

# Pflanzen

## Flora und Samenvorrat während und nach Brache

Lisa Eggenschwiler und Katja Jacot, Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich

Auskünfte: Lisa Eggenschwiler, E-Mail: lisa.eggenschwiler@fal.admin.ch, Fax +41 (0)44 377 72 01, Tel. +41 (0)44 377 74 13

### Zusammenfassung

**Mit artenreichen Wildblumen-Samenmischungen gesäte Buntbrachen bleiben zwei bis sechs Jahre am selben Standort bestehen, bevor sie umgebrochen und wieder in die Fruchtfolge integriert werden. In einem Parzellenversuch in Hüttwilen (TG) wurden in Buntbrachen während der Dauer von fünf Jahren und nach ihrem Umbruch die Flora und der Samenvorrat im Boden untersucht. Zum Vergleich dienten mit einer Kunstwiesen-Mischung gesäte und spontan begrünte Parzellen.**

**Die Buntbrachen-Parzellen waren während fünf Jahren insbesondere verglichen mit denjenigen der Kunstwiese mit rund 17 bis 28 Arten artenreich. Besonders in der Buntbrache und der Spontanbegrünung nahm der Samenvorrat zu. Nach dem Umbruch von zweijährigen Parzellen erschienen zahlreiche Brachearten, darunter Arten der Roten Liste, in der Fruchtfolge. Insgesamt näherten sich die Samendichten jedoch nach zwei Jahren wieder dem Ausgangswert vor der Versuchsanlage an. Agronomische Problempflanzen hatten eine ähnliche Deckung wie vor dem Umbruch und die Dichte der Begleitflora konnte mit Bodenbearbeitung und Herbizideinsatz im Allgemeinen gering gehalten werden.**

Der Samenvorrat im Boden eines Ackers wird massgeblich von der Art der Bewirtschaftung wie der Bodenbearbeitung, dem Pflanzenbewuchs sowie dem Herbizid- und Düngereinsatz bestimmt (Cavers und Benoit 1989). In konventionell bewirtschafteten Äckern besteht der oft geringe Samenvorrat mehrheitlich aus annuellen, verbreiteten Acker-Begleitpflanzen, die sich an das praktizierte Anbausystem anpassen konnten. Demgegenüber wurde in stillgelegten, spontan begrünten Flächen eine grössere Samendichte und -artenzahl festgestellt (Jones und Naylor 1992; Jödicke und Trautz 1994).

In der Schweiz werden seit gut zehn Jahren Buntbrachen aus der Fruchtfolge genommen und

als ökologische Ausgleichsflächen anerkannt. Sie bleiben zwei bis sechs Jahre am selben Standort bestehen, werden nicht gedüngt und höchstens sehr beschränkt mit Herbiziden behandelt (BLW 2004). Buntbrachen werden mit der Deckfrucht Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) sowie einheimischen Segetal-, Ruderal- und Wiesenblumenarten gesät. Die Samenmischungen bestehen aus rund 20 bis 40 Pflanzenarten mit unterschiedlichem Lebenszyklus, was zu einer ausgeprägten Sukzession im Pflanzenbestand führt.

Über die Entwicklung des Samenvorrats im Boden von Buntbrachen sowie die Begleitflora in der Folgekultur liegen bisher kaum Untersuchungen

vor. Für die Förderung der pflanzlichen Artenvielfalt in intensiven Ackerbaugebieten wäre es wünschenswert, dass sich Samen besonders von selten gewordenen Segetalpflanzen im Boden ansammeln und dass sich die Pflanzen nach Umbruch der Brache in einem geeigneten Habitat etablieren können. Eine Ansammlung von Samen agronomisch problematischer Pflanzenarten hingegen ist unerwünscht. Das Ziel des fünfjährigen Versuchs war, den Samenvorrat und die Flora während der Buntbrache und nach ihrem Umbruch in der Folgekultur zu erfassen. Als Vergleich wurden mit einer Kunstwiesen-Mischung gesäte und spontan begrünte Parzellen einbezogen.

### Versuchsstandort und Versuchsanlage

Der Versuch wurde im April 2000 auf der Staatsdomäne Kalchrain in Hüttwilen (TG) angelegt. Der Boden war eine schwach saure, pseudogleyige Braunerde mit teilweisen Übergängen zu einem Braunerde-Pseudogley und am Rand zu einem kiesreichen, verbrauchten Regosol. Vor der Versuchsanlage wuchs Wintergerste auf der Fläche (1998 bis 1999) und während des Winters 1999/2000 eine Kunstwiese.

Nach Pflügen und mehrmaligem Eggen wurden die Buntbrache Grundversion (24 Arten; Eggenschwiler *et al.* 2004) und die Kunstwiese SM 320 (fünf Arten; Lehmann *et al.* 2000) in einer split-plot-Anlage mit

vier Wiederholungen mit einer Kleinparzellen-Sämaschine oberflächlich gesät und gewalzt. Die Parzellengrösse betrug jeweils sechs auf neun Meter. Zudem wurden spontan begrünte Parzellen einbezogen. Die mit den drei Mischungsverfahren angelegten Parzellen werden nachfolgend Bracheparzellen genannt. Die agronomischen Problemarten *Cirsium arvense* und *Rumex obtusifolius* wurden periodisch mechanisch und chemisch bekämpft. Die Kunstwiesen-Parzellen wurden ein- oder zweimal jährlich gemäht und das Schnittgut abgeführt. Im März 2002 wurde die Hälfte der Fläche umgebrochen und in die Fruchtfolge integriert: Sommerweizen (2002), Triticale (2003), Wintergerste (2004). Von jeder Parzelle wurde jeweils die Hälfte gemäss den Möglichkeiten für den ökologischen Leistungsnachweis mit Ammonsalpeter gedüngt und mit Herbiziden behandelt (Hoestar und Trifolin im Jahr 2002, Ally Class in den Jahren 2003 und 2004), während auf der anderen Hälfte keine Spritzbehandlung stattfand.

### Erhebungen

Jeweils jährlich im Juni wurde für jede Parzelle eine Artenliste der Blütenpflanzen erstellt sowie ihre Deckung in einer nach Braun-Blanquet (1964) abgewandelten Kategorieneinteilung geschätzt mit den Kategorien < 1 %, 1 bis 2 %, 3 bis 5 %, 6 bis 10 %, 11 bis 15 %, 16 bis 30 %, 31 bis 50 %, 51 bis 80 %, > 80 %. Für die Auswertung wurden die Mittelwerte der Kategorien verwendet.

Für die Bestimmung des Samenvorrats wurden die mehrjährigen Bracheparzellen sowie jene Parzellen beprobt, die nach zwei Jahren umgebrochen und gemäss ökologischem Leistungsnachweis in die Fruchtfolge integriert wurden. Jährlich im März wurden pro

### Namen der erwähnten Pflanzenarten

Artname wissenschaftlich	Artname deutsch
<i>Agropyron repens</i>	Kriechende Quecke
<i>Centaurea cyanus</i>	Kornblume
<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel
<i>Daucus carota</i>	Möhre
<i>Dipsacus fullonum</i>	Wilde Karde
<i>Fagopyrum esculentum</i>	Echter Buchweizen
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Gewöhnlicher Hohlzahn
<i>Hypericum perforatum</i>	Gemeines Johanniskraut
<i>Legousia speculum-veneris</i>	Venus-Frauenspiegel
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Gemeine Margerite
<i>Origanum vulgare</i>	Dost
<i>Papaver rhoeas</i>	Klatschmohn
<i>Polygonum persicaria</i>	Pfirsichblättriger Knöterich
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Acker-Rettich
<i>Rumex obtusifolius</i>	Stumpfbältriger Ampfer
<i>Silene noctiflora</i>	Ackernelke

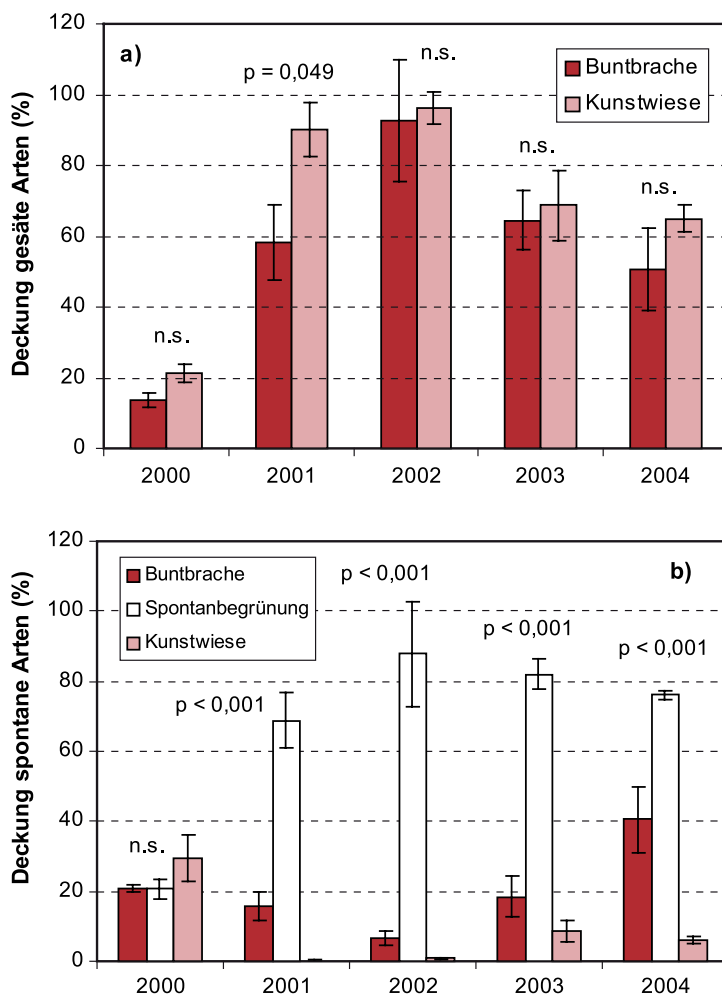
Parzelle mit einem Bohrer von 6 cm Durchmesser und 20 cm Tiefe zufällig verteilt sechs Erdproben gestochen und zu einer Mischprobe vereinigt. Für die Nullerhebung waren im Mai 2000 in 32 spontan begrünten Parzellen je drei Proben entnommen worden. Die Probenaufbereitung erfolgte leicht verändert nach Ter Heerdt *et al.* (1996): Die Proben wurden bei 20 °C getrocknet, durch ein Sieb mit 5 mm Maschenweite gebürstet und anschliessend durch zwei Siebe mit Maschenweite 2 mm und 0,25 mm

gewaschen. Die übrig bleibende Fraktion aus Samen und Sand wurde in mit sterilisierter Erde und Quarzsand gefüllte Töpfe verteilt. Mit Kontrolltöpfen wurden die Töpfe in die Klimakabine gestellt, 10 Stunden lang bei 25 °C, 10 Stunden bei 15 °C, je 2 Stunden Übergangszeit; 16 Stunden bei Tag und 8 Stunden bei Nacht. Die Proben wurden regelmässig mit Wasser gegossen. Die Keimlinge wurden während 84 Tagen periodisch bestimmt und entfernt (Abb. 1). Nach einer 42-tägigen Vernalisation bei



Abb. 1. Der Samenvorrat im Boden wurde mit der Keimlings-Bestimmungsmethode erfasst. (Foto: Jasmin Baur, Agroscope FAL Reckenholz)

Abb. 2. Prozentuale Deckung der a) gesäten und b) spontan aufgelaufenen Pflanzenarten jeweils im Juni in den Mischungsverfahren vom Saatjahr (2000) bis zum fünften Standjahr (2004). Angegeben sind Mittelwerte und Standardfehler; N = 4.



4 °C und Dunkelheit wurden die Keimlinge nochmals während dreier Monate bestimmt.

Die Begleitflora wurde nach Umbruch der Bracheparzellen im Jahr 2002 jährlich im Juli im Getreide aufgenommen. Auf 2,25 m<sup>2</sup> jeder mit Herbizid behandelten und unbehandelten Parzellenhälfte wurden die Blütenpflanzenarten erhoben

und auf je 1 m<sup>2</sup> ihre prozentuale Deckung geschätzt.

Die Varianzanalysen wurden mit der GLM-Prozedur des Statistikprogramms SAS (SAS Institute, Cary, NC, USA) durchgeführt.

### Ausgeprägte Sukzession

Die Deckung der gesäten Arten war in der Buntbrache nur im

zweiten Standjahr geringer als in der Kunstwiese (Abb. 2a). Sie stieg in den Beständen beider Mischungsverfahren nach dem Saatjahr stark an und nahm im vierten und fünften Standjahr zugunsten der spontan aufgelaufenen Arten etwas ab. Die spontan aufgelaufenen Arten waren ausser im Saatjahr, als sie in allen Mischungsverfahren ähnlich häufig vorkamen, in der Spontanbegrünung signifikant am dominantesten (Abb. 2b). In der Buntbrache und der Kunstwiese waren sie hingegen ab dem zweiten Standjahr starker Konkurrenz durch die gesäten Arten unterworfen. In der Buntbrache war die Artenzahl jeweils am höchsten, wobei die meisten gesäten Arten im zweiten und dritten Standjahr auftraten (Tab. 1). Die Spontanbegrünung wies in diesen beiden Standjahren relativ hohe Artenzahlen auf, während in der Kunstwiese der grösste Wert im Saatjahr auftrat. In dieser Periode konnten viele annuelle Ackerbegleitarten spontan auflaufen, weil die gesäten Arten noch nicht dominierten.

Die Problemart *Cirsium arvense* nahm im Lauf des Versuchs etwas zu, während *Rumex obtusifolius* spärlich blieb. *Agropyron repens* breitete sich insbesondere in der Spontanbegrünung teils stark aus; die Deckung betrug hier im Jahr 2004 durchschnittlich 37 %.

Tab. 1. Mittelwerte und p-Werte der totalen Artenzahl und Anzahl gesäeter Arten in den Mischungsverfahren vom Saatjahr (2000) bis zum fünften Standjahr (2004); N = 4.

Jahr	Totale Artenzahl			p-Wert	Gesäte Arten		
	Buntbrache	Spontanbegrünung	Kunstwiese		Buntbrache	Kunstwiese	p-Wert
2000	18,8	13,8	15,0	0,050	6,0	4,0	<b>0,003</b>
2001	27,5	21,3	5,5	<b>&lt; 0,001</b>	15,3	5,0	<b>&lt; 0,001</b>
2002	22,8	18,8	5,8	<b>0,002</b>	13,5	4,0	<b>&lt; 0,001</b>
2003	16,5	12,3	6,3	<b>0,025</b>	8,5	2,3	<b>0,006</b>
2004	22,0	14,8	7,5	<b>0,005</b>	8,8	2,0	<b>0,007</b>

### Anstieg und Abnahme des Samenvorrats

Der Samenvorrat lag vor Anlage der Bracheparzellen bei 1'110 Samen pro Quadratmeter und entwickelte sich nach Versuchsbeginn in den drei Mischungsverfahren unterschiedlich. In der Buntbrache reicherten sich insbesondere im vierten Jahr gesäte Arten stark an (Abb. 3), wobei es sich hauptsächlich um mehrjährige Arten wie *Hypericum perforatum* oder *Leucanthemum vulgare* handelte. Weil die spontan auflaufenden Arten nach dem Saatjahr im Pflanzenbestand nicht dominant waren, stieg auch ihre Samendichte nicht weiter. Auch Delabays *et al.* (2001) beobachteten im Samenvorrat unter einer Buntbrache eine deutliche Zunahme der gesäten Arten.

Im Boden der Spontanbegrünung nahm die Samendichte infolge grosser Abundanz von annuellen Arten insbesondere im Saatjahr stark zu, während unter der Kunstwiese vor allem bezüglich gesäter Arten eine geringe Samenansammlung stattfand. Der Schnitt dieser Parzellen erschwerte das Versamen von Arten mit längerer Entwicklungsdauer. Nach dem Umbruch zweijähriger Bracheparzellen und während der Integration in die Fruchtfolge nahmen die Samendichten im Boden ab und näherten sich wieder dem Ausgangswert vor Anlage des Bracheversuchs an (Abb. 4).

Insgesamt traten 56 Pflanzenarten im Samenvorrat auf. Anfangs dominierten annuelle Arten, ab dem dritten Jahr nahm die Artenzahl der Perennierenden zu. In den Bracheparzellen traten 19 und in der Folgekultur 16 Mischungsarten auf. Es handelte sich sowohl um annuelle Arten wie zum Beispiel *Centaurea cyanus* und *Papaver rhoeas* als auch um mehrjährige

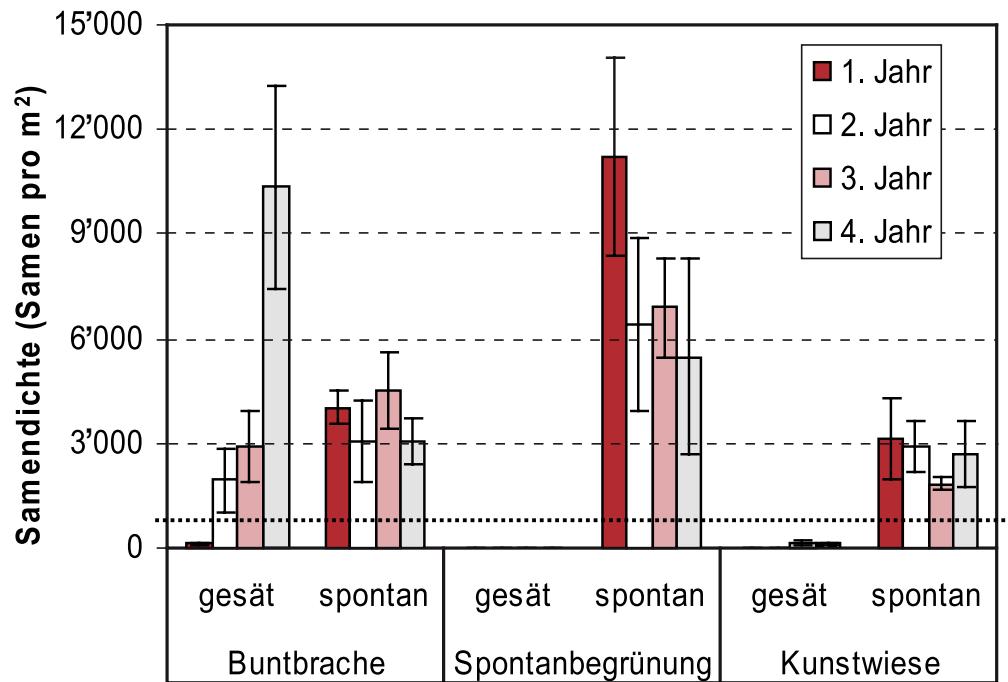


Abb. 3. Samendichten der gesäten und spontan aufgelaufenen Pflanzenarten in den Bracheparzellen vom Saatjahr (2000) bis zum vierten Standjahr (2003). Angegeben sind Mittelwerte und Standardfehler; N = 4. Die fett gestrichelte Linie bezeichnet die Samendichte im Boden vor Versuchsbeginn.

wie *Hypericum perforatum* und *Origanum vulgare*. Von den Problemarten trat *Rumex obtusifolius* insbesondere im zweiten Brachejahr vereinzelt

im Samenvorrat auf. *Cirsium arvense* und *Agropyron repens*, die sich vorwiegend vegetativ vermehren, wurden nicht nachgewiesen.

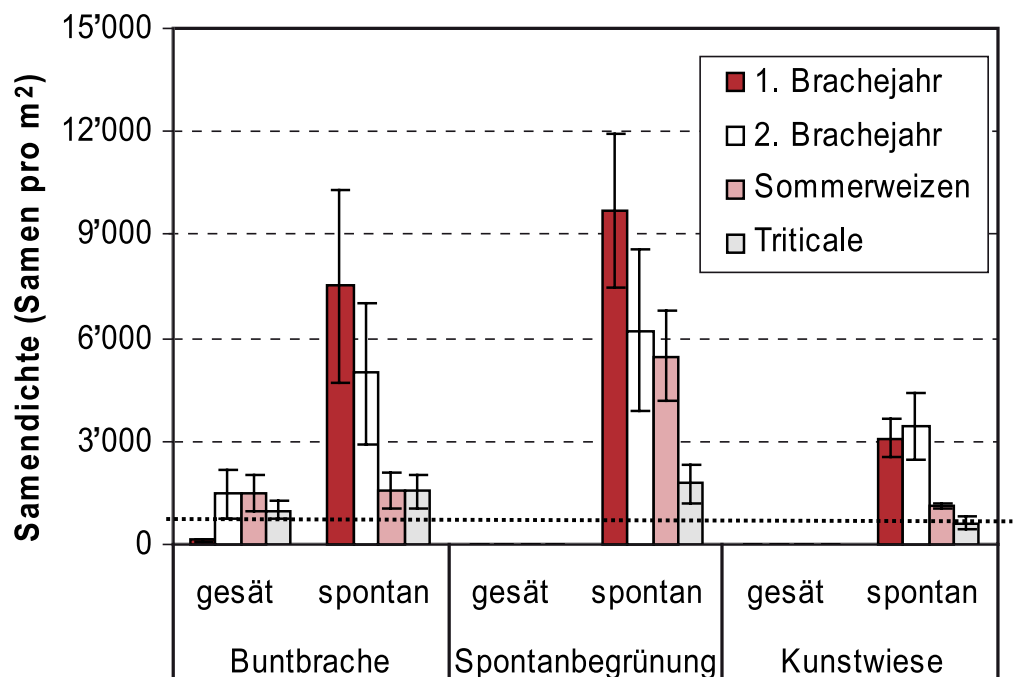


Abb. 4. Samendichten der gesäten und spontan aufgelaufenen Pflanzenarten während der ersten zwei Brachejahre (2000 und 2001) und nach Umbruch in der Folgekultur Sommerweizen (2002) und Triticale (2003). Angegeben sind Mittelwerte und Standardfehler; N = 4. Die fett gestrichelte Linie bezeichnet die Samendichte im Boden vor Versuchsbeginn.

Abb. 5. Der Venus-Frauenspiegel (*Legousia speculum-veneris*), eine gefährdete Art, trat nach dem Umbruch der Bracheparzellen in der Folgekultur auf. (Foto: Walter Dietl, Agroscope FAL Reckenholz)

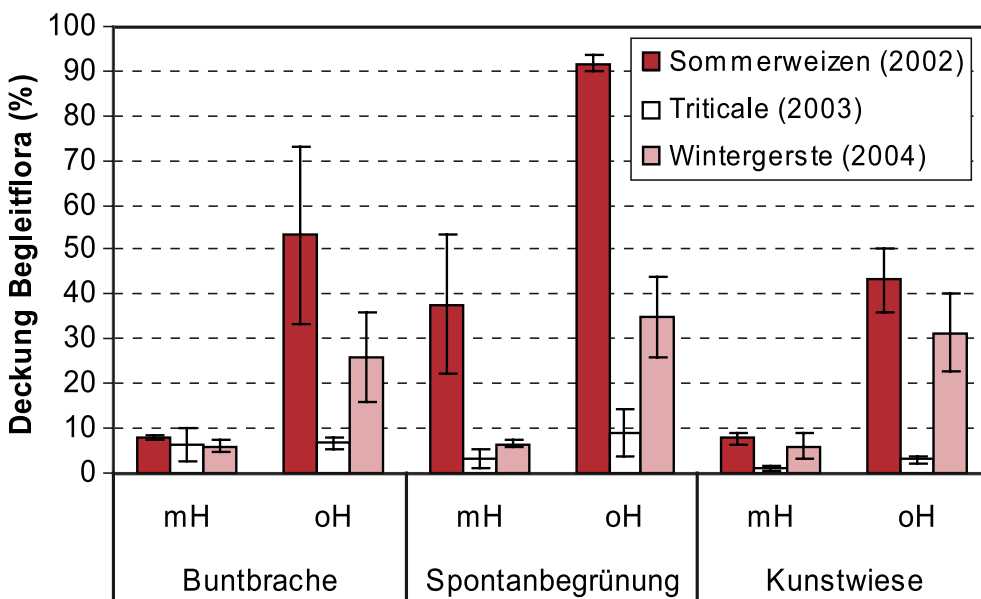


### Begleitflora in der Folgekultur

Nach Umbruch der Bracheparzellen traten zahlreiche Pflanzenarten in der Folgekultur auf. Während der drei Untersuchungsjahre waren es 50 Pflanzenarten, davon in den ungespritzten Parzellen 16 und in den gespritzten Parzellen 17 Mischungsarten. Darunter waren auch gefährdete Segetalarten wie *Legousia speculum-veneris* (Abb. 5) oder *Silene noctiflora*. Die Deckung der Begleitflora war je nach Jahr,

Kultur und Art des Herbizideinsatzes unterschiedlich und streute teilweise stark (Abb. 6), was vermutlich unter anderem in der eher geringen Anzahl Wiederholungen begründet ist. In der Kultur Triticale war die Deckung sehr gering. Hierzu hat vermutlich die äusserst trockene Witterung im Sommer 2003 beigetragen. Signifikante Mischungsunterschiede traten nicht auf ( $p_{2002} = 0,166$ ;  $p_{2003} = 0,091$ ;  $p_{2004} = 0,583$ ). Bei Verzicht auf Herbizideinsatz war die Deckung der Begleitflora

Abb. 6. Prozentuale Deckung der Begleitflora nach Umbruch der Bracheparzellen (Buntbrache, Spontanbegrünung, Kunstwiese) in den nacheinander angebauten Folgekulturen Sommerweizen, Triticale und Wintergerste mit (mH) und ohne Herbizidbehandlung (oH). Angegeben sind Mittelwerte und Standardfehler; N = 4.



teilweise erhöht ( $p_{2002} = 0,064$ ;  $p_{2003} = 0,112$ ;  $p_{2004} = 0,010$ ). So traten etwa in den ehemals spontan begrüneten Parzellen im ersten Fruchtfolgejahr sehr hohe Deckungen auf. Es handelte sich dabei vor allem um häufige Acker-Begleitpflanzen wie *Galeopsis tetrahit*, *Polygonum persicaria* und *Raphanus raphanistrum*. Von den Mischungsarten *Dipsacus fullonum* und *Daucus carota* wird teils befürchtet, dass sie persistent sind. In unserem Versuch erreichte erstere Art höchstens geringe und letztere Art nur vereinzelt eine hohe Deckung.

Die Deckung der Problemarten war ähnlich wie vor dem Umbruch. *Agropyron repens* trat fast ausschliesslich im ersten Fruchtfolgejahr auf, während *Cirsium arvense* vereinzelt und *Rumex obtusifolius* nicht nachgewiesen wurden. Im Gegensatz zu Delabays *et al.* (2003), wo nach Umbruch einer Buntbrache vereinzelt Pflanzenarten nur mit mehrmaligem Herbizideinsatz zu unterdrücken waren, konnte die Begleitflora teils auch ohne Herbizideinsatz gering gehalten werden.

### Artenvielfalt über die Buntbrache hinaus

Buntbrachen bestehen während mehrerer Jahre aus artenreichen Pflanzenbeständen, unter denen sich Samen zahlreicher, vor allem auch gesäter Arten ansammeln. Nach dem Umbruch junger Buntbrachen treten viele Arten, darunter auch seltene Segetalarten, in der Begleitflora der Folgekultur auf. Ackerschonstreifen nach Buntbrache könnten dazu dienen, gefährdete Pflanzenarten nach Umbruch der Buntbrache zu erhalten. Nicht zu empfehlen sind Ackerschonstreifen, wenn die Buntbrache stark verunkrautet war und daher auch nach ihrem Umbruch ein hoher Druck an Problempflanzen zu

erwarten ist. In der Fruchtfolge hingegen ist es möglich, die Begleitflora durch Bodenbearbeitung, Herbizideinsatz und konkurrenzstarke Kulturen gering zu halten. Dabei kann ihre Dichte nach Buntbrache auch ohne Herbizideinsatz ähnlich wie nach Kunstwiese sein. Abzuklären bleibt, wie sich die Begleitflora in der Folgekultur nach Umbruch von alten Buntbrachen verhält.

### Literatur

- BLW, 2004. Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Direktzahlungsverordnung, DZV) vom 7. Dezember 1998 (Änderungen bis 1. Januar 2004 berücksichtigt). Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Bern. 63 S.
- Braun-Blanquet J., 1964. Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. Verlag Springer, Wien. 865 S.
- Cavers P.B. & Benoit D.L., 1989. Seed banks in arable land. In: Ecology of soil seed banks (Eds. M.A. Leck, V.T. Parker & R.L. Simpson). Academic Press, Inc., San Diego, California, 309-328.
- Delabays N., Mermillod G. & Lambelet C., 2001. Evolution du stock semencier dans une jachère florale et une friche spontanée. *Revue suisse d'agriculture* **33** (2), 91-95.
- Delabays N., Charles R. & Mermillod G., 2003. Projet «MOSAIC»: suivi floristique et malherbologique d'une jachère florale, de son installation à sa remise en culture. *Revue suisse d'agriculture* **35** (2), 83-90.
- Eggenschwiler L., Jacot K.A. & Edwards P.J., 2004. Bedeutung von Samenmischungen und Schnitt für Bunt- und Rotationsbrachen. *Natur und Landschaft* **79** (12), 16-22.
- Jones N.E. & Naylor R.E.L., 1992. Significance of the seed rain from set-aside. In: Set-aside (Ed. J. Clarke). The Lavenham Press, Lavenham, Suffolk, 91-96.
- Jödicke K. & Trautz D., 1994. Veränderungen der Samenbank im Boden von Ackerbrachen. *Natur und Landschaft* **69** (6), 258-264.
- Lehmann J., Rosenberg E. & Mosimann E., 2000. Standardmischungen für den Futterbau: Revision 2001-2004. *Agrarforschung* **7** (10), 1-12.
- Ter Heerdt G.N.J., Verweij G.L., Bekker R.M. & Bakker J.P., 1996. An improved method for seed-bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology* **10** (1), 144-151.

### RÉSUMÉ

#### La flore et le stock grainier durant et après la jachère florale

Les jachères florales sont semées avec des mélanges de fleurs riches en espèces et restent au même endroit pour deux à six ans. Après cette période, les jachères sont labourées et la parcelle est réintégrée dans la rotation des cultures. Dans une étude de terrain à Hüttwilten (canton de Thurgovie), nous avons relevé la flore et le stock grainier du sol durant cinq ans et après la période de jachère florale. En comparaison, des relevés ont été effectués dans des parcelles semées en prairie artificielle et dans des jachères spontanées.

Les relevés dans la jachère florale ont montré la plus haute richesse en espèces (17 à 28 espèces). Le stock grainier a particulièrement augmenté dans le sol des jachères florales et spontanées. Après le labour des parcelles de deux ans, de nombreuses espèces typiques des jachères et parmi celles-ci des espèces de la liste rouge sont apparues dans la culture qui a suivi. Néanmoins, après deux ans, la densité des graines a diminué jusqu'au niveau d'avant l'étude. La couverture en mauvaises herbes dans la culture qui a suivi a été semblable à celle dans la jachère avant le labour et la densité a pu généralement être réduite à un bas niveau par labour et application d'herbicides.

### SUMMARY

#### Flora and seed bank during and after set-aside

Wildflower strips are sown with species-rich wildflower seed mixtures and stay at the same place between two and six years. After this period wildflower strips are tilled and reintegrated in the crop rotation. In a five-year field experiment in Hüttwilten (canton of Thurgau) we examined flora and seed bank in the soil during and after wildflower strip, natural regeneration, and grass-clover ley.

Wildflower strip plots had the highest species diversity (17 to 28 species), in particular compared to the grass-clover ley. Seeds especially accumulated in the soil of wildflower strip and natural regeneration plots. After ploughing two years old set-aside plots, numerous and endangered species appeared in the subsequent crop. Within two years, the seed densities generally decreased to the level before the installation of the experiment. The cover of agronomic problem weeds in the crop was similar than during set-aside and the density of the flora in the crop could generally be reduced to small levels by ploughing and applying herbicides.

**Key words:** wildflower strip, seed bank, species diversity, species preservation, natural regeneration, grass-clover ley