

Bibl. Angaben am Ende des Dokuments; <http://orgprints.org/00001973/>.

## **Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau in der Schweiz**

Dr. Urs Niggli und Hansueli Dierauer

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-5070 Frick

### **Übersicht über die Situation der ökologischen Betriebe in der Schweiz mit Fokus Unkraut**

#### **Entwicklung des ökologischen Landbaus**

In der Schweiz werden 8,5 % der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) ökologisch bewirtschaftet. Nach Österreich (9 bis 10 %) hat sie damit weltweit den zweithöchsten Anteil an Ökobetrieben. Im Gegensatz zu Österreich, wo die Umstellung seit drei Jahren stagniert, wächst der Ökolandbau in der Schweiz immer noch, wobei sich das Wachstum verlangsamt: 1996:

1996: plus 74 %, 1997: plus 16 %, 1998: plus 11 %, 1999: plus 10 %, 2000: plus 6 %. Der größte Teil der Schweizer Ökobetriebe liegt im Hügel- oder Berggebiet. Im Alpenkanton Graubünden z. B. sind 36 % aller Landwirtschaftsbetriebe auf ökologischen Landbau umgestellt. In den intensiven

Ackerbaugebieten der Westschweiz und des Mittellandes liegt der Anteil mit 2 bis 3 % jedoch im europäischen Durchschnitt. Sehr hoch ist der Anteil von Ökobetrieben auch im Gemüsebau: Bereits 10 % der gesamten inländischen Produkte stammen aus dem ökologischen Anbau.

Als Gründe für den Erfolg des ökologischen Landbaus sind zu erwähnen: Kritische Verbraucherinnen und Verbraucher, gut ausgebaute Vermarktungskanäle (55 % in den Supermarktketten COOP und Migros, 33 % in Fachgeschäften und 12 % in der Direktvermarktung), ein national sehr bekanntes, einheitliches Bio-Label (BIO SUISSE Knospe), dauerhafte jährliche Direktzahlungen des Bundes für die Ökobetriebe (wird in reduzierter Form auch der kontrollierten integrierten Produktion gewährt) sowie eine gegenüber Deutschland tiefere Preisdifferenz zwischen ökologischen und konventionellen Produkten.

#### **Technischer Stand der Unkrautregulierung in der Praxis**

Kurz zusammengefasst werden in der Praxis folgende Erfahrungen mit der Unkrautregulierung gemacht:

#### **Grünland**

Wegen des sehr hohen Anteils von Grünlandbetrieben stehen Unkrautprobleme im Futterbau im Vordergrund. Da in der Beratung die schonende und nach Standorteigenschaften abgestufte futterbauliche Nutzung im Vordergrund steht, haben ökologische Betriebe mit Ausnahme des Stumpfbältrigen Ampfers (*Rumex obtusifolius*) keine schwerwiegenden Probleme. Zur Regulierung des Stumpfbältrigen Ampfer – auf vielen Betrieben eine “Erbschaft” zu intensiver Nährstoffversorgung und zahlreicher Nutzungsfehler – besteht jedoch ein dringender Bedarf an arbeitswirtschaftlich einfacheren Methoden. Bei der Umstellung im Grünlandgebiet wird der Ampfer häufig als Haupthindernis erwähnt.

Zahlreiche Forschungsarbeiten zur Regulierung des Ampfers mit biologischen Maßnahmen (Insektenfraß, Pilzinfektionen) sind in den letzten 20 Jahren fehlgeschlagen. Die bei den biologisch-dynamischen Landwirten empfohlene Methode der Veraschung von Ampfersamen und der Ausbringung in potenzierten Präparaten ergab in einem Versuch keine naturwissenschaftlich messbare Wirkung. Eine Entwicklung des FiBL, mittels eines Grubbers die Ampferbekämpfung zu mechanisieren (Unterschneiden der Grasnarbe, Abschneiden des Ampferhizoms) war nicht praxistauglich. Ebenfalls konnte die Einzelstockbehandlung des Ampfers nicht motorisiert werden (tragbare Schneid- oder Bohrgeräte). Die alte Methode des Ausstechens mittels eines doppelfingrigen Werkzeuges bleibt die einzige direkte Maßnahme. In der Schweiz werden in der Praxis drei verschiedene Typen des Ampfer-Eisens verwendet. Die Forschung im Bereich Ampferregulierung wurde in der Schweiz eingestellt.

## Gemüsebau

Gemüsebaubetriebe haben zum Teil große Probleme mit Ackerkratzdisteln (*Cirsium arvense*), Winden (*Convolvulus* spp.) und Sommerkeimern wie Portulak (*Portulaca oleracea*), Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora*), Hirsen und Amaranth (*Amaranthus* spp.). Die meist konkurrenzschwachen Gemüsekulturen verlangen viel Handarbeit. Die Unkrautregulierung ist deshalb der wichtigste Faktor, welcher den Unterschied in den Gestehungskosten zwischen ökologischem und integriertem Gemüse (letzteres wird in der Schweiz auch unter einem Label IP SUISSE angeboten) verursacht. Je nach Kultur und Unkrautdruck ist der Arbeitsaufwand für die Unkrautbekämpfung enorm: In Karotten z. B. werden gemäß DIERAUER und STÖPPLER (1994) bis zu 350 bis 500 Stunden Handarbeit pro Hektar aufgewendet. Die Hauptmöglichkeiten, arbeitswirtschaftlich günstiger zu produzieren, liegen in den Vorbeugungsmaßnahmen: Fruchtfolgen mit Grünbedeckungen, Saatbettvorbereitung mit sogenannten Unkrautkuren. Abflammen im Voraufbau hat die größte Bedeutung in gesäten Kulturen; ohne diese Methode gäbe es z. B. keinen wirtschaftlichen Karottenanbau. In der Praxis wird zunehmend auch mit dem Striegeln in den Kulturen, ähnlich wie im Getreide, gearbeitet. Die Beikrautregulierung ist im Detail im FiBL-Merkblatt «Unkrautregulierung im Biogemüsebau» (1997) dargestellt.

## Ackerbau

Im Ackerbau könnte die ökologische Produktion noch beträchtlich ausgedehnt werden. So beträgt die aktuelle ökologische Brotgetreideproduktion 6.000 Tonnen, was nur 40 % des Inlandbedarfes von rund 15.000 Tonnen ausmacht. In der konventionellen und integrierten Produktion besteht dagegen eine leichte Überproduktion. Der Respekt vor Unkrautproblemen ist ein wichtiges Umstellungshindernis in Regionen, wo der Ackerbau dominiert. Der zweite hemmende Faktor ist die Schwierigkeit, auf viehlosen Ackerbaubetrieben nach einer Umstellung die Nährstoffversorgung sicherzustellen.

Das Hauptproblem im ökologischen Ackerbau sind mehrjährige Unkräuter, hauptsächlich die Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) und der Stumpfbältriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*).

In einer gesamtschweizerischen Studie wurden von 1991 bis 1996 110 Pilotbetriebe, welche sich auf die drei Bewirtschaftungstypen «konventionell», «integriert» und «ökologisch» aufteilten, agronomisch, ökologisch und produktionstechnisch unter die Lupe genommen (Schlussbericht der nationalen Projektgruppe Öko-Pilotbetriebe, 1998). Die Unkrautregulierung war einer der untersuchten Bereiche. Die chemische Unkrautbekämpfung, das zeigen die Untersuchungen, bleibt auch in ökologisch optimierten konventionellen Anbausystemen (in der Schweiz als IP extenso oder IP SUISSE auch als Labelprodukte auf dem Markt) die wichtigste phytomedizinische Maßnahme, während in diesen Produktionsformen die Fungizid- und Insektizidbehandlungen stark reduziert werden können (siehe Abbildungen 1, 2 und 3). Mechanische Beikrautregulierung, das Markenzeichen des ökologischen Landbaus, wird in der IP im Getreide-, Mais- und Kartoffelanbau nur ansatzweise praktiziert. In den weiteren großflächigen Kulturen wie Raps und Zuckerrüben wird in der IP kaum mechanische Beikrautregulierung durchgeführt.

Im ökologischen **Winterweizenanbau** erfolgen gemäß der 6-jährigen Pilotstudie je nach Jahr durchschnittlich 2,5 bis 4,0 Arbeitsgänge. Striegeln ist die Hauptmaßnahme (1,5 bis 2,5 Durchgänge), Hackgeräte werden nur in Ausnahmefällen eingesetzt (durchschnittlich über alle Betriebe weniger als 0,5 Durchgänge). Trotzdem hat sich aus Gründen der Vorsicht der Reihenabstand 16 cm durchgesetzt, um jederzeit mit Hackgeräten einer stärkeren

Verunkrautung Meister werden zu können. Dank der kleinern Betriebsstrukturen ist es in der Schweiz auf Biobetrieben nach wie vor üblich, größere Wurzelunkräuter wie Disteln und Ampfer von Hand zu entfernen.

Da Winterweizen betriebswirtschaftlich interessant ist, sind unsere Fruchtfolgen zu stark auf Getreide ausgerichtet. Bei einem Anteil von mehr als 50 % in der Fruchtfolge können Probleme mit gut verwurzelten Unkräutern wie Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*), Klettenlabkraut (*Galium aparine*), Wicken, Ampfer und Disteln auftreten.

Im **Maisanbau** werden drei bis vier mechanische Behandlungen durchgeführt. Hacken ist hier die wichtigere Maßnahme als Striegeln (Blindstriegeln kurz vor dem Auflaufen und dann wieder ab 3- bis 4-Blattstadium des Maises). Abflammen in der Reihe ist nicht praxistauglich, da diese Maßnahme zu aufwendig ist. Die Praxis des ökologischen Landbaus hat auch die IP beeinflusst, indem die mechanische Unkrautregulierung zwischen den Reihen mit chemischen Bandspritzungen in den Reihen zunehmend Eingang in die IP-Betriebe gefunden hat. Streifenfrässaaten im Mais können sich im ökologischen Landbau nicht durchsetzen.

Bei den **Kartoffeln** werden im Durchschnitt 2 bis 2,5 mechanische Durchgänge ausgeführt. Sehr hoch ist der Handarbeitsaufwand in Kartoffeln (im Durchschnitt der Betriebe und Jahre ein Durchgang).

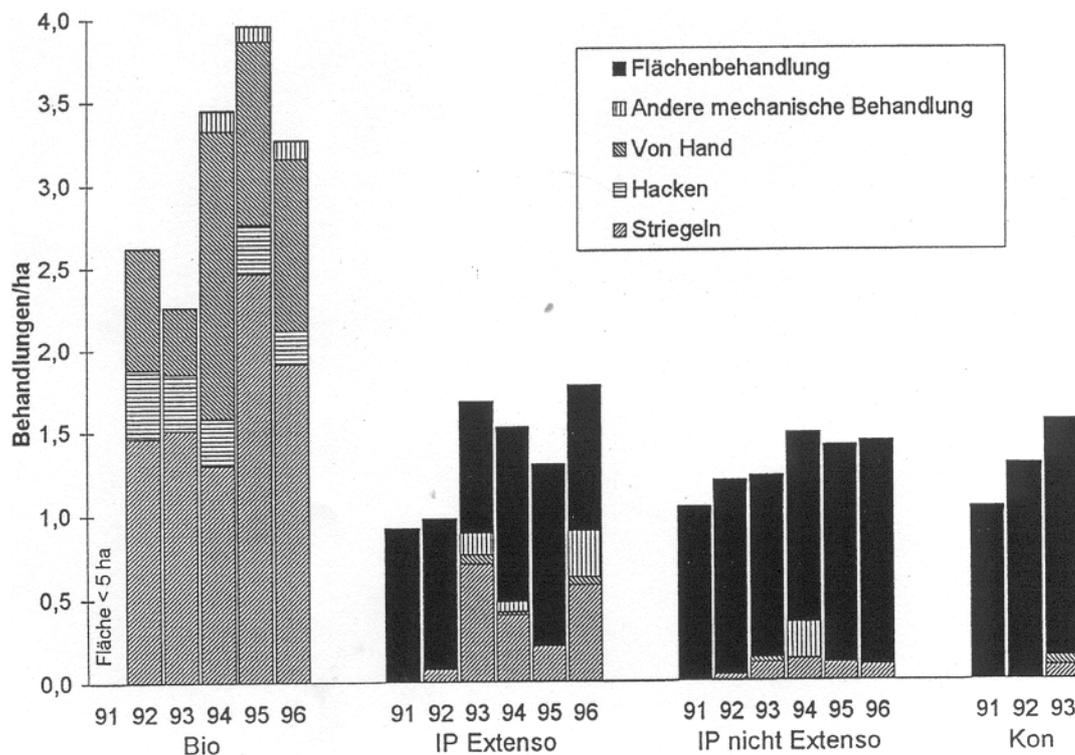


Abb. 1: Vergleich der Beikrautregulierung im Winterweizen auf den 110 Pilotbetrieben in den Jahren 1991 bis 1996

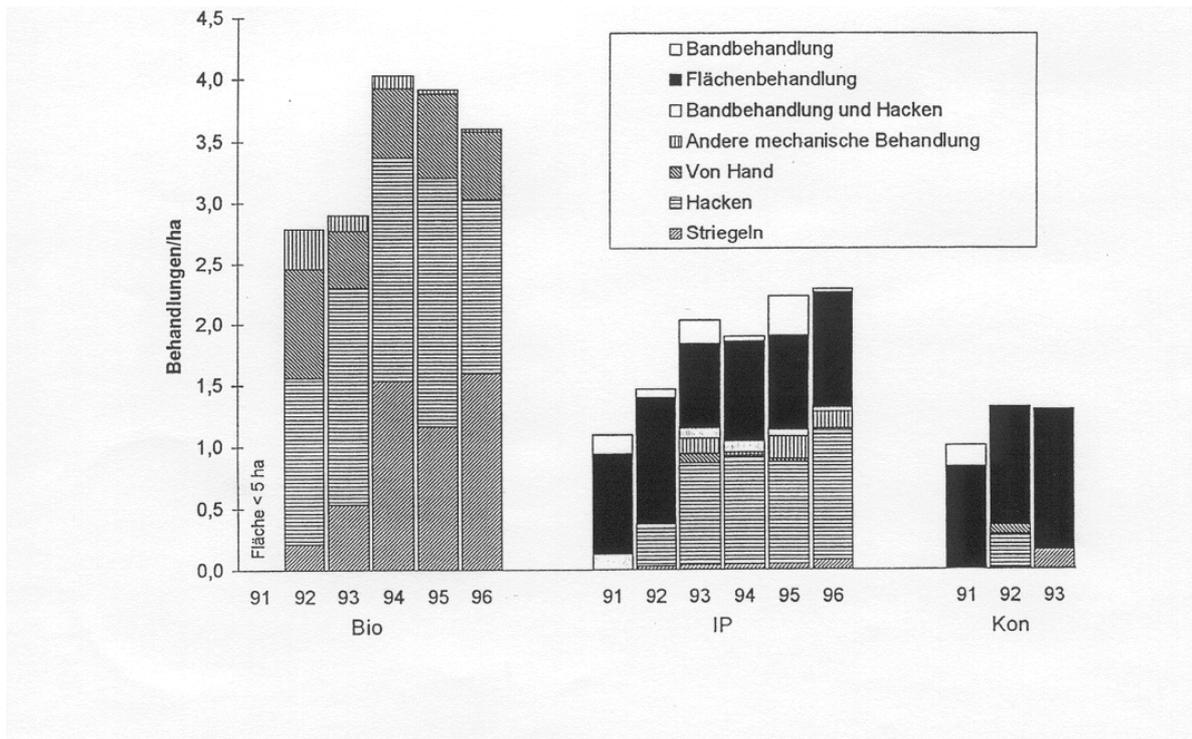


Abb. 2: Vergleich der Beikrautregulierung im Mais auf den 110 Pilotbetrieben in den Jahren 1991 bis 1996

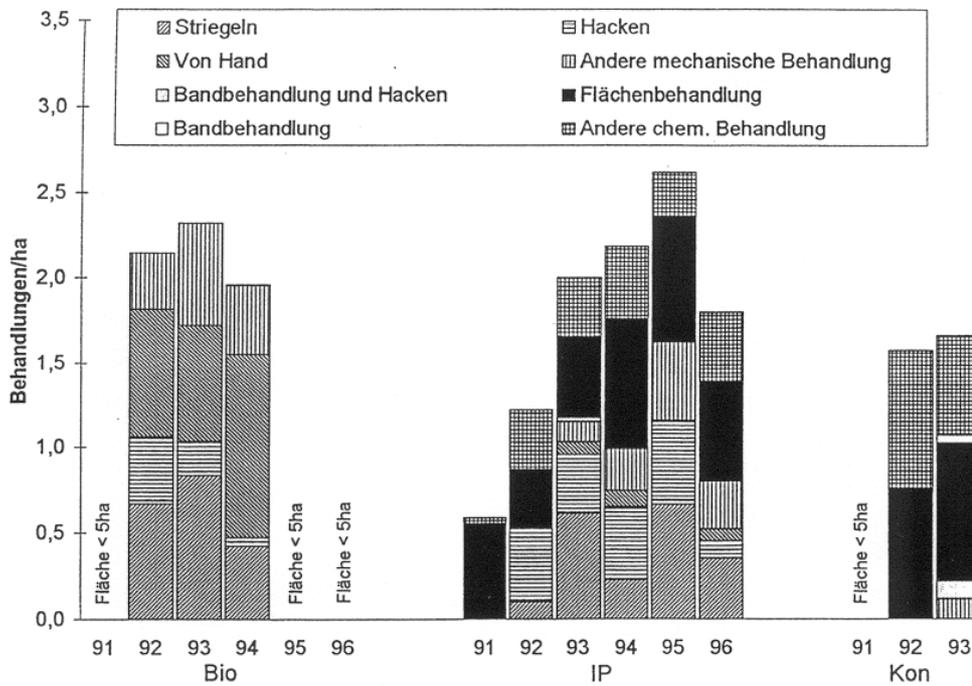


Abb. 3: Vergleich der Beikrautregulierung in Kartoffeln auf den 110 Pilotbetrieben in den Jahren 1991 bis 1996

## Sonderkulturen

Im **Weinbau** hat sich in der integrierten wie in der ökologischen Produktion die flächendeckende Begrünung der Weinberge durchgesetzt. Im ökologischen Weinbau steht die Nützlingsförderung und die hohe ökologische Qualität solcher Flächen bei der Begrünung im Vordergrund. Da keine Herbizide angewendet werden können, ist die Lenkung der Grünbedeckung im ökologischen Anbau schwieriger als in der integrierten Produktion. Die Bewirtschaftung des organischen Nährstoffpools (Wurzel- und Sprossmaterial der Gründecke, organische Substanz der Böden) ist sehr anspruchsvoll. Fehler in der Praxis führen weniger zu Ertragsausfällen als zu Qualitätseinbußen bei den Weinen.

Im **Obstbau** wird der Baumstreifen in jüngeren Pflanzungen vorwiegend mechanisch unkrautfrei gehalten. In älteren Obstanlagen wird zwischen den Stämmen gemulcht. Bei Hack- wie bei Mulchgeräten ist die Technik mit Tastarmen und Schwenkmechanismus soweit entwickelt, dass die exakte Arbeit in den Baumreihen und um die feinen Baumstämme herum möglich ist. Die Geräte sind aber teuer, wartungsintensiv und die Arbeitsgeschwindigkeit ist wegen Verletzungsgefahr der Bäume reduziert. Geländeunebenheiten führen zu einer weiteren Reduktion der Arbeitsgeschwindigkeit (Hebelwirkungen erzeugen Stammverletzungen). Das FiBL hat deswegen das sogenannte «Sandwich-System» entwickelt (SCHMID, 1999), welches auf einfachste Weise die Grünbedeckung soweit lenkt, dass Wasser- und Nährstoffversorgung der schwach wachsenden Unterlagen saisongerecht optimiert sind. Das System lässt die Unkräuter in einem Streifen von 20 cm direkt in der Stammlinie wachsen und bearbeitet links und rechts davon je einen 20 cm breiten Streifen unkrautfrei. Die Bäume richten ihr Wurzelwachstum automatisch auf diesen Streifen aus, wo keine Konkurrenzsituation herrscht. Damit können Tast- und Steuerungsvorrichtungen eingespart und die Arbeitsgeschwindigkeit massiv erhöht werden. Die Idee des «Sandwich-Systems» des FiBL findet in der Praxis großes Interesse.

## Ausgewählte Ergebnisse aus der CH-Forschung

### Wie ist die Unkrautsituation auf Ackerbaubetrieben?

Im Jahr 1986 wurde in der Schweiz letztmals eine breite Untersuchung der Unkrautsituation auf den ökologischen Praxisbetrieben durchgeführt (BUGMANN und BOSSHARD, 1986). Auf 36 Betrieben wurden in Winterweizen zum Zeitpunkt der Bestockung der Unkrautbestand (Arten, Dichte) bestimmt und mit den Bewirtschaftungsmaßnahmen in Zusammenhang gebracht. Die Betriebe hatten unterschiedliche Unkrautgesellschaften, verschieden intensive Fruchtfolgen, unterschiedliche Nährstoffversorgungen und Standortbedingungen. Erwartungsgemäß ergab eine multivariate Korrelation von Faktoren deutliche Zusammenhänge der Unkrautprobleme mit der Ausgestaltung der **Fruchtfolge** und der Art und Intensität der **Bodenbearbeitung**. Signifikant mehr Unkrautprobleme traten auf bei:

- hohem Anteil von Getreide in der Fruchtfolge,
- tiefem Anteil von Klee gras in der Fruchtfolge,
- später Stellung des Getreides in der Fruchtfolge,
- weniger häufiger Nutzung des Pfluges und
- bei weniger häufigem Striegeln oder Hacken.

Während drei Jahren wurde zusätzlich jeweils im Frühjahr und im Herbst auf ausgewählten Dauerflächen der Samenvorrat bestimmt (DIERAUER, 1990). Im Durchschnitt der untersuchten Ackerflächen betrug der Samenvorrat im Boden 25.000 Samen pro m<sup>2</sup>. Dieser Wert ist

doppelt so hoch wie auf konventionellen Flächen. Eine neuere Untersuchung von MAYOR et al. (1994) ergab einen Samenvorrat von 16.000 Samen pro m<sup>2</sup> bei mehrjähriger mechanischer Unkrautbekämpfung, von 12.000 bei integrierter Produktion mit Berücksichtigung der Schadschwellen und von 3.000 bei konsequenter Anwendung von Bodenherbiziden. Interessanterweise zeigen aber die Praxiserhebungen, dass zwischen der Höhe des Samenvorrates und der Verunkrautung in den Kulturen kein signifikanter Zusammenhang besteht.

Bei **optimaler** mechanischer Unkrautbekämpfung verändert sich unter gleichen Bodenbedingungen und bei gleicher Fruchtfolge der Samenvorrat nicht. Dies zeigte der DOK-Versuch in Therwil/Schweiz (NIGGLI et al., 1995). Hier wurden unter standardisierten Bedingungen im Zeitraum von 21 Jahren verschiedene Anbausysteme mit der gleichen siebenjährigen Fruchtfolge auf einem tiefgründigen Lösslehm und einer durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge von 900 mm verglichen (DUBOIS et al., 1998). Die Anzahl keimfähiger Samen pro m<sup>2</sup> schwankte in allen Anbausystem nach 19 Jahren ununterbrochener gleicher Bewirtschaftung zwischen 4.000 und 6.000 Unkräutern. Zwischen den ökologischen Anbausystemen «organisch-biologisch» und «biologisch-dynamisch» einerseits und den konventionellen Systemen «integriert» und «mineralisch» andererseits bestand kein statistisch signifikanter Unterschied im Samenvorrat. Einzig die während 19 Jahren ungedüngte Variante D0 hatte einen praktisch doppelt so hohen Samenvorrat. Dies ist auf die extrem lückigen Bestände aufgrund der dramatischen Nährstoffmangelsituation zurückzuführen.

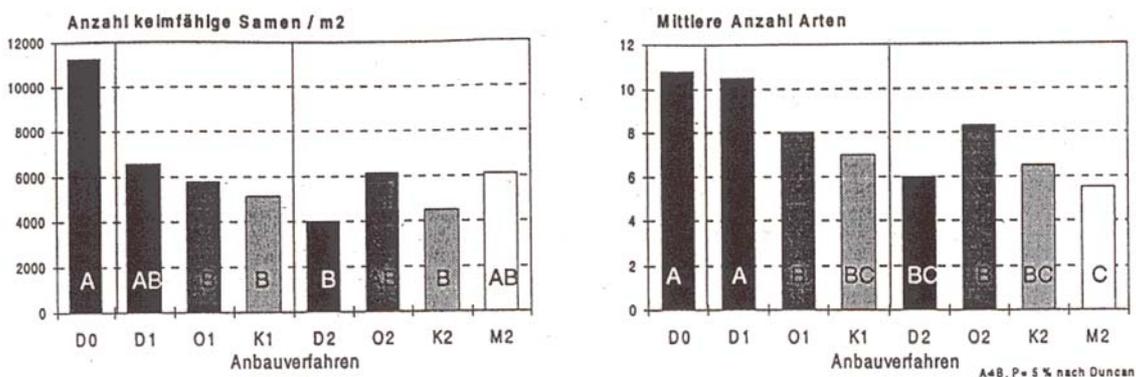


Abb. 4: Mittlere Anzahl keimfähige Samen pro m<sup>2</sup> und mittlere Artenzahl im Samenvorrat im Boden 19 Jahre nach Umstellung auf unterschiedliche Anbausysteme im DOK-Versuch.

Anbauverfahren: D = biologisch-dynamisch, O = organisch-biologisch, K = konventionell mittelintensiv (IP), M = mineralisch gedüngt, konventionell.  
 Nährstoffniveau: 2 = praxisüblich, 1 = die Hälfte von Stufe 2, 0 = ohne Düngung.  
 (DUBOIS et al., 1998).

## **Unkrautstrategien**

Von 1986 bis 1993 wurden in Exaktversuchen des FiBL für die meisten landwirtschaftlichen und gemüsebaulichen Kulturen die optimale Beikrautregulierung entwickelt. Ein Teil dieser Ergebnisse sind in DIERAUER und STÖPPLER (1994) dargestellt. Für die Landwirte wurden die Versuchsergebnisse in einfachen Merkblättern dargestellt (Merkblätter «Getreide», «Mais», «Kartoffeln», «Futtermüsen», «Regulierung der Ackerkratzdistel», «Unkrautregulierung im Biogemüsebau», alle zu beziehen bei FiBL, CH-5070 Frick oder [www.fibl.ch](http://www.fibl.ch)).

## Ökologische Betrachtungen der physikalischen Unkrautbekämpfung

Die physikalische Unkrautbekämpfung stellt – wie die chemische – einen Eingriff in den Naturhaushalt dar, belastet den Boden und verbraucht Ressourcen. In verschiedenen Untersuchungen haben wir deshalb die Relevanz dieser Beeinträchtigungen untersucht und mit der konventionellen Unkrautbekämpfung verglichen.

### Energiebilanzen

Im bereits erwähnten 21-jährigen DOK-Versuch konnten aufgrund der detaillierten Aufzeichnungen aller Maßnahmen, In- und Outputs sowie der verwendeten Geräte Energie- und Ökobilanzen gerechnet werden. Über die ganze siebenjährige Fruchtfolge war der Verbrauch an nichterneuerbaren Energieressourcen bezüglich **Treibstoff** zwar im ökologischen Landbau bezogen auf den Ertrag 13 % höher als in der integrierten Produktion (ALFÖLDI et. al., 1999), der **gesamte Energieverbrauch** war jedoch im ökologischen Landbau um 20 % tiefer, da der Energiebedarf für die Inputmittel sehr hoch war. Einzig die Ökokartoffeln weisen eine der integrierten Produktion vergleichbare Energiebilanz auf, alle andern Kulturen sind im ökologischen Landbau energieextensiver (Abbildungen 5 und 6).

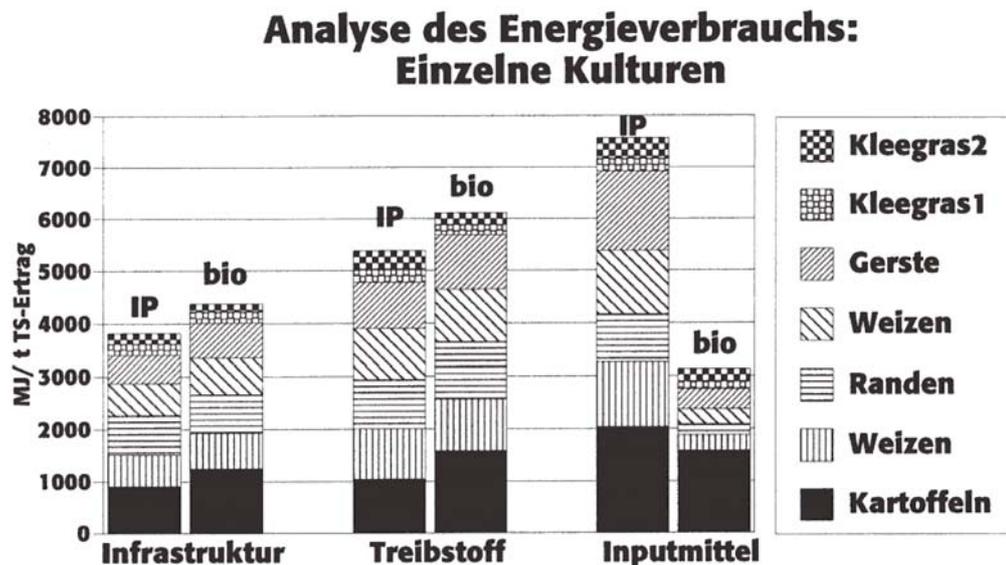


Abb. 5: Verbrauch an nichterneuerbaren Energieressourcen pro Tonne Ertrag im DOK-Versuch (Berechnungsbasis sind die Jahre 1985 bis 1991)

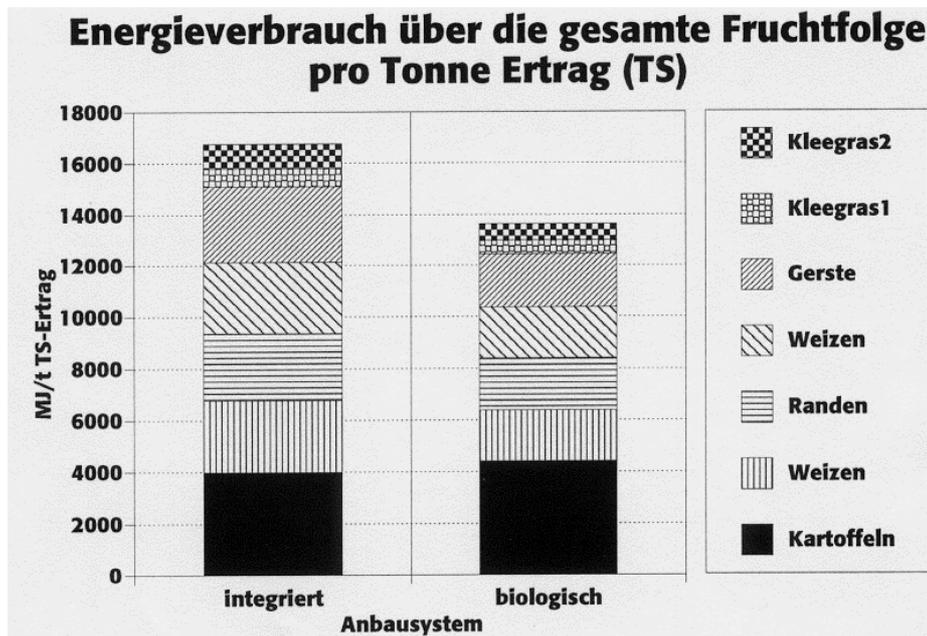


Abb. 6: Verbrauch an nichterneuerbaren Energieressourcen pro Tonne Ertrag im DOK-Versuch (Berechnungsbasis sind die Jahre 1985 bis 1991)

### Nebenwirkungen auf Nützlingsfauna

Die Bodenbearbeitung beeinflusst sehr stark wichtige Bodentiere, wie z. B. die Regenwürmer oder die epigäische Nutzinsekten. Im DOK-Versuch wurde die Entwicklung und die Artenvielfalt der Bodentiere Regenwürmer, Laufkäfer, Kurzflügler und Spinnen untersucht (NIGGLI et al., 1995; PFIFFNER et al., 1993, 1995, 1997). Gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung war die Regenwurmbiomasse im ökologischen Landbau um 45 bis 105 % erhöht (Mittelwerte von vier Jahren). Die Zahl der Arthropoden war um 80 bis 100 % erhöht. Vor allem letztere wurden stark durch die Art der Unkrautbekämpfung beeinflusst. Restverunkrautung, wie sie bei der mechanischen Beikrautregulierung üblich ist, führte zu attraktiveren Lebensräumen, erhöhte das Nahrungsangebot in den Getreidefeldern und erzeugte eine grobscholligere Bodenoberfläche, welche unzählige Schutz- und Unterkunftsmöglichkeiten für die Nützlinge boten.

### Nebenwirkungen des Abflammens auf die Nützlinge

Schlecht ist ohne Zweifel die Energiebilanz beim Abflammen. Diese Methode wird deshalb fast ausschließlich im Gemüsebau angewandt. Das Abflammen rechtfertigt sich aus dem sehr hohen Arbeitsbedarf in konkurrenzschwachen Kulturen. Uns interessierte, wie sich das Abflammen auf die Nützlinge auswirkt. In zehn Versuchen wurden speziell die Laufkäfer untersucht, und zwar deren Aktivitätsdichten wie auch deren Artenspektrum. In den Versuchsanlagen wurden jeweils unbehandelte Kontrollparzellen mit abgeflammt verglichen (DIERAUER und PFIFFNER, 1993). Insgesamt wurde in allen Versuchen weder eine Beeinträchtigung der Größe noch der Zusammensetzung der Laufkäfer-Populationen

festgestellt. In einem einzigen Versuch war eine vorübergehende, leichte Abnahme der Laufkäfer-Aktivitätsdichte festzustellen. Schuld daran war eine unüblich dichte Unkrautdecke, welche die Laufkäfer zu einer hohen Aktivität während des Tages verführte, so dass sie dem Abflammen ausgesetzt waren.

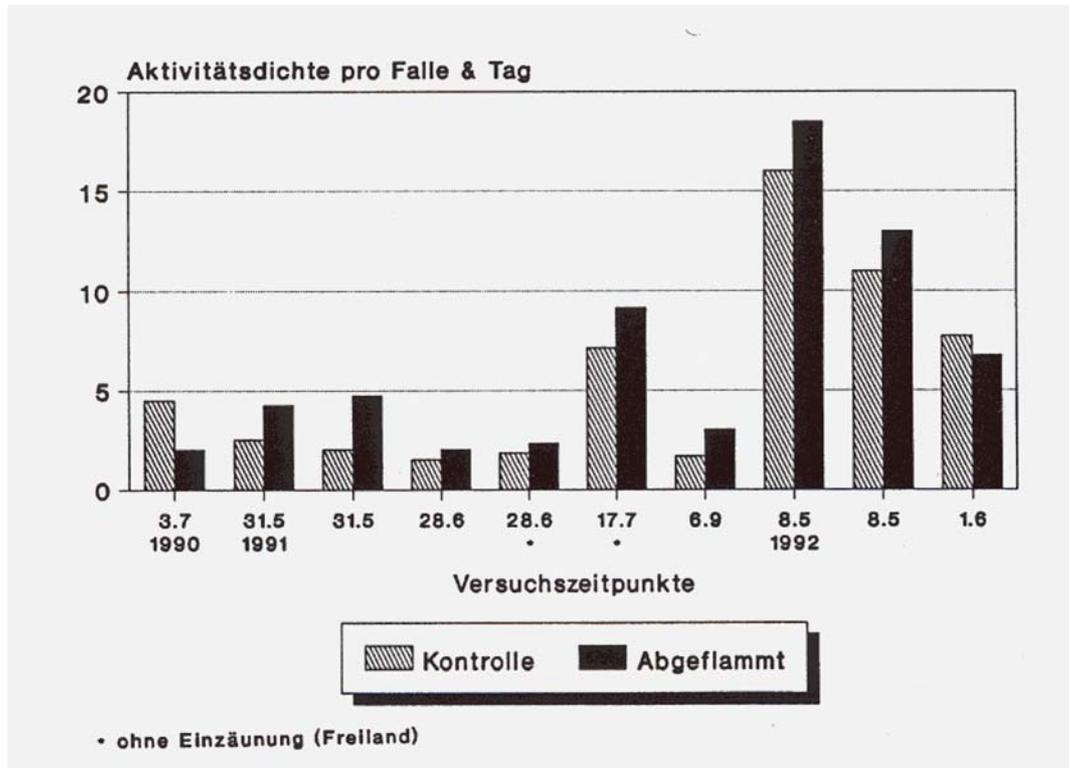


Abb. 7: Auswirkungen des Abflammens auf Laufkäfer in 10 Feldversuchen (1990, 1992).

### Ausblick für die Unkrautforschung

Aus unserer Sicht können folgende Schlussfolgerungen für die weitere Diskussion des Forschungsbedarfes gezogen werden:

- Die Bio-Pioniere haben in der Regel das Beikraut im Griff, es ist aber in vielen Kulturen mit einem hohen Handarbeitsaufwand verbunden.
- Neuumsteller, welche vorher integrierte Produktion praktiziert haben, können vor allem im Ackerbau aber auch im Grünland in große Probleme geraten, weil sie in ihrem Denken die Korrekturmaßnahme «Herbizid» verinnerlicht haben. Zudem fehlen in diesen Betrieben die Arbeitskräfte. Viele dieser Betriebe kämpfen mit schweren Problemen, wie z. B. *Rumex obtusifolius*, *Cirsium arvense* und *Agropyron repens*.
- Die Extensivierung und Ökologisierung, wie sie in der Schweiz mit ökologischen Ausgleichsflächen, Krautsäumen, Buntbrachen etc. praktiziert und finanziert wird, schaffen im Acker- und Gemüsebau neue Unkrautprobleme.
- Die in der integrierten Produktion verbreitete konservierende Bodenbearbeitung (Minimalbodenbearbeitung) ist für den ökologischen Landbau nicht praktikabel, da sie das Unkrautproblem massiv verschärfen würde. Forschungsbedarf besteht deshalb bezüglich Stickstofftransfer in pflugbetonten Fruchtfolgen.

- Insgesamt ist deshalb die Unkrautforschung gefordert, für den ökologischen Landbau neue Strategien zu entwickeln. Bisherige Ansätze in der mechanischen und physikalischen Unkrautbekämpfung können durch technologische Fortschritte noch optimiert werden. Es braucht aber auch langfristige Forschungsansätze, die z. B. in der Züchtung liegen könnten. Bio-Herbizide werden, sofern sie in den nächsten Jahren vereinzelt zur Praxisreife gelangen, eine intensive Diskussion bezüglich ihrer Wünschbarkeit im ökologischen Landbau auslösen.

#### 4. Literatur

- ALFÖLDI, T., SCHMID, O., GAILLARD, G., DUBOIS, D., 1999: IP- und Bio-Produkte: Ökobilanzierung über eine Fruchtfolge. *Agrarforschung* 6 (9), 337-340.
- DIERAUER, H., 1990: Agronomisch und ökologisch vertretbare Unkrautregulierung in Getreide und Mais. *FiBL*, 88 S.
- DIERAUER, H., 1999: Regulierung der Ackerkratzdistel. *Merkblatt, FiBL*, 3 S.
- DIERAUER, H., ALFÖLDI, T., 1998: Getreide. *Merkblatt, FiBL*, 5 S.
- DIERAUER, H., PETER, M., LICHTENHAHN, M., BAUMANN, D., 1997: Unkrautregulierung im Gemüsebau. *Merkblatt, FiBL*, 8 S.
- DIERAUER, H., PFIFFNER, L., 1993: Auswirkungen des Abflammens auf Laufkäfer. *Gesunde Pflanzen*, 6, 226-229.
- DIERAUER, H., SPEISER, B., 1999: Kartoffel. *Merkblatt, FiBL*, 6 S.
- DIERAUER, H.-U., STÖPPLER-ZIMMER, H., 1994: Unkrautregulierung ohne Chemie. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 134 S.
- DUBOIS D., SCHERRER C., GUNST L., JOSSI W. and STAUFFER W., 1998. Effect of different farming systems on the weed seed bank in the long term-trials Chaiblen and DOK. *Journal of Plant Diseases and Protection. Special Issue XVI: 67-74.*
- HELLER, S., 1997: Futterrüben. *Merkblatt, FiBL*, 3 S.
- HELLER, S., 1997: Mais. *Merkblatt, FiBL*, 3 S.
- NIGGLI, U., ALFÖLDI, T., MÄDER, P., PFIFFNER, L., SPIESS, E., BESSON, J.-M., 1995: DOK-Versuch: vergleichende Langzeit-Untersuchungen in den drei Anbausystemen biologisch-dynamisch, organisch-biologisch und konventionell. VI. Synthese, 1. und 2. Fruchtfolgeperiode. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft DOK, Nr. 4, 34 S.*
- PFIFFNER, L., MÄDER, P., BESSON, J.-M., NIGGLI, U., 1995: DOK-Versuch: vergleichende Langzeit-Untersuchungen in den drei Anbausystemen biologisch-dynamisch, organisch-biologisch und konventionell. III. Boden: Untersuchungen über die epigäische Nutzarthropoden, insbesondere über die Laufkäfer (Col. Carabidae), in Winterweizenparzellen. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft DOK, Nr. 1, 15 S.*
- PFIFFNER, L., MÄDER, P., BESSON, J.-M., NIGGLI, U., 1993: DOK-Versuch: vergleichende Langzeit-Untersuchungen in den drei Anbausystemen biologisch-dynamisch, organisch-biologisch und konventionell. III. Boden: Untersuchungen über die Regenwurmpopulationen. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung*, 32 (4),

547-564.

PFIFFNER, L., MÄDER, P., BESSON, J.-M., NIGGLI, U., 1997: Effects of Biodynamic, Organic and Conventional Production Systems on Earthworm Populations. Entomological Research in Organic Agriculture. AB Academic Publishers. 3-10.

SCHMID, A., 1999 : Das Sandwich-System in der Bodenpflege von Obstanlagen. Interner Bericht FiBL, CH-5070 Frick.

SRVA, LBL, FiBL, FAT, 1998: Ökologische und produktionstechnische Entwicklung landwirtschaftlicher Pilotbetriebe 1991 bis 1996. Schlussbericht der Nationalen Projektgruppe Öko-Pilotbetriebe. FAT, Tänikon, 169 S.

### **Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:**

(PREPRINT) Niggli, Urs und Dierauer, Hansueli (2000): Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau in der Schweiz. Beitrag präsentiert bei der Konferenz: Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze - Drittes Fachgespräch "Unkrautregulierung im Ökologischen Landbau", Kleinmachnow, 02. November 1999; Veröffentlicht in: Pallutt, Bernhard, (Hrsg.) "Unkrautregulierung im Ökologischen Landbau"; Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt 72, Seiten 17-26. Saphir Verlag, D-Ribbesbüttel.

Das Dokument ist in der Datenbank „Organic Eprints“ archiviert und kann im Internet unter <http://orgprints.org/00001973/> abgerufen werden.