

Mechanische Unkrautbekämpfung zur Herbizid-Reduktion im Zuckerrübenanbau

Im vorliegenden Merkblatt werden die Möglichkeiten und Grenzen der mechanischen Unkrautbekämpfung in der Zuckerrübenproduktion erläutert. Erprobte Techniken werden vorgestellt und Wege zu einer Herbizidreduktion aufgezeigt.

Im Aktionsplan Pflanzenschutzmittel des Bundesrates (vom 6. September 2017) wurde das Ziel gesetzt, die Risiken von PSM zu halbieren und die Anwendung von PSM nachhaltiger zu gestalten. Angestrebt wird dieses langfristige Ziel durch eine Verminderung und Einschränkung der Anwendungen sowie durch eine Reduktion der Emissionen. Zu den Wirkstoffen, die regelmässig in Fließgewässern gefunden werden, zählen Metamitron, Ethofumesat, Chloridazon und S-Metolachlor, welche in Rübenherbiziden enthalten sind.

Ressourceneffizienzbeiträge (REB) für Reduktion von Herbiziden im Zuckerrübenanbau

Für die Reduktion von Pflanzenschutzmitteln im Zuckerrübenanbau werden gemäss Art. 82 der Direktzahlungsverordnung (Stand 1. Januar 2018) Beiträge ausbezahlt. Es werden sowohl die Reduktion der Herbizidspritzungen, wie auch der Verzicht auf Insektizide und Fungizide gefördert.

Variante	Verordnungstext (DZV Anhang 6a, Ziff. 3.1)	Erläuterungen zum Herbizidverzicht
M1 200 Fr./ha	Nur mechanische Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen ab 4-Blatt-Stadium bis zur Ernte	Nur bis zum 4-Blattstadium der Rüben sind flächige Herbizid-Behandlung zulässig, anschliessend bis zur Ernte nur noch Bandspritzungen.
M2 400 Fr./ha	Nur mechanische Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen ab Saat bis zur Ernte	Herbizid-Bandbehandlungen sind ab der Saat bis zur Ernte der Rüben erlaubt. Flächenspritzungen sind verboten, auch gegenüber Gräsern oder mehrjährigen Unkräutern.
M3 800 Fr./ha	Vollständiger Verzicht auf Herbizide	Absoluter Verzicht auf Herbizide ab Ernte der Vorkultur bis zur Ernte der Rübe.

➔ Auf den angemeldeten Flächen dürfen die Herbizide mit den Wirkstoffen **Chloridazon, Lenacil und Haloxyfop-Methylester** sowie Insektizide und Akarizide mit den Wirkstoffen **Pirimicarb, Bifenthrine und Lambda-Cyhalothrin nicht eingesetzt werden!**

Siehe auch die Liste «Pflanzenschutzmittel mit besonderem Risikopotenzial», Anhang 9 des Aktionsplans Pflanzenschutzmittel: www.blw.admin.ch > Nachhaltige Produktion > Pflanzenschutz > Pflanzenschutzmittel > Aktionsplan Pflanzenschutzmittel

➔ Detaillierte Bestimmungen zu den Ressourceneffizienzbeiträgen REB in Zuckerrüben sind dem Merkblatt der Agridea zu entnehmen:

<https://www.agridea.ch/de/publikationen/publikationen/umwelt-natur-landschaft/ressourcenschutz-boden-wasser-luft/reduktion-von-pflanzenschutzmitteln-im-zuckerruebenanbau/>

Technik zur mechanischen Unkrautregulierung

Die neue Generation von kamera- bzw. GPS-gesteuerten Hackgeräten ermöglicht im Rübenbau sowohl eine schlagkräftige Unkrautregulierung wie auch eine deutliche Senkung der Herbizidmengen, wenn sie während der Kulturführung mit einer Band bzw. mit anderen Geräten, welche innerhalb der Reihe hacken, ergänzt wird.

Die Maschinen können von einer Person allein bedient werden und erreichen eine hohe Flächenleistung bei hoher Präzision; dies jedoch nur bei einer günstigen Grösse und Form der Schläge.

Am häufigsten werden reihenabhängige Hackgeräte mit einem Reihenabstand von 50 cm eingesetzt. Da die Zuckerrüben in kleineren Stadien empfindlich auf das Verschütten reagieren, lohnt es sich, das Hackgerät mit Pflanzenschutzscheiben oder-blechen auszurüsten.

Scharhacken	Sternhacke
<p>Parallelogramme ausgerüstet mit Gänsefuss-, Federzinken-, oder Winkel-Scharen. Die Werkzeuge ermöglichen flaches Hacken.</p>	<p>Die rotierende Sternhacke ist bodenangetrieben und ermöglicht sowohl das Arbeiten von der Reihe weg und auch zur Reihe hin. Der Einsatz in Rüben ist wenig verbreitet.</p>
<p>Meist werden zusätzlich Pflanzenschutzscheiben/-Bleche angebaut.</p>	
<p>Bilder: HAFL</p>	<p>Bild: agrar-press</p>

Neben der Ausrüstung des eigentlichen Hackgerätes gibt es verschiedene Möglichkeiten zur präzisen Steuerung der Hackelemente entlang der Kulturreihen:

Manuelle Steuerung im Heck oder Oberlenkersteuerung	Anbau in der Front	Kamera-Steuerung; GPS-Steuerung
<p>Die klassische manuelle Steuerung im Heck benötigt eine zusätzliche Person zur Steuerung des Hackgerätes.</p>	<p>Durch den Anbau im Frontbereich des Traktors wird das Hackgerät direkt durch den Fahrer gesteuert. Dies erfordert eine hohe Konzentration und bedingt eher niedrige Fahrgeschwindigkeiten.</p>	<p>Das Hackgerät wird mittels einer Kamera oder mittels GPS gesteuert. Durch den Einsatz der Technik kann bis nahe an die Kulturreihe gearbeitet werden und es lassen sich hohe Fahrgeschwindigkeiten realisieren.</p>
<p>Bild: Schmotzer Firmenfoto</p>	<p>Bild: Schmotzer Firmenfoto</p>	<p>Bild: Schmotzer Firmenfoto</p>

Empfehlungen für die erfolgreiche mechanische Unkrautbekämpfung

Der Erfolg von Hackdurchgängen hängt weniger vom eingesetzten Gerät ab, als vielmehr von der Saatbettqualität, vom Einsatzzeitpunkt und einer geeigneten Einstellung der Geräte.

Eine ausreichende Wirkung wird mit Scharhackgeräten ungefähr bis zum 4-Blatt Stadium der Unkräuter erreicht. Bei grösseren Unkräutern nimmt die Wirkung stark ab. Es gilt deshalb der Grundsatz: Je früher der Hackdurchgang, umso höher der Wirkungsgrad. Da die Zuckerrüben im frühen Jugendstadium empfindlich auf das Verschütten reagieren, müssen diese mit Schutzblechen oder Schutzscheiben geschützt werden.

Neben der Grösse der Unkräuter spielt die Witterung eine entscheidende Rolle. Wenn immer möglich sollte darauf geachtet werden, dass der Boden schüttfähig ist und nach dem Hackdurchgang eine trockene Periode folgt, welche ermöglicht, dass die entwurzelten Unkräuter vertrocknen. Die mechanische Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben erfordert eine dem Bestand angepasste Spurweite von meist 150 cm und eine angepasste Bereifung.

Einstellung der Hackgeräte

Bei der Einstellung von Scharhackgeräten ist darauf zu achten, dass flach gearbeitet wird. Die angestrebte Arbeitstiefe sollte etwa 2cm betragen. Die Tiefenführung erfolgt bei den Scharhackgeräten über die Einstellung der Führungsräder an den einzelnen Parallelogrammen.

Die Aggressivität wird über den Federdruck an den Parallelogrammen eingestellt. Es lohnt sich, diese in Abhängigkeit des Bodenzustandes und der Empfindlichkeit der Kulturpflanzen anzupassen. Die Hackschare sollten bei normalen Bedingungen waagrecht in den Boden einziehen. Falls die Hackschare schlecht in den Boden eindringen, kann eine leichte Veränderung des Eindringwinkels über den Oberlenker Erfolg bringen.



Die korrekte Einstellung der Geräte ist ein wichtiger Schlüsselfaktor für die erfolgreiche mechanische Unkrautbekämpfung.

Bild: HAFL

Ergänzende Werkzeuge für eine Wirkung innerhalb der Kulturreihe

Eine Wirkung innerhalb der Kulturreihe wird durch die Montage von Fingerhacken oder durch eine Kombination mit Rollstern-Elementen erzielt. Diese Zusatzgeräte müssen sorgfältig und dem Stadium der Rüben angepasst, eingestellt werden. Hier lohnt es sich, die Arbeitsqualität nach einigen Metern zu überprüfen und die Einstellung allenfalls anzupassen. Bei falscher Einstellung der Elemente können Kulturschäden auftreten.

Die Fingerhacke ist ein Hackelement mit zwei drehbar gelagerten Antriebsscheiben pro Reihe, mit flexiblen, fingerartigen Zinken aus Kunststoff. Sie wird über den Boden angetrieben und zwei schräggestellte Fingerräder aus Kunststoff greifen zwischen den Pflanzenreihen ein um das Unkraut zu entfernen. Einsatz ab 4-Blatt Stadium der Rüben.

Eine weitere Möglichkeit besteht im Einsatz von Rollstiegel-Elementen.

Ebenfalls denkbar ist der Einsatz von Torsionszinken ca. ab 6-Blatt Stadium.

Fingerhacke
 kombiniert mit
 Scharhacke
 Bild: HAFL



Rollstiegel in
 Kombination mit
 Scharhacke
 Bild: Rumppler



Reihenunabhängige Geräte

Hackstriegel



Bild: Hatzenbichler

Treffler Hackstriegel



Bild: Treffler

Rotorstriegel, Rollhacke



Bild: HAFL

Die reihenunabhängig arbeitenden Geräte ermöglichen grosse Flächenleistungen. Für den Rübenanbau können sie jedoch nur in Kombination mit reihenabhängigen Geräten empfohlen werden. Der Einsatz der vielseitigen Geräte muss sehr vorsichtig erfolgen.

Für eine gute Wirkung des Striegels in der Reihe muss genügend Feinerde vorhanden sein. Diese Bedingung ist oft erst nach dem ersten Hackdurchgang erfüllt. Der Einsatz reihenunabhängiger Geräte ist, nach vorgängigem Hacken, ab dem 4-6-Blatt Stadium der Rüben möglich.

Möglichkeiten für eine Herbizidapplikation im Band

Bandspritzgerät solo



Bild:HAFL

Bandspritze kombiniert mit Hackgerät



Bild: HAFL

Kombination von Hacken und Bandspritzung?

Die Kombination von Hacken und Bandspritzung im selben Durchgang hat sich in der Praxis weniger bewährt:

- Verminderung der Wirkung der Bandspritzung oder des Hackens aufgrund von Kompromissen bezüglich des jeweils optimalen Einsatztermins.
- Staubentwicklung behindert eine einwandfreie Herbizid-Applikation im kombinierten Verfahren.

Für die Ausrüstung der Bandspritze wird meistens eine Flachstrahldüse pro Kulturpflanzenreihe eingesetzt. Alternativ können auch zwei Flachstrahldüsen pro Kulturreihe eingesetzt werden, die seitlich in die Kulturreihe spritzen und so einen Effekt ähnlich der Unterblattspritze erzielen.

Die Flachstrahldüsen ermöglichen eine gleichmässige Wirkstoffverteilung über die gesamte Bandbreite (rechteckförmige Flüssigkeitsverteilung). Als Düsen können beispielsweise Bandspritzdüsen vom Typ ES von Lechler eingesetzt werden. Sie erlauben geringe Spritzabstände (Höhe der Düsen über Boden). Dadurch werden Bandverwehungen weitgehend vermieden. Die Bandbreite kann durch die Veränderung des Spritzabstandes eingestellt werden.

Strategie passend zur Massnahme 1 „Hacken und Bandbehandlung ab 4-Blatt-Stadium“

Bei dieser Massnahme ist es möglich, die Kultur bis zum 4-Blatt Stadium wie gewohnt zu führen. Eine Bandspritzeinrichtung ist nicht unbedingt nötig, sofern die Unkräuter spätestens ab dem 4-Blatt Stadium nur noch mechanisch kontrolliert werden.

Mit der Saat ist eine Bandbehandlung erlaubt: Ab Auflaufen der Unkräuter bis zum 4-Blatt Stadium werden eine oder zwei flächige Herbizid-Split-Applikationen durchgeführt.

Falls nach dem 4-Blatt Stadium die Unkrautkonkurrenz mechanisch nicht genügend reduziert wird, kann mit einer Bandspritzeinrichtung jedoch eingegriffen werden.

Die Strategie ist vor allem in Situationen empfehlenswert, wo der Unkrautdruck schon im sehr kleinen Stadium der Zuckerrüben gross wird. Trotz der flächigen Herbizid-Applikation im frühen Kulturstadium kann mit den nachfolgenden Bandapplikationen, die Wirkstoffmenge reduziert werden.

Strategie passend zur Massnahme 2 „Hacken und Bandbehandlung ab Saat“

Strategie 1: Gleichzeitig mit der Saat erfolgt eine Vorauflaufbehandlung im Band. So früh wie möglich wird gehackt.

Damit dann die Unkrautkontrolle ohne eine zusätzliche Bandbehandlung im Nachauflauf gelingt, ist es wichtig, möglichst früh, - das bedeutet ab 2-4-Blatt Stadium - hacken zu können. Dafür sind Pflanzenschutzscheiben und eine genaue Lenkung wichtige Erfolgsfaktoren. Zudem müssen die Unkräuter in der Reihe z.B. mit angebauten Fingerhackelementen bekämpft werden.

Strategie 2: Es wird eine Bandspritzeinrichtung eingesetzt (nicht mit Hackgerät kombiniert). Diese kann ab dem Saatzeitpunkt eingesetzt werden. Die Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen erfolgt mit Hackgeräten. Die Ausrüstung des Hackgerätes mit Werkzeugen, die innerhalb der Reihe arbeiten (z.B. Fingerhacken), ist nicht zwingend nötig, kann jedoch den Bedarf an zusätzlichen Bandapplikationen erübrigen.

Falls die Unkrautkonkurrenz mechanisch nicht genügend reduziert wird, kann jederzeit mit der Bandspritzeinrichtung eingegriffen werden.

Strategie passend zur Massnahme 3 „Verzicht auf Herbizide“

Die Massnahme eignet sich nur an Standorten, wo der Unkrautdruck auf der Parzelle eher tief ist. Dabei müssen sowohl die Fruchtfolge inkl. der angebauten Zwischenfrucht als auch die Bodenbearbeitung an das herbizidfreie System angepasst sein. Der Herbizidverzicht gilt ab Ernte der vorangehenden Hauptkultur.

Damit die Rübenpflanzen schnell auflaufen, lohnt sich in der Regel eine eher spätere Saat.

Das eingesetzte Hackgerät wird mit Schutzscheiben und Werkzeugen für eine Wirkung in der Rübenreihe ausgerüstet.

Auch der Einsatz von reihenunabhängigen Geräten - wie beispielsweise dem Treffler Hackstriegel - ist zu prüfen.

Je nach Unkrautdruck und Witterungsbedingungen sind bei vollständigem Herbizidverzicht zusätzliche Handjätstunden für die Unkrautbekämpfung in den Rübenreihen nötig.

Die Massnahme eignet sich insbesondere für Betriebe, die eine Umstellung auf biologische Bewirtschaftung prüfen.

Die Abmeldung von Massnahmen ist möglich. Der Wechsel von einer Massnahme auf eine andere ist jedoch im Vegetationsverlauf nicht möglich. Für weitere Informationen zu den Bedingungen der REB siehe Merkblatt der Agridea.

Möglichkeiten und Grenzen der kombiniert mechanisch-chemischen Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben – Erfahrungen aus Praxisversuchen¹

- **Ertrag**
 Im Vergleich zum chemischen Standardverfahren wurden bei den mechanisch-chemisch kombinierten Verfahren in einem 3-jährigen Projekt keine Ertragsunterschiede festgestellt.
- **Herbizidreduktion**
 Die Kombination von Bandspritzung und modernem Hackgerät ermöglichte eine Reduktion der Herbizidaufwandmengen von bis 65%; die Kombination von flächiger Herbizidspritzung bis zum 4-Blatt Stadium und Hacken eine solche von rund 30%.
- **Erfolgsaussichten**
 In vier von fünf durchgeführten Versuchen lag die Restverunkrautung in den mechanisch-chemischen Verfahren auf dem gleichen Niveau wie im chemischen Verfahren. An Grenzen stiess der Einsatz des Hackgerätes, und in geringerem Masse auch die chemische Bekämpfung, an einem Standort mit einem humosen Boden und einem hohen Unkrautsamenvorrat. Durch die Bodenbewegung, welche mit dem Hacken einhergeht, werden immer auch neue Unkrautsamen zur Keimung angeregt.
- **Bodenbearbeitung**
 Gemäss Erfahrungen aus einem dreijährigen Projekt der HAFL in Zusammenarbeit mit der Zuckerbranche funktioniert die mechanische Unkrautbekämpfung sowohl im Pflug- als auch im Mulchverfahren mit reduzierter Bodenbearbeitung.
- **Hackgeräte mit Kamerasteuerung**
 Mit der Kamera konnten die Rübenreihen ab dem 2-Blatt Stadium erkannt werden. Ein präzises Hacken bis ca. 3 cm beiderseits der Reihen konnte realisiert werden. Probleme mit der Präzision gab es bei zu feuchten Bodenbedingungen, wenn Fahrspuren entstanden und der Abstand zwischen den angrenzenden Rübenreihen stellenweise verbreitert respektive verengt wurden.
- **Fingerhacke**
 Die Fingerhackelemente arbeiteten sehr schonend und mit einem guten Wirkungsgrad. Bei korrekter Einstellung traten auch bei mehrfachen Durchfahrten keine Rübenverluste auf. Ein Einsatz ist ca. ab dem 4-Blatt Stadium der Rüben möglich.
- **Zwischenkulturen**
 Das Hacken der Rübenbestände funktioniert auch, wenn mit Zwischenkulturen und Mulchsaaten gearbeitet wird. Alle drei getesteten Zwischenkulturen (UFA Lepha, Senf und Structurator (Rettich)) verursachten keine Probleme bei den Hackdurchgängen. Das organische Material an der Bodenoberfläche beeinträchtigte die Hackarbeit nicht.
- **Flächenleistung**
 Die Flächenleistung liegt bei den Hackgeräten unter günstigen Bedingungen bei 2.6 ha/h (12-reihig) bzw. 1.5ha/h (6-reihig) und bei der Bandspritzung bei 2 ha/h. Die Flächenleistungen hängt sehr stark von den Faktoren Grösse, Form und Topographie der Parzelle ab.
- **Wirtschaftlichkeit**
 Die Mehrkosten der mechanisch-chemischen Unkrautverfahren können durch die Einsparungen bei den Herbiziden nicht vollständig kompensiert werden. In den Versuchen von 2014-2016 lagen die Mehrkosten zwischen CHF 100.- und 320.- pro Hektare. **Dieser Kostennachteil wird durch die REB-Beiträge ausgeglichen.** Um die Auslastung der Maschinen zu verbessern und die Kosten zu senken, bietet es sich an, bei anderen Kulturen auf dem Betrieb dieselben Reihenabstände zu wählen. Mais, Zuckerrüben oder Sonnenblumen können beispielsweise in 50 cm Reihenabstand angebaut werden. So können die Kulturen mit je einer Sämaschine und einem Hackgerät angebaut werden.

Quelle:

- 1) Herbizidreduktion durch eine kombinierte mechanisch – chemische Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben; Schlussbericht 2016; HAFL, Fachstelle für Zuckerrübenanbau

Impressum

Dr. Andreas Keiser, Benno Jungo, Corinne Bertschi und Jürg Moser; HAFL Zollikofen
 Samuel Jenni, Andreas Bertschi; Fachstelle für Zuckerrübenanbau
 Im Auftrag des Bundesamts für Landwirtschaft BLW, © HAFL Zollikofen