

Pflanzen

Erträge von Silomais nach verschiedenen Anbauverfahren

Christian Bohren¹, Hans Ulrich Ammon², David Dubois¹ und Bernhard Streit¹, ¹Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich; ²Trottenstr. 34, CH-8180 Bülach

Auskünfte: Christian Bohren, e-mail: christian.bohren@fal.admin.ch, Fax +41 (0)1 377 72 01, Tel +41 (0)1 377 72 38

Zusammenfassung

Im herkömmlichen Maisanbau ist die Bodenoberfläche während der Jugendentwicklung im Frühjahr beinahe zwei Monate lang unbedeckt. In der Schweiz fallen während dieser Zeit viele Niederschläge, häufig in Form von Gewitterregen. Somit besteht ein erhöhtes Risiko für Bodenerosion. Streifenfrässaat und Direktsaat von Mais verhindern diese Erosion. Versuche während der letzten zwölf Jahre haben ergeben, dass die Silomaiserträge bei Streifenfrässaat in Klee-Gras-Mischungen und andere Vorbegrünungen etwa gleich hoch sind wie im herkömmlichen System nach Pflügen. Voraussetzung für einen guten Ertrag ist allerdings eine erfolgreiche Kontrolle der Begrünung zwischen den Reihen.

In allen Anbauverfahren hatte die Raigrasbedeckung bei Ende der Pflegebehandlung, das heisst während des 7- bis 12-Blatt Stadiums von Mais, auf den Ertrag einen entscheidenden Einfluss. In der Regel können mit der Streifenfrässaat dank der Bodenbearbeitung im Bereich der Maispflanzen zuverlässiger hohe Silomaiserträge erzielt werden als mit der Direktsaat ohne jegliche Bodenbearbeitung.

In den intensiven Milchproduktionsgebieten des schweizerischen Alpenvorlandes wird in der Fruchtfolge vor Mais häufig eine zweijährige Klee-Gras-Mi-

schung angesät und unmittelbar vor der Maissaat zu Futterzwecken genutzt. Danach wird üblicherweise gepflügt, intensiv gegelgt und der Mais gesät. In der

Phase der Jugendentwicklung des Mais sind Gewitter häufig. Oft fallen in kurzer Zeit grosse Niederschlagsmengen. Da der Boden während dieser Zeit nahezu unbedeckt ist, besteht auf diesen Maisfeldern ein erhöhtes Risiko für Erosion und für die Abschwemmung von Pflanzenschutzmitteln und Nährstoffen in die Oberflächengewässer. Um diese negativen Auswirkungen des intensiven Maisanbaus zu minimieren und um die Arbeitsabläufe zu vereinfachen, begannen verschiedene Lohnunternehmer in der Schweiz Ende der 1980er Jahre Systeme zu entwickeln, um Mais ohne Umbruch in eine Wiese zu säen.

Ökologischere Anbaumethode

Das erfolgreichste Konzept entwickelte Walter Witzig aus Feldbach, Kanton Zürich (Ammon *et al.* 1990). Er baute eine handelsübliche Bodenfräse so um, dass der Boden in vier Rotoren mit je zwölf Winkelmessern in einem Reihenabstand von 75 cm nur in einem etwa 20 cm breiten Streifen der Wiese bearbeitet wurde, wo später der Mais stand. Dazwischen blieb der Boden unbearbeitet. Unterfussdünger und Herbizide zur Saat wurden nur im Bereich des Frässtreifens ausgebracht. Im Rahmen von detaillierten Untersuchungen stellten Bigler *et al.* (1995) fest, dass dieses Anbauverfahren praxistauglich war und im Vergleich zu herkömmlichen Pflugverfahren die Umwelt bezüglich Boden und Nährstoffaustrag ins Grundwasser weniger belastete.

Bei pfluglosen Mais-Anbauverfahren werden die Bestandesführung der Kultur sowie die Kontrolle der Begrünung in den Reihen und vor allem zwischen den Reihen sehr anspruchsvoll (Foto: FAL).



Anken und Berweger (1998) wiesen eine Schonung der Bodenstruktur und Rüttimann (2001) eine Verminderung des Erosionsrisikos nach. Nebst den ökologischen Vorteilen brachte die Streifenfrässaat auch einen ökonomischen Nutzen, indem sie im Vergleich zum herkömmlichen Pflugsystem zu weniger Treibstoffverbrauch und geringerem Arbeitszeitbedarf führte.

Der Schlüssel zum Erfolg der Streifenfrässaat war eine wirksame und konsequente Unkrautkontrolle. Beim herkömmlichen Maisanbau setzte sich die Ackerbegleitflora mehrheitlich aus Keimlingen von einjährigen Unkräutern und Gräsern zusammen. Im pfluglosen Anbau hingegen mussten oftmals konkurrenzstarke Vorkulturen kontrolliert werden, was ganz neue Anforderungen an die Unkrautbekämpfung stellte (Ammon 1997).

Entwicklung der Streifenfrässaat

Anfänglich führte die nachwachsende Vorbegrünung in Zusammenhang mit einer noch unzulänglichen Sätechnik zu massiven Konkurrenzproblemen. Als schwierig erwies sich die Bekämpfung der Gräser, von Grünschnittroggen (*Secale cereale* L.) in den ersten Versuchsjahren und von Italienisch Raigras (*Lolium multiflorum* L.) später. Seit Beginn der Ausbreitung des Systems in der Praxis führte die Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, FAL, begleitende Untersuchungen durch, um die Empfehlungen an die Praktiker laufend zu verfeinern. Das Vorgehen zur gezielten Begrünungsregulation und die Eignung verschiedener Vorkulturen für die Streifenfrässaat wurden in mehreren Feldversuchen abgeklärt. In den letzten Jahren wurde auch die Direktsaat in diese Untersuchungen einbezogen.

Heute sind in der ganzen Schweiz 35 Streifenfräsen im Einsatz, welche jährlich etwa 3'000 Hektaren Mais fast ausschliesslich in Klee-Gras-Mischungen säen. Die beachtliche Verbreitung dieses modernen Maisanbauverfahrens in der Schweiz hat auch dazu geführt, dass Streifenfräsen in grenznahen Gebieten des Vorarlbergs und Baden-Württembergs eingesetzt werden. Zudem versuchen Landwirte im Süden Englands seit Frühjahr 2002 unter dem Namen «Swiss Drill» mit einer Streifenfräse aus der Schweiz Erosions- und Umweltprobleme zu lösen und Anbaukosten von Silomais zu reduzieren.

In letzter Zeit wurde Mais vermehrt mit Direktsaat ohne jegliche Bodenbearbeitung angebaut. Diese Extremform pflugloser Bewirtschaftung ist eine Weiterentwicklung umweltschonender Anbausysteme. Sie stellt höchste Anforderungen an die Betriebsleiter bezüglich rechtzeitiger und wirkungsvoller Unkrautbekämpfung.

Anbauversuche während zwölf Jahren

Während zwölf Jahren hat die FAL pfluglose Mais-Anbausysteme in zahlreichen Versuchen erforscht. Versuche mit Streifenfrässaat wurden am Strickhof in Wetzikon (ZH), bei Landwir-

ten in den Regionen von Sempach (LU) und Zürich sowie an den Forschungsanstalten FAL in Zürich-Reckenholz und FAT in Tänikon durchgeführt. Die Direktsaat konnte in den Jahren von 1997 bis 2001 in die FAL-Versuche einbezogen werden.

Die Saat in verschiedene Vorbegrünungen (Tab. 1) erfolgte jeweils mit dem neusten Typ der Streifenfräse und einer aufgebauten handelsüblichen Monosem-Sämaschine. Für die Direktsaat wurden verschiedene Typen verwendet. In Tänikon kam von 1990 bis 1992 eine Einzelkornsämaschine mit Nasenschar zum Einsatz. Die angestrebte Saatchichte betrug in allen Verfahren 96'000 Körner pro Hektare. Bis 1995 wurde die Sorte Athlet (KWS), 1996 an der FAL die Sorte LG 2243 (Limagrain) und in den restlichen Versuchen die Sorte Magister (Hilleshög) verwendet.

Bei den Streifenfrässaaten wurden zur Saat meist 2,5 l/ha des Bodenherbizides Primagram S Gold mit 400 g/l Metolachlor und 320 g/l Atrazin zur Kontrolle keimender Unkräuter auf das bearbeitete Band ausgebracht. Als Unterfussdüngung wurden pro Hektare 30 kg N in Form von Ammonsalpeter mit 27 % N durch die Rotoren der Streifenfräse in den Boden eingearbeitet. Spätere Düngergaben erfolgten

Tab. 1. Komponenten der Vorbegrünungen

Vorbegrünungen	Gehalt	Saatmenge
Klee-Gras	Standard Mischung 200	
	Italienisch Raigras	200 g
	Rotklee	150 g
	Hafer + Inkarnatklee	
	Grünschnittthafer	500 g
	Inkarnatklee	200 g
winterharte Gründüngung	Chinakohlrübse Buko	
frostempfindliche Gründüngung	Oelrettich	
	Gelbsenf	

Tab. 2. Zusammensetzung der Herbizidmischungen

Herbizidbehandlungen	Name (Wirkstoff)	Dosis	Wassermenge
einmalige Behandlung	Roundup (Glyphosate 360 g/l) oder	3 l/ha	200 l/ha Wasser
	Basta (Glufosinate 200 g/l)	4 l/ha	400 l/ha Wasser
zweimalige Behandlung	Glyphosate oder Glufosinate und		
	Titus (Rimsulfuron 25 %)	40 g/ha	
	+ Exell	0,5 l/ha	400 l/ha Wasser
	oder		
	Dasul (Nicosulfuron 40 g/l)	1 l/ha	400 l/ha Wasser
	+ Mikado (Sulcotrione 300 g/l)	+ 1 l/ha	

gemäss den Empfehlungen der Eidgenössischen Forschungsanstalten direkt zu den Maisreihen. Bei Direktsaaten wurden die Herbizide ausschliesslich ganzflächig ausgebracht.

Für die mechanischen Pflegebehandlungen zwischen den Reihen wurde ein einreihiges Mulchgerät verwendet. Ergänzend zur Bandspritzung wurden Herbizide mit einer Rückenspritze und einem Dreimeterbalken ganzflächig ausgebracht (Tab. 2).

Das Ausmass der Bodenbedeckung durch lebendes oder totes Pflanzenmaterial wurde durch visuelles Bonitieren im Jugend-

stadium des Maises im 2- bis 4-Blatt Stadium und nach Abschluss der Behandlungen im 7- bis 12-Blatt Stadium eingeschätzt. Die Ertragshebungen erfolgten durch die Ernte der zwei mittleren der vierreihigen Kleinparzellen mit einem Kleinparzellen-Silomaishäcksler. Die Versuche waren als randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt.

Gezielte Wahl der Vorbegrünung

Für die Vorbegrünung stehen winterharte und frostempfindliche Gründüngungen sowie verschiedene Klee-Grasmischungen (Tab. 1) zur Verfügung. In der

Praxis sind heute ertragsstarke Klee-Gras-Mischungen und namentlich die Standardmischung 200 die am weitesten verbreiteten Vorkulturen zu Mais. Bereits zu Beginn der Versuchsarbeit zeigte sich, dass in Klee-Gras-Mischungen vor allem das Raigras zwischen den Maisreihen schwierig zu kontrollieren war. Deshalb versuchte man, im Sinne einer Ertragssicherung des Maises, verschiedene, einfacher zu kontrollierende Gründüngungen einzusetzen (Tab. 3). Ertragsunterschiede, die auf den Einfluss der Vorbegrünung zurückgingen, waren wegen der grossen Streuungen selten statistisch gesichert.

Die Streifenfrässaat in Klee-Gras erzielte im Durchschnitt der Jahre die geringsten Erträge. Bis zu 25 % höhere Erträge resultierten nach der Hafer-Inkarnatklee Mischung, welche nur im Herbst geerntet wurde, und nach Gründüngungen.

Beim Schnitt von Klee-Gras-Wiesen zum Silieren im Frühjahr besteht ein höheres Risiko, dass sich Faktoren wie Bodenverdichtungen, schlechte Durchlüftung des Bodens oder der starke Wiederaustrieb des Raigrases negativ auf den Maisertrag auswirken. Deshalb sind die Anforderungen an die Betriebsleiter bezüglich Bestandesführung der Kultur einerseits und der Begrünung zwischen den Reihen bei Streifenfräs- oder bei Direktsaat in eine Klee-Gras-Mischung andererseits deutlich höher als in unkrautarme Gründüngungen oder bei Saaten in herkömmlichen Systemen mit Pflügen.

Begrünung regulieren statt Unkraut bekämpfen

Nach der intensiven Bodenbearbeitung im herkömmlichen Maisanbau nach dem Pflügen keimten meist einjährige Ackerunkräuter und Ungräser. Diese konnten mit einer einmaligen Anwendung von Bodenherbizi-

Tab. 3. Silomaiserträge nach Streifenfrässaat in verschiedene Vorbegrünungen; Durchschnittserträge aus den jeweils ertragreichsten Pflegeverfahren

Jahr	Versuchsort	Klee-Gras (SM 200)	Hafer/Inkarnatklee	winterharte Gründüngung	frostempfindliche Gründüngung
		kg Trockensubstanz pro Are			
2000	Rümlang	190	209	200	204
1999	Rümlang	208	212	208	215
1998	Rümlang	178	189	181	191
1997	Reckenholz	200 a ¹	196 ab	184 b	192 ab
1997	Wetzikon	165	182	-	-
1997	Sempach	162	178	174	-
1996	Reckenholz	190	195	188	-
1996	Wetzikon	169	180	-	-
1995	Wetzikon	141	132	-	-
1993	Wetzikon	158	-	163	-
1993	Reckenholz	188 b	-	201 a	-
1992	Wetzikon	145	-	169	-
Mittelwert		175	186	185	200

¹ Mit unterschiedlichen Buchstaben versehene Mittelwerte sind signifikant voneinander verschieden (p < 0.05)

den oder Herbizidkombinationen im Vor- oder Nachauflauf bekämpft werden. In Systemen mit reduzierter Bodenbearbeitung waren nicht nur Ackerunkräuter sondern auch Futter- oder Gründüngungspflanzen in allen Wachstumsstadien vor allem zwischen den Maisreihen zu kontrollieren. Eine einmalige ganzflächige Herbizidapplikation reichte nicht mehr aus.

Nach der Saat in dichte Gründüngungsbestände mit wenig Unkräutern und Ungräsern waren hohe Silomaisserträge oftmals ohne jegliche Herbizidbehandlung möglich.

Im Biolandbau liesse sich der Bewuchs zwischen den Maisreihen mit mechanischen Pflegeverfahren regulieren, sofern das Unkrautproblem in den Maisreihen praxisgerecht gelöst werden kann.

Raigras nachhaltig kontrollieren

Raigras stellte in den Versuchen ganz besondere Anforderungen an die Regulierung zwischen den Maisreihen. Bei der Saat in Klee-Gras-Mischungen wurden verschieden intensive, mechanische und chemische Pflegeverfahren im Nachauflauf miteinander verglichen. Beim Einsatz mechanischer Verfahren war die Konkurrenz vor allem der Gräser im Zwischenreihenbewuchs so ausgeprägt, dass meist Ertragseinbußen resultierten. Einzig in Gebieten mit über 1'000 mm Niederschlag pro Jahr oder auf Feldern mit hohem Grundwasserstand liessen sich mit erfolgreicher mechanischer Kontrolle der Bodenbedeckung vergleichbare Erträge wie in Verfahren mit Herbizidbehandlungen erzielen.

Eine zweimalige chemische Nachauflauf-Behandlung (Tab.4) ergab fast immer einen deutlichen Mehrertrag im Vergleich zur einmaligen Behandlung. Ob-

Tab. 4. Einfluss von einmaliger oder zweimaliger Herbizidbehandlung auf den Ertrag von Silomais nach Streifenfrässaat in Bodenbedeckungen aus Klee-Gras in verschiedenen Versuchen

Jahr	Versuchsort	kg Trockensubstanz pro Are	
		einmalige Behandlung	zweimalige Behandlung
2001	Rümlang	181	175
2001	Sempach	99 b ¹	179 a
2000	Rümlang	178	190
1999	Rümlang	187	208
1998	Rümlang	169	178
1997	Reckenholz	193	200
1996	Reckenholz	186	190
1995	Wetzikon	135	141
1993	Wetzikon	158	150
1993	Reckenholz	188 a	152 b
1992	Wetzikon	136	145
Mittelwert		165	174

¹ Mit unterschiedlichen Buchstaben versehene Mittelwerte sind signifikant voneinander verschieden (p < 0.05)

schon die Unterschiede nur in zwei von elf Versuchen signifikant waren, scheinen sich zwei Herbizidspritzungen für eine sichere Kontrolle der Bodenbedeckung und damit für ein geringes Risiko für Ertragsverluste positiv auszuwirken. Mit der Saat eingebrachte Bodenherbizide kontrollierten die keimenden Unkräuter nur in der Maisreihe ausreichend. Bei der Saat in eine Klee-Gras-Mischung ist eine frühe und wirksame Kontrolle des Raigrases notwendig (Anken und Bohren 2001), um einen guten Maisertrag sicherzustellen.

Abbildung 1 zeigt am Beispiel des Versuches in Rümlang 1999 die Bodenbedeckungen zwischen den Maisreihen im 7- bis 12-Blatt-Stadium aller Parzellen mit den entsprechenden Silomaisserträgen. Die Steigungen der Regressionsgeraden zeigen bei der Streifenfrässaat und bei der Direktsaat mit Grasbedeckung einen Zusammenhang zwischen stärkerer Raigrasbedeckung und sinkenden Silomaisserträgen. Diese Abhängigkeit ist bei der Kleebedeckung weder in der Streifenfrässaat noch in der Direktsaat nachweisbar. Die Abhängigkeit zwischen Raigrasbedeckung und Silomais-

trag war im Lauf der Jahre in allen Versuchen mehr oder weniger deutlich zu beobachten.

Vergleich der Saatsysteme

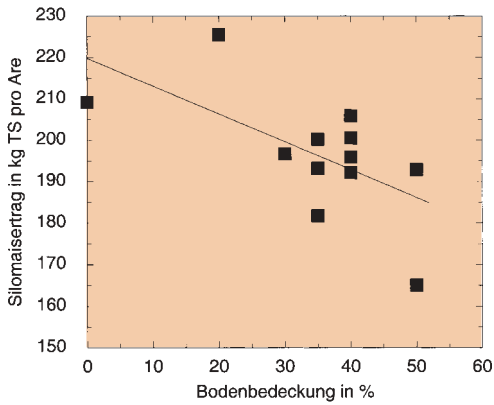
Zu Beginn der Entwicklung der Streifenfrässaat und in den Jahren 1997 bis 2001 wurden Systemvergleichsversuche durchgeführt. Tabelle 5 zeigt die Silomaisserträge aus herkömmlichem Maisanbau nach Pflügen und mit einer Herbizid-Nachauflaufbehandlung sowie die Erträge aus der Streifenfräs- und aus der Di-

Tab. 5. Einfluss von Pflug, Streifenfrässaat und Direktsaat in Bodenbedeckungen aus Klee-Gras-Mischungen auf die Erträge von Silomais

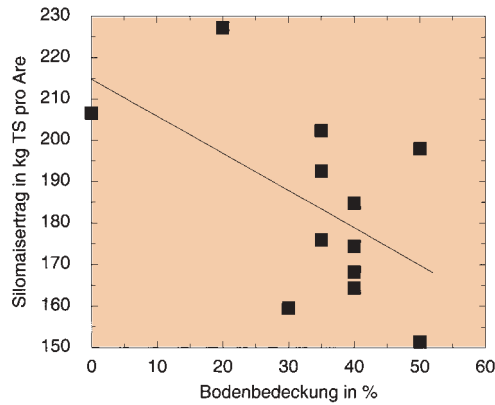
Jahr	Versuchsort	kg Trockensubstanz pro Are		
		Pflug	Streifenfrässaat	Direktsaat
2001	Sempach	190	179	170
2000	Rümlang	204 a ¹	190 a	172 b
1999	Rümlang	204	208	192
1998	Rümlang	176 a	178 a	144 b
1997	Reckenholz	-	200	181
1997	Sempach	157	162	-
1992	Tänikon	163 a	155 a	124 b
1991	Tänikon	148 b	168 a	109 c
1990	Tänikon	142 a	135 ab	112 b
Mittelwert		173	175	151

¹ Mit unterschiedlichen Buchstaben versehene Mittelwerte sind signifikant voneinander verschieden (p < 0.05)

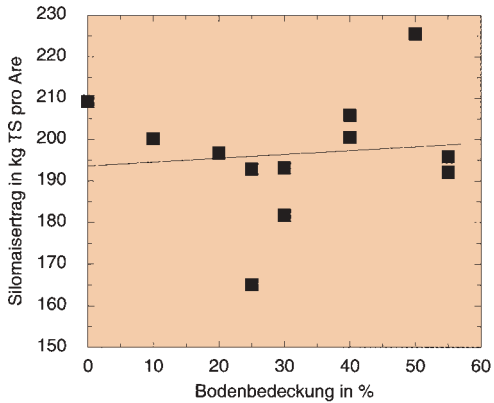
Italienisch Raigras - Streifenfrässaat



Italienisch Raigras - Direktsaat



Rotklee - Streifenfrässaat



Rotklee - Direktsaat

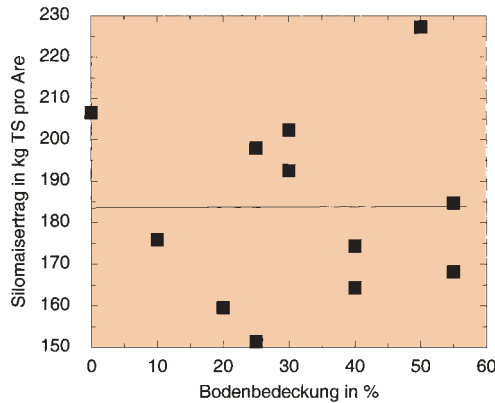


Abb. 1. Einfluss von Raigras und Rotklee zwischen den Maisreihen auf den Silomais-ertrag. Bewertung nach Abschluss der Pflegeverfahren im 7-Blatt-Stadium von Mais nach Streifenfräs- und Direktsaat am Beispiel des Versuches Rümliang, 1999.

rektsaat, beide mit zweimaliger Herbizidbehandlung und in Klee-Gras-Mischungen.

Die Erträge von Silomais nach der Direktsaat in Klee-Gras fielen wegen der fehlenden Bodenbearbeitung und der damit einhergehenden stärkeren Konkurrenz durch Raigras und Klee

deutlich ab. Die Unterschiede zwischen der Direktsaat und den Verfahren mit einer Bodenbearbeitung waren in fünf von acht Versuchen signifikant. Demgegenüber unterschieden sich die Erträge nach der Streifenfrässaat nur in einer Umwelt signifikant vom Pflugverfahren. Der Silomais-ertrag war im Durchschnitt

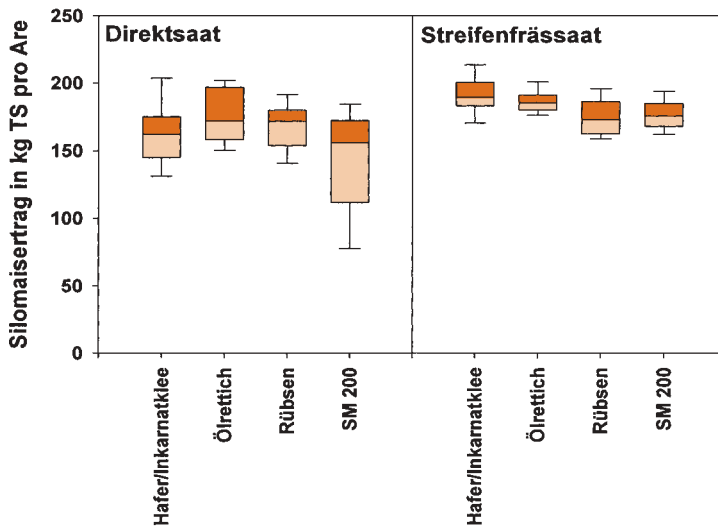
der Jahre gleich hoch wie nach herkömmlichem Anbau.

Maisanbau mit reduzierter Bodenbearbeitung kann die Produktionskosten deutlich senken (Bohren 2000). Zusätzlich werden die ökologischen Leistungen dieser Anbausysteme in einigen Regionen der Schweiz, wie beispielsweise im Seeprojekt von Sempacher-, Baldegger- und Hallwilersee oder im Kanton Bern (Vökt 2001), finanziell abgegolten. Zudem haben Praktiker immer wieder über bessere Erträge von Nachfolgekulturen nach der Streifenfrässaat von Mais berichtet.

Streifenfräse sichert Ertrag

In den Versuchen der Jahre 1997 bis 2000 erfolgte die Maissaat in winterharte und in frostempfindliche Gründungen sowie in Klee-Gras mit der Streifenfräse und mit der Direktsämaschine (Abb. 2). In den Verfahren mit Streifenfrässaat unterschieden sich die mittleren Erträge sowie die Ertragsminima und -maxima im Durchschnitt der Jahre nur geringfügig. Dies deutet auf eine hohe Ertragssicherheit hin. Mit der Direktsaat sind die Mittelwerte nach Gründungen und Hafer-Inkarnatklee mit denjenigen der Streifenfrässaat vergleichbar. Nach der Standardmischung 200 hingegen streuen die Erträge stark und liegen auf einem tieferen Niveau. Hier zeigt sich einerseits die Schwierigkeit, das Klee-Gras frühzeitig und wirksam unter Kontrolle zu bringen. Andererseits ist das Risiko für Ertragsausfälle höher, wenn die Saat ohne Bodenbearbeitung in kompakten Boden erfolgt.

Abb. 2. Silomais-ertrag in kg Trockensubstanz pro Are und seine Streuungen nach Direktsaat und Streifenfrässaat in verschiedenen Vorbe-gründungen. Durchschnitt aus den Versuchen Reckenholz 1997, Rümliang 1998 und 2000.



Beurteilung von pfluglosen Anbausystemen

Pfluglose Anbausysteme für Mais sind in der Schweiz vor allem in den niederschlagsreichen Voralpengebieten und auf Feldern mit hohem Grundwasserspiegel seit Jahren praxis-

tauglich. Der Maisanbau mit Streifenfrässaat, wie mit Direktsaat, ist im Vergleich zu Pflugsystemen umweltverträglicher. Wie die oben beschriebenen zwölfjährigen Versuche zeigen, erfolgt bei sorgfältiger Auswahl und Regulation der Vorbegrünungen keine Ertragseinbusse.

Pfluglose Anbausysteme sind jedoch bezüglich Unkrautbekämpfung und Kulturmassnahmen anspruchsvoller als die herkömmlichen Pflugverfahren. Zwischen den Maisreihen sind unerwünschte und konkurrenzstarke Kulturpflanzen wie Italienisch Raigras in allen Wachstumsstadien frühzeitig und wirksam zu kontrollieren. Dabei muss sich der Einsatz der Herbizide nach der auf dem Feld vorhandenen Begrünung richten.

Mechanisches Mulchen oder unkrautarme Gründungen erlau-

ben ein herbizidfreies Reguli-onsmanagement zwischen den Maisreihen. Die in der Maisreihe auflaufenden Unkräuter lassen sich in der bisherigen Praxis meist nur mit Herbiziden nachhaltig kontrollieren. Für eine erfolgreiche Anwendung der Streifenfrässaat im Biolandbau müssten die Methoden der mechanischen Unkrautbekämpfung in den Reihen weiterentwickelt werden.

Literatur

■ Ammon H.-U., Bohren Ch. und Anken Th., 1990. Breitband-Frässaat von Mais in Wiesen- und Gründüngungsbestände mit Mulch-Schnitt zwischen den Reihen. *Z.PflKrankh. PflSchutz, Sonderheft, XII*, 229- 235.

■ Ammon H.-U., 1997. Weed control in transition – from weed eradication to vegetation management, *10th EWRS (Weed Research Society) Symposium, Poznan, Proc.*, 87-94.

■ Anken T. und Berweger J., 1998, Den Kinderschuhen entwachsen. *UFA-Revue 3/98*, 18-20.

■ Anken T. und Bohren C., 2001. Mais: Anspruchsvoller Start. *Schweizer Landtechnik 4/2001*, 4-6.

■ Bigler F., Waldburger M. und Ammon H.-U. 1995. Die Verfahren im Vergleich. *Agrarforschung 2 (9)*: 353-356.

■ Bohren C., 2000. Maissaat mit reduzierter Bodenbearbeitung in verschiedenen Zwischenkulturen. *Z.PflKrankh. PflSchutz, Sonderheft, XVII*, 319-326.

■ Rüttimann M., 2001. Boden-, Herbizid- und Nährstoffverluste durch Abschwemmung bei konservierender Bodenbearbeitung und Mulchsaat von Silomais. *Physiogeographica*, Bd. 30.

■ Vökt U., 2001. Bodenschutzkonzept des Kantons Bern. *Agrarforschung 8 (1)*: 4-5.

RÉSUMÉ

Influence de différentes techniques de semis sur les rendements du maïs d'ensilage

Dans le système de production de maïs conventionnel, le sol n'est pas couvert durant les premiers stades de développement de la culture, soit pendant presque deux mois. En Suisse, à cette période, les pluies sont fréquentes et souvent sous forme d'orage, donc il y a un risque d'érosion élevé. La réalisation d'un semis en bandes fraisées ou d'un semis direct permet de réduire cette érosion. Des essais réalisés ces douze dernières années ont montré que des semis en bandes fraisées dans différents couverts végétaux autorisent des productions en maïs ensilage comparables à celles obtenues avec le système conventionnel avec labour. Cependant, une bonne maîtrise de la couverture végétale de l'interligne est importante pour atteindre un bon rendement. Dans les expériences de semis en bandes fraisées effectuées dans des mélanges trèfle-graminées, les rendements étaient, en moyennes annuelles, égales à ceux obtenus avec les semis après labour. En comparaison avec les autres systèmes de culture, les rendements obtenus en semis direct après différentes cultures étaient souvent comparables. Néanmoins, ils étaient nettement réduits après un mélange trèfle-graminées. Avec tous les procédés de culture, la couverture de ray-grass présente entre les stades 7 à 12 feuilles du maïs a eu une influence décisive sur les rendements. D'une manière générale, grâce au travail du sol effectué sur la ligne de maïs, le semis en bandes fraisées a permis des rendements régulièrement supérieurs, comparativement à un semis direct sans aucun travail du sol.

SUMMARY

Impact of different cultivation techniques on yield of maize silage

During the early growth of conventionally cropped maize, the soil surface is usually uncovered for nearly two months. Frequent heavy rainfalls, typical for Switzerland in spring, increase the risk of soil erosion. Cropping systems with reduced tillage intensity are suitable measures to prevent these negative environmental impacts. With rotary band seeding, a new system for maize cropping developed at the Swiss Federal Research Station, soil cultivation is limited to a small strip where maize plants are drilled while the soil between the maize rows remains undisturbed. Results of field trials during the last twelve years with different cover crops or grass clover lay showed similar yield of silage maize with rotary band seeding or conventional tillage after moldboard plough. Efficient and early weed control between the rows was crucial for high maize yield. With no-tillage, yield of maize silage drilled after grass clover lay was significantly lower as compared to rotary band seeding and conventional tillage but similar to all cropping systems when drilled after any other cover crops. Percentage of soil cover by ryegrass at the 7 to 12 leaf stage of maize was strongly correlated with the amount of silage maize harvested. An effective control of the cover crop and particularly of ryegrass has shown to be a key factor for the success of reduced tillage cropping systems.

Key words: maize, cover crop, cropping systems, rotary band seeding, no-tillage, soil erosion, weed control