

## Abschlussbericht

### Forschungsprojekt

**„Beikrautregulierung in Ökobetrieben mit  
Gemüsekulturen unter besonderer Betrachtung von  
moderner RTK-Steuerungs-, Ultraschall- und  
Kameratechnik inkl. Arbeitswirtschaft und Kosten“**

A/15/08



# 1 Mechanische Beikrautregulierung entwickelt sich weiter

Große Entwicklungsmöglichkeiten gibt es bei der mechanischen Unkrautregulierung. Eine effiziente Unkrautkontrolle ist eine der wichtigsten Grundlagen der Produktion im Ökoanbau. Unterstützen können hierbei automatische Steuerungssysteme, die für eine Feinsteuerung von herkömmlicher Hacktechnik verantwortlich sind. Der Impuls für die Feinsteuerung wird von einem optischen bzw. Ultraschallsensor oder über ein GPS-RTK System gegeben.

Die unterschiedlichen auf dem Markt verfügbaren Systeme wurden im Rahmen des Forschungsprojektes ausgeliehen und in ökologisch bewirtschaftenden Betrieben getestet.

## 1.1 Steuerungssysteme

### Kamerasysteme

Im Allgemeinen funktionieren alle Kamerasysteme nach einem Grundprinzip: Während der Fahrt über den Pflanzenbestand werden, abhängig vom Typ, 20 bis 30 Bilder pro Sekunde aufgenommen und direkt vom System verarbeitet. In der Verarbeitung wird eine Unterscheidung zwischen grünen und braunen Pixeln getroffen. Eine hohe Konzentration an grünen Pixeln wird dementsprechend als Kulturpflanzenreihe angesehen und als Richtlinie für die Feinsteuerung verwendet. Diese Grundfunktionen wurden allerdings von den unterschiedlichen Anbietern der Steuerungssysteme noch verfeinert.

So kann die neue **Kamera Okio** der Firma Schmotzer, im Vergleich zur **Claaskamera**, anhand von hinterlegten Strukturen der Kulturpflanzen die Kulturreihe noch zusätzlich an deren Kulturpflanzenumrisse erkennen. Das **Vision Control System** der Firma K.U.L.T. kann zusätzlich durch den Einsatz von Infrarotsystemen Kulturen in einem sehr frühen Entwicklungsstadium vom Boden unterscheiden. Auch mit den Verbesserungen der Arbeitsweise der Kamerasysteme haben alle Systeme noch ihre Einsatzgrenzen. Beim ersten Einsatz müssen die Kulturpflanzen groß genug sein, um von der Kamera erkannt zu werden. Auch zum Bestandsschluss muss für eine gute Funktion des Steuerungssystems meist noch ein Anteil an braunen „Bodenpixeln“ auf den aufgenommenen Bildern vorhanden sein. Auch ein unregelmäßiges Auflaufen der Kulturpflanzen mit Fehlstellen kann dazu führen, dass

die Reihe nicht sicher erkannt wird. Rote Bete mit einem kleineren Saatabstand ist leichter zu erkennen als Zuckerrübe.

Staubbildung und ungünstiger Lichteinfall können störend wirken. Deshalb ist das Kamerasystem beim IC Weeder der Firma Steketee komplett mit einem Kasten überbaut.

### GPS-RTK

Unabhängig vom Entwicklungsstadium der Kulturpflanzen arbeiten die GPS-RTK Systeme, bei denen entlang einer bei der Saat aufgenommenen Spur gehackt wird. Die genaue Feinjustierung der Hacktechnik erfolgt über ein Verschiebesystem, welches zwischen Traktor und Hacktechnik verbaut ist oder beispielsweise über Lenkscheiben hinter der Maschine, die die Hacktechnik über ein Gelenk in der richtigen Spur halten. Andere Einsatzgrenzen wie Empfangsprobleme von GPS und Korrektursignal spielen eine Rolle. So muss sich der Anwender sicher sein, dass in seiner Einsatzregion ein ausreichender Empfang des Korrektursignales möglich ist. Sind diese Faktoren sicher gestellt, kann mit einem GPS-RTK System über einen Verschieberahmen auf 2,5 cm Genauigkeit, was vergleichbar zu den Kamerasystemen ist, gehackt werden. Das unbearbeitete Hackband war bei allen Verfahren etwa 7 cm breit.

### Ultraschall

Bis zu vier Ultraschallsensoren nehmen entweder Damm-, Fahrgassen- oder Kulturpflanzenumrisse auf. Kulturpflanzen brauchen einen Wachstumsvorsprung von 7 cm (schwierig bei Säkulturen). Auf Dämmen kann das Sonic System auch zur Saat genutzt werden. Das System arbeitet licht- und staubunempfindlich.

## **2 Projektarbeit – Exaktversuche und Feldtage**

Von 2015 bis 2018 wurden Versuche in den Kulturen Rote Bete und Karotten, sowie teilweise in Zuckerrüben durchgeführt. 2016 fanden alle Versuche auf Projektbetrieben im Norden und Süden von Würzburg statt. Um größere Fahrwege zu vermeiden, konzentrierte sich die Versuchsarbeit 2017 und 2018 nur noch auf Betriebe im Süden von Würzburg.

Neben allgemeinen Versuchen zur Funktionssicherheit und zur Prüfung der Einsatzgrenzen der Systeme kamen im Versuchsjahr 2017 auch Aufnahmen zu Arbeitszeiten (Wendezeiten, Zeiten zum Einsetzen und Rüstzeiten) der Systeme hinzu.

In allen vier Jahren wurden Feldtage mit Maschinenvorfürungen organisiert, auch mit Systemen, die nicht in dem Projekt dabei waren. Neben der neuesten Technik konnten auch Erfahrungen aus den praktischen Einsätzen weitergegeben werden. Die Landwirte tauschten sich intensiv mit den Vertretern der Herstellerfirmen aus und verfolgten die Stärken und Schwächen der einzelnen Systeme bei den Vorfürungen.

### **3 Schlussfolgerung für die Praxis**

Durch die Einschränkung von Herbiziden und die vermehrte Produktion nach ökologischen Richtlinien, entsteht eine stark gestiegene Nachfrage nach schlagkräftiger Hacktechnik. Zusammen mit Steuerungssystemen etablieren sich Hackgeräte wieder in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Betrieben. Die Versuche im Rahmen des Forschungsprojektes und Praxisberichte haben gezeigt, dass automatische Steuerungssysteme eine sinnvolle Ergänzung in der mechanischen Unkrautkontrolle sind. **Folgende Vorteile haben sich im Projekt bestätigt:**

- deutlich exaktere Ergebnisse auf dem Acker
- die Entlastung des Fahrers spielt eine wichtige Rolle
- die Ausweitung der Arbeitszeiten bis in die Dunkelheit
- Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit ab der zweiten Durchfahrt (wenn die Pflanzen schon größer sind)
- zusätzliches Bedienpersonal entfällt (für die Lenkung des Hackrahmens im Heckanbau)

Bei größeren Arbeitsbreiten (12-reihig; 6m) bietet die Steuerungstechnik (v.a Kamera; mit den beschriebenen Einschränkungen auch GPS-RTK Technik) größere Vorteile, weil auf Grund der schwereren Geräte ohnehin mit größeren Traktoren gearbeitet wird.

Dem Vorteil der Einsparung von Arbeitszeit ist wegen der schwierigen Verfügbarkeit von Hackkräften, v.a. im Zuckerrübenanbau, wo sie nur kurzfristig benötigt werden,

und auch der deutlich steigenden Kosten (Mindestlohn und zusätzliche Nebenkosten) eine sehr große Bedeutung beizumessen.

Im Gemüsebau, insbesondere bei weniger großen Betrieben, stellt der Wechsel der Gerätetechnik von der bisherigen häufig verbreiteten Hacktechnik im Zwischenachsanbau mit relativ leichten Traktoren bei Aussaat und Pflege hin zu wesentlich aufwändiger Technik mit höheren Abhängigkeiten (GPS Signal), hohen Anschaffungs- und laufenden Kosten eine gewisse Hürde dar.

Die erforderlichen schwereren Traktoren haben auch Einfluss auf das Thema Bodendruck/-verdichtung.

Der Einsatz von Steuerungssystemen ist abhängig von den jeweiligen Gegebenheiten in den Betrieben. So machen die Anschaffung von GPS-RTK basierten Systemen in Regionen mit unsicherem Signalempfang eher Probleme als dass sie eine große Unterstützung sind. Eine Verbesserung von Empfangsqualitäten in unsicheren Gebieten wird von den Herstellern verfolgt. Beim Einsatz der Kameratechnik muss auf eine gute Erkennbarkeit der Kulturpflanze geachtet werden. Ein extrem früher Einsatz auf Flächen mit beispielsweise hohem Unkrautdruck ist dementsprechend nicht möglich. Allerdings gibt das Kamerasystem eine gewisse Unabhängigkeit von externen Signalen. Zudem ist man auch bei der Aussaat nicht auf ein Steuerungssystem angewiesen.

#### Vertrautheit mit der Technik ist wichtig

Bei der Entscheidung für ein Steuerungssystem muss eine gewisse Affinität des Fahrers zur Technik vorhanden sein. Im Gegensatz zu herkömmlicher Hacktechnik kann bei einer Störung oder dem Bruch eines Teiles nicht schnell selbst eine Reparatur durchgeführt werden. Meist muss der Service des Herstellers zur Behebung von Fehlern bei Steuerungssystemen in Anspruch genommen werden.

Im Gemüseanbauggebiet Pfalz wurde der Robovator (Vertrieb in Deutschland durch Firma K.U.L.T.) mit einem festen Fahrer bestückt und von den einzelnen Betrieben angefordert. Somit ist keine Einarbeitungszeit erforderlich und Bedienfehler und Störungen werden auf ein Minimum reduziert.

#### Abstimmung der pflanzenbaulichen Verfahren und vorhandene Infrastruktur

Verfolgt man das Ziel, mit einer sehr hohen Präzision die mechanische Unkrautkontrolle durchführen zu wollen, müssen auch andere pflanzenbauliche

Verfahren optimiert werden. So ist beispielsweise das exakte Säen eine der Voraussetzungen für exaktes Hacken.

Generell muss für Steuerungssysteme in der Zukunft die Infrastruktur in der Landwirtschaft verbessert werden. Zudem geben neue Entwicklungen in der Datenverarbeitung und leistungsfähigere Rechner dem Einsatz von Feldrobotik zur mechanischen Unkrautregulierung nochmals neuen Rückenwind.

#### Überbetrieblicher Einsatz sinnvoll?

Von einzelnen Betrieben wurde angefragt, ob ein überbetrieblicher Einsatz von Hacktechnik durch einen Lohnunternehmer realistisch ist. Dies dürfte nicht ganz einfach sein, da die günstige Zeitspanne für den Geräteeinsatz teilweise knapp ist (z.B. Regenpause, Boden gut befahrbar, Unkraut in einer günstigen Bekämpfungsgröße). Erfolgversprechender ist wahrscheinlich eine Zusammenarbeit mit einem oder zwei weiteren Betrieben in der Nähe. Ökonomisch betrachtet müsste für bayerische Verhältnisse eine überbetriebliche Nutzung von benachbarten Betrieben angestrebt werden.

#### **Fazit eines am Projekt teilnehmenden Betriebes**

Laut Aussage des Betriebsleiters hat das Forschungsprojekt einen Schub für den Ökoanbau gegeben. Es hat auch umstellungsinteressierten Landwirten gezeigt, dass mechanische Verfahren effektiv und schlagkräftig gegen Beikräuter wirksam sind.