

Entwicklung einer Robotik-Lösung zur Schneckenbekämpfung im Ackerbau

Schneckenroboter

Jobst Gödeke¹, Jens Karl Wegener¹, Dieter von Hörsten¹ und Christian Höing²

Abstract: Schnecken verursachen erhebliche Ertrags- und Qualitätsverluste im Ackerbau. Eine Einengung der Fruchtfolgen mit einer deutlichen Dominanz von Winterungen hat zur Verbesserung der Lebensbedingungen von Ackerschnecken beigetragen. Die nahezu ganzjährige Bedeckung des Bodens bietet einerseits Schutz vor Erosion, andererseits aber auch Nahrungsgrundlage und Schutz für Schnecken. Als Konsequenz der Massenvermehrung von Schnecken wird die Applikation von Schneckenkorn oftmals als präventive „Routine-Maßnahme“, beispielsweise nach der Aussaat von Wintertraps, durchgeführt. Diese Interventionsmaßnahme entspricht jedoch nicht dem Ziel einer teilflächenspezifischen Schneckenkornapplikation. Ziel des Projektes ist es, eine Robotik-Lösung zu entwickeln, die Schnecken über Sensoren erkennt und bekämpft. Zur gezielten und energieeffizienten Bekämpfung der Schnecken wird am Julius-Kühn-Institut die Wirksamkeit mechanischer Bekämpfungswerkzeuge, für einen Schneckenroboter, überprüft. Weiterhin wird eine Hotspotkarte entwickelt, die Gefährdungsbereiche darstellt, damit der Roboter diese Bereiche gezielt ansteuern und die Schnecken dort bekämpfen kann.

Keywords: Schneckenroboter, Schnecken, Schneckenbekämpfung, Robotik, Digitalisierung

1 Einleitung

Schnecken sind Schlüsselschädlinge in der Landwirtschaft [G193] und im Gartenbau [So92]. Nahezu jede Kulturart kann von Schnecken befallen werden, was zu empfindlichen Ertrags- und Qualitätsverlusten führen kann. Die sichtbarsten und stärksten Verluste entstehen durch Fraß, weswegen ihre Schäden an Keim- und Jungpflanzen als besonders gravierend gelten. Die wirtschaftliche Bedeutung der Ackerschnecken steigt seit Jahren. In England ist beispielsweise der Bedarf an Schneckenkorn innerhalb von 20 Jahren um das 70-fache gestiegen. In den übrigen Rapsanbaugebieten Europas wird ebenfalls die Applikation von Schneckenködern als „Routine-Maßnahme“ durchgeführt.

¹Julius Kühn-Institut; Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, jobst.goedeke@julius-kuehn.de; jens-karl.wegener@julius-kuehn.de; dieter.von-hoersten@julius-kuehn.de

²Universität Kassel, Fachgebiet Agrartechnik, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, christian.hoeing@agrar-uni.kassel.de

Aus Umweltschutzgründen und wegen der stetig wachsenden Kritik am Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel fordert der Gesetzgeber, deren Einsatz auf ein Mindestmaß zu beschränken [EHG10].



Abb. 1: Schneckenfraß an Winterrapspflanze

Die Einführung der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung in der Landwirtschaft ermöglicht eine Optimierung landwirtschaftlicher Prozesse [Au01]. Auf dieser Basis scheint die Entwicklung von kleinen, autonom agierenden Maschinen eine Alternative zu klassischen ackerbaulichen Verfahren darzustellen. Ein kleiner, autonomer Roboter, der eine Schneckenbekämpfungsmaßnahme durchführt, bietet die Möglichkeit, diese umweltschonender und effizienter zu gestalten.

2 Lösungsansatz

Das Voranschreiten der Digitalisierung in der Landwirtschaft und ein sich sehr dynamisch entwickelnder Markt für mobile Robotik-Lösungen bieten gute Rahmenbedingungen für die Entwicklung von kleinen, autonom agierenden Maschinen [Au01].

Es hat sich herausgestellt, dass es einen Vorzüglichkeitsbereich zur Schneckenbekämpfung gibt, der sich unmittelbar nach der Ernte befindet und einen signifikanten Einfluss auf die nachfolgende Schneckenpopulation hat. In diesem Zeitfenster kann ein Roboter autonom über eine Ackerfläche navigieren, um Schnecken zu bekämpfen, ohne die angebaute Kultur bedeutend zu schädigen

2.1 Roboterplattform

Die Plattform für die Robotik-Lösung (Abb. 2) wird vom Projektpartner, der KommTek GmbH, entwickelt, die über große Expertise im kommunalen Einsatz von ferngelenkten Kettenfahrzeugen verfügt. Kettentriebe eignen sich gut für den Einsatz auf unwegsamem Gelände und zeichnen sich durch gute Spurtreue aus. Da der Roboter autonom fahren und gezielt bestimmte Punkte auf dem Acker ansteuern soll, ist es wichtig, dass das Fahrwerk wenig Abweichung vom eingeschlagenen Kurs des Roboters verursacht. Das Energiekonzept basiert auf Elektromotoren, da diese leicht, zuverlässig, kostengünstig und gut steuer- und regelbar sind.

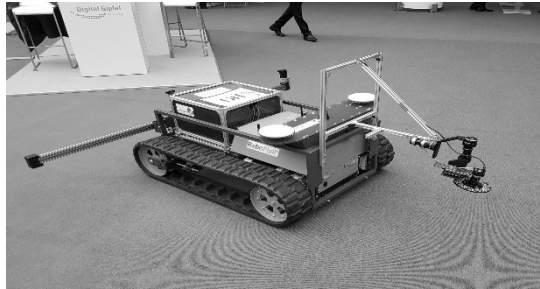


Abb. 2: Roboterplattform mit optischem Sensor und Bekämpfungswerkzeug

2.2 Schneckenerkennung

Der Fachbereich Agrartechnik aus Witzenhausen beschäftigt sich mit der optischen Schneckenerkennung. Zur Schneckenerkennung wird an der Roboterplattform eine Kamera montiert, die den Boden nach Schnecken abscannt. Durch digitale Bildverarbeitung können die Schnecken detektiert und ihre Position relativ zum Roboter ermittelt werden. Die Verwendung verschiedener Filter ermöglicht es, dass Schnecken wesentlich heller abgebildet werden als ihre Umgebung. Mit Hilfe anschließender Bildverarbeitung können auch halb verdeckte oder zusammengezogene Schnecken, sowie Schnecken verschiedener Größen, Formen und Arten detektiert werden.

2.3 Schneckenbekämpfung

Schnecken bestehen zu einem Großteil aus Wasser. Zur Schneckenbekämpfung sind daher unterschiedlichste Mechanismen denkbar. Im Rahmen von Laborversuchen wurden energieeffiziente und kostengünstige Werkzeuge auf ihre Eignung geprüft. Der Antrieb der angestrebten Robotik-Lösung erfolgt elektrisch, deshalb wird bei der Entwicklung eines Werkzeuges darauf geachtet, dass es möglichst leicht, aber dennoch robust und einfach gehalten ist, um den Energieverbrauch gering zu halten. Der Fokus der Entwicklung richtet sich aufgrund dessen auf mechanische Verfahren – Quetschen, Zersteinen und Schneiden – zur Schneckenbekämpfung.

3 Versuchsdurchführung und Ergebnisse

3.1 Bekämpfungswerkzeuge

Im Rahmen von Laborversuchen wurden verschiedene Werkzeuge auf ihre Eignung zur Schneckenbekämpfung überprüft. Um die Werkzeuge zu testen, wurde eine Versuchsanordnung entwickelt, die aus einem 200 cm hohen Aufbau besteht, auf welchem sich ein in

Schienen geführter Schlitten befindet, der als Träger für ein darauf montiertes Werkzeug dient. Das befestigte Werkzeug kann aus einer beliebigen Höhe ausgelöst werden und fällt, im freien Fall, auf einen mit Boden gefüllten Behälter herab, auf dem sich eine Schnecke befindet. In bestimmten Zeitintervallen wird geprüft, ob die Schnecke erfolgreich bekämpft wurde.

Aus den durchgeführten Versuchen geht hervor, dass die eingesetzten Bekämpfungswerkzeuge einen sehr unterschiedlichen Bekämpfungserfolg haben. Bei niedrigen Auslösehöhen, z. B. 5 cm und 15 cm, wird deutlich, dass ein Pressstempel keine Wirkung zeigt, Werkzeuge mit stechenden und schneidenden Wirkprinzipien zeigen hingegen gute Bekämpfungserfolge. Gründe dafür könnten in der geringen Masse des Pressstempels und der zu niedrigen Geschwindigkeit liegen, mit der das Werkzeug auf den Boden trifft. Bei hohen Auslösehöhen ist die Mortalität durch den Pressstempel größer. Die Vorteile des Pressstempels liegen in der geringen Anfälligkeit gegenüber Verschmutzung und Verschleiß.

Messerklingen und Stecher, die das Prinzip des Zerschneidens und Zerstechens abbilden, erzielen, bei geringen Auslösehöhen (5 cm), 100 %ige Bekämpfungserfolge. Nachteile bei diesen Verfahren sind allerdings die hohe Anfälligkeit gegenüber Verschmutzung und die Abnutzung bzw. das Abstumpfen der Messerklingen.

Anhand der Versuche wurde deutlich, dass eine Beschädigung des Mantels der Schnecke eine Austrocknung zur Folge hatte und somit die Schnecke erfolgreich abgetötet wurde. Bei der Optimierung des Bekämpfungswerkzeugs wurde darauf geachtet, dass ein Werkzeug entwickelt wird, welches unanfällig gegenüber Verschmutzung und Abstumpfung ist und über eine ausreichende Arbeitsfläche verfügt.

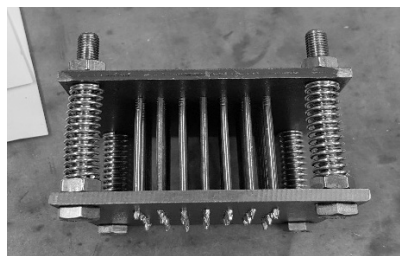


Abb. 3: Optimiertes Werkzeug zur mechanischen Schneckenbekämpfung

Abbildung 3 zeigt das optimierte Bekämpfungswerkzeug, welches aus einer Platte mit fest verbauten Nägeln besteht, die durch einen Abstreifer geführt werden, um Verschmutzung zu beseitigen. Die Nägel sollen den Mantel der Schnecke perforieren oder anritzen, sodass dadurch ein Austrocknen der Schnecke hervorgerufen wird. Das Werkzeug hat eine Arbeitsfläche von 100 cm² und wird an den Auslegearm des Roboters montiert.

3.2 Routenoptimierung

Die Navigation des Roboters kann über verschiedene Verfahren erfolgen (Abb. 4). Sind keine Informationen über die Einsatzfläche bekannt, fährt der Roboter zufällig, in chaotischen Bahnen, über das Feld (Zufallsmodus). Dieses Verfahren ist allerdings nicht schlagkräftig, da der Roboter auch Bereiche anfährt, die nicht durch Schnecken gefährdet sind. Bei einer Geschwindigkeit von 1 km/h, einer Arbeitsbreite von 1,5 m und einer Einsatzzeit von 8 h beträgt die Flächenleistung 1,2 ha pro Einsatz.

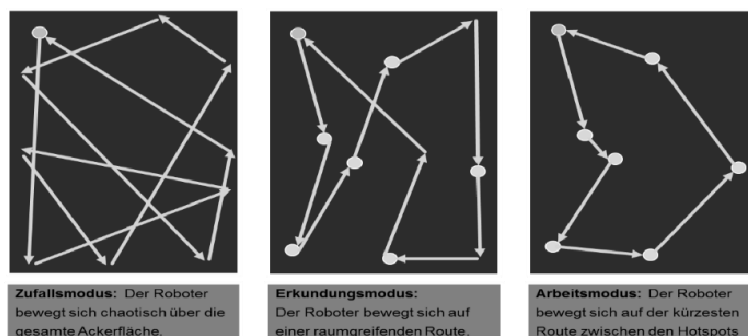


Abb. 4: Navigationsmöglichkeiten des Schneckenroboters im Feldeinsatz

Um die Schlagkraft des Roboters zu erhöhen, ist es notwendig die Bereiche, die durch Schnecken gefährdet sind, möglichst genau zu prognostizieren (Erkundungsmodus). Dies kann durch die Zuhilfenahme von Boden- und Ertragskarten oder durch Erfahrungswerte des Anwenders erfolgen. Das Schneckenauftreten hängt allerdings vom Zusammenwirken mehrerer Faktoren ab. Neben Standortfaktoren, wie Bodenart und Bodenzustand, topografischen Eigenschaften, wie Senken, Kuppen oder Randbereichen, gehören auch Witterung und Schneckenaktivität dazu. Zur Einordnung des Gefährdungspotenzials einer Fläche wird diese über Rasterquadrate (10 m x 10 m) in Teilflächen untergliedert (Abb. 5).

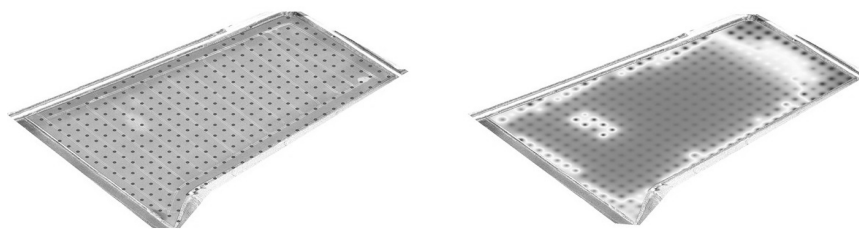


Abb. 5: Ackerfläche in Raster untergliedert (links); Hotspotkarte (rechts) mit Gefährdungsbereichen (rot)

Für jedes Rasterquadrat wird anhand befallsbestimmender Faktoren eine Bonitur vorgenommen und ein Index erstellt. Anhand des Index lässt sich ein Gefährdungspotenzial

und die daraus resultierende Bekämpfungswürdigkeit einer Teilfläche ermitteln. Der Roboter fährt diese Gefahrenbereiche gezielt an und steigert dadurch seine Schlagkraft (Arbeits- bzw. Hotspotmodus). Nach jeder Bekämpfungsmaßnahme werden die Hotspotkarten an das aktuelle Schneckenauftreten angepasst.

4 Schlussfolgerungen

Eine Alternative zu konventionellen Schneckenbekämpfungsverfahren liegt in einer Robotik-Lösung. Autonom agierende Roboter können Schnecken gezielt aufspüren und aktiv, mit Hilfe mechanischer Verfahren, unschädlich machen. Eine mechanische Schneckenbekämpfung hat die Vorteile, dass durch Verzicht auf Schneckenkorn zum einen die Umwelt geschont und Ressourcen eingespart werden.

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, Schnecken zu bekämpfen, doch nicht alle Verfahren sind für einen Robotik-Einsatz geeignet oder versprechen eine erfolgreiche Bekämpfung. Die mechanische Bekämpfung mit stechenden und schneidenden Verfahren hat sich in den durchgeführten Versuchen als geeignet erwiesen, zeigte sich aber auch anfällig gegenüber Verschmutzungen. Anhand dieser Erkenntnisse wurde ein Werkzeug entwickelt, welches auch unter erschwerten Bodenbedingungen robust gegenüber Verschmutzung ist.

Zur Routenoptimierung wurde ein Hotspotverfahren für das Schneckenauftreten entwickelt, das allerdings noch im Praxiseinsatz verifiziert werden muss.

Literaturverzeichnis

- [Au01] Auernhammer, H. (2001): Precision farming – the environmental challenge. In: Computers and Electronics in Agriculture 30, 2001 (1-3), S. 31–43.
- [EHG10] El Titi, A.; Henze, M.; Glattkowski, H. (2010): Kompendium der Ackerschnecken. Plage ohne Ende?!? DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- [GI93] Glen, D. M.; Spaul, A. M.; Mowat, D. J.; Green, D. B.; Jackson, A. W. (1993): Crop monitoring to assess the risk of slug damage to winter wheat in the United Kingdom. In: Annals of Applied Biology, 1993 (122), S. 161-172.
- [So92] South, A. (1992): Terrestrial Slugs. Biology, ecology and control. Dordrecht: Springer Netherlands. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=356565>