

Tropfbewässerung bei Möhren



www.alb-bayern.de/bef14

Bewässerungsforum Bayern, Verfasser:

Selma Schwab
Thomas Schwab
Landwirtschaftsbetrieb Remlinger Rüben

Korbinian Bogner
Bioland Erzeugerring
Bayern e.V.

Foren der ALB Bayern e.V.

Die ALB ist neutral und handelt als Mittler und Bindeglied zwischen landwirtschaftlicher Praxis, Forschung, Umwelt, staatlicher Verwaltung, Gewerbe und Industrie.

Arbeitsblätter, Beratungsblätter, Praxisblätter, Infobriefe, Leitfäden und Fachinformationen werden in den Foren der ALB erarbeitet.

Die Foren, denen Fachleute der jeweiligen Sachgebiete angehören, sind Expertenausschüsse zum Informationsaustausch und zur Wissensvermittlung.

Foren der ALB Bayern e.V.:

- ▶ Bau Forum Bayern (BaF),
Leitung: Jochen Simon, LfL-ILT
- ▶ Bewässerungsforum Bayern (BeF)
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Biogas Forum Bayern (BiF),
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Landtechnik Forum (LaF),
Leitung: Dr. Markus Demmel, LfL

Partner



Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

Impressum

Herausgeber Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB), Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon 08161 / 887-0078

Telefax 08161 / 887-3957

E-Mail info@alb-bayern.de

Internet www.alb-bayern.de

1. Auflage 06/2023

© ALB Alle Rechte vorbehalten

Titelfoto Selma Schwab

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung.....	4
2. Anlagenplanung.....	4
3. Aufbau, Inbetriebnahme und Abbau.....	6
4. Bewässerungsmanagement / Bewässerungsbedarf.....	9
5. Verfahrenskosten.....	10
6. Bewertung des Verfahrens	10
7. Literatur	11

1. Einleitung

Dem Produktionsfaktor Wasser muss auch im Möhrenanbau ein steigender Wert zugeschrieben werden. Frühsommertrockenheit kann den Feldaufgang gefährden, anhaltende Hitze- und Trockenphasen können in fortschreitenden Wachstumsphasen den Ertrag und die Qualität beeinträchtigen. Für den Absatz über den Frischmarkt bieten sich durch diese klimatischen Veränderungen erschwerte Anbaubedingungen.

Tropfbewässerung ist im Möhrenanbau im deutschsprachigen Raum kaum verbreitet und lohnt sich bisher nur für Anbauer, die mit begrenztem Wasserdargebot wirtschaften müssen. Wenn die Wasserverfügbarkeit oder genehmigte Entnahmemengen nicht für Rohrberegnung oder Starkregner ausreichen, kann die Tropfbewässerung eine passende Alternative sein. Grund für das Einsparpotential des Verfahrens

sind geringere Verdunstungs- und Versickerungsverluste und eine exaktere Verteilgenauigkeit der Bewässerungsgaben. Positive Nebeneffekte sind zum einen der geringere Energieverbrauch. Zum anderen kann Tropfbewässerung grundsätzlich tagsüber betrieben werden, während vielerorts die Beregnung ausschließlich zwischen den Abend- und Morgenstunden gestattet ist.

Das hier beschriebene Bewässerungsverfahren bietet durch das flache Verlegen eine unmittelbare Nähe des Tropfschlauches zum Saatgut und damit eine besonders hohe Wassereffizienz. Im Folgenden sollen praktische Tipps für Planung und Umsetzung des Bewässerungsverfahrens Tropfbewässerung bei Möhren gegeben werden. Das Beratungsblatt dient als Entscheidungshilfe für das einzelbetriebliche Bewässerungsmanagement.

2. Anlagenplanung

Anbauverfahren und Lage des Tropfschlauches

Wie typisch für den Frischmarkt werden Möhren mit Tropfbewässerung auf Dämmen in Doppelreihe angebaut. Zwischen einer Doppelreihe von 7 cm werden die Tropfschläuche in einer Tiefe von 3 cm mittig verlegt. In Abb. 1 ist die Lage des Tropfschlauches schematisch dargestellt. Das Einbringen der Tropfschläuche in den Boden erfolgt in einem Arbeitsschritt mit der Aussaat. Vor der Ernte werden die Tropfschläuche entnommen.

Tropfschlauch

Für Möhren werden dünnwandige einjährige Tropfschläuche gewählt. Der Betriebsdruck liegt zwischen 0,5 und 1,5 bar. Mehrwegschläuche oder solche mit druckkompensierenden Tropfern kommen für das betrachtete Verfahren nicht infrage, da deutliche Mehrkosten keinem erkennbaren Nutzen gegenüberstehen.

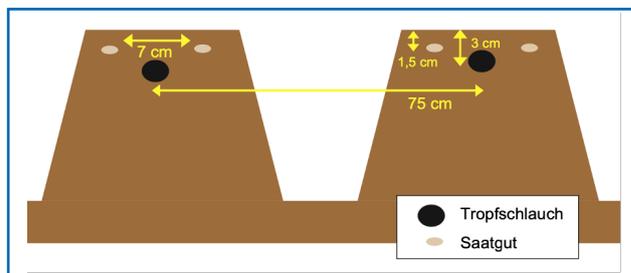


Abb. 1: Position von Tropfschlauch und Saatkörnern, Zeichnung: Dammquerschnitt, Quelle: S. Schwab

Für den Anbau von Reihenkulturen wie Möhren sind Tropferabstände von 15 bis 30 cm passend. Zudem ist die vorherrschende Bodenart zu beachten. Je toniger bzw. schwerer der Boden, desto höher ist die Wasserhaltefähigkeit und auch die horizontale Verteilung der Feuchtigkeit unterhalb einer Tropfstelle.

Je sandiger bzw. leichter der Boden, desto schwächer wirken kapillare Kräfte und der Tropferabstand sollte enger gewählt werden.

Anhand der so genannten Bewässerungszwiebeln (Abb. 2) ist das Prinzip gezeigt. Die Ausflussrate der Tropfer variiert je nach Produkt zwischen 0,2 bis 1,2 l/h. Die Abstimmung von Tropferabstand und Ausflussrate der Tropfer erzielt die gleichmäßige Durchfeuchtung entlang der Reihe. Nach der Bewässerung sollte sowohl direkt am Tropfer als auch mittig zwischen den Tropfern der Boden feucht sein.

Die maximale Verlegelänge eines Tropfschlauches ist abhängig vom Tropferabstand und der Ausflussrate und liegt bei 200 m (Netafim Streamline X 16080, 30 cm Tropferabstand ,0,72 l/h Ausflussrate je Tropfer).

Filter

Vor die Querleitung ist immer ein Filter geschaltet, da die Tropfer zu Verstopfung durch im Wasser mitgeführte Partikel neigen. Je nach Wasserqualität ist die Filterart zu wählen. Generell bieten Scheibenfilter (Bild 1) eine große Filteroberfläche. Selbstreinigende Filter ersparen das regelmäßige Tauschen und Reinigen der Filterelemente. Sinnvoll ist das Anbringen von Manometer und Druckminderer nach dem Filter.

Anlagendesign

Die Querleitung sollte nicht am Feldrand liegen, sondern im Schlag (Bild 1). Tropfschläuche werden dann mit T-Verbindern angeschlossen. Ein Anschluss in der Feldmitte ermöglicht eine Verdopplung der Verlegelänge des Tropfschlauches. Ein weiterer Grund für die Lage der Querleitung im Schlag ist die Notwendigkeit eines rechten Winkels zwischen Tropfsystem und Querleitung. Zudem fällt es im Schlag leichter, den Bereich um die Querleitung frei von Unkraut zu halten.

Bei einem Schlag im hügeligen Gelände müssen beim Anlagendesign zusätzlich die Druckverhältnisse im Tropfsystem berücksichtigt werden. Mit der optimalen Lage der Querleitung innerhalb des Höhenprofils und dem Eingangsdruck in die Bewässerungsanlage können diese weitestge-

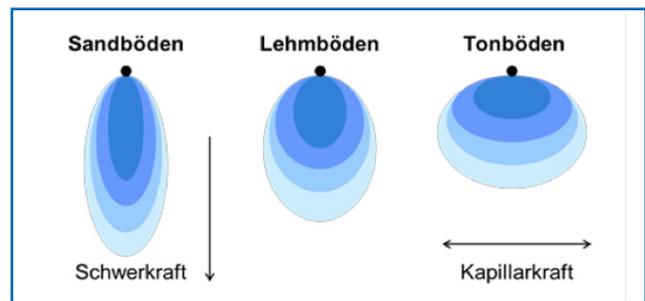


Abb. 2: Wasserverteilung unterhalb eines Tropfers in Abhängigkeit der Bodenart (Müller & Ebertseder 2020)



Bild 1: Komponenten einer Tropfbewässerungsanlage für Möhren - Zuleitung, Doppelscheibenfilter, Querleitung (Netafim FlexNet) und Tropfsystem, Quelle: S. Schwab

hend gesteuert werden. Grundsätzlich können Kuppen, Senken oder Gefälle auch mit drucksensitiven Tropfschläuchen überwunden werden. Im Gefälle nimmt der Druck bei einem Höhenunterschied von 1 m um 0,1 bar zu. So kann grob überschlagen werden, wo die Querleitung liegen sollte und welcher Eingangsdruck gewählt wird, damit am höchsten bzw. niedrigsten Punkt der Anlage akzeptable Betriebsdrücke zustande kommen. Auf diese Weise ist die Wasserabgabe entlang der Tropfschläuche zwar nicht exakt aber für den praktischen Einsatz meist ausreichend gleichmäßig.

Über die Eigenschaften von Filter und Tropfschlauch lässt sich die realisierbare Fläche bestimmen. Ausschlaggebend ist die gesamte Ausflussrate des Tropfsystems und die maximale Durchflussmenge des Filters pro Zeiteinheit.

Anhand von zwei Beispielen ist im Infokasten die einfache Berechnung dargestellt. Sind Schläge größer als die errechnete realisierbare Fläche, sollte sinnvoll in mehrere Segmente unterteilt werden.

BERECHNUNG DER MAXIMAL MÖGLICHEN GRÖSSE EINER TEILFLÄCHE

Beispiel: Durchflussrate Arkal Doppelscheibenfilter max. 50 m³/h, Netafim Streamline X 16080 mit wahlweise 0,72 l/h Tropferausfluss und 0,3 m Tropferabstand, 0,75 m Reihenabstand

Lösungsansatz, 1. Schritt: Aus wie viel Meter Schlauch treten 50 m³ Wasser pro Stunde aus?
 $x / 50 \text{ m}^3/\text{h} = 0,3 \text{ m} / 0,72 \text{ l/h} \rightarrow x = 0,3 \text{ m} \times 50 \text{ m}^3/\text{h} / 0,00072 \text{ m}^3/\text{h} = 20.833 \text{ m Tropfschlauch}$

2. Schritt: Auf welcher Fläche liegen 20.833 Meter Tropfschlauch?
 $x / 20.833 \text{ m} = 0,75 \text{ m}^2 / 1 \text{ m Tropfschlauch}$
 $x = 20.833 \text{ m} / 1 \text{ m} \times 0,75 \text{ m}^2 = 15.625 \text{ m}^2 \sim 1,5 \text{ ha}$

Ergebnis: Eine zu bewässernde Teilfläche darf maximal 1,5 ha groß sein.

3. Aufbau, Inbetriebnahme und Abbau

Aussaat und Verlegen der Tropfschläuche

Die Aussaat und das Verlegen der Tropfschläuche in den Boden erfolgen in einem Arbeitsgang. Eine pneumatische Einzelkornsämaschine mit Verlegeeinheit für Tropfschläuche bietet der Hersteller Agricola. Auch einzelbetriebliche Lösungen aus Eigenbau sind denkbar (Bild 2). Die zuverlässige Tiefenablage der Schläuche ohne Beeinträchtigung der unmittelbar folgenden Saatgutablage gelingt mithilfe eines schmalen Verlegeschars, welches parallelogrammgeführt ist. Eine GPS-Steuerung des Anbaugeräts ist empfehlenswert.

Installation der Anlage

Nach Aussaat und Verlegen der Tropfschläuche sollte die Anlage direkt installiert und in Betrieb genommen werden. Mit einer Schaufel wird eine Furche für die Querleitung gezogen. Diese gleicht die Höhenunterschiede zwischen Damm und Zwischendamm bzw. Fahrspur aus. Die Höhenanpassung und der rechtwinklige Anschluss



Bild 2: Gemüsesämaschine mit Verlegeeinheit für Tropfschläuche aus Eigenbau, Quelle: S. Schwab

der Querleitung erleichtern die Überfahrten zu Pflegearbeiten. Der Anschluss der Querleitung erfolgt durch zwei Personen. Am Reihenende können die Tropfschläuche mit einem Knoten verschlossen werden.

Bewässerungsbetrieb

Zum Betreiben der Anlage sind immer Kontrollen der Druckverhältnisse und auf eventuelle Leckagen notwendig. Nach Inbetriebnahme der Anlage empfiehlt es sich, zuerst die Anschlüsse an die Querleitung auf Leckagen zu prüfen und anschließend die Schlagenden abzulaufen. Am Schlagende können stichprobenartig die Druckverhältnisse im Tropfschlauch mittels Fingerprobe abgeschätzt werden. Ist ein verstellbarer Druckminderer im Anschluss an den Filter vorhanden, kann der Eingangsdruck gegebenenfalls nachjustiert werden.

Das Personal trägt stets Verbinder und etwas Schlauchmaterial zum Ausbessern bei sich. Leckagen machen sich meist durch kleine Fontänen bemerkbar. Je nach austretender Wassermenge muss entschieden werden, ob die Leckage repariert wird. Bei zu erwartender Druckminderung durch die Leckage wird zwingend ausgebessert und die Stelle anschließend mit Erde bedeckt.

Leckagen

Leckagen sollten für einen wassersparenden Umgang vermieden werden. Ursachen für Leckagen an Tropfschläuchen können sein:

- ▶ maschinelle Überfahrten der Querleitung
- ▶ Methoden zur Unkrautregulierung: mechanische Unkrautregulierung maschinell oder mit Handhacke, Abflammen im Vorauflauf
- ▶ Wild, Vögel, Mäuse, Drahtwurm

Erfahrungsgemäß ist die größte Betriebssicherheit gegeben, wenn das Schlauchmaterial verlässlich mit Erde abgedeckt, also von außen unsichtbar, ist. Einige weitere vorbeugende Maßnahmen können ein hohes Aufkommen von Leckagen verhindern:

Da die Anschlüsse an die Querleitung durch vermehrtes Heben und Senken besonders anfällig sind, haben sich robuste Anschlusselemente bewährt. Diese (Bild 3) bestehen aus einem T-Ver-

binder und beidseitig ca. 15 cm langen Stücken dickwandigen Tropfschlauchs (Wandstärke 25 mil.). Die Anschlusselemente müssen vorgefertigt werden und sind wiederverwendbar.

Bei der Überfahrt mit der Hackmaschine wird beim Überfahren der Querleitung das Anbaugerät selbstverständlich ausgehoben. Die händische Beikrautregulierung sollte zwischen der Doppelreihe möglichst nicht mit spitzen Arbeitsgeräten (Handhacke, Jätmesser) erfolgen. Empfehlenswert ist der Einsatz eines Jätefliegers. Das Personal zupft dann Unkraut von Hand aus oder arbeitet mit Jätefäusten, bei denen mithilfe eines Drahtes die Pflanzen von der Bodenoberfläche abgeschabt werden. Eine Bewässerungsgabe vor dem Jäten kann den Arbeitszeitbedarf deutlich verringern und gleichzeitig den Erfolg der Maßnahme erhöhen.

Beim Abflammen der Kultur im Vorauflauf können Leckagen an oberflächlich sichtbarem Tropfschlauchmaterial durch Hitzeeinwirkung entstehen. Vor dem Abflammen ist zu prüfen, dass der Tropfschlauch zuverlässig mit Erde bedeckt ist. Zum Schutz der Querleitung beim Abflammen hat sich eine Abdeckung mit stabilem Kompostvlies bewährt. Das Ausheben und Abschalten des Abflammgeräts ist bei der Überfahrt der Querleitung trotzdem notwendig.



Bild 3: Vorgefertigte stabile Verbindung an der Querleitung, bestehend aus T-Verbinder und ca. 15 cm langen dickwandigen Schlauchmaterials, Quelle: S. Schwab



Bild 4: Tropfschlauchentnahme bei Möhren mit Technik von Andros Engineering, Quelle: S. Schwab

Tropfschlauchentnahme und -bergung

Für die Entnahme der Tropfschläuche vor der Ernte eignet sich zum Beispiel ein vierreihiges Entnahmegeräte von Andros Engineering (Bild 4). Insbesondere bei Lagermöhren mit zunehmend instabilem Laub besteht die Gefahr, dass dieses durch die Überfahrt mit Pflegebereifung beschädigt wird. Erhöhte Ernteverluste können die Folge sein. Statt einer maschinellen Tropfschlauchentnahme kann die Arbeit von Hand in Erwägung gezogen werden, welche deutlich schonender für den Bestand aber personalaufwendig ist. Das Schlauchmaterial wird vom Feldrand aus zu kompakten Rollen aufgewickelt. Wickeltechnik bietet auch hier die Firma Andros Engineering.

Wiederverwendbarkeit der Anlagenkomponenten

Da es sich bei den Tropfschläuchen um Einwegmaterial handelt, sind diese nach der Entnahme zu entsorgen. Die letzten Jahre haben sich Systeme zur Erfassung und Verwertung von sortenreinen Kunststoffen aus landwirtschaftlicher Verwendung entwickelt. Dabei fallen Kosten von 90 €/t an (Stand 11/2022), wobei mit ca. 150 kg Schlauchmaterial pro ha zu rechnen sind. Die Querleitung und sämtliche Verbinder können mehrjährig verwendet werden. Sinnvoll ist eine grobe Reinigung vor der Einlagerung über den Winter. Das Spülen der Querleitung vor dem ersten Betrieb der Anlage im kommenden Jahr ist zu empfehlen.

4. Bewässerungsmanagement / Bewässerungsbedarf

Zum verlässlichen Auflaufen der Kultur sollte nach Verlegung und Installation der Anlage schnellstmöglich die erste Bewässerung stattfinden, sofern keine nennenswerten Niederschlagsmengen zu erwarten sind. So können ein gleichmäßiger Feldaufgang und eine optimale Bestandsdichte erzielt werden. Im Gegensatz zu einer Überkopf-Auflaufberegnung besteht keine Verschlammungsgefahr. Jedoch ist der Zeitraum der Wassergaben bei Möhren begrenzt, weil ein Risiko für Schäden an der Keimwurzel besteht.

Als Richtwert gilt das Bewässern bis etwa zehn Tage nach Aussaat (vor Erreichen des Keimblattstadiums). Danach sollte bis zum Vierblattstadium pausiert werden. Andernfalls können Keimwurzeln durch die Ausdehnung des Tropfschlauches bei der Füllung mit Wasser verletzt werden (Bild 5). Dies verursacht Verluste in der Bestandsdichte und Qualitätseinbußen. Je nach Bodenart und Feuchtigkeitsgehalt kann das Schadausmaß variieren. Zur Auflaufbewässerung sind zwei bis drei Bewässerungsgaben sinnvoll. Die erste Gabe zur Keimung, die zweite und ggf. dritte Gabe zur Vermeidung von Krustenbildung auf der Bodenoberfläche und zur Förderung des Auflaufens der Keimlinge.

Im weiteren Verlauf der Bewässerungssaison sollten vor allem Trocken- oder Hitzephasen ausgeglichen und Wasserstress vorgebeugt werden. Im Jugendstadium ist der Bewässerungsbedarf bei Möhren eher gering. In der Phase des Ertragszuwachses ab bleistiftdicken Wurzeln ist die Wasserversorgung im Rahmen des verfügbaren Wasserdargebots sicherzustellen. Bei lehmigen Böden genügt ein Abstand von 7 Tagen zwischen den Bewässerungsgaben und eine Wassergabe von 9 mm/ha. Bei extremer Hitze sollte häufiger bewässert werden, etwa alle 4 Tage. Leichtere Böden erfordern häufigere und kleinere Gaben.

Insbesondere ab Bestandsschluss kann beobachtet werden, dass sich die Feuchtigkeit im Damm gut hält. Bei trockener Witterung zur



Bild 5: Auflaufbewässerung zum falschen Zeitpunkt kann zur Beschädigung der Keimwurzel führen. Geschädigte Pflanzen bleiben im Wuchs zurück und bilden später beinige Möhren, Quelle: S. Schwab

Ernte ist eine Bewässerungsgabe für verbesserte Rodebedingungen empfehlenswert. Der Arbeitszeitbedarf für Tropfschlauchentnahme und Deinstallation der Anlage ist dann allerdings unmittelbar vor der Ernte einzuplanen.

Der Zusatzwasserbedarf variiert stark in Abhängigkeit von Standort und Jahr. Gemäß einer Studie der Hochschule Geisenheim ist z.B. für die Region Nürnberg bei Spätmöhren, lehmige Böden, mit einem Zusatzwasserbedarf über die gesamte Wachstumsperiode hinweg in Höhe von maximal 155 mm zu rechnen. Laut Bewässerungs-App lag der jährliche Zusatzwasserbedarf bei Spätmöhren, Region Nürnberg, im Mittel der Jahre 2013 bis 2022 bei 95 mm und schwankte zwischen 25 mm (2021) und 203 mm (2022).

5. Verfahrenskosten

Tropfbewässerung ermöglicht Einsparungen beim Wasserverbrauch im Vergleich zu üblichen Beregnungsverfahren. Demgegenüber stehen hohe Kosten für Spezialtechnik, Tropfschlauchmaterial und Arbeitszeitbedarf. Für die Beschaffung der Technik ist es unabdingbar, die Frühbezugskonditionen der Händler zu nutzen. Die Listenpreise der Tropfschlauchhersteller sind nicht repräsentativ und bleiben in der folgenden Berechnung unberücksichtigt. Die dargestellten Verfahrenskosten beziehen sich auf den Zeit-

punkt 10/2021, den Tropfschlauch Netafim Streamline X 16080 (Tropferabstand 30 cm, Ausflussmenge 0,72 l/h) und 10 Bewässerungsgaben. Unter den Verfahrenskosten sind Lohnkosten und Maschinenkosten (inklusive der Kosten für Schlauchmaterial) zusammengefasst. Kosten für die Wasserbereitstellung sind nicht inbegriffen.

- ▶ Kosten Schlauchmaterial: 566 €/ha
- ▶ Arbeitszeitbedarf: 24 Akh/ha*a
- ▶ Verfahrenskosten: 1.760 €/ha*a

6. Bewertung des Verfahrens

Funktionssicherheit und technische Entwicklung der Tropfbewässerung für Sägemüse sind zu verbessern, damit sich das Verfahren bei Möhren weiter in der Praxis etabliert. Aktuell sind vereinfachende Lösungen wie beispielsweise die Automatisierung des Bewässerungsbetriebs oder praxistaugliche Entscheidungshilfen bezüglich Bewässerungszeitpunkt und -menge nicht an die Tropfbewässerung angepasst.

Außer Frage steht die hervorragende Eignung des Verfahrens zur Auflaufbewässerung. Optimale Bestandsdichten können erzielt werden, indem die Bewässerung Keimung und Feldaufgang unter idealen Bedingungen ermöglicht. Von Vorteil ist die unmittelbare Nähe zwischen Saatgut und Tropfschlauch, welche bedarfsgenaue Wassergaben bei minimalen Verlusten ermöglicht. Das ermöglicht Wassereinsparungen vor allem zu Beginn der Kulturphase. Tropfbewässerung eignet sich daher bei Möhren zum Erzielen von gleichmäßigen, marktfähigen Qualitäten und zur Ertragssicherung bei begrenztem Zusatzwasserdargebot (Bild 6). Aufgrund standortabhängiger Wasserknappheit wegen des klimawandelbedingten, rückläufigen Wasserdargebots wird die Tropfbewässerung zukünftig an Bedeutung gewinnen. Unter Berücksichtigung von steigenden Kosten und knapperer Verfüg-



Bild 6: Links - Möhren ohne Bewässerung: inhomogenere Qualitäten bei geringerer Laubentwicklung, rechts - Möhren mit Tropfbewässerung: höherer Ertrag, gleichmäßiger und gerader Wuchs, Quelle: S. Schwab

barkeit der Ressource Wassers ist einzelbetrieblich zu klären, inwiefern sich Tropfbewässerung bei Möhren lohnt.

7. Literatur

- ▶ Michel R., Sourell H. (2014): Bewässerung in der Landwirtschaft: 65-90. ISBN: 978-3-86263-089-9.
- ▶ Müller M., Ebertseder F. (2020): Beratungsblatt - Bodenart und Verteiltechnik bezogene Kennzahlen. Online verfügbar unter www.alb-bayern.de/bef3 (Zuletzt besucht am 31.01.2023).
- ▶ Schimmelpfenning 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 31.01.2023).
- ▶ Schwab, S. (2021): Analyse und Optimierung des Verfahrens Tropfbewässerung im ökologischen Feldgemüseanbau. 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 31.01.2023).
- ▶ 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.
- ▶ Zinkernagel J., Maestre-Valero J., Seresti S., Intrigiolo 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.
- ▶ Zinkernagel J., Weinheimer S., Mayer N. (2017): Wasserbedarf von Freilandgemüsekulturen. Hochschule Geisenheim



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und
Landwirtschaftliches Bauwesen (ALB)
in Bayern e.V.
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon	08161 / 887-0078
Telefax	08161 / 887-3957
E-Mail	info@alb-bayern.de
Internet	www.alb-bayern.de