

Von der klassischen Flächenspritzung...



... über die Unkrauterfassung mittels Drohnen...



Fotos: landpixel (2)

Unkrautpflanzen gezielter treffen

Häufig lässt sich der direkte Nutzen oder ein ökonomischer Vorteil digitaler Technologien nicht eindeutig beziffern. Marwin Hampe unternimmt einen Vergleich für Zuckerrüben und Raps – von der Flächenspritzung über die Unkrautererkennung bis hin zum »Spot Spraying«.

Die Farm-to-Fork-Strategie der Europäischen Kommission formuliert es deutlich: Der Pflanzenschutzmitteleinsatz und das von ihm ausgehende Risiko soll bis 2030 halbiert werden. Gleichzeitig erleben wir den Wegfall von Wirkstoffen sowie zunehmende Resistenzen bei Unkräutern und Schadorganismen. Und nicht zuletzt nehmen die Kosten für Technik und Betriebsmittel weiter zu.

Die große Herausforderung besteht darin, den Aufwand für den Pflanzenschutz so weit zu verringern, ohne dabei Kompromisse im Wirkungsgrad eingehen zu müssen. Hierfür gibt es unterschiedliche Lösungsansätze von der Züchtung über

Fruchtfolgenmanagement, neue Anbau- und alternative Bekämpfungsmethoden bis hin zu technischen Innovationen. Letztere bieten mit dem Werkzeugkasten aus digitalen Technologien schon heute interessante Lösungen.

Zuerst in Rüben, dann in Raps. Für die Analyse digitaler Innovationen im Pflanzenschutz konzentrieren wir uns in diesem Beitrag zunächst auf die Zuckerrübe. Ist diese doch im klassischen Ackerbau (ohne Gemüse) eine der intensivsten Kulturen hinsichtlich des Unkrautmanagements. Außerdem gibt es für diese Kultur bereits vielversprechende Prototypen bis

hin zu ersten marktreifen Produkten. Im zweiten Schritt prüfen wir, inwieweit sich mit solchen Geräten dann auch Vorteile im Raps erreichen lassen.

Bei den konventionellen Verfahren handelt es sich dabei ausschließlich um chemische Methoden, im ökologischen Anbausystem klassischerweise um rein mechanische Lösungen. Es gibt durchaus weitere alternative Verfahren wie die Laser- oder Elektrotechnologie. Jedoch stehen diese noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium. Es ist noch nicht abschätzbar, ob sie tatsächlich die Praxisreife erreichen. Außerdem gilt die Elektrotechnologie vor allem als Alternative zu



... bis zur gezielten Bekämpfung der Einzelpflanze mit dem Roboter

Totalherbiziden oder zur Kartoffelsikkation. Anders verhält es sich mit kombinierten Verfahren wie der Bandspritzung, die bereits in der Praxis im Einsatz sind.

In diesem Beitrag liegt der Fokus auf den digitalen Innovationen im Pflanzenschutz. Da sich die Technologien zum präzisen Unkrautmanagement bisher größtenteils noch im Prototypenstadium befinden, fehlen valide Informationen aus der landwirtschaftlichen Praxis. Daher haben wir für die Analysen Experteninterviews, Literaturrecherchen, ökonomische Modellrechnungen sowie einen Workshop zur Validierung der Informationen herangezogen.

Chemische Verfahren

Eine dieser neuen Lösungsmöglichkeiten ist eine Standardfeldspritzung mit Einzeldüsen-schaltung, welche eine Unkrautbedeckungskarte abarbeitet. Die Karte wird anhand eines separaten Arbeitsganges erstellt. Hierbei werden zunächst durch einen Drohnenflug hochauflösende Bilder des Pflanzenbestandes gewonnen. Mit einem intelligenten Auswertungsprogramm werden die Unkräuter ausgelesen und die Bedeckungskarte erstellt. An diesen Stellen soll sich die Feldspritzung automatisch an- und ausstellen. Hierbei werden die vorkommenden Unkräuter in 50 cm große Raster eingeteilt. Dadurch können nach ersten Erkenntnissen im Mittel rund 50% der bisherigen Herbizidaufwendungen im

Zuckerrübenanbau pro Überfahrt eingespart werden. Allerdings sollte die erste NAK noch ganzflächig erfolgen, um den ersten Unkrautdruck herauszunehmen. Daher werden insgesamt bei vier Behandlungsmaßnahmen nicht die Hälfte an Mitteln eingespart, sondern nur knapp 40%.

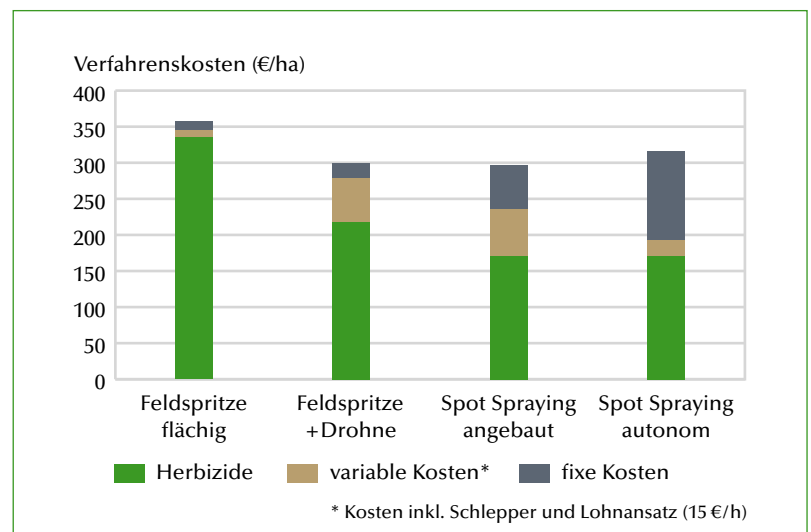
Die Kombination aus vorheriger Unkrauterfassung und nicht flächiger Spritzbehandlung reduziert die Herbizidkosten erheblich. Allerdings kommen Anschaffungskosten von insgesamt 120 000 € für eine 27 m-Anhängefeldspritzung und der zusätzliche Drohnenflug von 45 €/ha in der Saison hinzu. Trotzdem besteht das Poten-

tial, die gesamten Verfahrenskosten der Unkrautbekämpfung um 60 €/ha zu reduzieren (Grafik 1).

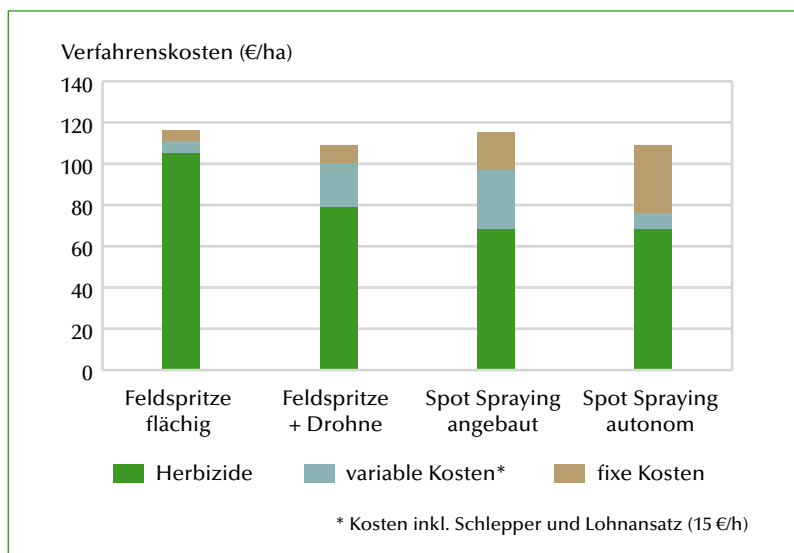
Spot Spraying. Ein weiteres Verfahren zur präzisen Unkrautbekämpfung ist die punktgenaue Applikationstechnik von Pflanzenschutzmitteln, das sogenannte Spot Spraying. Hier werden mit einer Überfahrt einzelne Unkräuter gleichzeitig erkannt und mit bis zu 26 Düsen je laufendem Meter Arbeitsbreite gezielt besprüht. Diese hohe Präzision bei der Einzelpflanzenerkennung und -behandlung ermöglicht eine Verringerung der Herbizidmenge unter ersten Praxisbedingungen um 70%. Auch hier ist bei den Rüben bisher die erste NAK mit einer flächigen Applikation erfolgt. Insgesamt können bei der Spot Spraying-Methode 50% der Herbizide eingespart werden, ohne dabei Kompromisse beim Wirkungsgrad eingehen zu müssen.

Anbaugerät oder Roboter. Verbaut wird diese Technologie im Versuchsmaßstab momentan als Anbaugerät mit bis zu 6 m oder als autonome Feldrobotervariante mit 2 bis 3 m Arbeitsbreite. Es sind dann Leistungen von 2,5 ha bzw. für die autonome Variante 0,5 ha in der Stunde erreichbar. Dies entspricht längst nicht den praxisüblichen Leistungen bei der Pflanzenschutzapplikation. Die Einsatzzeit lässt sich aber verlängern, indem sich das Risiko von Abdrift durch die windgeschützte Bauweise und sehr niedrigen Applikationsabständen zum Zielort verringert. Somit bietet diese Technologie die Voraussetzungen, die Ziele der Farm-to-Fork-Strategie bei der Unkrautkontrolle in

Grafik 1: Vergleich der chemischen Verfahren



Grafik 2: Zusätzlicher Einsatz im Raps



Zuckerrüben schon heute potentiell zu erreichen. Allerdings handelt es sich hierbei um Geräte, die extra für die Kultur angeschafft und ausgelastet werden müssten. Die Vollauslastung in Zuckerrüben liegt jährlich bei 180 ha für die traktorgebundene und 70 ha für die autonome Spotspray-Variante. Dann lässt sich ein ökonomischer Vorteil zwischen 60 € und 40 € je Hektar im Unkrautmanagement von konventionellen Zuckerrüben erzielen.

Im Raps ebenfalls denkbar ... Auf Grund der hohen Auslastung im Zuckerrübenanbau zum Frühjahr wäre ein weiteres Einsatzfenster der Maschinen nur noch im

Herbst möglich. Hier finden die wichtigsten Unkrautkontrollmaßnahmen im Winterraps statt. In dieser Kultur lassen sich Unkrautbedeckungskarte und Spot Spraying) ebenso einsetzen. Denn die Unkräuter können von den Bilderkennungsprogrammen sicher erkannt werden. Experten sagen, dass die neuen Technologien bei mindestens einer Applikation von zwei Durchfahrten eingesetzt werden können, wenn es sich dabei um blattaktive Wirkstoffe handelt. Also sind auch hier mit einer flächigen Standardmaßnahme sowie den mittleren Einsparpotenzialen der neuen Technologien (50% Unkrautkarte und 70% Spot Spraying) gerechnet worden.

Damit lassen sich zwischen ein Viertel und ein Drittel der Herbizidaufwendungen im Raps reduzieren. Die Einsparpotenziale sind jedoch weniger hoch als in der intensiv geführten Kultur Zuckerrübe. Deshalb lassen sich zwar Pflanzenschutzmittel einsparen, aber die Wirtschaftlichkeit der neuen Verfahren ist nicht besser als bei der Flächenspritzung (Grafik 2).

Andererseits ist durch die zusätzliche Auslastung der Maschinen im Raps eine weitere Degression der fixen Maschinenkosten im Zuckerrübenanbau möglich. Dies würde insbesondere dem autonomen Feldroboter mit seinen hohen Fixkosten zugutekommen. Damit können die Verfahrenskosten um weitere 30 €/ha gesenkt werden. Insgesamt könnte durch eine weitere Auslastung der Maschinen im Raps ein Vorteil in Zuckerrüben von bis zu 70 €/ha gegenüber der üblichen Flächenspritzung erzielt werden.

... im Getreide absehbar jedoch nicht.

Im Getreideanbau ist ein rentabler Einsatz dieser neuen Technologien noch nicht absehbar. Sie scheitert aktuell insbesondere an der gezielten Erkennung bzw. Unterscheidung von Ungräsern von den Getreidepflanzen im frühen Wachstumsstadium.

Mit der Einzelpflanzerkennung ergeben sich neue Möglichkeiten in der Bekämpfungsentscheidung. So wäre es möglich, noch gezielter nach Schadensschwellen zu arbeiten. Auch eine Entscheidung der Behandlung nach der spezifischen Biodiversitätsleistung der Nichtkulturpflanzen wäre möglich. Es würde dann nicht jede

Im Ökolandbau geht es vor allem darum, die hohen Kosten des händischen Hackens zu vermindern.



Foto: landpixel

Foto: Gaus

Distel oder Kornblume in der Zuckerrübe bekämpft, wenn sie für eine besonders schützenswerte Schmetterlingsart in der Region von Bedeutung wäre. Allerdings fehlen bislang die Informationen, um solche artspezifischen Regulierungsentscheidungen treffen zu können.

Mechanische Verfahren

Bei den mechanischen Verfahren zur Beikrautkontrolle handelt es sich um Präzisionshacken, die sowohl zwischen als auch innerhalb der Kulturreihe hacken können. Das gezielte Hacken wird entweder über eine Bilderkennung der Kulturpflanze oder eine georeferenzierte Ablage des Saatgutes erreicht. Die letztere Methode haben wir als autonome Feldrobotervariante analysiert. Sie ermöglicht einen sehr frühen Hackdurchgang schon im Voraufbau, ist aber durch die sehr geringe Arbeitsgeschwindigkeit von unter 1 km/h in der Leistung sehr begrenzt. Daher wäre der sechsreihige Hackroboter mit 17 ha Zuckerrübenanbaufläche im Jahr unter den Bedingungen der möglichen Feldeinsatztage in der Region Hildesheimer Börde schon voll ausgelastet.

Die kameragesteuerte Präzisionshacke schafft bei gleicher Arbeitsbreite das Doppelte an Leistungskapazität. Sie bindet aber vollständig eine Zugmaschine und Arbeitskraft in der Saison. Das Potential der beiden neuen Hacktechnologien liegt in der Vermeidung von Handarbeitsstunden zur Nachkontrolle der Beikräuter. Durch das automatische und präzise Ha-

cken bis an die Kulturpflanze heran können im Mittel rund 70% der Arbeitszeit und somit der größte Kostenfaktor im ökologischen Zuckerrübenanbau eingespart werden (Grafik 3).

Im bisherigen Standardverfahren mit einer Reihenhacke werden im Schnitt der Jahre etwa 200 Arbeitsstunden je Hektar dafür benötigt. Dieses Einsparpotential



Die Digitalisierung ist nur ein Baustein für weniger chemischen Pflanzenschutz.

Marwin Hampe,
Thünen-Institut

überwiegt die stark gestiegenen Maschinenkosten, welche vorrangig die hohen Anschaffungspreise von über 80000 € auslösen. Trotzdem ist es möglich, die gesamten Verfahrenskosten zur Beikrautregulierung im ökologischen Zuckerrübenanbau mit den neuen Technologien zu halbieren.

Allerdings steht und fällt der Einsatz Erfolg unter den Bedingungen vor Ort. Denn die Präzisionshacken haben in ihrer Erprobung mit den vergangenen trockenen Jahren eine für die mechanische Unkrautregulierung recht einfache Zeit hinter sich. Vor allem kritisch ist hierbei die geringe Flä-

chenleistung, welche bei engen Einsatzfenstern gravierende Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit haben kann, wenn dann doch viele Handarbeitsstunden anfallen. Daher muss sich die Technik noch unter schwierigen Bedingungen mit geringeren Bekämpfungserfolgen unter Beweis stellen, genauso wie ihre Robustheit und Einsatzsicherheit. Letzteres gilt vor allem für autono-

me Maschinen mit empfindlichen Elektronik- und Softwarefunktionen. Darüber hinaus sind die Gesamtkosten der rein mechanischen Verfahren noch fast viermal so hoch wie die chemischen. Schon deshalb ist der konventionelle Zuckerrübenanbau nach wie vor von chemischen Pflanzenschutzmitteln abhängig, vor allem von blattaktiven Wirkstoffen zur Einzelpflanzenbehandlung.

Ausblick. Im Bereich der digitalen Pflanzenschutztechnologie sind weitere Entwicklungsfortschritte zu erwarten. Dies wird zu Optimierungen und Leistungssteigerungen sowie weiteren Einsatzmöglichkeiten führen und somit zu besseren Lösungen für die breite Praxis. Hersteller und die Forschung stecken momentan sehr viel Arbeit hinein. Beispielsweise ist beim Einsatz von Feldrobotern aktuell der Zeitaufwand für das Beheben von Störungen noch erheblich. Die aktuellen digitalen Technologien sind in diesem Bereich nur ein kleiner Baustein, um die Ziele der Farm-to-Fork-Strategie zu erreichen. Weitere Ansätze wie Züchtung oder alternative Anbaumethoden sind vorerst nötig, um diese zum Erfolg zu führen.

Marwin Hampe, Thünen-Institut für
Agrartechnologie, Braunschweig

Die Untersuchungen laufen im Rahmen des Projektes DigiLand (eine Kooperation des Thünen-Institutes und des VDI), gefördert vom BMEL über die BLE.

Grafik 3: Vergleich der mechanischen Verfahren

