

Herbizidfreie Beikrautregulierung in gärtnerischen Kulturen

Die Ergebnisse – kurzgefasst

Der Wirkstoff Glyphosat steht seit einigen Jahren stark in der Kritik. Neben der gesundheitsschädlichen Wirkung wird die Zerstörung von Habitaten für Wildtiere (Insekten) angeprangert. Durch das öffentliche Interesse und den gesellschaftlichen Druck wird der Einsatz des Herbizids immer weiter eingeschränkt, bis im Dezember 2022 die Zulassung auslaufen wird. Auch durch die Volksbegehren der letzten Jahre zeigt sich ein großes Interesse der Gesellschaft an einem möglichst sparsamen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Die Entwicklung neuer Technik eröffnet den Anbauern neue Möglichkeiten die Beikrautregulierung ohne Herbizide durchzuführen.

In Gemüsekulturen wurde neuste Hacktechnik in Form eines autonom fahrenden Hackroboters getestet.

Die autonome Hacktechnik wurde in Gemüsekulturen mit konventioneller Hacktechnik verglichen und konnte im Hackergebnis ähnliche Ergebnisse bei einem häufigeren Einsatz erzielen. Ergebnisse mit der aktiven Hacke, die die Beikrautregulierung auch in der Reihe übernehmen kann, konnten leider nicht erhoben werden, da wiederholte technische Probleme eine kontinuierliche Datenaufnahme verhinderten. Es zeigt sich also, dass die autonome Technik in der Lage ist mit konventioneller Technik mithalten, allerdings steht sie auch noch ganz am Anfang ihrer Entwicklung und wird in den nächsten Jahren noch einige Überarbeitungen bekommen. Wer technikaffin ist und den Roboter gut in seinen Betriebsablauf integrieren kann, für den ist die Anschaffung sicher auch heute schon eine Überlegung wert.

Im Folgeprojekt „Innovative Methoden zur ökologischen Beikrautregulierung im Gartenbau“ sollen daher weitere autonome Hackgeräte im Obst- und Gemüsebau getestet und verglichen werden.

Versuchsfrage und Versuchshintergrund

Aktuell stehen die Landwirtschaft und der Gartenbau vor vielen Herausforderungen ganz unterschiedlicher Art. Der Klimawandel wirft über viele Jahrzehnte gewonnen Erkenntnisse und Praktiken durcheinander. Gleichzeitig verlangt die Gesellschaft und somit die Politik eine nachhaltige Produktion mit möglichst geringem Einsatz an Pflanzenschutzmitteln zu gleichbleibend niedrigen Preisen. Saisonarbeitskräfte, die viele der Arbeiten in der landwirtschaftlichen Produktion übernehmen, sind derweil immer schwieriger zu bekommen. In diesem Projekt sollen daher einige Methoden aufgezeigt werden, um die Praxis in diesen Fragen zu unterstützen und neue Wege aufzuzeigen.

Sowohl die Gesellschaft als auch die Politik fordern eine immer stärkere Reduzierung von Pflanzenschutzmitteln. Gerade in den letzten Jahren ist der Wunsch nach einer Ökologisierung der Landwirtschaft immer größer geworden. Die Ergebnisse verschiedener Studien zum Artensterben zeigen welche Auswirkungen der Mensch auf die Natur und das ökologische Gleichgewicht hat. Da die Landwirtschaft direkt in und mit der Natur arbeitet, liegt es nahe, dass sie sich gegenseitig stark beeinflussen. Daher liegt es in beiderseitigem Interesse eine nachhaltige Bewirtschaftung anzustreben.

Herbizidfreie Beikrautregulierung in gärtnerischen Kulturen

Nach dem erfolgreichen Volksbegehren „Rettet die Bienen“ wurde 2019 das Naturschutzgesetz in Bayern angepasst. In dem sogenannten Versöhnungsgesetz ist eine Halbierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes bis 2028 festgeschrieben. Auch auf europäischer Ebene werden die Anforderungen an Landwirte immer mehr mit Naturschutzauflagen verknüpft. Die europäische Zulassung für das Total-Herbizid Glyphosat wird außerdem im Dezember 2022 auslaufen. Durch die fünfte Verordnung zur Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung (02.09.2021) ist der Einsatz von Glyphosat bereits ab sofort in bestimmten Schutzgebieten (z.B. Wasserschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Nationalparks, usw.) untersagt.

Durch den Einsatz von Mulchfolien werden in vielen Gemüsebaukulturen bereits erfolgreich Herbizide reduziert. Allerdings bringen diese Folien andere Herausforderungen mit sich. So ist neben dem Eintrag von Mikroplastik in den Boden auch das Recycling der verunreinigten Folien äußerst problematisch. Es entsteht ein großer Anteil an thermisch verwertbaren Restmüll.

In der Landwirtschaft sind, neben den Familienmitgliedern, etwa 58 % der Arbeitskräfte nur saisonal beschäftigt (Statistisches Bundesamt, BMEL, Referat 123). Diese Saisonarbeitskräfte fangen die saisonalen Arbeitsspitzen während der Vegetationsperiode ab. Vor dem Hintergrund steigender Löhne und der schwindenden Bereitschaft zu körperlich anstrengender Arbeit, wird die Einstellung von geeigneten Saisonarbeitskräften zur Herausforderung. Da die Beikrautregulierung gerade im ökologischen Anbau sehr arbeitsintensiv ist, besteht das Problem genügend Arbeitskräfte zu finden nicht erst seit der Corona-Krise. Neuste Technik, die durch Digitalisierung und Automatisierung möglich gemacht wird, verspricht Abhilfe zu schaffen.

Vor allem monotone Arbeiten, die einen immer gleichen Arbeitsablauf beinhalten, sind geeignet zur Automatisierung. Im Gartenbau ist das zum Beispiel die herbizidfreie Beikrautregulierung. Es wird zwischen den Pflanzenreihen gehackt und so ein Großteil der Fläche beikrautfrei gehalten. Eine Herausforderung, die schon seit einiger Zeit bearbeitet wird, ist die Beikrautregulierung innerhalb der Reihe zwischen den Pflanzen. Hier muss die Maschine in der Lage sein, zwischen Kulturpflanze und Beikraut zu unterscheiden. Im Obstbau und bei Dauerkulturen wird das häufig über Taster umgesetzt, die an den Stämmen weggedrückt werden und so die Kulturpflanze erkennen und das Hackwerkzeug einschwenken. Bei den empfindlichen Gemüsekulturen ist eine mechanische Lösung schwierig. Daher werden seit einigen Jahren Sensoren (Kameras, Laser, Ultraschall) entwickelt, um die Pflanzen zu differenzieren und die Hackwerkzeuge entsprechend zu steuern (Staub & Brell 2019). In den letzten Jahren wurden diese Geräte, kombiniert mit konventioneller Hacktechnik am Schlepper, entwickelt und werden inzwischen auf einigen Betrieben eingesetzt.

Zusätzlich zu der automatisierten Pflanzenerkennung wurden in den letzten Jahren auch einige autonom-fahrende Hackgeräte auf dem Markt eingeführt. Diese können sich ohne Fahrer auf den Feldern bewegen. In Deutschland sind zurzeit etwa vier Hersteller mit ihren Geräten am Markt vertreten. Ein Hersteller bietet seinen Hackroboter auch als Leihmodell für eine Saison an und nutzt die Vegetationspausen für die Weiterentwicklung der Geräte. Für den Nutzer entfällt dadurch die einmalige hohe Investition für die Anschaffung dieser Geräte.

Der getestete Hackroboter Dino (Fa. Naïo Technologies) ist mit einer Steuerung über GNSS/RTK ausgestattet. Die Navigation läuft also ausschließlich über Satellitendaten und verwendet Mobilfunkdaten als Referenzsignal zur Präzisierung auf 2 cm Genauigkeit. Dazu wird beim Pflanzen oder Säen die Antenne des Roboters auf die Pflanz-/Sämaschine montiert und so die zukünftige

Herbizidfreie Beikrautregulierung in gärtnerischen Kulturen

Fahrspur des Roboters genau aufgezeichnet (Bild 1). Ein zusätzlicher Arbeitsschritt zur Erstellung der Karte entfällt damit. Um während des autonomen Fahrens die Sicherheit zu gewährleisten, ist der Roboter mit einer Lasererkennung ausgestattet, die Hindernisse in der Umgebung erkennt und so einen Not-Halt einleiten kann. Weiterhin verfügt er über Drucksensoren vor den Rädern, die bei Berührung ebenfalls zu einem Stopp führen.

Der Roboter kann in verschiedenen Ausführungen erworben werden. Die Vollausrüstung beinhaltet eine aktive Hacktechnik, die über eine Kamera die Kulturpflanzen erkennen und so auch in der Reihe eine Beikrautregulierung durchführen kann. Die Basisversion des Roboters folgt lediglich der RTK-Spur und kann mit Fingerhacken, Gänsefußscharen und weiteren Werkzeugen zum Hacken zwischen den Reihen ausgestattet werden.



Bild 1: Aufzeichnung der Fahrspur mit der Antenne des Roboters auf der Pflanzmaschine

Ergebnisse im Detail

Die Ergebnisse der beiden Exaktversuche mit der autonomen Hacktechnik zeigen kein eindeutiges Ergebnis. In den Beeten, die alle zwei Wochen mit der konventionellen Technik bearbeitet wurden, fanden sich ähnlich viele Beikräuter wie in den wöchentlich mit dem Roboter gehackten Beeten. In den Versuchen mit Roter Beete zeigte der Einsatz des Roboters alle zwei Wochen eine schlechtere Beikrautregulierung, als die beiden anderen Varianten (Abbildung 1).

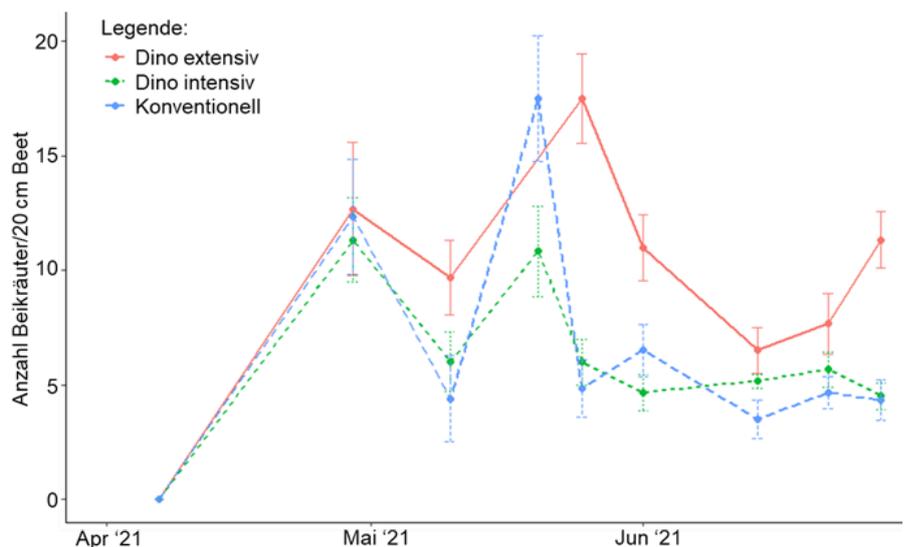


Abbildung 1: Beikrautanzahl in den drei Varianten im Versuch mit Roter Beete

Bei dem Versuch in Zwiebel wurde dies nicht bestätigt, was durch den Einsatz der Handhacke bedingt sein kann. Nach der Handhacke (Einsatz Ende Juni) stieg in den konventionell

Herbizidfreie Beikrautregulierung in gärtnerischen Kulturen

bearbeiteten Beeten der Beikrautbewuchs stärker an als in den Beeten, die mit dem Roboter gehackt wurden (Abbildung 2).

Bei der Größe und der Anzahl der Kulturpflanzen konnte weder bei Rote Beete noch bei Zwiebel ein Unterschied zwischen den Varianten festgestellt werden. Der Hackroboter verursacht also keine größeren Ernteverluste als konventionelle Hacktechnik. Beim Vergleich der Arbeitszeiten wurden drei Arbeitsschritte verglichen: An-/Abfahrt, Einstellen der Werkzeuge und Hacken. Bei der Anfahrt zum Feld wird sowohl beim Hackroboter als auch bei der konventionellen

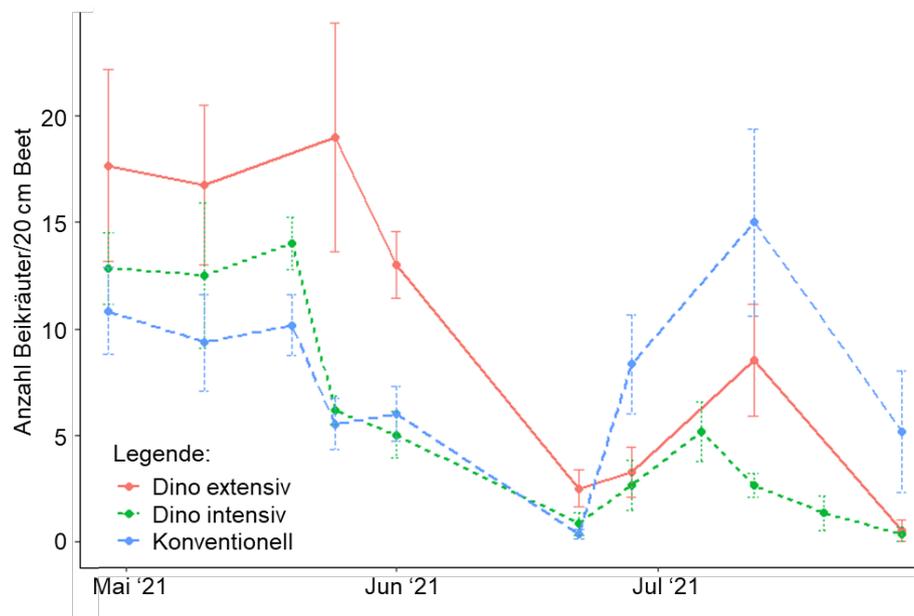


Abbildung 2: Beikrautanzahl in den drei Varianten im Versuch mit Zwiebel

Technik dauerhaft eine Person zum Steuern der Maschine benötigt. Beim Hackroboter dauert die Anfahrt länger als bei konventioneller Technik, da er sich maximal mit 4 km/h bewegen lässt. Müssen zur Anfahrt längere Strecken zurückgelegt werden oder öffentliche Straßen benutzt werden, kommt zusätzlich das Verladen auf einem geeigneten Transportfahrzeug hinzu. Nach dem Hacken muss der Roboter an einer Steckdose geladen werden und kann daher nicht im Feld verbleiben. Eine Möglichkeit die Akkus separat zu laden und anschließend zu tauschen ist derzeit nicht gegeben.

Auch das Einstellen der Werkzeuge gestaltet sich beim Hackroboter schwieriger als bei dem Traktor, da sich der Werkzeugträger unter der Maschine befindet und dadurch schlechter erreichbar ist. Der Umbau der Werkzeuge zwischen verschiedenen Reihenabständen erweist sich als kompliziert und aufwendig, da der Werkzeugträger nicht komplett abgenommen werden kann, sondern die Parallelogramme einzeln verschoben werden müssen (Bild 2).



Bild 2: Fest verbauter Werkzeugträger mit einzeln abnehmbaren Parallelogrammen

Das Hacken kann der Roboter ohne menschliche Steuerung ausführen. Trotz vielerlei Sicherheitsmechanismen ist allerdings gesetzlich eine

Herbizidfreie Beikrautregulierung in gärtnerischen Kulturen

Überwachung durch den Betreiber notwendig. Daher fällt die Arbeitszeit nicht vollständig weg. Es können allerdings andere Tätigkeiten nebenher ausgeführt werden. Je nach Betriebsablauf kann das Hacken so mit relativ geringem zusätzlichem Arbeitsaufwand integriert werden.

Nach dem Einbau der aktiven Hacke, die die Beikräuter auch in der Reihe bearbeiten kann, im August 2021 gab es immer wieder komplizierte technische Probleme, die die Datenaufnahme in den geplanten Exaktversuchen erschwert haben. Eine Datenauswertung war daher nicht möglich. In einem Versuch mit gepflanzten Salatsorten (verschiedene Sorten in einem Beet) konnte allerdings eine schlechte Erkennung von rotblättrigen Salaten festgestellt werden. Die Hacktechnik hat in dieser Reihe sehr viel mehr Salatpflanzen ausgehackt als in den grünen Reihen.

Ein weiterer Punkt, den es vor der Anschaffung des Geräts mit der aktiven Hacke zu bedenken gilt, ist die Nutzungsmöglichkeit der Technik. Ein Umbau zurück zu konventionellen Hackwerkzeugen ist nur durch den Hersteller möglich. Da ein Einsatz der aktiven Hacke in eng stehenden Kulturen, wie zum Beispiel der Zwiebel, nicht möglich ist, würde sich für diese Kultur eine Anschaffung der Basisvariante des Roboters vermutlich mehr lohnen. Je nach Kultursortiment und Betriebsstruktur sollte daher genau überlegt werden, ob und welche Version des Roboters sich für den eigenen Betrieb rechnen kann. Klar ist, dass sich die autonome Hacktechnik in den kommenden Jahren noch weiterentwickeln und verbessern wird. Die aktuell erhältliche Technik ist in der Lage mit konventioneller Technik mitzuhalten, hat aber noch immer Kinderkrankheiten, die es in den nächsten Jahren auszumerzen gilt. Wer allerdings technikaffin ist und den Roboter gut in seinen Betriebsablauf integrieren kann, für den ist die Anschaffung sicher auch heute schon eine Überlegung wert.

Kultur- und Versuchshinweise

Der Hackroboter (Dino, Fa. Naïo Technologies) ist seit August 2020 auf dem Gemüsebauversuchsbetrieb der LWG in Bamberg im Einsatz. Im ersten Jahr wurde zunächst der Einsatz in verschiedenen Salatsorten und Buschbohnen ohne Exaktversuche bewertet. Dabei wurde mit einer Kombination aus Fingerhacken und Gänsefußscharen gehackt. Auch der Verschieberahmen, der die

Werkzeuge per Kamerasteuerung nach der Gemüsereihe ausrichtet, wurde getestet. Das aktive Werkzeug, das auch eine Bearbeitung in den Reihen ermöglicht, stand erst ab August 2021 zur Verfügung.

Im Frühjahr 2021 wurden zwei Versuchsflächen mit Zwiebeln und Rote Beete eingesät. Es wurden drei Varianten an Hacktechnik und deren Einsatzhäufigkeit verglichen: konventionelle Hacktechnik alle zwei Wochen, Hackroboter alle zwei Wochen (Dino extensiv) und Hackroboter wöchentlich (Dino intensiv) im Einsatz. Dazu wurden jeweils drei Beete pro Variante mit der gleichen Kultur eingesät. Anschließend wurde wöchentlich die Entwicklung der Beikräuter und der Kulturpflanzen bonitiert (siehe Bild 3).



Bild 3: Bonitur der Beikräuter in Rote Beete

Herbizidfreie Beikrautregulierung in gärtnerischen Kulturen

Während der Hackvorgänge wurden außerdem die Arbeitszeiten des Personals und der Maschinen aufgenommen. Im Einsatz waren zunächst Gänsefußschare mit Hackschutzrollen (Bild 4 links) und später eine Kombination aus Fingerhacken und Gänsefußscharen. Die gleichen Werkzeuge wurden auch in der konventionellen Variante an einem Traktor mit Zwischenachsenanbau verwendet (Bild 4 rechts). In der Zwiebel kam neben der maschinellen Beikrautregulierung zusätzlich zweimal die Handhacke zum Einsatz. Die Versuche wurden Ende Juni (Rote Beete) und Ende Juli (Zwiebel) beendet, um noch weitere Kulturen testen zu können.



Bild 4: links: Gänsefußschare und Hackschutzrollen am Roboter; rechts: Die gleichen Werkzeuge an einem konventionellen Geräteträger

Anfang August wurde zudem die aktive Hacke geliefert, die in den weiteren Versuchen getestet werden sollte. Gepflanzt wurden zwei Sätze Salat und Kohlrabi. Die getesteten Varianten wurden genau wie in der ersten Versuchshälfte gewählt.

Literatur:

Statistisches Bundesamt, BMEL, Referat 123 2021 „Beschäftigung und Mindestlohn“

Staub & Brell 2019 Abschlussbericht Forschungsprojekt: „Beikrautregulierung in Ökobetrieben mit Gemüsekulturen unter besonderer Betrachtung von moderner RTK Steuerungs-, Ultraschall- und Kameratechnik inkl. Arbeitswirtschaft und Kosten“

Bildnachweis: © LWG Veitshöchheim