



Der Einböck Row Guard mit automatischer Kameralenkung; hier im Einkorn auf dem Betrieb Hecker, Eppingen, mit 16 cm breiten Gänsefußscharen und 30 cm Reihenweite. Fotos: Böcker

Dem Unkraut zeigen, was eine Hacke ist

Optisch gesteuerte Getreidehacken

War die Hacktechnik bisher überwiegend auf den Sonderkulturbereich beschränkt, so ist derzeit eine nahezu boomartige Entwicklung auch in der Landwirtschaft festzustellen. Zwar profitiert der ökologische Landbau überproportional von der technischen Entwicklung in der Hacktechnik, aber auch im konventionellen Landbau sind sensorgesteuerte Hacken keine Seltenheit mehr.

Es lassen sich, grob unterteilt, drei Lenksysteme mit unterschiedlichen Einsatzschwerpunkten unterscheiden:

- Manuell-mechanisches Lenksystem (Reihenhacktechnik und Ernteverfahren) und Reihentaster (Ernteverfahren)
- GPS Lenksysteme am Schlepper (Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Ernteverfahren) ohne oder in Kombination mit einer Ultraschall-Sensortechnik am Gerät (klassische Hackkulturen, Dammkulturen)
- Optische Lenksysteme (Reihenhacktechnik)

Das manuelle Lenkverfahren in seiner klassischen Variante mit Schlepperfahrer und einer Person für die Steuerung der angebauten Maschinenhacke gilt nach wie vor als das genaueste Lenksystem. Ebenso genau kann die Fronthacke im Ein-Mann-System bezeichnet werden. Als nachteilig werden hoher AK-

Bedarf und geringe Flächenleistung angeführt.

Mit oder ohne GPS-Signal?

Obwohl GPS-Lenksysteme eine Genauigkeit von bis zu 2,5 cm in der Positionsbestimmung des Schleppers erreichen können, konnten sie bisher in der Praxis bei Positionierung des Hackwerkzeuges nahe der Kulturreihe bei der Unkrautbekämpfung allein nicht überzeugen.

Zwar gibt es inzwischen auch GPS-gesteuerte Hackrahmen, es handelt sich jedoch bei den Einsätzen mit dieser Art Steuerung von Hacken immer noch um ein „indirektes System“. Das heißt, die Position lässt sich relativ genau bestimmen, es muss sich jedoch auch die Kulturpflanze an der entsprechenden Position befinden. Letzteres setzt voraus, dass auch die Aussaatmaschine

über GPS gesteuert wurde und die Spuren aufgezeichnet wurden.

Exakte Maschinenführung durch optische Systeme

Durch den Einsatz von optischen Lenksystemen, die die Reihen über Kameras erfassen, wird in der Praxis über dieses „direkte System“ eine höhere Genauigkeit als mit der GPS-Technik erreicht. Dieser Vorteil macht die Technik daher auch für Kulturen mit höherer Wertschöpfung und/oder fehlenden Unkrautbekämpfungsmöglichkeiten interessant, die normalerweise nicht zu den klassischen landwirtschaftlichen Hackkulturen gezählt werden. Besonders im ökologischen Landbau wurde durch diese Technik die Diskussion um eine effiziente Unkrautregulierung im Getreide um eine interessante Option erweitert.

Grundsätzlich ist bei Hackgeräten mit optischen Lenksyste-

men zwischen dem eigentlichen Lenksystem, bestehend aus Kamera, Rechner und Steuer/Verschieberahmen, und den Hackwerkzeugen zu unterscheiden. Um das Lenksystem für Kulturen mit unterschiedlichen Reihenweiten zu nutzen, ist es sinnvoll, Lenksysteme mit im Betrieb vorhandenen Hackgeräten kombinieren zu können.

Sämaschine und Hacke mit gleicher Arbeitsbreite

Die Kosten für das Lenksystem ohne Hacke liegen bei 6 m Arbeitsbreite zwischen 12 000 und 22 000 Euro. Für eine stärkere Akzeptanz am Markt wird die Unterschreitung einer Preisschwelle von 15 000 Euro gesehen. Da die Betriebe mit unterschiedlichen Reihenweiten in Getreide, Mais, Soja und Hackfrüchten arbeiten, macht es keinen Sinn, das Hackgerät jeweils für die einzelnen Kulturen umzurüsten. Im Extremfall sind

Tabelle 1: Übersicht über Lenksysteme in der Landwirtschaft

manuelle Steuerung	GPS-Lenksysteme ohne Korrektursignal			GPS-Lenksysteme mit Korrektursignal			optische Lenksysteme	
	Parallelführung	Lenkassistentensysteme	automatische Systeme	mit absoluter Genauigkeiten von			Kamera	Laser
	Lenkkorrektur durch Fahrer	automatische Lenkkorrektur	automatisch, manuelles Einleiten des Wendevorganges	1-2 m	10-30 cm	2,5 cm	3 - 4 cm	10-20 cm
Arbeiten in Reihenkulturen	für Feldarbeiten ohne Fahrgassen		Aussaat, Arbeiten in Reihenkulturen	für Feldarbeiten ohne Fahrgassen	Aussaat, Arbeiten in Reihenkulturen		Arbeiten in Reihen- und Dammkulturen (3-D-Strukturen)	
	nachrüstbar an bestehenden Systemen		maschinengebunden	automatische Lenksysteme erfordern ein hochgenaues GPS-Korrektursignal			hohe Genauigkeit durch direkte Reihenerfassung	
Entlastung des Fahrers				Kosten			Schwerpunkt Hacktechnik	Getreide, Grünguternte
keine	gering	hoch	sehr hoch	keine	Lizenzgebühren			

daher bis drei Hackgeräte im Betrieb vorhanden, die mit einem Lenksystem verbunden werden müssen. Einige Geräte bieten jedoch einfache Reihenverstellungen an.

Die Arbeitsbreite des Hackgerätes ist an die Aussaatgeräte anzupassen. Das ist bei klassischen Hackkulturen auch kein Problem. Im Getreide als Flächenkultur macht es jedoch wenig Sinn, mit Arbeitsbreiten um 3 m zu hacken. Der Einstieg in die Getreidehacktechnik beginnt hier mit der Wahl einer neuen Sämaschine von mindestens 5 m, besser 6 m.

Bei dieser Arbeitsbreite und einem Mindestreihenabstand von 25 cm steigen die Kosten für die Hacktechnik wesentlich stärker als bei den klassischen Hackkulturen. So können je nach Werkzeugausstattung die Kosten für die Hacke zwischen 10 000 und 20 000 Euro liegen. Damit liegt das Gesamtsystem Getreidehacke bei etwa 35 000

Euro. Während man nach Literaturangaben bei der Sojahacktechnik eine Einsatzfläche von 40 ha anpeilt, ist die Getreidehacktechnik nach Firmenangaben ab rund 70 ha Hackfläche interessant. Einer überschlägigen Maschinenkostenkalkulation zeigt deutlich diesen Einfluss der Einsatzfläche auf die Kostenstruktur.

Eine andere Kostenkategorie zeigt das schwedische System Cameleon. Wie der Name schon andeutet, handelt es sich hier um ein System mit dem Aussaat, Düngung und Hacktechnik durchgeführt werden können. Die Investitionssumme liegt bei 90 000 Euro. Im ökologischen Landbau in Schweden ist das System weit verbreitet und wird aufgesattelt mit 8 m Arbeitsbreite gefahren. Ursprünglich entwickelt wurde es, um den zunehmenden Distelproblemen Herr zu werden. Breit schneidende Gänsefußschare sind das Markenzeichen dieser relativ schweren

Maschine. Nach Aussagen des schwedischen Beraters Hermann Leggedör konnte die Distel auch merklich zurückgedrängt werden.

Praxiserfahrungen konventionell, ohne chemischen Pflanzenschutz

Reinhard Hecker bewirtschaftet einen konventionellen Ackerbaubetrieb im Kraichgau. Zusammen mit weiteren 40 Landwirten wird seit 25 Jahren in der Marktgemeinschaft Kraichgau Korn Getreide ohne chemischen Pflanzenschutz angebaut.

Bisher erfolgte die Unkrautregulierung über bis zu fünf Striegelgängen. Durch seine dichtlagernden Lösslehme wurde das Unkrautrisiko zunehmend größer. Ackerfuchsschwanz, Windhalm, Kamille und Klettenlabkraut sind die Leitunkräuter. Seit diesem Jahr arbeitet der Betrieb mit einem 5 m breiten Row Guard von Einböck mit 16 cm breiten Gänsefußscharen mit optischer Steuerung. Die Getreideaussaat erfolgt mit einer ebenfalls 5 m breiten Accord-Sämaschine. Die Reihenweite beträgt 25 cm. Für die Hacktechnik setzt er einen 100 PS-Schlepper ein. Die Flächen sind zum Teil hängig und die Dichtlagerung der Böden setzt auch der Hacktechnik Grenzen. So kalkuliert er im Extremfall mit einem Dieserverbrauch von 9 bis 10 l/ha. Geplant sind ein bis zwei Hackgänge je Jahr.

Für Betriebsleiter Hecker steht an erster Stelle die Bodenlockerung durch die Hacktechnik im Getreide. Das 9 cm breite ungehackte Band in der Getreidereihe ist für ihn kein Problem. Dieser unbearbeitete Damm wird durch einen nachfolgenden Striegel wieder weggenommen. Der Striegel-effekt ist hier nach seinem Aussagen hier ein ganz anderer als bei der üblichen Flächenstriegelung. Er fährt das Hackgerät mit 6 bis 7 km/h. 8 km/h sind bereits problematisch. Die Verschüttungseffekte des Getreides nehmen dann stark zu.



Auf dem Biohof Cäsar arbeitet Peter Baum mit einer Schmotzer-Fronthacke mit angebautem Heckstriegel. Probleme in einer nachlassenden Konzentration bei der Steuerung sieht er nicht.



Reinhard Hecker, Kraichgaukorn, bewirtschaftet seine konventionellen Getreideflächen ohne chemischen Pflanzenschutz.

Praxiserfahrungen Bio: Es muss nicht immer neueste Technik sein

Der Biohof Cäsar bewirtschaftet 380 ha auf Lößlehm mit verschiedenem Sand- und Tonanteil. Die Getreideaus-

saat erfolgt mit einer Horsch-Pronto mit 6 m Arbeitsbreite und 30 cm Reihenabstand. Die Anlage von Fahrgassen wird als zwingend für die nachfolgende Hacktechnik gesehen.

Im Betrieb wird neben den manuell gesteuerten Hacken für Zuckerrüben und Mais eine 6 m Getreidehacke mit 16 cm breiten Gänsefußscharen im Frontanbau eingesetzt, ebenfalls ohne Kamerasteuerung. Im Heckanbau läuft ein rund 7 m breiter Striegel direkt hinterher.

Im Getreide ersetzt die Hacke keinen Striegel. Ein festes Konzept für eine Einsatzfolge beider Geräte gibt es nicht. Wegen der hohen Verschüttungsgefahr des Getreides wird im frühen Entwicklungsstadium des Getreides dem Striegel der Vorzug gegeben. Ansonsten wird jeweils von Fall zu Fall entschieden, ob zunächst gestriegelt oder gehackt werden soll.

In jedem Fall erfolgt das Hacken so früh wie möglich. Etwa 2 bis 3 Striegelbeziehungsweise Hackmaßnahmen erfolgen pro Jahr. Neben der Distel werden als Leitunkräuter Gänsefuß (Soja), Klettenlabkraut, Vogelmiere, Kamille und Ungräser gesehen.

Mitarbeiter Peter Baum sieht kein Problem in einer nachlassenden Konzentration bei Hackarbeit. Ein ganztägiger Hackeinsatz ist für ihn kein Problem. Dabei erreicht er eine Schlagkraft von 2 bis 2,5 ha/h, manchmal auch bis 3 ha/h. Die Arbeitsgeschwindigkeit liegt bei 7 km/h. Der Dieselverbrauch liegt bei gemessenen 4 l/ha.

Beispielbetrieb 1: konventionell, ohne chemischen Pflanzenschutz

*Kraichgau Korn, Reinhard Hecker
Eppingen, Baden-Württemberg
200 ha, Niederschlag 780 mm*

Getreide	130 ha
Dinkel / Einkorn	10 ha
Körnermais	10 ha
Zuckerrüben	50 ha

Beispielbetrieb 2: biologischer Anbau

*Biohof Cäsar, Gut Dächheim, Waigolshausen, Bayern
380 ha, Niederschlag 530 mm*

Getreide	130 ha	Ackergras/Wiese	40 ha
Soja/Erbsen	45 ha	Gemüse	5 ha
Körnermais	20 ha	Zuckerrüben	70 ha
Luzerne	60 ha	Sonnenblumen	10 ha

Die Stärken der Hacktechnik werden in der Bodenlockerung und dem Abschneiden der Unkräuter in der Reihe gesehen. Schwächen liegen im weiten Reihenabstand. Man befürchtet hier eine Förderung der Distel.

Die Praxis zeigt: langsamer fahren bei geringerem Verbrauch

Das Hacken von Getreide mit optischen Lenksystemen eröffnet neue Chancen in der Unkrautregulierung. Je nach Reihenweite und Scharbreite werden 50 bis über 60 Prozent der Fläche sicher reguliert. Die Geräte produzieren eine wesentlich höhere Schüttwirkung. Es ist bekannt, dass mit einer Erdüberdeckung von 2 cm auch größere Unkräuter, bis acht Laubblätter, zu 77 bis 100 Prozent bekämpft werden können. Selbst bei Pflanzen mit 8 bis 14 Blättern kann die Wirkung noch über 60 Prozent liegen.



Diese losgehackte Kamille wird bei entsprechenden Witterungsbedingungen wieder anwachsen, wenn kein Nachläufer vorgesehen ist.

Diese Eigenschaft birgt aber auch gleichzeitig eine Gefahr beim frühen Einsatz im Getreide, denn auch die Kulturpflanzen sind vom Verschütten gefährdet. Auch wenn Werbeprospekte Arbeitsgeschwindigkeiten von bis zu 14 km/h ausweisen, so gibt die Praxis doch eine Grenze von zurzeit 7 km/h vor. Was auf den ersten Blick als Nachteil gewertet werden könnte, relativiert sich beim Dieseleinsatz, der überproportional zur Arbeitsgeschwindigkeit ansteigt. Immerhin machen die Dieselskosten bei den üblichen 7 km/h schon bis zu 60 Prozent der variablen Kosten aus.

Aus Praxiserfahrungen wird auch deutlich, dass der Striegel im Getreide nicht ersetzt werden kann. Sei es das Blindstriegeln, wenn es der Boden den



Einsatz der Fronthacke im Winterroggen auf dem Biohof Cäsar. Deutlich ist die gute Schüttwirkung bei idealem Bodenzustand zu erkennen.

zulässt, oder die Unkrautkontrolle in der Reihe.

Hacken im Getreide oder in Hackfrüchten ist nicht dasselbe

Ob die Hacktechnik zu Mehrerträgen führt, ist eine sehr komplexe Fragestellung. Sie kann nur im Einzelfall näherungsweise bestimmt werden. Tatsächlich ist aber eine fruchtfolgeübergreifende Bewertung erforderlich. Sollten sich Unkrautprobleme über die Zeit durch diese Technik verhindern oder zumindest überschaubar gestalten lassen, so wäre das ein immenser Vorteil.

Die Hacktechnik im Getreide ist auch nicht vergleichbar mit der Hacktechnik in klassischen Hackkulturen.

Sie unterscheidet sich vor allem in den Punkten:

- Höhere Kosten durch mehr Hackwerkzeuge
- Gefahr der Kulturverschüttung
- Notwendigkeit Verhinderung des Wieder-Anwachsens von Unkräutern in Bodenschollen bei frühen Einsetzen im März/April

In jedem Fall verdient die weitere technische und preisliche Entwicklung dieser neuen Systeme die volle Aufmerksamkeit des konventionellen und vor allem des ökologischen Landbaus. Das KÖL Rheinland-Pfalz wird sich daher weiterhin dieser Technik annehmen.

Hermann Böcker, DLR
Rheinhausen-Nahe-Hunsrück,
KÖL Rheinland-Pfalz

Tabelle 2: Anbieter von optischen Hackgeräten

Firma	/	Land	Gerät	Firmenlink bzw. Video-Link
Agronomic		F		http://agronomic.fr/
Carre		F	PRECICAM + ECONET	https://www.youtube.be/b_vJ7p8s5kM
Einböck		A	Row Guard	http://www.einboeck.at/index.php?option=com_content&view=article&id=1591
Garford		GB	Robocrob	https://www.youtube.be/HAiipkA5Vxs
Gothia Redscap		SE	System Cameleon	https://www.youtube.be/n4VsmpZh0nc
Kongskilde		DK	Vibro Crop Intelli	https://vimeo.com/65623627
Maschio Gaspardo		IT	Row-crop cultivator HS	https://www.youtube.be/DxzyDIGJd0Q
Poulsen/Kress		DK	Kress Autopilot	https://www.youtube.be/hSKSjNKRbfw
Schmotzer		D	Schmotzer Kombi-PP mit Optitronic-Kamerasteuerung	https://www.youtube.be/zqU6jXB_OCY
Steketee		NL	ECO-DAN's ATC System	https://www.youtube.be/mB-sloLJzxM
Thyregod		DK	Inerrowcleaner	https://www.youtube.be/8jrcoVA34wg