

## Praxiserhebungen zu Aufwand und Erfolg der Handjäte in Möhren unter ökologischer Bewirtschaftung

Susanne Fittje<sup>1</sup>, Martin Hänsel<sup>2</sup>, Frederik Langsenkamp<sup>1</sup>, Arnd Kielhorn<sup>1</sup>, Maik Kohlbrecher<sup>1</sup>, Maria Vergara<sup>1</sup> und Dieter Trautz<sup>1</sup>

*Keywords: Beikrautregulierung, Jäten, Gemüsebau, Möhren, Ertrag.*

### Abstract

*The studies discuss the efforts and success of mechanical weed regulation with organic carrot production over 3 years on 6 areas in Lower Saxony and Saxony, to give hints on the deployment of a robot system currently under construction (project "RemoteFarming.1"). While weeds highly impact carrot yields, weeding is a time and cost intensive process. The weeds appearance is very variable (7-256 plants per meter carrot row) and so is the time needed for weeding (100-500 per hectare and year). The results confirm literature. There is a big potential for optimisation in the performance of the different humans, showing optimization potential in the cropping system by robot supported weeding.*

### Einleitung und Zielsetzung

Im ökologischen Möhrenanbau werden abhängig von der Vermarktung vergleichsweise hohe Erlöse erzielt. Durch die langsame Jugendentwicklung der Möhrenkultur muss besonders in frühen Stadien dem Beikrautwuchs entgegengewirkt werden. Neben der mechanischen Bearbeitung durch Häufeln oder Hacken ist eine zusätzliche Handjäte meist nicht zu vermeiden (Schuhmacher 2011). Mit in der Regel 100-300 Stunden pro ha, im Einzelfall bis zu 500 Stunden (Ascard 1990), entfällt ein hoher Anteil der Produktionskosten auf die Lohnkosten für die Jätarbeiten und die Pflege. Ungejätet treten nach Laber (2003) Ertragsverluste von rund 50 % (bzw. 80 % gegenüber komplett unkrautfrei gehaltenen Varianten) auf. Diese sind stark mit dem Zeitpunkt des Jätens verbunden (Ascard 1990). Zu spätes oder nicht ausreichendes Jäten kann Ertragsverluste von 16 t\*ha<sup>-1</sup>, bzw. von größer 20 % verursachen (Laber & Stützel 2003, Laber 1999). Somit bildet der Erfolg dieser Maßnahme die wichtigste Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit des ökologischen Möhrenanbaus. Die erhobenen Daten dienen als Vergleichswerte im Forschungsvorhaben „Remote Farming.1“ in dem ein robotergestütztes System zur mechanischen Beikrautregulierung in Möhren entwickelt wird (Langsenkamp *et al.* 2014). Besonders wichtig war in diesem Zusammenhang die Größe der Beikrauterfassung pro Zeiteinheit.

---

<sup>1</sup> Hochschule Osnabrück, Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Am Krümpel 31, 49090, Osnabrück, Deutschland, [s.fittje@hs-osnabrueck.de](mailto:s.fittje@hs-osnabrueck.de), [www.al.hs-osnabrueck.de](http://www.al.hs-osnabrueck.de).

<sup>2</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Gustav-Kühn-Str.. 8, 04159 Leipzig.

## Methoden

Die Untersuchungen wurden über 3 Jahre (2012-2014) auf 5 ökologisch bewirtschafteten Praxisflächen durchgeführt. Die beteiligten 4 Betriebe befanden sich in Niedersachsen und Sachsen. Das Jäten wurde in Handarbeit mittels sog. Jätefliegern vorgenommen, auf denen das Jätepersonal oberhalb der Möhrenreihen liegend mit unterschiedlichen Werkzeugen oder per Hand das Jäten durchführte. Vor und nach den Jätévorgängen wurde die Anzahl der Möhren und des Beikrautes erfasst und die Geschwindigkeit des Jätefliegers gemessen. Die Datenerhebung wurde methodisch unterschiedlich durchgeführt. Während bei den Erhebungen in Niedersachsen die punktgenaue Verfolgung des Wachstums von Beikraut und Möhre im Vordergrund stand und mit dauerhaft markierten und wiederholt bonitierten Parzellen (4 Reihen, 5 Wiederholungen, Parzellenlänge 5 m) und somit verbundenen Stichproben gearbeitet wurde, sind demgegenüber in Sachsen mit einer großen Zahl an Wiederholungen (max. 84 Teilstücke à 1 m Länge) nicht verbundene Stichproben ausgezählt worden.

## Ergebnisse

**Tabelle 1: Erfolgparameter und zeitlicher Aufwand für Jätearbeiten in Möhren, sowie Kennzahlen der Kulturführung in ausgewählten Betrieben in Niedersachsen und Sachsen in den Jahren 2012 bis 2014**

Jahr	2012			2013		2014			
	Sachsen		Nds.	Nds.		Sachsen		Nds.	
Datum	15.6.	2.7.	28.6.	5.6.	25.6.	15.5.	15.5.	18.6.	11.7.
System	Beet		Damm	Damm		Beet		Damm	
Arbeitsbreite / Person (cm)	30-35		75	75		65		75	
BBCH Möhre (Feller 1995)	12	41	13	12	41	11	11	12	42
Anz. Beikr. vor Jäten (m)	53	23	21	30	18	10	7	150	124
Beikraut-reduktion (%)	84	93	83	78	63	92	71	70	70
Möhren-verluste (%)	9	n.e.	15	9	8	0	0	4	16
Geschwindigkeit (km/h)	0,36	n.e.	0,21	0,21	0,26	0,17	0,53	0,41	0,51
Anz. Beikraut (s)	1,96	0,45	1,01	0,71	0,82	2,5	1,6	0,30	0,28
Anz. Personen / Jäteflieger	14		8	5	6	3	3	9	9
Jäteaufwand (h/ha) <sup>3</sup>	141	289	80	128	84	91	28	k.A.	k.A.

Jahr	2012		2013	2014	
Jäteaufwand Kultur (h/ha) <sup>3</sup>	430	80	212	119	166
Roh-Ertrag (t) <sup>3</sup>	40	40	40	45	45
Verwendungszweck	Verarbeitung	Speise*	Verarbeitung	Speise	Verarbeitung

n.e.: nicht erhoben, <sup>3</sup>: Angabe Betrieb, k.A.: keine Angabe, \* gewaschen und verpackt

Nach Tabelle 1 wurden die Daten im Damm- und Beetanbau erhoben. Die Pflanzenzahl pro Hektar deutlich von 280.000 (Niedersachsen, 2014, Verwendungszweck: Verarbeitung) bis über 1.300.000 (Niedersachsen, 2012, Verwendungszweck: Speise), während der Ertrag unabhängig von der Pflanzenzahl in den einzelnen Jahren gleiche Werte aufwies (2012 und 2013: 40 t\*ha<sup>-1</sup>, 2014: 45 t\*ha<sup>-1</sup>). Die Handjätearbeiten fanden je nach Aussaatzeitpunkt und Witterungsverlauf von Mitte Mai bis Mitte Juli (BBCH Stadium 11-42) in den meisten Fällen mit 8 Personen auf dem Jäteflieger statt. Auf den Flächen musste mit einer Ausnahme zweimal gejätet werden und es wurden im Mittel 201 Arbeitsstunden aufgewendet. Die Anzahl Beikräuter schwankte sehr stark zwischen 7 bis 256 Pflanzen je Meter Möhrenreihe. Im Mittel der Jahre und Termine traten 48 Beikräuter je laufendem Meter auf und die Erfassungsrate des Jätens lag bei 78 %. Als Leitunkräuter traten auf: Geruchlose Kamille (*Matricaria inodora*), Kleinblütiges Franzosenkraut (*Galinsorga parviflora*), Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*), Windenknöterich (*Polygonum convolus*). Auch die Möhrenverluste waren sehr variabel und betrugen im Mittel von Jahr und Standort 8 % für jeden Jätévorgang. Im Mittel wird mit einer Geschwindigkeit von 0,325 km\*ha<sup>-1</sup> gejätet und dabei 1,04 Beikräuter pro Sekunde erfasst.

## Diskussion

Wie in der Literatur beschrieben findet sich auch in den eigenen Erhebungen eine sehr große Varianz von 80-430 Jätestunden pro ha und Jahr. Die statistische Auswertung der Ergebnisse in Niedersachsen bescheinigt einen starken Einfluss von Jahr und Person, was in Zusammenhang mit dem Beikrautaukommen und dem Erfolg der Jätearbeiten steht. Zwischen den Anbausystemen Damm und Beet lassen sich keine Unterschiede in Bezug auf die untersuchten Parameter erkennen. Es traten jedoch große Unterschiede in Bezug auf die Effizienz zwischen den einzelnen Personen auf, wie sie auch Schöngens *et al.* (2007) beschrieben hat. Dies bezieht sich sowohl auf die Beikrautreduktion, als auch auf die Möhrenverluste beim Jäten. Die Zielvorgabe für die Geschwindigkeit eines Jäteroboters von mindestens einer Regulierung pro Sekunde, wie sie im Forschungsvorhaben „Remote Farming.1“ gesetzt wurde, bestätigt sich als eine realistische Größe im Vergleich mit der Handjäte in ganz unterschiedlichen Systemen (Damm und Beetanbau, Reihenabstände) und unter variablen Standortbedingungen (Niedersachsen, Sachsen).

## Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen der Erhebung lässt sich ableiten, dass die Produktionskosten, insbesondere die Kosten für die Beikrautregulierung, im ökologischen Möhrenanbau

sehr variabel sind und somit einen schwer kalkulierbaren Faktor für das Management des Betriebes darstellen. Darüber hinaus lässt sich die Anzahl der notwendigen Arbeitskräfte im Voraus grundsätzlich nur schwer planen, was zu Unterkapazitäten bei der Jätearbeit und im schlimmsten Fall zu Ausfällen von Ernteflächen führen kann. Der Anteil der Kosten für den Jäteaufwand am Umsatz wird in hohem Maße durch die Art der Vermarktung und damit der Preisbildung bestimmt. Die Wahl der Fahrtgeschwindigkeit des Jätefliegers bedingt einen Zielkonflikt aus Erfassungsgenauigkeit des Beikrauts und Minimierung der Arbeitszeit. Da der Jäteflieger eine Einheit aller Arbeitskräfte bildet, spielt auch die unterschiedliche Effizienz der einzelnen Personen eine Rolle. Diese Fragestellung konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht geklärt werden. Es wird vermutet, dass Möhrenverluste beim Jäten besser hinzunehmen sind, als geringere Erfassungsraten beim Beikraut. Die ermittelten Ergebnisse unterstreichen das Potential einer Effizienzsteigerung der Unkrautregulierung im ökologischen Möhrenanbau. Weil diese körperlich sehr anstrengende Tätigkeit, wenn sie über viele Stunden ausgeführt wird, sehr stark von der Kondition und Motivation von Einzelpersonen abhängig ist, könnte eine robotergestützte Unkrautregulierung einen wertvollen Beitrag zur Effizienz- und Qualitätssteigerung des ökologischen Möhrenanbaus leisten.

## Danksagung

Diese Daten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „Remote Farming.1“ erhoben und durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert, wofür wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken möchten. Ein besonderer Dank geht auch an die an den Erhebungen beteiligten Betriebsleiter, die uns Einblick in den Arbeitsprozess ermöglicht und Behinderungen der Feldarbeiten in Kauf genommen haben.

## Literatur

- Ascard, J. (1990): Weed control in ecological vegetable farming. In Granstedt, A. (Hrsg.): Proceedings of the ecological agriculture Seminar in Uppsala Nordiske Jordbrugsforskernes Forening, 166, S. 178-184.
- Feller, C.; Bleiholder, H.; Buhr, L., Hack, H., Hess, M, Klose, R., Meier, U., Stauss, R., Van den Boom, T., Weber, E. (1995): Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen: I. Zwiebel-, Wurzel-, Knollen- und Blattgemüse. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 47, S. 193-206.
- Laber, H. (1999): Effizienz mechanischer Unkrautregulationsmaßnahmen im Freilandgemüsebau. Dissertation, Universität Hannover.
- Laber, H., Stützel, H. (2003): Ertragswirksamkeit der Restverunkrautung in Gemüsekulturen nach nicht chemischen Unkrautregulationsmaßnahmen. Pflanzenbauwissenschaften 7 (1), S.29-38.
- Langsenkamp, F., Kohlbrecher, M., Kielhorn, A., Sellmann, F., Strothman, W., Michaels, A., Trautz, D., Ruckelshausen, A. (2014): Tube-stamp for mechanical intra-row individual plant weed control, 18th World Congress of CIGR – Beijing – September 2014, im Druck
- Schöngens, P., Puffert, M., Stahl, C., Kempkens (2007): Arbeitszeiterfassung von Pflegearbeiten im ökologischen Freilandgemüsebau. In: Arbeitswissenschaften im Landbau: 15. Arbeitswissenschaftliches Seminar des VDI-MEG-Arbeitskreises am 5. und 6. März 2007 in Wien, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Wien, S. 150-153.
- Schuhmacher, U. (2011): Vorwort. In: Wilhelm, B., Hensel, O. (Hrsg.): Landtechnische Lösungen zur Beikrautregulierung im Ökolandbau – Berichte aus Forschung und Praxis. DITSL, Witzenhausen, S. 6.