

## KI-basierte Unkrautregulierung mit dem Uckerbot im ökologischen Zuckerrübenanbau – vom Prototyp zur Praxisreife

Steinherr, L.<sup>1</sup>, Krachunova, T.<sup>2</sup>, Birkmann, A.<sup>1</sup>, Belo, M.<sup>3</sup>, Trappe, R.<sup>3</sup>, Bellingrath-Kimura, S.D.<sup>2</sup>; Bloch, R.<sup>1</sup>

*Keywords: Feldroboter, Ökolandbau, Zuckerrübe, Uckermark, Hindernisse*

### Abstract

*The study presents the status quo of the challenges the autonomous mechanical weeding robot Uckerbot is facing and lessons learned on its way from prototype to practical maturity – accuracy of plant detection and slow working speed.*

### Einleitung und Zielsetzung

In den letzten zehn Jahren hat die bildgestützte autonome Robotik für verschiedene Anwendung in der Landwirtschaft viel Aufmerksamkeit erhalten (Shahria et al. 2022). Viele der in der Literatur aufgeführten Agrarrobotik-Systeme werden aber nicht von Beginn an in enger Abstimmung gemeinsam mit Praxispartnern entwickelt, weshalb es oft Probleme bei der Praxisreife gibt (Kliem et. al. 2023). Um Beikräuter in Bio-Zuckerrüben zu regulieren, wünschen sich uckermärkische Landwirt:innen zeitnah eine kleine, flexibel einsetzbare und kostengünstige Robotik, die gleichzeitig eine hohe Schlagkraft und Einsatzsicherheit im Feld gewährleistet und Beikräuter innerhalb kürzester Zeit reguliert. Ferner sollen Feldroboter selbständig und ohne großen Betreuungsaufwand laufen, und an die regionalen Standortbedingungen angepasst sein. Ziel der Entwicklung des Jätroboters „Uckerbot“ ist eine Stärkung des ökologischen Zuckerrübenanbaus in der Region durch Entwicklung einer neuen standortangepassten Beikrautregulierungstechnik.

### Methoden

Uckerbot Prototypen werden seit drei Jahren in fortlaufenden Feldversuchen auf der Lehr- und Forschungsstation der HNEE auf Gut Wilmersdorf getestet (mittel schluffige bis stark lehmige Sande, 68 m ü. NN, Durchschnittstemperatur 8,9 °C, durchschnittlicher Jahresniederschlag 516 mm). Hierzu wurden verschiedene Werkzeuge (Bohrer, Pendelhacke), Reihenfingerhacke und Feldklasse auf ihre Jäteffizienz hin getestet. Der Prototyp wurde kontinuierlich im Rahmen eines Co-Design Prozesses zwischen dem Robotikunternehmen Zauberzeug, regionalen Landwirt:innen, Verarbeiter:innen und der HNEE weiterentwickelt. Im Folgenden wird auszugsweise auf die gewonnenen Erkenntnisse der Weiterentwicklung des Uckerbot Prototyps sowie auf Herausforderungen eingegangen, die sich im Laufe der Entwicklung in Richtung Praxisreife ergeben haben.

---

<sup>1</sup> Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), Schicklerstraße 5, 16225, Eberswalde, Deutschland, [leonie.steinherr@hnee.de](mailto:leonie.steinherr@hnee.de), [ralf.bloch@hnee.de](mailto:ralf.bloch@hnee.de), [www.hnee.de](http://www.hnee.de)

<sup>2</sup> Leibniz Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF e.V.), Eberswalder Straße 84, 15374, Müncheberg, Deutschland, [tsvetelina.krachunova@zalf.de](mailto:tsvetelina.krachunova@zalf.de), [belks@zalf.de](mailto:belks@zalf.de), [www.zalf.de](http://www.zalf.de)

<sup>3</sup> Zauberzeug GmbH, Hohenholter Straße 43, 48329, Havixbeck, Deutschland, [rodja@zauberzeug.de](mailto:rodja@zauberzeug.de), [miguel@zauberzeug.de](mailto:miguel@zauberzeug.de), [www.zauberzeug.com](http://www.zauberzeug.com)

## Ergebnisse und Diskussion

Da die Keimlinge der Zuckerrübe langsamer als Beikrautpflanzen wachsen, es bereits gut funktionierende Beikrautregulierung zwischen den Reihen gibt und besonders im Reihbereich der (Hand-)Hackaufwand sehr hoch ausfällt, konzentrierte sich der Uckerbot auf das Hacken in der Reihe (Birkmann et al. 2023). Zunächst mit einem manuell bedienbaren Holzrahmen 2021, steht aktuell der vierte Prototyp zur Verfügung, der bereits autonom fahren und die Reihe wechseln kann. Der Rahmen der aktuellen Roboterplattform ist aus witterungsbeständigem Edelstahl gefertigt, ausgestattet mit einer RGB-Kamera (5 MP) zur Überwachung des Arbeitsbereiches im Feld. Der Roboter verfügt über einem Akku (720 Wh) und arbeitet erdnah (1-5 cm) mit einem integrierten Chip für künstliche Intelligenz (KI) für Edge Computing, der als Zauberzeug Robot Brain auf der Plattform installiert ist. Das Zauberzeug Robot Brain ist ein industrietauglicher Controller mit einem NVIDIA Jetson Nano für die KI-Berechnungen und einem ESP32 Microcontroller für die Maschinenkommunikation und Steuerung. Dadurch ist der Uckerbot server- und cloud-unabhängig. Seitens der Praxispartner sind die Anforderungen an die Präzision und Robustheit des Roboters sowie an die Schnelligkeit des Entwicklungsprozesses hoch und daher nicht immer kongruent zur iterativen Technikentwicklung. Drei Jahre Weiterentwicklung von Uckerbot Prototypen zeigten jedoch, dass es trotz wirksamer Unkrautregulierung im Vergleich zur Reihenfingerhacke (Birkmann et al. 2023), Herausforderungen gibt, die für die Praxisreife im Feld maßgeblich sind. Der Datensatz für die Klassifizierung von Zuckerrüben und Unkrautpflanzen besteht aus Trainingsbildern, die der Uckerbot in der Forschungsregion aufgenommen hat. Aktuell erkennt der Uckerbot 80% der Unkräuter und 90% der Rüben in der Reihe. Für eine Effizienzerhöhung wird die KI weiterhin intensiv trainiert. Obwohl das menschliche Auge empfindlicher als bildgebende Sensoren ist, ist es für den KI trainierenden Menschen zum Teil schwierig, sehr kleine Unkrautkeimlinge auf einem Bild zu erkennen. Deshalb ist bei der Annotation möglich, dass nicht alle Unkrautpflanzen markiert werden, was im Umkehrschluss dazu führt, dass auch die KI diese nicht erkennt. Gleichzeitig hat der Uckerbot bislang eine zu geringe Arbeitsgeschwindigkeit im Feld. Mit dem Bohreranbau wird eine hohe Jäteeffizienz erzielt (Birkmann et al. 2023), allerdings benötigte dieser im Feldversuch für eine 12 m Reihe bislang 26 Minuten. Mit dem seit 2023 verwendeten Pendelhackenanbau verkürzte sich die Bearbeitungszeit für eine 12 m Reihe auf 8 Minuten. Trotz erster Erfolge bei der Jäteeffizienz, bedarf es weiterer technischer Anpassungen bis der Uckerbot die Praxisreife erlangt.

## Literatur

- Birkmann, A.; Steinherr, L.; Lutzer, H.-H.; Bloch, R. (2023): Erprobung autonomer Feldrobotik zur Beikrautregulierung für den Bio-Zuckerrübenanbau in der Uckermark - Ergebnisse aus dem Projekt zUckerrübe. In: V. Bibic und K. Schmidtke (Hg.): One Step Ahead - einen Schritt voraus. Beiträge zur 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Frick, 7. bis 10. März 2023. Dr. Hans-Joachim Köster. 1. Auflage. Berlin: Verlag Dr. Köster, S. 411–412
- Kliem, L.; Krachunova, T.; Lange, S.; Wagner, J.; Bellingrath-Kimura, S. D. (2022): Chancen und Risiken der Digitalisierung in der Landwirtschaft aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes. Ergebnisse aus dem gleichnamigen Projekt (FKZ: 3519 84 0500). Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN-Schriften, 645).
- Shahria, Md T.; Sunny, Md S. H.; Zarif, Md I. I.; Ghommam, J.; Ahamed, S. I.; Rahman, M. H. (2022): A Comprehensive Review of Vision-Based Robotic Applications: Current State, Components, Approaches, Barriers, and Potential Solutions. In: Robotics 11 (6), S. 139. DOI: 10.3390/robotics11060139