

Mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen

Technische Möglichkeiten zur Steigerung ihrer Wirksamkeit

Ökonomische und ökologische Zwänge führen zur Suche nach Alternativen zur konventionellen Unkrautbekämpfung. Der Einsatz von Hackmaschinen ist sowohl durch positive und negative Effekte gekennzeichnet. Ein wesentlicher Nachteil ist der große Anteil nicht bearbeiteter Fläche im Kulturpflanzen nahen Bereich. Zu dieser Problematik werden Möglichkeiten zur Verbesserung aufgezeigt.

Dr. agr. Oliver Schmittmann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn und Mitglied des dortigen Graduiertenkollegs „Präzision im Pflanzenschutz“. Prof. Dr.-Ing. Peter Schulze Lammers ist Leiter des Fachbereichs „Systemtechnik in der Pflanzenproduktion“ am Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Nussallee 5, D-53115 Bonn; e-mail: o.schmittmann@uni-bonn.de

Schlüsselwörter

Mechanische Unkrautbekämpfung, Querhacke, Quadratverband, sensorgesteuerte Hacke

Keywords

Mechanic weed control, cross hoeing, seed sown in square, sensor-controlled hoeing

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04214 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/lo-cal/fliteratur.htm> abrufbar.

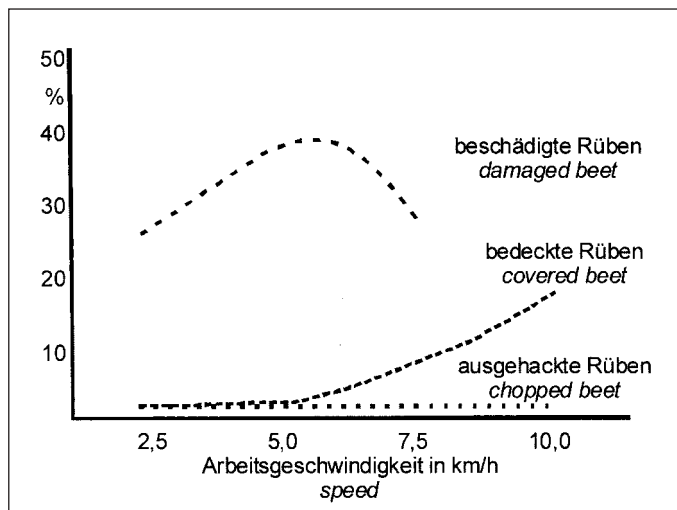
Mechanische Unkrautkontrollmaßnahmen sind eine Alternative und eine Ergänzung zur chemischen Unkrautkontrolle. Aus pflanzenbaulicher Sicht stellt die Unkrautpflanze besonders bei Zuckerrüben eine bedeutende Konkurrenz dar. Einerseits ist die Juvenilentwicklung der Zuckerrüben verzögert, andererseits ist die Bestandesdichte mit sieben bis zehn Pflanzen pro m² gering, was einen späten Bestandesschluss bedeutet und das Unkrautwachstum fördert. Dieser Zusammenhang begründet auch den hohen Anteil der Herbizidkosten an den proportionalen Spezialkosten (bis zu 40 %).

Mechanische Unkrautbekämpfung zeichnet sich im Vergleich zu chemischen Maßnahmen durch eine Reihe positiver und negativer Effekte aus, deren Bewertung nur subjektiv erfolgen kann.

- Aus ökonomischer und ökologischer Sicht kann die Einsparung von Herbiziden positiv bewertet werden.
- Durch das Brechen von Krusten werden die wasserführenden Kapillare durchschnitten und dadurch die Wasserverdunstung reduziert.
- Bodenlockerung und Durchlüftung führen zur Nährstoffmobilität.

Bild 1: Einfluss der Fahrgeschwindigkeit auf die Arbeitsqualität von Hackmaschinen (verändert nach [2])

Fig. 1: Effect of driving speed on work quality of hoes



Tab. 1: Herkömmliche Methoden zur Einstellung von Hacken

Table 1: Traditional methods for hoe set-up

Gleichmäßige Boden Anpassung	→ Parallelogrammführung mit (vorlaufendem) Stützrad
Gleichmäßig flache Bearbeitung	→ starre Zinken
Bearbeitung bei Mulch	→ Federzinken
Schutz großer Kulturpflanzen	→ Vibrozinken
Schutz kleiner Kulturpflanzen	→ Winkelmesser
	→ Hohlschutzscheiben

sierung im Boden.

- Einerseits ist beim Hacken die Witterungsabhängigkeit (keine Pflanzenschäden durch Sonne, fehlende Wachsschicht...) geringer, andererseits muss der Boden trocken sein, um Strukturschäden zu vermeiden.
- Die Folgewitterung ist entscheidend für den Erfolg der Maßnahme: bei anschließendem Niederschlag wachsen die Unkrautpflanzen wieder an, der Besatz an vegetativ Vermehrern kann sich sogar erhöhen. Durch den Lichtreiz können zusätzlich Unkrautsamen zur Keimung angeregt werden.
- Zu schlechte Arbeitqualität kann zu Beeinträchtigung des Rübenwachstums führen.

Problematik

Grundsätzlich ist die Akzeptanz der mechanischen Unkrautbekämpfung von der Schonung der Kulturpflanze und der zuverlässigen

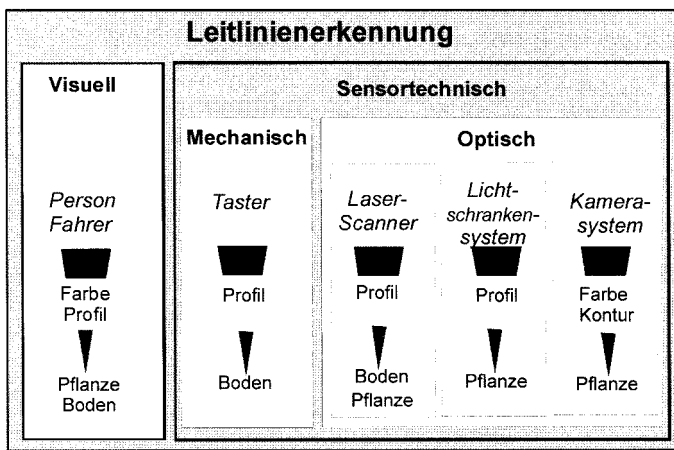


Bild 2: Methoden zur Erkennung von Leitlinien

Fig. 2: Methods for recognising follow lines

gen Zerstörung der Unkräuter auf möglichst maximaler Fläche abhängig. Diese beiden Forderungen beeinflussen sich gegenseitig negativ: je näher die Hackwerkzeuge an die Kulturpflanze herangeführt werden, desto größer ist die Gefahr ihrer Beschädigung (Aushacken, Abschneiden oder Verschütten). Die Arbeitsqualität ist somit von der Fahrgeschwindigkeit (Bild 1), Auswahl der Werkzeuge und der exakten Steuerung und Führung der Hackaggregate abhängig.

Setzt man einen optimalen Einsatz der Hacke voraus, so ist es im Zuckerrübenanbau zurzeit nur möglich etwa 2/3 bis 3/4 der Gesamtfläche zu hacken, da der Bereich innerhalb der Reihe unbearbeitet bleibt. Auf den Einsatz chemischer Präparate kann nur schwer verzichtet werden!

Technische Möglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitsqualität

Auswahl und Einstellung von Hackwerkzeugen

Die Voraussetzung für ein Hacken auf maximaler Fläche - möglichst kulturpflanzen-nah - ist die Auswahl und die Anordnung geeigneter Werkzeuge. Hierzu sind Grundsätze (Tab. 1) zu beachten, um eine optimale Schneidwirkung zu erreichen, anderenfalls werden durch das Aufreißen oder Verschieben des Bodens Kulturpflanzen beeinträchtigt.

Automatische Reihenführung

Eine Steigerung der Flächenleistung bei gleichzeitiger Annäherung an die Pflanzenreihe wird durch den Einsatz der Sensortechnik zur Erkennung von Leitlinien ermöglicht. In Kombination mit einer präzisen Aktorik zur Werkzeugführung lassen sich hierzu geeignete Regelkreise aufbauen.

Reihenerkennung

Eine exakte Führung der Hacke entlang der Reihe setzt eine qualitativ hochwertige und schnelle Erkennung der Reihe oder Kulturpflanze voraus. Hierzu stehen verschiedene Techniken zur Verfügung, deren Eignung kulturspezifisch und den Ansprüchen entsprechend - von manueller Nachsteuerung bis zu aufwendigen Bildanalysesystemen - differieren.

Bei der Saat können Furchen als Leitlinien gezogen werden, die mit einem mechanischen Taster oder optisch (Laser-Scanner) erfasst werden können (Bild 2). Die Kulturpflanzenreihe kann durch zwei verschiedene Prinzipien erkannt werden: Bildanalytische Verfahren, bei der nicht jede einzelne Pflanze erkannt werden muss, ermöglichen die Erkennung von Reihen in ausreichender Genauigkeit und Geschwindigkeit. Andere Verfahren, zum Beispiel Lichtschrankensysteme, tasten die Einzelpflanzen ab.

Werkzeugsteuerung

Die exakte Feinsteuerung der Hackwerkzeuge geschieht durch die seitliche Verstellung der gesamten Hackmaschine mit Hilfe eines Hydraulikzylinders (Tab. 2). Dies kann am Stabilisator des Traktorunterlenkers, am Anbaudreieck oder der Anbauschiene oder an einer vor- oder nachlaufenden Spurscheibe geschehen. Eine unabhängige Verstellung der einzelnen Aggregate wird derzeit nicht angeboten.

Die beschriebenen Systeme sind derzeit verfügbar, weisen aber den Nachteil auf, dass sie zwar wesentlich der Steigerung der Arbeitsqualität und Flächenleistung dienen, aber den verunkrauteten Pflanzenzwischenraum in der Reihe unberührt lassen. Aus diesem Grund werden zwei alternative Verfahren verfolgt:

Querhacke

Die Querhacke, die mittels Einzelpflanzen-erkennung und einem mechanischen Querschlag die Bearbeitung zwischen den Pflanzen in der Reihe ermöglicht, wäre als optimal anzusehen. Hierzu ist eine zuverlässige und schnelle Erkennung der Einzelpflanzen und die exakte Ansteuerung der entsprechenden Hackwerkzeuge in Echtzeit notwendig.

Erkennung der Einzelpflanze

Eine Erkennung der Einzelpflanze und deren Art ist nur mit speziellen Kamerasystemen (etwa Bispektralkameras) und aufwendiger digitaler Bildverarbeitung [1] zu realisieren. Einen technisch weniger aufwendigen Kompromiss stellen Sensorsysteme dar, de-

ren Sensoren parallel zum Boden (Lichtschrankensysteme) oder senkrecht zur Pflanzenreihe (elektronische Taster) installiert werden. Sie erfordern eine Pflanzenhöhe, die größer ist als die Rauheit der Bodenoberfläche und ermöglichen keine Differenzierung der Pflanzenart.

Unkrautbekämpfung in der Reihe Zur Unkrautbekämpfung zwischen den Pflanzen einer Reihe müssen die Hackwerkzeuge rhythmisch in die Reihe eingeführt werden. Die Frequenz des Querschlags ergibt sich aus der jeweiligen Fahrgeschwindigkeit und dem theoretischen Pflanzenabstand. Die Schwierigkeit der technischen Umsetzung ist durch die Standungengenauigkeit der Kulturpflanze (Ablageungenauigkeit, Auflaufen der Pflanzen) bedingt. So muss ein schneller Regelkreis entwickelt werden, der diese Ungenauigkeiten erkennt und die daraus resultierende Umsetzung ermöglicht. Das zweite Problem bezieht sich auf die Trägheit der Aktorik, die diese schnellen Korrekturen unmittelbar und präzise durchführen muss.

Quadratverband

Beim Quadratverband wird der Ansatz gleicher Pflanzenabstände in Fahrtrichtung und quer zur Fahrtrichtung verfolgt, was die Durchführung von Hackarbeiten in zwei Richtungen ermöglicht. Um die gewünschten 100 000 Samen pro ha (45 • 20 cm Ablage) auszubringen, eignet sich eine Ablage von 30 • 30 cm. Die Anpassung der Hacke stellt technisch kein Problem dar. Für den Traktorreifen ist der Pflanzenzwischenraum zu gering, so dass die Anlage von Fahrgassen quer und längs erforderlich ist.

Vorraussetzung für den Quadratverband ist die exakte Ablage jedes abgelegten Samens und dessen positionsgenaue Erfassung, da weder ein Versatz beim Einsetzen des Sägerätes noch durch Schlupf akzeptabel ist.

Wird die Ernte mehrreihig vorgenommen, muss die Rodegruppe entsprechend verstellt werden.

Tab. 2: Möglichkeiten zur seitlichen Verstellung von Hackmaschinen

Table 2: Possibilities for side adjustment of hoes

Prinzip	Ort	Bemerkung
Manuell	Fahrer Beifahrer	
Hydraulisch	Unterlenker- Anbaudreieck Anbauschiene Parallelogramm Spurscheibe	hydr. Stabilisatorverstellung seitliche Verschiebung seitliche Verschiebung horizontales Schwenken vor- oder nachlaufend