

Vergleich Unkrautbekämpfungsverfahren im Raps

Hacken und Striegeln kann Herbizide ersetzen

Edward Irla, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Der Rapsanbau hat infolge zahlreicher Verwendungsmöglichkeiten in der Produktion von Futter- und Nahrungsmitteln sowie Treib- und Schmierstoffen für Dieselmotoren an Bedeutung gewonnen. Sein Erfolg erfordert unter anderem eine standortangepasste, sorgfältige Bodenbearbeitung und Saat sowie eine gezielte Unkrautregulierung im Herbst. Letztere kann mit umweltschonenden, mechanischen Massnahmen oder einer reduzierten Herbizidmenge im Nachaufbau erfolgen.

In dreijährigen Versuchen wurden mit Hack- und Striegelgeräten eine

ausreichende Unkrautbekämpfung und eine wirksame Bodenpflege erreicht. Dabei sind Rapsentwicklung, Witterung, Unkrautart und -stadium sowie die Handhabung der Geräte massgebend. Die um 50% reduzierte Herbizidmenge ergab ebenfalls eine gute Wirkung. Diese wurde in allen Verfahren durch den sehr konkurrenzkräftigen Raps unterstützt. Ertragsmässig schnitten die 15 cm-Reihenweite sowie mechanische und kombinierte Verfahren besser ab als die üblichen Herbizidmengen. Der Arbeitsaufwand beim Striegeln ist etwa gleich und beim Hacken dreimal grösser als beim Spritzver-

fahren. Die Kosten der mechanischen Verfahren sind hingegen bedeutend niedriger als beim Spritzen mit den meisten Herbiziden.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Untersuchungsverlauf	2
Bodenbearbeitung und Saat	2
Vergleich der Verfahren	3
Krankheitsbefall und Ertrag	5
Arbeitsaufwand und Kosten	5
Schlussfolgerungen	6
Literatur	6



Abb. 1. Ein rechtzeitiger Einsatz von Hack- und Striegelgeräten setzt neben günstiger Witterung einen gleichmässigen Rapsaufbau voraus. Die Unkräuter werden bei 15 cm Reihenweite früher (links) und stärker konkurrenziert als bei 30 cm (rechts).

Problemstellung

Die Unkrautbekämpfung in der Praxis erfolgt meist mit Voraufbauherbiziden. Ein Teil der Betriebe verzichtet auf jegliche Bekämpfung, riskiert aber Verunreinigung mit Klettenlabkraut und Ausfallgetreide und somit erhöhte Trocknungskosten. Integrierte Produktion, Umweltschutzaufgaben und sinkende Rapspreise zwingen zur Suche nach Alternativen. Nach positiven Erfahrungen mit der integrierten Unkrautregulierung in Mais, Rüben und Getreide soll sie auch im Raps überprüft werden. Nach dem Motto «umweltbewusster und kostengünstiger produzieren» standen in der Untersuchung mechanische und kombinierte Verfahren sowie um 50% reduzierte Herbizidmengen im Vordergrund.

Untersuchungsverlauf, Hack- und Striegelgeräte

- Die drei Feldversuche 1991 – 1994 erfolgten in Tänikon: 540 m ü.M. und 1200 mm durchschnittliche Jahresniederschläge (Tab. 1).
- Versuche als «Blockanlage» mit vier Wiederholungen und 75 m²-Parzellen (3 x 25 m). Saat mit 3 m-Sämaschine mit Schleppscharen auf 15 bzw. 30 cm Reihenweite, gleiche Saatmenge/ha.
- Hackgerät 3 m mit je zwei 12 cm breiten Gänsefusscharen pro Reihe und Feinstreuung (Schmotzer). Striegel 3 m mit Rundstahlzinken, 2,5-cm-Strichabstand und Spurlockerer (Haruwy).
- Die Bonitierungen betreffend Unkrautbedeckungsgrad und Krankheitsbefall erfolgten durch die FAP Zürich.
- Ernte mit Parzellenmähdescher nach einer vorgängigen Parzellenrandtrennung.

Richtige Bodenbearbeitung und Saat

Eine richtige **Unkrautregulierungsstrategie** beginnt bereits bei der Fruchtfolgeplanung, spätestens jedoch nach der Vorfruchternte. Mit einer flachen Stoppelbearbeitung – wenn Witterung und Zeit es erlauben – werden das Keimen ausgefallener Getreide- und Unkrautsamen gefördert sowie teilweise auch Schnecken bekämpft. Die Lockerung der Ackerkrume mit Pflug oder Grubber soll eine tiefreichende Raps-Pfahlwurzelbildung ermöglichen. Ein mittelkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett ist für die Saat und den späteren Einsatz der Hack- bzw. Striegelgeräte von entscheidender Bedeutung. Gleichmässig 1,5 – 2 cm tief gesäte Rapssamen laufen schneller auf als Unkrautsamen. Dies setzt eine sorgfältige Einstellung der Sämaschine und eine mässige Fahrgeschwindigkeit bis 6 km/h voraus. Bei rechtzeitigem Saat-

Tabelle 1: Versuchstechnische Angaben bei Winterraps 00 – Sorte Libravo

Arbeitsverlauf	1991/92	1992/93	1993/94
Bodenart	schwach toniger Lehm	schwach toniger Lehm	sandiger Lehm
Vorfrucht	Winterweizen	Winterweizen	Winterweizen
Pflügen	16.8.1991	20.8.1992	30.8.1993
Saatbettbereitung	Federzinkenegge (16.8.), Zinkenrotor und Zahn- packerwalze (26.8.)	Zinkenrotor und Zahn- packerwalze (2x) (20./21.8.)	Kreiselegge und Zahn- packerwalze (1.9.)
Saat/Saatmenge: kg/ha	26.8. / 7,0	21.8. / 6,5	1.9. / 5,5
Unkrautbekämpfungsverfahren ¹⁾ : Einsätze der Geräte			
Hacken: H, I, J	4.10.	17.9.	12.10.
Striegeln: C, D, E D	(I), 11.10. - (zu nass)	17.9., (I), 21.9. 1.4.	12.10., (I), 7.4. 24.3.
Spritzen, A, B, E, F, G, J. ²⁾	22.10.	22.9.	20.10.
Ernte	20. Juli	9. Juli	12. Juli
Leitunkräuter: Vogelmiere, Taubnessel, Hirtentäschel, Hohlzahn, Ausfallweizen			

¹⁾ Verfahren A bis K: siehe Tab. 2
²⁾ Bodenherbizid mit Blattwirkung: Carbetamid + Dimefuron (Pradone TS: 4 bzw. 2 kg und 310 l Wasser/ha)
(I) = Datum des Striegeln im Verfahren I.

termin reicht meist eine Saatmenge von 5 – 6 kg/ha aus. Ferner sind die Fahrgassen auf die Striegelbreite und die Reihenweiten von 22 – 30 cm auf die Hackwerkzeuge abzustimmen.

Vergleich der Verfahren

Der Raps zeichnet sich bei günstigen Wachstumsbedingungen durch eine sehr starke Unkrautkonkurrenzierung aus. Letztere wird durch ein gleichmässiges Auflaufen, eine wüchsige Witterung und eine enge Reihenweite gefördert (Abb. 1). In den Versuchen wurden recht gute Rapsbestände erreicht. Nur 1991 – infolge des weniger gut abgesetzten Saatbettes und der Trockenheit – war die Anfangsentwicklung ungleichmässig, was den Geräteeinsatz verzögerte und erschwerte. Die herbstkeimenden Unkräuter führten zu einer Mischverunkrautung mit einem sehr geringen Besatz an Problemunkräuter wie Klettenlabkraut, Kamille

usw. Ihre Bekämpfung erfolgte zumeist im Herbst (Tab. 1).

Chemische Verfahren

Die einmaligen Nachauflaufspritzen mit üblicher oder halber Herbizidmenge/ha konnten gemäss Empfehlung des Mittelherstellers erst ab Vierblattstadium des Rapses erfolgen. Trotz einer späten Anwendung 1991 und 1993 sowie kühler Witterung reichte auch die Wirkung der halben Herbizidmenge völlig aus (Tab. 2). Die nachhaltige Wirkung war bis zur Ernte und sogar gegen Auflaufen des Ampfers (Blacke, 1994) sichtbar.

Mechanische Verfahren

Das Striegeln kann ab Drei- und/oder Vierblattstadium erfolgen, sobald die Rapspflanzen gut im Boden verankert sind (Abb. 2). Der Bekämpfungserfolg war im Keim- bis Zweiblattstadium der Unkräuter und trockener Witterung am grössten. Mit den einmaligen Herbst-

einsätzen wurde durch ein Ausreissen oder Verschütten eine 30- bis 40%ige Unkrautverminderung erzielt. Die Wirkung gegen Pfahlwurzelunkräuter, Ausfallgetreide und Klettenlabkraut fiel meist unbefriedigend aus. Mit den Frühjahrseinsätzen konnten hauptsächlich Vogelmiere und Taubnessel stark reduziert werden, ohne den 20 bis 50 cm hohen Raps zu beschädigen. Die grösste Gefahr für Rapsverluste und -beschädigungen besteht beim ersten Striegeleinsatz und in steinigten Böden. Es ist deshalb auf ein den Einsatzbedingungen angepassten Zinkenfedruck und eine mässige Fahrgeschwindigkeit von 5,5 – 6 km/h zu achten.

Das Hacken mit dem modifizierten «Getreide-Scharhackgerät» bewirkte eine 50- bis 60%-ige Unkrautverminderung. Mit Gänsefusscharen an Einzelparallelogrammen konnten auch grössere Pfahlwurzelunkräuter bekämpft und der Boden 2 bis 3 cm tief gelockert werden (Abb. 3). Dabei wird die Erde teilweise unter die Rapsblätter geschoben und dadurch die unkrautunterdrückende Wirkung erhöht.

Tabelle 2: Unkrautdeckungsgrad, Krankheitsbefall und Rapsertrag je nach Unkrautbekämpfungsverfahren und Versuchsjahr

Unkrautbekämpfungs- verfahren	Unkraut- deckungs- grad %	Stengelfäule			Raps- schwärze	Ertrag ²⁾ dt/ha		
		Befall in Noten ¹⁾						
	Mittel- werte	1992	1993	1994	1994	1992	1993	1994
Reihenweite 15 cm								
A. Herbizid 1/1	1	2,0	5,4	5,0	6,3	31,3	20,7	24,0
B. Herbizid 1/2	2					33,3	21,1	26,8
C. Striegeln/Herbst	37	1,7	5,4	3,8	3,8	29,0	23,6	25,7
D. Striegeln/Herbst/Frühjahr	24					30,3	22,7	27,5
E. Striegeln/Herbizid 1/2	2					30,6	23,2	27,9
K. Unbehandelt	59	2,4	5,7	3,8	4,5	30,7	21,2	26,4
Reihenweite 30 cm								
F. Herbizid 1/1	1	2,8	5,8	4,3	7,0	26,4	18,2	20,6
G. Herbizid 1/2	2					27,4	18,8	22,0
H. Hacken	28	2,1	5,6	4,0	5,0	27,2	20,5	21,1
I. Hacken, Striegeln	18	1,7	5,8	4,3	5,8	28,8	20,8	23,2
J. Hacken, Herbizid 1/2	2					31,0	20,9	21,4
k. Unbehandelt	63	2,3	5,7	3,8	4,8	26,1	19,4	20,6
KGD (95 %)		0,6	n.g.	1,1	1,0	5,4	2,2	3,6

¹⁾ Note 1 = kein Befall, 9 = sehr starker Befall

²⁾ Wassergehalt 5 %, 1993 Hagelschaden



Bei 30 cm Reihenweite, 3,5 bis 5 km/h Fahrgeschwindigkeit und Feinsteuerung traten praktisch keine Rapsbeschädigungen auf. Der relativ rasche Bestandesschluss erlaubte in allen Versuchen nur einen Arbeitsgang (Abb. 4).

Die Kombination Hacken/Striegeln hat sich von den mechanischen Verfahren am besten bewährt. Neben einer 65- bis 75%igen Unkrautverminderung wurde der Boden 3 bis 4 cm tief gelockert. Je nach Standortbedingungen kann das Striegeln im Frühjahr vorteilhafter als im Spätherbst mit mehr Nebel- und Regentagen sein.

Mechanisch-chemische Massnahmen ermöglichen eine integrierte Unkrautregulierung ohne grösseres Wetterisiko. Nach einmaligem Striegeln oder Hacken reichte eine 50%-Herbizidmenge im Herbst aus.



Abb. 2. Ein früher Striegeleinsatz erhöht die Unkrautbekämpfung, aber auch die Verletzungsgefahr der Rapspflanzen (oben). Runde und hohe Zinken, mässiger Federdruck und Fahrgeschwindigkeit sowie Spurlockerer sind empfehlenswert.

Mitte: Ungleichmässiges Rapswachstum verspätete den Striegeleinsatz (1991).

Unten: Das Frühjahr-Striegeln war bis 40 – 50 cm Raps Höhe möglich und gegen Vogelmiere und Taubnessel wirksam.



Abb. 3. Mit dem Hackgerät wurden die Unkräuter zwischen den Reihen bekämpft und die Reihen leicht angehäufelt. Gänsefusssschare an gefederten Haltern zeichnen sich durch einen besseren Mulch- und Selbstreinigungseffekt aus (Traktor 2,2 t, 9,5-Zoll-Reifen, Hacksatzbreite 20 cm).



Abb. 4. Nach dem frühen Bestandesschluss übernimmt der Raps die Unkrautregulierung, welche praktisch bis zur Ernte ausreicht.

Geringerer Krankheitsbefall

Befürchtungen, dass wegen Verletzungen der Krankheitsbefall zunimmt, haben sich, wie in ausländischen Versuchen, nicht bestätigt. Im Gegensatz zu Herbizidvarianten weisen mechanische Verfahren meist gesichert einen tieferen Befall mit Pilzkrankheiten wie Stengelfäule (*Phoma lingam*) und Rapsschwärze (*Alternaria brassicae*) auf. Die Werte beim Striegeln oder Hacken sind etwa mit denjenigen der unbehandelten Parzellen vergleichbar. Eine Verbesserung des Luft- und Wasserhaushaltes des Bodens wirkt offensichtlich dem Infektionsdruck entgegen.

Gleiche oder höhere Erträge

Die Ertragsunterschiede zwischen den Reihenweiten und Herbizidmengen fielen gesichert oder tendenzmässig zugunsten der 15-cm-Reihenweite und 50%-Herbizidmenge aus (Tab. 2, Abb. 5). Unbehandelte Parzellen mit gleichmässigem Rapsbestand ergaben wie im Ausland etwa gleiche Erträge wie die gespritzten. Mechanische und kombinierte Verfahren wiesen infolge Bodenpflege teilweise gesichert oder tendenzmässig höhere Werte als die chemischen auf.

Grösserer Arbeitsaufwand, tiefere Kosten

Der Arbeitsaufwand bei den mechanischen Verfahren ist verglichen mit der Herbizidspritzung etwa gleich oder bis zu viermal grösser (Abb. 6). Massgebend sind die Standortbedingungen, Gerätewahl, zusätzlicher Steuermann beim Hacken und die Anzahl Arbeitsgänge.

Die Verfahrenskosten hängen zudem von der Miete oder vom Kauf der Geräte ab. Bei Gerätemiete können die mechanischen Verfahren sogar mit der 50%-Herbizidmenge durchaus konkurrieren. Weitere standortbezogene Verfahrenskosten können anhand der Angaben in Abb. 6 berechnet werden. Die eingesparten Herbizidkosten von Fr. 242.-/ha lassen allerdings genügend Spielraum für ein alternatives, umweltrelevantes Verfahren zu.

Schlussfolgerungen

Die dreijährigen Versuche zeigen, dass sich eine ausreichende Unkrautregulierung im Raps durch einen gezielten Einsatz von Striegel- und Hackgeräten oder eine reduzierte Herbizidmenge im Nachauflauf erreichen lässt. Der sehr konkurrenzstarke Raps erträgt eine recht grosse Verunkrautung ohne Ertragsseinbusse. In günstigen Anbaulagen und gleichmässigem Rapsbestand kann deshalb auf eine Bekämpfung verzichtet werden. Mechanische Pflegemassnahmen sind von Standortbedingungen und Witterung stärker abhängig als chemische. Mechanische Massnahmen wirken auch als Bodenpflege und vermindern den Krankheitsbefall des Rapses.

Die Striegel- und teilweise Hackgeräte für Getreide sind bereits in vielen Betrieben vorhanden und im Raps einsetzbar. Dem meist grösseren Arbeitsaufwand stehen bedeutende Kosteneinsparungen bei Herbiziden und positive Umweltaspekte gegenüber.

Verdankung

Für die Bonitierungen von Unkrautbesatz und Krankheitsbefall sei der FAP-Zürich, H.U. Ammon, C. Scherrer, W. Winter und H. Krebs herzlich gedankt.

Literatur

Klaus M./Makowski N., 1992. Mehr hacken und weniger spritzen? DLZ 8, 24–29.
Wahmhoff W., 1993. Unkräuter im Raps mechanisch bekämpfen? Top agrar 9, 48–51.

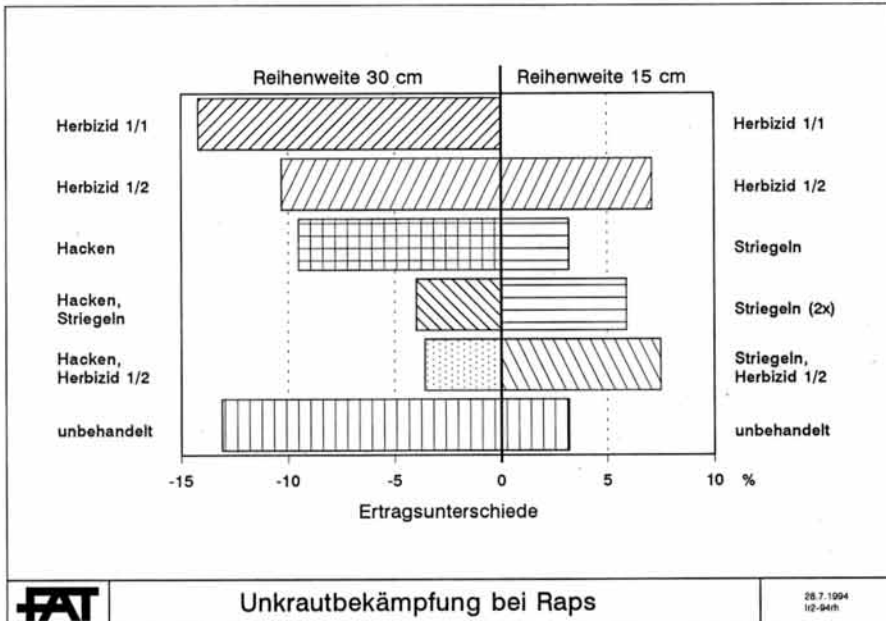


Abb. 5. Ertragsunterschiede der Unkrautbekämpfungsverfahren (Dreijahresdurchschnitt). Ertrag von 25,3 dt/ha der üblichen Herbizidmenge und 15 cm Reihenweite = 0.

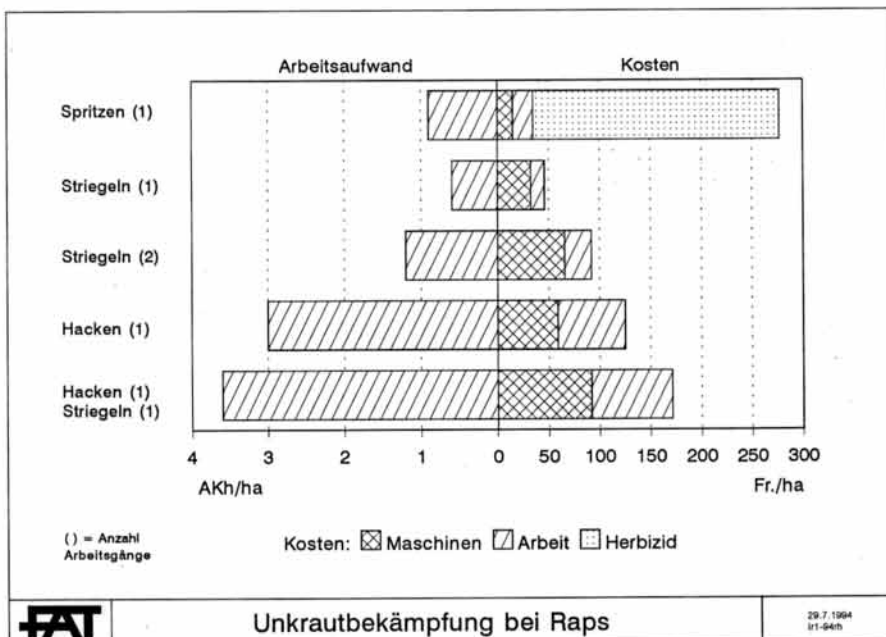


Abb. 6. Arbeitsaufwand und Kosten der Unkrautbekämpfungsverfahren im Raps bei Miete der Hack- und Striegelgeräte (ohne Fixkosten des Traktors bzw. der Feldspritze). Ansätze gemäss FAT-Bericht Nr. 436: Traktor 33 kW (45 PS), Spritzen (12 m), Striegel (6 m) Fr. 27.-/ha, Hackgerät (3 m) Fr. 44.-/ha, Arbeit Fr. 22.-/AKh.