



# Welche Anbaumethoden fördern die Vielfalt der Kleintierfauna?

Lukas PFIFFNER, Gruppe Nützlingsförderung und Pflanzenschutz, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Bernhardsberg, CH-4104 Oberwil

**Die Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt in der Landschaft ist ein prioritäres Ziel der aktuellen schweizerischen Agrarpolitik. Um den gravierenden Arten- und Individuenrückgang der einheimischen Flora und Fauna zu stoppen, haben Alternativen zur produktionsorientierten, intensiven landwirtschaftlichen Nutzung stark an Bedeutung zugenommen. Nachhaltige Anbaumethoden, die die Umwelt gering belasten und die biologische Vielfalt fördern, werden von breiten Bevölkerungskreisen zunehmend gefordert und staatlich finanziell gefördert. Wie und mit welchen Massnahmen die biologische Vielfalt gefördert werden kann und welchen Beitrag ökologisch orientierte Anbausysteme dazu leisten, ist daher von hohem Interesse.**

Die vielfältige und reich strukturierte Kulturlandschaft Mitteleuropas entstand durch die jahrhundertelange landwirtschaftliche Nutzung einer vorher hauptsächlich bewaldeten Naturlandschaft. Die Lebensraum- und Artenvielfalt nahmen im Zuge dieser Entwicklung stark zu. Eine dem Standort angepasste landwirtschaftliche Nutzung würde daher nicht von vorn-

herein zu einer Verarmung der Natur und Landschaft führen, besonders bei Anwendung extensiver Anbaumethoden.

Intensiver Anbau hingegen ist häufig mit ungünstigen Auswirkungen auf Natur und Landschaft verbunden: Die Vielfalt an Lebensräumen nimmt durch Flurbereinigungsmassnahmen ab, was häufig zu einer Vergrösserung der Ackerschläge und zu

einseitigen Ackerfruchtfolgen geführt hat. Die grossflächige Intensivierung und Vereinheitlichung der landwirtschaftlichen Nutzung ist massgeblich am Arten- und Individuenrückgang der typischen Pflanzen- und Tierwelt im Kulturland verantwortlich (z.B. Meisel 1977; Heydemann und Meyer 1983; Basedow 1990). Daneben stellen sich auch im Agrarökosystem unerwünschte Folgen ein: Gewisse Schadorganismen können sich in den monotonen, ausgeräumten Produktionslandschaften mangels natürlicher Gegenspieler in Massen vermehren. Diese Entwicklung hat einerseits die landwirtschaftliche Bedeutung und andererseits die ökologische Notwendigkeit von extensiven, diversifizierten und ökologisch ausgerichteten Anbaumethoden aufgezeigt.

## Vielfältige Flora als Basis für die Fauna

Zwischen Pflanzen und Tieren bestehen vielfältige Wechselwirkungen. In Deutschland haben Heydemann und Meyer (1983) an 102 typischen Pflanzen der Ackerbegleitflora 1200 pflanzenfressende Arthropoden (Gliederfüsser) nachgewiesen. Die «Insektenfresser» als nächste Stufe in der Nahrungspyramide können bis zu zwei- bis dreimal so artenreich wie die «Pflanzenfresser» sein. Gewisse Pflanzenarten waren nachweislich hochattraktiv für ein breites Spektrum von pflanzenfressenden und «nützlichen» Arthropoden, zum Beispiel Klatschmohn, Rainfarn, Kornblume aber auch Buchweizen und Raps (Frei und Manhart 1992). Höhere pflanzliche und strukturelle Diversität führt generell zu einer grösseren faunistischen Vielfalt und kann zudem die Häufigkeit von natürlichen Gegenspielern von Schadorganismen markant erhöhen (Altieri 1991). In den meisten Untersuchungen wurde eine positive Beziehung zwischen Stabilität und Vielfalt festgestellt (Übersicht in Andow 1991). Die indifferenten Arten, die weder als direkt nützlich noch schädlich für die Landwirt-

**Tab. 1. Übersicht über Untersuchungen zu Auswirkungen von biologischer (Bio) und konventioneller (Kon) Ackerbewirtschaftung auf die Arten- und Individuenzahl der Kleintierfauna**

| Tiergruppen    |                   | Artenvielfalt | Häufigkeit | Land          | Quelle (eine Auswahl)  |
|----------------|-------------------|---------------|------------|---------------|--|
| Käfer:         | Laufkäfer *       | Bio > Kon     | Bio > Kon  | A, CH, D, USA | Basedow 1987; Dritschilo <i>et al.</i> 1988; Kromp 1990; Pfiffner <i>et al.</i> 1995               |
|                | Kurzflügler *     | Bio > Kon     | Bio < Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
|                | Marienkäfer*      | Bio > Kon     | Bio > Kon  | D             | Schuhbeck <i>et al.</i> 1995   |
|                | Nestkäfer         | Bio > Kon     | Bio > Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
|                | Blattkäfer        | Bio > Kon     | Bio > Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
|                | Aaskäfer          | Bio = Kon     | Bio = Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
| Hauflügler:    | Parasitische H. * | -             | Bio > Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
|                | Zweiflügler:      |               |            |               |  |
|                | Mücken            | -             | Bio < Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
|                | Fliegen           | -             | Bio > Kon  | D             | Ammer <i>et al.</i> 1988   |
|                | Schwebfliegen *   | Bio > Kon     | Bio > Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
| Schnabelkerfe: | Wanzen *          | Bio > Kon     | Bio > Kon  | D             | Ammer <i>et al.</i> 1988   |
|                | Zikaden           | Bio = Kon     | Bio = Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
| Spinnen:       | Webspinnen *      | Bio > Kon     | Bio > Kon  | A, D          | Ingrisch <i>et al.</i> 1989; Steinberger <i>et al.</i> 1993  |
|                | Weberknechte *    | Bio > Kon     | Bio > Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
| Bodenmilben:   | Milben            | Bio > Kon     | Bio > Kon  | CH, D         | Necker 1989; Regh-Melcher 1990   |
|                | Hornmilben        | Bio > Kon     | Bio > Kon  | D             | Hoffmann 1991  |
| Tausendfüsser: | Doppelfüsser      | Bio = Kon     | Bio > Kon  | D             | Klinger 1992; Necker 1989  |
|                | Hundertfüsser *   | Bio > Kon     | Bio > Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989; Klinger 1992  |
| Krebstiere:    | Asselein          | Bio > Kon     | Bio > Kon  | D             | Ingrisch <i>et al.</i> 1989  |
| Collembola:    | Springschwänze    | -             | Bio > Kon  | D, USA        | Necker 1989; Dindal <i>et al.</i> 1990   |
| Regenwürmer:   |                   | Bio > Kon     | Bio > Kon  | CH, D, USA    | Bauchhens, 1990a,b; Maidl <i>et al.</i> 1988; Pfiffner <i>et al.</i> 1993; Weil <i>et al.</i> 1990 |

\* fast ausschliesslich landwirtschaftlich nützliche Tierarten.

> signifikant höhere Artenvielfalt bzw. höheres Vorkommen im jeweiligen Anbausystem und vice versa.

>= unterschiedliche bis ähnliche Verhältnisse

schaft angesehen werden, spielen dabei als alternative Beute oder Wirte für räuberische Arthropoden und Parasitoide eine wichtige Rolle.

Sogar in konventionellen Getreidefeldern des Pariser Beckens hat Chambon (1988) in einer 9-jährigen Untersuchung mit über 1000 Arthropodenarten eine reichhaltige Artenvielfalt vorgefunden. 96 Prozent der nachgewiesenen Arten waren als Schädlingsvertilger oder Streuzersetzer nützlich. Nur 4 Prozent der Arten wurden als landwirtschaftliche Schädlinge eingestuft.

## Auswirkungen unterschiedlicher Anbausysteme

Zahlreiche Untersuchungen in Europa und den USA belegen die Auswirkungen von unterschiedlichen Anbausystemen auf die Kleintierfauna. In Betriebsvergleichen und Parzellenexaktversuchen ist auf biologisch bewirtschafteten Flächen häufig eine wesentlich höhere Artenvielfalt und Individuenzahl als auf konventionell bewirtschafteten festgestellt worden (Tab. 1). Dies ist hauptsächlich bei den landwirtschaftlich meist nützlichen Arthropoden wie Laufkäfern, Kurzflüglern, Marienkäfern, Wanzen, Spinnen, Weberknechten, Milben, Hundertfüßern und Regenwürmern der Fall.

Höhere Individuenzahlen in den konventionellen Flächen sind meist auf ein massenhaftes Auftreten weniger Tierarten zurückzuführen (z.B. bei Webespinnen). Die Tierpopulationen auf Bioflächen sind sowohl durch eine höhere Vielfalt und Häufigkeit als auch durch eine ausgeglichene Artenverteilung charakterisiert. Dies bedeutet, dass die Populationen dort weniger durch einzelne, stark dominierende Arten geprägt sind. Nach den von Remmert (1992) formulierten biozönotischen Grundgesetzen gilt für Ökosysteme, «je vielfältiger die Umweltbedingungen und je näher sie dem grundsätzlichen biologischen Optimum sind, um so grösser ist die Artenzahl (...) und um so weniger treten einzelne Arten in den Vordergrund». Diese Aussage kann für biologisch bewirtschaftete Ackerflächen im Vergleich zu konventionellen bestätigt werden.

## Welche Faktoren fördern die Kleintierfauna?

Das Vorkommen einer Tierart in einem Lebensraum ist stark von dessen Entstehungsfaktoren und neueren ökologischen Bedingungen abhängig. Die biotischen (belebten) und abiotischen (unbelebten)

**Tab. 2. Mögliche Auswirkungen unterschiedlicher ackerbaulicher Massnahmen auf die Kleintierfauna**

| Massnahme                      | Mögliche Auswirkungen  | Quellen   |
|--------------------------------|--|---|
| Bodenbearbeitung               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Minimalbodenbearbeitung wirkt sich günstiger aus als traditionelle Bodenbearbeitung.</li> <li>Einsatz schwerer Maschinen ist ungünstig.</li> <li>Frühlingspflugfurche fördert im Gegensatz zur Herbstfurche die Überwinterung von Insekten in Ernterückständen.</li> </ul>  | Friebe und Henke 1992<br>Berry und Karlen 1993  |
| Fruchtfolge                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Anbau verschiedener Kulturarten und Zwischenfrüchten wirkt sich positiv auf die Fauna aus</li> <li>Kleegrass als wichtige Regenerationsfrucht, Raps ist sehr förderlich für viele Arthropoden.</li> </ul>   | Heydemann und Meyer 1983<br>Pffner und Luka 1996<br>Pffner, 1996  |
| Düngung                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hohe Düngung fördert Befall mit Gelbrost, Mehltau, Schneeschimmel, Minierfliegen und Getreidehähnchen.</li> <li>Hofdünger kann sich positiv auf Kleinstlebewesen auswirken und somit Nahrungsangebot für Nützlinge verbessern.</li> <li>Geringere Bestandesdichte der Kulturen fördert Faunenvielfalt (vielfältigeres Mikroklima).</li> </ul>   | Daamen <i>et al.</i> 1989<br><br>Purvis und Curry 1984<br><br>Honek 1988, Pffner <i>et al.</i> 1995                           |
| Insektizide und Fungizide      | <p><i>Direkte Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Je nach Tierart unterschiedliche Empfindlichkeit. Biologie, Exposition sind sehr entscheidend.</li> <li>Biologischer Pflanzenschutz weist geringe Nebenwirkungen auf Nicht-Zielorganismen auf.</li> </ul> <p><i>Indirekte Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beeinträchtigung durch Verringerung und Belastung der Beutetiere.</li> <li>Beutereduktion kann zu geringerer Fruchtbarkeit von Nützlingen führen.</li> </ul>               | Jepson 1989 und Vogt 1994<br><br>Vickerman 1988<br>Basedow 1990<br>Burn 1989<br>van Dijk 1986                                 |
| Herbizide und andere Verfahren | <p><i>Direkte Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chemisch: Meist relativ geringe Giftigkeit (Ausnahme: z.B. Stauden-Abbrennmittel)</li> <li>Mechanisch und thermisch: Bisher keine negative Effekte auf Kleintierfauna festgestellt.</li> </ul> <p><i>Indirekte Wirkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durch Beseitigung der Begleitflora werden Nahrungsquellen für pflanzenfressende und blütenbesuchende Tiere verringert, was zu geringerem Beuteangebot für Nützlinge führt.</li> </ul> | Hassan 1989; Vogt 1994<br><br>Dierauer und Pffner 1993; Lorenz 1994<br><br>Speight und Lawton 1976; Powell <i>et al.</i> 1985 |

Faktoren bestimmen zunächst die biologischen Möglichkeiten und Grenzen eines Lebensraumes. Die wichtigsten biotischen Faktoren sind Nahrungsquellen, botanische Verhältnisse, das Vorkommen von Feinden und die Konkurrenzverhältnisse. Zu den wichtigsten abiotischen Faktoren gehören Klima, Höhenlage, Raumangebot und die Bodenverhältnisse. Für die auf der Bodenoberfläche oder im Boden lebenden Arten sind Struktur sowie chemische und physikalische Eigenschaften des Bodens von herausragender Bedeutung.

Verschiedene Kultur- und Bewirtschaftungsmassnahmen beeinflussen die Tiere zusätzlich (Tab. 2). Bodenbearbeitungs- und Erntemassnahmen unterscheiden sich kaum bei den verschiedenen Anbausystemen und daher sind die Wirkungen mit Ausnahme der Minimalbodenbearbeitung ähnlich.

Die grössten Unterschiede zwischen biologischer und konventioneller Anbaumethode im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Tierwelt liegen vorwiegend in der Düngung, der Begleitfloraregulierung, der Fruchtfolgegestaltung, im Pflanzenschutz und im Angebot an naturnahen Flächen.

## Eingriffe durch Bodenbearbeitung und Ernte

Die Bodenbearbeitung stellt neben der Ernte und Mahd einen der grössten Eingriffe in den Lebensraum der meisten Tierarten dar (Tab. 1). Ernte beziehungsweise Bodenbearbeitung können einerseits die Tiere mechanisch verletzen oder abtöten, andererseits wird die Pflanzenstruktur und das Mikroklima beziehungsweise die Bodenstruktur stark verändert.

Der Einsatz von schweren Maschinen führt zu einer höheren Bodenverdichtung. Dies kann sich zum Beispiel für ursprünglich auf den Äckern heimischen Laufkäferarten, die locker strukturierte Böden bevorzugen, ungünstig auswirken.

Bei Minimalbodenbearbeitungsverfahren (pfluglos, Direktsaat) sind geringere negative Effekte auf die Bodenfauna im Vergleich zur traditionellen Bodenbearbeitung mit getrennter Grund- und Saatbeetbereitung feststellbar (Friebe und Henke 1992; Berry und Karlen 1993). Nach der Ernte der Kulturen ändern sich die Lebensraumverhältnisse (Nahrungsangebot, Unterschlupf, Mikroklima u.a.) schlagartig, so dass viele Tierarten auf intakte ökologische Ausgleichsflächen angewiesen sind.

## Einflussfaktor Pflanzenernährung

Das Düngungsniveau von konventionell bewirtschafteten Feldern ist in der Regel höher als das von Bioflächen. Auf konventionellen Betrieben ist ein höherer Viehbesatz und Fremdfutterzukauf sowie die Anwendung von Mineräldüngern erlaubt. Die intensivere Düngung und die Anwendung von Halmverkürzern im konventionellen Getreidebau führt zu dichteren Beständen, was sich ungünstig auf das Vorkommen wärme- und trockenheitsliebender Arthropodenarten auswirkt (z.B. Laufkäfer: Pfiffner *et al.* 1995). Auch Honek (1988) stellte einen positiven Zusammenhang zwischen weniger dichten Weizenbeständen und Laufkäfer- und Spinnenhäufigkeiten fest. Mit steigender Düngung kann der Befall mit Gelbrost, Mehltau, Schneeschimmel, Minierfliegen und Getreidehähnchen ansteigen, wie Daamen *et al.* (1989) in einem Anbausystemversuch festgestellt haben.

Neben der Höhe der Düngung ist auch die Düngungsart entscheidend. Purvis und Curry (1984) haben in Vergleichsuntersuchungen gezeigt, dass eine rein organische Düngung sich günstiger auf die Fauna auswirkt als eine reine Mineräldüngung. Die positive Wirkung von Hofdüngern auf die Nutzarthropoden haben sie auf ein erhöhtes Nahrungsangebot an Kleinstlebewesen (z.B. Springschwänze, Milben, Klein- und Fadenwürmer) zurückgeführt.

## Effekte des direkten Pflanzenschutzes

Durch die Anwendung von Insektiziden und Fungiziden werden viele Tierarten

direkt abgetötet (z.B. Bigler 1988) oder durch die Kontamination ihrer Beute einträchtig (Vickermann 1988; Basedow 1990). Die durch den Einsatz von Insektiziden verursachte Beutereduktion kann die Fruchtbarkeit von Arthropoden reduzieren oder zu deren Verhungern führen (van Dijk 1986). Im weiteren können unerwünschte subletale (nicht abtötende) Effekte auf Nicht-Zielorganismen (Nützlinge, indifferente Arten) auftreten: Sie manifestieren sich in einer Minderung der Fruchtbarkeit, in der Verlangsamung des Wachstums und der Geschlechtsreife und in anderen physiologischen Störungen (z.B. Lofs-Holmin 1980; Burn 1989).

Im Gegensatz zu zahlreichen im konventionellen Anbau angewandten Pflanzenschutzmitteln gelten die im Biolandbau zugelassenen Mittel bei sachgerechter Anwendung gegenüber Nicht-Zielorganismen als harmlos bis wenig schädlich (z.B. Vogt 1994).

Neben der eigentlichen Empfindlichkeit auf Pflanzenschutzmittel sind die direkten und indirekten Nebenwirkungen je nach Biologie, Exposition, Stellung im Nahrungsnetz, Verbreitungsfähigkeit, Überwinterungsort der einzelnen Arten artspezifisch verschieden. Im Allgemeinen gilt, je höher die Mobilität und Stoffwechselaktivität der Organismen ist, desto höher ist ihre relative Empfindlichkeit gegenüber Pflanzenschutzmitteln (Edwards 1982).

## Regulierung der Begleitflora und ihre Konsequenzen

Im schweizerischen Mittelland sind durch die intensive ackerbauliche Nutzung 86 % der Arten der Begleitflora gefährdet (Ritter und Waldis 1983). Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass in konventionell bewirtschafteten Flächen der Herbizideinsatz, die hohen Düngergaben und die Folgefaktoren wie zum Beispiel die hohe Getreidehalmdichte und der entsprechende Lichtmangel einen Rückgang der typischen Pflanzenvielfalt im Ackerland verursachen. Übrig bleiben teils schwer bekämpfbare Gräserarten wie Windhalm, Ackerfuchsschwanz. Bei den Herbiziden sind weniger die direkten als vielmehr die indirekten Effekte für die Fauna problematisch. Die botanische Verarmung von Kulturflächen und das Fehlen von Begleitflora mit entsprechendem Mangel an Beutetieren, Pollen- und Nektarquellen sind ungünstige Folgeeffekte. Im Biolandbau wird die Begleitflora anstelle des

Herbizideinsatzes durch mechanische und thermische Massnahmen reguliert. Bisher sind weder beim Einsatz der Hackbürste oder von verschiedenen Hackgeräten (Lorenz 1994) noch bei thermischer Beikrautregulierung (Dierauer und Pfiffner 1993) negative Effekte auf die Nutzarthropoden festgestellt worden.

In biologisch bewirtschafteten Äckern kann sich ein breites Artenspektrum standorttypischer Ackerbegleitflora entwickeln. Zwei- bis dreifach mehr Pflanzenarten, deutlich höhere Bodenbedeckungsgrade und ein höherer Anteil an gefährdeten Ackerwildkräutern sind in biologisch bewirtschafteten Feldern festgestellt worden (Ammer *et al.* 1988; Wolff-Straub 1989; Plakholm 1990; Friebe und Köpke 1994). Als Folge des nachgewiesenen Verlustes an Ackerbegleitflora kann ein erheblicher Rückgang an Tierarten- und Individuenzahl in den konventionell bewirtschafteten Ackerflächen somit nicht überraschen.

## Förderung gewisser Nützlinge durch Biolandbau

Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass einige Arthropodenarten (z.B. Laufkäfer) ausschliesslich in Biofeldern vorkommen oder dort zahlreicher sind als in den konventionellen Flächen (Kromp 1989; Pfiffner und Niggli 1996): Vor allem auf die günstigen Auswirkungen der Begleitflora unter biologischer Bewirtschaftung ist das zahlreichere Auftreten von Laufkäfern der Gattungen *Amara* und *Harpalus* zurückzuführen. Ebenso die Laufkäferart *Diachromus germanus*, die Bioäcker in der Nordwest-Schweiz relativ häufig besiedelt, wird durch die Begleitflora gefördert. Sie ernährt sich von Knäulgras-, Fuchsschwanz- und Rispengräser-Pollen (Pfiffner und Luka 1996). Basedow (1990) hat in 5-jährigen Untersuchungen gezeigt, dass biologische Bewirtschaftung gewisse Nützlinge fördert: Zwei als schädlingsvertilgend bekannte Laufkäfer (*Platynus dorsalis*, *Bembidion obtusum*) und eine Kurzflüglerart (*Tachyporus hypnorum*) haben in Biofeldern eine nahezu doppelt so hohe Vermehrungsrate wie in konventionellen Feldern aufgewiesen. Auch Froese (1991) stellte in Biofeldern eine höhere Anzahl blattlausfressender Laufkäferarten fest. Ein gutes Nahrungsangebot (Beutetiere, Pollen und Nektar) in der Parzelle und im Umfeld spielt beim Aufbau von effizienten Nützlingspopulationen eine entscheidende Rolle. Gut ernährte

Laufkäfer-Weibchen legen mehr Eier ab und besitzen eine verlängerte Reproduktionsdauer (Zangger *et al.* 1994).

## Kleintierfauna: wichtige Nahrungsquelle für Vögel

Ein zahlreiches Vorkommen von Arthropoden kann für das Überleben vieler Vogelarten entscheidend sein. Die Feldlerche zum Beispiel ernährt sich vorwiegend von Zweiflüglern und Schmetterlingslarven (Jenny 1990), Fasanen hingegen bevorzugen eher Laufkäfer, Blattkäfer und Schmetterlinge (Hill 1985). In ungespritzten Ackerbrachen in England wurden ein bis zu 3-fach höheres Angebot an Insekten für Rebhühner als in den konventionellen Weizenfeldern festgestellt (Moreby und Aebischer 1992).

Eine vierjährige Untersuchung auf 31 Biobetrieben in Dänemark hat aufgezeigt, dass durch den Biolandbau gefährdete Vogelarten gefördert werden (Christensen *et al.* 1996). Von insgesamt 57 nachgewiesenen Vogelarten kamen 31 Arten signifikant häufiger auf den Biobetrieben vor, auf den konventionellen Betrieben waren drei Arten zahlreicher. Als ein Haupteinflussfaktor wird das geringere Nahrungsangebot an Arthropoden in den konventionell bewirtschafteten Feldern angesehen.

## Hoher Regenwurmbesatz - aktive Böden

Regenwürmer erfüllen vielfältige Aufgaben, die für das längerfristige Funktionieren des Bodenökosystems unerlässlich sind. Das Vorkommen vieler vertikal grabender Regenwurmartens im Ackerland vermindert beispielsweise Erosion und Verschlammung von Böden durch eine verbesserte Wassereinsickerung und Auflösung von Verdichtungen (Roth und Joschko 1991).

Durch ihre spezielle Lebensweise und Biologie gelten die Regenwürmer als besonders geeignete Indikatoren zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit (Kühle 1983). Veränderungen ihrer biologischen Charakteristika wie Artenvielfalt, Individuenzahl, Biomasse, Kokonbildung und Migrationsmuster spiegeln Veränderungen im Lebensraum Boden wider (Christensen 1988).

Untersuchungen über die Auswirkungen von unterschiedlichen Anbaumethoden im Rahmen von Betriebsvergleichen und Exaktparzellenversuchen belegen, dass

biologische und extensive Produktionssysteme grössere und meist vielfältigere Regenwurmpopulationen aufweisen als intensive (Tab. 1).

Die Populationen in biologisch bewirtschafteten Feldern weisen häufig mehr juvenile (Pffiffer *et al.* 1993) und eine höhere Anzahl der agronomisch wichtigen vertikal grabenden Regenwurmartens auf (Pffiffer und Mäder 1996). Als positive Folgeeffekte sind auf biologisch bewirtschafteten Flächen eine stärkere Gefügebildung (Kleyer und Babel 1984) und höhere Aggregatstabilität (Siegrist *et al.* 1994) festgestellt worden. Ebenso können die Erträge und gewisse erwünschte Inhaltsstoffe von Ernteprodukten in regenwurmreichen Böden erhöht werden (Makeschin 1980).

## Honorierung ökologischer Leistungen

Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass durch die biologische Bewirtschaftung die für Kulturland typische Vielfalt an Pflanzen und Tieren erhalten werden kann. Die Biobauern und -bäuerinnen erbringen positive Umweltleistungen im Rahmen des Arten- und Biotopschutzes und leisten durch ihre Landnutzung einen wichtigen Beitrag für die Erhaltung gefährdeter Lebensgemeinschaften. Jegliche Landnutzung stellt, auch bei biologischer Bewirtschaftung, einen Eingriff in die Lebensbedingungen von Flora und Fauna dar. Deshalb gilt es auch im Biolandbau, sämtliche Bewirtschaftungsmassnahmen immer wieder kritisch zu überdenken.

Neben der grossflächigen Förderung von biologischen Anbaumethoden ist die Erhaltung und Neuschaffung von grossräumigen und naturnahen Lebensräumen (Hecken, Buntbrachen, extensive Wiesen u.a.) in Verbundsystemen unerlässlich, um die Arten- und Strukturvielfalt in der Landschaft zu fördern.

Diese ökologischen Leistungen von öffentlichem Interesse und Nutzen müssen auch von der Allgemeinheit mitgetragen werden. Das Modell der staatlichen „Förderung der biologischen Vielfalt“ in der Schweiz zeigt eine Möglichkeit auf, wie landwirtschaftliche Unterstützungszahlungen direkt an ökologische Leistungen gebunden werden können.

Inwieweit die integrierte Produktion zur Förderung der Vielfalt im Kulturland beiträgt, ist Gegenstand laufender Untersuchungen.

## DANK

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danke ich herzlich meinen Kollegen Andreas Fliessbach und Franco Weibel vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau in Oberwil.

## LITERATUR

Ein ausführliches Literaturverzeichnis ist beim Autor erhältlich.

## RÉSUMÉ

### Quelles méthodes agronomiques favorisent la pédofaune dans les sols arables?

La conservation et l'encouragement de la biodiversité en agriculture sont un pilier principal de la politique agricole actuelle en Suisse. Pour mettre un frein au déclin des espèces de la flore et faune indigène, des alternatives à l'agriculture intensive prennent de plus en plus d'importance. Les résultats obtenus dans le cadre d'études comparatives sur les effets de l'agriculture conventionnelle et biologique sur la pédofaune sont présentés. Contrairement à l'agriculture conventionnelle, l'agriculture biologique favorise la diversité et l'abondance de la pédofaune utile. Les effets des différentes méthodes culturales dans ces genres d'agriculture sont en discussion: en dehors des facteurs abiotiques et biotiques, ce sont avant tout les mesures phytosanitaires, la fertilisation et le type de rotation des cultures ainsi que la présence d'habitats naturels qui influencent la richesse de la faune.

## SUMMARY

### Which farming methods do enhance fauna diversity in arable land?

The conservation and the enhancement of biological diversity in agricultural landscape is a main goal of the current agricultural policy in Switzerland. To stop the drastic decline of species and abundance of the indigenous fauna alternatives to intensive farming are getting more importance. An overview over investigations on effects of conventional and organic farming on soil fauna is given. In contrast with conventional farming organic farming enhance the diversity and abundance of most beneficial soil animals. Effects of different cultural practices in each farming system are discussed. Comparing the different farming systems the plant protection management, the fertilization, the type of crop rotation and the occurrence of natural habitats are shown as key factors influencing the abundance of the fauna.

**KEY WORDS:** fauna diversity, beneficial arthropods, earthworms, cultural practices, organic farming, arable land, sustainable agriculture