

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 52 (1990)
Heft: 8

Artikel: Mulchsaat von Mais in Gründungsbestände
Autor: Sturny, Wolfgang G. / Meerstetter, Andres
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081161>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Mulchsaat von Mais in Gründüngungsbestände

Wolfgang G. Sturny, Andres Meerstetter¹⁾

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass ein Verzicht auf die wendende Pflugarbeit ohne Ertragseinbussen möglich ist, sofern die Begleitflora der Gründüngung reguliert werden kann und die angepasste Sätechnik exakt eingesetzt wird. Mulchsaat mit herkömmlicher Einzelkornsämaschine nach einer Saatbettbereitung mit dem Zinkenrotor ist eine kostengünstige Universallösung. Bei nahezu unkrautfreien, nichtwinterharten Gründüngungsbeständen genügt die Spatenrolle. Spezialmaschinen für Streifenfräs- oder Direktsaat eignen sich nur für Lohnunternehmer, Grossbetriebe und überbetrieblichen Einsatz.

Von 1960 bis 1989 hat die Maisanbaufläche in der Schweiz um das knapp 20fache auf 66'300 ha zugenommen. Die Ausdehnung dieser selbstverträglichen Futterpflanze ist durch die rasante Entwicklung von Mechanisierung, Pflanzenschutz und Hybridzüchtung möglich geworden. Wird Mais im Fruchtwechsel angebaut – und das dürfte in rund 80 % der Fälle zutreffen (AMMON und BOHREN, 1988) – ergeben sich kaum Probleme.

Hingegen treten bei stark vereinfachten Fruchtfolgen und einseitigen Produktionsverhältnissen negative Auswirkungen auf Boden und Umwelt deutlich zutage. Die bei traditioneller Bodenbewirtschaftung unvermeidliche

Überlockerung der Ackerkrume sowie die sieben- bis achtmonatige Bracheperiode zwischen der Herbstfurche und dem Reihenschluss des Maisbestandes lassen die unbedeckte Bodenoberfläche den Witterungseinflüssen ausgesetzt. Es besteht eine erhöhte Gefahr von Bodenverdichtung, -verschlammung, -verkrustung und -erosion sowie Nähr- und Hilfsstoffauswaschung, insbesondere auf gefügelabilen Standorten.

Das Mulchsaatverfahren ist geeignet, diese Nachteile und Probleme zu vermeiden oder zumindest zu entschärfen (Abb. 1).

¹⁾ Kant. Landw. Schule Bülach



Abb. 1: Maissaat nach Saatbettbereitung mit dem Zinkenrotor bzw. Direktsaat in Phacelia- oder Winterroggen-Mulch bedingt eine effiziente Regulierung der Begleitflora (links). Die Vorteile gegenüber herkömmlichem Maisanbau können beträchtlich sein (rechts).

Tabelle 1: Versuchstechnische Angaben

	Maisversuch 1987	Maisversuch 1988
Standort	FAT-Tänikon («Rüedimoos»)	FAT-Tänikon («Friedau»)
Boden	28 % Ton, 35 % Schluff, 37 % Sand; 5,8 % Humus, pH 7,0	20 % Ton, 34 % Schluff, 46 % Sand; 2,9 % Humus, pH 6,5
Niederschläge/Temperaturen	März: 83,7 mm/ 6,3° C April: 75,7 mm/ 8,4° C Mai: 165,6 mm/ 8,8° C Juni: 192,2 mm/13,5° C	März: 216,8 mm/ 3,0° C April: 63,2 mm/ 8,2° C Mai: 86,4 mm/13,7° C Juni: 125,8 mm/15,1° C
Gründungsbestellung		
Vorfrucht	Raps, Stroh gehäckselt	Raps, Stroh gehäckselt
Organische Düngung (kg/ha)	Rapsstroh + Rindergülle: 40 P ₂ O ₅ , 150 K ₂ O	Rapsstroh + Rindergülle: 30 P ₂ O ₅ , 160 K ₂ O
Bodenbearbeitung/Saat	Grubber; Wendepflug/Gerätekomb.: Rüttelegge + Drillsaat	Spatenrollegge, Paraplow; Wendepflug, Zinkenrotor/Breitsaat
Gründungung	Phacelia: 9 kg/ha (22.8.86) Sommerwicken: 110 kg/ha (22.8.86) Sonnenblumen: 34 kg/ha (22.8.86) Winterroggen (Danko): 120 kg/ha (29.9.86)	Phacelia: 12 kg/ha (14.8.87) Sommerwicken: 130 kg/ha (14.8.87) Sonnenblumen: 43 kg/ha (14.8.87) Winterroggen (Rheidol): 180 kg/ha (17.9.87)
Maisbestellung		
Sorte/Saat	Leader Pau 207/9,4 Pfl./m ² (30.4.87)	Leader Pau 207/9,4 Pfl./m ² (2.5.88)
Mineralische Düngung (kg/ha)	40 N _{min} (16.3.87) 55 P ₂ O ₅ /100 K ₂ O (11.3.87) 75 N (11.7.87)	20 N _{min} (30.3.88) 70 N/85 P ₂ O ₅ /190 K ₂ O (2.5.88) 65 N (14.6.88)
Chemische Unkrautbekämpfung	4 l/ha Basta + 2 kg/ha Gesaprim bei Varianten PH, SW, SB (30.4.87) 2 kg/ha Gesaprim bei Varianten HF, FF, RS (30.4.87)	5 l/ha Basta bei Varianten PH, SW, SB (22.4.88) 0,5 kg/ha Gesaprim Quick in 25-cm-Band (2.5.88) 5 l/ha Laddok (27.5.88)
Mechanische Roggenregulierung	Motormäher bei Variante RS (25.6.87)	Rasenmäher bei Varianten RS, RM (26.5.88)
Schneckenbekämpfung	10 kg/ha Limax-Körner (27.6.87)	Je 10 kg/ha Limax-Körner (10./17.5.88)
Versuchsanlage	Streifenversuch: Pflug-/Gründungsvarianten Lateinisches Quadrat: Bestellverfahren, 4 Wiederholungen	Split-block, 4 Wiederholungen
Parzellengröße	141 m ² (Ernteparzelle = ca. 30 m ²)	54 m ² (Ernteparzelle = 54 m ²)
Pflug-/Gründungsvarianten		
	HF = Herbstfurche (nach Raps-Durchwuchs; 28.11.86) FF = Frühjahrsfurche (nach Raps-Durchwuchs; 16.4.87) PH = Phacelia SW = Sommerwicken SB = Sonnenblumen RS = Roggen-Schnitt	HF = Herbstfurche (nach Raps-Durchwuchs; 28.10.87) FF = Frühjahrsfurche (nach Raps-Durchwuchs; 22.4.88) PH = Phacelia SW = Sommerwicken SB = Sonnenblumen RS = Roggen-Schnitt RM = Roggen-Mulch
Bestellverfahren		
	1 = Zinkenrotor + Einzelkornsaat (EKS) 2 = Spatenrollegge + EKS (ausser SB-Variante) 2* = Bodenfräse + EKS (nur SB-Variante) 3 = Streifenfrässaat 4 = Direktsaat	1 = Zinkenrotor + EKS 2 = Spatenrollegge + EKS 3 = Streifenfrässaat 4 = Direktsaat

1. Konzept der Mulchsaat

Bei der Mulchsaat wird das Mais-saatgut in eine Mulchschicht abgelegt, welche aus Pflanzenresten einer nichtwinterharten bzw. winterharten Gründüngung besteht. Abb. 2 veranschaulicht den Ablauf des Mulchsaatverfahrens innerhalb eines Jahreszyklus. Systematische Einordnung und Konzept von konservierenden Bodenbearbeitungs- bzw. Mulch-

saatverfahren sind bereits anderweitig ausführlich beschrieben worden (MAILLARD, 1985; STURNY, 1987; 1988a; STURNY und MEERSTETTER, 1989).

2. Versuchsdurchführung

Die versuchstechnischen Angaben und Verfahren sind in Tab. 1 aufgeführt. Zusätzlich hat unsere Schwesteranstalt FAP-Recken-

holz in einem Teilversuch verschiedene Herbizidverfahren erprobt (AMMON und BOHREN, 1988). Schliesslich sind im Rahmen zweier Diplomarbeiten der ETH-Zürich (DAEPP, 1987; MEERSTETTER, 1988) zahlreiche Bodenuntersuchungen und Pflanzenerhebungen sowie Verfahrenskostenberechnungen durchgeführt worden.

Die Witterung erwies sich in den beiden Versuchsjahren als recht unterschiedlich: **1987** war durch ein **nasses, kühles Frühjahr** gekennzeichnet, wogegen es **1988** eher **warm und trocken** war (Tab. 1).

3. Resultate und Schlussfolgerungen

Auf die Darstellung von bodenphysikalischen Parametern wird an dieser Stelle verzichtet. Bodentemperatur, -feuchtigkeit und -dichte stellten auf unseren Versuchsstandorten keinen limitierenden Wachstumsfaktor für pfluglose Bestellverfahren dar.

3.1 Stickstoffmineralisierung

Die mässigen Nitratgehalte des Bodens stiegen kurz nach dem Pflügen; dies sowohl im Herbst (1987) als auch im Frühjahr (1988) (Abb. 3). Winterbrache bewirkte eine gewisse Nitratauswaschung.

Von den nichtwinterharten Gründüngungen zeigte Phacelia ein deutlich besseres Stickstoff-Konservierungsvermögen als Sommerwicken und Sonnenblumen, vergleichbar mit Raps-Durchwuchs nach Strohdüngung. Hingegen vermochte der Mitte (1987) bis Ende September (1986) bestellte Winterroggen erst im frühen Frühjahr pflanzenverfügbaren Stickstoff ausge-

Ablauf des Mulchsaatverfahrens im Maisanbau

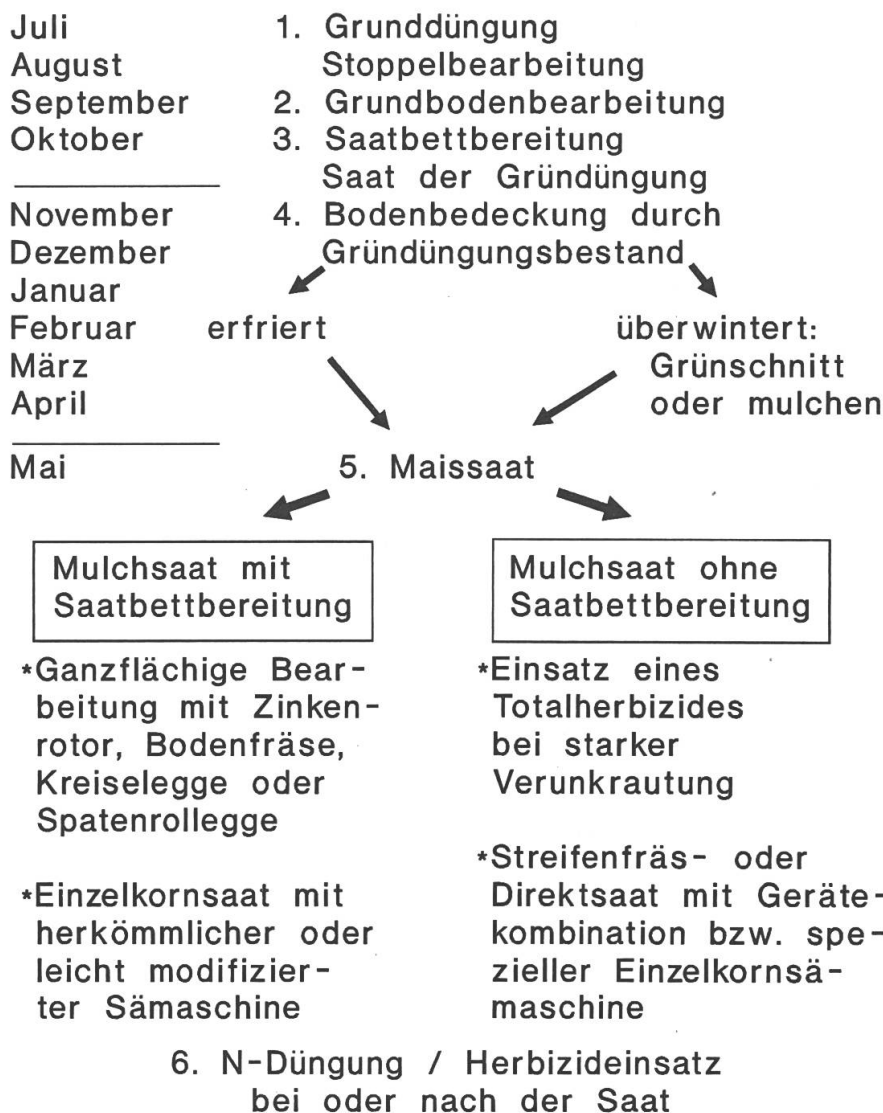


Abb. 2: Konzept des Mulchsaatverfahrens.

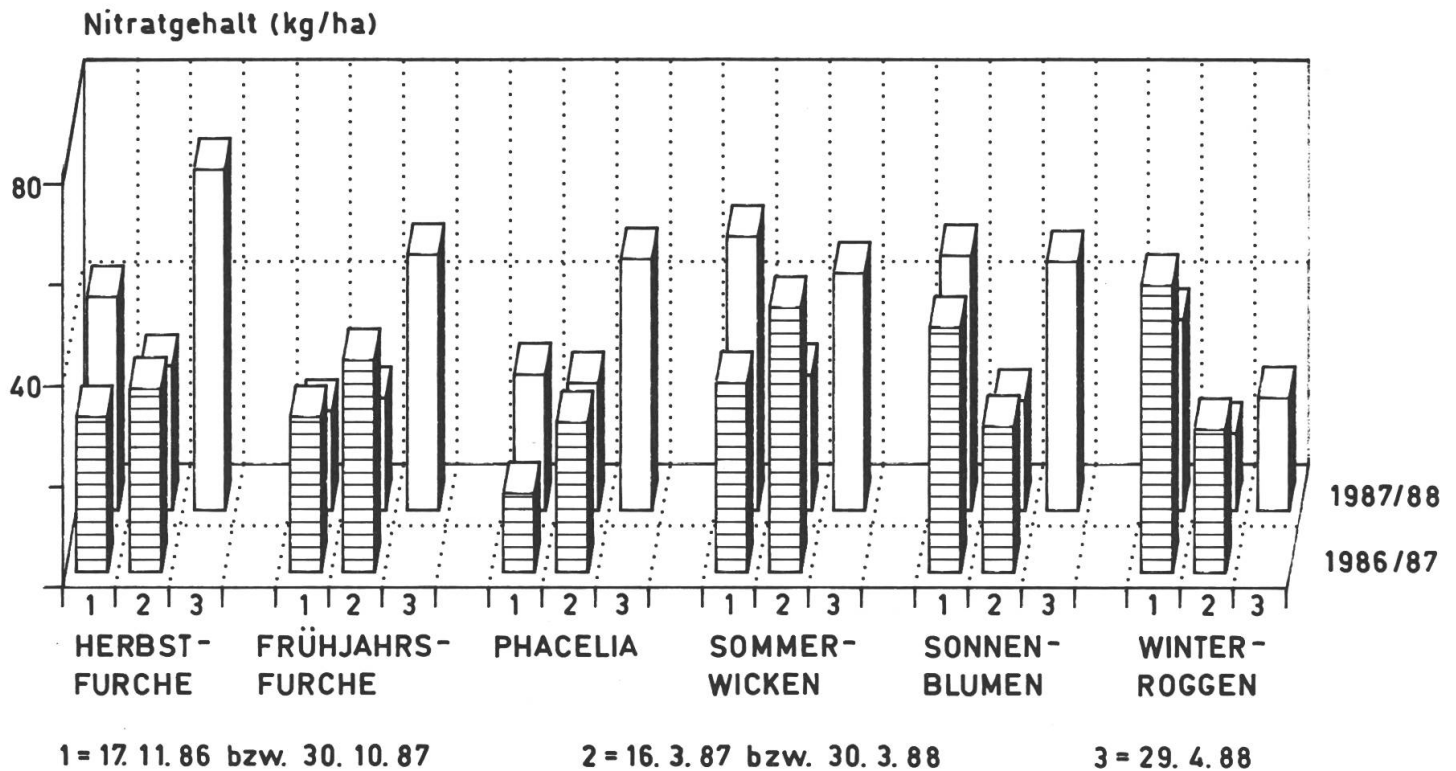


Abb. 3: Einfluss von **Pflugfurche** (nach Raps-Durchwuchs) und **Gründüngung** auf den Nitratgehalt in 0 – 60 cm Bodentiefe, zu zwei (1986/87) bzw. drei (1987/88) Zeitpunkten.

prägt zu binden. Insbesondere Ende April 1988 wiesen die Roggenparzellen die signifikant niedrigsten N_{min} -Werte aller Verfahren auf.

Fazit:

- Die bodendurchlüftende Pflugarbeit fördert die Mineralisierung und somit die Auswaschung von Stickstoff in Bracheperioden.
- Die Vorfrucht Raps (Kreuzblütler) und eine Strohdüngung mit flacher Stoppelbearbeitung (Spatenrollegge) führen aufgrund von N-Aufnahme bzw. N-Fixierung infolge Verrottung zu tiefen Nitratgehalten.
- Phacelia vermag Nitrat-Stickstoff sehr gut zu binden und über Winter zu konservieren.
- Die verzögerte Mineralisierung bei Mulchsaaten von Mais ohne Saatbettbereitung in Phacelia- bzw. Winterroggen-Rückstände könnte eine er-

höhte N-Düngung zur Saat sowie eine reduzierte Kopfdüngung erfordern. Angepasste Düngungskonzepte sind von den zuständigen Stellen noch zu erarbeiten.

3.2 Begleitflora und Regulierungsmassnahmen

Die 1986 relativ spät in Drillsaat ausgebrachten Gründüngungsarten hatten sich nur schwach entwickelt, sodass im Frühjahr 1987 insbesondere die Sonnenblumen-Parzellen mit Vogelmiere (*Stellaria media*) verunkrautet waren. Demgegenüber entwickelten sich die Mitte August 1987 in dichter Breitsaat bestellten Gründüngungen bestens, sodass im Mai 1988 folgender Bodenbedeckungsgrad ermittelt werden konnte: Phacelia = 50 %, Sommerwicken = 70 %, Sonnenblumen = 35 %, Roggen-Schnitt = 75 %, Roggen-Mulch = 99 %. Er-

folgte der Einsatz eines Totalherbizides in den Gründüngungsbeständen 1987 notgedrungen, so war dieser 1988 mehr versuchsbedingt denn zwingend.

Bei der Mais-Mulchsaat nach ganzflächiger Saatbettbereitung mit dem zapfwellengetriebenen Zinkenrotor (Abb. 4) ergaben sich keine Probleme. Hingegen verunmöglichte 1987 der «Unkrauttepich» in den Sonnenblumen-Parzellen die Saatbettbereitung mit der Spatenrollegge. Statt dessen wurde die Bodenfräse eingesetzt. Ebenso wurden in beiden Versuchsjahren die Pflanzenrückstände beim Roggen von der gezogenen Spatenrollegge nur ungenügend eingearbeitet, was zu einem Nachwachsen des Roggens und somit zu einer starken Konkurrenz des Mais führte: Es resultierten niedrigere Wachstumsraten und somit geringere Bestandeshöhen als nach dem Zinkenrotoreinsatz. Diese Fest-



Abb. 4: Der Zinkenrotor hat sich für das Zerkleinern und Einarbeiten üppiger Pflanzenbestände (Gründüngung, Durchwuchs, Unkräuter) bestens bewährt.

stellungen gelten ebenfalls für die Verfahren der Streifenfräs- und Direktsaat. Der Wiederaustrieb des Roggens war nach dem Mulchen deutlich geringer als nach dem Schnitt.

In den Phacelia- und Sonnenblumen-Parzellen fielen 1988 die Verfahren der Streifenfräs- und Direktsaat durch Unkrautarmut auf. Wegen der fehlenden Bearbeitung und somit dichteren Bedeckung keimten deutlich weniger Unkrautsamen als nach ganzflächiger Saatbettbereitung. In den Sommerwicken-Parzellen trieb der abgespritzte Raps-Durchwuchs verschiedentlich wieder aus.

Fazit:

- Die erfolgreiche Einführung von pfluglosen Bestellverfahren in die Praxis ist abhängig von einer effizienten Regulierung der Begleitflora.
- Da die mechanische Unkrautbekämpfung bei einem Pflugverzicht unterbleibt, ist ein üppiger Gründüngungsbestand Voraussetzung für eine effiziente Unkrautunterdrückung.
- Unkrautunterdrückung - letztlich Erosionsschutz - ist mit

früher, dichter und sorgfältiger Saat der Gründüngung (am besten Breitsaat) in ein unkrautfreies Saatbett zu erzielen.

- Während Phacelia, Sommerwicken und Winterroggen eine gute unkrautunterdrückende Wirkung besitzen, befriedigen Sonnenblumen nur bei früher Saat.
- Stark entwickelte Pflanzen (Herbstkeimer inkl. Winterroggen) müssen vor dem Auflaufen des Mais auf chemische oder mechanische Weise zuverlässig beseitigt werden. Da die Wirkung von Totalherbiziden im Frühjahr witterungsbedingt unsicher ist, bietet sich dafür als wirkungsvolle, «integrierte» und zugleich kostengünstige Massnahme eine Saatbettbereitung mit Zinkenrotor oder Bodenfräse an. Die Spatenrollegge ist in diesem Falle zu wenig wirksam.
- Nach Mulchsaaten mit ganzflächiger Saatbettbereitung können die Neukeimer mit der üblichen Strategie inkl. Hacken wie bei herkömmlichen Pflugverfahren bekämpft werden.

Mulchsaaten ohne Saatbettbereitung erfordern nebst Bandspritzung zur Saat ein Sternhackgerät.

- Streifenfräs- oder Direktsaat bzw. Einsatz der Spatenrollegge können bei einem unkrautfreien, nichtwinterharten Gründüngungsbestand ohne spezielle Regulierungsmassnahmen empfohlen werden. Demgegenüber erfordert ein abgeerntetes Winterroggenfeld ein gut angepasstes Konzept gegen Wiederaustriebe, zum Beispiel mit einem Kontakt- plus Bodenherbizid.

3.3 Krankheiten und Schädlinge

Weder nach Mulch- noch nach herkömmlichen Maissaaten konnten Krankheiten beobachtet werden.

Hingegen ist der Maisbestand während des nass-kühlen Frühjahres 1987 im kritischen 1- bis 4-Blattstadium durch *Nacktschnecken* geschädigt worden. Wurden 1987 insbesondere die Maispflanzen der Sonnenblumen-, Sommerwicken- und Phacelia-Parzellen befallen, so wies 1988 vor allem die Winterroggen-Variante eine beträchtliche Schneckeninvasion auf. Um eine Beeinträchtigung des Versuches zu verhindern, sind im zweiten Jahr zweimal Schneckenkörner gestreut worden (Tab. 1).

Fazit:

- Milder Winter und niederschlagsreiches Frühjahr fördern die Schnecken signifikant stärker nach Mulchsaaten in Gründüngungsbestände als bei herkömmlichen Saaten nach Herbstfurche.
- Eine frühzeitige Schneckenbekämpfung kann sich als notwendig erweisen. Möglicherweise kann hierfür schon bald eine in Rothamsted/England entwickelte Methode auf der

Basis eines Frassködors mit Metallkern eingesetzt werden, die scheinbar wesentlich nützlichungsschonender und wirksamer ist als die üblichen Wirkstoffe Metaldehyd und Methiocarb (AID, 1989).

3.4 Ertrag

Die Silomais-TS-Erträge fielen im witterungsbedingt ungünstigen Jahr 1987 in allen Versuchsvarianten niedriger aus als 1988 (Abb. 5). Ergab die Herbstfurche im Mittel aller Bestellverfahren im ersten Versuchsjahr die höchsten Erträge, so waren im zweiten Versuchsjahr die nichtwinterharten Gründungen der Herbstfurche tendenziell überlegen. Dies war einerseits auf die ausgebliebenen Schneckschäden (Ausnahme: Winterroggen), anderseits auf die optimalen Gründungsbestände zurückzuführen. Trotz der periodisch niedrigsten Längenwachstumsraten des Mais in Phacelia-Mulch fand vermutlich aufgrund der Stickstoffdynamik eine Kompensation statt. Das nach Frühjahrsfurche ungenügend abgesetzte Saatbett dieses mittelschweren Bodens bewirkte schlechte Feldaufgänge und beeinträchtigte somit die Erträge.

Die in Abhängigkeit der Bestellverfahren ausgelösten Ertragsunterschiede waren bei schwierigen Witterungs-, Boden- und Konkurrenzbedingungen am grössten. Als «Universallösung für alle Fälle» hob sich das Verfahren der ganzflächigen Saatbettbereitung mit dem Zinkenrotor ab. Insbesondere bei den Varianten Schnitt und Mulch von Winterroggen wurden damit signifikant höhere Erträge erzielt als mit den Verfahren der Spatenrollegge, Streifenfräs- und Direktsaat. Einerseits konnte die Saatgutablage korrekt erfolgen und die Konkurrenz des Mais durch nach-

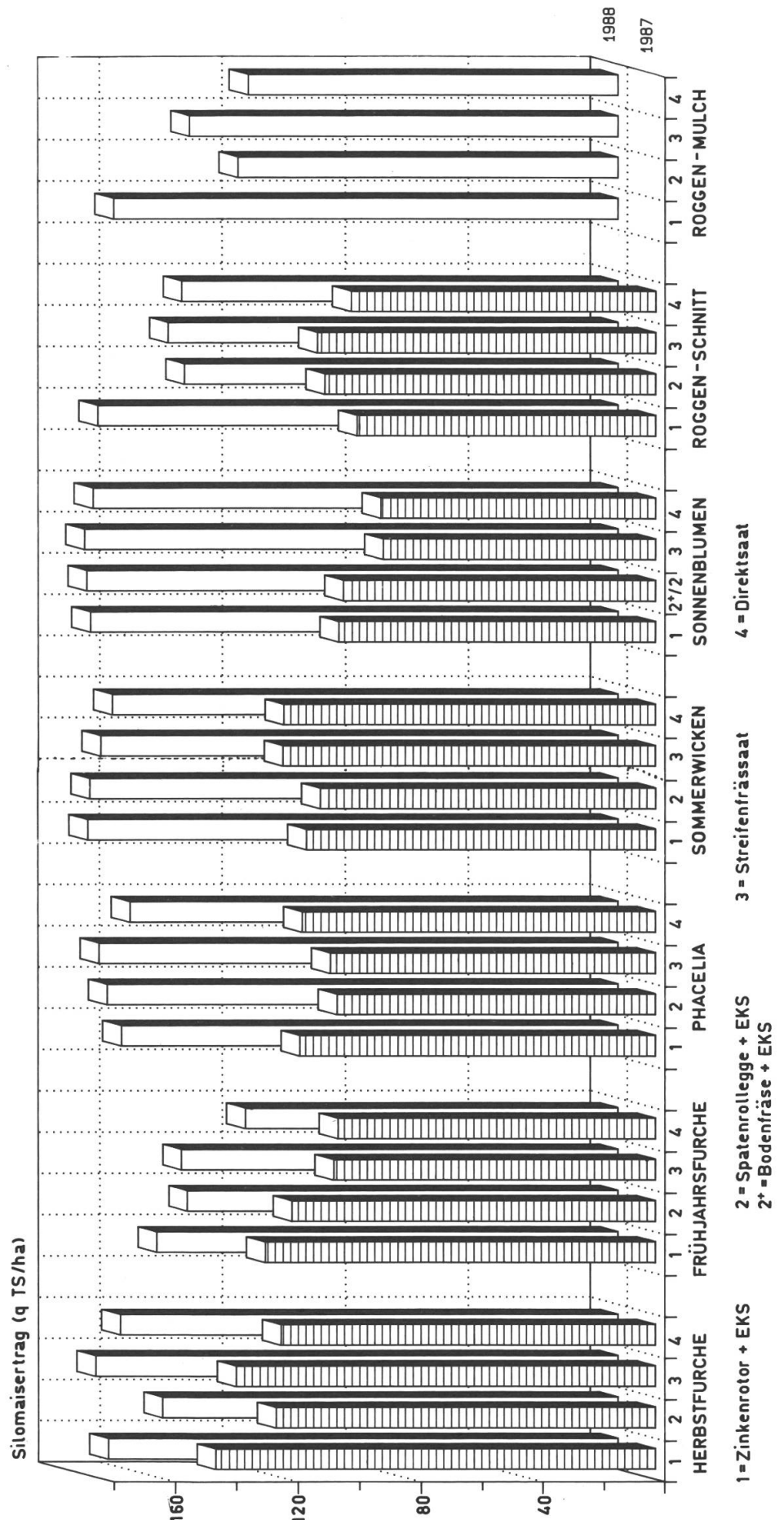


Abb. 5: Einfluss von **Pflugfurche** (nach Raps-Durchwuchs) und **Gründung** sowie von **Bestellverfahren** auf den Silomaisertrag.

wachsenden Roggen eliminiert werden. Andererseits muss angenommen werden, dass bei reduzierter bzw. fehlender Saatbettbereitung die Wurzelabscheidungen und/oder organischen Abbauprodukte der Roggenpflanzen den Mais durch sogenannte *Allelopathie* beeinträchtigen (AMMON, 1989). Hingegen wurden in beiden Versuchsjahren bei Streifenfräs- und Direktsaat nach Roggen-Schnitt die signifikant höchsten TS-Gehalte (+3 bis 4,5 %) ermittelt.

Die an der FAP-Reckenholz durchgeführten umfangreichen Qualitätsuntersuchungen (SCHUBIGER, 1988; 1989) ergaben für die diversen Versuchungsverfahren nur wenige nennenswerte Unterschiede. Einzig 1988 hob sich der Gehalt an verdaulicher organischer Substanz sowohl für das Verfahren Roggen-Schnitt (im Mittel aller Bestellverfahren) als auch für dasjenige der Spatenrollegge (im Mittel aller Pflugverfahren und Gründungen) (Abb. 6) signifikant ab.

Fazit:

- Ein Verzicht auf die wendende Pflugarbeit ist ohne Ertrags-einbussen möglich, sofern die Begleitflora der Gründung reguliert werden kann und die angepasste Saattechnik exakt eingesetzt wird.
- Der Erfolg für gute Feldaufgänge und Erträge ist somit beinahe unabhängig vom Bestellverfahren; entscheidend sind gute Bodenstruktur und Bodenschluss an der Ablagestelle des Samens selbst (STURNY, 1988b).
- Bei üppigem Mulch zum Beispiel von Winterroggen wird der Maisfeldaufgang beeinträchtigt. Eine Schnittnutzung ist daher zu empfehlen.
- Winterroggen konkurrenziert den Mais bereits als schwacher Bestand, der im Nachauf-lauf nur ungenügend be-

kämpfbar ist. Die Roggenstop-peln müssen daher vor der Maissaat mechanisch entwur-zelt werden.

3.5 Verfahrenskosten

Die ausgewiesenen Maschinenkosten basieren auf den FAT-Entschädigungsansätzen (AMMANN, 1987). Es wurde die Annahme getroffen, dass der Betrieb über folgende Grundmechanisierung verfügt: Traktor (50 kW), Zweischarpflug, Federzinkenegge oder Spatenrollegge (3 m), Zinkenrotor oder Kreiselegge (3 m), Rauwalze (3 m), Hackgerät mit Bandspritze. Die Fixkosten der bereits vorhandenen Maschinen sind daher für den Verfahrensvergleich irrelevant. Verfahrensunabhängig sind nur die variablen Kosten der betriebseigenen Maschinen und die Kosten des Lohnunternehmers. Bei der Maisbestellung erfolgen die Einzelkornsaat mit Bandspritzung, die Streifenfräsaat und die Direktsaat als Lohnarbeiten.

Was die Verfahrenskosten für die Gründungsbestellung betrifft, so sei auf den bereits veröffentlichten FAT-Bericht Nr. 363 verwiesen (STURNY und MEERSTETTER, 1989).

Fazit:

- Der winterharte Roggen verursacht für Saatgut sowie Mulchen bzw. Schnitt zwei- bis viermal so hohe Kosten wie nichtwinterharte Gründungsarten (MEERSTETTER, 1988). Aufgrund der raschen Zunahme des Rohfasergehaltes kann Grünschnittroggen praktisch nur als Silage zu gegebener Zeit verwertet werden. Zusätzliche Kosten fallen bei der Regulierung der Wiederaustriebs an.
- Die Maisbestellung mit Pflug ist arbeitsaufwendig (Tab. 2). Eine Verrechnung dieser Arbeitsstunden mit Fr. 17.-/h bewirkt eine markante Erhöhung der Verfahrenskosten. Demgegenüber ist der Arbeitskostenanteil bei den schlagkräftigen Verfahren der Streifenfräs- und Direktsaat gering. Hervorzuheben ist die Mulchsaat mit ganzflächiger Saatbettbereitung mittels Zinkenrotor oder Spatenrollegge, bei der gegenüber Pflug-Verfahren eine Kostensenkung um zirka 30 % erzielt wird.
- Durch die zusätzliche Vorauf-lauf-Anwendung eines Totalherbizides bei Mulchsaaten ohne Saatbettbereitung ver-

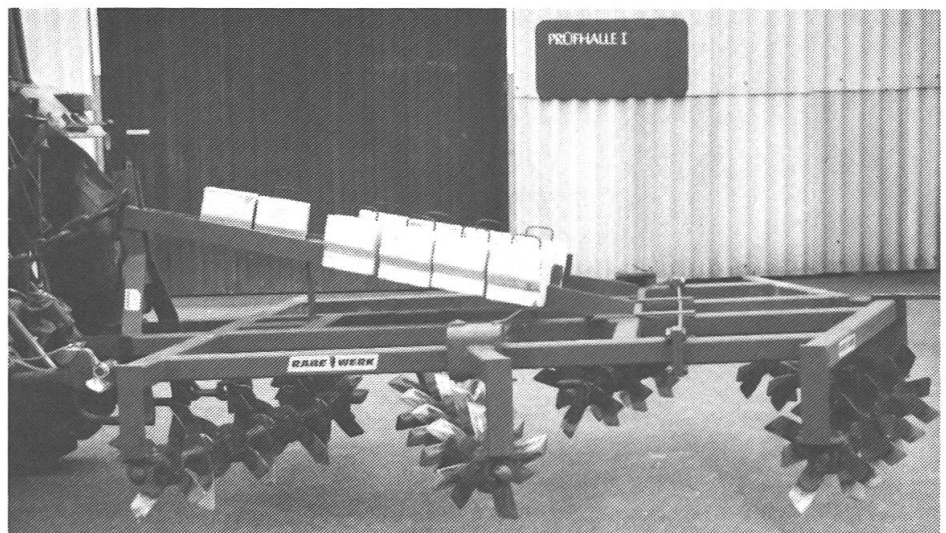


Abb. 6: Diese moderne Spatenrollegge, mit einer Rauwalze gekoppelt, kann das Saatbett in einem Arbeitsgang bodenschonend und kostengünstig erstellen. Bei starker Altverunkrautung und Winterroggen ist sie jedoch ungeeignet.

Tabelle 2: Verfahrenskosten ¹⁾ der MAISBESTELLUNG

Verfahren ²⁾	PE	PK	Z	SR	SF	D
Kostenelemente und Arbeitszeitbedarf der Verfahren						
Variable Maschinenkosten ³⁾	Fr. 143.-	158.-	90.-	67.-	12.-	12.-
EKS ⁴⁾ + Bandspritzung im Lohn	Fr. 129.-	129.-	129.-	129.-	-	-
Streifenfrässaat im Lohn	Fr. -	-	-	-	184.-	-
Direktsaat im Lohn	Fr. -	-	-	-	-	161.-
Herbizide	Fr. 9.-	9.-	9.-	9.-	118.-	118.-
Variable Verfahrenskosten pro ha	Fr. 281.-	296.-	228.-	205.-	314.-	291.-
Arbeitszeitbedarf pro ha	AKh 12,7	12,3	8,4	7,7	1,2	1,2
Verfahrenskosten pro ha						
Maschinenkosten	Fr. 272.-	287.-	219.-	196.-	196.-	173.-
Herbizidkosten	Fr. 9.-	9.-	9.-	9.-	118.-	118.-
Arbeitskosten (Fr. 17.- pro AKh)	Fr. 216.-	209.-	143.-	131.-	20.-	20.-
Verfahrenskosten pro ha	Fr. 497.-	505.-	371.-	336.-	334.- (688.-)	311.- (665.-) ⁵⁾
Relativ	% 100	102	75	68	67 (138)	63 (134) ⁵⁾

¹⁾ Es werden nur jene Kosten berücksichtigt, die von der Wahl des Bestellverfahrens abhängig sind (entscheidungsabhängige Kosten)

²⁾ PE: Pflug/Federzinkenegge 2 x /EKS + Bandspritzung/Hacken 2 x

PK: Pflug/Kreiselegge/EKS + Bandspritzung/Hacken 2 x

Z: Zinkenrotor/EKS + Bandspritzung/Hacken 2 x

SR: Spatenrollegge + Rauwalze/EKS + Bandspritzung/Hacken 2 x

SF: (Totalherbizidspritzung VA)/Streifenfrässaat/Flächenspritzung NA

D: (Totalherbizidspritzung VA)/Direktsaat/Flächenspritzung NA

³⁾ Variable Kosten (Gebrauchskosten ohne Wartung) für Bodenbearbeitung, Hacken, Spritzen

⁴⁾ EKS = Einzelkornsaat

⁵⁾ Verfahrenskosten bei zusätzlichem Einsatz eines Totalherbizides

doppeln sich die Kosten der Streifenfräs- und Direktsaat (Tab. 2). Bei starker Altverunkrautung wird sich der Landwirt für eine ganzflächige Saatsbettbereitung entscheiden.

- Obwohl Mulchsaaten ohne Saatsbettbereitung mit erhöhtem Herbizideinsatz gegenwärtig ökologisch fragwürdig sind, bewirken sie gegenüber herkömmlichen Pflugverfahren (noch) schwerquantifizierbare Vorteile wie Verbesserung der Bodenstruktur und -tragfähigkeit sowie Erosionshemmung. Solche Aspekte müssen insbesondere bei gefügelablen Böden und Hanglagen in den Entscheidungsprozess mit einbezogen werden.
- Spezialmaschinen, ausschliesslich für Streifenfräs-

(Abb. 7) bzw. Direktsaat von Mais konzipiert, sind teuer in der Anschaffung und verursachen hohe fixe und variable Ko-

sten. Daher eignen sie sich nur für überbetrieblichen Einsatz und allenfalls für Grossbetriebe.

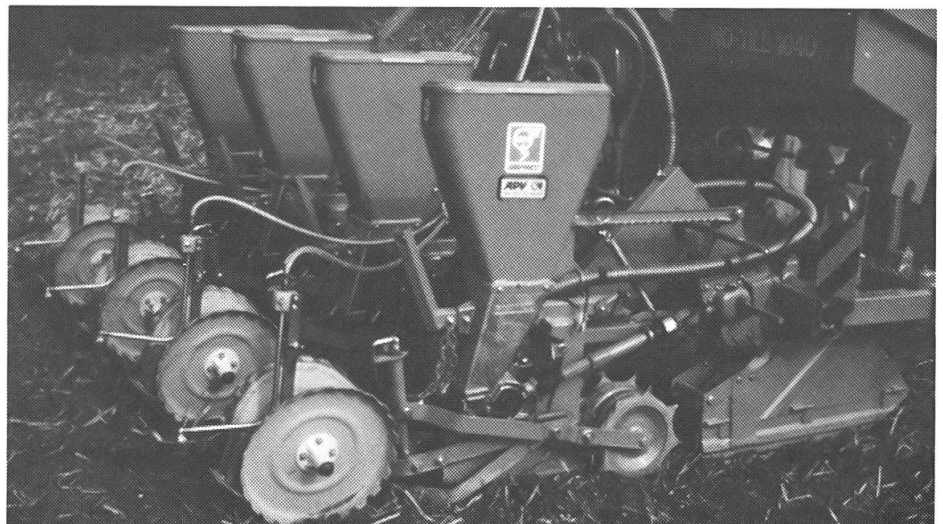


Abb. 7: Die Streifenfrässämaschine gehört aufgrund des hohen Anschaffungspreises von Fr. 23'000.- nicht zur Grundmechanisierung des Durchschnittsbetriebes. Sie eignet sich für den überbetrieblichen Einsatz.

4. Praxisempfehlungen für die Mulchsaat von Mais

Gründungsbestellung

- **Grunddüngung:** auf tragfähigem Stoppelfeld der Vorfrucht durchführen
- **Bodenbearbeitung:**
 - bei frühem Termin: flache Stoppelbearbeitung (zum Beispiel Spatenrollegge) für Auflaufen des Ausfallerntegutes, wenn nötig nach 8 bis 14 Tagen Tieflockerung mit Grubber, Saatbettbereitung auf leichten bis mittelschweren Böden mit gezogenen, auf schweren Böden mit zapfwellengetriebenen Geräten
 - bei späterem Termin: Pflügen zum Vermeiden von Durchwuchsproblemen oder nach späträumenden Kulturen anstelle eines Grubbereinsatzes, Saatbettbereitung
- **Saat:** mit früher, dichter und sorgfältiger Saat – am besten Breitsaat – rasche Bodenbedeckung und somit Unkrautunterdrückung erzielen, keine N-Düngung; Gefahr des Versamens im Herbst zum Beispiel bei Gelbsenf
- **Saatmenge:** obere Grenze der Empfehlungen

Maisbestellung

- **Fahrspuren:** von der Gründungsbestellung bis hin zur Maissaat vermeiden, daher Ausbringen von Hofdünger und Nutzen winterharter Gründüngung nur unter trockenen Bedingungen sowie N-Düngung und Herbizideinsatz bei oder nach der Maissaat
- **Winterroggen:** unter günstigen Bodenverhältnissen als Grünschnitt (Silage) nutzen, da üppiger Pflanzenmulch das Einarbeiten und den Mais-Feldaufgang beeinträchtigt
- **Schneckenbefall:** Gefahr bei Mulchsaaten in Gründungsbestände sowie bei jeglichen Streifenfräs- und Direktsaaten, Bekämpfung mit Schneckenkörnern eventuell erforderlich
- **Mulchsaat mit Saatbettbereitung:**
 - Zinkenrotor, Rückverfestigung zum Beispiel mit Packerwalze, Saat mit herkömmlicher oder leicht modifizierter Einzelkornsämaschine (zum Beispiel Schneidscheiben, spezielle Zustreicher)

- Spatenrollegge, Rückverfestigung zum Beispiel mit angekoppelter Rauwalze, Saat mit herkömmlicher oder leicht modifizierter Einzelkornsämaschine (bei starker Verunkrautung und Winterroggen ungeeignet)

● **Mulchsaat ohne Saatbettbereitung:**

- hohe Anforderungen an Maschineneinstellung (Bodenschluss und sichere Samenbedeckung gewährleisten regelmässige Bestandesdichten), Bodenzustand und Unkrautregulierung
- Streifenfrässaat: Streifenfräse oder -zinkenrotor mit kombinierter Einzelkornsämaschine (Kompaktbauweise bzw. Gerätekombination)
- Direktsaat: Zusatzaggregate an herkömmlicher Einzelkornsämaschine (zum Beispiel Scheibensech, Nasenschar, V-förmige Druckrollen) und speziell für Schlitzsaat konzipierte Maschinen (zum Beispiel «Beker» [Abb. 8], «John Deere»)

Unkrautregulierung

- chemische oder mechanische Massnahme, hängt ab von Anzahl und Entwicklungsstadium aufgelaufener Herbst- und Frühjahrskeimer sowie nicht abgefrorener Durchwuchs- und Gründüngungspflanzen
- Vorsaat- bzw. Voraufspritzung mit Totalherbizid sollte aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen unterbleiben
- bei üppiger Begleitflora wirkt die ganzflächige Saatbettbereitung zum Beispiel mit Zinkenrotor am effizientesten
- **Chemisch:** Flächenspritzung
- **Mechanisch-chemisch:** Bandspritzung bei der Einzelkornsämaschine bzw. beim Hacken, nach Streifenfräs- oder Direktsaat ist ein Sternhackgerät erforderlich



Abb. 8: Diese schwere Einzelkornsämaschine mit Scheibensech, Doppelscheibenschar mit Tiefenführungsradern und V-förmigen Druckrollen lässt sich vielseitig für Direkt- und Mulchsaat, Saat in die rauhe Pflugfurche und Normalsaat einsetzen.

5. Ausblick

Abschliessend ist darauf hinzuweisen, dass seit kurzem einige Deutschschweizer Lohnunternehmer **Mais-Streifenfrässaat in Wiesenbestände** praktizieren (Abb. 9). Kernpunkt ist die Regulierung der Begleitflora mit Hilfe eines **Reihenmulchgerätes** (Abb 10).

Ab 1990 werden von der landtechnischen Industrie erste serienmässig hergestellte Streifenfräsen und Reihenmulchgeräte angeboten. Von seiten der Forschungsanstalten (FAP-Reckenholz; FAT-Tänikon) werden diese Neuentwicklungen versuchsmässig weiterverfolgt. Da nebst der Nährstoffkonkurrenz das pflanzenverfügbare Wasser der limitierende Wachstumsfaktor ist, gilt es, die Anforderungen an diesen noch umweltschonenderen Maisanbau und dessen Auswirkungen auf Boden und Pflanzen genauer zu studieren.

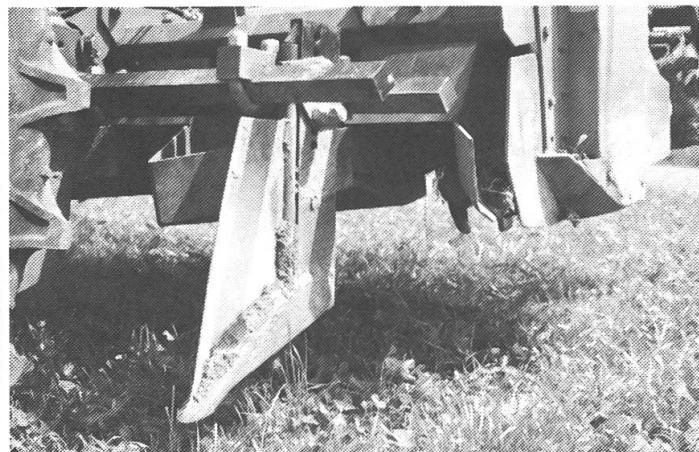


Abb. 9: Nach dem Grünschnitt (Silage) werden 30 cm breite Streifen in den Wiesenbestand gefräst und mit dem vorlaufenden Grubberzinken 25 cm tief gelockert. In einem weiteren Arbeitsgang erfolgt die Saat, Düngung und Bandspritzung.

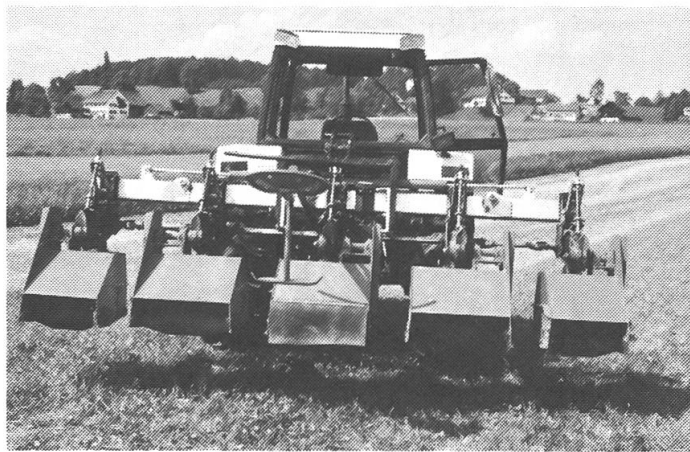


Abb. 10: Dieses Reihenmulchgerät ist auf dem Schlegelprinzip konzipiert. Zirka zwei bis drei Einsätze sind pro Vegetationsperiode erforderlich.

6. Literatur

- AID. 1989. «Trojanisches Pferd» im Kampf gegen Schnecken. Zit. in Raps. **4** (7): 219.
- AMMANN, H. 1987. Kostenelemente und Entschädigungsansätze für die Benützung von Landmaschinen 1988. FAT-Berichte 322, 25 S.
- AMMON, H.U. 1989. Persönliche Mitteilung. FAP-Reckenholz.
- AMMON, H.U.; BOHREN, Ch. 1988. Ökologische Aspekte des Maisbaus aus der Sicht der Unkrautbekämpfung. Mitt. Schweiz. Landw. **36** (1/2): 51 – 60.
- DAEPP, H. 1987. Untersuchungen über den Einfluss konservierender Bodenbearbeitungsverfahren auf die Jugendentwicklung von Zuckerrüben und Mais. Diplomarbeit, ETH-Zürich, 96 S. (unveröffentlicht).
- MAILLARD, A. 1985. Le concept du travail de conservation du sol. Rev. suisse d'Agric. **17**: 325 – 330.
- MEERSTETTER, A. 1988. Pfluglose Bestellverfahren im Zuckerrüben- und Maisanbau. Diplomarbeit, ETH-Zürich, 125 S. (unveröffentlicht).
- SCHUBIGER, F. 1988; 1989. FAT-Projekt FT 12. Interner Bericht, FAP-Reckenholz (unveröffentlicht).
- STURNY, W.G.; MEERSTETTER, A. 1989. Konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat im Zuckerrübenbau – ein Bestandteil integrierter Produktion. FAT-Bericht Nr. 363. Zit. in Schweizer Landtechnik. **51** (11): 59 – 70.
- STURNY, W.G. 1988a. Pfluglose Bestellverfahren im Maisanbau – ein Überblick. Mitt. Schweiz. Landw. **36** (1/2): 66 – 73.
- STURNY, W.G. 1988b. Konservierende Bodenbearbeitung und neue Sätechnik – Wechselwirkungen auf Boden und Pflanzen. Landwirtschaft Schweiz. **1** (3): 141 – 152.
- STURNY, W.G. 1987. Systemvergleich von Mulchsaaten bei Mais. Die Grüne. **115** (45): 20 – 23.

Allfällige Anfragen über das behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (8356 Tänikon) angefordert werden (Tel. 052 - 62 32 62).

ZH	Schwarzer Otto, Landw. Schule Weinland, 8408 Wülflingen	Tel. 052 - 25 31 24
BE	Brunner Samuel, Bergbauernschule Hondrich, 3702 Hondrich	Tel. 033 - 54 11 67
	Hügi Kurt, Landw. Schule Seeland, 3232 Ins	Tel. 032 - 83 32 32
	Hofmann Hans Ueli, Landw. Schule Waldhof, 4900 Langenthal	Tel. 063 - 22 30 33
	Marthaler Hansueli, Landw. Schule Langnau, 3552 Bärau	Tel. 035 - 2 42 66
	Marti Fritz, Landw. Schule Rütli, 3052 Zollikofen	Tel. 031 - 57 31 41
	Mumenthaler Rudolf, 3752 Wimmis	Tel. 033 - 57 11 16
LU	Moser Anton, Landw. Schule Schüpfheim, 6170 Schüpfheim	Tel. 041 - 76 15 91
	Marti Pius, Landw. Schule Willisau, 6130 Willisau	Tel. 045 - 81 38 01
	Wandeler Erwin, Bühlstrasse, 6207 Nottwil	Tel. 045 - 54 14 03
	Widmer Norbert, Landw. Schule Hohenrain, 6276 Hohenrain	Tel. 041 - 88 20 22
UR	Zurfluh Hans, Hochweg, 6468 Attinghausen	Tel. 044 - 2 15 36
SZ	Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon	Tel. 055 - 47 33 44
OW	Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden, 6074 Giswil	Tel. 041 - 68 16 16
NW	Isaak Franz, Breitenhaus, 6370 Stans	Tel. 041 - 63 11 22
ZG	Müller Alfons, Landw. Schule Schluechthof, 6330 Cham	Tel. 042 - 36 46 46
FR	Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux	Tel. 037 - 41 21 61
SO	Meister Ruedi, Hauptstrasse 39, 4571 Lüterkofen	Tel. 065 - 47 21 14
BL	Ziörjen Fritz, Landw. Schule Ebenrain, 4450 Sissach	Tel. 061 - 98 21 21
SH	Kant. landw. Bildungszentrum Charlottenfels, 8212 Neuhausen	Tel. 053 - 22 33 21
AI	Pavlovic Vojislav, Marktgasse 10, 9050 Appenzell	Tel. 071 - 87 13 73
AR	Berger Daniel, Werdweg 10, 9053 Teufen	Tel. 071 - 33 26 33
SG	Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof, 9465 Salez	Tel. 085 - 7 58 88
	Pfister Theophil, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 83 51 31
	Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 83 51 31
GR	Stoffel Werner, Grabenstrasse 1, 7000 Chur	Tel. 081 - 21 24 06
AG	Müri Paul, Landw. Schule Liebegg, 5722 Gränichen	Tel. 064 - 31 52 52
TG	Monhart Viktor, Landw. Schule Arenenberg, 8268 Mannenbach	Tel. 072 - 64 22 44
TI	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona	Tel. 092 - 24 35 53
	Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung, 8315 Lindau	Tel. 052 - 33 19 21

FAT-Berichte erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 40.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8356 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520.