

# Konzept zur Beikrautregulierung im ökologischen Möhrenanbau auf Grundlage bildanalytischer Farberkennung

Frederik Langsenkamp<sup>1</sup>, Arno Ruckelshausen<sup>2</sup>, Maik Kohlbrecher<sup>1</sup>, Mario Jenz<sup>2</sup> und Dieter Trautz<sup>1</sup>

**Abstract:** Beikräuter stehen in direkter Konkurrenz zur Kulturpflanze um begrenzt verfügbare Ressourcen und stellen einen wesentlichen Faktor für Ertragsdepressionen im landwirtschaftlichen Pflanzenbau dar. Eine effiziente Regulierung des Beikrauts ist unerlässlich. Im ökologischen Möhrenanbau erfolgt die Beikrautregulierung praxisüblich mittels Traktor und Jäteflieger, unter hohem wirtschaftlichem Aufwand und mit konstanter Arbeitsgeschwindigkeit einheitlich auf der gesamten Fläche. Landwirtschaftliche Flurstücke unterliegen jedoch heterogenen Umweltbedingungen, der Aufwuchs von Beikräutern ist demnach räumlich differenziert. Eine teilflächen-spezifische Beikrautregulierung erscheint ökonomisch sinnvoll. Als Lösungsansatz erarbeitet wurde ein automatisiertes kosteneffizientes System in Anlehnung an das BoniRob-App-Konzept. Im Bereich der Bilderkennung und -verarbeitung, wird die Beikrautdichte anhand grüner Farberkmale erfasst und visuell dargestellt. Folge dessen können Rückschlüsse auf kleinräumig wechselnde Beikrautvorkommen und der notwendigen Bearbeitungsintensität gezogen werden. Diese Informationen dienen dem Fahrer der Traktor-Jäteflieger-Kombination zur Entscheidungsfindung die Geschwindigkeit des Jätefliegers an das jeweilige Beikrautaufkommen zu adaptieren. Untersuchungen zeigen, dass ein derartig durchgeführtes Verfahren eine zeitliche Vorteilswirkung gegenüber praxisüblichen Verfahren aufweist.

**Keywords:** Handjäte, Beikrautererkennung, Beikrautregulierung, Bilderkennung

## 1 Einleitung

Im landwirtschaftlichen Pflanzenbau konkurrieren Beikräuter und Kulturpflanze um limitierte Ressourcen wie Wasser, Licht und Nährstoffe. Das Resultat sind Ertragseinbußen und eine Beeinträchtigung des Funktionswerts der Fläche [Zw02]. Eine effiziente und ökonomisch sinnvolle Reduzierung des Beikrautaufkommens ist folglich wesentlicher Bestandteil der Ertragssicherung. In der konventionellen wie auch in der ökologischen Landwirtschaft werden Beikrautregulierungsstrategien meist einheitlich auf einer Fläche durchgeführt. Landwirtschaftliche Flurstücke unterliegen jedoch dem Einfluss von kleinräumig wirkenden Umweltbedingungen. Demzufolge ist auch ein ungleichmäßiger, örtlich differenzierter Aufwuchs von Beikräutern zu erwarten [No02]. Im konventionellen Pflanzenbau sind bereits Verfahren zur Beikrautdetektion und gekoppelte Ver-

---

<sup>1</sup> Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück, frederik.langsenkamp@hs-osnabrueck.de

<sup>2</sup> Hochschule Osnabrück, Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik, Sedanstraße 26, 49076 Osnabrück, a.ruckelshausen@hs-osnabrueck.de

fahren zur teilflächenspezifischen Regulierung durch chemische Applikationen bekannt [GO06]. Neueste Entwicklung in diesem Segment zielen auf automatisierte, autonom navigierende Systeme [Sc14]. Daraus lassen sich ökonomische und ökologische Vorteilswirkungen ableiten. Im ökologischen Möhrenanbau erfolgt die intra-row und close-to-crop Beikrautregulierung, mittels Traktor, Jäteflieger und dem Praktizieren der Handjäte. Der Prozess erfolgt mit konstanter Arbeitsgeschwindigkeit. Hierbei entstehen hohe zeitliche und demnach wirtschaftliche Aufwendungen [Va08]. Ausgehend von der starken Gewichtung des Zeitaufwandes für den Jäteprozess ist dieser Faktor eine entscheidende Stellgröße im System, die es zu optimieren gilt. Durch die Projektion teilflächen- bzw. einzelpflanzenspezifischen Handlungsweisen auf das System „Jäteflieger“ kann eine Steigerung der Effizienz und Arbeitsqualität und ein möglicher wirtschaftlicher Zusatznutzen erzielt werden.

## 2 Material und Methoden

Als Lösungsansatz erarbeitet wurde ein automatisiertes kosteneffizientes System in Anlehnung an das BoniRob-App-Konzept [Ba13]. Demnach wurde ein App-Träger für den Drei-Punkt-Anbau am Traktor konzipiert, der die Norm des App-Einschubs des BoniRob-Konzepts erfüllt (vgl. Abb. 1). Die Applikation besteht aus Consumer-Webcam (Microsoft LifeCam Studio™), Industrie-PC (Typ C6920-40 BECKHOFF) und Drehgebereinheit (inkremental, WDG 40A WACHENDORFF). Die Software wurde auf der Grundlage von C# im VISUAL STUDIO 2012 programmiert. Die Pflanzendetektion erfolgt auf

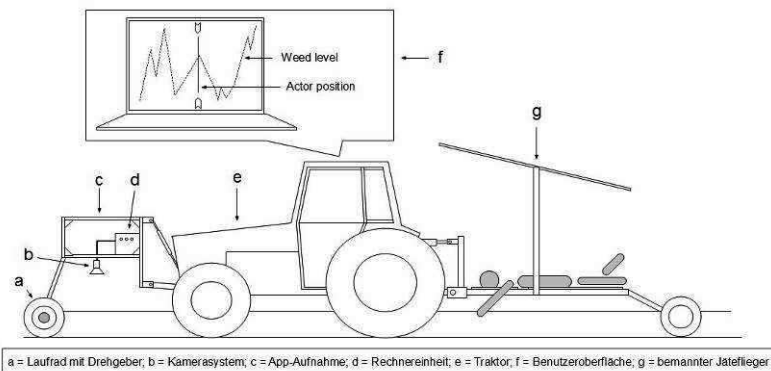


Abb. 1 Konzept zur Beikrautdetektion und- Regulierung im Anbausystem Bio-Möhren

Basis der Farbdifferenz zwischen Pflanzen (grün) und Bodenmaterial (grau, braun Töne). Die aufgenommenen Bilddaten werden auf eine „region of interest“ reduziert und das vorliegende RGB-Bild in den HSV-Farbraum (hue saturation value) konvertiert. Aus dem HSV-Farbbild wird im Anschluss ein Binärbild generiert. In diesem sind Pixel, die

entsprechendes Farbwinkelspektrum des Grünwertes belegen, als „weiße Pixel“ definiert, andernfalls als „schwarze Pixel“. Die durch beschriebene Verfahren extrahierten Pixel werden in Relation zur Gesamtfläche in % ausgewiesen. mittels Drehgeberwerten wird der erfasste Grünwert in der GUI örtlich aufgetragen. Demnach ergibt sich eine fortlaufende Kurve die das varierende Beikrautaufkommen lokal unter Berücksichtigung der Akteurposition wiedergibt. Auf diesen Informationen basiert nun die Entscheidung des Fahrers die Geschwindigkeit ( $v$ ) des Fahrzeugs an das Beikrautaufkommen zu adaptieren. Im Feldversuch unter Praxisbedingungen wurde ein Systemvergleich der konventionellen Handjäte mit Jäteflieger (konstante  $v$ , Variante 1) und kamerabasiertes System zur Beikrautdetektion (variabel an das Beikrautaufkommen adaptierte  $v$ , Variante 2) realisiert. Unter Praxisbedingungen sind auf einem Dammsystem Parzellen mit 6-facher Wiederholung je Variante randomisiert angelegt worden. Der Beikrautaufwuchs innerhalb der Parzellen ist natürlichen Ursprungs.<sup>3</sup>

### 3 Ergebnis

Abb. 2 zeigt die Ergebnisse des Feldversuchs. Der linke Graph stellt die  $v$  in km/h in Abhängigkeit der jeweiligen Variante und Wiederholung (Wdh) da.

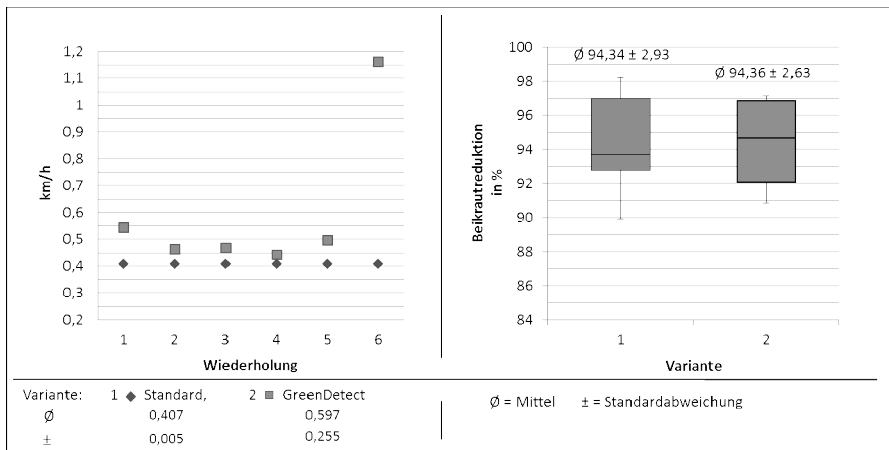


Abb. 2 Varianten und Ergebnis des Feldversuchs zur Beikrautdetektion

Variante 1 (linker Graph, Abb. 2 blau, Raute) verfährt mit konstanter  $v$  von 0,407 km/h mit Ausnahme der Wdh 4 bzw. 5 (0,408 km/h). Variante 2 (Abb. 2, linker Graph, rot, Quadrat) variiert in der Höhe der  $v$  je Wdh. von 0,444 km/h bis zu 1,163 km/h bei einem Mittel von 0,597 km/h und einer Standardabweichung ( $\sigma$ ) von 0,255 km/h. Der rechte Graph (Abb. 2) stellt die Beikrautreduktion ( $y$ -Achse) in Abhängigkeit der jeweiligen

<sup>3</sup> *Chenopodium album*, *Matricaria chamomilla* L., *Glechoma hederacea*, *Lamium purpureum*, *Convolvulus arvensis*, *Sinapis alba*, *Elymus repens* ssp. *repens*, BBCH-Stadium 10 bis 13.

Variante (x-Achse) da. Variante 1 (Abb. 2, rechter Graph) weist im Mittel eine Reduktion von 94,34 % bei einer  $\sigma$  von 2,93 %. In Variante 2 wird das Mittel der Reduktion auf 94,36 % mit einer  $\sigma$  von 2,63 % beziffert.

## 4 Diskussion

Die Ergebnisse des Versuchs zeigen eine Steigerung der Geschwindigkeit eines adaptiv wirkenden Systems gegenüber der konventionellen Variante. Im gleichen Zuge bleibt die Beikrautreduktion auf konstant hohem Niveau. Im Umkehrschluss bedeutet dies eine Effizienzsteigerung der zeitlichen Regulierungstätigkeit bei konstant hoher Arbeitsqualität. Bisher lag der Fokus teilflächenspezifischer Verfahren auf Anwendungen in konventionellen Systemen. Eine teilflächenspezifische Betrachtung der händischen Regulierungstätigkeit im ökologischen Möhrenanbau zeigt demnach mögliche ökonomische Vorteilswirkungen der Beikrautregulierung. Optimierungspotential ergibt sich aus der Integration der Drehgebereinheit ebenso wie die Wiedergabe der GUI in das Traktorsystem und die automatisierte Adaption der Geschwindigkeit an das Beikrautaufkommen.

## Literaturverzeichnis

- [Ba13] Bangert, W. et al.: Field-Robot-Based Agriculture: "RemoteFarming.1" and "BoniRob-Apps". In (VDI Hrsg.): Conference: Agricultural Engineering, Landtechnik AgEng 2013. Components and Systems for better Solutions. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf; S. 439–445, 2013.
- [GO06] Gerhards, R.; Oebel, H.: Practical experiences with a system for site-specific weed control in arable crops using real-time image analysis and GPS-controlled patch spraying. *Weed Research* 46, 3; S. 185–193, 2006.
- [No02] Nordmeyer, H.: Teilflächenbezogene Unkrautbekämpfung. Unkrautvorkommen. In (Zwenger, P.; Ammon, H. U. Hrsg.): Unkraut - Ökologie und Bekämpfung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart; S. 230–235, 2002.
- [Sc14] Scholz, C. et al.: Camera-based selective weed control application module ("Precision Spraying App") for the autonomous field robot platform BoniRob. In (Kaufmann, R. et al. Hrsg.): International Conference of Agricultural Engineering. AgEng 2014, 06.-10 July, Zurich, 2014.
- [Va08] Van der Weide, R. Y. et al.: Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed Research* 48; S. 215–224, 2008.
- [Zw02] Zwenger, P.: Unkraut - Definition und Abgrenzung. In (Zwenger, P.; Ammon, H. U. Hrsg.): Unkraut - Ökologie und Bekämpfung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart; S. 10–12, 2002.