

Nützlingsförderung in Agrarökosystemen

Wolfgang Nentwig

Synopsis

A large number of weed species has been investigated in the field and in the laboratory according to their attractivity for several groups of beneficial arthropods. The most attractive weeds can be sown as weed strips into crop fields and they are able to augment many groups of beneficials, especially syrphids, chrysopids, coccinellids and other groups. Strip management of large fields is presented as a means of combining the aims of sustainable agriculture and species conservation.

Landwirtschaft, Ackerkrautstreifen, Unkraut, Nützlinge, Coccinellidae, Chrysopidae, Syrphidae, Artenschutz, Naturschutz, Streifenmanagement

1. Einführung

Die heutige Agrarlandschaft ist ein biologisch völlig verarmter Großlebensraum. Monokulturen werden in ihr gefördert, Sonderstandorte wie Waldstrukturen, Flurgehölze, Feucht- und Trockengebiete fehlen oder sind stark reduziert. Das Ergebnis der hierdurch verursachten Artenreduktion drückt sich in den bekannten Roten Listen aus, an denen die Landwirtschaft ursächlich in mindestens der Hälfte aller Fälle beteiligt ist (z.B. UMWELTBUNDESAMT 1989). Landwirtschaftliche Ökosysteme sind zudem nicht nur selbst hoch belastet, sondern sie wirken sich auch negativ auf andere Bereiche aus (Eutrophierung von Boden und Gewässer, Bodenerosion, Freisetzung von Klimagasen usw.). Da Agrarökosysteme deswegen meist labil sind, können sich Schädlingkalamitäten schnell ausbreiten, so daß eine künstliche Stabilisierung mit Bioziden erfolgen muß. Diese Landwirtschaft ist also nicht nachhaltig, sie zerstört vielmehr ihre eigene Grundlage und wirkt sich umweltschädigend aus.

Die Ansätze zur Verbesserung dieses Sachverhaltes sind seit langem bekannt. Zentral ist häufig die Wiederherstellung oder Verbesserung der Fähigkeit zur Selbstregulation, vor allem durch Reduktion des Biozideinsatzes. Es wird angestrebt, viele Arten von Nutzarthropoden zu fördern, um auf diese Weise Schädlinge unterhalb der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu kontrollieren (z.B. ALTIERI 1987, GLIESSMAN 1990). Da divers strukturierte Tiergesellschaften in erster Linie von einer hohen Biodiversität der Pflanzen abhängen, können stabile Lebensräume durch eine Diversifizierung der verarmten Kulturlandschaft erzielt werden. Eine nachhaltige Landwirtschaft setzt also bei den Pflanzen an. Im Nutzpflanzenbereich bedingt dies eine sehr weite und abwechslungsreiche Fruchtfolge, beim sogenannten Unkraut ist mehr Toleranz als bisher erforderlich. Darüber hinaus ist es möglich, Ackerwildkräuter im Bereich des Ackerrandes und anderer Saumstrukturen nicht nur zu dulden, sondern gezielt zu fördern.

Die Bedeutung der Pflanzen für Insekten ist vielfältig (z.B. LABEYRIE & al. 1987). Neben einer direkten Nahrungsbeziehung phytophager Tiere (nicht nur zu den grünen Pflanzenteilen, sondern auch zu Nektar, Pollen und bestimmten Pflanzeninhaltsstoffen), sind indirekte Nahrungsbeziehungen wichtig. Dies umfaßt z.B. parasitoiden oder räuberischen Beziehungen zu Insekten, die ihrerseits phytophag sind. Schließlich kann "Unkraut" als Lebensraum für viele Insekten wichtig sein. Dies kann sich in bestimmten Aspekten des Verhaltens, z.B. bei der Partnerfindung an erhöhten Pflanzenstrukturen äußern, es kann sich aber auch in engen Abhängigkeiten bei der Eiablage oder innerhalb der Biologie der Larve oder des Imagos äußern. Schließlich kommt vielen Unkräutern im Rahmen der Überwinterung eine wichtige Funktion zu (BÜRKI & HAUSAMMANN 1992).

Hieraus folgt, daß die verschiedenen Pflanzenarten nicht gleichwertig für Insekten sind. Einzelne Pflanzenarten können unattraktiv, ja repellent sein, andere können sehr attraktiv sein, vielfältige Ressourcen für Insekten bieten und daher eine hohe tierische Biodiversität ermöglichen. Dies ist auch der Ansatz, der im Rahmen meiner Arbeitsgruppe verfolgt wird, um Nützlingsförderung zu betreiben. Im folgenden möchte ich aktuelle Forschungsergebnisse vorstellen, die sowohl von einer autökologischen Betrachtung als auch von einer synökologischen Dimension her wesentliche Daten liefern, um durch eine gezielte Manipulation der Unkrautzusammensetzung in Agrarökosystemen Nützlinge zu fördern und somit Schädlinge zu kontrollieren.

2. Synökologische Aspekte einzelner Ackerwildkräuter

In einer ausführlichen Doppel-Studie (FREI & MANHART 1992) ist die mit einzelnen Ackerwildkräutern assoziierte Entomofauna untersucht worden. Hierzu wurden 52 Pflanzenarten in Parzellen von 15 m² in mehreren Parallelen als Monokultur innerhalb eines Getreidefeldes angesät. In Erfassungen über jeweils eine Vegetationsperiode wurden mit einer Saugfalle (D-Vac) alle Arthropoden erfaßt, die sich auf einem m² dieser Vegetation befanden. Es lassen sich auf der Basis solcher Analysen gute Vergleiche über die Zahl der mit einzelnen Pflanzenarten assoziierten Arthropodentaxa erstellen. So hat der Inkarnatklée (*Trifolium incarnatum*) bei einer mäßigen Abundanz von nur 16 Familien im Jahresverlauf eine recht geringe Mannigfaltigkeit aufzuweisen, unter anderem fällt das Fehlen prädatorischer Käfer und Spinnen auf. Die gemeine Nachtkerze (*Oenothera biennis*) weist mit 37 Familien eine höhere Artenzahl auf, unter ihnen allein 10 Familien parasitischer Hymenopteren. Eine hohe Diversität ist bei der Möhre (*Daucus carota*) festzustellen (Tab. 1). Die Zahl der Familien parasitischer Hymenopteren beträgt 13, zudem sind fünf Familien prädatorischer Käfer und Spinnen nachgewiesen worden. Die Zahl der Dipterenfamilien liegt viermal über der am Inkarnatklée.

Tab. 1: Durchschnittlicher Tierbesatz (n/Aufnahme) von *Daucus carota* (N = 1009). Taxa, die nur einmal im Jahr gefangen wurden, sind als übrige Taxa aufgeführt. Mehrmalige Erfassungen von einem m² mit einer Saugfalle auf 15-m²-Parzellen in einem Getreidefeld, über die Vegetationsperiode verteilt, verändert nach FREI & MANHART (1992).

Ordnung/Familie	N	%	Ordnung/Familie	N	%
Araneae			Pteromalidae	2,39	5,5
Tetragnathidae	0,26	0,6	Eucoilidae	0,17	0,4
Theridiidae	0,30	0,7	Platygasteridae	1,39	3,2
Salticidae	0,09	0,2	Scelionidae	0,39	0,9
Collembola	1,61	3,7	Diapriidae	0,13	0,3
Thysanoptera	1,87	4,3	Ceraphronidae	0,65	1,5
Heteroptera			Formicidae	0,26	0,6
Larven	1,96	4,5	Lepidoptera		
Miridae	1,22	2,8	Larven	0,43	1,0
Piesmatidae	0,09	0,2	Diptera		
Lygaeidae	0,22	0,5	Chironomidae	1,09	2,5
Homoptera			Mycetophilidae	0,09	0,2
Cicadina	1,39	3,2	Sciaridae	2,57	5,9
Aphidina	2,91	6,6	Cecidomyiidae	4,78	10,9
Neuroptera			Empididae	0,43	1,0
Chrysopidae	0,61	1,4	Lonchopteridae	0,13	0,3
Coleoptera			Phoridae	0,09	0,2
Staphylinidae	0,13	0,3	Syrphidae	0,13	0,3
Coccinellidae	0,09	0,2	Tephritidae	0,09	0,2
Nitidulidae	1,26	2,9	Sepsidae	0,13	0,3
Lathridiidae	0,09	0,2	Sphaeroceridae	0,48	1,1
Chrysomelidae	3,43	7,8	Drosophilidae	1,96	4,5
Curculionidae	0,65	1,5	Chloropidae	1,48	3,4
Hymenoptera			Agromyzidae	0,13	0,3
Braconidae	1,35	3,1	Opomyzidae	0,96	2,2
Ichneumonidae	0,22	0,5	Muscidae	0,26	0,6
Aphidiidae	1,00	2,3	andere	0,39	0,9
Myrmecidae	0,78	1,8	übrige Taxa	0,30	0,7
Aphelinidae	0,09	0,2			
Eulophidae	0,83	1,9			
Encyrtidae	0,13	0,3	gesamt	43,87	100,0

Neben der Höhe der Diversität (bzw. der hier erfaßten Zahl der Familien) oder der Abundanz von Arthropoden im Jahresmittel sind für die einzelnen Ackerunkräuter auch weitergehende Analysen möglich. Die Zahl der Prädatoren und Parasitoide pro m² ist bei *Borago officinalis* und *Centaurea cyanus* mindestens doppelt so hoch wie bei allen übrigen, und vier- bis sechsmal höher als der Durchschnitt aller untersuchten Unkrautarten. *Borago officinalis* weist hohe Dichten an Aphidiidae, Braconidae, Pteromalidae und Proctotrupidae auf. Er ist sehr attraktiv für Chrysopidae und hat die höchste Dichte an Nabiden. *Centaurea cyanus* verfügt über eine sehr hohe Empididen-Abundanz und ist für Coccinelliden und verschiedene Spinnenarten sehr attraktiv.

Während über alle Pflanzen gemittelt die Zahl der Aphidophagen in einem gewissen Zusammenhang zur Dichte der Aphiden steht, fallen einige Pflanzenarten (*Galeopsis tetrahit*, *Trifolium pratense*, *Sinapis alba*)

dadurch auf, daß sie relativ gesehen eine deutlich höhere Dichte an Aphidophagen besitzen. Andererseits gibt es einzelne Pflanzenarten mit sehr hohen Dichten an Aphiden, welche jedoch auf die Pflanzengattung oder -familie spezialisiert sind und somit als unschädlich für die Kulturpflanzen eingestuft werden können. Solche indifferenten Aphiden finden sich vor allem an *Silene alba*, *Tanacetum vulgare* und *Foeniculum vulgare*. Ihnen kommt somit als alternative Nahrung für Aphidophage eine besondere Bedeutung zu. Weitere Beispiele finden sich bei FREI & MANHART (1992).

Im Winter sind die Nutzpflanzen meist abgeerntet, der Boden ist häufig bereits bearbeitet, so daß viele Prädatoren und Parasitoide nicht im eigentlichen Agrarbereich überwintern können. Jetzt kommt der Unkrautvegetation von Randstandorten oder Ackerkrautstreifen eine große Bedeutung zu. Wichtig sind vor allem mehrjährige Unkräuter, Pflanzen mit hohlen Stengeln, großen Blütenköpfen, Samenkapseln oder lappigen Blättern. Das Vorhandensein solcher Strukturen entscheidet darüber, ob und in welcher Dichte viele Nützlingsgruppen überwintern können und somit zu Beginn der nächsten Vegetationsperiode schon im Lebensraum sind. Strukturen, welche innerhalb eines Feldes für längere Zeit vorhanden sind, ziehen im Herbst überwinterrungsbereite Arthropoden in großer Zahl an, so daß während des Winters diese in Dichten vorkommen, die ein Vielfaches der normalen Dichte des konventionell bewirtschafteten Agrarbereichs beträgt (BÜRKI & HAUSAMMANN 1992).

3. Autökologische Ansprüche

Die oben erwähnten Analysen an einem breiten Spektrum von Ackerwildkräutern erbrachte u.a., daß die Eier von Florfliegen (Chrysopidae) nicht gleichmäßig in der Vegetation oder an den unterschiedlichen Pflanzenarten verteilt sind, sondern an bestimmten Pflanzenarten bevorzugt gefunden werden. Da die Larven von *Chrysoperla carnea* aphidophag und in Agrarökosystemen wichtige Prädatoren sind, kommt diesem Befund eine große Bedeutung zu. *Chrysoperla*-Weibchen zeigen nach der Kopula drei verschiedene Verhalten: Sie machen einen ungerichteten, windabhängigen Verbreitungsfly, anschließend gehen sie zur Nahorientierung zu einem kleinräumigen Suchflug über und legen dann schließlich die Eier an geeigneten Strukturen ab. Die aufgrund der Freilandbefunde als selektiv interpretierte Eiablage ist also offensichtlich durch bestimmte Faktoren bei der Nahorientierung beeinflusst, welche in einem Laborwahlversuch näher analysiert wurden (EICHENBERGER 1991). Hierzu wurden eiablegebereiten Weibchen innerhalb einer Kunststoffröhre zwei Pflanzen angeboten, an welche sie ihre Eier ablegten. Die Ergebnisse von Eiablageversuchen mit unterschiedlichen Pflanzen-Kombinationen zeigen graduelle Unterschiede zwischen den Pflanzenarten, die von einer starken Bevorzugung einzelner Pflanzen über eine Gleichverteilung bis hin zum Meiden anderer Arten reichen. Die Ergebnisse zeigen, daß nicht nur einzelne Pflanzenarten ein attraktives Eiablegesubstrat für *Chrysoperla carnea* darstellen, sondern daß häufig auch viele oder gar alle Arten innerhalb einer Familie, soweit sie getestet werden konnten, attraktiv bzw. nicht attraktiv sind (Tab. 2). So sind alle Boraginaceen sehr attraktiv, Papaveraceen und Fabaceen sind recht attraktiv, während Lamiaceen, Brassicaceen und eine Reihe weiterer Pflanzenfamilien nicht attraktiv, z.T. sogar abstoßend wirken. Aufgrund dieser Untersuchung kann vermutet werden, daß bestimmte Pflanzeninhaltsstoffe, die für einzelne Arten oder Familien typisch sind, *Chrysoperla*-Weibchen anlocken und zur Eiablage veranlassen.

Ein ähnlicher Befund konnte an Coccinelliden gewonnen werden. Eine umfangreiche Freilandanalyse, bei der die Verbreitung, Phänologie und Häufigkeit der Marienkäferarten an 73 Unkrautarten aufgenommen wurde, ergab, daß rund 40% aller Coccinelliden ohne gleichzeitiges Aphidenvorkommen festgestellt wurden. In einem Drittel aller Fälle war die Pflanze, auf der die Marienkäfer saßen, wichtig als Nektar- oder Pollenquelle. Besonders auffällig war die Häufung von Marienkäfern an einzelnen Pflanzenarten oder -familien, z.B. an Asteraceen, die sehr attraktiv für Coccinelliden zu sein scheinen (SCHMID 1992, dieser Band). In Laborversuchen konnte bereits gezeigt werden, daß einzelne Marienkäferarten durch wässrige Extrakte bestimmter Pflanzen angelockt werden, d.h. Pflanzeninhaltsstoffe und nicht direkt Nahrung sind attraktiv (SHAH 1983). Gewisse Parallelen zu *Chrysoperla* drängen sich auf, es bleibt jedoch ungewiß, ob es sich wirklich nur um die Pflanzeninhaltsstoffe handelt, in welchem Umfang sie direkt benötigt werden oder ob sie nur als Orientierungshilfe, z.B. zum Auffinden bestimmter Nahrungstiere, dienen.

Tab. 2: Unterschiedliche Präferenz von Ackerwildkräutern als Eiablagesubstrat für die Florfliege *Chrysoperla carnea* im Labor-Wahlversuch (verändert nach EICHENBERGER 1991).

sehr hohe Präferenz			
<i>Symphytum officinale</i>	Borag.	<i>Chelidonium majus</i>	Papav.
<i>Echium vulgare</i>	Borag.	<i>Papaver rhoeas</i>	Papav.
<i>Myosotis arvensis</i>	Borag.	<i>Lupinus polyphyllus</i>	Fabac.
<i>Borago officinalis</i>	Borag.	<i>Oenothera biennis</i>	Oenoth.
<i>Knautia arvensis</i>	Dipsac.	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Hydroph.
<i>Verbascum densiflorum</i>	Scroph.	<i>Centaurea jacea</i>	Asterac.
hohe Präferenz			
<i>Agrostemma githago</i>	Caryo.	<i>Salvia pratensis</i>	Lamiac.
<i>Sanguisorba minor</i>	Rosac.	<i>Galeopsis tetrahit</i>	Lamiac.
<i>Geum urbanum</i>	Rosac.	<i>Ajuga reptans</i>	Lamiac.
<i>Onobrychis viciifolia</i>	Fabac.	<i>Urtica dioica</i>	Urtic.
<i>Vicia sativa</i>	Fabac.	<i>Achillea millefolium</i>	Asterac.
<i>Trifolium arvense</i>	Fabac.	<i>Centaurea cyanus</i>	Asterac.
<i>Trifolium pratense</i>	Fabac.	<i>Alliaria officinalis</i>	Brass.
<i>Heracleum spondylium</i>	Apiac.		
mittlere Präferenz			
<i>Ranunculus acer</i>	Ranunc.	<i>Fumaria officinalis</i>	Papav.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brass.	<i>Viola arvensis</i>	Viol.
<i>Sinapis arvensis</i>	Brass.	<i>Malva moschata</i>	Malv.
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brass.	<i>Lamium maculatum</i>	Lamiac.
<i>Thlaspi arvense</i>	Brass.	<i>Lamium purpureum</i>	Lamiac.
<i>Anthriscus silvestris</i>	Apiac.	<i>Epilobium hirsutum</i>	Oenoth.
niedrige Präferenz			
<i>Brassica napus</i>	Brass.	<i>Matricaria chamomilla</i>	Asterac.
<i>Stellaria graminea</i>	Caryo.	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Asterac.
<i>Silene vulgaris</i>	Caryo.	<i>Crepis taraxacifolia</i>	Asterac.
<i>Geranium pyrenaicum</i>	Geran.	<i>Calendula arvensis</i>	Asterac.
<i>Reseda lutea</i>	Resed.	<i>Veronica chamaedrys</i>	Scroph.
<i>Galium mollugo</i>	Rubiace.	<i>Linaria vulgaris</i>	Scroph.
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Polyg.		

4. Ansaaten von Ackerwildkräutern

Eine geschickte Kombination von Unkräutern kann also die Zusammensetzung und die Diversität der Fauna von Agrarbereichen steuern. Hierzu ist es wichtig, geeignete Pflanzenarten auszuwählen. Neben allgemeinen Aspekten, die durch den spezifischen Standort bestimmt werden (etwa Dünger- und Wasserverhältnisse innerhalb eines Agrarökosystems) ist als quantitatives Merkmal die Arthropodendichte und als qualitatives Merkmal die Zusammensetzung der Arthropodenbiozönose ein wesentliches Kriterium. Im Grunde genommen wünscht man sich, Pflanzen anzusäen, die sehr viele Nützlinge beherbergen und wenige Schädlinge aufweisen. Beide Begriffe sind jedoch bekanntermaßen sehr relativ. Eine indifferente Blattlausart, die also keine Kulturpflanzen befällt, ermöglicht Aphidophagen die Nahrungsaufnahme, somit das Etablieren in einem Lebensraum und möglicherweise auch eine Reproduktion und hohe Abundanz. Blattläuse wären in diesem Fall also als Nützlinge einzustufen. Parasitoiden können hingegen schädlich sein, wenn sie Nützlinge parasitieren, so daß der Feinddruck auf Schädlinge reduziert wird. Zusätzlich haben bestimmte Pflanzen eine Schlüsselfunktion und sollten auf jeden Fall in Unkrautansaaten einbezogen werden: Boraginaceen sind hoch attraktiv für Florfliegen, *Centaurea cyanus* ist fast über das ganze Jahr hoch attraktiv für Syrphiden (WEISS & STETTMER 1991).

Eine optimale Mischung von Ackerwildkräutern setzt sich aus mehreren funktionellen Gruppen zusammen. Wir unterscheiden eine bodendeckende Pflanzenart, welche wie eine Untersaat früh und schnell aufläuft und somit das Wachsen von Problemunkräutern verhindert, eine strukturgebende Deckfrucht, welche reich blüht (Ackersenf, Buchweizen, Kornblume) und eine wichtige Signalfunktion nach außen ausübt, sowie zusätzliche Pflanzen, welche sich entweder schon im ersten Jahr gut entwickeln oder langsam gedeihen und überwiegend zwei- oder mehrjährig sein sollten (HEITZMANN 1993, dieser Band).

Die Entwicklung von Pflanzenbeständen unterliegt der freien Sukzession. Dies kann bedeuten, daß bestimmte Pflanzenarten nach dem ersten oder zweiten Jahr ausfallen bzw. dann erst aufkommen. Lokal entstehen kleine, vegetationsfreie Stellen, dürres Gestrüpp kann sich für einige Zeit anhäufen oder Brennnesselhorste kön-

nen sich etablieren. Im Sinne einer Erhöhung der Biodiversität des Lebensraumes ist dies als Bereicherung zu empfinden, in Verbindung mit möglichen Problemunkräutern (Disteln, u.U. auch *Rumex*-Arten) ergeben sich jedoch in der Praxis Schwierigkeiten mit der Akzeptanz durch die Landwirte. Es ist in der Tat so, daß die direkten ökonomischen Einbußen durch einige Disteln kaum feststellbar sind. In Verbindung mit einer intensiven Nachbarschaftskontrolle ergeben sich jedoch gewaltige psychologische Probleme, die u.a. dazu führen, daß jeder Landwirt sehr großen Wert darauf legt, daß sein Acker sauber oder zumindest frei von den vermeintlichen Problemunkräutern ist. Hier muß noch in großem Umfang Aufklärung betrieben werden, nicht nur über die tatsächliche Unschädlichkeit, sondern auch über die ökologische Funktion, also den Vorteil von Ackerwildkräutern.

5. Streifen-Management

Untersuchungen an Carabiden (LYS & NENTWIG 1991, 1992) zeigten die begrenzte Reichweite vieler Arthropoden auf. Wie auch in anderen Untersuchungen immer wieder festgestellt worden ist, nimmt die Artenzahl vieler Nützlingsgruppen vom Rand eines Ackerkrautstreifens oder eines Feldrandes in das Feld hinein stark ab. Dies gilt häufig auch für die Individuenzahl und kann damit erklärt werden, daß die Tiere nur eine begrenzte Ausbreitungskapazität pro Zeit haben.

Hieraus kann geschlossen werden, daß die Konsequenz nicht sein kann, Ackerränder möglichst attraktiv zu machen und daneben großräumig monotone Ackerflächen zu dulden, sondern ein System von mehrjährigen Ackerkrautstreifen in Abständen von ca. 30 - 50 m in die Ackerflächen hinein zu konzipieren (HEITZMANN & al. 1992). Solche Ackerkrautstreifen gewährleisten, daß bei einer Störung (Ernte, Bodenbearbeitung etc.) der nächste Rand in einem für den Nützling sinnvollen Zeitintervall erreicht werden kann. Ackerkrautstreifen sind daher auch gleichzeitig ideale Überwinterungsmöglichkeiten, so daß sie eine große Bedeutung als Refugialgebiete haben, die ihrerseits als Ausbreitungszentren im kommenden Frühjahr für eine permanent hohe Dichte im Agrarbereich sorgen. Somit ist eine flächenmäßige Anhebung der Biodiversität ab dem zweiten Jahr voll wirksam.

Ein System von Ackerkrautstreifen, welche hoch divers, optimiert und mehrjährig sind, wirkt sehr eindrucksvoll der Verarmung der Kulturlandschaft entgegen. Es erscheint mir außerdem als eine sehr gute Möglichkeit, um in kombinierter Weise eine intensive Nutzung der Agrarlandschaft mit einer nachhaltigen, umweltverträglichen Landwirtschaft bei gleichzeitig hoher Biodiversität zu ermöglichen. Untersuchungen, die zu betriebsökonomischen und ertragsmäßigen Aspekten eines Systemes von Ackerkrautstreifen durchgeführt wurden (WINGEIER 1992), ergaben keine negativen Aspekte, sondern bestätigten die bereits erwähnten positiven Gesichtspunkte.

Danksagung

Für ihre Mithilfe und Unterstützung danke ich H.M. Bürki, J. Eichenberger, T. Frank, G. Frei, L. Freiburghaus, A. Hausammann, A. Heitzmann, E. Jutzi, S. Keller, J.-A. Lys, C. Manhart, R. Riechsteiner, R. Salveter, A. Schmid, C. Stettmer, E. Weiss, T. Wingeier, A. Zangger, für finanzielle Unterstützung danke ich dem kantonalen Lotteriefonds.

Literatur

- ALTIERI, M.A., 1987: Agroecology. - Westview Press, Boulder: 227 S.
- BÜRKI, H.-M. & A. HAUSAMMANN, 1992: Überwinterung von Arthropoden im Boden und an Ackerunkräutern künstlich angelegter Ackerkrautstreifen. - *Agrarökologie* 7: 1-158.
- EICHENBERGER, J., 1991: Zur Eiablage von *Chrysoperla carnea* Stephens (Planipennia, Chrysopidae) an verschiedenen Ackerunkräutern in Wahlversuchen im Labor. - Diplomarbeit, Zoologisches Institut, Universität Bern.
- FREI, G. & C. MANHART, 1992: Nützlinge und Schädlinge an künstlich angelegten Ackerkrautstreifen in Getreidefeldern. - *Agrarökologie* 4: 1-140.
- GLIESSMAN, SR., (ed.), 1991: Agroecology. - Ecol. Studies 78, Springer, Berlin: 380 S.
- HEITZMANN, A., 1993: Einsaat und Sukzession ausgewählter, nützlingsfördernder Pflanzenarten in Acker(rand)streifen. - *Verh. Ges. Ökol.* 22: 65-72.
- HEITZMANN, A., LYS, J.-A. & W. NENTWIG, 1992: Nützlingsförderung am Rand - oder: vom Sinn des Unkrautes. - *Landwirtschaft Schweiz* 5: 25-36.
- LABEYRIE, V., FABRES, G & D. LACHAISE, (Hrsg.) 1987: Insect-Plants. - Proc. 6th Intern. Symp. Insect-Plant Relationship (Pau 1986). - Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht: 458 S.

- LYS, J.-A. & W. NENTWIG, 1991: Surface activity of carabid beetles inhabiting cereal fields. - *Pedobiologia* 35: 129-138.
- LYS, J.-A. & W. NENTWIG, 1992: Augmentation of beneficial arthropods by strip-management. 4. Surface activity, movements and activity density of abundant carabid beetles in a cereal field. - *Oecologia*, 92: 373-382.
- SHAH, M.A., 1983: A stimulant in *Berberis vulgaris* inducing oviposition in coccinellids. - *Ent. Exp. & Appl.* 33: 119-120.
- UMWELTBUNDESAMT, 1989: Daten zur Umwelt 1988/89. - Erich Schmidt Verlag, Berlin: 613 S.
- WEISS, E. & C. STETTNER, 1991: Unkräuter in der Agrarlandschaft locken blütenbesuchende Insekten an. - *Agrarökologie* 1: 1-104.
- WINGEIER, T., 1992: Agrarökonomische Auswirkungen von in Ackerflächen eingesäten Grünstreifen. - *Agrarökologie* 2: 1-97.

Adresse

Prof. Dr. Wolfgang Nentwig, Zoologisches Institut, Baltzerstrasse 3, CH-3012 Bern

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [22_1993](#)

Autor(en)/Author(s): Nentwig Wolfgang

Artikel/Article: [Nützlingsförderung in Agrarökosystemen 9-14](#)