

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 51 (1989)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Bandspritzung und Hacken in Zuckerrüben und Mais :  
Verfahrensvergleich der Unkrautbekämpfung  
**Autor:** Irla, Edward  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1080615>

### **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**

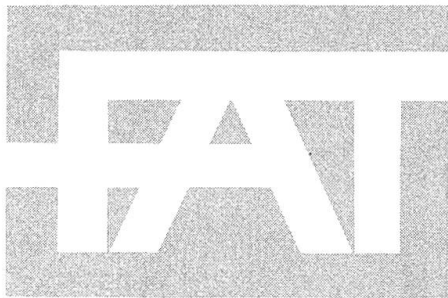
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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:** 22.02.2026

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



## ***Bandspritzung und Hacken in Zuckerrüben und Mais Verfahrensvergleich der Unkrautbekämpfung***

Edward Irla

Die Erfahrungen der zweijährigen Feldversuche 1987–1988 zeigen, dass eine erfolgreiche integrierte Unkrautbekämpfung in Rüben und Mais mit einer Kombination von Bandspritzung und Hacken möglich ist. Die Herbizidmengen/ha werden dabei auf ein notwendiges Minimum von rund einem Drittel reduziert und allfällige Resistenz-, Umweltbelastungs- und Erosionsprobleme vermindert. Mit zwei- bis dreimaligem Hacken wird eine flache Bodenlockerung und dadurch eine Beseitigung der Verschlammung und Verkrustung erreicht (Abb. 1). Diese Pflegemassnahmen können je nach Bodenart und Witterung sogar zu einer gewissen Ertragssteigerung führen.

Der Arbeitsaufwand bei den Hackverfahren ist bei Rüben bzw. Mais rund zwei- bzw. viermal grösser als beim Flächenspritzverfahren, was vor allem auf die erforderlichen zwei bis drei Arbeitsgänge und die Zweimann-Bedienung zurückzuführen ist. Infolge der Präparateinsparung um zwei Drittel können die Kosten der Un-

krautbekämpfung je nach Arbeitsbedingungen, Art des Gerätes und seiner jährlichen Auslastung erheblich gesenkt werden.

Die ausführlichen arbeitstechnischen Angaben über die eingesetzten Hack- und Bandspritzgeräte sind im FAT-Bericht Nr. 335/1988 enthalten.



*Abb. 1: Durch eine Bandspritzung und ein flaches Hacken werden die Unkräuter in Rüben und Mais vernichtet sowie eine Bodenverkrustung beseitigt.*



Abb. 2: Mit dem Scharhackgerät I lässt sich in Moor- und steinigen Mineralböden eine gute Arbeitsqualität erreichen. Hackgeräte mit Gänsefußscharen an gefederten Haltern zeichnen sich durch einen besseren Mulch- und Selbstreinigungseffekt aus (rechts: Scharhackgerät II – auch im Mais einsetzbar).

## Untersuchungsverlauf und Ergebnisse

Je vier Zuckerrüben- und Mais-Unkrautbekämpfungsversuche wurden auf Mineral- und Moorböden durchgeführt. Die Reihenweite betrug bei Zuckerrüben 50 cm und bei Mais 75 cm. Die Witterungsbedingungen für die Hack- und Spritzarbeiten im Mai/Juni waren im Jahre 1987 weniger günstig, dagegen im 1988 nahezu optimal. Die unterschiedliche Bodenfeuchtigkeit, das Unkrautstadium und

der Temperaturverlauf hatten den Präparatverbrauch und Bekämpfungserfolg merklich beeinflusst.



Abb. 3: Das Sternhackgerät mit 25 cm Lockerungsscharen und zwei Zweisternsätzen pro Reihe zeichnet sich durch einen guten Schollenzerkleinerungs-, Wende- und Mulcheffekt aus. Ab 8- bis 10- Blattstadien werden die Rüben leicht angehäufelt.



## Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben

### Geräte und Verfahren

**Die Flächenspritzungen** in Mineral- und Moorböden erfolgten mit einer 12-m-Feldspritze. Beim dritten Spritzgang gegen die Spätverunkrautung im Moorboden 1987 war sie mit einer Unterblatt-Spritzeinrichtung ausgerüstet. Die Brühmengen betrugen 300 bis 400 l/ha.

**Die Bandspritzungen** wurden gleichzeitig mit einer Einzelkornsaat oder mit dem Hacken durchgeführt. Bei einer Bandbreite von 18 cm betrugen die jeweiligen Brühmengen/ha nur 36% von derjenigen bei Flächenspritzungen (Tab. 1). Dabei wurden folgende 5reihige Hack- und Bandspritzgerätekombinationen eingesetzt (Abb. 2, 3, 4):

*Abb. 4: Mit dem zapfwellengetriebenen Bürstenhackgerät und 14 cm Schutztunnelbreite wurde in spurarmen Böden sowie bei günstigem Unkrautstadium eine gute Arbeitsqualität erreicht. Bezüglich Erfassen der Traktorspuren und Staubschutz sind noch Verbesserungen erforderlich.*



#### Hackgeräte:

Scharhackgerät (I)  
Scharhackgerät  
Scharhackgerät (II)  
Sternhackgerät  
Bürstenhackgerät  
Scharhackgerät

#### Hackwerkzeuge:

Gänsefußschare an  
starren Haltern  
Federzinken-Schare  
Starrschar + Zweistern  
Garezinken + Bürste  
Vibromesser

#### Bandspritzen:

Fischer  
Berthoud  
Rau  
Hardi  
Birchmeier  
—

() = Bezeichnung der Hackgeräte in den folgenden Tabellen.

**Tabelle 1: Arbeitsgänge und Präparatmengen auf Mineral- und Moorböden bei Flächen- und Bandspritzung (VA = Voraufbau; NA = Nachaufbau, Angaben in kg bzw. l/ha).**

Mineralboden			Moorboden		
Präparate	Flächenspritzung	Bandspritzung	Präparate (alle NA)	Flächenspritzung	Bandspritzung
<b>1987</b>					
Goltix VA	4	1,44	Betanal	3	1,08 + Hacken
Betanal } Nortron } Genol } NA	je 4	je 1,44 + Hacken	Betanal } Nortron }	je 4	je 1,44 + Hacken
	—	Hacken	Betanal	3	1,08
			Nortron	6	2,16
			Pyramin	2	0,72 + Hacken
<b>1988</b>					
Pyramin } Nortron } VA	3	1,08	Betanal	2,8	1,0 + Hacken
	4	1,44	compact		
	—	Hacken	Betanal, Nortron (Genol)	je 4 (2)	Hacken
	—	Hacken		—	Hacken
	<b>Handhacke</b>			<b>Handhacke</b>	



## Vergleich der Verfahren

### Unkrautbekämpfung und Erträge

In Mineralböden nach Winterweizen-Vorfrüchten ergaben die zweimaligen Flächen- und Bandspritzungen gegen die meisten einjährigen Unkräuter eine ausreichende Wirkung (1987: schwach sandiger Lehm). Mit Bandspritzung und Hacken wurden allerdings Knöterich, Klebern und Quecke besser erfasst.

Auf gegrubbertem, sandigem Lehmboden (1988) mit Endstandsamt von 17 cm wurde hingegen nur eine einmalige Flächen- oder Bandspritzung durchgeführt. Der Versuch beinhaltete eine Vor- oder Nachauflauf-Herbizidvariante sowie

eine rein mechanische Unkrautbekämpfung. Die Wirkung der Herbizide im Vorauf (Pyramin, Nortron) war etwas besser als im Nachauflauf (Betanal, Goltix). Die Bandspritzung mit zweimaligem 4 – 5 cm flachen Hacken war gegen Ausfallweizen, Hirtentäschel und Ackerstiefmütterchen wirkungsvoller. Um einen Aufschluss über den Arbeitseffekt der einzelnen Hackgeräte zu erhalten, wurde die Restverunkrautung mit der Handhacke beseitigt und die Arbeitsstunden je Verfahren erfasst (Tab. 3).

Im Moorboden war die Herbizidwirkung 1987 durch die tiefen Temperaturen teilweise beeinträchtigt. Für eine wirksame Bekämpfung der zahl- und artreichen Unkräuter waren zwischen dem 4- und 14-Blattstadium der Rüben drei Spritzungen und Hackdurchgänge erforder-

lich. Die dritte Behandlung erfolgte als Unterblattspritzung gegen die Spätverunkrautung durch Amarant, Weißer Gänsefuß, Hohlzahn und Knöterich. Die Unkräuter zwischen den Reihen konnten mit den meisten Hackgeräten erfolgreich bekämpft werden (Abb. 5).

Ähnlich wie im Mineralboden 1988 wurde versucht, den Herbizideinsatz auf ein notwendiges Minimum zu reduzieren. Infolge günstigen Einsatzbedingungen reichten zweimalige Flächen- oder einmalige Bandspritzung und drei Hackdurchgänge aus. Die Rest- und Spätverunkrautung konnten mit der Handhacke beseitigt werden (Arbeitsaufwand; Tab. 4).

Die Forderung nach einer Unkrautfreiheit zwischen der vierten bis achten Woche nach dem Auflaufen der Rüben wurde meist bei allen Verfahren im

**Tabelle 2: Zuckerrübenenerträge nach Bodenart und Unkrautbekämpfungs-Verfahren 1988 (Hacken und Bandspritzung, Sorten: Regina im Mineral- und Kawetina im Moorboden)**

Verfahren	Anzahl Rüben pro m <sup>2</sup>	Wurzelenertrag netto		Zuckerertrag		Bereinigter Zuckerertrag <sup>1)</sup>	
		dt / ha	%	dt / ha	%	dt / ha	%
<b>Mineralboden</b>							
Flächenspritzung	9,0	843,5	100	148,4	100	128,0	100
Scharhackgerät I	8,8	844,5	100,1	151,2	101,9	130,9	102,3
Scharhackgerät II	8,8	884,2	104,8	155,6	104,8	134,9	105,4
Sternhackgerät	8,9	865,2	102,6	152,7	102,9	131,2	102,5
Bürstenhackgerät	8,5	860,7	102,0	149,3	100,6	128,6	100,5
KGD: P = 0,05		39,4		7,1		6,7	
<b>Moorboden</b>							
Flächenspritzung	5,4	703,7	100	119,6	100	97,4	100
Scharhackgerät I	5,6	745,0	105,9	128,1	107,1	105,3	108,1
Sternhackgerät	5,6	713,5	101,4	124,1	103,8	103,4	106,2
Bürstenhackgerät	6,0	717,7	102,0	119,8	100,2	97,3	99,9
KGD: P = 0,05		n. g.		n. g.		n. g.	

<sup>1)</sup> Zuckerertrag abzüglich Verluste

Mineral- und Moorboden erfüllt. Die Spätverunkrautung nach dem Reihenschluss hielt sich 1987 im üblichen Rahmen (1988: praktisch unkrautfrei) und erschwerte die Ernte nicht.

**Die Erträge** wurden aus vier Wiederholungen je Verfahren auf 10-m<sup>2</sup>-Ernteparzellen erho-

ben (Tab. 2). Die Mehrerträge gegenüber der Flächenspritzung sind nur beim Scharhackgerät II im Mineralboden statistisch gesichert. Bei Zuckererträgen besteht meist eine Tendenz zugunsten der Hackverfahren bzw. der flachen Bodenlockerung. Die geringen Unterschiede sind offensichtlich auf

die günstige Bodenstruktur und Witterung sowie ein hohes Ertragsniveau 1988 zurückzuführen (Wurzelsertrag 568 dt/ha sogar bei unbehandelten Parzellen im Mineralboden). Die Homogenität der Ergebnisse im Moorboden wurde teilweise durch den weniger gleichmässigen Pflanzenbestand beeinträchtigt.

**Tabelle 3: Betriebswirtschaftlicher Verfahrenvergleich bei der Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben im Mineralboden bei üblichen und reduzierten Herbizidmengen sowie zweimaligem Maschineneinsatz (Feldgrösse 2 ha, 2,5-m-Hackgeräte mit Feinsteuerung, Herbizidmengen siehe Tab. 1).**

Arbeits- und Kostenelemente	Flächenspritzung	Bandspritzung			
		Scharhackgerät I	Scharhackgerät II	Sternhackgerät	Bürstenhackgerät
Anschaffungspreis: Bandspritze Fr. Hackgerät Fr.		3000.-- 4014.--	3000.-- 6200.--	3000.-- 6970.--	3000.-- 8360.--
<b>Übliche Herbizidmenge / ha (1987)</b>					
Arbeitsaufwand <sup>1)</sup> AKh / ha Traktorstunden / ha	1,7 1,7	5,7 2,8	2,5 2,5	5,0 2,5	6,7 3,3
Fixe Maschinenkosten je Jahr <sup>2)</sup> Fr.		760.--	981.--	1059.--	1200.--
Variable Kosten je ha: Maschinen und Traktor <sup>3)</sup> Fr. Präparatkosten Fr.	18.80 637.20	36.50 229.50	39.50 229.50	40.50 229.50	102.50 229.50
<b>Total</b> Fr. / ha	<b>656.--</b>	<b>266.--</b>	<b>269.--</b>	<b>270.--</b>	<b>332.--</b>
<b>Reduzierte Herbizidmenge / ha (1988)</b>	einmal	einmalige Bandspritzung			
Einsparungen variable Kosten je ha: Maschinenkosten Fr. Präparatkosten Fr.	9.-- 280.--	3.-- 101.--	3.-- 101.--	3.-- 101.--	3.-- 101.--
<b>Total Einsparung</b> Fr. / ha	<b>289.--</b>	<b>104.--</b>	<b>104.--</b>	<b>104.--</b>	<b>104.--</b>
Mehrarbeitsaufwand für Handhacken AKh / ha	34	32	34	28	29
Kosteneinsparung je zusätzliche Arbeitsstunde (Einsparung: Mehrarbeitsaufwand, AKh) bei reduzierter Herbizidmenge Fr. / AKh	8.50	3.20	3.10	3.70	3.60

<sup>1)</sup> inkl. Wartung der Maschinen

<sup>2)</sup> Grundkosten ohne Gebäudekosten } gemäss FAT-Bericht Nr. 347

<sup>3)</sup> Gebrauchskosten ohne Wartung }  
Scharhackgerät II ohne Feinsteuerung, (Verfahrenskosten bei üblicher Herbizidmenge siehe Abbildung 6).

## Arbeitsaufwand und Verfahrenskosten

Die Ergebnisse des Arbeitsaufwandes und der Unkrautbekämpfungskosten für Mineral- und Moorböden bei üblichen und reduzierten Herbizidmengen/ha sind in Tab. 3 und 4 sowie Abb. 6 enthalten.

**Der Arbeitsaufwand** für das Vorbereiten und Bedienen der Hack- und Bandspritzgeräte war in beiden Bodenarten je nach Hackgerät 1,5- bis 3,9mal grösser als beim Flächenspritzverfahren. Beim Hacken und

Bandspritzen schneidet das Scharhackgerät II mit nur Traktorfahrer-Bedienung am besten ab. Die höheren Werte beim Bürstenhackgerät sind hingegen auf die geringere Fahrgeschwindigkeit von 3,5 km/h gegenüber 4 bis 5,7 km/h bei den übrigen Geräten und dadurch auf die kleinere Flächenleistung zurückzuführen.

Der reduzierte Herbizideinsatz 1988 hatte besonders im Moorboden einen beachtlichen Mehrarbeitsaufwand für das Handhacken zur Folge. Dabei weist

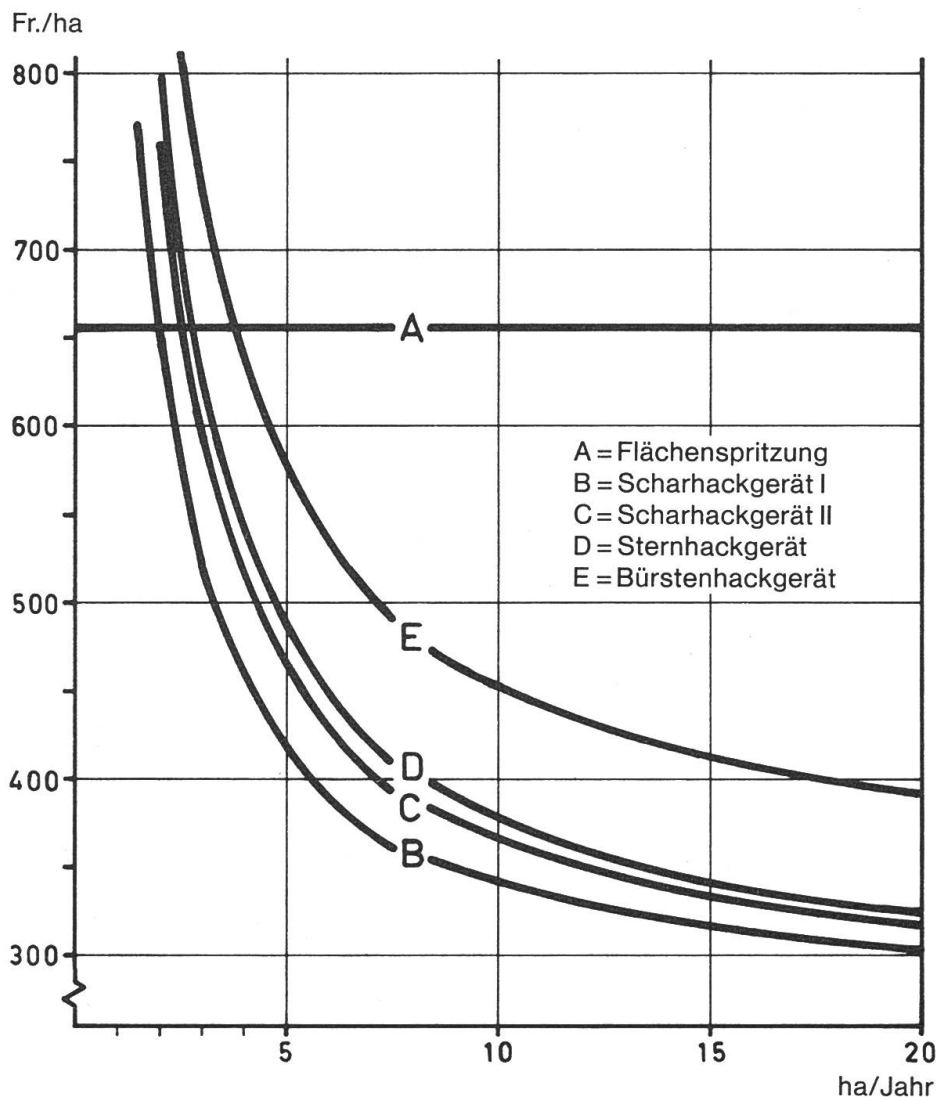


Abb. 6: Verfahrenskosten der Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben im Mineralboden bei den üblichen Herbizidmengen/ha je nach jährlicher Anbaufläche (ohne Grundkosten des Traktors bzw. der Feldspritze und der Bedienungskosten; unter Berücksichtigung des Lohnansatzes von Fr. 17.50/AKh würden sich die Kosten/ha um Fr. 29.75 bei A, Fr. 99.75 bei B, Fr. 43.75 bei C, Fr. 87.50 bei D und Fr. 117.25 bei E erhöhen).

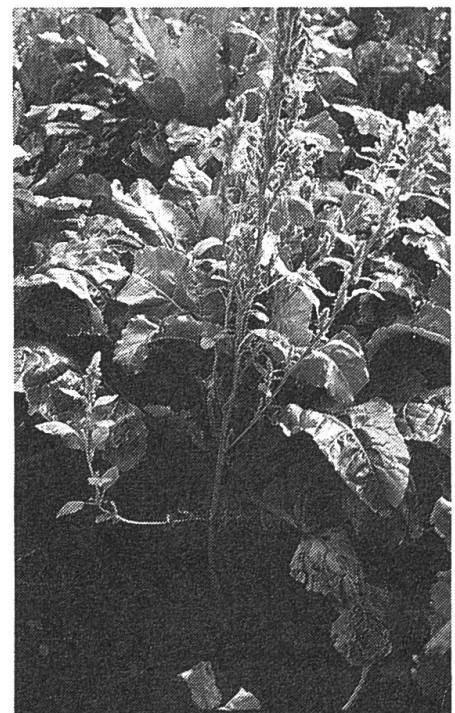
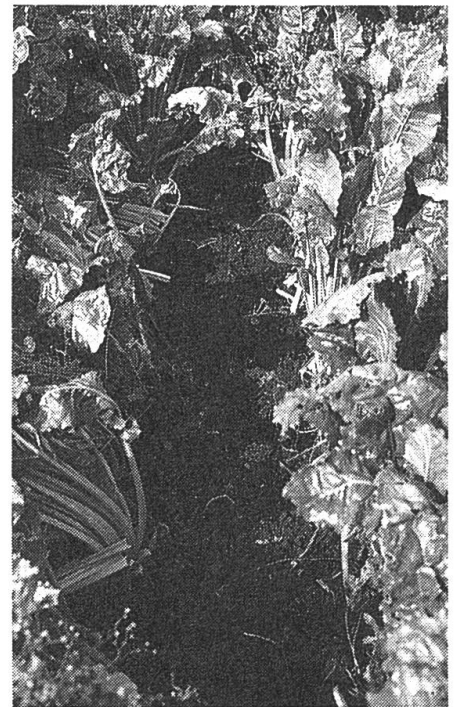


Abb. 5: Praktisch unkrautfreier Rübenbestand kurz vor der Ernte im Moorboden. Gegen die vereinzelt, in den Reihen nicht erfassten Unkräuter war eine Unterblattbandspritzung oder das Handhacken erforderlich.



das Bürstenhackgerät-Verfahren den grössten Arbeitsaufwand auf. Dies ist auf ein weniger gutes Unkrauterfassen in Traktorspuren durch die Bürstentrommel zurückzuführen. Zum Vergleich: Eine rein mechanische Bekämpfung mit einem Scharhackgerät erforderte für das Handhacken einen Arbeitsaufwand von 82 bis 138 AKh/ha.

**Die Verfahrenskosten** sind als direkt zuteilbare Maschinen- und Präparatkosten für eine betriebsbezogene Kalkulation zu betrachten. Den hohen Anschaffungs- und Fixkosten der Hack- und Bandspritzgeräte stehen 64-prozentige Einsparungen an Präparatkosten gegenüber. Nach Berücksichtigung der fixen und variablen

Kosten sind im Mineralboden die Kosten gegenüber der Flächenspritzung je nach Hackgerät ab rund 2 – 4 ha jährlicher Rübenfläche tiefer (Abb. 6).

Im Moorboden hingegen ist die Unkrautbekämpfung erheblich teurer (Tab. 4). Dies ist hauptsächlich auf die fast doppelten Herbizidkosten gegenüber denjenigen im Mineralboden und auf

**Tabelle 4: Betriebswirtschaftlicher Verfahrensvvergleich bei der Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben im Moorboden bei üblichen und reduzierten Herbizidmengen sowie dreimaligem Maschineneinsatz (Herbizidmengen siehe Tabelle 1).**

Arbeits- und Kostenelemente Verfahrenskosten	Flächenspritzung	Bandspritzung			
		Scharhackgerät I	Scharhackgerät II	Sternhackgerät	Bürstenhackgerät
<b>Übliche Herbizidmenge / ha (1987)</b>	dreimal	zwei Band- und eine Unterblattspritzung			
<b>Arbeitsaufwand</b> AKh / ha	<b>2,6</b>	<b>8,6</b>	<b>3,8</b>	<b>7,6</b>	<b>10,0</b>
Traktorstunden / ha	2,6	4,3	3,8	3,8	5,0
<b>Fixe Maschinenkosten je Jahr</b> Fr.		<b>760.--</b>	<b>981.--</b>	<b>1059.--</b>	<b>1200.--</b>
<b>Variable Kosten je ha:</b>					
Maschinen und Traktor Fr.	28.50	55.--	60.--	61.--	153.--
Präparatkosten Fr.	1036.50	372.--	372.--	372.--	372.--
<b>Total</b> Fr. / ha	<b>1065.--</b>	<b>427.--</b>	<b>432.--</b>	<b>433.--</b>	<b>525.--</b>
<b>Verfahrenskosten<sup>1)</sup></b> Fr. / ha	<b>1065.--</b>	<b>503.--</b>	<b>530.--</b>	<b>540.--</b>	<b>646.--</b>
<b>Reduzierte Herbizidmenge / ha (1988)</b>	zweimal	einmalige Bandspritzung			
<b>Einsparungen variable Kosten je ha:</b>					
Maschinenkosten Fr.	9.--	6.--	6.--	6.--	6.--
Präparatkosten Fr.	463.--	305.--	305.--	305.--	305.--
<b>Total Einsparung</b> Fr. / ha	<b>472.--</b>	<b>311.--</b>	<b>311.--</b>	<b>311.--</b>	<b>311.--</b>
<b>Mehrarbeitsaufwand für Handhacken</b> AKh / ha	<b>48</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>50</b>	<b>59</b>
Kosteneinsparung je zusätzliche Arbeitsstunde (Einsparung: Mehrarbeitsaufwand, AKh)					
bei reduzierter Herbizidmenge Fr. / AKh	9.80	7.20	7.20	6.20	5.30

<sup>1)</sup> Beispiel bei einer jährlichen Auslastung der Maschinen von 10 ha Rübenfläche, ohne Grundkosten des Traktors bzw. der Feldspritze und der Arbeitskosten. (Feldgrösse, Maschinenpreise usw. gleich wie Tabelle 3).

den dreimaligen Maschineneinsatz zurückzuführen. Bei einer jährlichen Auslastung der Bandspritz- und Hackgeräte von beispielsweise 10 ha Rübenfläche ist mit Kosten je nach Hackgerätart zwischen Fr. 503.– bis Fr. 646.–/ha gegenüber Fr. 1065.–/ha beim Flächenspritzverfahren zu rechnen. Die erwähnten Kosten würden sich noch um die Arbeitskosten für das Bedienen der Maschinen (Arbeitsaufwand AKh/ha x Lohnansatz von Fr. 17.50) erhöhen.

Eine weitere Reduktion der Herbizidkosten erfordert einen erheblichen Mehraufwand für das Handhacken (Tab. 3 + 4, reduzierte Herbizidmenge). Die höheren Kosteneinsparungen/AKh bei Flächenspritzungen resultieren aus dem grösseren Fremdkostenanteil/ha als bei Bandspritzung (Herbizidkosten).

Die reduzierte Herbizidvariante erfordert zusätzlich einen bedeutend höheren Arbeitsaufwand für das Handhacken (Mineralboden: 28 bis 34 AKh/ha, Moorboden: 43 bis 59 AKh/ha) als die übliche Herbizidvariante. Die Kosteneinsparungen je Arbeitsstunde betragen je nach Verfahren zwischen Fr. 3.10 bis Fr. 8.50 im Mineral- und Fr. 5.30 bis Fr. 9.80 im Moorboden. Die Wahl eines Verfahrens hängt von den Betriebsgegebenheiten und Arbeitskräften ab und soll deshalb betriebsbezogen getroffen werden.

## Unkrautbekämpfung im Mais

### Geräte und Verfahren

In den Maisversuchen wurden ein Schar- und ein Sternhackgerät mit Bandspritzung im Vergleich zu einer Flächenspritzung eingesetzt. Infolge günstiger

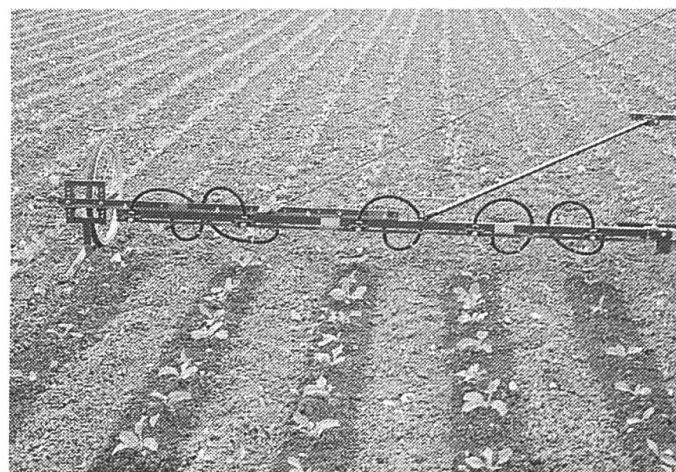
Einsatzbedingungen (Ausnahme Mineralboden 1987) reichte jeweils eine einmalige Herbizidspritzung und zwei Hackdurchgänge (Arbeitstiefe 4 – 6 cm) aus (Abb. 7 und 8).

Im Mineralboden erfolgte die Bandspritzung mit 3,3 l/ha Primafit auf eine Bandbreite von 25 cm bei der Saat. Die Wirkung gegen die verschiedenen Hirse-

*Abb. 7: Beim Frontanbau der Bandspritze können die Düsenhalter mit Schläuchen bei geringem Arbeitsaufwand an ein Hackgerät ummontiert werden.*



*Abb. 8: Eine 15reihige Frontaufbau-Bandspritzeinrichtung zu einer Feldspritze wird von Landwirt M. Käser, 2563 Ipsach, zum Preis um Fr. 2500.– angeboten. Dabei können Vor- oder Nachaufspritzungen bei verschiedenen Reihenweiten durchgeführt werden. Gewisse Probleme bereiten Anschlussreihen und grössere Hangneigungen.*





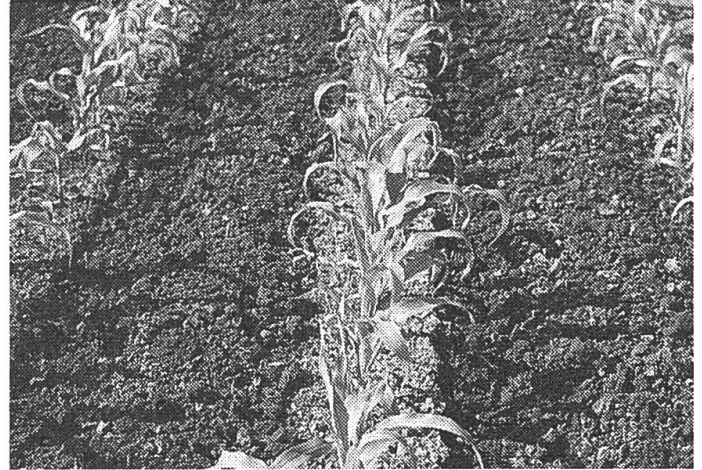


Abb. 9: Mit dem Scharhackgerät (mit Reihendüngerstreuer) liess sich bei gut versetzten Hackscharen eine gute Arbeitsqualität in beiden Bodenarten erreichen.

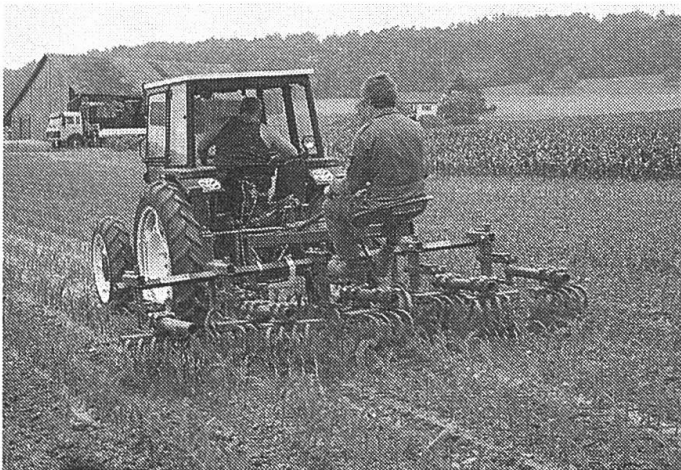


Abb. 10: Das Sternhackgerät mit 28-cm-Lockerungsscharen und spatenförmigen Hacksternen ergab in allen Einsätzen eine gute Arbeitsqualität. Beim zweitem Hacken wurden die Unkräuter in den Reihen durch Anhäufeln bekämpft.

arten und übrigen Unkräuter in den Reihen war gut. Die Unkräuter zwischen den Reihen konnten bei 12 – 16 cm Maishöhe mit den Hackgeräten und die Bodenverkrustung beseitigt werden (Abb. 9, 10). Beim zweiten Hacken (Maishöhe 50 – 60 cm) wurden die spätaufgelaufenen Unkräuter durch Anhäufeln vernichtet. Die Flächenspritzungs-Variante mit 10 l/ha Primafit wies ebenfalls eine ausreichende Wirkung auf.

**Im Moorboden** mit Hühnerhirsen und anderen einjährigen Unkräutern reichte eine Bandspritzung (0,5 kg Gesaprim-Quick + 1 l Genol/ha) beim ersten Hacken aus. Durch das Anhäufeln der 50 – 70 cm hohen Maispflanzen beim zweiten Hacken konnten die meisten Unkräuter erfolgreich bekämpft werden (Abb. 11). Mit der Flächenspritzung wurde ebenfalls eine genügende Unkrautbekämpfung erzielt – allerdings bei **dreifacher** Herbizidmenge/ha.

## Vergleich der Verfahren

**Die Körnererträge** aus jeweils 10-m<sup>2</sup>-Ernteparzellen mit vierfachen Wiederholungen fielen bei den Hackverfahren gegenüber der Flächenspritzung günstiger aus (Tab. 5). Die gesicherten Mehrerträge von 7,1 bzw. 11,4% im Mineralboden sind auf die Vorteile der 4 cm bis 6 cm tiefen Bodenlockerung zurückzuführen. Die Unterschiede im Moorboden und zwischen den Hackgeräten sind hingegen statistisch nicht gesichert.



**Tabelle 5: Mais-Körnererträge je nach Unkrautbekämpfungs-Verfahren in Mineral- und Moorböden 1988**  
(Wassergehalt 15 %).

Verfahren	Mineralboden			Moorboden		
	Kolben	Ertrag		Kolben	Ertrag	
	je m <sup>2</sup>	dt / ha	%	je m <sup>2</sup>	dt / ha	%
Flächenspritzung	8,5	73,3	100	8,6	115,6	100
Bandspritzung, Scharhackgerät	8,7	78,5	107,1	9,3	119,9	103,7
Bandspritzung, Sternhackgerät	8,7	81,7	111,4	9,3	119,9	103,7
KGD: P = 0,05	0,6	4,8		0,9	5,6	

**Mehrerträge** im Mineralboden / ha: Scharhackgerät Fr. 348.-- und bei Sternhackgerät Fr. 563.--.  
(Preis Fr. 67.-- / dt nach Abzug der Trocknungskosten).

**Der Arbeitsaufwand** bei den Hackverfahren verglichen mit der Flächenspritzung ist 3,9- bzw. 4,5mal grösser, was hauptsächlich auf die erforderlichen zwei Hackarbeitsgänge und die Zweimann-Bedienung zurückzuführen ist (Tab. 6).

**Verfahrenskosten:** Der Anschaffungspreis und die Fixkosten der Bandspritze und Hackgeräte sind relativ hoch. Die Präparatkosten hingegen

liegen um rund 67% tiefer als bei der Flächenspritzung. Nach Berücksichtigung der fixen und variablen Kosten lässt sich eine Kostengleichheit bei 6 bzw. 10 ha (Schar- bzw. Sternhackgerät) jährlicher Maisfläche im Mineralboden erreichen (Abb. 12). Auch bei etwas geringerer Auslastung können die höheren Kosten der Variante «Hacken» noch durch Mehrerträge kompensiert werden!

Eine Flächenspritzung in Moor- und Mineralböden ohne atrazinresistente Unkräuter kostet nur Fr. 67.--/ha (ohne Grundkosten der Spritze bzw. des Traktors und der Bedienungskosten). Die Bandspritzung mit Hacken ist zwar teurer, ermöglicht aber, die zulässige Atrazinmenge/ha und Jahr von 1,5 kg Aktivsubstanz auf einen Drittel zu reduzieren.

**Tabelle 6: Arbeits- und Kostenelemente der Unkrautbekämpfungs-Verfahren im Mais** (Mineralboden mit atrazinresistenten Unkräutern, Feldgrösse 2 ha, zwei Arbeitsgänge mit 3-m-Hackgeräten und Feinsteuerung).

Arbeits- und Kostenelemente		Flächenspritzung	Bandspritzung	
			Scharhackgerät	Sternhackgerät
Anschaffungspreis:				
Bandspritze	Fr.		3000.--	3000.--
Hackgerät	Fr.		4500.--	8000.--
Flächenleistung	ha / h	1,2	1,1	1,3
<b>Arbeitsaufwand<sup>1)</sup></b>	AKh / ha	<b>0,8</b>	<b>3,6</b>	<b>3,1</b>
Traktor 33 kW (45 PS)	Th / ha	0,8	1,8	1,5
<b>Fixe Maschinenkosten<sup>2)</sup></b>	Fr. / Jahr		<b>809.--</b>	<b>1297.--</b>
<b>Variable Kosten je ha:</b>				
Maschinen + Traktor <sup>3)</sup>	Fr. / ha	9.--	25.70	31.--
Präparatkosten	Fr. / ha	225.--	74.30	74.--
<b>Total</b>	<b>Fr. / ha</b>	<b>234.--</b>	<b>100.--</b>	<b>105.--</b>

<sup>1)</sup> inkl. Wartung

<sup>2)</sup> ohne Gebäudekosten

<sup>3)</sup> Gebrauchskosten ohne Wartung der Maschinen (Verfahrenskosten-Abbildung 12).



Abb. 11: Eine gewisse Verunkrautung kurz vor der Maisernte ist in bezug auf den Bodenschutz und die Befahrbarkeit des Bodens erwünscht, allerdings ohne Versamen (Mineral- und Moorboden).

## Schluss

Die Untersuchungen zeigten, dass sich eine wirksame Unkrautbekämpfung im Zuckerrüben- und Maisbau durch einen gezielten und sparsamen Einsatz von Bandspritzung und Hacken erreichen lässt. Dieses Verfahren ist arbeitsaufwendiger und witterungsabhängiger. Es verursacht relativ hohe Investitionen und Fixkosten im Betrieb. Trotz dieser «Nachteile» kann dies aber bei einer genauen Betrachtung und auf lange Sicht zum Erfolg der integrierten Pflanzenproduktion verhelfen. Bei den zwei Drittel Einsparungen an Herbizidkosten und guter jährlicher Auslastung der Geräte können die Unkrautbekämpfungskosten/ha merklich reduziert werden. Neben den finanziellen Vorteilen und tendenzmässig eher höheren Erträgen sind auch weitere Vorteile wie Bodenpflege, Reduktion allfälliger Resistenz-, Umweltbelastungs- und Erosionsprobleme von grosser Bedeutung.

Bei dem Hack- und Bandspritzgeräteangebot steht eine grosse Typenvielfalt zur Auswahl. Neben speziellen Hackgeräten für einen grossflächigen Einsatz

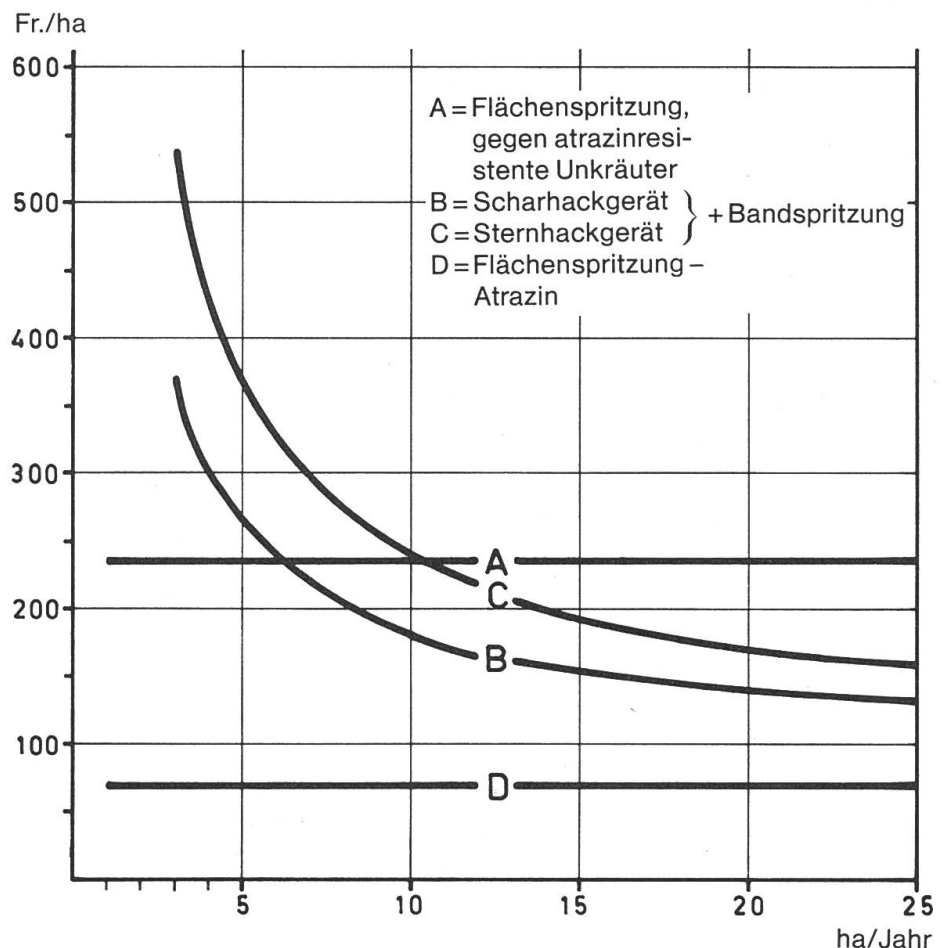


Abb. 12: Verfahrenskosten der Unkrautbekämpfung im Mais im Mineralboden je nach jährlicher Anbaufläche (ohne Grundkosten des Traktors bzw. der Feldspritze und der Arbeitskosten; unter Berücksichtigung des Lohnansatzes von Fr. 17.50/AKh würden sich die Kosten/ha um Fr. 14.– bei A, Fr. 63.– bei B und Fr. 54.25 bei C erhöhen).

werden auch kombinierte Rüben-Maishackgeräte wie beispielsweise Stern- oder Scharhackgeräte II angeboten. Die

Wahl eines Gerätes hängt von den Betriebsgegebenheiten wie Bodenart, Topografie, Fläche usw. ab.