Endbericht

(Kurze Darstellung)

WEEDAI

28DK121B20

Entwicklung eines KI-basierten Expertensystems zur Beurteilung der Effektivität von Unkrautbekämpfungsmaßnahmen unter Berücksichtigung des Schadschwellenprinzips am Beispiel von sensorgeführten Hackmaschinen

Förderzeitraum: 19.04.2021 – 18.10.2024

Projektdauer: 42 Monate

Kontaktdaten Rheinischer Rübenbauer-Verband e.V. (Antragsteller):

Dr. Peter Kasten

Malteserstraße 3

53115 Bonn

E-Mail: kasten@rrvbonn.de

Telefon: 0228-969504-0

Kontaktdaten Institut für Landtechnik (ILT) der Universität Bonn (Partner/Koordinator):

Dr. Oliver Schmittmann

Nußallee 5

53115 Bonn

E-Mail: o.schmittmann@uni-bonn.de

Telefon: 0228-73-3054

I Kurze Darstellung

Zusammenfassung:

Die Bewertung von Unkrautbekämpfungsmaßnahmen erfordert neben der Anlage umfangreicher Feldversuche insbesondere einen immensen Arbeitsaufwand hinsichtlich manueller Bonitur. Dies stellt ein Hindernis für relevante Akteure dar und bremst die Entwicklung neuer, umweltfreundlicherer Pflanzenschutzstrategien. Im Projekt WeedAI wurde ein KI-basiertes System entwickelt, welches Versuche vollumfänglich statt stichprobenbasiert analysiert, und somit zeitsparende, objektive und präzise Auswertungen ermöglicht. Anhand praxisnaher Untersuchungen mithilfe moderner Sensorhacke und (Spot-)Sprayer wurde an der Entwicklung von Prüfnormen für neue Systeme gearbeitet.

Technischer Kern des Projekts war die Entwicklung eines Modells zur Pflanzenerkennung, basierend auf RGB-Bildern einer marktüblichen Drohne. Durch starke Diversifizierung der mehrfach überflogenen Flächen konnte ein breites Spektrum an Umweltbedingungen, Unkrautarten und Wachstumsstadien integriert werden. WeedAI erlaubt präzise Vorhersagen über die Position und Größe einzelner Zuckerrüben und Unkräuter, auch auf Feldern welche dem Modell zuvor nicht bekannt sind. Von zentraler Bedeutung hierfür war neben Datendiversifikation auch deren Qualität, sichergestellt durch die Nutzung von hochwertiger Drohne und Kamera, bei niedriger Flughöhe. Die Integration einer neuartigen Datenverarbeitungspipeline trägt darüber hinaus zur Präzisionssteigerung bei, indem sie inhaltliche Redundanzen der Einzelbildaufnahmen ausschöpft. Diese beinhaltet auch die Verwendung einer modernen, Transformer-basierten Instance Segmentation Architektur. Um deren Training notwendigen enormen Annotationsaufwand zu verringern, wurde die Methode Panoptic One-Click Segmentation entwickelt und getestet. Mit dieser können vorhandene Instance Segmentation Datensätze ohne teure Maskenannotation erweitert werden, durch deutlich einfachere Klick-Labels.

Ein weiterer Hauptbestandteil des Projektes war die Erweiterung eines Teststandards für Sensorhacken. Anhand eines neuen Ansatzes über die Anlage definierte AB-Sinuslinien kann die Arbeitsqualität und Führungsgenauigkeit von Sensorhacken inklusiv der Berechnung der effektiv mechanisch bekämpfbaren Fläche ermittelt werden. Statistisch determinierte Größen werden zur Charakterisierung verschiedener Hacken oder deren Einstellung zur Verfügung gestellt. Somit existieren nun ein objektiver Test und Technikvergleich, der den Anforderungen einer Prüfnorm entspricht.

Abstract:

The evaluation of weeding techniques requires not only the setup of extensive field trials, but further an immense amount of manual labour for ground truthing. This poses barriers for relevant players, and slows down the development of new, more environmentally friendly crop protection methods. The WeedAI project developed an AI-based system for comprehensive evaluation of trials, looking to replace sample-based approaches and thereby enabling fast, objective and precise analysis. Further work went into the development of test standards for novel systems, based on practically relevant experiments using a modern sensor hoe and (spot) sprayer.

Technological core of the project was developing a plant detection model based on RGB images of an industy standard drone. Strong diversification of repeatedly overflown fields allowed to integrate a broad spectum of environmental conditions, weed species and growth stages. WeedAI enables precise predictions on the position and size of individual sugar beets and weeds, even on such fields that are unknown to the model. Not only data diversification, but further high data quality played a key role in this achievement, ensured by using a high quality drone and camera at low altitude. Further increase of precision was facilitated through integration of a novel data processing pipeline which exploits redundancies within the captured images. Furthermore, this pipeline encompasses the application of a modern, transformerbased instance segmentation architecture. To lower the enormous annotation effort necessary for training, Panoptic One-Click Segmentation method was developed and tested. It can be used to extend existing instance segmentation datasets without the need for new, costly pixelwise labels, replacing them by simple clicks.

A further key part of the project was extending a test standard for sensor hoes. Their work performance and guiding precision can be evaluated in a novel approach through definement and setup of AB sine curves. This further allows calculation of the effectively mechanically treatable area. Determinable metrics to characterize different hoes or their settings are being provided. Consequently, an objective test and technology comparison that meets the requirements of a test norm now exists

Endbericht

(Eingehende Darstellung)

WEEDAI

28DK121B20

Entwicklung eines KI-basierten Expertensystems zur Beurteilung der Effektivität von Unkrautbekämpfungsmaßnahmen unter Berücksichtigung des Schadschwellenprinzips am Beispiel von sensorgeführten Hackmaschinen

Förderzeitraum: 19.04.2021 – 18.10.2024

Projektdauer: 42 Monate

Kontaktdaten Rheinischer Rübenbauer-Verband e.V. (Antragsteller):

Dr. Peter Kasten

Malteserstraße 3

53115 Bonn

E-Mail: kasten@rrvbonn.de

Telefon: 0228-969504-0

Kontaktdaten Institut für Landtechnik (ILT) der Universität Bonn (Partner/Koordinator):

Dr. Oliver Schmittmann

Nußallee 5

53115 Bonn

E-Mail: o.schmittmann@uni-bonn.de

Telefon: 0228-73-3054

II Eingehende Darstellung

Forschungsarbeiten und Ergebnisse

Das Verbundprojekt WeedAI wurde thematisch in folgende Arbeitspakete unterteilt:

AP 1:	Aufnahme und Beurteilung der Pflanzenpopulation und -dynamik
AP 1.1:	Pflanzenerkennung, -differenzierung und Kartierung
AP 1.2:	Unkrautmonitoring, Durchführung von Feldtests
AP 2:	Bestimmung und Bewertung der Arbeitsqualität sensorgeführter Hacken
AP 3:	Entwicklung einer Auswertesoftware zur Erfolgskontrolle
AP 4:	Wissenstransfer/Dissemination

Aufgabe für den Rheinischen Rübenbauer-Verband e.V. (RRV) war es, für den Projektpartner, dem Institut für Landtechnik (ILT) der Universität Bonn, im Rahmen des gemeinsamen Projektes „WEEDAI“ im Arbeitspaket 1.2 Praxisflächen in der Region Rheinland zur Verfügung zu stellen (Abbildung 1). Diese ausgesuchten Flächen sollten die Anforderungen erfüllen nach einer breiten Verteilung bezüglich Bodenarten, Licht- und Wetterverhältnissen, dem Unkrautspektrum, der Bewirtschaftung und Fruchtfolge, sowie unterschiedliche Wachstumsstadien sowohl von den Zuckerrüben als auch den Unkräutern. Es wurden 10 Standorte bei unterschiedlichen Landwirten gefunden. Die Praxisflächen wurden dort betriebsüblich bewirtschaftet. Sie wurden mehrfach im jeweiligen Frühjahr durch das ILT mittels Drohne beflogen und der Entwicklungsstand der Zuckerrüben und der Unkräuter per Bildaufnahme dokumentiert.

Abbildung 1: Verteilung der Standorte/Praxisflächen, Darstellung RRV

Die Befliegung der Praxisflächen wurde zur Maßnahmenbewertung vor und nach einer Herbizidbehandlung bzw. Sensorhackanwendung durchgeführt (Abbildung 2), wobei lediglich auf dem Standort Campus Klein Altendorf Hacktechnik zum Einsatz kam. Parallel wurden diese Praxisflächen zum gleichen Zeitpunkt durch Mitarbeiter des RRV per Sichtung auf Unkrautbesatz bonitiert. Die so gewonnenen Daten konnten dem ILT zur Verfügung gestellt werden und dienten als Trainingsdatensatz für die KI-Modelle.

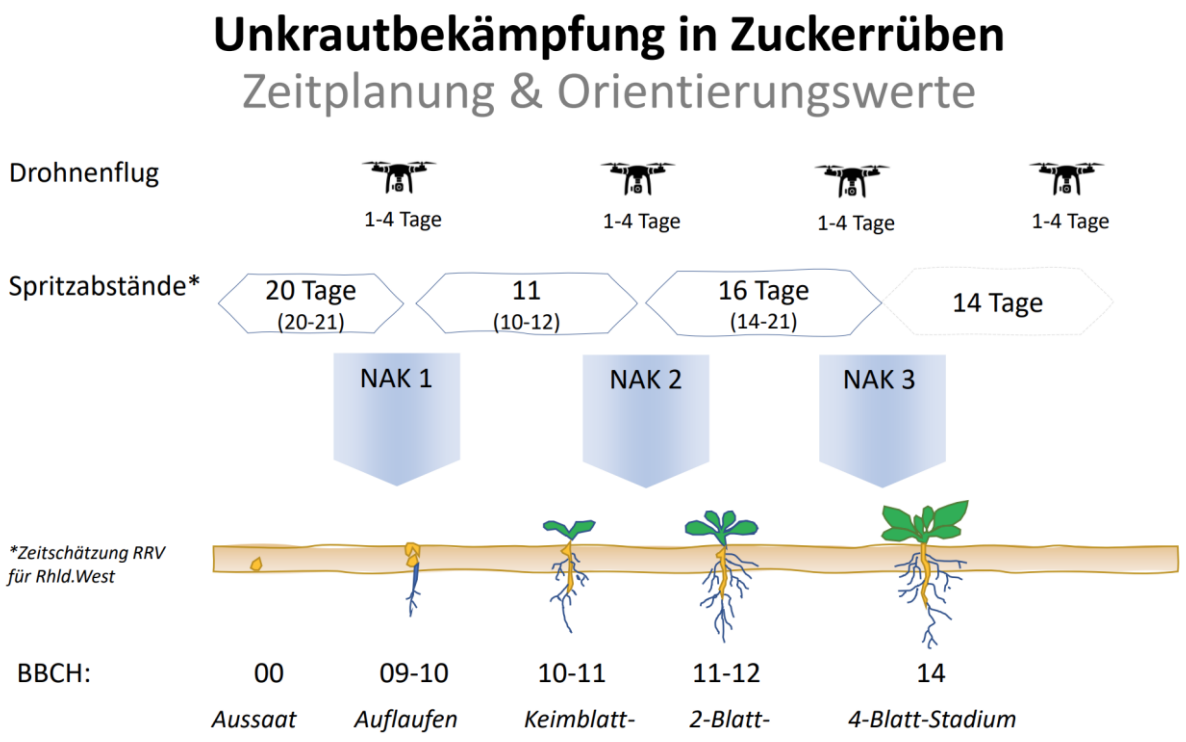

Abbildung 2: Zeitplanung zum Ablauf der Befliegung/Bonitur (Dr. Schmittmann, ILT).

Aufgrund der unterschiedlichen Witterungsverhältnisse auf den ausgesuchten Standorten, konnten oftmals nicht, wie ursprünglich geplant, alle Praxisflächen nacheinander in einer Runde angefahren werden. Verschiedene Aussaatzeitpunkte und Terminierungen der Herbizidmaßnahmen machten es notwendig, dass nur einzelne Standorte in einer Runde zusammengefasst werden konnten. So erstreckte sich beispielsweise im Frühjahr 2022 die erste Bonitur über sieben unterschiedliche Termine, mit entsprechend höheren Personal- und Reisekosten.

Vorgehensweise bei der Planung

1) Ansprechen von Landwirten, die offen sind für Versuchsanstellungen auf deren Flächen. Konkrete Absprachen zu den anstehenden Pflegemaßnahmen waren zwingend notwendig, da die Befliegungen als auch die Bonituren vor Ort zeitlich darauf abgestimmt wurden.
2) Evaluierung geeigneter Praxisflächen in Rücksprache mit den Landwirten vor Ort. Bei der Suche nach geeigneten Flächen wurden diejenigen vorgezogen, die unter dem Aspekt der Befliegung mit einer Drohne, nicht an Siedlungen, Autobahnen, militärischen Einrichtungen, Stromleitungen, Flughäfen etc. lagen.

Vorgehensweise auf der Fläche

1) Zum Termin der ersten Befliegung bzw. Bonitur wurden auf jeder Praxisfläche 2.000m² herausgemessen und markiert, auf denen die Befliegung/Bonitur stattfindet.
2) Innerhalb der 2.000 m² werden Schätzrahmen verteilt, die der Bonitur dienen (Abbildung 3).
3) Unkrautbonituren vor und nach jeder Herbizidmaßnahme.

Datum	Standort	Zählrahmen Nr.	bonitierte Art	Anzahl	weitere Arten außerhalb Zählrahmen
10.05.2023	Rommerskirchen	1	Vogelmiere	2	Hohlzahn, Kartoffel
		2	Landw. Knöterich	1	
		3	Taubnessel	1	
		4	Knöterich	1	
		5	Hohlzahn	2	
		6	X		
16.05.2023	Elsdorf	1	Knöterich	1	Nachtschatten, Raps, Kamille
		2	Knöterich	1	
		3	Knöterich	4	
		4	Vogelmiere	2	
		5	Knöterich	2	
			Vogelmiere	1	
		6	Vogelmiere	2	
25.05.2023	Ollheim	1	Raps	3	
		2	Raps	1	
		3	Melde	1	
			Ausfall-Gerste	2	
		4	Vogelmiere	1	
			Knöterich	1	
			Raps	1	
		5	w. Gänsefuß	2	
			Raps	3	
		6	w. Gänsefuß	1	
			Raps	3	
			Ausfall-Gerste	1	

Abbildung 3: Beispielhafte Boniturergebnisse zur ersten Pflegemaßnahme aus dem Frühjahr 2023, eigene Darstellung.

Abbildung 4: Blick auf die Fläche in Elsdorf am 16.05.2023, erste Bonitur

Abbildung 5: Blick auf Schätzrahmen 6, Fläche Elsdorf am 16.05.2023, erste Bonitur

Fotos: Kohl

Ergänzende Angaben

1) Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

   - Personalkosten
   - Reisekosten

   Diese Positionen waren Voraussetzung zur Durchführung und Unterstützung des ILT bei dem Verbundprojekt.

2) Die Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit

   Politische und gesellschaftliche Forderungen an gesunde Lebensmittel aus einer nachhaltigen Produktion wachsen enorm (siehe Projektaufruf), so dass die im Verbundprojekt entwickelten Produkte einen großen Beitrag zur Beschleunigung der Entwicklung nachhaltiger Pflanzenschutzstrategien oder Technologien haben werden. Die hohe Relevanz und das Interesse an unserem Projekt sind aus Gesprächen mit der Praxis bestätigt worden.

3) Der voraussichtliche Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses – auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft – im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans.

   Die Ergebnisse der Bonituren könnten auch anderen Stellen und Institutionen als Datengrundlage eigener Entwicklungen dienen. Ansonsten möchten wir zu diesem Punkt auf die Ausführungen des Projektpartners ILT Bonn mi dem FKZ 28DK121A20 verweisen.

4) Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.

   Auch andere Stellen forschen an der Fragestellung des Gesamtprojektes.

5) Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NABF.
   - Stand auf dem Buirer Feldtag im Juni 2023 (Veranstalter LWK NRW)
   - Vorstellung des Projektes bei der Beratertagung in Düren am 27.01.2025 (Veranstalter LWK NRW, P&L, RRV)

   Weitere Veröffentlichungen aus dem Gesamtprojekt siehe Ausführungen des ILT der Uni Bonn (FKZ 28DK121A20).