

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Fachbereich Pflanzliche Erzeugung

Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig

Internet: <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl>

Bearbeiter: Dipl. Ing. agr. Winfried Petzold, Borsdorf

Dr. Hartmut Kolbe, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig,

E-Mail: hartmut.kolbe@smul.sachsen.de

Tel.: 0341/9174-149 Fax.: 0341/9174-111

Mechanische Unkrautregulierung im ökologischen Landbau: Einsatz von Bügelhacke und Tellerhackbürste in Möhrenkulturen

Einleitung

Wachsende Anforderungen an die rationelle Pflege von Reihenkulturen im ökologischen Anbau erfordern die Weiterentwicklung von Geräten und Verfahren zur Unkrautregulierung. Schwerpunkte bilden dabei die Verbesserung der Flächenleistung bei gleichzeitiger hoher Wirksamkeit sowie Möglichkeiten der Unkrautregulierung in der Kulturpflanzenreihe.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, den Unkrautregulierungserfolg der neu entwickelten Bügelhacke und der Tellerhackbürste in Möhren zu ermitteln und mit dem der herkömmlichen Scharhacktechnik zu vergleichen (Beschreibung der Hackgeräte siehe Kasten). Ein Schwerpunkt war dabei die Regulierungswirkung in der Kulturpflanzenreihe sowie die Wirkung auf den verbleibenden Handarbeitszeitbedarf und den Möhrenertrag zu ermitteln.

Standort und Versuchsanlage

Die Versuche wurden auf einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb in Sachsen auf einem Standort mit anlehmigem Sand und ca. 40 Bodenpunkten durchgeführt. Die Aussaat der Möhren erfolgte im Jahr 1997 am 8.4. (2 m Beetanbau, 4-reihig, 45 cm Reihenabstand) und 1998 am 16.4. (1,5 m Beetanbau, 3-reihig, 40 cm Reihenabstand). In beiden Versuchsjahren erfolgte eine Vorauflaufabflämmung.

Gerätetechnik und Hacktermine

Es kam eine Bügelhacke (Fa. Kress & Co. GmbH, Neuenstadt) im Zwischenachsanaubau zum Einsatz. Das Gerät war auf der vorderen Welle im Versuchsjahr 1997 mit 24 cm breiten und 1998 mit zwei 14 cm breiten Bügelkörben je Zwischenreihenbereich bestückt. Auf der hinteren Welle waren Verstellkörbe angebracht, die eine stufenlose Einstellung der Arbeitsbreite im Zwischenreihenbereich ermöglichten. Die Tellerhackbürste (Fa. Schwedische Ökologiemaschinen GmbH, Alnarp) wurde im Heckanbau mit zusätzlicher mechanischer Feinsteuerung eingesetzt. Als Scharhacke wurde ein Gerät aus DDR-Produktion im Zwischenachsanaubau verwendet. Dieses Gerät war im Jahr 1997 zur 1. und 2. Maschinenhacke mit zwei Winkelscharen und 1998 mit zwei Gänsefußscharen je Zwischenreihenbereich ausgerüstet. Weiterhin wurden im Jahr 1998 Hohlschutzscheiben verwendet. Weitere Angaben zu Sicherheitsabständen und Fahrgeschwindigkeiten der Geräte siehe Tabelle 1.

Unkrautregulierungserfolg der Geräte

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der Tellerhackbürste durchschnittlich die beste unkrautregulierende Wirkung im Zwischenreihenbereich sowohl zur 1. als auch zur 2. Maschinenhacke erzielt wurde (Abb. 1). In der Möhrenreihe konnten gegenüber dem Scharhackgerät jedoch keine Vorteile bei der Unkrautregulierung ermittelt werden.

Mit dem Einsatz der Bügelhacke war im Zwischenreihenbereich zur 1. Maschinenhacke ebenfalls ein deutlich höherer Regulierungserfolg als mit der Scharhacke zu verzeichnen. Durch den zweiten Einsatz der Bügelhacke war zwischen den Möhrenreihen der Regulierungserfolg nicht höher als der der Scharhacke. Insbesondere im ersten Versuchsjahr war die Unkrautregulierung in der Möhrenreihe bei der Bügelhacke deutlich geringer als bei den anderen Geräten (Abb. 1). Als Ursache hierfür ist die spezifische Anordnung der Körbe der eingesetzten Bügelhacke anzusehen, wodurch der Bereich von ca. 5 - 11 cm von der Reihe entfernt nur durch den hinteren Korb bearbeitet wurde (Abb. 2 oben). Seitens des Herstellers wird diese Ausrüstung standardmäßig vorgenommen. Durch eine Änderung der Anordnung der Körbe auf der vorderen Welle (Abb. 2 unten) war im Versuchsjahr 1998 der Sicherheitsabstand bei beiden Wellen gleich groß, was sich in einem besseren Regulierungserfolg widerspiegelte.

Entwicklung der Bestandesdichte an Möhren

Aus den Ergebnissen des 2. Versuchsjahres geht weiterhin hervor, dass der Einsatz der Tellerhackbürste und der Bügelhacke zur 1. Maschinenhacke jeweils deutlich höhere Möhrenpflanzenverluste verursachte als die mit Hohlschutzscheiben eingesetzte Scharhacke (Tab. 2). Im Versuchsjahr 1997, in dem die Scharhacke ohne Schutzscheiben und mit geringerem Sicherheitsabstand zur Anwendung kam, traten in der Wirkung auf den Möhrenbestand zwischen Scharhacke und Tellerhackbürste keine Unterschiede auf. Bei diesem Versuch war die Bestandesverringering durch Einsatz der Bügelhacke tendenziell am geringsten, was wiederum auf den mit 21 cm

sehr großen Sicherheitsabstand der Körbe der vorderen Welle zurückzuführen sein könnte. Der Einsatz der Geräte zur 2. Maschinenhacke führte zu keinen Unterschieden hinsichtlich der Veränderung des Möhrenbestandes (Tab. 2).

Handarbeitszeit und Möhreneerträge

Hinsichtlich des Arbeitsaufwandes für das Jäten zeichneten sich auch aufgrund einer hohen Streuung der Einzelwerte keine klaren Unterschiede zwischen den Geräten ab (Tab. 3). Es ist lediglich auffällig, dass der Einsatz der Bügelhacke im Jahr 1997 zu dem höchsten und 1998 zu dem geringsten Handarbeitszeitbedarf führte. Dies könnte ebenfalls durch die unterschiedliche Anordnung der Körbe in den beiden Jahren verursacht worden sein. Zwischen den Varianten konnten bei den Erträgen keine Unterschiede ermittelt werden (Tab. 3).

Vergleich der Wirtschaftlichkeit des Hackgeräteinsatzes

Die kalkulierten Kosten der Unkrautregulierung mit den drei geprüften Geräten fallen sehr unterschiedlich aus (Tab. 4). Die Ursachen hierfür beruhen vor allem auf den unterschiedlich hohen Arbeitsgeschwindigkeiten beim Einsatz der Geräte. Höhere Arbeitsgeschwindigkeiten führen zur Einsparung an Schlepper- und vor allem an Arbeitskraftstunden. Durch höheren Verschleiß entstehen beim Einsatz von Bügelhacke und Tellerhackbürste im Vergleich zur Scharhacke etwas höhere variable Maschinenkosten (vMk). Nach den Erfahrungen des zweijährigen Maschineneinsatzes müssen bei einer 6-reihigen Bügelhacke die Bügel aufgrund von Verbiegungen nach einem Flächeneinsatz von ca. 50 ha bei einem durchschnittlich mäßig mit Steinen besetztem Boden ausgewechselt werden. Nach Herstellerangaben sind die Bürstenteller der Tellerhackbürste nach 100 bis 150 ha verschlissen. Allerdings nehmen die vMk für die Hackgeräte insgesamt einen sehr geringen Anteil an den Verfahrenskosten ein (Tab. 4).

Die festen Maschinenkosten sind bei der Bügelhacke im Vergleich zur Scharhacke etwa gleich hoch und bei der Tellerhackbürste aufgrund des hohen Anschaffungspreises sehr hoch. Dieses Gerät kann erst bei einer sehr hohen Flächenauslastung pro Jahr wirtschaftlich eingesetzt werden. Dem steht allerdings die geringe Arbeitsgeschwindigkeit entgegen, welche in den Versuchen im Durchschnitt bei ca. 1 km/h lag.

Fazit

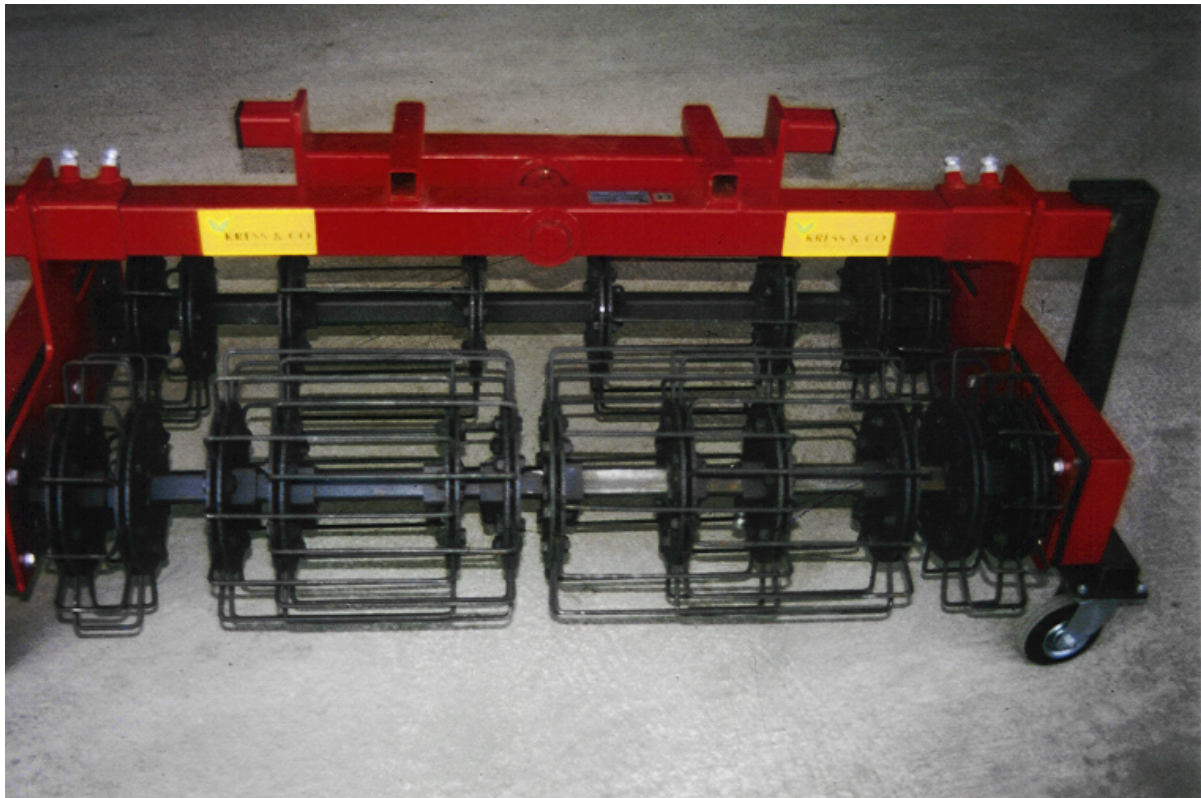
Es wurden vergleichende Untersuchungen zum Einsatz neuartiger Hackgeräte in Möhren angestellt. Beim Einsatz zu einem frühen Zeitpunkt (1. Maschinenhacke) wurde gegenüber der Arbeit einer mit Hackmessern ausgerüsteten Scharhacke der Regulierungserfolg im Zwischenreihenbereich durch eine Bügelhacke um 20 % sowie durch eine Tellerhackbürste um 28 % gesteigert. Im Bereich der Kulturpflanzenreihe war der Regulierungserfolg der Bügelhacke hingegen um durchschnittlich 37 % geringer, während die unkrautregulierende Wirkung der Tellerhackbürste im Vergleich zu der der Scharhacke sich nicht verändert hatte.

Die ungenügende Unkrautregulierung der Bügelhacke in der Reihe wurde durch den unterschiedlich großen Sicherheitsabstand der Körbe der beiden Wellen hervorgerufen. Dies führte dazu, dass unmittelbar an der Reihe der Boden nur durch den hinteren Korb bearbeitet wurde. Die Kulturpflanzenverluste waren zur ersten Maschinenhacke bei der Bügelhacke tendenziell geringer und bei der Tellerhackbürste tendenziell höher als im Vergleich zur Scharhacke. Zu einem späteren Einsatzzeitpunkt (2. Maschinenhacke) war die Wirkung gegen die Verunkrautung im Zwischenreihenbereich bei der Tellerhackbürste gegenüber der Scharhacke um durchschnittlich 25 % höher.

Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Hackgeräten müssen neben den Verfahrenskosten die Auswirkungen des Pflegeverfahrens auf den Ertrag und auf den Zeitbedarf für die manuelle Beseitigung des in der Reihe verbleibenden Unkrautes betrachtet werden (Handarbeit). Unter den Versuchsbedingungen konnte keines der geprüften Geräte eine nachweisbare Verringerung des Handarbeitszeitbedarfes erbringen. Der Möhrenertrag wurde ebenfalls nicht beeinflusst. Demnach ist der Einsatz von Geräten mit hohen Anschaffungskosten wie z.B. der Tellerhackbürste nur bei einer sehr hohen Flächenauslastung wirtschaftlich. Allerdings entstehen mit diesem Gerät zusätzliche Kosten, da im Vergleich zu herkömmlicher Technik mit deutlich geringerer Arbeitsgeschwindigkeit gehackt werden muss.

Die Bügelhacke kann hingegen aufgrund vergleichbar hoher Anschaffungskosten sowie deutlich höherer Arbeitsgeschwindigkeiten in Kombination mit der Scharhacketechnik wirtschaftlich eingesetzt werden. Dafür spricht nicht nur die hohe Arbeitsgeschwindigkeit sondern auch das Hinterlassen eines sehr ebenen Bearbeitungshorizontes im Zwischenreihenbereich. Hierdurch kann die Durchführung nachfolgender Arbeitsgänge mit Scharhackgeräten erleichtert werden. Dazu ist allerdings eine Ausstattung des Gerätes mit annähernd gleich breiten Bügelkörben auf der vorderen und hinteren Welle zu wählen, um keine Nachteile bei der Unkrautregulierung im Bereich „an der Kulturpflanzenreihe“ hinnehmen zu müssen.

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des BML, Bonn, als „Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Agrarbereich für Umweltschutz“ gefördert.



Eine Neuentwicklung im Bereich der bodenangetriebenen Geräte ist die **Bügelhacke**. Sie dient der Entfernung von Unkraut im Zwischenreihenbereich und baut auf dem Prinzip von Drahtkrümelwalzen als Nachläufer von Saatbettkombinationen auf. Zwischen den Kulturpflanzenreihen arbeiten zwei Drahtwalzen (Bügelkörbe) hintereinander. Die Walzen sind miteinander über eine Kette verbunden. Durch eine Übersetzung läuft die hintere Walze schneller als die vordere. Dadurch soll der Krümeleffekt und die Enterdung der Unkrautwurzeln verstärkt werden. Der unkrautregulierende Effekt beruht darauf, dass kleine Unkräuter und Keimfäden an den durch den Boden gezogenen Bügeln hängen bleiben und herausgezogen werden.



Die **Tellerhackbürste** zählt zu den zapfwellengetriebenen Hackgeräten. Pro Zwischenreihenbereich sind zwei über Parallelogramme höhengeführte Bürstenteller angebracht. Aufgrund der Elastizität der Borsten können diese sehr nahe an, ggf. auch in der Kulturpflanzenreihe arbeiten. Der Antrieb der Bürstenteller erfolgt über Hydraulikmotoren. Durch Änderung der Rotationsrichtung kann sowohl von der Reihe weg als auch zur Reihe hin gearbeitet werden, wodurch leichte Häufeleffekte erzielt werden können. Die Wirkung der Bürstengeräte besteht im Herausreißen der Unkräuter mit der Wurzel. Der Unkrautregulierungserfolg wird bei den Bürstengeräten durch die Arbeitsintensität (Quotient aus Peripheriegeschwindigkeit der Borsten und Fahrgeschwindigkeit) bestimmt.

Tabelle 1: Geräteeinstellungen, Fahrgeschwindigkeiten und Hacktermine

Versuchsjahr	Sicherheitsabstand (cm)				Fahrgeschwindigkeit (km/h)			
	1997		1998		1997		1998	
Hacktermine (Tag, Monat)	1. MH (17.5.)	2. MH (29.5.)	1.MH (13.5.)	2.MH (29.5.)	1. MH (17.5.)	2. MH (29.5.)	1.MH (13.5.)	2.MH (29.5.)
Scharhacke	6 - 8	6 - 8	10	10	0,5	1,5	2,3-2,4	2,9-3,1
Tellerhackbürste	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	1,3-1,5
Bügelhacke	21 (1) 9-10 (2)	21 (1) 6,5 (2)	10 (1) 8,5 (2)	11 (1) 11 (2)	3,5 - 4	5,0	3,9-4,3	5,5-6,0

(1) = Körbe der vorderen Welle; (2) = Körbe der hinteren Welle; MH = Maschinenhacke

Tabelle 2: Veränderung des Möhrenbestandes (%) durch 1. und 2. Maschinenhacke mit unterschiedlichen Hackgeräten

Variante	1. Maschinenhacke			2. Maschinenhacke			1. & 2. Maschinenhacke		
	1997	1998	Mittelwert	1997	1998	Mittelwert	1997	1998	Mittelwert
Scharhacke	-6,6 a	- 6,5 a	-6,6 a	-3,2 a	-0,3 a	-1,8 a	-9,2 a	-6,9 a	-8,2 a
Tellerhackbürste	-9,2 a	-16,5 b	-12,8 a	-0,1 a	-0,7 a	-0,4 a	-9,5 a	-16,9 b	-13,2 a
Bügelhacke	+1,2 a	-13,3 b	-6,0 a	-3,9 a	+2,4 a	-0,7 a	-2,8 a	-11,1 ab	-6,9 a

Tabelle 3: Handarbeitszeiten für das Jäten und Möhrenerträge beim Einsatz verschiedener Hackgeräte

Variante	Handarbeit (Akh/ha)			Ertrag (dt/ha)		
	1997	1998	Mittelwert	1997	1998	Mittelwert
Scharhacke	273 -	224 a	249 a	407 a	548 a	477 a
Tellerhackbürste	258 -	228 a	244 a	493 a	547 a	520 a
Bügelhacke	321 -	198 a	265 a	424 a	541 a	482 a

Tabelle 4: Kosten der Unkrautregulierung mit verschiedenen Hackgeräten (Maschinenhacke im Ein-Mann-Betrieb, Zwischenachsenbau)

Gerät (3 m Arbeitsbreite, 6-reihig)		Scharhacke	Bügelhacke	Tellerhackbürste	
Arbeitsgeschwindigkeit ¹⁾		(km/h)	1,85	4,65	0,95
Arbeitszeitbedarf		(Akh/ha)	2,0	0,9	3,7
variable Maschinenkosten (VMk)	Pflegegerät		4	10	11
	Schlepper (60 PS)	(DM/ha)	24	11	45
	Summe		28	21	56
Arbeitskosten (25 DM/Akh)		(DM/ha)	50	23	92
Summe Verfahrenskosten (ohne fMk)		(DM/ha)	78	44	148
Anschaffungskosten		(DM)	8900	8000	29500
feste Maschinenkosten ²⁾ (fMk)		(DM/Jahr)	1095	984	3629

¹⁾ durchschnittlich gemessene Fahrgeschwindigkeit zur 1. und 2. MH bei Versuchen in Möhren 1997 und 1998

²⁾ Nutzungsdauer 12 Jahre, Zinssatz 4 % des Anschaffungspreises

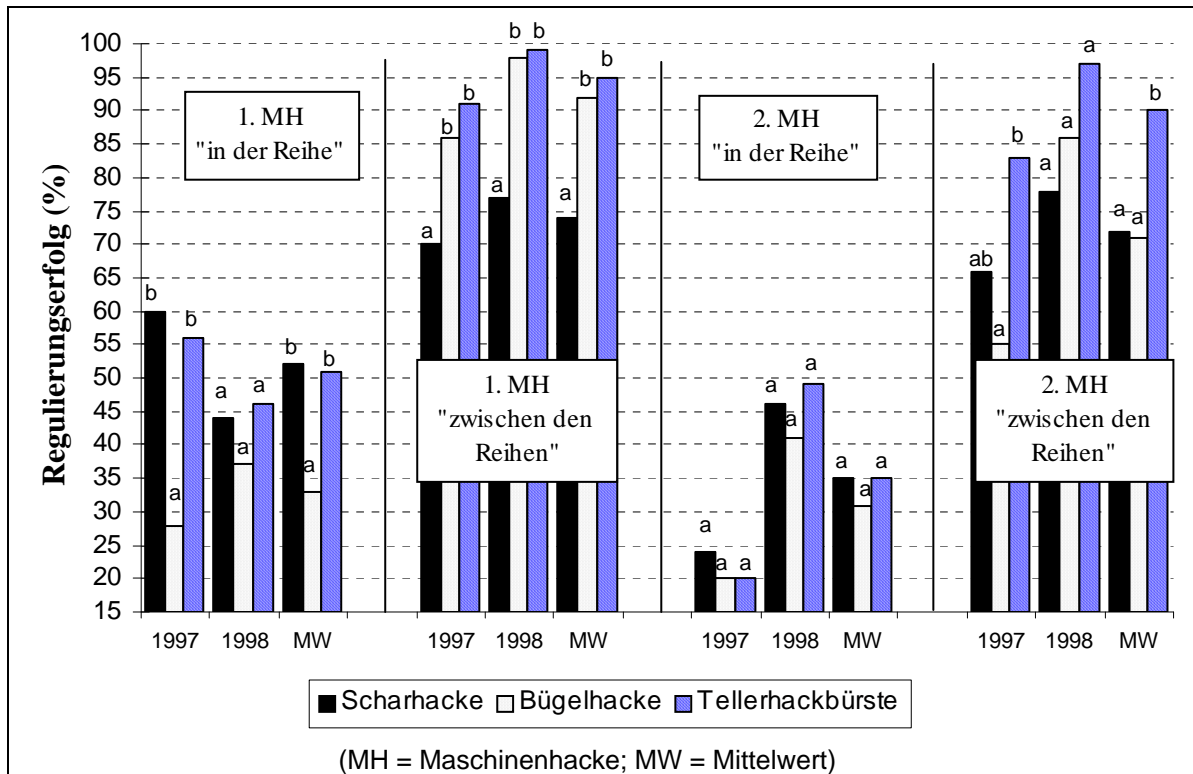


Abbildung 1: Unkrautregulierungserfolg verschiedener Hackgeräte beim Einsatz in Möhren

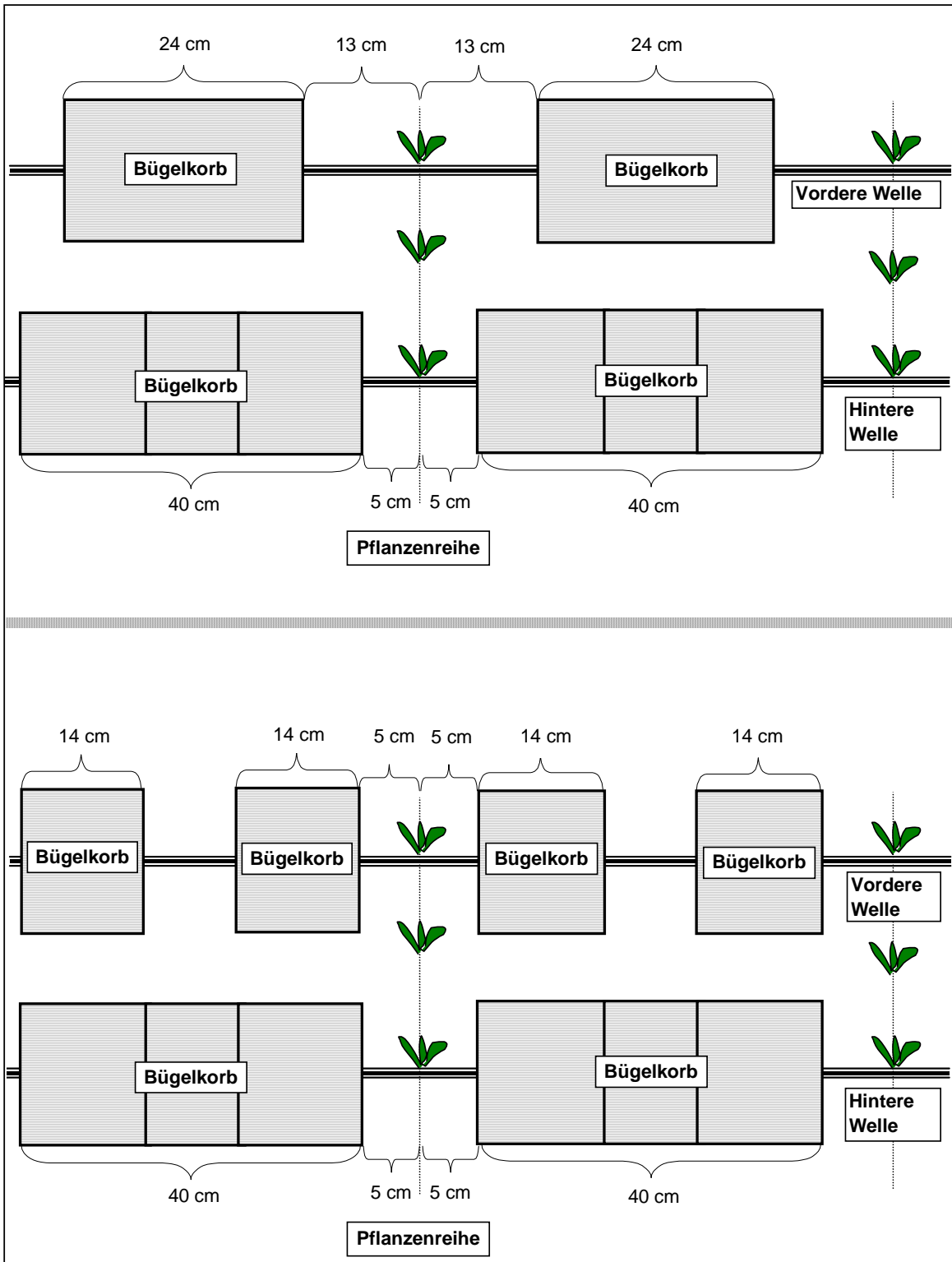


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Arbeitsweise der Bügelhacke (oben: Standardversion; unten: Konstruktionsänderung)