Zeitschrift: Landtechnik Schweiz Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 52 (1990)

Heft: 8

Artikel: Mulchsaat von Mais in Gründüngungsbestände

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: 25.11.2025

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



FAT-Berichte

Herausgeber: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT)

CH-8356 Tänikon TG

Tel. 052-623131

Januar 1990

376

Mulchsaat von Mais in Gründüngungsbestände

Wolfgang G. Sturny, Andres Meerstetter¹)

Die Versuchsresultate 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 Spatenrollegge. 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, -verschlämmung, -verkrustung und -erosion sowie Nährund Hilfsstoffauswaschung, insbesondere auf gefügelabilen Standorten.

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



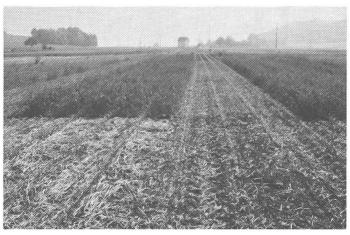




Abb. 1: Maissaat nach Saatbettbereitung mit dem Zinkenrotor bzw. Direktsaat in Phacelia- oder Winterroggen-Mulch bedingt eine effiziente Regulierung der Begleitflora (links). Die Vorteile gegenüber herkömmlichem Maisanbau können beträchtlich sein (rechts).

	Maisversuch 1987	Maisversuch 1988			
Standort	FAT-Tänikon («Rüedimoos»)	FAT-Tänikon («Friedau»)			
Boden	28 % Ton, 35 % Schluff, 37 % Sand;	20 % Ton, 34 % Schluff, 46 % Sand;			
	5,8 % Humus, ph 7,0	2,9 % Humus, ph 6,5			
Niederschläge/Temperaturen	März: 83,7 mm/ 6,3° C	März: 216,8 mm/ 3,0° C			
	April: 75,7 mm/ 8,4° C	April: 63,2 mm/ 8,2° C			
	Mai: 165,6 mm/ 8,8° C	Mai: 86,4 mm/13,7° C			
	Juni: 192,2 mm/13,5° C	Juni: 125,8 mm/15,1° C			
Gründüngungsbestellung					
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/Breitsaa			
Gründüngung	Phacelia: 9 kg/ha (22.8.86)	Phacelia: 12 kg/ha (14.8.87)			
	Sommerwicken: 110 kg/ha (22.8.86)	Sommerwicken: 130 kg/ha (14.8.87)			
	Sonnenblumen: 34 kg/ha (22.8.86)	Sonnenblumen: 43 kg/ha (14.8.87)			
	Winterroggen (Danko): 120 kg/ha (29.9.86)	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./m2 (2.5.88)			
Mineralische Düngung (kg/ha)	40 N _{min} (16.3.87)	20 N _{min} (30.3.88)			
	55 P ₂ O ₅ /100 K ₂ O (11.3.87)	70 N/85 P ₂ O ₅ /190 K ₂ O (2.5.88)			
	75 N (11.7.87)	65 N (14.6.88)			
Chemische Unkrautbekämpfung	4 I/ha Basta + 2 kg/ha Gesaprim bei Varianten PH, SW, SB (30.4.87)	5 I/ha Basta bei Varianten PH, SW, SB (22.4.88)			
	2 kg/ha Gesaprim bei Varianten HF, FF, RS (30.4.87)	0,5 kg/ha Gesaprim Quick in 25-cm-Band (2.5.88)			
		5 I/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-/Gründüngungsvarianten	Split-block, 4 Wiederholungen			
	Lateinisches Quadrat: Bestellverfahren, 4 Wiederholungen				
Parzellengrösse	141 m ² (Ernteparzelle = ca. 30 m ²)	54 m ² (Ernteparzelle = 54 m ²)			
Pflug-/Gründüngungsvarianten	HF = Herbstfurche (nach Raps-Durchwuchs; 28.11.86)	HF = Herbstfurche (nach Raps-Durchwuchs; 28.10.87) FF = Frühjahrsfurche (nach Raps-Durchwuchs; 22.4.88)			
	FF = Frühjahrsfurche (nach Raps-Durchwuchs; 16.4.87)				
	PH = Phacelia	PH = Phacelia			
	SW = Sommerwicken	SW = Sommerwicken			
	SB = Sonnenblumen	SB = Sonnenblumen			
	RS = Roggen-Schnitt	RS = Roggen-Schnitt RM = Roggen-Mulch			
Bestellverfahren	1 = Zinkenrotor + Einzelkornsaat (EKS)	1 = Zinkenrotor + EKS			
	2 = Spatenrollegge + EKS (ausser SB-Variante)	2 = Spatenrollegge + EKS			
	2 ⁺ = Bodenfräse + EKS (nur SB-Variante)	3 = Streifenfrässaat 4 = Direktsaat			
	3 = Streifenfrässaat 4 = Direktsaat				

1. Konzept der Mulchsaat

Bei der Mulchsaat wird das Maissaatgut 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-Reckenholz 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).

Ablauf des Mulchsaatverfahrens im Maisanbau

Juli August September Oktober

November Dezember Januar Februar

Hebru März April

Mai

- Grunddüngung Stoppelbearbeitung
- 2. Grundbodenbearbeitung
- 3. Saatbettbereitung
 Saat der Gründüngung
- 4. Bodenbedeckung durch Gründüngungsbestand

5. Maissaat

erfriert überwintert:
Grünschnitt
oder mulchen

Mulchsaat mit Saatbettbereitung

- *Ganzflächige Bearbeitung mit Zinkenrotor, Bodenfräse, Kreiselegge oder Spatenrollegge
- *Einzelkornsaat mit herkömmlicher oder leicht modifizierter Sämaschine

Mulchsaat ohne Saatbettbereitung

- *Einsatz eines Totalherbizides bei starker Verunkrautung
- *Streifenfräs- oder Direktsaat mit Gerätekombination bzw. spezieller Einzelkornsämaschine
- 6. N-Düngung / Herbizideinsatz bei oder nach der Saat

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-

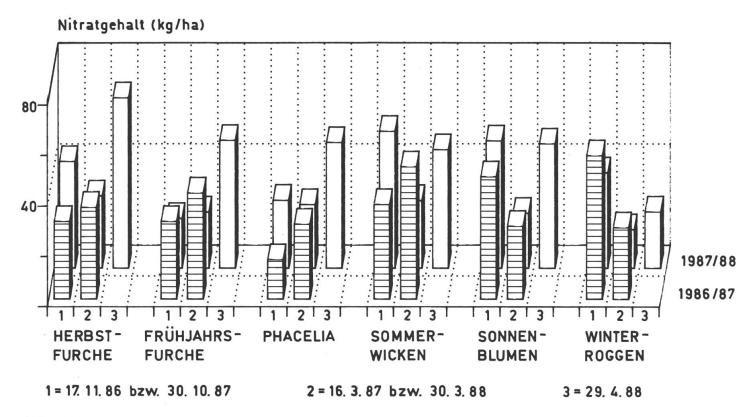


Abb. 3: Einfluss von **Pflugfurche** (nach Raps-Durchwuchs) und **Gründüngung** auf den Nitratgehalt in 0 – 60 cm Bodentiefe, zu zwei (1986/87) bzw. drei (1987/88) Zeitpunkten.

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 %. Erfolgte 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 «Unkrautteppich» 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 Frassköders mit Metallkern eingesetzt werden, die scheinbar wesentlich nützlingsschonender 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 Gründüngungen der Herbstfurche tendenziell überlegen. Dies war einerseits auf die ausgebliebenen Schneckenschäden (Ausnahme: Winterroggen), anderseits auf die optimalen Gründüngungsbestände zurückzuführen. Trotz der periodisch niedrigsten Längenwachstumsraten Mais in Phacelia-Mulch fand vermutlich aufgrund der Stickstoff-Dynamik 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 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, Streifenfräsund Direktsaat. Einerseits konnte die Saatgutablage korrekt erfolgen und die Konkurrenz des Mais durch nach-

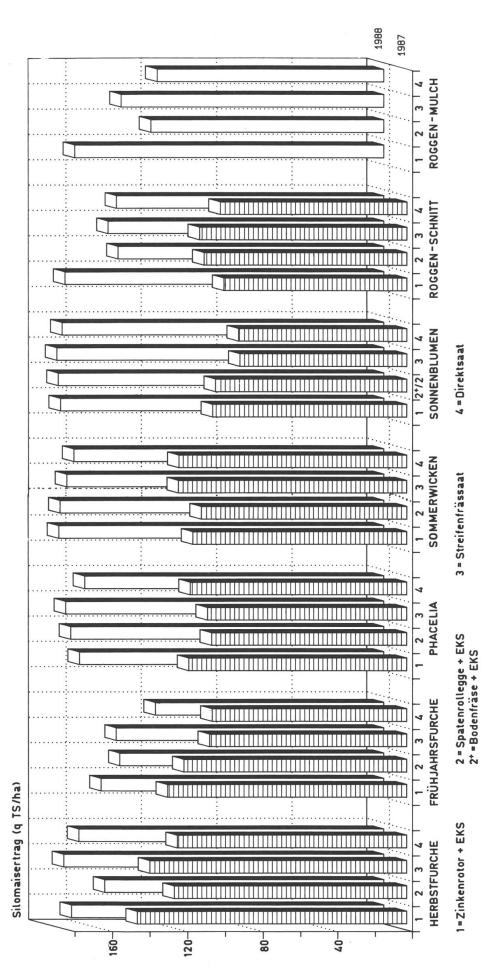


Abb. 5: Einfluss von **Pflugfurche** (nach Raps-Durchwuchs) und **Gründüngung** sowie von **Bestellverfahren** auf den Silomaisertrag.

wachsenden Roggen eliminiert werden. Anderseits muss angenommen werden, dass bei reduzierter bzw. fehlender Saatbettbereitung die Wurzelausscheidungen und/oder organischen Abbauprodukte der Roggenpflanzen den Mais durch sogenannte *Allelopathie* beeinträchtigten (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 Versuchsverfahren 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 Gründüngungen) (Abb. 6) signifikant ab.

Fazit:

- Ein Verzicht auf die wendende Pflugarbeit ist ohne Ertragseinbussen möglich, sofern die Begleitflora der Gründüngung 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 Nachauflauf nur ungenügend be-

kämpfbar ist. Die Roggenstoppeln müssen daher vor der Maissaat mechanisch entwurzelt werden.

3.5 Verfahrenskosten

Die ausgewiesenen Maschinenkosten basieren auf den FAT-Entschädigungsansätzen (AM-MANN, 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), Rauhwalze (3 m), Hackgerät mit Bandspritze. Die Fixkosten der bereits vorhandenen Maschinen sind daher für den Verfahrensvergleich irrelevant. Verfahrensabhängig sind nur die variablen Kosten der betriebseigenen Maschinen und die Kosten des Lohnunternehmers. Bei der Maisbestellung erfolgen die Einzelkornsaat mit Bandspritzung. die Streifenfrässaat und die Direktsaat als Lohnarbeiten.

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

Fazit:

- Der winterharte Roggen verursacht für Saatgut sowie Mulchen bzw. Schnitt zweibis viermal so hohe Kosten wie nichtwinterharte Gründüngungsarten (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 Wiederaustriebe 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 Vorauflauf-Anwendung eines Totalherbizides bei Mulchsaaten ohne Saatbettbereitung ver-

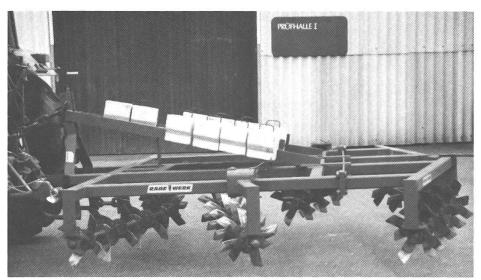


Abb. 6: Diese moderne Spatenrollegge, mit einer Rauhwalze gekoppelt, kann das Saatbett in einem Arbeitsgang bodenschonend und kostengünstig erstellen. Bei starker Altverunkrautung und Winterroggen ist sie jedoch ungeeignet.

Verfahren ²)		PE	PK	Z	SR	SF	D
Kostenelemente und Arbeitszeitbedarf	der Verfahr	en					
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.	- T		- 1	-		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 ×/EKS + Bandspritzung/Hacken 2 ×
 - PK: Pflug/Kreiselegge/EKS + Bandspritzung/Hacken 2 ×
 - Z: Zinkenrotor/EKS + Bandspritzung/Hacken 2 ×
 - SR: Spatenrollegge + Rauhwalze/EKS + Bandspritzung/Hacken 2 ×
 - 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 Saatbettbereitung entscheiden.

- Obwohl Mulchsaaten ohne Saatbettbereitung 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 gefügelabilen 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 Kosten. Daher eignen sie sich nur für überbetrieblichen Einsatz und allenfalls für Grossbetriebe.

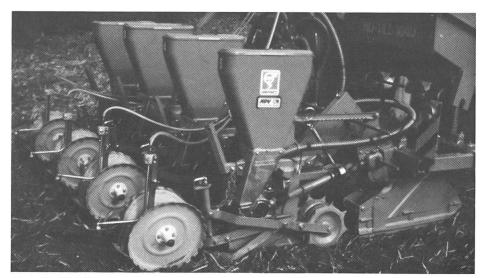


Abb. 7: Die Streifenfrässämaschine gehört aufgrund des hohen Anschaffungspreises von Fr. 23'000.- nicht zur Grundmechanisierung des Durchschnittsbetriebes. Sie eignet sich für den überbetrieblichen Einsatz.

4. Praxisempfehlungen für die Mulchsaat von Mais

Gründüngungsbestellung

- 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 Bodenbedekkung 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 Gründüngungsbestellung 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 Gründüngungsbestände 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 Rauhwalze, 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 «Bekker» [Abb. 8], «John Deere»)

Unkrautregulierung

- chemische oder mechanische Massnahme, hängt ab von Anzahl und Entwicklungsstadium aufgelaufener Herbst- und Frühjahrskeimer sowie nicht abgefrorener Durchwuchsund Gründüngungspflanzen
- Vorsaat- bzw. Vorauflaufspritzung 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 Einzelkornsaat bzw. beim Hacken, nach Streifenfräs- oder Direktsaat ist ein Sternhackgerät erforderlich



Abb. 8: Diese schwere Einzelkornsämaschine mit Scheibensech, Doppelscheibenschar mit Tiefenführungsrädern 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-Streifenfrässaaten 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 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.

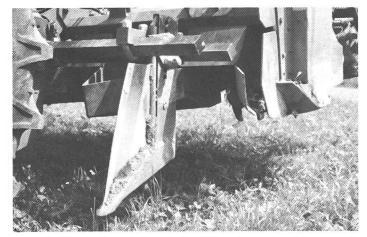


Abb. 9: Nach dem Grünschnitt (Silage) werden 30 cm breite Streifen in den Wiesenbestand gefräst und mit dem vorlaufenden Grubberzinken 25 cm tief gelockert. In einem weiteren Arbeitsgang erfolgt die Saat, Düngung und Bandspritzung.



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 Zuckerrübenund Maisanbau. Diplomarbeit, ETH-Zürich, 125 S. (unveröffentlicht).

SCHUBIGER, F. 1988; 1989. FAT-Projekt FT 12. Interner Bericht, FAP-Rekkenholz (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.

Tol 050 05 01 04

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).

Cobyerror Otto Landy Cabula Wainland 9409 Wülflingen

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 Rütti, 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
10-10-10	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 Vojslav, Marktgasse 10, 9050 Appenzell	Tel. 071 - 87 13 73
AR	Berger Daniel, Werdeweg 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
ΤĬ	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona	Tel. 092 - 24 35 53
Land	wirtschaftliche 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.