

Bodenbearbeitung und Bestellung

Winterweizen eignet sich bestens für minimale Bestellverfahren

Thomas Anken, Edward Irla, Helmut Ammann und Jakob Heusser, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Caroline Scherrer, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), CH-8046 Zürich-Reckenholz

Winterweizen stellt kleine Ansprüche an Bodenbearbeitung und Saat. Die durchgeführten Versuche bestätigen, dass Verfahren mit minimaler oder ohne Bodenbearbeitung trotz oft reduzierter Auflauftrate kaum Mindererträge bewirken. Mechanische Unkrautbekämpfung ist auch bei Direktsaat möglich, bedingt aber zuerst den Einsatz eines Hack-

gerätes, da der Striegel etablierte Unkräuter wie Pfahlwurzler und Grashorste nicht erfasst. Wirtschaftliche Überlegungen zeigen, dass Neuanschaffungen für Bodenbearbeitung und Bestellung sorgfältig zu planen sind. Kleine jährliche Auslastungen ergeben hohe Fixkosten pro Hektare.

Verfahren und Standorte

Vom Pflug bis zur Direktsaat

Die Wahl eines adäquaten Bodenbearbeitungsverfahrens für die Bestellung einer Kultur stellt heute nach wie vor viele unbeantwortbare Fragen. Das Spektrum reicht von Verfahren mit hoher Intensität (Pflug) bis zu Verfahren, die auf jegliche Bearbeitung verzichten (Direktsaat). Ziel einer dreijährigen Versuchsreihe der FAT war es, verschiedene Verfahren für die Bestellung von Winterweizen miteinander zu vergleichen. Vorkultur war in allen drei Jahren Silomais, der eine strohfremde, aber stark befahrene Feldoberfläche zurücklässt.

Bestellverfahren

Folgende sechs Verfahren standen an der FAT im Vergleich:

- **Pflug:** Pflug (Althaus), 20 cm Furchentiefe, gefolgt von der Saatbettbereitung mit einer Bestellkombination,



Abb. 1: Die Bestellkombination lässt sich nach Pflugfurche oder ohne vorhergehende Bodenbearbeitung einsetzen.

Inhalt	Seite
Verfahren und Standorte	1
Bestandesdichten und Erträge	3
Unkrautregulierung	4
Wirtschaftliche und ökologische Überlegungen	6
Schlussfolgerungen	7
Literatur	8



Abb. 2: Der Pflug bearbeitet nach wie vor rund 80 Prozent der schweizerischen Weizenfläche.

bestehend aus Zinkenrotor (Rau) und Accord CX-Scheibenscharsämaschine (Abb. 1 und 2).

- **Bestellk.: Zinkenrotor-Bestellkombination** (wie bei Pflug) ohne vorhergehenden Bearbeitungsgang.
- **Sp. Kon.:** 1-2 Durchgänge mit einer **Spatenrollegge** (Rabe), Saat mit **konventioneller** Scheibenscharsämaschine (Amazone D8 Spezial) (Abb. 3).
- **Sp. Ds.S.:** 1-2 Durchgänge mit **Spatenrollegge** (Rabe), Saat mit **Direktsämaschine** John-Deere NT 750 A mit **Scheibenscharen**.



Abb. 3: Die Bestellung mit einer Scheibenscharsämaschine nach einem bis zwei Durchgängen mit der Spatenrollegge stellt ein sehr günstiges Verfahren dar, das gute Resultate lieferte.



Abb. 4: Die Direktsaat mit Scheibenscharen besitzt den grossen Vorteil, dass die Schare nicht verstopfen. Der grosse Druck auf der Scheibe kann aber zu Verdichtungen im Bereich des Saatschlitzes führen, was das Auflaufen negativ beeinflussen kann.

- **Ds. S.: Direktsaat** ohne jegliche Bodenbearbeitung mit Scheibenschars-Direktsämaschine John-Deere NT 750 A (Abb. 4).
- **Ds. M.: Direktsaat** ohne jegliche Bodenbearbeitung mit Direktsämaschine Amazone NT 250, ausgerüstet mit **Meisselscharen** (Abb. 5).



Abb. 5: Die Direktsaat mit Meisselscharen reißt eine Saatsfurche auf und läuft nicht Gefahr, Stroh in den Saatschlitz zu pressen. Sie ist aber verstopfungsanfälliger als der Einsatz von Scheibenscharen.

Unkrautregulierung

Ein chemisches und ein rein mechanisches Verfahren regulierten bei allen Bestellsystemen die Unkrautflora. Die Einzelheiten sind in der Tabelle 1 dargestellt. Das Hackgerät bearbeitete die Parzellen

jeweils zu Beginn der Bestockung des Winterweizens zum ersten Mal. Der am selben Tag zusätzlich durchgeführte Striegeleinsatz verfeinerte die Arbeit des Hackgeräts. In Verfahren mit Reihenabständen kleiner als 19 cm kam nur der Striegel zum Einsatz. Während des Schossens folgte in allen mechanischen Verfahren ein zweiter Durchgang ausschliesslich mit dem Striegel. 1996 kämte dieser Ende Schossen des Winterweizens hochgewachsenes Klettenlabkraut mit gutem Erfolg aus dem Pflanzenbestand.

Versuchsstandorte

Die Eigenschaften der drei verschiedenen Versuchsstandorte und die gewählten Winterweizensorten sind in Tabelle 2 dargestellt. Besonderheiten der Unkrautflora wurden in keiner der drei Versuchsflächen festgestellt. Ein zweireihiger, gezogener Anbauhäcksler mit angehängtem Zweiachssilierwagen erntete die Vorkultur Silomais ab. Deren Saat erfolgte jeweils nach einer Pflugfurche, was beim Silieren ausgeprägte Fahrspuren bewirkte. Dabei überfuhr das Gespann über 50% der Bodenoberfläche. Am ausgeprägtesten waren die Fahrspuren im nassen Herbst 1997, in welchem sie eine Tiefe von zirka 10 cm erreichten.

Tab. 1: Reihenabstand sowie mechanische und chemische Unkrautregulierung der verschiedenen Bestellverfahren

Bestellverfahren	Reihenabstand cm		Chemische Regulierung		Mech. Regulierung	
	Chem.	Mech.	1996	1997/1998	Hacke	Striegel
Pflug	12,5	25	Ally (25 g/ha) Appel (2,5 l/ha) 16.4.96	Foxtar P (5 l/ha) 02.04.97/ 09.04.98	Ja	Ja
Bestellk.	12,5	25			Ja	Ja
Sp. Kon.	15	15			Nein	Ja
Sp. Ds.S.	16,6	16,6			Nein	Ja
Ds. S.	16,6	16,6			Nein	Ja
Ds. M.	19	19			Ja	Ja

Tab. 2: Bodeneigenschaften der Versuchsstandorte und angebaute Winterweizensorten

Erntejahr/ Sädatum	Bodenart/ Feld	Ton %	Schluff %	Sand %	Humus %	Bodenfeuchte bei Saat	Winterweizensorte
1996 16.10.95	Lehm/ Rüedimoos	28	31	36,7	4,3	Ideal	Tamaro
1997 28.10.96	Lehm/ Halde	26	31	39	4	Nass	Runal
1998 8.10.97	Sandiger Lehm/ Löhren	17,6	31,3	49	2,1	Trocken	Titlis

Bestandesdichten und Erträge

Bestellverfahren beeinflussen Bestandesdichten

Die beiden Verfahren Pflug und Bestellkombination erzielten in allen drei Jahren tendenziell die höchsten Bestandesdichten (Abb. 6). Im Vergleich zur Anzahl gesäter Körner war 1996 der Feldaufgang gut, 1997 und 1998 war dieser unbefriedigend. 1997 erstickten etliche Keimlinge wegen der grossen Nässe und der ausgeprägten Fahrspuren. 1998 war aussergewöhnliche Trockenheit für den schlechten Feldaufgang verantwortlich. Walzen direkt nach der Saat hätte in dieser Situation die Resultate verbessert. Dies ist aber bei Wintergetreide nur bei sehr trockenen Bodenverhältnissen zu empfehlen. Walzen fördert die Verschlammung und Erosion über Winter. Bei den Direktsaatverfahren wies das Meisselschar (*Ds. M.*) tendenziell die höheren Feldaufgänge auf als das Scheibenschar (*Ds. S.*). Das Verfahren mit Spatenrollegge und konventioneller Scheibenschar (*Ds. Kon.*) erzielte ausser 1998 befriedigende Feldaufgänge. Die Trockenheit bewirkte bei diesem Verfahren 1998 die schlechtesten Feldaufgänge, weil die schlechte Rückverfestigung der Saatreihen zur Austrocknung vieler Keimlinge führte.

Geringe Ertragsunterschiede

Die Bestellverfahren beeinflussten den Ertrag des Winterweizens nur unwesentlich (Abb. 7). Der Pflug erzielte einen minimalen, nur in Einzelfällen gesicherten

Tab. 3: Mittelwerte der Erträge der drei Anbaujahre der verschiedenen Bestellverfahren. Für jedes Verfahren wurde der Mittelwert der mechanischen und chemischen Unkrautregulierung berechnet.

Verfahren	Ertrag %
Pflug	100,0
Bestk.	97,3
Sp. Kon.	96,9
Sp. Ds. S.	96,6
Ds. M.	96,5
Ds. S.	92,2

Mehrertrag. Über alle drei Jahre und alle Verfahren gesehen schnitt dieser zirka 3 % besser ab als die anderen Verfahren (Tab. 3). Trotz gewisser Ertragsschwankungen bestätigt das Verfahren mit der Zinkenrotorbestellkombination (*Bestellk.*) die guten Durchschnittserträge, die Anken et al. (1997) schon in langjährigen Versuchen erhoben hatten. Im Vergleich der beiden Direktsaatverfahren schnitt das Verfahren mit Scheibenscharen (*Ds. S.*) fast 5 % schlechter ab als das Verfahren mit Meisselscharen (*Ds. M.*). Nach vorgängiger Bearbeitung mit der Spatenrollegge (*Sp. Ds. S.*) zog dieses aber mit dem anderen Direktsaatverfahren gleich. Als überraschend werten wir die guten Erträge des Verfahrens mit Spatenrollegge und konventionelle Scheibenscharsmaschine (*Sp. Kon.*). Ein bis zwei Durch-

gänge mit der Spatenrollegge bereiteten ein sehr grobes, nicht rückverfestigtes Saatbett. Viele Körner lagen unbedeckt auf der Bodenoberfläche, grobe Schollen verunmöglichten eine kontrollierte Scharführung. Trotz allem lieferte dieses Verfahren erstaunliche Erträge.

1996 und 1998 waren keine negativen Auswirkungen der Spuren der vorausgegangenen Silomaisernnte zu beobachten. 1997 hingegen bewirkte der nasse Herbst klare Unterschiede. Die Erhebung von kleinflächigen Proben zeigte, dass die Fahrspuren beim Verfahren Bestellkombination 12 % und beim Verfahren Direktsaat mit Scheibenscharen 25 % Minderertrag im Vergleich zur unbefahrenen Fläche bewirkten. Eine flache Lockerung scheint die negativen Auswir-

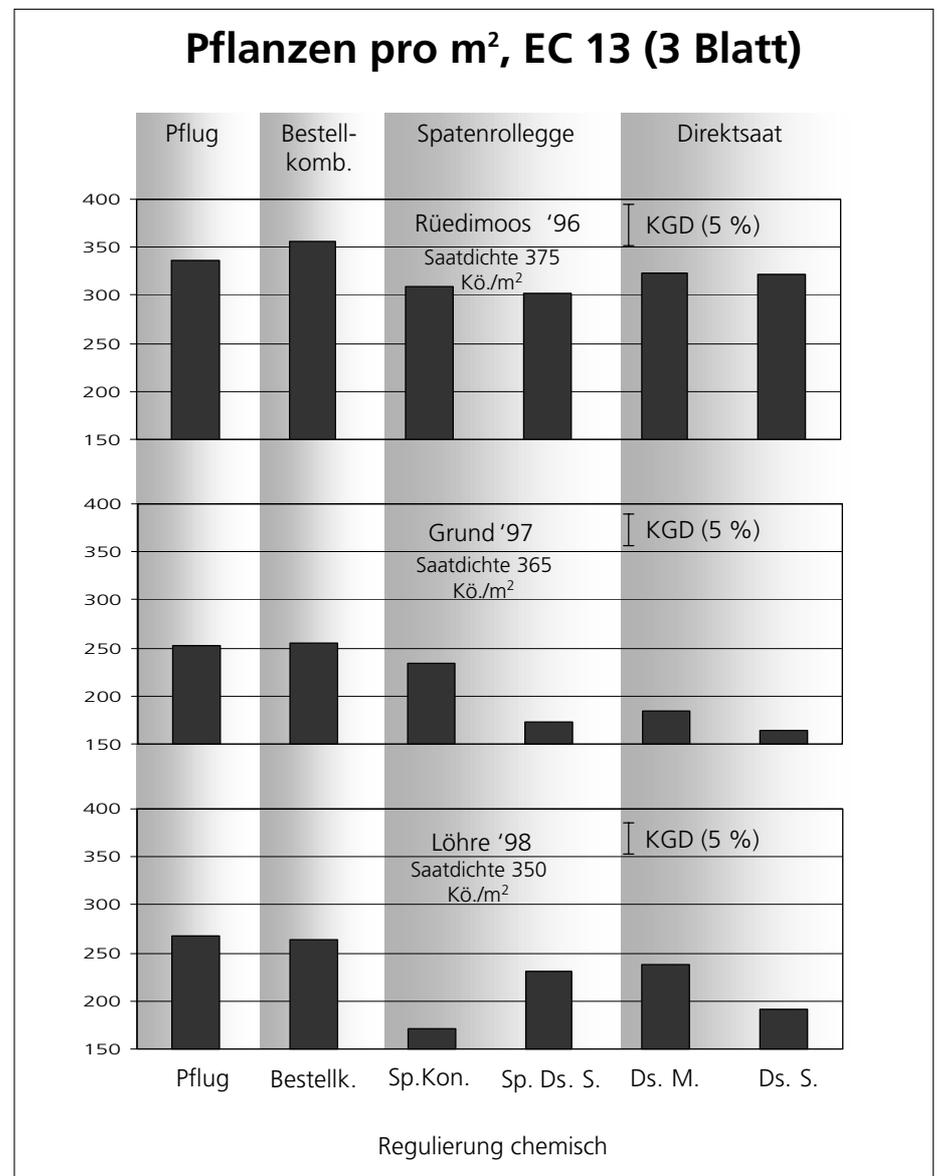


Abb. 6: Pflanzen pro m² der verschiedenen Verfahren auf drei Standorten.

kungen von Fahrspuren leicht abzu-dämpfen. Beim Pflug waren keine Aus-wirkungen der Spuren festzustellen.

Ausser 1996 schnitt die mechanische Unkrautregulierung ein paar Prozent schlechter als die chemischen Verfahren ab. Die mechanische Unkrautregulierung ist immer mit einem gewissen Verlust an Pflanzen verbunden. Die knappen Feld-aufgänge von 1997 und 1998 könnten erklären, dass die zusätzlichen Pflanzen-verluste durch die Unkrautregulierung den Ertrag leicht negativ beeinflussten. Die Untersuchungen von Böhrnsen et al. (1993) sowie Irla und Ammon (1991) stellten meist keine Ertragsunterschiede zwischen der mechanischen und chemi-schen Unkrautregulierung fest.

Direktsaat: Meissel- oder Scheiben-schar?

Die geringeren Feldaufgänge und Erträge der Direktsaat mit Scheibenschar (*Ds. S.*) im Vergleich zum Meisselschar (*Ds. M.*) könnten ein Hinweis auf Verdichtungen im Säschlitz sein. Bis zu 250 kg Auflast drücken das Scheibenschar in den Boden. Dieses hohe Gewicht konzentriert sich auf eine kleine Fläche, was im Basisbereich des Säschlitzes Verdichtungen verursachen kann (Linke 1994). Im Ge-gensatz dazu wird das Meisselschar nur mit relativ geringer Auflast in den Boden gedrückt, es zieht selbsttätig ein. Von den Keimbedingungen im Saatschlitz her gesehen erweist sich das Meisselschar als vorteilhaft. Ein weiterer Vorteil der Gerä-

te mit Meisselscharen ist, dass sie kein Stroh in den Säschlitz drücken, welches die Keimung der Samen stark hemmt. Der grosse Nachteil ist jedoch die Ver-stopfungsanfälligkeit. Die neuen Meissel-Geräte weisen in der Regel einen sehr grossen Durchlass (Amazone) auf oder reinigen die Schare mit einem angetrie-benen Rotor (*Dutzi*). Dennoch ist vor dem Einsatz von Meissel-Sämaschinen auf eine gründliche Häckselarbeit zu achten. Im Gegensatz dazu verstopfen Scheiben-schare praktisch nie, sie laufen immer über das Stroh hinweg. Dies kann aber wie gesagt zu Auflaufproblemen führen, wenn diese das Stroh in den Säschlitz drücken, statt es zu zerschneiden oder auf die Seite zu schieben. Getrennte Ar-beitsorgane entschärfen bei den Schei-benscharmaschinen dieses Problem (Bei-spiel: Great Plains, Kuhn-Huard). Eine erste Waffelscheibe lockert den Säschlitz und räumt Stroh auf die Seite. Die Saat erfolgt mit einem zweiten Aggregat in den vorgezogenen Schlitz. Ziel der Di-rektsaat muss es sein, auch unter schwie-rigen Bedingungen dem Samen gute Keimbedingungen im Säschlitz zu ver-schaffen. Die vorliegenden Resultate (*Sp. Ds. S.*) und die Erfahrungen aus der Pra-xis zeigen, dass auch eine extensive, fla-che Bodenbearbeitung die Probleme der Scheibenschare entschärfen kann, eine mechanische Unkrautregulierung erzielt und Schneckenauftreten vermindert. Dies sind wohl die Hauptgründe, wes-halb international gesehen die reine Di-rektsaat bis anhin den erwarteten Sieges-zug nicht angetreten hat.

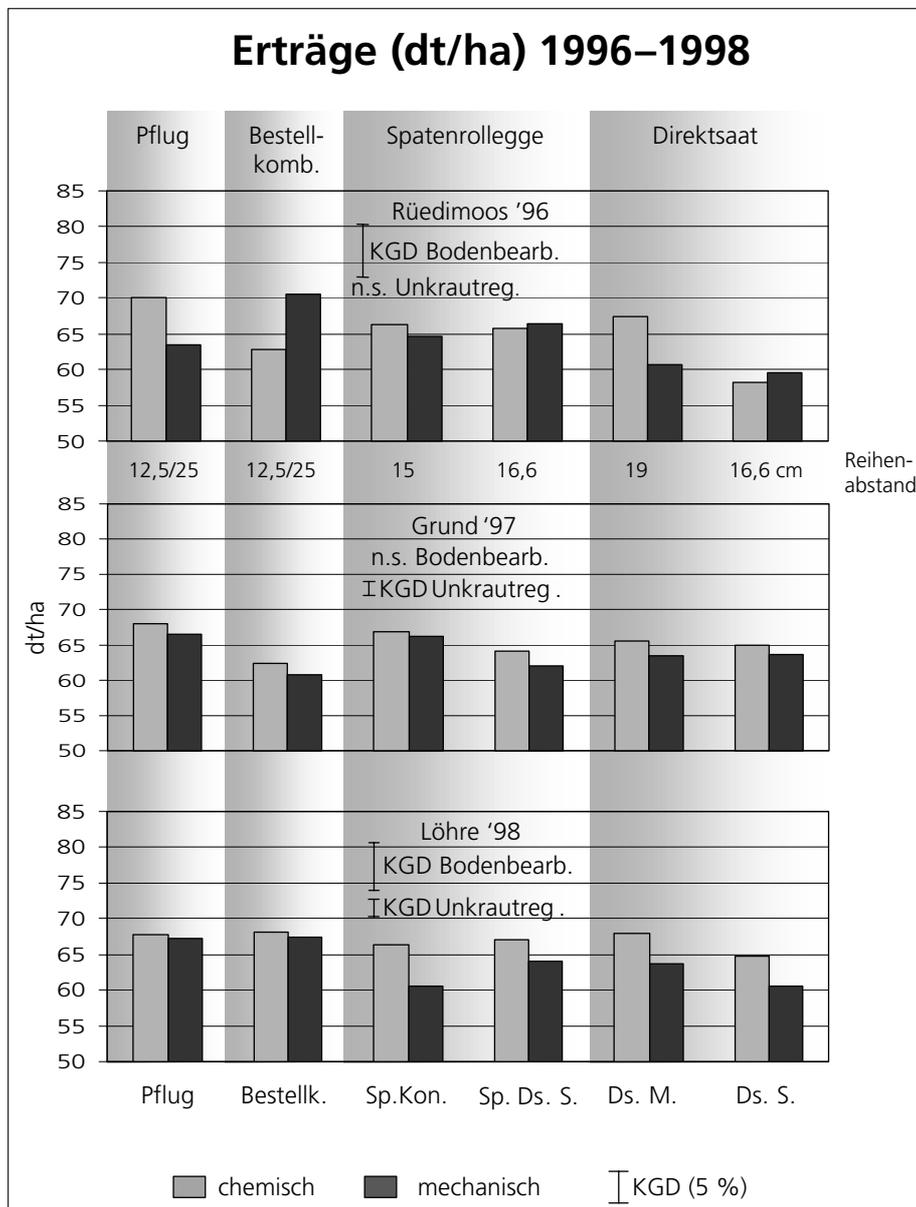


Abb. 7: Erträge der verschiedenen Verfahren (dt/ha) auf drei Standorten.

Unkrautregulierung

Mehr Unkraut bei mechanischer Regulierung

Die Bestimmung der Trockensubstanz der Unkräuter erfolgte mittels Ernte von acht quadratmetergrossen Flächen und anschliessender Trockensubstanzbestimmung im Trockenschrank (Abb. 8). Die Bestimmung der Bodenbedeckung (Prozent der Bodenoberfläche) erfolgte mittels optischer Schätzung (Bonitur) der Flächen (Abb. 9).

1996 verursachten Windhalm und italienisches Raygras einen Ungrasbesatz, den auch die chemische Regulierung mit den gewählten Mitteln nicht voll unterdrückte. Dieser lag aber noch knapp im tole-

rierbaren Rahmen. 1997 und 1998 bewirkte die chemische Regulierung praktisch eine vollständige Unterdrückung der Unkrautflora. Bei der mechanischen Regulierung war ein höherer Unkrautbesatz festzustellen. Ein zusätzlicher Striegeldurchgang gegen Ende Schossen hätte 1998 das Klettenlabkraut noch weiter reduziert, wie dies 1996 gut gelang. Die Versuche zeigen, dass sich die mechanische Unkrautregulierung auch bei der Direktsaat erfolgreich einsetzen lässt. Beim Verzicht auf Bodenbearbeitung laufen weniger Unkräuter auf, als wenn die Durchmischung des Bodens neue Samen an die Bodenoberfläche fördert. Die Bekämpfung der etablierten, mehrjährigen Unkräuter stellt hingegen höhere Anforderungen.

Direktsaat mit Hacke für Biolandbau

Bei Verfahren, die ein grobes Saatbett hinterlassen oder ganz auf die Bodenbearbeitung verzichten, stösst die Unkrautregulierung mit dem Striegel schnell an ihre Grenzen. Bei der Direktsaat, in welcher etablierte Unkräuter des Vorjahres zu bekämpfen sind, ist eine ausreichende mechanische Regulierung ohne Hackgerät wohl nur in Ausnahmefällen möglich. Nur die Hacke kann in einem unbearbeiteten, festen Boden etablierte, mehrjährige Unkräuter bekämpfen. Der Striegel gleitet lediglich darüber hinweg (Abb. 10). Böhrens, Becker und Wagner machten in Deutschland ähnliche Erfahrungen. Unter Einbezug der Hacke lässt sich Direktsaat auch im Biolandbau be-



Abb. 10: Altverunkrautung wird durch den Striegel ungenügend erfasst, er gleitet darüber hinweg.

werkstelligen. Selbstverständlich lässt sich dieses Verfahren nur unter bestimmten Bedingungen in die Frucht- und Bodenbearbeitungsfolge integrieren. Wichtig ist, dass die Vorkultur kein stark verunkrautes Feld hinterlässt. Es ist in diesem Sinne keine strenge Direktsaat, bei welcher über die gesamte Fruchtfolge keine Bodenbearbeitung erfolgt.

So wirkungsvoll die Hacke ist, so wenig verbreitet ist sie in der Praxis. Im Getreidebau kommt sie nur noch im Biolandbau zum Einsatz. Hacken von Getreide ist wegen der engen Reihenabstände für den Steuermann auf dem Hackgerät (Abb. 11) eine anstrengende Arbeit, die



Abb. 11: Hackgeräte entwurzeln und zerschneiden Unkräuter effektiv. Sternhackgeräte verstopfen nicht...



...erfordern aber grössere Reihenweiten als Scharhackgeräte.

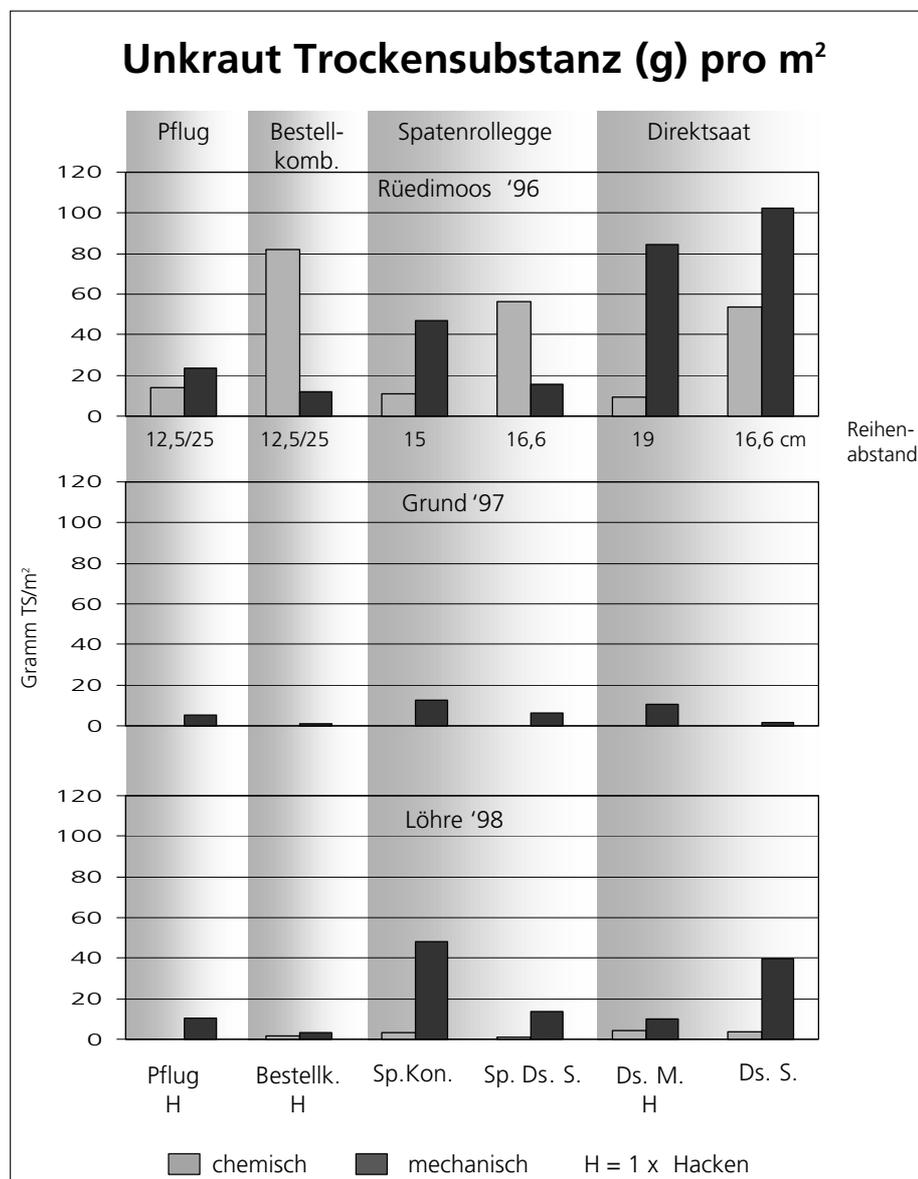


Abb. 8: Trockensubstanz der Unkräuter (g/m²) der verschiedenen Bestell- und Unkrautregulierungsverfahren kurz vor der Weizenernte.

Tab. 4: Arbeitsaufwand der verschiedenen Unkrautregulierungsverfahren

Verfahren	Arbeitsaufwand AKh/ha ¹⁾
1 x Hacken mit Scharhackgerät 3 m mit Steuermann	3
1 x Striegeln mit 6 m Striegel	0,6
1 x Spritzen mit 12 m Spritze	0,9

¹⁾ Parzellengrösse = 2 ha

hohe Konzentration erfordert. Begrenzend wirkt ebenfalls der hohe Arbeitszeitbedarf (Tab. 4). Aus diesem Grund ist die Frage zu stellen, ob nicht im Herbst eine flache Bodenbearbeitung sinnvoller

wäre, weil diese die etablierten Unkräuter teilweise reguliert. Im Frühjahr könnte dann die weitere Unkrautbekämpfung lediglich mit dem Striegel erfolgen oder würde zumindest die Hackarbeit erleichtern.

Nach Irla und Ammon (1991) ziehen die mechanischen und chemischen Unkrautregulierungsverfahren kostenmässig gesehen ungefähr gleich, wenn die Arbeitskosten mit in die Rechnung einbezogen werden. Den Kosten für die Herbizide stehen bei der mechanischen Unkrautregulierung höhere Maschinen- und Arbeitskosten gegenüber. Ein Nachteil der mechanischen Unkrautbekämpfung ist die grössere Witterungsabhängigkeit.

Wirtschaftliche Überlegungen

Kosten sparen heisst Strategie überdenken

Abbildung 12 stellt die Maschinenkosten verschiedener Bestellsysteme als Funktion der jährlichen Auslastung dar. Folgende Annahmen liegen dieser Abbildung zugrunde: Die Anschaffungspreise stammen aus den «FAT-Maschinenkosten 1999» (Ammann 1998), die Tarife der Lohnunternehmerarbeiten entsprechen den «Richtansätzen 1999» des SVLT (Tab. 5).

Tiefe Auslastungen der Geräte verursachen hohe Fixkosten je Hektare. Besonders beim Verfahren Pflug ist auffallend, dass bei tiefer Auslastung die Kosten der Eigenmechanisierung weit über diejenigen der Bestellkombination oder der Direktsaat im Lohn liegen. Teure Bestellkombinationen lassen sich nur günstig einsetzen, wenn eine gute Auslastung gesichert ist. Kann oder will ein Landwirt nicht vollständig auf den Pflug verzichten, muss er sich überlegen, wie er den reduzierten Pflugeinsatz bewerkstelligt. In vielen Fällen führt dies zu Zumietung oder Miteigentum.

Wirtschaftliche Überlegungen im Bereich der Bodenbearbeitung müssen ebenfalls das Problem der Zugkraft mit einbeziehen. Die Anschaffung einer Bestellkombination oder eines grösseren Pfluges kann der Auslöser für die Anschaffung eines neuen Traktors sein. Sollte sich dieser nur in der Bodenbearbeitung nutzbringend einsetzen lassen, gilt es zu bedenken, dass bei einer Neuanschaffung zum Beispiel ein 70 kW-Traktor im Vergleich zu einem 50 kW-Traktor pro Jahr zirka Fr. 3600.– mehr Fixkosten verursacht. Andere Möglichkeiten, die Fixkosten eines grösseren Traktors zu senken, sind Zumietung, Miteigentum oder Lohneinsatz. Neben den Maschinenkosten ist der Arbeitszeitbedarf eine wichtige Grösse. Es ist einleuchtend, dass die drei Arbeitsgänge Pflügen, Eggen und Säen wesentlich zeitaufwendiger sind als die Bestellung mit einer Bestellkombination in einem Arbeitsgang oder der Einsatz des Lohnunternehmers (Abb. 12). Neben Kosteneinsparungen ermöglichen minimale Bestellverfahren das Einsparen von bis zu 5 Arbeitskraftstunden (AKh) pro Hektar. Neben Arbeitszeit und Maschinenkosten ist zusätzlich der Pflanzenschutz mit in die Überlegungen zu integrieren. Beson-

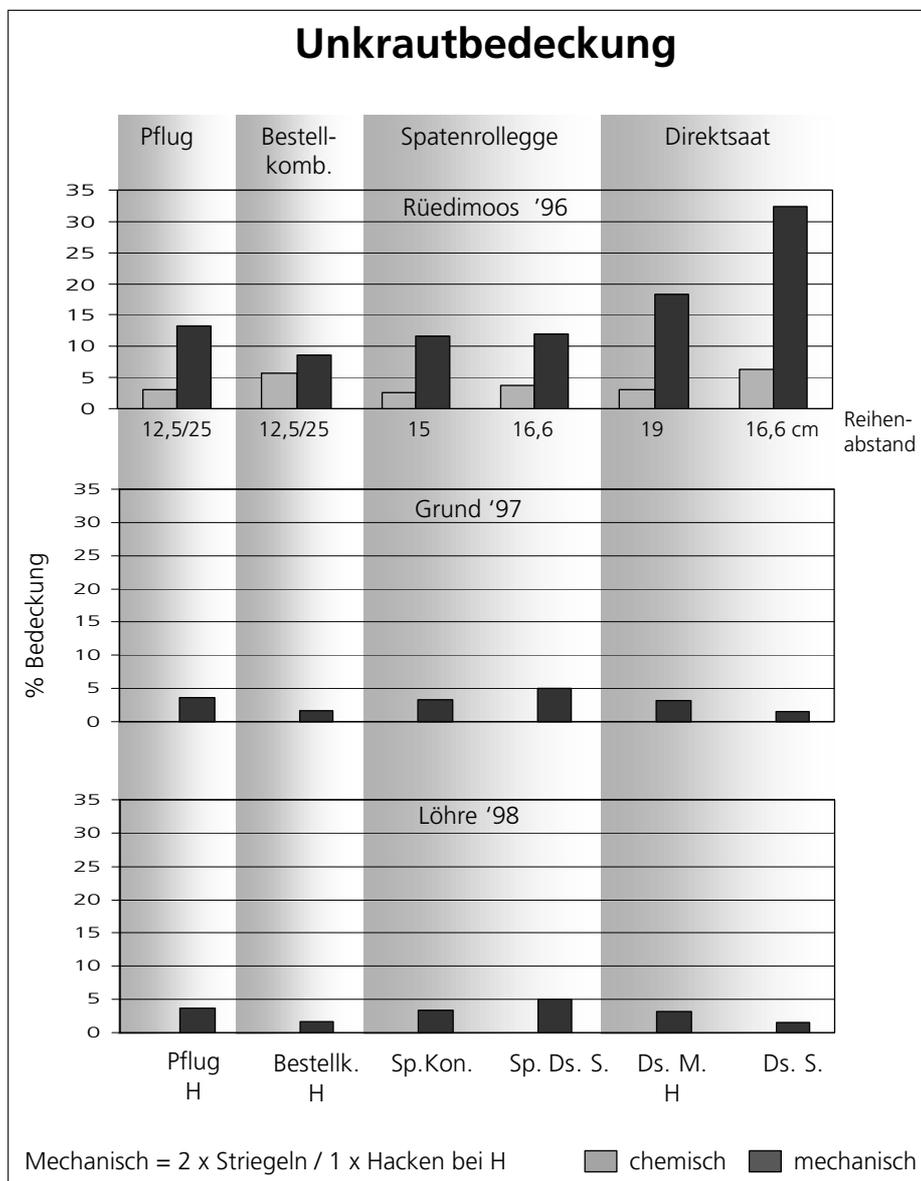


Abb. 9: Unkrautbedeckung in Prozent der Bodenoberfläche der verschiedenen Bestell- und Unkrautregulierungsverfahren.

Tab. 5: Gewählte Verfahren für die Kostenberechnung, aufgeschlüsselt nach eigenen Maschinen (Eigentum), Miete und Lohnarbeit. In den schraffierten Feldern ist angegeben, ob nur die variablen Kosten oder auch die fixen Kosten (fix) in die Rechnung einbezogen wurden.

Geräte und Zugkräfte	Besitz-/Einsatzart	Ausgewählte Verfahren				
		Pflug	Bestellk. Miete	Bestellk. Eigen	Bestellk. Lohn	Direkts. Lohn
Pflug, 3-scharig	Eigentum	fix+var				
Kreiselegge, 3,0 m	Eigentum	fix+var				
Drillsämaschine, 3,0 m	Eigentum	fix+var				
Bestellkombination, 3,0 m	Miete		var			
Bestellkombination, 3,0 m	Eigentum			fix+var		
Bestellkombination, 3,0 m	Lohnarbeit				var	
Direktsämaschine, 3,0 m	Lohnarbeit					var
Traktor, 4-Radantrieb, 41 kW (56 PS)	Eigentum	var				
Traktor, 4-Radantrieb, 70 kW (95 PS)	Eigentum	var	var	var		
Total des Neuwerts der Bodenbearbeitungsgeräte	Eigentum	37 500		40 000		

ders zu erwähnen sind hier je nach Situation die zusätzlichen Kosten für Totalherbizide, Schneckenkorn und spezielle Gräserherbizide. Im Vergleich zum Pflug können diese zusätzliche Kosten von 200–300 Franken/ha erreichen. Bezüglich Erträge sind verschiedenste Resultate bekannt, wo der Pflug entweder besser, ebenbürtig oder schlechter als die anderen Verfahren abschneidet. In den vorlie-

genden Versuchen schneidet der Pflug 3 % besser ab. Dieser Mehrertrag entspricht rund 140 Franken/ha.

Flächenleistung des Pfluges ist begrenzt

Eine jährliche Auslastung über 40 ha ist mit einem Dreischarpflug nur schwer zu erreichen. Aus diesem Grund endet in

Abbildung 12 die Kurve des Pfluges bei 40 ha. Je nach Situation käme bei grösserer Auslastung ein grösserer Pflug zum Einsatz oder es müsste ein zusätzliches Traktor-Pflug-Gespänn eingesetzt werden. Dies würde wieder deutliche Mehrkosten verursachen. Eine Bestellkombination kann pro Jahr problemlos hundert Hektaren bestellen. Eine Direktsämaschine schafft sogar mehrere hundert Hektaren. Bei sehr grosser Auslastung schneiden diese Verfahren im Vergleich zum Pflug sehr kostengünstig ab. Mittelfristig gesehen wird unter schweizerischen Bedingungen nur der konsequente überbetriebliche Maschineneinsatz die Nutzung dieses Einsparungspotentials ermöglichen.

Minimalbestellverfahren sind ökologisch interessant

Der Nettoenergiebedarf (Antriebsenergie der Bestellverfahren ohne Antriebsverluste des Traktors) verschiedener Verfahren, gemessen auf dem Standort Grund, ist auf Abbildung 13 dargestellt. Es ist einleuchtend, dass der Pflug als intensivstes Verfahren den höchsten Energieaufwand pro Hektare benötigt. Die Direktsaat, welche auf jegliche Bearbeitung verzichtet, weist die tiefsten Werte auf. Die Unterschiede zwischen den beiden Verfahren mit Meissel- und Scheibenschar sind unbedeutend. Da Düngung und Pflanzenschutz bei den verschiedenen Verfahren keine Unterschiede aufweisen, wird an dieser Stelle auch die Energiebilanz der verschiedenen Verfahren nicht weiter aufgeschlüsselt. Neben dem kleinen Energieverbrauch weisen minimale Bestellverfahren auch zahlreiche ökologische Vorteile auf. Sie schützen den Boden vor Verschlammung und Erosion, fördern das Bodenleben, vermindern die Fusskrankheiten beim Getreide usw.. Eine Zusammenstellung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren ist in Anken et al. (1997) dargestellt.

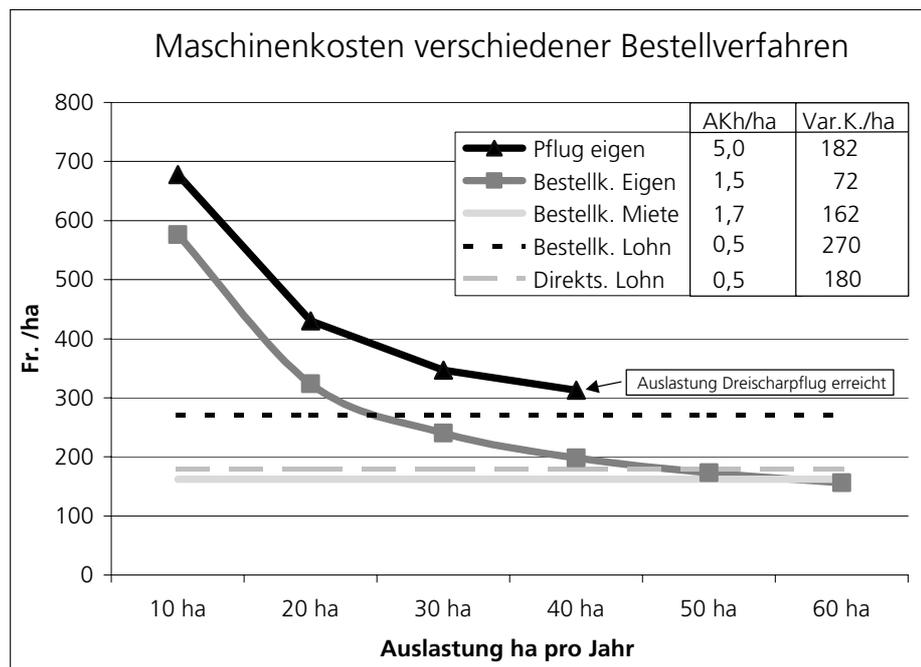


Abb. 12: Maschinenkosten (Fr./ha) verschiedener Bestellverfahren gemäss Tabelle 5 in Abhängigkeit der jährlichen Auslastung sowie variable Kosten (Var.K./ha) und Arbeitsaufwand (AKh/ha).

Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Resultate bestätigen die Erfahrungen, dass sich der Winterweizen für den Einsatz von minimalen Bestellverfahren und Direktsaat bestens eignet. Besonders im nassen Herbst 1997 waren die Saatbedingungen schlecht und die

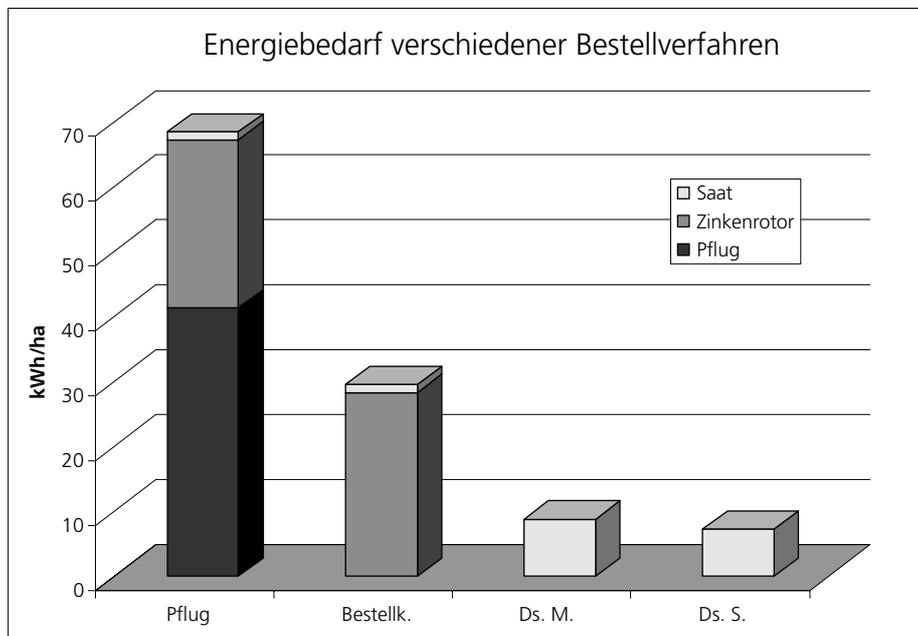


Abb. 13: Energiebedarf (kWh/ha) verschiedener Bestellverfahren.

Fahrspuren wegen der nassen Erntebedingungen ausgeprägt. Überraschend war, dass die minimalen Bestellverfahren auch unter diesen Bedingungen im Vergleich zum Pflug ertragsmässig gut abschnitten. Dies belegt das beeindruckende Kompensationsvermögen des Winterweizens. Umso mehr erstaunt die Tatsache, dass in der Schweiz zirka 80 % der Flächen für den Weizenanbau gepflügt werden (Hausheer et al. 1998). Die vorliegenden Resultate decken sich mit dem internationalen Trend, der in Richtung flache Bearbeitung kombiniert mit robusten, verstopfungsfreien Sämaschinen geht.

Mechanische Unkrautbekämpfung ist auch bei Verfahren mit minimaler Bestel-

lung möglich. Neben dem Einsatz des Striegels bedingt die Direktsaat den Einsatz von Hackgeräten, um die bestehende Altverunkrautung regulieren zu können. Minimale Bestellverfahren ermöglichen deutliche Einsparungen von Maschinenkosten und Arbeitszeit, welche besonders bei hohen Auslastungen zum Tragen kommen. Minimale Bestellverfahren benötigen wesentlich weniger Energie als dies beim Pflug der Fall ist. Als weitere Vorteile fördern sie das Bodenleben und vermindern Erosion und Verschlammung, verbessern die Befahrbarkeit usw. Dem stehen höhere Anforderungen für die Regulierung der Beikrautflora, Schnecken, Mäuse, Maiszünsler, Fusarien usw. gegenüber.

Literatur

Ammann H., 1998. Maschinenkosten 1999. FAT-Bericht 525.

Anken T., Heusser J., Weisskopf P., Zihlmann U., Forrer H. R., Högger C., Scherrer C., Mozafar A. und Sturny W. G., 1997. Bodenbearbeitungssysteme - Direktsaat stellt höchste Anforderungen. FAT-Bericht 501.

Böhrnsen A., Becker K. und Wagner M., 1993. Mechanische Pflege mit Striegel und Hacke. Landtechnik 48 (4), 174-177.

Hausheer J., Rogger C., Freyer B., Hilfiker J., Keller L., Lehmann H.J., Magnollay F., Pericin C., Roux O., Schüpbach H. und Schwab P., 1998. Ökologische und produktionstechnische Entwicklung landwirtschaftlicher Pilotbetriebe 1991 bis 1996. FAT, Tänikon. 170 S.

Irla E. und Ammon H. U., 1991. Vergleich mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfungsverfahren im Getreide. FAT-Berichte 398.

Linke C., 1994. John Deere-Direktsaatmaschine: Stroh und Nässe machen ihr zu schaffen. top agrar 4, 103-106.