

# Ökologie und Ökonomie in den Verfahren - eine Bilanz

Franz BIGLER, Hans Ulrich AMMON, Christoph HÖGGER, Werner JÄGGI, Franz Xaver SCHUBIGER, Mario WALDBURGER, Ulrich WALTHER, Peter WEISSKOPF und Padruot M. FRIED, Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau (FAP), CH-8046 Zürich

**Durch Anbauverfahren werden im Boden und im Pflanzenbestand unterschiedliche Prozesse ausgelöst, die sich unscheinbar und durch viele Interaktionen beeinflussen. Menge und Qualität der Ernten werden durch das Anbauverfahren bestimmt, ebenso der Einsatz der Produktionsfaktoren Boden, Arbeit, Energie, Maschinen und Hilfsstoffe. Artenzahl und Dichte von Flora und Fauna sind wesentlich vom Anbauverfahren abhängig. In einer Gesamtbeurteilung von vier Anbauverfahren haben wir versucht, innerhalb der gemessenen Kriterien eine relative Gewichtung vorzunehmen.**

In vier Maisanbauverfahren (Konventionell, Untersaat, Grünroggen und Maiswiese) haben wir möglichst viele Auswirkungen experimentell erfasst. Im vorliegenden Artikel versuchen wir, eine Bilanz zu ziehen. Wir benützen dafür eine Anzahl Kriterien, auf die wir in unseren Untersuchungen speziellen Wert legten und von denen wir glauben, dass sie zur Minderung der im konventionellen Maisanbau auftretenden Probleme (Bodenstruktur, Erosion, Stickstoffauswaschung, Herbizideinsatz, usw.) beitragen. Wir sind uns bewusst, dass andere Kriterien auch herangezogen werden könnten und erheben deshalb keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr geht es uns darum, zu zeigen, wie die Vor- und Nachteile von Anbausystemen in einer Bilanz durch ein Punktesystem beurteilt werden könnten.

## Auswahl und Interpretation der Kriterien

Zur Beurteilung der vier Maisanbauverfahren wurden acht Kriteriengruppen berücksichtigt. Darin sind ökologisch relevante Aspekte des Maisanbaus, aber auch für den wirtschaftlichen Erfolg wichtige Kriterien enthalten. Jedem Anbauverfahren wurde pro Kriterium eine Punktzahl (Note) zwischen 1 (schlechteste) und 4 (beste) gegeben; die Noten 2 und 3 sind Zwischenstufen. Die einzelnen Kriterien werden untereinander nicht gewichtet. Die Notengebung basiert weitgehend auf unseren Ergebnissen des Versuchs über Maisanbauverfahren am Reckenholz von 1990 bis 1993, teilweise aber auch auf Ergebnissen und Erfahrungen aus ande-

ren, ähnlichen Versuchen (Anken *et. al.* 1991; Anken *et. al.* 1993; Ammon und Garibay, 1995; Ammon *et al.* 1995b). Jeder Betriebsleiter kann für seinen Betrieb und seine spezifischen Verhältnisse die Erfolgskriterien unterschiedlich gewichten. Dieser Gewichtung liegen Kenntnisse und Erfahrungen, aber auch persönliche Neigungen zugrunde, welche für die einzelbetriebliche, richtige Interpretation wichtig sind.

An einigen Beispielen soll gezeigt werden, wie die Informationen in der Tabelle 1 zu nutzen und zu interpretieren sind.

## Umwelt- und anbaurelevante Kriterien

Alle in Tabelle 1 aufgeführten bodenphysikalischen Parameter sind für die Beurteilung der Anbauverfahren hinsichtlich Bodenstruktur von Bedeutung. Je nach Bodenart, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Hanglage, Niederschlägen usw. müssen diese Kriterien jedoch unterschiedlich gewichtet werden. Die Erosions- und Verschlammungsgefahr ist beispielsweise umso stärker zu gewichten, je grösser die Hangneigung der Parzelle und je mehr Schluff und Feinsand der Boden enthält. Eine möglichst gute Bodenbedeckung während des ganzen Jahres und die Förderung der Gefügestabilität wird in einem solchen Falle von grosser Bedeutung sein. Der Bodenwasserhaushalt ist dort relativ unwichtig, wo von Mai bis August genügend Niederschläge fallen oder wo die Wasserspeicherkapazität der Böden bei ausreichendem Wassereinsickerungsvermögen hoch ist.

Die Bodenorganismen sorgen für den Ab- und Umbau von abgestorbenem und dem Boden zugeführtem organischem Material. Dadurch werden die darin enthaltenen Nährstoffe wiederum für die Pflanzen verfügbar. Auf und im Boden lebende Tiere zerkleinern das organische Material und sorgen für eine Durchmischung mit den mineralischen Bodenbestandteilen, wodurch die biochemische Umsetzung durch die Bodenmikroorganismen gefördert wird. Humusbildung, «Lebendverbauung» mit Pflanzenwurzeln und Bodenorganismen und kontinuierliche Poren tragen zu einem vorteilhaften Gefüge und guter Durchlässigkeit des Bodens bei. In verdichtungsgefährdeten Böden können vor allem die Regenwürmer den Luft- und Wasserhaushalt verbessern.

Bei der Stickstoffdüngung muss wegen der Gefahr der Nitratauswaschung dem Mineralisierungspotential und der Gründigkeit des Bodens Beachtung geschenkt werden. Je nach Eigenschaften des Bodens und der Stellung des Mais in der Fruchtfolge wird zu entscheiden sein, welche Bodenbearbeitung und welche Bodenbedeckung einzusetzen ist, damit das Risiko der N-Auswaschung möglichst gering bleibt. Der N-Düngerbedarf ist in Grünroggen und in der Maiswiese deutlich höher als in den beiden andern Verfahren, wenn gleiche Erträge erzielt werden sollen. Der Wille und die Notwendigkeit Hofdünger, speziell jedoch Gülle einzusetzen, ist stark von der Betriebsstruktur abhängig. Entsprechend muss dieser Punkt betriebsspezifisch beurteilt werden. Herbizide können durch Abschwemmung wesentlich zur Belastung der Gewässer beitragen. Erhöhte Gefahr besteht dann, wenn auf ganzflächig intensiv bearbeiteten Böden innerhalb weniger Tage nach der Anwendung der Herbizide starke Niederschläge fallen, das Wassereinsickerungsvermögen gering ist, der Boden leicht zu Verschlammung neigt und die generelle Erosionsgefahr durch die Topographie verstärkt wird. Dieses Risiko kann durch Anbauverfahren, welche eine mög-

**Tab. 1. Beurteilung von vier Maisanbauverfahren aufgrund der Ergebnisse eines 4jährigen Versuches (1990-93) am Standort Reckenholz mit Hilfe eines Punktesystems zur Bewertung einzelner Kriterien (4 = bestes Verfahren, 1 = schlechtestes Verfahren). Die Werte zwischen 1 und 4 sind für jedes Kriterium als relative Grösse zueinander und nicht als absolute Werte zu interpretieren.**

Kriterien	Anbauverfahren <sup>1)</sup>				Bemerkungen
	Konventionell	Unter-saat	Grün-roggen	Mais-wiese	
<b>Bodenphysikalische Parameter</b>					
Gefügebau (Spatenprobe)	3	3	4	2	4 = ausgeglichener Gefügebau
Porosität Oberboden (Gesamtporenvolumen, Lagerungsdichte)	4	3	3	2	4 = grösste Porosität (lockerster Boden)
Infiltration Oberboden (Wassereinsickerungsvermögen)	4	3	2	1	4 = grösstes Einsickerungsvermögen
Bodenwasserhaushalt (Wasserbedarf)	4	3	3	1 (3)	4 = geringster Wasserbedarf (3) = bei Regulierung mit Herbiziden
Erosion, Verschlammung	1	2	3	4	4 = geringstes Risiko
<b>Bodenbiologische Parameter</b>					
Regenwurmbiomasse	1	2	2	4	4 bedeutet hier jeweils der höchste Wert. Mit anderen Böden verglichen, liegen hier die bodenbiologischen
Mikrobielle Biomasse	2	2	4	3	Kennwerte wegen der ungünstigen
Bodenatmung	2	4	3	3	bodenphysikalischen Verhältnisse
Stickstoffmineralisierung	2	3	3	4	ziemlich tief
Zelluloseabbau	3	3	4	4	
<b>Stickstoffmineralisierung/Stickstoffdüngung</b>					
Schutz vor Nitratauswaschung vor der Saat	1 (4)	4	4	4	(4) Bei Fruchtfolge mit Gründüngung oder Zwischenfutter vor der Saat
Schutz vor Nitratauswaschung nach der Saat	1	1	3	3	
Schutz vor Nitratauswaschung nach der Ernte	1	4	2	4 (3)	(3) Bei Regulierung mit Herbiziden
Gasförmige N-Verluste aus Dünger	4	4	1	2	(1) hoher N-Bedarf, 4 geringer N-Bedarf
Ammoniakverlustgefahr bei Gülleeinsatz	4	4	2 (4)	2 (4)	(4) Bei Einsatz von Schleppschläuchen
Einsatzmöglichkeit für Hofdünger					
-Mist	4	4	2	1	
-Gülle	2	3	3	4	Gülleabgabe zu Wiese und Roggen im Frühling möglich
<b>Unkrautbekämpfung</b>					
Herbizideinsatz (Menge)	1	3	3	3 (1-2)	(1-2) Bei chemischer Regulierung
Gefährdung der Gewässer durch Herbizide	1	3	4	4	
Verhinderung von Unkrautresistenz	1	3	4	4	
Unkrautsamenvorrat im Boden	4	3	1 (2)	3	(2) Bei zweimaligem Mulchschnitt
<b>Schädlinge und Krankheiten</b>					
Maiszünsler	2 (1)	2 (1)	3	4	(1) bei schlechter Pflugarbeit
Übrige schädliche Insekten	2	2	3 (1)	4	(1) bezüglich Förderung der Friffliege
Beulenbrand	1	1	4	4	
<b>Nützlinge und «indifferente Organismen»</b>					
Schädlingsregulierung durch Nützlinge	1	2	3	4	
Artenvielfalt (Flora und Fauna)	1	2	3	2	
<b>Erträge</b>					
Menge	4	4	3 (4)	3 (4*)	(4) bei angepasster N-Düngung
Sicherheit	4	4	3 (4)	3 (4*)	(4*) bei Regulierung der Wiese mit Herbiziden
<b>Wirtschaftlichkeit (Fr. / ha)<sup>2)</sup></b>					
Marktwert der Erträge (Durchschnitt 1990-93) <sup>3)</sup>	4144.-	3836.-	4170.-	3666.-	
Hilfsstoffe, Hagelversicherung	1222.-	1174.-	1423.-	1037.-	
Deckungsbeitrag I	2922.-	2662.-	2747.-	2629.-	
Total variable Maschinenkosten	355.-	680.-	736.-	761.-	
Deckungsbeitrag II	2567.-	1982.-	2011.-	1868.-	
Arbeitskosten eigen (Fr. 22.-/h)	250.-	249.-	238.-	128.-	
Deckungsbeitrag III	2317.-	1733.-	1773.-	1740.-	

Die Grundlagen für die Beurteilung sind in den folgenden Artikeln enthalten: Ammon *et al.* 1995a und b; Bigler *et al.* 1995a bis c; Högger 1995; Jäggi *et al.* 1995; Schubiger *et al.* 1995; Walther *et al.* 1995; Weisskopf *et al.* 1995.

1) Details zu den Anbauverfahren sind in Bigler *et al.* (1995a) beschrieben

2) Die Berechnungen wurden von T. Anken und H. Ammann FAT durchgeführt

3) Erträge des Grünschnitts von Roggen und der Wiese im Frühjahr mit Fr. 250.-/ha eingesetzt

lichst dauernde Bodenbedeckung aufweisen, wesentlich vermindert werden.

In Gebieten, wo der Maiszünsler stark auftritt, muss diesem Schädling Beachtung geschenkt werden. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse ist festzuhalten, dass eine natürliche Bekämpfung durch verschiedene Gegenspieler (Nützlinge) umso besser funktioniert, je geringer die Bodenbearbeitung und je länger eine dauernde Pflanzendecke vorhanden ist. Tritt der Maiszünsler nicht oder nur unbedeutend auf, muss diesem Kriterium keine Beachtung geschenkt werden.

## Erträge und Wirtschaftlichkeit

Die durchschnittlichen Erträge sind in den Verfahren Konventionell, Maiswiese und Untersaat etwa gleich, wenn der Trockensubstanz-Gesamtertrag berechnet wird (Wiesenschnitt und Silomais). Das Verfahren mit Grünroggen brachte einen höheren Ertrag über die geprüften vier Jahre. Wenn nur die Silomaiserträge in Betracht gezogen werden, so brachte die Maiswiese einen tieferen Ertrag als die konventionelle Anbauweise. Im Versuch am Reckenholz wurde die Maiswiese mechanisch reguliert. Aus andern Versuchen aus dem Reckenholz und aus Wetzikon wissen wir, dass mit Mulchen allein der Mais zu stark konkurrenziert wird und die Erträge bezüglich Menge und Sicherheit darunter leiden.

Die Stickstoffdüngung der Verfahren Maiswiese und Grünroggen erfordert spezielle technische Einrichtungen für die Ausbringung. Bezüglich Zeitpunkt und Menge der N-Düngung besteht noch ein wichtiger Optimierungsbedarf. Bei entsprechenden Erfahrungen des Betriebsleiters können wir davon ausgehen, dass bei genügend Niederschlägen im Sommer (Mai - August), angepasster N-Düngung und Regulierung der Gründecke mit Herbiziden in allen vier Verfahren gleiche Erträge erzielt werden. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, besteht ein Risiko, dass die Erträge in den Verfahren Grünroggen und Maiswiese tiefer ausfallen als im konventionellen und im Untersaat-Verfahren.

Die Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit beruhen auf den in unserem Versuch erzielten Erträgen und den aufgetretenen Verfahrenskosten. Die vorangestellten Überlegungen zur Beurteilung der Erträge müssen jedoch mitberücksichtigt werden.

Der Marktwert der Erträge (Silomais und Wiesen- bzw. Roggenschnitt der Jahre 1990 bis 1993, siehe Tab. 1) ist für das Konventionelle und das Grünroggen-Verfahren gleich. In den beiden andern Verfahren liegt er etwa Fr. 300.– bis Fr. 500.– tiefer.

Der um rund Fr. 300.– tiefere Marktwert der Erträge des Untersaat-Verfahrens gegenüber Konventionell ergibt sich, weil die Erträge in einer Parzelle mit Untersaat in Folge schlechterer Bodenbedingungen regelmässig schwächer waren. Die Differenz von rund Fr. 600.– der Deckungsbeiträge II und III (vgl. Tab. 1) zwischen den beiden Verfahren setzt sich wie folgt zusammen: Fr. 300.– infolge geringeren Erträgen und Fr. 300.– durch höhere variable Maschinenkosten (Hacken, Untersaat).

Im Grünroggen-Verfahren fallen die Deckungsbeiträge II und III um rund Fr. 600.– tiefer aus als im konventionellen Verfahren, obgleich die Marktwerte ähnlich sind. Dies ist auf die Kosten für das Roggensaatgut und die zusätzlichen Maschinenkosten für die Roggensaat zurückzuführen.

Wird die Maiswiese mit Herbiziden reguliert, liegen die Erträge etwa gleich hoch wie im konventionellen Verfahren (Ammon *et al.* 1995). Unter dieser Voraussetzung werden die Deckungsbeiträge II und III um rund Fr. 500.– höher ausfallen, so dass zwischen diesen beiden Anbauverfahren keine wirtschaftlichen Unterschiede mehr bestehen.

Bei der Bilanzierung von Anbauverfahren ist es (noch) nicht möglich, ökologische Kriterien in Franken und Rappen auszudrücken. Die Versuchung ist deshalb gross, nur die ökonomische Seite zu betrachten. Im Hinblick auf einen schonenden Umgang mit unserer Umwelt ist es sicher angezeigt, beim Maisanbau die hier aufgestellten ökologischen Kriterien vermehrt in die Überlegungen einzubeziehen. Tabelle 1 ist daher im Sinne einer Checkliste zu verstehen, bei der die Kriterien für jeden Betrieb unterschiedlich gewichtet werden müssen.

## Fazit

Wenn wir unsere vier Anbauverfahren nach den wichtigsten Kriterien beurteilen, kommen wir zu folgendem Schluss: Bezüglich Gefügebau, Porosität und Wasserinfiltration im Oberboden ist das konventionelle als bestes und die Maiswiese als schlechtestes Verfahren zu beurteilen. Gerade umgekehrt ist die Situation

für den Erosions- und Verschlammungsschutz. Die Verfahren Untersaat und Grünroggen liegen jeweils dazwischen. Bei den bodenbiologischen Kriterien liegt das konventionelle Verfahren bezüglich Regenwurmdichten hinter der Untersaat und dem Grünroggen zurück. Deutlich besser schneidet die Maiswiese ab. Die höchste mikrobielle Biomasse resultierte bei Grünroggen, gefolgt von Maiswiese, Untersaat und Konventionell. Die mikrobiellen Aktivitäten waren bei Konventionell immer am tiefsten, weil hier das Angebot an organischer Substanz am niedrigsten war. Der hohe Anfall an leicht abbaubarer Grünmasse führte in der Maiswiese zu den höchsten Werten der N-Mineralisierung und des Zelluloseabbaus. Beim Stickstoffverlustpotential durch Nitratauswaschung bestehen wesentliche Unterschiede zwischen den Verfahren. Das konventionelle Verfahren birgt für die N-Auswaschung zu jeder Zeit ein grösseres Risiko als die andern drei Verfahren, insbesondere der Maiswiese. Das Untersaat-Verfahren bietet nach der Saat keinen Schutz vor N-Auswaschung, ist die Untersaat jedoch etabliert und bleibt sie bis zur Folgekultur bestehen, verhindert sie wirkungsvoll die N-Auswaschung. Das N-Verlustpotential durch Ammoniakverflüchtigung und Denitrifikation ist als Folge der höheren N-Düngung bei den Verfahren Grünroggen und Maiswiese erhöht.

Die Summe der Stickstoffverlustpotentiale durch Nitratauswaschung, Ammoniakverflüchtigung und Denitrifikation ist für die vier Verfahren ähnlich. Eine ökologische Gewichtung der verschiedenen Stickstoffverluste ist zurzeit nicht möglich. Im öffentlichen Interesse steht heute jedoch das Problem der Nitratauswaschung an erster Stelle.

Der Einsatz von Mist zu Mais ist bei der Streifenfrässaat erschwert. Hingegen ist Gülle in der Maiswiese unproblematischer einzusetzen als in den andern Verfahren.

In der Unkrautbekämpfung wurden im konventionellen Verfahren etwa 60 % mehr Herbizide eingesetzt als in den drei anderen Verfahren. Dieser Prozentsatz sinkt, wenn das Verfahren Maiswiese ebenfalls chemisch reguliert wird. Die Gefährdung der Gewässer durch Herbizide wird in der Untersaat, in der Maiswiese und im Grünroggen dennoch stark herabgesetzt. Durch den Erosionsschutz des Grünroggens und der Maiswiese werden Herbizide oberflächlich kaum abge-

schwemmt. Der Unkrautsamenvorrat im Boden reichert sich im Grünroggen-Verfahren stark an.

Bei den Schädlingen überrascht vor allem der tiefe Befall durch den Maiszünsler in der Maiswiese. Es besteht somit keine akute Gefahr, diesen Schädling durch die Maiswiese zu fördern. Ein bemerkenswerter tiefer Befall des Beulenbrands konnte in Grünroggen und in der Maiswiese festgestellt werden. Schneckenprobleme und Fritfliegenschäden traten verstärkt im Grünroggen auf.

Bei den Erträgen (TS-Silomais plus TS-Wiesenschnitt bzw. TS-Grünroggen) erreichen alle vier Verfahren im Mittel der vier Jahre ungefähr die gleichen Werte. Die Ertragsstabilität ist bei der Maiswiese ohne Herbizideinsatz zur Regulierung der Gründecke und beim Grünroggen über die Jahre beurteilt etwas geringer (höheres Risiko).

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit schneidet das konventionelle Verfahren im Versuch am Reckenholz am besten ab. Die Maiswiese mit zweimaligem Mulchschnitt liegt um etwa Fr. 500.- zurück. In ergänzenden Versuchen (Ammon *et al.* 1995) hat sich gezeigt, dass die mit Herbiziden regulierte Maiswiese ein ähnliches wirtschaftliches Ergebnis bringt wie das konventionelle Verfahren.

Erosionsschutz und Verminderung der Herbizid- und Nitratbelastung der Gewässer sind die wesentlichen Vorteile, welche die Maiswiese im Vergleich zum konventionellen Maisanbau bietet. Um gleiche wirtschaftliche Erträge mit der Maiswiese zu erzielen, ist jedoch nach heutigen Kenntnissen ein erhöhter Stickstoffeinsatz erforderlich. Die verbleibenden ökologischen Vorteile wiegen unseres Erachtens jedoch stärker.

## LITERATUR

Ammon H.U. und Garibay S., 1995. Die Maiswiese - ein neues Anbauverfahren. *Mais* 23 (2), 68-71.

Ammon H.U., Scherrer C. und Mayor J.P., 1995a. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Unkrautentwicklung und Bodenbedeckung. *Agrarforschung* 2 (9), 369-372.

Ammon H.U., Bohren C., Scherrer C. und Waldburger M., 1995b. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Erträge mit mechanisch oder chemisch regulierter Begrünung. *Agrarforschung* 2 (9), 376-379.

Anken T., Bohren C. und Ammon H.U., 1991. Streifenfrüsaat: Ökologie und Maisertrag in Einklang. *UFA-Revue* 2, 14-15.

Anken T., Ammon H.U., Bohren C., Ryter H. und Storny W., 1993. Maiswiese - Konzept für einen umweltschonenden Maisanbau. *UFA-Revue* 3, Sonderdruck.

Bigler F., Waldburger M. und Ammon H.U., 1995a. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Die Verfahren im Vergleich. *Agrarforschung* 2 (9), 353-356.

Bigler F., Waldburger M. und Frei G., 1995b. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Krankheiten und Schädlinge. *Agrarforschung* 2 (9), 380-382.

Bigler F., Waldburger M. und Frei G., 1995c. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Insekten und Spinnen als Nützlinge. *Agrarforschung* 2 (9), 383-386.

Högger Ch., 1995. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Arten und Anzahl Nematoden. *Agrarforschung* 2 (9), 387-388.

Jäggi W., Oberholzer H.-R. und Waldburger M., 1995. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Auswirkungen auf das Bodenleben. *Agrarforschung* 2 (9), 361-364.

Schubiger F., Waldburger M. und Bigler F., 1995. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Entwicklung und Wachstum. *Agrarforschung* 2 (9), 373-375.

Walther U., Jäggi F. und Waldburger M., 1995. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993:  $N_{min}$ -Gehalte des Bodens. *Agrarforschung* 2 (9), 365-368.

Weisskopf P., Zihlmann U. und Waldburger M., 1995. Vier Maisanbauverfahren 1990 bis 1993: Bodenphysikalische Parameter. *Agrarforschung* 2 (9), 357-360.

## RÉSUMÉ

### Bilan écologique et économique de quatre systèmes de culture du maïs

Quatre systèmes de culture du maïs ont été évalués en considérant des critères écologiques et économiques. Les systèmes de culture étaient: 1. Système traditionnel, ST (labour en automne, traitement herbicide de surface), 2. Système traditionnel avec semis intercalaire, STI (labour au printemps, traitement herbicide localisé sur la ligne) 3. Semis sur bandes fraisées dans du seigle fourrager, SBS (semis du seigle en automne, semis du maïs après broyage du seigle, traitement herbicide localisé sur la ligne) 4. Semis sur bandes fraisées dans une prairie, SBP (coupe de la prairie avant semis du maïs, traitement herbicide localisé sur la ligne, broyage des repousses de la prairie deux fois après semis de maïs).

L'évaluation porte sur huit groupes de critères principaux (physique et biologie du sol, apport d'engrais azoté, régulation des adventices, ravageurs et maladies, organismes auxiliaires, rendements et résultats économiques) qui sont eux-mêmes chacun divisés en plusieurs critères. Le but de l'évaluation est de présenter un nombre de critères caractérisant les systèmes de culture du

maïs et de discuter leurs valeurs écologiques et économiques. Le tableau présentant environ 35 critères permet des évaluations spécifiques adaptées aux besoins du producteur de maïs et à la situation de son exploitation. Les avantages du semis sur bandes fraisées par rapport au système traditionnel portent sur la protection de l'érosion et la diminution du risque de polluer les eaux par des herbicides et du nitrate. Pour assurer des rendements égaux, il est cependant nécessaire d'appliquer des quantités d'engrais azotés plus élevées dans le semis sur bandes fraisées. Les avantages écologiques de ce système sont à notre avis tout de même remarquables.

## SUMMARY

### Ecology and economy of four maize cropping systems - a synopsis

Four maize cropping systems were evaluated by taking into account a number of ecological and economical criteria. The four cropping systems were: 1. Traditional system, TS (ploughing in autumn, broadcast application of herbicides), 2. Traditional system with grass/clover underseed, TSU (ploughing in spring, herbicides applied in drill-bands, hoeing followed by sowing of a grass/clover mixture), 3. Drilling in a rotovated band in rye, DBR (no till, rye sown in autumn, rye mulched in spring prior to drilling of maize in rotovated bands, herbicides in drill-bands), 4. Drilling in rotovated bands in meadow, DBM (no till, meadow harvested in spring prior to drilling of maize in rotovated bands, herbicides in drill-bands). Eight major groups of criteria (physical and biological soil parameters, nitrogenous fertilizer application, weed control, diseases and insect pests, natural enemies, yield and economics) are listed in a table. The aim of the evaluation is to present a number of criteria that characterize the crop systems and to discuss their ecological and economical values. The table presents approximately 35 single criteria which can be used as a whole or as parts to evaluate the ecological and economical advantages of each maize cropping system according to the specific needs of the farm and the preferences and judgement of the farmer. The main advantages of drilling in rotovated bands compared to the traditional system, is the soil protection from erosion and the reduced risk of water pollution with herbicides and nitrate. In order to obtain equal yields it is however necessary to apply more nitrogenous fertilizers in the system of drilling in rotovated bands in meadow. Yet, the overall ecological advantages of this system are, to our opinion, outweighing this disadvantage.

**KEY WORDS:** Maize crop system, evaluation, ecology, economy