

Bildanalytische Farberkennung zur Geschwindigkeitsregulierung beim Jäteflieger im ökologischen Möhrenanbau

Langsenkamp F¹, Ruckelshausen A², Kohlbrecher M¹, Jenz M², Kühling I¹ & Trautz D¹

Keywords: weed control, image processing, manual weeding, carrot (Daucus carota).

Abstract

Weed control in organic carrot production is time and cost intensive. There are several practicable techniques available for inter-row weed control, but the most sensitive area within the plant rows between the carrots ("intra-row") is still regulated by manual weeding. Weed regulation is usually done in uniform operations for one field, but weeds appear in a huge spatial variability, reflecting heterogeneous soil and climate conditions. Following the idea of precision farming, we developed a concept for camera-based weed detection, which displays the density as recommendation for velocity adaptation for the driver. The system was tested against the usual weeding with one constant velocity in a field trial with randomized plots. By using the new technology it was possible to increase the area performance by higher average velocities without reducing the weeding quality compared to the usual system. The next step of this low-cost component approach would be a complete implementation into the tractor system with the possibility of automatically velocity regulations.

Einleitung und Zielsetzung

Maßnahmen zur Beikrautregulierung erfolgen in der Regel einheitlich für einen gesamten Schlag. Landwirtschaftliche Flurstücke sind jedoch häufig von kleinräumiger Heterogenität und wechselnden Umweltbedingungen geprägt. Demzufolge ist auch ein ungleichmäßiger, kleinräumig differenzierter Aufwuchs von Beikräutern zu erwarten (Nordmeyer 2002). Im konventionellen Pflanzenbau sind bereits Verfahren zur Beikrautdetektion und teilflächenspezifischen Regulierung durch chemische Applikationen bekannt (Scholz et al. 2014).

Im ökologischen Möhrenanbau gibt es für den Zwischenreihenbereich vielfältige bewährte Verfahren zur mechanischen Beikrautregulierung (Wilhelm & Hensel 2011). Der besonders kritische Zwischenpflanzenbereich innerhalb der Reihe wird jedoch nach wie vor in Handarbeit mit Jätefliegern vom Beikraut befreit. Dieses Verfahren ist sowohl zeit- als auch kostenintensiv (Van der Weide et al. 2008).

Aus dem Ansatz der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung wurde ein Konzept entwickelt, welches die Idee der kleinräumig angepassten Bewirtschaftung auf die Beikrautregulierung im ökologischen Möhrenanbau überträgt. Dazu wurde ein System zur automatisierten Geschwindigkeitsadaption beim Jäteflieger in Abhängigkeit des Beikrautaufkommens entwickelt. In einem Feldversuch wurde überprüft, ob sich mit

Hilfe der adaptierten Arbeitsgeschwindigkeit eine höhere Flächenleistung bei vergleichbarer Arbeitsqualität realisieren lässt.

Methoden

Zur Beikrautererkennung wurde ein kamerabasiertes System entwickelt, das frontal im Drei-Punkt-Anbau am Traktor angebaut wird. Das System besteht aus aus einer handelsüblichen Webcam (Microsoft LifeCam Studio™), einem Industrie-PC (Typ C6920-40 BECKHOFF) und einer Drehgebereinheit (WDG 40A WACHENDORFF). Die Software wurde in C# mit VISUAL STUDIO 2012 programmiert. Die Beikrautdetektion erfolgt auf Basis der Farbdifferenz zwischen Pflanzen (grün) und Bodenmaterial (grau, braun Töne). Die aufgenommenen Bilddaten werden in einem ersten Schritt auf die „region of interest“ (=Dammkrone/Pflanzenreihe Möhren) reduziert und das vorliegende RGB-Bild wird in den HSV-Farbraum konvertiert. Aus dem HSV-Farbbild wird im Anschluss ein Binärbild generiert. In diesem sind Pixel, die das entsprechende Farbwinkelspektrum des Grünwertes belegen weiß und alle anderen schwarz. Die durch das beschriebene Verfahren extrahierten weißen Pixel werden in Relation zur analysierten Gesamtbildfläche in Prozent ausgewiesen, dies entspricht dem Deckungsgrad aller Pflanzen (Beikraut + Möhre). Mittels Drehgeberwerten wird der so erfasste Grünwert im Display in der Fahrerkabine aufgetragen. Demnach ergibt sich eine fortlaufende Kurve die das variierende Beikrautaukommen lokal unter Berücksichtigung der Akteurposition (= jätende Hand) wiedergibt. Basierend auf diesen Informationen kann nun der Fahrer die Geschwindigkeit des Traktors an das Beikrautaukommen unter der jätenden Hand adaptieren.

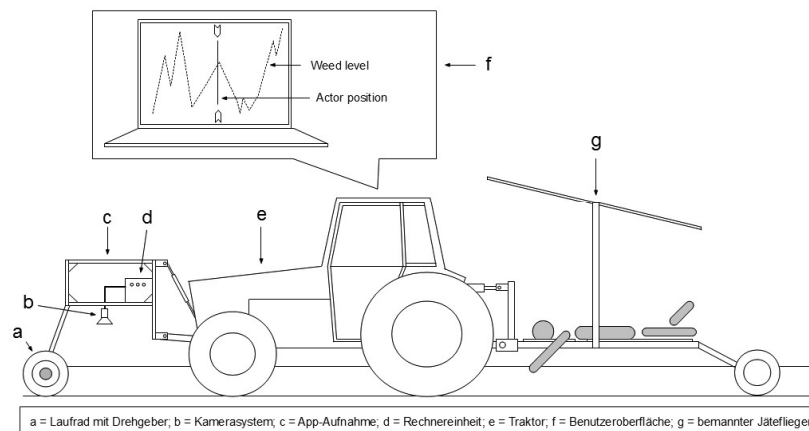


Abb. 1: Komponenten des automatisierten Systems zur Beikrautdichtedetektion und -regulation im Anbausystem Öko-Möhren

Im einreihigen Feldversuch wurde ein Systemvergleich zwischen der konventionellen Handjäte mit Jäteflieger (konstante Geschwindigkeit Variante 1 „Standard“) und dem kamerabasierten System zur Beikrautdetektion (variabel adaptierte Geschwindigkeit, Variante 2 „GreenDetect“) durchgeführt. Unter Praxisbedingungen wurden

randomisierte Parzellen in 6-facher Wiederholung je Variante angelegt. Bonitiert wurden der natürliche Beikrautbesatz vor und nach der Jäte.

Ergebnisse

In der Standardvariante betrug die konstante Arbeitsgeschwindigkeit 0,407 (\pm Standardabweichung von 0,005) km/h. Der Regulierungserfolg lag bei 94,34 %. Unter Einsatz des GreenDetect-Systems betrug die Arbeitsgeschwindigkeit im Mittel über alle Wiederholungen 0,597 (\pm 0,255) km/h variierend zwischen 0,444 und 1,163 km/h. Der Regulierungserfolg wurde mit 94,36 % ermittelt. Die Unterschiede im Regulierungserfolg waren nicht signifikant (Abb. 2).

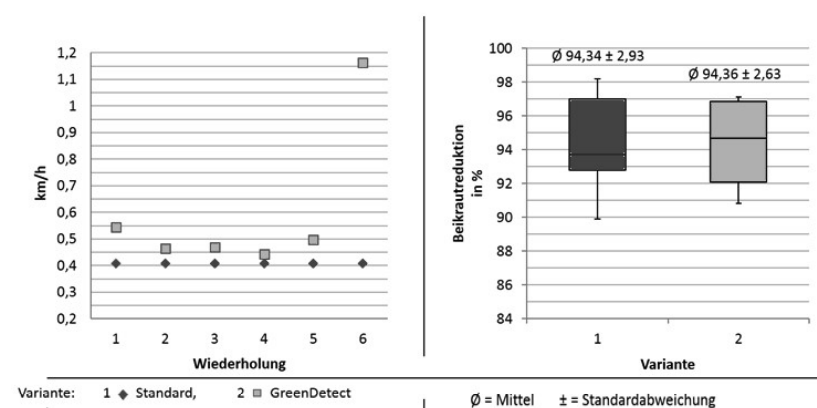


Abb. 2: Arbeitsgeschwindigkeiten in den 6 Wiederholungen (links) und mittlerer Regulierungserfolg (rechts) der beiden untersuchten Systeme

Diskussion

Die Ergebnisse des Feldversuchs zeigen, dass sich eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit im adaptiven Systems „GreenDetect“ gegenüber der Standardvariante mit konstanter Geschwindigkeit realisieren lässt. Gleichzeitig unterscheidet sich die Qualität der Beikrautregulierung nicht. Dies bedeutet, eine Effizienzsteigerung durch höhere Flächenleistung bei konstant guter Arbeitsqualität, wenn die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Traktors teilflächenspezifisch an das kleinräumig variierende Beikrautaukommen angepasst wird. Da selbst die langsamste Arbeitsgeschwindigkeit des adaptierten Systems höher war als die konstante Geschwindigkeit in der Standardvariante, kann auch in Frage gestellt werden, ob die für den Jätefliegereinsatz übliche Geschwindigkeit von 0,4 km/h nicht geringfügig zu niedrig ist. Für den Transfer aus der einreihigen Versuchsanordnung auf gängige Arbeitsbreiten in der Praxis (bis 8-reihige Jäteflieger) müssten weitergehenden Untersuchungen zur Ermittlung der effizientesten mittleren Fahrgeschwindigkeit durchgeführt werden.

Schlussfolgerungen

Bisher lag der Fokus von teilflächenspezifischen Verfahren häufig auf Anwendungen in konventionellen Systemen. Doch auch im ökologischen Landbau ergibt sich erhebliches Potential, wie hier am Beispiel der teilflächenspezifische Handjäte in Möhren demonstriert werden konnte. Insbesondere durch die hohen Arbeits erledigungskosten hat das adaptierte System ökonomische Vorteile. In einem nächsten Entwicklungsschritt wäre die Integration von Drehgebereinheit und Deckungsgradinformation in das Schleppersystem denkbar und dadurch eine automatisierte Adaption der Geschwindigkeit an das Beikrautauflkommen möglich.

Danksagung

Der Versuch wurde im Rahmen des Projekts RemoteFarming.1 – Webbasierter interaktiver Pflanzenbau am Beispiel der robotergestützten Beikrautregulierung in Gemüse durchgeführt. Wir danken der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für die finanzielle Unterstützung (Förderkennzeichen BLE-054-236-012).

Literatur

- Nordmeyer H (2002) Teilflächenbezogene Unkrautbekämpfung. Unkrautvorkommen. In Zwerger P, Ammon H U (Hrsg.) Unkraut - Ökologie und Bekämpfung. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart.
- Wilhelm B & Hensel O (2011) Landtechnische Lösungen zur Beikrautregulierung im Ökolandbau. Deutsches Institut für Tropische und Subtropische Landwirtschaft (DITSL) GmbH, Witzenhausen.
- Scholz C, Kohlbrecher M, Ruckelshausen A, Kinski D & Mentrup D (2014) Camera-based selective weed control application module ("Precision Spraying App") for the autonomous field robot platform BoniRob. Proceedings International Conference of Agricultural Engineering Zurich: 1-8.
- Van Der Weide RY, Bleeker PO, Achten VTJM, Lotz LAP, Fogelberg F & Melander B. (2008): Innovation in mechanical weed control in crop rows. Weed Res. 48: 215-224.