

Analyse und Optimierung des Verfahrens Tropfbewässerung im ökologischen Feldgemüsebau – mit Schwerpunkt auf Arbeitswirtschaft und Wassereffizienz

Schwab S¹, Dümig A² & Kramer E¹

Keywords: Tropfbewässerung, Bewässerungsmanagement, Produktivität

Abstract

Drip irrigation for Open Field Vegetable crops in organic farming has economic and technical challenges. The process offers sufficient potential for optimization. Thin-walled disposable material is suitable for growing carrots and onions in a shallow subsurface method. In heavy soils, water efficiency is favorable, especially for germination. Technical development and practical management aids for growers are needed.

Einleitung und Zielsetzung

Die Folgen des Klimawandels wirken sich auf den Anbau in Acker- und Gartenbau aus, sodass Bewässerung maßgeblich zur heimischen Lebensmittelproduktion beiträgt (Umweltbundesamt 2020). Schwindende Grundwasserspiegel und Nutzungskonflikte bei Süßwasser führen die Notwendigkeit vor Augen, die Produktivität in der Bewässerungstechnik weiter zu steigern (Grafton et al. 2018, Van Der Kooij et al. 2013). Tropfbewässerung stellt eine Alternative zur sonst üblichen Rohrberegnung dar, welche vergleichsweise kostenintensiv aber ressourcenschonend ist. Für Säkulturen im Gemüsebau ist das Verfahren bisher unzureichend angepasst, sodass sich wirtschaftliche und technische Herausforderungen ergeben.

Ziel der Arbeit ist das Aufdecken der Forschungs- und Entwicklungslücke bei Tropfbewässerung für den ökologischen Feldgemüsebau. Anhand eines Praxisversuches soll die Performance verschiedener Tropfschlauchvarianten bewertet werden. Dabei wird insbesondere auf die Herausforderungen im Ökolandbau eingegangen. Arbeitswirtschaft und Wassereffizienz sollen näher betrachtet werden. Durch die Erarbeitung von Managementhilfen für Anbauer soll ein Beitrag zur Praxisreife des Verfahrens geleistet werden.

Methoden

Auf flach unterirdisch verlegten Tropfschläuchen aus Einwegmaterial wurden 2021 Möhren und Zwiebeln als Säkulturen angebaut. In der Versuchsanlage wurden auf sieben Teilflächen verschiedene Tropfschlauchvarianten getestet. Diese haben einen Tropferabstand von 30 cm und unterscheiden sich in ihren Wandstärken (8-15 mil.). Es wurde vergleichend drucksensitives und druckkompensierendes Schlauchmaterial eingesetzt, da der Schlag Höhenunterschiede bis 10 m aufweist.

Der Versuchsstandort in Unterfranken zeichnet sich durch einen Lösslehmboden mit guter Wasserhaltefähigkeit und einen durchschnittlichen Jahresniederschlag von 656

¹ Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Schicklerstr. 5, 16225 Eberswalde, DE, eckart.kramer@hnee.de, www.hnee.de/Kramer

² Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Galgenfuhr 21, 96050 Bamberg, alexander.duemig@lwg.bayern.de

mm aus. Das Verlegen der Tropfschläuche erfolgt während der Aussaat mit Technik von *Kverneland* und einem betriebseigenen Aufbau zur Tropfschlauchablage. Die Zwiebeln werden im Flächbau kultiviert, die Möhren im Dammbau. Der Tropfschlauch wird in 3 cm Tiefe mittig zwischen eine Doppelreihe platziert. Das Bergen der Tropfschläuche erfolgt mit Technik von *Andros Engineering*.

Zur Bewertung der Arbeitswirtschaft des Verfahrens wurden Arbeitszeitbedarf und Arbeitserledigungskosten erfasst. Die Datenerhebung und -auswertung erfolgte nach KTBL (2021). Arbeitsablaufmodelle werden zur Veranschaulichung der Teilarbeiten erarbeitet.

Die Wassereffizienz wurde mittels Bodenfeuchtesensoren analysiert. Um Zeitpunkt und Höhe der erfolgten Bewässerungsgaben zu bewerten, wurde zum Einen der volumetrische Bodenwassergehalt über eine TDR-Sonde gemessen, zum Anderen die Bodensaugspannung mit einem Watermark-Sensor ermittelt. Die Bodenfeuchtemessungen erfolgten auf Höhe des Hauptwurzelraums in 15cm Tiefe und unterhalb bei 30cm, um unproduktive Verluste der Tropfbewässerung analysieren zu können. Zur Bewertung der Verteilgenauigkeit des Verfahrens wurden Sonden jeweils direkt unterhalb eines Tropfers und exakt mittig zwischen zwei Tropfern installiert. Die Auswertung der Verteilgenauigkeit innerhalb der Schlagtopografie war nicht möglich, weil die mobilen Messungen (volumetrischer Bodenwassergehalt) in gestörten Boden keine konsistenten Werte ergaben. Verdunstungsverluste wurden nicht berücksichtigt, weil diese im Vergleich zu Beregnungstechniken vernachlässigt werden können.

Ergebnisse

In Tabelle 1 sind Arbeitszeitbedarf und Arbeitserledigungskosten bei den vier Tropfschlauchvarianten dargestellt. Die erheblichen Mehrkosten beim Einsatz druckkompensierender Tropfschläuche resultieren aus vergleichsweise hohen Preisen des Schlauchmaterials und deren verringerten Gebindegrößen.

Tabelle 1: Arbeitszeitbedarf und Arbeitserledigungskosten im Vergleich der Tropfschlauchvarianten

	Streamline X 16080	Streamline X 16100	Dripnet PC 16125	Dripnet PC 16150
Arbeitszeitbedarf (Akh/ha)	20,85	20,95	22,64	23,30
Arbeitserledigungskosten (€/ha*a)	1521,40	1688,74	3196,99	3600,69

Für das Bewässerungsmanagement können folgende Empfehlungen getroffen werden:

- Bei der Planung der Bewässerungsanlage können die Herstellerangaben zu den Tropfschläuchen generell ausgereizt werden. Es gilt die Druckverhältnisse innerhalb der Schlagtopografie und -größe sicherzustellen, damit eine ausreichende Wasserversorgung gewährleistet ist.
- In Bezug auf die Leckageanfälligkeit der Tropfschläuche sollten bei der Installation der Querleitung, dem Abflammen der Kultur im Voraufbau und der mechanischen Beikrautregulierung vorbeugende Maßnahmen getroffen werden.

- Bei Möhren sollte zwischen dem Ein- und Vierblattstadium keine Tropfbewässerung erfolgen. Es besteht die Gefahr, dass verletzte Keimwurzeln Qualitätseinbußen und eine Verringerung der Bestandesdichte verursachen.

Die Bodenfeuchtemessungen zeigen, dass Zeitpunkt und Höhe von Bewässerungsgaben rückwirkend anhand der Parameter volumetrischer Bodenwassergehalt und Bodensaugspannung gut bewertet werden können. Der Tropferabstand von 30 cm kann für Lösslehmböden empfohlen werden.

Diskussion

Deutlichere Ergebnisse wären bei ausgeprägterer Trockenheit und höherem Zusatzwasserbedarf zu erwarten. Bestandesentwicklung, Wassereffizienz und Leckagenmanagement ließen sich besser bewerten. Da im in die Produktion integrierten on-farm-Versuch weder Wiederholungen noch Randomisierung realisiert werden konnten, ist davon auszugehen, dass mit einem mehrjährigen Versuchsdesign statistisch bestimmte Ergebnisse erzielt werden können. Auch eine kleinräumige Erfassung der Bodeneigenschaften würde eine bessere Bewertung der Bewässerungsvarianten unterstützen.

Ein Großteil der Arbeiterledigungskosten entfällt für Auf- und Abbau der Bewässerungsanlage. Für rationelle Arbeitsabläufe ist die Lauflänge des Gebindes ausschlaggebend. Insbesondere für die Bewässerungsgaben ist der Arbeitszeitbedarf betrieblich einzuplanen. Mit der Entwicklung von Spezialtechnik für Sägemüse ließen sich die Verfahrenskosten senken.

Für den Möhren- und Zwiebelanbau kann der Tropfschlauch *Streamline X 16080*, ein dünnwandiger und drucksensitiver Tropfschlauch, empfohlen werden. Die Performance der druckkompensierenden Tropfschläuche *Dripnet PC* ist deutlich schlechter, da Mehrkosten und ein erhöhter Arbeitsaufwand entstehen. Selbst bei ungünstiger Schlagtopografie ist kein zusätzlicher Nutzen der druckkompensierenden Tropfer erkennbar.

Tropfbewässerung bietet im ökologischen Feldgemüsebau Potential für das Auflaufen der Kultur. Mit dem Verfahren lässt sich der Keimwasserbedarf besonders wassersparend decken. Im weiteren Entwicklungsverlauf sollte bei begrenztem Zusatzwasserangebot der Fokus auf ertragsbildenden Stadien liegen, wobei Kulturspezifika zu beachten sind.

Zur Prüfung des Bewässerungsbedarfes sind praktikable Entscheidungshilfen wünschenswert. Bisher bietet umfängliche Praxiserfahrung größeren Mehrwert als Bodenfeuchtemessungen. Zukünftig sollte die Entwicklung praktikabler Bewässerungssteuerungslösungen fokussiert werden, welche heute aufgrund unzureichender Betriebssicherheit nicht in Betracht gezogen werden können.

Im Hinblick auf die verursachte Kunststoffemission von etwa 100 kg/ha ist das Verfahren respektive im Ökolandbau kritisch zu beurteilen. Das bestehende bundesweite Recyclingprogramm, welches die stoffliche Verwertung von Tropfschläuchen vorsieht, ist in Anbetracht des Potentials zum Recycling von Tropfschlauchmaterial aus reinem Polyethylen optimierungswürdig.

Schlussfolgerungen

Tropfbewässerung für den ökologischen Feldgemüsebau bietet technische und ökonomische Herausforderungen. Technik-Entwicklungen und Strategien zum Bewässerungsmanagement sind erforderlich, um einen optimalen Einsatz der Ressourcen Wasser und Arbeit zu erzielen. Flach unterirdisch verlegte Tropfschläuche bei Säukulturen bieten hinreichend Potential. Vorerst gilt es die Betriebssicherheit des Verfahrens zu erhöhen und das Verfahren den Anbauern zugänglicher zu gestalten.

Aufgrund des niederschlagsreichen Erhebungszeitraumes war der Bewässerungsbedarf begrenzt. Bei ausgeprägter Trockenheit wären deutlichere Ergebnisse zu Bestandeseentwicklung, Wassereffizienz und Leckageanfälligkeit zu erwarten. Nach bisherigen Erkenntnissen ist die Verwendung preisgünstigen Tropfschlauchmaterials für den Anbau von Möhren und Zwiebeln empfehlenswert.

Danksagung

Der Versuch im Rahmen einer Masterarbeit an der HNE Eberswalde (Schwab 2022) wurde von der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau im Rahmen des Projektes *Ressourcenschonende Bewässerung in Landwirtschaft und Gartenbau* gefördert. Ein besonderer Dank gilt dem Bioland-Betrieb Thomas Schwab für die Ermöglichung und Verwirklichung des Vorhabens.

Literatur

- Grafton R, Williams J, Perry C, Molle F, Ringler C, Steduto P, Udall B, Wheeler S, Wang Y, Garrick D, Allen R (2018): The Paradox of Irrigation Efficiency. *Science*, 361(6404): 748-750. doi: 10.1126/science.aat9314
- KTBL (2021): Landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft – Methoden der Zeiterfassung und der Arbeitsanalyse. *Unveröffentlichtes Manuskript*.
- Michel R, Sourell H (2014): Bewässerung in der Landwirtschaft: 65-90. ISBN: 978-3-86263-089-9.
- Schimmelpfennig S, Anter J, Heidecke C, Lange S, Röttcher K, Bittner F (2017): Bewässerung in der Landwirtschaft, Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg Thünen Working Paper 85: 11-22. Online verfügbar unter https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn059620.pdf (Zuletzt besucht am 05.09.2021).
- Schwab S (2021): Analyse und Optimierung des Verfahrens Tropfbewässerung im ökologischen Feldgemüseanbau. Masterarbeit. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde.
- Sourell H & Dirksmeyer W (2007): Landbauforschung Sonderheft 328: Wasser im Gartenbau Tagungsband zum Seminar am 9. Und 10. Februar 2009 im Forum des vTi in Braunschweig: 43-48. Online verfügbar unter <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/11217> (Zuletzt besucht am 12.09.2021).
- Umweltbundesamt (2020): Effiziente Bewässerungssysteme in der Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/effiziente-bewaesserungssysteme-in-der-0#--2> (Zuletzt besucht am 16.07.2021).
- Van Der Kooij S, Zwarteveen M, Boesveld H, Kuper M (2013): The Efficiency of Drip Irrigation Unpacked. *Agricultural Water Management*, 123(2013): 103-110. doi: 10.1016/j.agwat.2013.03.014.
- Venot J, Van Der Kooij S, Zwarteveen M, Boesveld H, Kuper M, Bossenbroek L, Wanvoeke J, Benouiche M, Errahj M, De Fraiture C, Verma S (2014): Beyond the Promises of Technology: a Review of the Discourses and Actors Who Make Drip Irrigation. *Irrigation and Drainage*, 63 (2): 186-194. doi: 10.1002/ird.1839.
- Zinkernagel J., Maestre-Valero J, Seresti S, Intrigolo D (2020): New Technologies and Practical Approaches to Improve Irrigation Management of Open Field Vegetable Crops. *Agricultural Water Management* 242(2020). doi: 10.1016/j.agwat.2020.106404.