Anzahl gefangen. Bei genauerer Betrachtung der drei Familien fallen große saisonale Unterschiede auf.

Den Cantharidae fehlt bei einer relativ geschlossenen Jahresrhythmik die Sommerlarve. Von Mai bis September wurden nur 8 % der Cantharidenlarven insgesamt gefangen, wobei Juni, Juli und September lediglich eine Fangrate von je 0,6 % aufwiesen.

Die Cantharidenlarven erscheinen im Spätsommer bis Spätherbst, überwintern und verpuppen sich im Frühjahr des folgenden Jahres. Sie sind ausgesprochen kälteverträglich und im Winter bei wenigen Graden über dem Gefrierpunkt bereits aktiv. Deshalb können Cantharidenlarven (insbesondere die Gattung *Cantharis*) gemeinsam mit winterharten Carabidenlarven (*Nebria*, *Leistus*, *Calathus* u. a.) auch im Zeitraum Dezember bis Februar in Fallen gefangen werden. Im Volksmund sind sie als Schneewürmer bekannt.

Einen nahezu entgegengesetzten Jahresverlauf zeigte das Auftreten der Staphylinidenlarven. Nur wenige der in den Bodenfallen gefangenen Larvenarten sind Herbstlarven. In den Monaten September bis November wurden 3,3 % der insgesamt erbeuteten Staphylinidenlarven gefangen.

Im Frühjahr und Frühsommer hingegen wurde eine große Anzahl an Staphylinidenarten gefunden, wobei die aggressiven Großstaphyliniden (*Ocypus*, *Staphylinus* und verwandte Gruppen) dominierten.

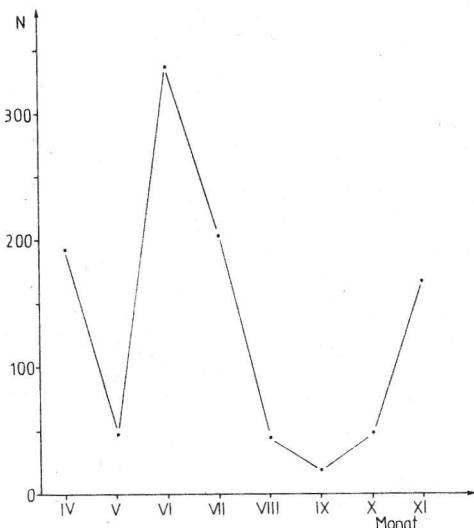


Abb. 1
Jahresrhythmik der gefangenen
Coleopterenlarven (außer Silphidae)

Im Unterschied zu den Cantharidae und Staphylinidae weisen die Carabiden sowohl eine ausgeprägte Frühlingslarvengeneration als auch eine Herbstgeneration auf. Die Fangrate sinkt bei keiner Leerung unter 5 % der insgesamt gefangenen Larvenzahl der Familie ab.

Tabelle 1. Saisonale Aktivität der Coleopteren-Larven im Hakei

Familie	Zeit	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Summe
Silphidae		—	—	7500	20	1	—	—	—	7521
Cantharidae		77	2	1	1	8	1	17	56	163
Staphylinidae		16	5	156	91	21	1	5	4	299
Drilidae		—	—	—	1	—	—	—	—	1
Scarabaeidae		—	—	—	—	1	—	—	—	1
Carabidae		99	40	179	102	10	14	24	104	572
Summe		192	47	7836	215	41	16	46	164	8566

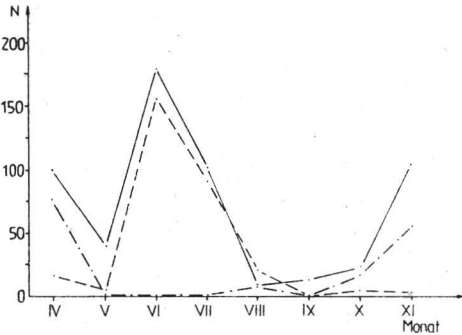


Abb. 2
Jahresrhythmik der Larven der Familien Cantharidae (---), Staphylinidae (- - -) und Carabidae (—) im Hakei

Die relativ gleichmäßige Verteilung der Larven im Jahresverlauf deutet auf das Vorhandensein verschiedener Entwicklungstypen bei den Carabiden hin und gestattet einer hohen Artenzahl die zeitlich gestaffelte Einordnung in eine ökologische Nische, die gleichzeitig von Larven und Imagines anderer Familien (Staphylinidae, Cantharidae) besetzt wird.

Auf die einzelnen Entwicklungstypen innerhalb der Carabiden wurde vielerorts eingegangen (Paarmann 1979, Thiele 1971, 1977, Hürka 1973). Stubbe (1982) stellt detailliert die Jahresrhythmik und Fortpflanzungstypen der im Hakei vorkommenden Carabiden dar.

Die aus Abb. 3 hervorgehende zweigipfelige Jahresrhythmik der Carabidenlarven im Hakei schließt Vertreter aller mitteleuropäischen Entwicklungstypen ein.

Die höchste Zahl gefangener Larven finden wir im Juni, verursacht durch Frühjahrsbrüter mit mehr oder weniger rascher Larvenentwicklung (*Calosoma inquisitor*, *Carabus nemoralis*). Diesem hohen und spitzen Frühjahrspeak steht ein weniger hoher Herbstpeak gegenüber. In ganzjährigen Fallenuntersuchungen läßt sich nachweisen, daß dieses Herbstmaximum ein sehr breites Plateau besitzt, da viele Herbstlarven ausgesprochen winterhart und deshalb auch in den Monaten Dezember bis März, in denen im Hakei nicht untersucht wurde, nachweisbar sind (unveröffentlichte Untersuchungen von Fallenmaterial aus Erfurt, Sömmerda, Jena und von der Insel Rügen). Im Hakei-wald bestimmen im wesentlichen *Nebria brevicollis* und *Leistus rufomarginatus* den Herbstpeak.

Damit stehen wir vor dem Phänomen, daß die durch Fallen nachweisbaren Frühjahrslarven eine höhere Aktivitätsdichte als die Herbstlarven zeigen, während bei den Imagines (Stubbe 1982) der umgekehrte Fall auftritt.

Die Larven aller untersuchten Familien weisen im Sommer (August/September) eine „lag-phase“ auf. Diese trockene, warme Jahreszeit bietet offenbar klimatisch pessimale Bedingungen für die Larvenentwicklung bzw. -ernährung. Interessanterweise gehören die wenigen Carabidenlarven, die in diesem Zeitraum gefangen wurden, über-

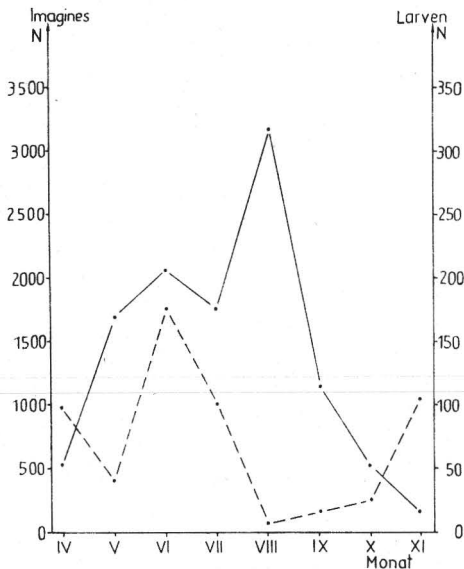


Abb. 3
Jahresrhythmik der Carabidenlarven
(—) und -imagines (---) (Ima-
gines aus Stubbe 1982) im Hakel

wiegend noch zu den Frühjahrstieren, nur drei dieser Larven waren von *Abax parallel-epipedus*¹.

In je einem Exemplar wurden schließlich noch Larven der Drilidae (*Drilus spec.*) und Scarabaeidae gefangen; wie vergleichbare Fallenuntersuchungen zeigten, wären auch Larven der Familien Coccinellidae, Elateridae, Melyridae und Lampyridae vereinzelt zu erwarten.

Bis auf die Scarabaeidenlarve sind alle gefangenen Larven mehr oder weniger räuberische Formen. Sich phytophag oder saprophag ernärende Larven tendieren zur Bewegungsunfähigkeit (Reduktion der Extremitäten, Urogomphi, Pygodien) und werden nur ausnahmsweise mit Fallen erreicht.

3.2. Die im Hakel nachgewiesenen Carabidenlarven

Den 32 in den Fallen gefangenen Carabidenarten (Imagines) stehen Larven von 11 Arten bzw. Gattungen entgegen. Daraus folgend, fehlen die Larven des größten Teils der Arten. Fünf Larvenarten wurden in sehr kleiner Anzahl (unter 1 % der Zahl gefangener Imagines) nachgewiesen. Zu ihnen gehören alle Arten der Pterostichini, damit auch die drei häufigsten Carabiden des Hakelwaldes.

Nur die Larven zweier Arten wurden häufiger als ihre Imagines gefangen (*Calosoma inquisitor*, *Pseudophonus rufipes*).

In einem Fall konnte durch die Larven eine neue Art nachgewiesen werden, diese Art (*Notiophilus pusillus*) führt Grebensčikow aber bereits für das Gebiet an (vgl. Stubbe 1982). Interessanterweise fehlten Larven der beiden anderen, als Imagines in den Fallen gefundenen *Notiophilus*-Arten.

4. Diskussion

Wie bereits festgestellt, überwiegen bei den Imagines die Herbstfänge deutlich gegenüber den Frühjahrsfängen (Stubbe 1982), demgegenüber wurden aber mehr Frühjahrslarven als Herbstlarven gefangen. Es stellt sich die Frage, warum sich die

¹ Früher *Abax ater* (Villier).

Relationen zwischen den Fängen im Frühjahr und Herbst zugunsten der Frühjahrs-larven verschieben.

Die Jahresrhythmik der Imagines basiert vor allem auf der Populationsentwicklung von *Abax parallelepipedus*, einer Art mit diapausefreier Entwicklung (Stubbe 1982). Diese Art verhielt sich 1979 im Hakel wie ein Herbstbrüter mit starker Frühjahrs-generation, darauf deuten die gefangenen Larven hin (August: 3 Larven des ersten Stadiums, Oktober: 3 Larven des dritten Stadiums) und der Zeitraum des stärksten Auftretens (August), der meist mit Paarung und Eiablage gekoppelt ist.

Ferner fehlt der stärksten Herbststart, *Pterostichus niger*, ein Frühjahrspeak der Imagines, während der Frühjahrsbrüter *Pterostichus oblongopunctatus* eine beträchtliche Herbstaktivität aufweist. Dies führt letztlich zum Überwiegen des Herbstpeaks bei den Imagines.

Wie man den Tabellen 2 und 3 entnehmen kann, wurden die Larven der dominanten *Pterostichus*-Arten und die von *Abax parallelepipedus* jedoch nur in geringer Zahl in den Fallen gefangen. Es fehlen somit nahezu die Larven von drei häufigen Herbstarten, aber nur einer häufigen Frühjahrsart.

Da die Populationsdichte von *Pterostichus oblongopunctatus* bei weitem nicht die der drei potentiellen Herbstbrüter aufwiegt, ergibt sich zwangsläufig eine Verschiebung der in den Fallen nachgewiesenen Larven zugunsten der Frühjahrsbrüter. Deshalb wird der bei den Larven vorliegende höhere Frühjahrspeak nicht durch eine höhere Larvendichte im Frühjahr verursacht, sondern ist durch ihre Lebensweise bzw. methodisch bedingt (siehe unten).

Die erwähnten *Pterostichini* unterscheiden sich morphologisch und ökologisch stark von den häufiger gefangenen Larvenarten.

Tabelle 2. Anteil der Carabidenlarven an der im Hakel nachgewiesenen Gesamtindividuenzahl der Arten

Art	N Imagines	N Larven	Anteil der Larven an der Gesamt- individuenzahl [%]
<i>Calosoma inquisitor</i>	26	65	71,42
<i>Carabus nemoralis</i>	953	220	17,40
<i>Carabus auratus</i>	107	3	2,73
<i>Carabus coriaceus</i>	121	19	13,57
<i>Cychrus caraboides</i>	19	7	26,92
<i>Nebria brevicollis</i>	409	155	27,48
<i>Leistus rufomarginatus</i>	85	56	39,71
<i>Notiophilus spec.</i>	34	1	2,86
<i>Bembidion spec.</i>	12	3	20,00
<i>Abax parallelepipedus</i>	5001	6	0,12
<i>Pterostichus melanarius</i>	840	10	1,17
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	2178	9	0,41
<i>Pterostichus niger</i>	1144	2	0,17
<i>Calathus spec.</i>	102	1	0,97
<i>Pseudophonus rufipes</i>	6	15	71,42

Von weiteren 13 Arten wurden nur Imagines gefangen

Die *Pterostichus*- und *Abax*-Larven halten sich stets in der oberen Bodenschicht auf und jagen dort in den Hohlräumen weichhäutige Beutetiere (Käfer- und Dipterenlarven, Nematoden, kleine Regenwürmer), die sie mit ihren langen und schmalen Mandibeln gut ergreifen

können. Nur selten bewegen sie sich auf der Bodenoberfläche (vgl. Sharova 1960), wo sie als wenig sklerotisierte Larven von schneller Austrocknung gefährdet wären. Durch die geringe Sklerotisierung haben sie sich andererseits eine sehr gute Bewegungsfähigkeit erhalten.

Der Großteil der grabenden Larven wird mit Barberfallen nicht erreicht, zudem waren in den vorliegenden Untersuchungen, die primär auf den Fang adulter Carabiden ausgerichtet waren, die Fallen mit einem Ring versehen, der zusätzlich grabenden Larven den Zugang zur Falle erschwerte.

Um Bodenkäferlarven in größerer Zahl zu fangen, muß man neben Barberfallen für oberflächenaktive Formen Berlese- oder Tullgren-Apparate u. ä. für grabende Larven einsetzen.

Es wäre daher unzulässig, aus der Aktivitätsdichte¹ der Larven schlechthin Rückschlüsse auf die Besiedlung des Biotops oder auf die Populationsdynamik zu ziehen. Viel stärker als bei den Imagines differieren die Oberflächenaktivität der Larven verschiedener Arten und die Fangergebnisse bei unterschiedlichen Methoden (z. B. bereits in Abhängigkeit der Fallenform), was sich in den Relationen der gefangenen Larven zu den Imagines (Tab. 2, 3) widerspiegelt.

Deshalb kann ferner die Aktivitätsdichte der Larven verschiedener Untersuchungen nur verglichen werden, wenn eine absolut identische Fangmethodik zugrunde liegt. Das ist eine wesentliche Voraussetzung für die richtige Beurteilung von Larvenfängen.

Im folgenden sollen die morpho-ökologischen Larvaltypen² weiterer charakteristischer Arten des Hakels vorgestellt werden, um das Verständnis für die Larvenfänge zu vervollständigen.

Zu den häufig an der Bodenoberfläche und somit auch in den Barberfallen anzutreffenden Larven gehören die der Großlaufkäfer (Carabini, Cychrini).

Ein Charaktertier der Eichen- und Eichenmischwälder ist *Calosoma inquisitor*, eine Art mit sehr kurzer Aktivitätszeit, weshalb sie oft nicht so häufig gefangen wird wie die vergleichbaren *Carabus*-Arten ihres Biotops.

Die adulten Käfer verlassen Ende Mai, Anfang Juni sehr spät das Winterquartier, zu einem Zeitpunkt, da die Raupen des Eichenwicklers (*Tortrix viridana*) und einiger Schadspinnerarten in Erscheinung treten, die den Käfern als Nahrung dienen. Mitte bis Ende Juni kommt es bereits zur Eiablage, worauf die Aktivitätsphase der Adultgeneration schnell abklingt. Die nach wenigen Tagen schlüpfenden Larven sind ausgesprochene Oberflächenjäger mit großem Aktivitätsradius. Sie ernähren sich zunächst von *Tortrix*- und Schadspinnerraupen, ähnlich den Imagines, nach Zusammenbruch der Raupengeneration leben sie kannibalisch bzw. greifen andere Insektenlarven und Regenwürmer an. Die Larven entwickeln sich sehr rasch und begeben sich schon Ende Juni, Anfang Juli in Puppenruhe. Die Puppenwiege legen sie erfahrungsgemäß sehr tief im Waldboden an.

Calosoma inquisitor zeigte im Untersuchungsgebiet das relativ häufigste Larvenauftreten. Es wurden von dieser Art zweieinhalbmal mehr Larven als Imagines erbeutet. Dieser große Wert beruht einerseits auf der hohen Oberflächenaktivität der Larve

¹ Aktivitätsdichte: Zahl der Individuen oder Arten, die in einer bestimmten Zeit über eine bestimmte Fläche laufen (Tischler 1983).

² Morpho-ökologischer Larvaltyp: Einheit morphologischer Merkmale, die sich infolge einer speziellen Lebensweise (spezieller ökologischer Bedingungen) herausbildeten; Larven wenig verwandter Arten (Gattungen) können zum gleichen morpho-ökologischen Larvaltyp gehören, wenn sie eine ähnliche Lebensweise haben (*Carabus coriaceus*–*Cychrus caraboides*; *Harpalus*–*Amara*); andererseits können verwandte Arten einer Gattung zwei verschiedenen morpho-ökologischen Typen zugehören (z. B. innerhalb der Gattung *Carabus*); diese Einteilung ist demzufolge ökologisch relevant, nicht jedoch taxonomisch-systematisch (vgl. Sharova 1960, 1981).

(gegen Wasserverlust ist sie durch eine sehr starke Sklerotisierung gut geschützt), andererseits jagen die Imagines als gute Kletterer ihre Beute zumeist auf Bäumen (während sich die Larven nur von herabgefallenen Raupen bzw. an der Bodenoberfläche lebenden Beutetieren ernähren) und entgehen somit zu einem Teil den Barberfallen.

Eine wesentlich geringere Oberflächenaktivität als die *Calosoma inquisitor*-Larve zeigt die von *Carabus nemoralis*, dem häufigsten mitteleuropäischen Großlaufkäfer bewaldeter Habitate im Flach- und Hügelland. Seine Larve besitzt breite Mandibeln, kurze gedrungene Mundwerkzeuge, kurze Extremitäten, einen schmalen Körper, der nicht in seiner ganzen Breite von den Rückenplatten (Tergiten) bedeckt wird, und kurze, stark gebogene Urogomphi. Sie ist einer morpho-ökologischen Gruppe zuzuordnen, der außerdem *Carabus granulatus*, *C. auratus*, *C. cancellatus*, *C. ullrichi*, *C. monilis* und andere ursprüngliche *Carabus*-Arten zugehören, Arten, die Feld- und Wiesenbiotope besiedeln und zum Graben von Gängen befähigt sein müssen, da eine Streuschicht mit vielen Hohlräumen (und potentiellen Aufenthaltsorten) in ihren Biotopen fehlt. *Carabus nemoralis* ist die einzigste Art dieser Gruppe, die sich bewaldete Habitate als Lebensraum eroberte. Seine Larve ernährt sich von Regenwürmern und weichhäutigen Entwicklungsstadien anderer Insekten, die sie in der oberen Bodenschicht findet. Als zum Graben befähigtes Tier erscheint sie – im Gegensatz zur *Calosoma inquisitor*-Larve – nur unregelmäßig an der Bodenoberfläche und wird daher seltener (in Relation zu den Imagines) in Fallen nachgewiesen.

Die *Carabus coriaceus*-Larve gehört in eine andere morpho-ökologische Larvalgruppe. Sie besitzt lange schmale Mandibeln, lange Mundwerkzeuge und Extremitäten sowie sehr breite Tergite, wodurch sie abgeplattet, asselartig wirkt. Die Larve dieser Art bewohnt in der Regel Wälder mit dicker Streuschicht, sie hält sich stets in der oberen Laubschicht auf, ihr breiter flacher Körper ermöglicht eine gute Bewegung in den Hohlräumen der obersten Bodenschicht. Dort sucht sie nach Nahrung und findet in erster Linie Schnecken und Tipulidenlarven. Durch ihre langen Mandibeln ist sie in der Lage, ihre weichhäutige Beute zu fangen und festzuhalten.

Insgesamt unterscheidet man bei den *Carabus*-Larven drei morpho-ökologische Gruppen bzw. Typen. Einen sehr schmalen, gedrungenen Larventyp (*Archeocarabus*-Typ), dem die mitteleuropäischen *C. nemoralis*, *C. granulatus*, *C. ullrichi* zugehören; einen sehr breiten, ausladend gebauten (*Neocarabus*-Typ), dem *C. coriaceus*, *C. intricatus*, *C. auronitens* und Verwandte angehören, und eine Übergangsform (*Mesocarabus*-Typ), der die ebenfalls häufigen Waldarten *C. hortensis*, *C. problematicus*, *C. silvestris* usw. zugeordnet werden, die aber im Haken nicht gefangen wurden. Die Bezeichnung dieser Typen geht auf Bengtsson (1927) zurück, der als erster auf diese natürliche Gruppierung aufmerksam machte.

Obgleich keine direkte Verwandtschaft besteht, ähnelt *Cychnus caraboides* dem Lederlaufkäfer (*Carabus coriaceus*) in der Larvalmorphologie und -ökologie stark. Auch die *Cychnus*-Larve kennzeichnen breite Tergite, lange Mandibeln, Mundwerkzeuge und Extremitäten. Als spezialisierter Schneckenjäger ist sie sehr gut an das Eindringen in Schneckenhäuser angepaßt. Die breiten Tergite schützen die Stigmen, d. h. die Tracheenausgänge, welche unmittelbar an der Seite der Rückenplatten liegen, vor dem von der Schnecke abgesonderten Schleim, so daß ein Ersticken der Larve auf Beutefang ausgeschlossen ist. Man kann somit sagen, daß *Cychnus* und *Neocarabus* den gleichen morpho-ökologischen Larvaltyp aufweisen. Auch in der Jahresrhythmik verhalten sich die vorgestellten Arten ähnlich, beide haben Herbstlarven (*Carabus coriaceus* überwintert meist im II., *Cychnus caraboides* im III. Stadium).

Als Vertreter der hier abschließend vorgestellten Larvengruppe sollen *Nebria brevicollis* und *Leistus rutomarginatus*, die am häufigsten gefangenen Herbstlarven im Gebiet, besprochen werden. Mit 27,48 % und 39,71 % erreicht der Larvenanteil beider Arten an der insgesamt gefangenen Individuenzahl einen hohen Wert, was auf eine starke Oberflächenaktivität der Larven schließen läßt. Unterstützt wird diese Annahme

Tabelle 4. Saisonale Aktivität der Carabidenlarven (L) und -imagines (I) im Hakel (Imagines nach Stubbe 1982)

Art	L/I	Zeit									Summe
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
<i>Calosoma inquisitor</i>	L	—	—	59	5	—	1	—	—	65	
	I	1	3	22	—	—	—	—	—	26	
<i>Carabus nemoralis</i>	L	—	1	117	87	2	13	—	—	220	
	I	238	367	86	11	117	87	38	9	953	
<i>Carabus auratus</i>	L	—	—	—	3	—	—	—	—	3	
	I	—	43	46	15	3	—	—	—	107	
<i>Carabus coriaceus</i>	L	10	7	—	—	—	—	—	—	19	
	I	—	38	13	—	38	21	7	4	121	
<i>Cychrus caraboides</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	7	7	
	I	—	2	—	3	10	3	1	—	19	
<i>Nebria brevicollis</i>	L	66	4	—	—	—	—	8	77	155	
	I	26	27	8	3	1	184	132	28	409	
<i>Leistus rutomarginatus</i>	L	22	28	—	—	—	—	—	6	56	
	I	—	—	—	2	—	6	35	42	85	
<i>Notiophilus spec.</i>	L	—	—	—	—	1	—	—	—	1	
	I	—	10	13	4	2	—	2	3	34	
<i>Bembidion spec.</i>	L	—	—	2	1	—	—	—	—	3	
	I	1	3	4	3	1	—	—	—	12	
<i>Abax parallelepipedus</i>	L	—	—	—	—	3	—	3	—	6	
	I	40	728	1166	870	1690	457	44	6	5001	
<i>Pterostichus melanarius</i>	L	1	—	—	—	2	—	4	3	10	
	I	26	71	135	225	317	60	5	1	840	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	L	—	—	1	6	2	—	—	—	9	
	I	218	385	442	407	241	200	239	46	2178	
<i>Pterostichus niger</i>	L	—	—	—	—	—	—	1	1	3	
	I	—	23	120	218	677	105	1	—	1144	
<i>Calathus spec.</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	1	1	
	I	2	2	3	7	46	36	5	1	102	
<i>Pseudophonus rufipes</i>	L	—	—	—	—	—	—	8	7	15	
	I	—	—	—	—	6	—	—	—	6	
Summe	L	99	40	179	102	10	14	24	104	572	
	I	552	1702	2058	1768	3149	1159	509	140	11037	

weiterhin durch den morphologischen Bau der Larven. Ihre Beine sind sehr gut entwickelt und, wie die Urogomphi, unverhältnismäßig lang im Vergleich zum übrigen Körper.

Auch Sharova zählt *Nebria* zu den Bodenoberflächenjägern, die sich in Ruhephasen in Bodenspalten verbergen (Sharova 1960). Dieser Autor schlußfolgert auf Grund der hohen lokomotorischen Beweglichkeit der Tiere und ausgezeichnet entwickelter Tastorgane an Antennen und Urogomphi auf eine hochspezialisierte carnivore Lebensweise.

Wir können diese Angaben bestätigen, *Leistus rutomarginatus* und *Nebria brevicollis* ernähren sich nach unseren Beobachtungen von Collembolen, die sie durch ihre säbelförmigen Mandibeln und die dolchartig vorgezogenen Clypeushörner gut fixieren können. Die agilen Beutetiere machen ihrerseits die hohe Lauffertigkeit der Larven

notwendig. Aus dieser speziellen Nahrung erklärt sich auch, daß *Nebria*- und *Leistus*-Larven selbst im Winter in Fallen zu fangen sind. Collembolen sind ganzjährig aktive Tiere (Dunger 1974), die Larven finden jederzeit Nahrung und werden aktiv, sobald es die Außentemperaturen zulassen. Die Temperaturschwelle liegt offenbar für sie wesentlich unter der anderer überwinternder Larven (z. B. *Carabus coriaceus*, *Pterostichus spec.*, *Abax parallelepipedus*).

Mit der Betrachtung der *Nebria*- und *Leistus*-Larven soll die Untersuchung der morpho-ökologischen Typen der im Hakel in Barberfallen nachgewiesenen Carabidenlarven abgeschlossen werden. Die Beispiele zeigen, daß Laufkäferlarven exzellent an die Umwelt angepaßt sind. Sicher ist das eine Voraussetzung dafür, daß die Carabiden eine phylogenetisch so erfolgreiche Gruppe sind, sie bilden heute die artenreichste carnivore Käferfamilie.

Sie zeigen aber auch, daß man aus dem Studium der Larven Rückschlüsse auf die Ökologie und Biologie der Käferart ziehen kann. Deshalb wird die Untersuchung von Carabidenlarven in der Bioindikation zunehmend Anwendung finden.

Aber nicht nur in der Ökologie gewinnt die Larve als Forschungsobjekt immer größere Bedeutung. Als ursprüngliches Entwicklungsstadium läßt sie in der phylogenetischen und systematischen Forschung oft viel eindeutiger verwandtschaftliche Beziehungen beurteilen, als das die komplizierter aufgebauten Käfer ermöglichen.

Aus diesen Überlegungen heraus sollten alle mit Insekten arbeitenden Biologen die Larve intensiver in ihre Untersuchungen einbeziehen.

5. Zusammenfassung

In Ergänzung der Auswertung der Carabidenfauna des Hakelwaldes (Nordharzvorland), die sich auf Barberfallenfänge im Jahr 1979 (Stubbe 1982) stützt, werden die gefangenen Laufkäferlarven (Coleoptera, Carabidae) untersucht.

Es befanden sich 572 Larven von 11 Gattungen und mindestens 15 Arten im Material.

Die Jahresrhythmik der Carabidenlarven wird in die der Bodenkäferlarven insgesamt eingeordnet. Die Carabidenlarven weisen die ausgeglichene Jahresrhythmik auf und wurden nach den Larven der Silphidae am häufigsten gefangen.

Die Carabidenlarvenfänge werden mit den Adultfängen verglichen, die auftretenden Unterschiede als Phänomen des morpho-ökologischen Larvaltyps diskutiert.

Schrifttum

- Bengtsson, S.: Die Larven der nordischen Arten von *Carabus* L. Lunds Univ. Arsskript N. F. Adv. 2, 24 (1927) 2, 1-89.
- Dunger, W.: Tiere im Boden. Die Neue Brehm-Bücherei, Nr. 327. Wittenberg Lutherstadt 1974.
- Dunger, W., H.-U. Peters und S. Tobisch: Eine Rasen-Wald-Catena im Leutratal bei Jena als pedozoologisches Untersuchungsgebiet und ihre Laufkäferfauna. Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 53 (1980) 2, 1-78.
- Hürka, K.: Die Larven der mitteleuropäischen *Carabus*- und *Procerus*-Arten. Rozpravy CSAV, Rada mat. prir. ved. (Praha) 81 (1971) 1-136.
- Hürka, K.: Fortpflanzung und Entwicklung der mitteleuropäischen *Carabus*- und *Procerus*-Arten. Studie CSAV (Praha) 9 (1973) 1-78.
- Klausnitzer, B.: Coleoptera, Larven - Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas, Lieferung 10. Berlin 1978.
- Larsson, S. G.: Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden. Ent. Meddr. 20 (1939) 277-560.
- Luff, M. L.: The larvae of the British Carabidae (Coleoptera). II. *Nebriini*. The Entomologist 105 (1972) 161-179.

- Luff, M. L.: The larvae of the British Carabidae (Coleoptera), IV. *Notiophilini* and *Elaphrini*. Entomologists Gazette 27 (1977) 51-67.
- Paarmann, W.: Ideas about the evolution of the various annual reproduction rhythms in Carabid beetles of the different climatic zones. Miscell. Papers 18 (1979) 119-132.
- Sander, F.: Über den Einfluß von Luftverunreinigungen auf Ökosysteme. V. Untersuchungen über die Käferfauna (Coleoptera) durch Bodenfallenfänge in einem Immissionsgebiet. Wiss. Z. FSU., Beitr. Ökol. Landeskult. IV, 3 (1984) 309-320.
- Sharova, I. C.: Morpho-ekologičeskije tipüi ličinok schuschelitz (Carabidae). Zoologičeskij shournal 39 (1960) Ausg. 5.
- Sharova, I. C.: Shiznije formüi schuschelitz (Col., Carab.). Moskau (1981).
- Stubbe, A.: Untersuchungen zur Ökologie der Carabidenfauna (Insecta, Coleoptera) des Hakelwaldes im Nordharzvorland. Hercynia N. F., Leipzig 19 (1982) 1, 42-73.
- Thiele, H.-U.: Experimentelle Untersuchungen über die Ursache der Biotopbindung bei Carabiden. Z. Morph. Ökol. Tiere 53 (1964 a) 387-452.
- Thiele, H.-U.: Ökologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Coleopteren einer Heckenlandschaft. Z. Morph. Ökol. Tiere 53 (1964 b) 537-586.
- Thiele, H.-U.: Die Steuerung der Jahresrhythmik von Carabiden durch exogene und endogene Faktoren. Zool. Jb. Syst. 98 (1971) 341-371.
- Thiele, H.-U.: Carabid beetles in their environment. Zoophys. Ecol. 10 Berlin (1977).
- Tischler, W.: Wörterbücher der Biologie - Ökologie. Jena 1975.
- Tobisch, S., und W. Dunger: Carabiden des Neißetales bei Ostritz (Oberlausitz) und ihre Reaktion auf Industrie-Emissionen. Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 48 (1973) 2, 1-20.

Marina Arndt
Erik Arndt
Heinrich-Rau-Straße 14
Jena-Lobeda
DDR - 6902