

Laufkäfer: Nützlinge und Bioindikatoren in der Landwirtschaft

Henryk LUKA, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Bernhardsberg, CH-4104 Oberwil

In der allgemeinen und angewandten Entomologie nehmen die Laufkäfer seit Jahren eine wichtige Stellung ein. Die Vielfalt und Schönheit der Käfer, ihre Nützlichkeit als Schädlingsvertilger und ihre Empfindlichkeit auf Umweltveränderungen (Bioindikation) wecken grosse Aufmerksamkeit unter den Fachleuten der Entomologie, Agronomie und Ökologie.

Die Insekten (Hexapoda) bilden mit etwa 750 000 Arten (nach unterschiedlichen Angaben 686 000 bis 926 000) die weltweit grösste Tiergruppe. Die Käfer (Coleoptera) mit ca. 350 000 Arten haben die grösste Vielfalt innerhalb der Insekten entwickelt. Jährlich werden zahlreiche neue Arten entdeckt und beschrieben, viele werden jedoch ausgestorben sein, bevor sie einer Familie oder Gattung zugeordnet werden können.

Eine der grössten Familien aus der Insektenordnung der Käfer bilden die über alle Gebiete der Erde verbreiteten Laufkäfer (Carabidae). Bisher sind 25 000 bis 40 000 Arten beschrieben worden (Thiele 1977; Wachmann *et al.* 1995); 505 Arten kommen in der Schweiz vor (Marggi 1992). Von anderen Käfern sind die Laufkäfer nicht immer leicht zu unterscheiden (Abb. 1). Dank ihrem meist schlanken, aber kräftig gebauten Körper und den langen Beinen, die sie zu flinken Läufern machen, erhielten sie den Namen «Laufkäfer»; zahlreiche Laufkäfer können auch sehr gut fliegen.

Weitere Unterscheidungsmerkmale sind die elfgliedrigen faden- oder borstenförmigen Fühler, die fünfgliedrigen Tarsen (Füsse) und der Putzscharte genannte Ausschnitt auf der Innenseite der Vorderschienen.

Biologie und Ökologie

Bei den Laufkäfern finden sich zwei Entwicklungstypen (Thiele 1968):

☒ die «Herbsttiere» paaren sich im Spätsommer und Herbst und überwintern im Larvenstadium;

☒ die «Frühlingstiere» paaren sich im Frühjahr, die Entwicklung der Larven findet im Sommer statt; es überwintern die Imagines (Käfer).

Während mehrerer Wochen legt jedes Weibchen 20 bis 60 Eier gesondert in flache Bodenvertiefungen. Die anfangs weichen und weissen Larven werden mit der Zeit dunkler und die Körperhülle erhärtet allmählich. Sie ernähren sich zu meist räuberisch, häuten sich zweimal. Das 3. Larvenstadium verpuppt sich schliesslich im Boden. Während eines Jahres tritt meist nur eine Generation auf.

Die Laufkäfer sind in nahezu allen Lebensräumen zu finden: Wälder, Felder, Moore, Gebirge, Wüsten, Meeresküsten. Die Grosszahl der Laufkäfer leben auf dem Boden, viele aber auch im Boden, in der Erdschicht oder in Nestern und Gängen von andern Bodenbewohnern (z. B. Kleinsäugern); vorwiegend unterirdisch leben einige *Trechus*-Arten, *Bembidion inustum*, *Pterostichus macer* etc. Es gibt auch Arten, die auf Pflanzen steigen (einige *Amara*, *Anisodactylus*, *Ophonus*, *Harpalus*, *Lebia*) oder sogar auf Bäume klettern (*Dromius*, *Trechus* und *Calosoma*). Die meisten Arten der Gattungen *Dromius*,

Philorhizus und *Calodromius* haben sich ganz auf Bäume spezialisiert, wo sie alle Teile bewohnen und auch am Stamm unter Rindenschuppen überwintern (Marggi 1992). Grundsätzlich werden zwei ökologische Typen unterschieden: **Wald- und Feldarten**, die mehr (stenotop) oder weniger (eurytop) an ihre Habitate (Wohngebiete) gebunden sind und stärker (stenök) oder schwächer (euryök) auf Schwankungen von abiotischen Faktoren (Temperatur, Licht, Feuchtigkeit) reagieren (Abb. 2).

Laufkäfer sind wirkungsvolle Nützlinge

Die meisten Laufkäfer leben sowohl im Larval- als auch im Adultstadium räuberisch und vertilgen während ihres Lebens grosse Mengen von Schadinsekten, Larven, Puppen und Schnecken usw., weshalb sie schon seit jeher als wichtige Nützlinge angesehen werden (Scherney 1959; Basedow 1973). Die fleischfressenden Arten können bei Wassermangel auch Pflanzenteile als Beikost zu sich nehmen, um den Durst zu stillen. Einige Arten ernähren sich vorwiegend oder ausschliesslich von Pflanzenteilen (zahlreiche *Amara*, *Ophonus*, *Harpalus*, *Diachro-*

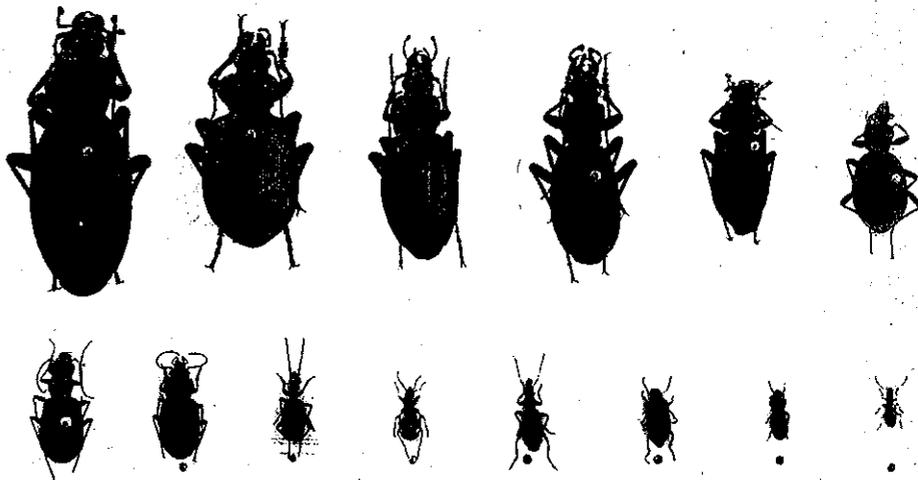


Abb. 1. Ausgewählte Vertreter der Familie der Laufkäfer: (oben v.l.n.r.) *Carabus coriaceus*, *Calosoma sycophanta*, *Carabus auratus*, *Carabus intricatus*, *Carabus granulatus*, *Cychrus caraboides*, (unten v.l.n.r.) *Cicindella campestris*, *Nebria brevicollis*, *Brachinus crepitans*, *Callistus lunatus*, *Drypta dentata*, *Amara plebeja*, *Clivina fossor*, *Demetrias monostigma*. (Foto: H. Luka)

mus germanus). Dabei sind vor allem Samen und Pollen von Wildpflanzen von Bedeutung (Trautner 1994; eigene Beobachtungen). Der Getreidelaufkäfer *Zabrus tenebrioides*, der früher bei massenhaftem Auftreten in Getreidefeldern wirtschaftlich bedeutende Schäden angerichtet hat, ist in der Schweiz so «erfolgreich» bekämpft worden, dass die Art für die Rote Liste als gefährdet eingestuft werden musste (Marggi 1992).

In der Landwirtschaft tragen die Laufkäfer merklich zur Reduzierung der Blattlaus-, Schnecken-, «Drahtwürmer»- und Kartoffelkäferpopulationen bei.

Die Beute wird gewöhnlich von hinten oder von der Seite angefallen, mit den kräftigen Kiefern (Abb. 3) zerquetscht, mit herausgewürgtem Darmsaft bespritzt (vorverdaut) und schliesslich in verflüssigtem Zustand aufgeschluckt (Eisenbeis und Wichard 1985).

Fütterungsversuche mit Kartoffelkäferlarven haben gezeigt, dass *Carabus cancellatus* täglich durchschnittlich 8 bis 10 Larven (zweieinhalbfaches Körpergewicht), *Pterostichus melanarius* 4 Larven (3faches Körpergewicht) und *Poecilus cupreus* eine Larve (2faches Körpergewicht) vertilgen können (Scherney 1959). In der Blattlausregulierung im Getreidebau spielt im Frühling frühzeitiges Auftreten von blattlausfressenden Arten wie zum Beispiel *Platynus dorsalis*, *Bembidion lampros* und *Poecilus cupreus* eine wichtige Rolle (Sunderland und Vickermann 1980). Die meist im Boden grabende Art *Clivina fossor* dürfte bei der Bekämpfung von Rapsglanzkäferlarven und

-puppen nützlich sein. Arten wie zum Beispiel *Carabus cancellatus* oder *Pterostichus melanarius* können eine bedeutsame Rolle als Vernichter von Kohlweisslingsraupen spielen (Scherney 1959). Trotz der grossen Hindernisse, die die Erbeutung und Vertilgung von Landschnecken mit sich bringt (Schneckenschale, Schleim), jagen Laufkäfer der Gattungen *Carabus*, *Cychrus* oder *Abax* Schnecken oft mit Erfolg. Der Puppenräuber (*Calosoma sycophanta*) ist im Wald sehr nützlich. Er frisst in jedem Lebensjahr ungefähr 40 Schwammspinnerraupe und -puppen und während des 14tägigen Larvenlebens zusätzlich 40 ausgewachsene Raupen.

Im allgemeinen macht sich der Nutzen der Laufkäfer erst in der nächsten Vegetationsperiode bemerkbar, weil die Schädlinge, ehe sie von Nützlingen gefressen werden, schon vielfach grossen Schaden angerichtet haben (Scherney 1959).

Ökologischer Typ	Habitatbindungs-Typ	Toleranz-Typ	Beispielarten	
Waldarten	stenotop	stenök	<i>Carabus irregularis</i> <i>Carabus intricatus</i>	1)
		euryök	<i>Carabus hortensis</i> <i>Carabus auronitens</i>	2)
	eurytop	stenök	<i>Abax ovalis</i> <i>Platynus assimilis</i>	3)
		euryök	<i>Nebria brevicollis</i> <i>Carabus coriaceus</i>	4)
Feldarten	stenotop	stenök	<i>Carabus auratus</i> <i>Amara bifrons</i>	5)
		euryök	<i>Poecilus cupreus</i> <i>Anisodactylus binotatus</i>	6)
	eurytop	stenök	<i>Agonum fuliginosum</i> <i>Calathus fuscipes</i>	7)
		euryök	<i>Pterostichus melanarius</i> <i>Trechus quadristriatus</i>	8)

stenotop: Art ist an ihr Habitat (Wohngebiet) gebunden

eurytop: Art ist weniger an ihr Habitat (Wohngebiet) gebunden

stenök: Art ist stärker von Temperatur, Licht und Feuchtigkeit abhängig

euryök: Art ist weniger von Temperatur, Licht und Feuchtigkeit abhängig

Abb. 2. Mögliche Zusammenhänge zwischen: Ökologischer Typ, Habitatbindung und Toleranz gegenüber Schwankungen von abiotischen Faktoren (Temperatur, Licht und Feuchtigkeit) bei den Laufkäfern. 1) Ausgesprochene Waldbewohner (WB), die stark auf Schwankungen von abiotischen Faktoren (AF) reagieren. 2) Ausgesprochene WB, die schwach auf Schwankungen von AF reagieren. 3) WB, die auch im Freiland zu finden sind und stark auf Schwankungen von AF reagieren. 4) WB, die auch im Freiland zu finden sind und schwach auf Schwankungen von AF reagieren. 5) Ausgesprochene Freilandbewohner (FB), die stark auf Schwankungen von AF reagieren. 6) Ausgesprochene FB, die schwach auf Schwankungen von AF reagieren. 7) FB, die auch in Wäldern zu finden sind und stark auf Schwankungen von AF reagieren. 8) FB, die auch in Wäldern zu finden sind und schwach auf Schwankungen von AF reagieren.



Abb. 3. Die Mundwerkzeuge des Sandlaufkäfers *Cicindela campestris*. (Foto: H. Luka)

Laufkäfer sind geeignete Bioindikatoren

Bestimmte Organismen oder Organismengemeinschaften sind derart von der Beschaffenheit ihrer näheren Umwelt abhängig, dass ihr Vorhandensein oder Fehlen Rückschlüsse auf diese Umwelt zulassen. Solchen Organismen kommt eine Zeigerfunktion zu, man spricht von Bioindikatoren (Schubert 1985; Koch *et al.* 1977).

In der Freilandökologie wurden vor allem Laufkäfer als Bioindikatoren herangezogen. Es gibt folgende Gründe dafür (Trautner 1994):

- ☒ sie kommen in allen Landlebensräumen in hohen Arten- und Individuenzahlen vor;
- ☒ sie benötigen sehr unterschiedliche Habitate und führen eine sehr differenzierte Lebensweise;
- ☒ sie reagieren sehr empfindlich auf Umweltveränderungen;
- ☒ sie sind einfach zu fangen mit reproduzierbaren Methoden;
- ☒ ein guter taxonomischer und ökologischer Kenntnisstand ist vorhanden.

Das ökologische Verhalten von Laufkäferarten ist stark von der jeweiligen geographischen Lage abhängig, weswegen ihre Indikation regional betrachtet werden muss. Um Laufkäferpopulationen zu beurteilen, verwendet man in der Regel zwei Bewertungskriterien: Artenvielfalt und Häufigkeit der Käfer. Für das Kriterium Artenvielfalt entscheidend sind die Artenzahl (Quantität), das Auffinden von Spezialisten (stenotope und stenöke Arten) und Rote Liste-Arten (Qualität). Das Kriterium Häufigkeit wird vor allem durch die Individuenzahl (Quantität) und Dominanzstruktur (Qualität) charakterisiert.

Ausgewählte Laufkäferarten, die in der Agrarlandschaft gutes Indikationsverhalten aufweisen können:

☒ Arten der Gattung *Carabus* (Grosslaufkäfer), die zum Teil vollständig aus intensiv bewirtschafteten Flächen verschwunden sind wie zum Beispiel *Carabus auratus*, *C. convexus* oder *C. monilis*.

☒ Arten der Gattungen *Dyschirius* und *Clivina*, die als grabende Arten Lockerboden bevorzugen wie zum Beispiel *Dyschirius globosus* oder *Clivina fossor*, die auch Hinweise auf die Bodenverdichtung geben können.

☒ Arten der Gattungen *Harpalus*, *Ophonus*, *Amara*, *Diachromus*, die sich im Adultstadium vorwiegend oder ausschließlich phytophag ernähren (Samen und Pollen von Wildpflanzen) und eine bestimmte

Begleitflora auf den Ackerflächen benötigen, zum Beispiel *Ophonus nitidulus*, *Amara plebeja*, *A. aulica*, oder *Diachromus germanus*. Durch ihr Auftreten oder Fehlen können diese Arten Hinweise auf Herbizid-Einsatz liefern.

Förderung der Laufkäfer

Die Verarmung der tierischen- und pflanzlichen Artenvielfalt in der Agrarlandschaft wurde in letzter Zeit in vielen alarmierenden Berichten dokumentiert (Blab *et al.* 1984; Marggi 1992; Duelli 1994). Es ist sehr wichtig, die Hauptursachen und Hauptverursacher der Gefährdung wie etwa die intensive Landwirtschaft zu zeigen (Raths *et al.* 1995), aber gleichzeitig ist

es notwendig, mögliche Verbesserungsmaßnahmen zu entwickeln, zu propagieren, einzuführen und schliesslich den Erfolg zu kontrollieren (Keller und Duelli 1990; Durrer 1991; Duelli 1993; Pfiffner und Luka 1995).

Die sehr empfindlich auf Umweltveränderungen reagierenden Laufkäfer wurden durch Pestizid- und Mineraldüngungseinsatz sowie wegen der Ausrottung von naturnahen Strukturen stark beeinträchtigt. Von den 505 in der Schweiz nachgewiesenen Laufkäferarten gelten 220 (44 %) als gefährdet oder verschollen (Marggi 1994). In der intensiv genutzten Kulturlandschaft ist die ursprüngliche Laufkäferfauna nur in verbliebenen oder neu geschaffenen (Wiederbesiedlung) Refugialräumen zu erhal-

Tab. 1. Mögliche Anwendungsbereiche der Bioindikation mit Laufkäfern

Anwendungsbereich	Thema	Autor
Bewertung von Biotopen	- Erfolgskontrolle von ökologischen Ausgleichsflächen	Pfiffner und Luka 1995
	- Bewertung von Feuchtgebieten	Huber <i>et al.</i> 1987 Dülge <i>et al.</i> 1994
	- Indikatoren für den Wasserhaushalt des Waldes	Pospischil 1982
	- Bewertungsverfahren von Raumeinheiten	Mossakowski und Paje 1985
Anthropogene* Umweltbelastung	- Bioindikatoren für die Belastung von Alpweiden durch Skibetrieb	Hammelbacher und Mühlenberg 1986
	- Auswirkungen von verschiedenen Anbauintensitäten in der Landwirtschaft	Pfiffner <i>et al.</i> 1995 Kromp 1989 Ingrisch <i>et al.</i> 1989 Basedow 1987 Ammer <i>et al.</i> 1988
	- Ökologische Auswirkungen der Beweidung auf die Fauna einer Riedwiese	Walther 1994
Auswirkungen von Pestizideinsatz	- Beurteilung der Qualität von Agrarflächen	Steinborn und Heydemann 1990
	- Auswirkungen durch Schneckenbekämpfungsmittel	Büchs <i>et al.</i> 1990 Wiltshire und Glen 1989
	- Auswirkungen durch Insektizide	Basedow <i>et al.</i> 1981 Scherney 1958 Rzehak und Basedow 1982 Heimbach und Abel 1989 Moosbeckhofer 1983
	- Auswirkungen durch Insekti-, Fungi- und Herbiziden	Basedow 1989 Boller <i>et al.</i> 1989
Klimaveränderungen	- Auswirkungen von Saatgutpuder	Schmuck 1992
	- Bioindikatoren für Änderung des Mikroklimas	Thiele und Weiss 1976
	- Indikatoren für makroklimatischen Übergang	Brandmoyr <i>et al.</i> 1983

* Vom Menschen verursacht

ten. Das sind einerseits gehölzbestandene wie auch gehölzfreie Habitats, die in ausgewogener Vielfalt vorhanden sein müssen (Tietze und Grosser 1985).

Die Extensivierung der landwirtschaftlichen Produktion, kombiniert mit neu angelegten extensiven Wieslandstreifen, Buntbrachen, Hecken und Feldgehölzen (ökologischen Ausgleichsflächen), gilt als effiziente Förderungsmaßnahme für die Laufkäfer (Lys und Nentwig 1992; Wiedemeier und Duelli 1993; Pfiffner und Luka, im Druck).

RÉSUMÉ

Les carabes: insectes utiles et bioindicateurs pour l'équilibre écologique d'un paysage

Les carabes (Carabidae), répandus dans toutes les régions du monde, forment avec leurs 25 000 espèces une des plus grandes familles d'insectes coléoptères. On les trouve dans presque tous les mi-

lieux où vivent des insectes. Deux types de développement existent: les carabes d'automne (larves hibernantes) et les carabes de printemps (hibernation imaginale) ainsi que deux types écologiques: l'écotype forestier et l'écotype de prairie. Les carabes sont utiles en agriculture comme prédateurs des animaux nuisibles et - grâce à leur sensibilité aux changements de l'environnement - comme indicateurs écologiques avec un vaste spectre d'application. L'agriculture intensive est le danger principal de la disparition des carabes. Une agriculture moins intensive et la remise en place de surfaces proches de l'état naturel (jachère écologique) seraient des mesures favorables aux carabes.

SUMMARY

Carabid beetles as beneficial insects and bioindicators in the agriculture

Carabid beetles (Carabidae) with more than 25 000 species one of the largest beetle families are spread over all regions of the world. They live in almost

every habitat where insects are found. Two developmental types, the autumn breeders with hibernating larvae and the spring breeders with adults as the hibernating stage, are distinguished, and two ecological types: woodland species and species living in open habitats. Carabid beetles are beneficial insects and due to their sensitivity to environmental changes important bioindicators. Intensive farming is one of the main reasons for the decrease of carabid beetles in our landscape. Therefore, an extensive agriculture with many natural elements (ecological compensation areas) is required to protect our carabid beetles.

KEY WORDS: carabid beetles, bioindicators

LITERATUR

Ein ausführliches Literaturverzeichnis ist beim Autor erhältlich.

KURZBEICHT

Neuerungen in der landwirtschaftlichen Forschung

Paul STEFFEN, Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), CH-3003 Bern

Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 8. November 1995 die Totalrevision der Verordnung vom 25. Juni 1975 über die landwirtschaftliche Forschung (Forschungsverordnung, SR 426.10) beschlossen. Die neue Regelung ist am 1. Januar 1996 in Kraft getreten.

Die Verordnung wurde entsprechend den verschiedenen 1992, 1993 und 1994 gefassten Bundesratsbeschlüssen über die Redimensionierung und Restrukturierung der eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten angepasst. Wichtigste Eckpunkte dieser Beschlüsse:

- Die Zahl der Forschungsanstalten wurde von sieben auf sechs reduziert.
- Die Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Zürich-Reckenholz (FAP) erhielt veränderte Aufgaben und wurde in **Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL)** umbenannt.
- Gleichzeitig wurde die bisherige Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und

Umwelthygiene Liebefeld-Bern (FAC) aufgehoben und als **Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL)** in die FAL eingegliedert.

Drei weitere Anstalten erhielten einen anderen Namen: Die Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion Grange-neuve (FAG) heisst neu **Forschungsanstalt für Nutztiere Posieux (RAP)**. Die Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik Tänikon (FAT) wurde umbenannt in **Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon (FAT)**, die landwirtschaftliche Forschungsanstalt Changins (RAC) in **Forschungsanstalt für Pflanzenbau Changins (RAC)**.

Ausrichtung auf die neue Agrarpolitik

Der Übergang von einer vorwiegend produktionsorientierten zu einer nachhaltig produzierenden und wettbewerbsfähigen Landwirtschaft soll durch eine praxisnahe Forschung begleitet werden. Sie muss das erforderliche Wissen über die komplexen Zusammenhänge zwischen Pflanzen, Tieren, Umwelt und Markt erarbeiten.

Nicht nur die Landwirtschaft selber, sondern auch die Agrarpolitik ist in zunehmendem Masse auf die Unterstützung durch die Forschung angewiesen. Einerseits werden zur Konkretisierung und Beurteilung der agrarpolitischen Massnahmen wissenschaftliche Erkenntnisse herangezogen. Andererseits soll die Forschung Probleme frühzeitig erkennen und Lösungen oder Alternativen erarbeiten.