

Diversität von Rotationsbrachen im biologischen Landbau - Versuche zur ökologischen Optimierung

von **Georg Eysel** und **Heinz Karrasch**

Inhaltsübersicht

Abstract

1. Einleitung
2. Rotationsbrachen als Bestandteil der Fruchtfolge im ökologischen Landbau
3. Methoden
4. Ergebnisse und Diskussion
5. Ausblick
6. Dank
7. Literatur

Abstract

Biodiversity of one-year green fallows within the crop rotation under organic management - search for ecological optimization

One year of green fallow as part of the crop rotation has an important ecological function within the organic management: In general it helps to stabilize the agro-ecosystem thereby assuring good crop yields. Nevertheless, even if these seed mixtures involve up to ten different species, most of green fallow fields are more or less „monocultures of leguminous plants“. Recently, as organic farming becomes more and more important for developing sustainable agriculture, possibilities are tested of raising the biodiversity of the green fallows. Hence, in the present paper, 43 species of segetal weeds are added in certain combinations to green fallow seed-mixtures. The agricultural and ecological criteria of their selection and the growing success of the seed mixtures are discussed.

1. Einleitung

Die intensive Wirtschaftsweise unserer industrialisierten Landwirtschaft führte zusammen mit der Ausräumung der Landschaft durch Flurbereinigung zu großen Verlusten an

artenreichen Kleinbiotopen, die oft Vernetzungs- und Trittsteincharakter haben (Hecken, Tümpel, Raine etc.). Vor allem deswegen werden allein in Westdeutschland etwa die Hälfte aller Wirbeltierarten und ein Drittel der Pflanzenarten in ihrem Bestand als gefährdet eingestuft (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1995, nach WEIGER 1997).

Als Low-Input-System unterscheidet sich der ökologische Landbau hinsichtlich seiner Methoden grundlegend von der konventionellen Landwirtschaft: Ein System, das auf langfristig stabile Ökosysteme angewiesen ist, kann Fehlentwicklungen kaum durch kapital- und energieintensive Eingriffe von außen korrigieren. Daher steht das biologische Gelingen wieder im Zentrum landwirtschaftlicher Bemühungen, wodurch sich ökologische und landwirtschaftliche Ziele ergänzen (vgl. auch Kap. 3). Unter solchen Bedingungen sind nur Maßnahmen ertrags- und gewinnfördernd, die das Agrar-ökosystem langfristig nicht ausbeuten, sondern im Gegenteil zu seiner Stabilisierung beitragen. So sind die besonderen Leistungen des Bio-Landbaus für den abiotischen und biotischen Ressourcenschutz mittlerweile durch zahlreiche Studien belegt (z.B. WEIGER & WILLER 1997, EYSEL 1999a, b), und seit einigen Jahren setzt sich auch der organisierte Naturschutz für eine intensive Förderung des ökologischen Landbaus ein (z.B. NABU e.V. 1998).

Doch der ökonomische Druck eines zunehmend liberalisierten Weltmarktes erzwingt auch im Öko-Landbau eine fortschreitende Rationalisierung mit allen negativen ökologischen und sozialen Folgen: Die kurzfristige Ertragsmaximierung („produktive Arbeit“) geht auf Kosten der langfristig wichtigen Ökosystempflege („reproduktive Arbeit“) (z.B. GLAESER 1991). Will der Bio-Landbau jedoch seinen „ökologischen Kredit“ gegenüber der konventionellen und vor allem der integrierten Landwirtschaft weiter ausbauen, so sind ökologische Begleitforschung und entsprechende Verbesserungsvorschläge nötig. Die vorgestellten Untersuchungen sollen hierzu einen Beitrag leisten.

2. Rotationsbrachen als Bestandteil der Fruchtfolge im ökologischen Landbau

In der konventionellen Landwirtschaft spielen Rotationsbrachen als Bestandteil der Fruchtfolge keine Rolle: Die zur Verfügung stehende Fläche wird mit dem kurzfristigen Ziel maximaler Erträge so intensiv wie möglich bewirtschaftet. Mehrjährige Flächenstilllegungen sind allerdings häufig auf den weniger ertragreichen Standorten zu finden, da sie durch finanzielle Ausgleichszahlungen gefördert werden, wie z.B. auch in Rheinland-Pfalz im Rahmen des FUL-Programmes (Förderprogramm Umweltschonende Landbewirtschaftung) (vgl. LANDESANSTALT FÜR PFLANZENBAU UND PFLANZENSCHUTZ, MAINZ 1998).

Im ökologischen Landbau dagegen, der z.B. auf leicht lösliche Düngemittel verzichtet, ist eine Rotationsbrache häufig in die Fruchtfolge integriert und erfüllt dort wichtige Funktionen: Über die Symbiose mit Knöllchenbakterien bringen Leguminosen

Luft-Stickstoff ins Anbausystem, während gleichzeitig Gräser mit einer intensiven Durchwurzelung des Bodens die Bodenfruchtbarkeit erhöhen und vor Erosion schützen. Da der Bio-Landbau auch ohne synthetisch erzeugte Biozide wirtschaftet, ist eine präventive Schädlingsregulation durch Nützlingsförderung nötig. Dies erfordert ein möglichst vielseitiges Angebot an Lebensräumen, und hierbei kommt auch der Gestaltung der Rotationsbrache eine wichtige Funktion zu: Neben der Stickstoff-Fixierung, der Bodenbedeckung und dem Erosionsschutz erhöht sie bei geeigneter Kombination der angesäten Pflanzen auch die Artenvielfalt in und auf dem Boden (HAMPL 1996).

Abgesehen vom direkten landwirtschaftlichen und ökologischen Nutzen der Rotationsbrachen ist in der oft monotonen Agrarlandschaft auch die „psycho-ästhetische Funktion“ solcher Strukturen „als Träger von sinnlichen, vor allem optischen, akustischen und olfaktorischen Eindrücken“ hervorzuheben (HEITZMANN-HOFMANN 1995, unter Bezug auf KIEMSTEDT 1976). Dieses oft als nebensächlich abgewertete Kriterium der Ästhetik, das direkt an unsere innere Wahrnehmung gekoppelt ist, gewinnt durch die interdisziplinäre Verknüpfung von Ökologie und Psychologie zunehmend an Bedeutung (z.B. FROHMANN 1997, EGGER 1996).

Die Pflanzenauswahl für die Rotationsbrache findet bisher hauptsächlich nach landwirtschaftlichen Kriterien statt (Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit). Entsprechend vermitteln die meisten Gemische, die im Handel angeboten werden, den Eindruck von „Leguminosen-Monokulturen“. Aufgrund der Bedeutung, die dem Öko-Landbau bei



Abb. 1: Einjährige Rotationsbrache im Projekt ökologische Bodenbewirtschaftung (PÖB); blühend *Trifolium incarnatum* und *Sinapis alba*

der Suche nach einer nachhaltigen Landwirtschaft zukommt, gewinnt die Frage an Interesse, ob das Saatgut nicht stärker nach ökologischen Kriterien ausgewählt und zusammengestellt werden sollte, ohne dabei die landwirtschaftliche Funktion dieser Branchen in Frage zu stellen.

Dem liegt die Einsicht zugrunde, daß die bewußte Integration von Begleitflora (und -fauna) in das Anbausystem fester Bestandteil einer nachhaltigen Landwirtschaft sein sollte - Flora und Fauna „müßten einen festen Platz haben in einer zur Nützlingsförderung optimierten Feldflora“ (WEISS & STETTNER 1991). Bereits heute gibt es progressive Landwirte, die diesen neuen Umgang mit der Begleitflora praktizieren: Sie kultivieren auf dem eigenen Hof ausgewählte Wildkrautarten, „impfen“ den Boden damit und halten durch diese Diversifizierung Problemunkräuter erfolgreich in Schach, während dies den Boden - bei guten Erträgen - vor Erosion schützt (NIEMANN 1999).

Über die Eignung von Pflanzenarten für mehrjährige Brachegemische liegen viele Studien vor, z.B. im Zusammenhang mit Ackerrandstreifenprogrammen oder den bereits angesprochenen mehrjährigen Stilllegungen (z.B. SCHUMACHER 1995, FRIEBEN 1995, NENTWIG 1997). Hingegen gibt es bisher kaum Untersuchungen über eine ökologisch und landwirtschaftlich optimale Komposition einjähriger Rotationsbrachen. Dies mag an dem - im Vergleich mit anderen europäischen Ländern - geringen Anteil von ca. 2 % liegen, den der ökologische Landbau an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland hat (vgl. WILLER 1998). Um dieses Wissensdefizit zu verringern, wurde mit dem übergreifenden Ziel einer Diversifizierung des Agrarökosystems das Gemisch einer in die Fruchtfolge eingeschalteten Rotationsbrache nach ökologischen und landwirtschaftlichen Kriterien verändert.

3. Methoden

Die Versuchspartellen stellen einen Nebenversuch auf dem Modellgelände des „Projektes Ökologische Bodenbewirtschaftung (PÖB)“ dar, das 1994 von der Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim, und dem Landwirtschaftsministerium Rheinland-Pfalz in der Nähe von Alzey gegründet wurde (Laufzeit bis 2004). Hier ist die Rotationsbrache Bestandteil einer fünfgliedrigen Fruchtfolge und der anspruchsvollen Weizenkultur vorgeschaltet. Das ursprünglich verwendete Artengemisch besteht aus zehn Pflanzen, wovon der überwiegende Teil zu den Leguminosen, genauer zu den Fabaceen gehört (*Trifolium hybridum*, *Trifolium incarnatum*, *Trifolium repens*, *Medicago sativa*, *Medicago lupulina*, *Vicia villosa*). Mit *Lolium perenne* und *Festuca rubra* agg. sind außerdem zwei Grasarten enthalten, hinzu kommen *Fagopyrum esculentum* und *Phacelia tanacetifolia*. Je nach Witterung wird die Rotationsbrache im Frühjahr mehrere Male gemulcht. Durch diesen Streßfaktor soll einerseits das Wurzelwachstum angeregt und damit die Ernährung des für die Bodenfruchtbarkeit so wichtigen Edaphons

gesteigert werden. Andererseits verrottet das abgemulchte Pflanzenmaterial allmählich und wird durch Destruenten auf und im Boden zersetzt. Zahlreiche Studien belegen inzwischen eine erhöhte Abundanz, Diversität und Aktivität der Bodenorganismen bei ökologischer Bewirtschaftung verglichen mit der konventionellen Landwirtschaft (MÄDER 1997).

Diesem Gemisch wurden im Sommer 1998 jeweils fünf bis sieben unterschiedliche Wildkrautarten zugesetzt, die zuvor nach verschiedenen Kriterien ausgewählt worden waren. Insgesamt kamen dabei 43 zusätzliche Arten zur Aussaat. Bei verschiedenen Pflanzen wurden nicht für alle Kriterien Angaben gefunden (vgl. Tab. 1). Fast keine Art weist hinsichtlich aller Parameter positive Eigenschaften auf, und teilweise kamen sogar Arten zur Aussaat, die zuvor bezüglich bestimmter Kriterien negativ bewertet worden waren. Dies erschien immer dann sinnvoll, wenn andere Parameter dieses Defizit ausglich. Auch Untersuchungsergebnisse von mehrjährigen Gemischen wurden auf ihre Brauchbarkeit geprüft (z.B. WEISS & STETTNER 1991, HEITZMANN-HOFMANN 1992), wie z.B. aus der Schweiz, wo die Ökologisierung der Landwirtschaft wesentlich weiter fortgeschritten ist als in Deutschland und sich eine nationale For-



Abb. 2: *Fumaria officinalis* aus Kombination 3 (vgl. Tab. 1) neben *Trifolium incarnatum* (spontan erschienen: *Cirsium arvense* und *Galium aparine*)

schungsgruppe (Forschungsanstalten, kantonale Fachstellen, Samenhandel etc.) regelmäßig mit diesen Fragen auseinandersetzt.

Die Auswahlkriterien für die Eignung der Pflanzen schließen eine Kombination landwirtschaftlicher und ökologischer Ziele ein und werden im folgenden kurz erläutert.

Beziehbarkeit und Herkunft des Saatgutes

Da etliche der in Frage kommenden Pflanzen nicht über den kommerziellen Handel zu beziehen waren, wurde auf den Saatgut-Austausch der Botanischen Gärten in Deutschland zurückgegriffen. Obwohl die ursprüngliche Herkunft der Samen nicht immer mit dem Bezugsort identisch war, wurde möglichst auf die Nähe zum Projektstandort geachtet. Da den Landwirten dieser Weg verschlossen ist, mag er zunächst praxisfern wirken. Jedoch eröffnet er Freiräume für das wissenschaftliche „Probearbeiten“: Nur so kann zunächst auf kleinem Raum getestet werden, ob die Vermehrung von bisher im Handel eher unüblichen Pflanzen in Zukunft ökonomisch und ökologisch sinnvoll sein könnte. Die Firmen bzw. Botanischen Gärten, von denen Saatgut bezogen wurde, sind Tab. 1 zu entnehmen. Sofern Kenntnisse vorlagen, ist dahinter das Erntejahr in Form der Jahreszahl angegeben.

Die ursprüngliche Herkunft ließ sich nicht in allen Fällen ermitteln. Die oft diskutierte Gefahr einer Florenverfälschung (hier: des rheinhessischen Genpools) durch Ansalbung wird jedoch im Falle der Ackerwildkräuter als gering eingeschätzt (z.B. HILBIG, GLADIS & SPAGHILLARI (1997), KELLER & KOLLMANN 1998, ELSEN 1997): Zumindest in früheren Jahren wurden sie oft durch z.B. schlecht gereinigtes Saatgut verbreitet, das über größere Strecken transportiert wurde. Eine Vermischung des Genpools von regional und genetisch unterschiedlichen Sorten fand also häufig statt (BONN & POSCHLOD 1998).

Standortangepaßte Pflanzen

In den meisten Fällen stimmten die Standortansprüche der ausgewählten Pflanzen an Boden und Klima mit den Gegebenheiten in Rheinhessen überein. Einige Arten wurden jedoch trotz abweichender Angaben versuchsweise ausgesät, wenn sie hinsichtlich anderer Parameter als geeignet erschienen.

Annuelle Lebensform

Da die Rotationsbrache als Bestandteil der Fruchtfolge nur ein Jahr besteht, müssen die ausgewählten Arten im ersten Jahr zur Blüte kommen. Darüber hinaus sollten sie möglichst annuell sein, so daß sie in den Folgekulturen nicht als mehrjährige, schwer bekämpfbare Unkräuter persistieren. Die Mehrzahl der ausgewählten Arten zählt daher zu den einjährigen Therophyten. Ein Teil ist winterannuell. Nur wenige Pflanzen sind zwei- oder gar mehrjährig (vgl. Tab. 1). Etliche Arten haben diesbezüglich jedoch eine weite ökologische Potenz und verhalten sich variabel (z.B. SITTE et al. 1991).

Autochthonie

Das Autochthonie-Kriterium wird oft seitens des Naturschutzes eingefordert: Es sollen möglichst wenig fremde Arten eingebürgert werden, welche die „Ordnung“ des Agrarökosystems durcheinanderbringen könnten. Gerade weil diese ursprüngliche Ordnung, aus der auch die Ackerwildkrautgesellschaften abgeleitet wurden, durch die umweltschädigende landwirtschaftliche Produktion der letzten Jahrzehnte kaum noch existiert, wurde versucht, auch dieses Kriterium bei der Auswahl der Pflanzen mit einzubeziehen. So wurden die typischen Ackerwildkraut-Gesellschaften der Region als Orientierung herangezogen, um herauszufinden, ob eine Art schon lange im Gebiet beheimatet ist (z.B. POTT 1992). Zusätzlich konnten aus einem Band über die Flora Rheinhessens aus dem letzten Jahrhundert für einige Arten Fundortangaben verwendet werden (SCHULTZ 1846).

Frühe Blütezeit

Da die Rotationsbrachen, wie oben beschrieben, im Frühjahr mehrfach gemulcht werden, sollte zumindest ein Teil der Arten vorher zur Blüte kommen (vgl. auch Kap. 4). Jedoch wurden auch später blühende Arten verwendet, um eine größere Pflanzenauswahl zur Verfügung zu haben und den Einfluß des Mulchens auf eine spätere Blüte zu prüfen.

Nützlingsförderung

Angaben zur Nützlingsförderung sind sowohl von ökologischem als auch landwirtschaftlichem Interesse: Möglichst viele Arten sollten aufgrund ihrer Blütenökologie, Gesamterscheinung, aromatischer Ausscheidungsprodukte etc. möglichst attraktiv für (möglichst landwirtschaftlich nützliche) Arthropoden sein.

Wurzeltiefe/-struktur

Dieses Kriterium ist v.a. aus landwirtschaftlicher Sicht relevant: So wurden Pflanzen bevorzugt, die mit tiefen Wurzeln den Boden belüften und Nährstoffe in obere Schichten holen bzw. die mit einem fein verzweigten Wurzelwerk den Boden lockern und die Aggregatstabilität erhöhen. Beides fördert die Aktivität des Edaphons und verbessert die Bodenstruktur. Allerdings liegen für viele Arten hierzu keine Angaben vor.

Wachstumshöhe und Konkurrenzverhalten

Die angesäten Wildkräuter konkurrieren nicht nur untereinander, sondern müssen sich auch gegen die zehn Arten aus dem ursprünglichen Gemisch durchsetzen, welche sich teilweise sehr dominant verhalten. So wurden Pflanzen bevorzugt, die als konkurrenzstark, zumindest jedoch nicht als konkurrenzschwach gelten, sofern überhaupt Informationen hierzu gefunden wurden.

Art	Familie	Herkunft/ Alter	Standort- eignung	Autoch- thonie	Blütezeit	Nützlings- förderung	Höhe (m)	Wurzel- tiefe (cm)	Besonder- heit	Blüte
Kombination 1										
<i>Adonis aestivalis</i>	Ranunculaceae	Appel GmbH	+	+	V-VIII	++	0,2-0,6	80	D 3; RP 2	1**
<i>Anchusa arvensis</i>	Boraginaceae	Appel GmbH	-	-	V-VIII wa		0,4-0,6			2**
<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae	Appel GmbH	+	-	VI-VIII	+	0,15-0,8			3**
<i>Centaureum erythr.</i>	Gentianaceae	Appel GmbH	-	-	VII-IX	++	0,1-0,5		Seltene Familie	0
<i>Lamium purpureum</i>	Lamiaceae	Appel GmbH	+	+	III-X, wa	+	0,1-0,3	20	Winterblüher	2**
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	Scrophulariaceae	Appel GmbH	+	-	V-VIII, wa		0,6-0,8			3**
Kombination 2										
<i>Caucalis platycarpus</i>	Apiaceae	BG Mainz97	+	-	V-VII		0,08-0,3		D 3; RP 2	2**
<i>Legousia speculum-venereis</i>	Campanulaceae	BG Gött.97	+	-	VI-VIII	+	0,1-0,3	15	D 3; RP 3	3**
<i>Lithospermum arvense</i>	Boraginaceae	BG Mainz96	+	+	IV-VII, wa, 2j.	++	0,1-0,3	60		3**
<i>Ranunculus arvensis</i>	Ranunculaceae	BG Mainz96	-	-	V-VII	++	0,2-0,6		D 3; RP 2	3**
<i>Silene noctiflora</i>	Caryophyllaceae	BG Mainz96	+	+	V-X, wa	++	0,07-0,4	55	Im Rückgang	0
<i>Stachys annua</i>	Lamiaceae	BG Mainz96	+	+	VI-X, wa	+	bis 0,4	50	D 3; RP 2	0
Kombination 3										
<i>Anagallis foemina</i>	Primulaceae	BG Mainz95	+	-	VI-X	+	0,1-0,3		Selten	1**
<i>Fumaria officinalis</i>	Fumariaceae	BG Gött.97	+	+	IV-X		0,1-0,15	60		3**
<i>Lamium amplexicaule</i>	Lamiaceae	Appel GmbH	+	+	I-XII		0,1-0,3			2**
<i>Nigella sativa</i> (agg.)	Ranunculaceae	BG Mainz96	+	+	VII-IX	+	0,2-0,4	65		2**
<i>Valerianella rimosa</i>	Valerianaceae	BG Gött.97	-	+	V-VII, wa	++	0,1-0,4	>20	D3; RP 2	3**
Kombination 4										
<i>Berteroa incana</i>	Brassicaceae	BG Mainz97	--	-	VI-X, wa	+	0,2-0,6			2**
<i>Centaurea cyanus</i>	Asteraceae	BG Mainz97	+	+	VI-IX, wa	++	0,3-0,6			3**
<i>Consolida regalis</i>	Ranunculaceae	BG Mainz97	+	+	V-VIII	+	0,2-0,4	50	D3; RP 2	3**
<i>Erucastrum galicum</i>	Brassicaceae	BG Mainz96	-	-	V-X, 1-2j.		0,1-0,6			1**
<i>Malva neglecta</i>	Malvaceae	BG Heid.92	-	-	V-XI	+	0,1-0,5			1*
Kombination 5										
<i>Calendula officinalis</i>	Asteraceae	BG Mainz96	+	+	VI-X, wa, 2j.	+	0,2-0,5			1**
<i>Carum carvi</i>	Apiaceae	BG Mainz97	-	-	V-VII	++	bis 0,6			1**
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	Brassicaceae	BG Mainz96	-	-	V-IX, wa	++	0,15-0,6	50		0
<i>Lepidium campestre</i>	Brassicaceae	BG Mainz97	+	+	IV-VII, 1-2j.	+	0,1-0,6			2**
<i>Myosotis silvaticum</i>	Boraginaceae	BG Mainz96	-	-	IV-X	++	0,1-0,4			2**
<i>Nigella arvensis</i>	Ranunculaceae	BG Mainz96	+	+	VII-IX	+	0,1-0,3	65	D2; RP 1	2**
<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	BG Mainz96	-	-	VI-X	+	bis 0,5	70		0
Kombination 6										
<i>Calendula arvensis</i>	Asteraceae	BG Mainz	+	+	VI-X		0,1-0,4		D2; RP2	1**
<i>Chaenorrhinum minus</i>	Rubiaceae	BG Mainz95	-	-	VI-IX		0,3-0,4			1**
<i>Erodium cicutarium</i>	Geraniaceae	Appel GmbH	-	-	IV-IX, 1-2j.		0,1-0,6			3**
<i>Lepidium sativum</i>	Brassicaceae	BG Gött.97	-	-	V-VII	++	0,1-0,4			3**
<i>Matricaria recutita</i>	Asteraceae	BG Mainz96	--	+	V-VIII	+	0,1-0,6			(3**)
<i>Silene armeria</i>	Caryophyllaceae	BG Mainz96	--	+	V-X, mehrj.	+	0,1-0,6			2**
<i>Spergula arvensis</i>	Caryophyllaceae	BG Mainz97	--	+	VI-IX	+	0,1-0,6	50	Im Rückgang	0
Kombination 7										
<i>Camelina sativa</i>	Brassicaceae	BG Mainz96	+	+	V-VIII		0,3-1			2**
<i>Chrysanthemum segetum</i>	Asteraceae	BG Mainz97	--	-	V-X		0,2-0,8			0
<i>Galinsoga ciliata</i>	Asteraceae	BG Mainz97	-	-	V-X		0,2-0,8	80		0
<i>Hoscyamus niger</i>	Solanaceae	BG Mainz97	-	-	VI-IX, 1-2j.	+	bis 0,8	50	RP 3	0
<i>Lapsana communis</i>	Asteraceae	BG Mainz97	-	-	V-IX	++	0,3-1	35		0
<i>Papaver rhoeas</i>	Papaveraceae	BG Mainz95	+	+	V-VII		0,3-0,9	100		(3**)
<i>Reseda lutea</i>	Resedaceae	BG Mainz98	--	-	V-IX, 1-mehrj.	+	0,3-1	80	Seltene Familie	0

Tab. 1: Kombination, Eigenschaften und Blüherfolg der ausgesäten Arten (vgl. die folgenden Erklärungen)

Abkürzungen und Erklärungen zu Tabelle 1:

1. Herkunft/Alter: APPEL GmbH = Fa. Conrad APPEL GmbH, Darmstadt; BG Mainz = Botanischer Garten Mainz; BG Gött. = Botanischer Garten Göttingen; BG Heid. = Botanischer Garten Heidelberg.
2. Standorteignung: ~ = plusminus; leere Felder = keine Angaben.
3. Autochthonie: pflanzensoziologisch oder historisch belegt.
4. Blütezeit: Nach einer ungefähren Angabe zur Blütezeit in Monaten (in römischen Buchstaben) folgen teilweise Angaben zur Lebensform, wie wa (winterannuell), 2j. (zweijährig) oder mehrj. (mehrjährig). Etliche Pflanzen verhalten sich diesbezüglich jedoch sehr variabel.

5. Nützlingsförderung: ++ viele landwirtschaftlich nützliche Tiergruppen nachgewiesen; + nur wenige Gruppen nachgewiesen; leere Felder = keine Angaben.
6. Blüte: 0 nicht gesichtet; 1 wenig blühende Exemplare; 2 einige Exemplare blühend; 3 viele Exemplare blühend (Stufe 1 entspricht in der BRAUN-BLANQUET-Skala ungefähr dem +, Stufe 2 der 1 und Stufe 3 etwa der 2); * nur in einer Wiederholung gesichtet; ** in beiden Wiederholungen gesichtet; (***) in beiden Wiederholungen gesichtet, aber unklar, ob durch Ansaat und/oder spontan aufgetreten.

Besonderheit

Um die häufig zu findende Monotonie der Ubiquisten nicht noch zu vergrößern, sollte zumindest ein Teil der Arten Besonderheiten aufweisen, also botanisch-ökologisch und ästhetisch auffällig sein. Dies betrifft z.B. den Grad der Seltenheit oder gar der Gefährdung, die Zugehörigkeit zu einer seltenen Familie (z.B. *Centaureum erythraea*) oder die Auffälligkeit einer Art in bezug auf die Infloreszenz (z.B. *Centaurea cyanus* oder *Nigella arvensis*) bzw. den gesamten Habitus (z.B. *Rhinanthus alectorolophus*). Angaben zum Gefährdungsgrad beziehen sich auf die gesamtdeutsche Rote Liste und die Rote Liste Rheinland-Pfalz (JEDICKE 1997).

Kritik an der Ansaat selten gewordener Arten richtet sich meist gegen den Eindruck, daß die Zerstörungen durch die intensive konventionelle Landwirtschaft durch Ansaat jederzeit und einfach wieder ausgeglichen werden könnten. Doch bei ökologischer Bewirtschaftung greift diese Kritik nicht mehr: Aufgrund der viel günstigeren Effekte für Flora und Fauna können viele der selten gewordenen Arten durch derlei Ansaat langfristig wieder im Agrarökosystem etabliert werden.

Entsprechend den dargestellten Parametern wurden geeignet erscheinende Arten herausgefiltert, so daß insgesamt 14 Parzellen mit einer Größe von je 15 m x 1,3 m (= 19,5 m²) mit sieben verschiedenen Gemischen besät wurden. Jede Mischung lag damit in zweifacher Wiederholung vor. Je fünf bis sieben Arten wurden so kombiniert, daß sie ähnliche Höhen und Konkurrenzigenschaften aufwiesen und möglichst jedes der oben genannten Auswahlkriterien durch mindestens eine Pflanze pro Mischung repräsentiert wurde (vgl. Tab. 1).

Die lange und schmale Form der Flächen hat den Nachteil erhöhter Randeffekte. Jedoch ergab sich so der wichtige Vorteil, daß sie der Reifenbreite des Schleppers entsprachen. Damit konnte während des Mulchens über die Flächen gefahren werden, ohne die Aussaaten durch Fahrspuren in ihrer Entwicklung zu beeinflussen. Für die Zusammenstellungen wurden die Mischungsanteile der Einzelsaaten proportional zur Anzahl der Pflanzen reduziert, wobei eine Aussaatstärke von ca. 1000 Korn pro m² angestrebt wurde. Das jeweilige Saatgut wurde mit dem im PÖB verwendeten Gemisch aus zehn Arten sowie mit Erde vermischt und Mitte September 1998 per Hand ausgesät. Anschließend wurden die Flächen mit einer kleinen Netzege überfahren, um das Saat-

gut in den Boden zu drücken und damit besser gegen Verwehung und Abschwemmung zu schützen. Der relativ späte Saattermin wurde bei der Auswertung berücksichtigt.

Die Parzellen wurden während der Vegetationsperiode des Jahres 1999 mehrfach nach der Methode von BRAUN-BLANQUET, erweitert nach WILMANN'S (1993) kartiert. Da die Parzellengrößen das Minimumareal von 25-100 m² (DIERSCHKE 1994) bzw. 25-80 m² (GLAVAC 1996) unterschritten und es außerdem nicht auf eine genaue Bestandesbeschreibung, sondern eine übersichtliche Darstellung von Dominanz- bzw. Blüteverhältnissen ankam, werden die Ergebnisse durch eine vierstufige Skala dargestellt (vgl. Tab. 1, letzte Spalte „Blüte“).

4. Ergebnisse und Diskussion

Von den 43 Arten, die 1998 angesät worden waren, traten zehn Arten überhaupt nicht auf, während 33 Arten in unterschiedlichem Maße zur Blüte kamen. Für etwa ein Viertel der Pflanzen war die Ansaat also bezüglich der Blüte im Jahr 1999 erfolglos. Die einzelnen Kombinationen zeigten sehr unterschiedliche Ausfälle bezüglich Keimung und Blüte der Arten: während in Nummer 3 und 4 alle Arten blühten, wurden bei Nummer 1 und 6 je eine Art, bei Nummer 2 und 5 je zwei Arten und bei Nummer 7 vier Arten nicht gefunden. Mit Ausnahme von *Lapsana communis* (Kombination 7) und *Malva neglecta* (Kombination 4) trat jede blühende Art auf beiden Wiederholungen und dabei mit weitgehend gleicher Abundanz auf.

Bezüglich der Anzahl der blühenden Exemplare wurden neun Arten der Stufe 1 (wenig blühend), elf der Stufe 2 (einige Exemplare blühend) und 13 der Stufe 3 (viele Exemplare blühend) zugeordnet. Etwa zwei Drittel der Pflanzen blühten also mehr oder weniger dominierend auf der jeweiligen Parzelle.

Insgesamt können die Aussaat-Kombinationen in bezug auf die zur Blüte gekommenen Arten als Erfolg gewertet werden. Bedenkt man den späten Saattermin, die erhöhten Randeffekte durch die schmale Parzellenform und damit die erhöhte Konkurrenz durch spontan auftretende Arten sowie zusätzlich die Konkurrenzstärke der zehn Arten aus dem ursprünglichen Gemisch, so erscheint eine Quote von ca. 25 % an Arten, die im ersten Jahr nicht zur Blüte kamen, akzeptabel. Auch traten einige typische Problemunkräuter auf den Versuchspartellen in großer Zahl auf, die sehr konkurrenzstark sind, wie z.B. *Cirsium arvense*, *Matricaria recutita* und *Galium aparine*. Aber auch Ausfallgetreide und erwünschtere Arten, wie z.B. *Papaver rhoeas*, *Agrostemma githago* und *Silene alba*, wurden häufig gefunden. Zusätzlich bestehen zwischen den angesäten und den spontan aufgelaufenen Arten zahlreiche Wechselwirkungen, die sich fördernd oder hemmend auf Keimung und Wachstum ausgewirkt haben. Sie sind oft nicht bekannt, da auf dem synökologischen Gebiet der experimentellen Pflanzensoziologie nach wie vor großer Forschungsbedarf besteht (z.B. KNAPP 1967).

Für das Ausbleiben der zehn Arten können verschiedene Gründe in Frage kommen:

- HEITZMANN-HOFMANN (1995) beschreibt bei eigenen Versuchen mit mehrjährigen Gemischen im allgemeinen ein schlechtes Auflaufen bei Aussaaten im Herbst.
- Das Saatgut kann mangelhaft gewesen sein (zu alt, schlecht gelagert etc.).
- Manche Arten haben sehr spezifische Keimungsansprüche (Dormanz, Temperaturoptimum, Feuchteoptimum etc.), die oft nicht bekannt sind.
- Die Arten wurden von konkurrenzstärkeren Pflanzen unterdrückt.
- Innerhalb des rheinhessischen Tafel- und Hügellandes liegen die Projektflächen auf einer Hochfläche, die wenig Windschutz aufweist. Hier muß mit Verwehungen von Samen nach der Aussaat im Spätsommer/Herbst gerechnet werden.
- Etwa einen Monat nach der Aussaat standen die Versuchsparzellen auf Grund von ungewöhnlich starken Niederschlägen zeit- und teilweise unter Wasser: Während der Durchschnitt der Niederschläge im Projektgebiet in den Jahren 1994-1997 bei knapp 50 mm lag, wurden allein im Oktober 1998 rd. 116 mm gemessen (HAMPL & KUSSEL 1999). Aufgrund dieser ungewöhnlich hohen Durchfeuchtung können Samen in ihrer Keimfähigkeit geschädigt bzw. ganz oder teilweise von den Versuchsfeldern abgeschwemmt worden sein.
- Sechs der im PÖB verwendeten Arten waren zwar hinsichtlich der Standortansprüche als ungeeignet für die Flächen in Rommersheim eingestuft worden. Aufgrund der besonderen Eignung hinsichtlich anderer Auswahlkriterien wurden sie jedoch trotzdem in die Versuche aufgenommen (vgl. Tab. 1). Die Hälfte von ihnen wurde nicht gefunden, wobei nicht sicher ist, ob dies auf die mangelnde Standorteignung zurückzuführen ist (*Reseda lutea*, *Chrysanthemum segetum* und *Spergula arvensis*).
- Von insgesamt 13 Arten, die hinsichtlich der Standorteignung als neutral eingestuft wurden, traten fünf nach der Aussaat nicht auf (*Galinsoga ciliata*, *Centaurium erythraea*, *Erysimum cheiranthoides*, *Solanum nigrum* und *Hyoscyamus niger*). Dabei könnte bei *Erysimum cheiranthoides* und *Solanum nigrum* auch das Alter des Saatgutes eine Rolle gespielt haben, ebenso bei *Silene noctiflora* und *Stachys annua*.
- Problematisch ist die Auswertung bei *Papaver rhoeas* und *Matricaria recutita*, die auf dem Versuchsgelände spontan in Massen auftreten. Eine Kombination der ausgesäten und spontan erschienenen Arten wird als wahrscheinlich angesehen. So sollte darüber nachgedacht werden, ob eine regionsspezifisch typische Gestaltung der Gemische möglich sein könnte, bei der auf die Aussaat häufig und spontan auftretender Arten des Zielgebietes verzichtet wird.

Einfluß des Mulchens:

Die Gemische wurden im Jahr 1999 zweimal gemulcht. Dabei wurden lediglich wenige Arten, die eine höhere Wuchshöhe aufweisen und später zur Blüte kommen, durch

den Mulchvorgang in ihrer Entwicklung etwas zurückgeworfen (z.B. *Consolida regalis*, *Centaurea cyanus*). Trotzdem kamen sie später (z.T. sogar sehr stark) zur Blüte. Vor allem niedrigere, etwa ab Juni blühende Arten scheinen vom Eingriff des Mulchens zu profitieren: Konkurrenzstarke Arten v.a. aus dem ursprünglichen Zehn-Artengemisch (z.B. *Trifolium incarnatum*, *Vicia villosa*, *Medicago sativa*) wurden für eine gewisse Zeit zurückgedrängt, was anderen Spezies einen regelrechten Entwicklungsschub und eine starke Blüte ermöglichte (z.B. *Legousia speculum-veneris*, *Silene armeria*, *Rhinanthus alectorolophus*). Ein Teil dieser Pflanzen dominierte dann vorübergehend als Hauptaspekt im jeweiligen Gemisch.

Abgesehen davon, daß die Mulchzeitpunkte witterungsbedingt und aus landwirtschaftlichen Gründen (Funktion der Rotationsbrache, vgl. Kap. 2) nicht beliebig verschiebbar sind, scheint zunächst auch aus ökologischer Sicht nichts auf die Notwendigkeit einer solchen Maßnahme hinzudeuten. Vielmehr könnte aus dem Eingriff des Mulchens durch einen geschickten „Stufenaufbau“ der Gemische Nutzen für eine kontrollierte Entwicklung des Pflanzenbestandes gezogen werden: Im Gegensatz zum bisherigen Vorgehen, aus Gründen des Konkurrenzverhaltens Pflanzen ähnlicher Wuchs-



Abb. 3: *Ranunculus arvensis* aus Kombination 2 (vgl. Tab. 1)

höhe zu kombinieren, könnte die Zusammenfassung hochwüchsiger Frühblüher mit niedrigen und lichtliebenden Arten, die etwas später zur Blüte kommen, in Zukunft eine Methode der Kombination darstellen.

5. Ausblick

Um die Ergebnisse besser abzusichern, werden die Gemische im Sommer 1999 in der oben dargestellten Weise erneut ausgesät. Eventuell werden dabei andere Kombinationen im Sinne des angesprochenen „Stufenaufbaus“ geprüft (vgl. Kap. 4). So werden im Jahr 2000 schließlich Ergebnisse aus vier Wiederholungen vorliegen, was trotz der komplexen Einflußfaktoren ökologischer Freilandforschung in der Regel gute Prognosen ermöglicht (GLAVAC 1996). Zeitgleich werden die Mischungen auf dem Gelände der Gartenschau des Landes Rheinland-Pfalz in Kaiserslautern ausgebracht. So soll den Besuchern im Jahr 2000 auf ästhetische Weise vor Augen geführt werden, wie aktuelle Forschung im ökologischen Landbau aussehen kann.

Da während der botanischen Kartierungen auffällig viele Arthropoden gefunden wurden (Heuschrecken, Marienkäfer, Schwebfliegen, Bienen, Hummeln, Falter etc.), wäre gerade aus landwirtschaftlicher Sicht auch eine entomologische Erfolgskontrolle interessant.

Im Rahmen eines human-ökologischen Forschungsansatzes spielt neben der konkreten, oben beschriebenen Versuchsdurchführung auch die Akzeptanz der betroffenen Bevölkerungsteile, hier v.a. der Öko-Landwirte, eine wichtige Rolle (KÖLSCH 1989). Daher wird gerade eine repräsentative schriftliche Befragung von Bio-Landwirten in Deutschland durchgeführt: Von Interesse ist ihre Einstellung hinsichtlich der Bedeutung, die sie der Biodiversität für eine langfristige Stabilisierung des Agrarökosystems beimessen. Aber auch die Akzeptanz und Verwendung von Saatgutgemischen im allgemeinen sowie der hier beschriebenen, ökologisch diversifizierten Varianten soll geprüft werden (vgl. EYSEL 1999c).

6. Dank

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Dr. U. HAMPL (Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim) und Herrn N. KUSSEL (Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung) für hilfreiche Überlegungen bei der Planung und Durchführung der Versuche. Herrn Dr. W. EMIG (Institut für Systematische Botanik und Pflanzengeographie, Universität Heidelberg), Herrn L. PFIFFNER (Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, Schweiz) und Herrn Dr. Th. van ELSSEN (Universität Gh Kassel, Fachgebiet Ökologischer Landbau) danke ich für wertvolle Hinweise.

7. Literatur

- BONN, S. & P. POSCHLOD (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas – Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. – 394 S., Wiesbaden.
- EGGER, K. (1996): Evolution, Menschenbild und Umweltkrise. Ein Versuch zur humanökologischen Hypothesenbildung. – 155-189. In: WEHRT, H. (Hrsg.): Humanökologie – Beiträge zum ganzheitlichen Verständnis unserer geschichtlichen Lebenswelt. 321 S., Berlin, Basel. Boston.
- ELSEN, TH. van (1997): Ackerwildkrautansaat zwischen Ablehnung und Befürwortung. – 10-20. In: Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): 6. Tagung des Arbeitskreises der Landesämter und -anstalten „Naturschutz in der Agrarlandschaft“ vom 20.-22.06.1996 in Halle/Saale (Sonderheft). 111 S., Halle.
- EYSEL, G. (1999a): Ökologischer Landbau – Grundlage eines flächendeckenden Naturschutzes. – Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem (Hrsg.): „Nicht bewirtschaftete Areale in der Agrarlandschaft – Ihre Funktionen und ihre Interaktionen mit landnutzungsorientierten Ökosystemen“. Verhandlungsband der Tagung des Arbeitskreises „Agrarökologie“ am 05.09.1998 in Ulm (in Druck).
- (1999b): Ökologischer Landbau und Naturschutz – eine Synthese. – In: KARRASCH, H. et al. (Hrsg.): Ozeane und Küsten – Natürliche Entwicklung, Nutzungspotentiale, Gefahren (HGG-Journal **14**). Heidelberg (in Druck).
- (1999c): Vegetationsökologische Untersuchungen – Hintergrund, Konzept und erste Ergebnistendenzen. – 18-23. In: Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung – Ergebnisbericht **1998**. 86 S., Bad Dürkheim (unveröff.).
- FRIEBEN, B. (1995): Effizienz des Schutzprogramms für Ackerwildkräuter. – LÖBF-Mitteilungen (Mitteilungen der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten, Nordrhein-Westfalen) **4**: 14-19. Recklinghausen.
- FROHMANN, E. (1997): Die Archetypen der Landschaft – ihre äußeren und inneren Bilder. – Natur und Landschaft **72** (4): 202-206. Bonn.
- GARCKE, A. (1972) [Hrsg.]: Illustrierte Flora. Deutschland und angrenzende Gebiete. – 1607 S., Berlin, Hamburg.
- GLAESER, B. (1991): Ein humanökologischer Ansatz für Agrar- und Entwicklungspolitik. – 63-73. In: HEIN, W. (Hrsg.): Umweltorientierte Entwicklungspolitik. 428 S., Hamburg.
- GLAVAC, V. (1996): Vegetationsökologie. – 358 S., Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
- HAMPL, U. (1996): Gründungsgeschichte. – 119 S., Graz.
- HAMPL, U. & N. KUSSEL (1999): Niederschläge, Bodenfeuchte, Erträge, Mesofauna 1998. – 5-12. In: Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung (PÖB) – Ergebnisbericht **1998**. 86 S., Bad Dürkheim (unveröff.).

- HANF, M. (1990): Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen. – 496 S., München.
- HEGI, G. (versch. Jg.) [Hrsg.]: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. – Versch. Bd. Berlin, Hamburg.
- HEITZMANN-HOFMANN, A. (1995): Angesäte Ackerkrautstreifen – Veränderungen des Pflanzenbestandes während der natürlichen Sukzession. – In: NENTWIG, W. & H.-M. POEHLING (Hrsg.): *Agrarökologie* **13**. 152 S., Bern, Stuttgart, Haupt.
- HILBIG, W., GLADIS, TH. & M. SPAGHILLARI (1997): Zur Problematik der Ausbringung gefährdeter Ackerwildpflanzen. – 21-28. In: Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): 6. Tagung des Arbeitskreises der Landesämter und -anstalten „Naturschutz in der Agrarlandschaft“ vom 20.-22.06.1996 in Halle/Saale (Sonderheft). 111 S., Halle.
- JEDICKE, E. (1997) [Hrsg.]: Die Roten Listen – Gefährdete Pflanzen, Tiere, Pflanzengesellschaften und Biotoptypen in Bund und Ländern. – 581 S., Stuttgart.
- KELLER, M. & J. KOLLMANN, (1998): Bedeutung der Herkunft von Saatgut. Untersuchungen an Buntbrachen und anderen ökologischen Ausgleichsflächen. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* **30** (4): 101-106. Stuttgart.
- KNAPP, R. (1967): Experimentelle Soziologie und gegenseitige Beeinflussung der Pflanzen (Zusatzband zur Einführung in die Pflanzensoziologie). – 274 S., Stuttgart.
- KUGLER, H. (1970): Blütenökologie. – 345 S., Stuttgart.
- KUTSCHERA, L. (1992): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen, Bd. **1** u. **2**. – 261 S. u. 851 S., Stuttgart.
- LANDESANSTALT FÜR PFLANZENBAU UND PFLANZENSCHUTZ, MAINZ (1998) [Hrsg.]: Informationen zum Förderprogramm Umweltschonende Landwirtschaft (FUL). – Faltblatt. Mainz.
- MÄDER, P. (1997): Erhöhte bodenmikrobiologische Aktivität durch ökologischen Landbau. – 49-72. In: WEIGER, H. & H. WILLER (Hrsg.): *Naturschutz durch ökologischen Landbau*. 306 S., Bad Dürkheim, Holm.
- NABU (Naturschutzbund Deutschland) e.V. (1998): 10 % Öko-Anbaufläche in 5 Jahren. – 50 S., Bonn.
- NENTWIG, W. (1997): Angesäte Ackerkrautstreifen als ökologische Ausgleichsfläche. – 3-9. In: Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.): 6. Tagung des Arbeitskreises der Landesämter und -anstalten „Naturschutz in der Agrarlandschaft“ vom 20.-22.06.1996 in Halle/Saale (Sonderheft). 111 S., Halle.
- NIEMANN, H. (1999): Begleitpflanzen im ökologischen Getreidebau – Regulieren oder kultivieren? – 160 S., Bad Dürkheim, Holm.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. – 1050 S., Stuttgart.

- PFIFFNER, L. (1997): Welchen Beitrag leistet der ökologische Landbau zur Förderung der Kleintierfauna? – 93-120. In: WEIGNER, H. & H. WILLER (Hrsg.): Naturschutz durch ökologischen Landbau. 306 S., Bad Dürkheim, Holm.
- POTT, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 427 S., Stuttgart.
- SCHULTZ, F. (1846): Flora der Pfalz. – 576 S., Speyer.
- SCHUMACHER, W. (1995): Offenhaltung der Kulturlandschaft? – LÖBF-Mitteilungen 4: 52-61. Recklinghausen.
- SEBALD, O., SEYBOLD, S. & G. PHILIPPI (1993) [Hrsg.]: Flora und Fauna von Baden-Württemberg, Bd. I-VIII. – Stuttgart.
- SITTE, P., ZIEGLER, H., EHRENDORFER, F. & A. BRESINSKY (1991): STRASBURGER, Lehrbuch der Botanik. – 1030 S., Stuttgart, Jena, New York.
- WEIGER, H. & H. WILLER (1997): Naturschutz durch ökologischen Landbau. – 306 S., Bad Dürkheim, Holm.
- WEISS, E. & C. STETTNER (1991): Unkräuter in der Agrarlandschaft locken blütenbesuchende Nutzinsekten an. – In: NENTWIG, W. & H.-M. POEHLING (Hrsg.): Agrarökologie 1. 104 S., Bern, Stuttgart, Haupt.
- WILLER, H. (1998): Ökologischer Landbau in Europa. Perspektiven und Berichte. – 400 S., Bad Dürkheim, Holm.
- WILMANN, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. – 405 S., Heidelberg, Wiesbaden.

Manuskript eingereicht am 31. Juli 1999.

Anschrift der Verfasser:

Geogr. u. Dipl.Biol. Georg Eysel, Prof. Dr. Heinz Karrasch, Geographisches Institut Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 348, 69120 Heidelberg, email: geysel@ix.urz.uni-heidelberg.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz](#)

Jahr/Year: 2000-2002

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Eysel Georg, Karrasch Heinz

Artikel/Article: [Diversität von Rotationsbrachen im biologischen Landbau - Versuche zur ökologischen Optimierung 183-198](#)