

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Projektträger Bundesanstalt
für Landwirtschaft und Ernährung



Hochschule
Geisenheim
University



Kompetenz für Landwirtschaft
und Gartenbau



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Effiziente Bewässerung im Gemüsebau

Modellvorhaben

„Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik
und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“

Impressum

Herausgeber und Redaktion

Hochschule Geisenheim, Institut für Gemüsebau
Prof. Dr. Jana Zinkernagel, Jürgen Kleber
Von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim



Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Geschäftsbereich Landwirtschaft, Sachgebiet Beregnung
Ekkehard Fricke, Andreas Meyer
Johannssenstr. 10, 30159 Hannover



Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Dr. Gotthard Schaumberg
Schloss Eichhof, 36251 Bad Hersfeld
Dr. Sandra Kruse, Ralph Scheyer
Bildungs- und Beratungszentrum Griesheim
Pfüthenstraße 67, 64347 Griesheim



Projekträger

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Deichmanns Aue 29, 53179 Bonn

Stand

Mai 2017

Gestaltung

Dr. Ernst-August Hildebrandt, freier Agrarjournalist, Fritzlar
Jennifer Kolling, Calden

Bild- und Textnachweis

Die Fotos und Texte wurden von den am Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“ beteiligten Personen bzw. Institutionen freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Druck

Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden

Projektförderung

Gefördert wurde das Vorhaben aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Die Förderung und administrative Begleitung erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

Diese Broschüre wird kostenlos herausgegeben. Sie darf nicht im Rahmen von Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.ble.de

Inhalt

Vorwort.....	3
Das Modell- und Demonstrationsvorhaben.....	4
„Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“	5
Projektkoordination und Projektbetreuung	7
Möglichkeiten zur Verbesserung der effizienten Bewässerung.....	9
Pumpen.....	10
Rohrleitungen	11
Optimierung des Bewässerungssystems	13
Die Demonstrationsbetriebe	18
Henning Holste, Martfeld	20
Jürgen Kramer, Hassel	22
Henning Meyer, Immensen	24
Ulrich Dörrheide, Altendorf.....	26
Ulrich Elbers, Nettelkamp.....	28
Jan Bokelmann, Räderloh.....	30
Werner & Andreas Ewald GbR, Trebur.....	32
Albert Kunna Gartenbau, Frankfurt am Main	34
Betriebsgemeinschaft Ludwig, Griesheim.....	36
Danuta & Dieter Schenck, Frankfurt am Main	38
Kärcher & Ruhstorfer GbR, Griesheim	40
Richard Ohmer, Rheinzabern.....	42
Wissens- und Erfahrungstransfer in die Praxis.....	45
Die Feld- und Hoftage	46
Vorträge, Veröffentlichungen und Veranstaltungen der Jahre 2013 bis 2016	49
Fazit und Zusammenfassung	54



Vorwort

Mit dieser Broschüre legt Ihnen ein Projektteam von Bewässerungsspezialisten und -beratern aus Niedersachsen und Hessen die Ergebnisse eines Modellvorhabens vor, das von 2012 bis 2016 in insgesamt 12 Demonstrationsbetrieben der gemüsebaulichen Praxis durchgeführt wurde.

Der Grundstein für das Projekt wurde schon 2009 mit dem Statusseminar „Wasser im Gartenbau“ am Thünen-Institut Braunschweig gelegt. Die Initiative dazu ging vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) aus. Durch das Statusseminar sollte geklärt werden, ob und ggf. in welchem Ausmaß der viel diskutierte Klimawandel jetzt oder in der Zukunft einen Einfluss auf Wasserangebot, -bedarf und -einsatz im Gartenbau hat. Nach der Auswertung des Seminars wurde vom Referat 515 (Gartenbau/Landschaftsbau) des BMELV der Wunsch geäußert, ein Konzept für die Verbesserung der deutlich gewordenen Defizite in der Anwendung effizienter Bewässerungstechnik und im Beregnungsmanagement in den Gartenbaubetrieben aufzuzeigen. Die Antragsbegleitung und Durchführung des Projektes lag dann in der Hand der Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (BLE), Bonn.



Ziel des Vorhabens war es, in den Betrieben individuelle Verbesserungen des Bewässerungsmanagements und der Bewässerungstechnik zu etablieren und damit einen Beitrag zum Ressourcenschutz durch effizientere Wasser- und Energienutzung zu leisten. Die teilnehmenden Betriebe erfüllen dabei eine „Leuchtturmfunktion“ und sollen interessierten Betriebsleitern mit ähnlichen Voraussetzungen nachahmenswerte Beispiele bieten. Die beratungstechnische Umsetzung erfolgt durch die ländereigene Officialberatung, der an dieser Stelle herzlich gedankt sei.

Das öffentliche Interesse für dieses Modellvorhaben resultiert daraus, dass ein verantwortungsvoller und effizienter Umgang mit der Ressource Wasser von Landwirtschaft und Gartenbau verlangt wird. Während der Projektlaufzeit wurde die Öffentlichkeit durch Vorträge und Veröffentlichungen zahlreich informiert, aber vor allem Hofseminare und Feldtage auf den mitarbeitenden Betrieben wirkten als Multiplikatoren für die Berufskollegen. Den 12 Betriebsleitern sei an dieser Stelle ausdrücklich für ihren Einsatz und ihre Hilfsbereitschaft gedankt, denn ohne ihre Mitarbeit könnten solche Projekte nicht durchgeführt werden.

Dr. Heinz Sourell, Schwülper im Mai 2017
(Mitglied des Projektrates)

Das Modell- und Demonstrationsvorhaben





Die regionale Verteilung der Modellbetriebe in Niedersachsen und Hessen/Rheinland-Pfalz:

1. Henning Holste, Martfeld
2. Jürgen Kramer, Hassel
3. Henning Meyer, Immensen
4. Ulrich Dörrheide, Altendorf
5. Ulrich Elbers, Nettelkamp
6. Jan Bokelmann, Räderloh
7. W. und A. Ewald G.b.R., Trebur
8. Albert Kunna, Frankfurt
9. Betriebsgem. Ludwig, Griesheim
10. D. und D. Schenck, Frankfurt
11. Kärcher und Ruhstorfer G.b.R., Griesheim
12. Richard Ohmer, Rheinzabern

„Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“

In Deutschland werden rund 560.000 ha der landwirtschaftlich genutzten Fläche beregnet. Schwerpunkte bilden dabei Regionen mit unterdurchschnittlicher Wasserversorgung durch Klima und Standort im zentralen und östlichen Niedersachsen und im hessischen Ried sowie benachbarten Rheinland-Pfalz. Aufgrund klimatischer Veränderungen ist davon auszugehen, dass künftig mit einem Anstieg der Beregnungsflächen und des Beregnungsbedarfs zu rechnen ist.

Das Modellvorhaben „Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“ wurde ins Leben gerufen, um einen Beitrag zur Entwicklung einer nachhaltigen Strategie zum Schutz des Grundwassers und dessen Nutzung zu leisten. Durch die Verbesserung der Bewässerungstechnik und der Bewässerungssteuerung sollen die Ressourcen Wasser, Energie und Arbeit effizienter genutzt werden und dabei gleichzeitig gute Qualitäten und hohe Erträge gesichert werden. Sachgerechte Strategien des Bewässerungsmanagements verfolgen darüber hinaus das Ziel, Überbewässerung zu vermeiden, um eine bewässerungsbedingte Sickerwasserbildung und damit verbundene Stoffeinträge ins Grundwasser zu verhindern.

Durch intensive Beratung von je sechs Betrieben in Anbauregionen mit intensiver Bewässerung von Freilandgemüse in Niedersachsen und Hessen/Rheinland-Pfalz sollte im Modellvorhaben individuel-



les Wissen und Erfahrungen in der Praxis gesammelt werden, um darauf aufbauend eine bedarfsgerechte Bewässerungssteuerung nach neuesten Erkenntnissen umzusetzen. Dabei sollten der optimale Zeitpunkt der Bewässerung sowie effiziente Einzelgaben bestimmt werden. Eine weitere Aufgabe bestand darin, die Praktiker mit Modellen der klimatischen Wasserbilanz vertraut zu machen oder zur Nutzung von Sensoren zur Bodenfeuchtemessung anzuregen. Außerdem war zu prüfen, welche technischen Möglichkeiten im jeweiligen Betrieb zur effizienteren Wasser- und Energienutzung ratsam sind. Im Rahmen von Hofseminaren wurden Ergebnisse der Umsetzung dieser Verfahren der Bewässerungssteuerung interessierten Betriebsleitern der Region vermittelt, um eine Etablierung bedarfsgerechter ressourcenschonender Bewässerung in der Praxis zu erreichen.

Insbesondere unter den sich ändernden klimatischen Bedingungen, ist die Bewässerung im Freilandgemüsebau als Instrument zur Sicherung guter Qualität und hoher Erträge weiter zu entwickeln.

Um diese Ziele zu erreichen, war eine exzellente Betreuung und Beratung zur Bewässerung der am Modellvorhaben teilnehmenden Betriebe erforderlich, welche weit über das übliche Maß hinausging. Der Einsatz der Spezialberater wurde durch Bewässerungsexperten der zuständigen Dienststellen der Länder (Landwirtschaftskammer Niedersachsen und Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen) sowie der Hochschule Geisenheim unterstützt. Im Rahmen der Beratungsaktivitäten wurde auch in je einem Betrieb pro

Beratungsregion in effiziente Bewässerungsanlagen und Bewässerungssteuerungen investiert. Die Inbetriebnahme und die Betreuung dieser neuen Techniken wurden begleitet und auf ihre Effizienz überprüft.

Den rechtlichen Rahmen bilden auf nationaler Ebene das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz, kurz: WHG) und auf europäischer Ebene die Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie, kurz: WRRL) zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Die WRRL sieht gemäß Artikel 1b vor, eine nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen zu fördern. Vorrangig ist laut Artikel 1a die Umsetzung des Schutzes und der Verbesserung des Zustandes aquatischer Ökosysteme und des Grundwassers.



Kopfstation mit Düngerdosierung bei einer Tropfbewässerung von Zucchini

Projektkoordination und Projektbetreuung

Projektkoordination
Hochschule Geisenheim University



Dipl.-Ing. (FH)
Jürgen Kleber



Prof. Dr.
Jana Zinkernagel

Projektbetreuung Hessen und Rheinland-Pfalz
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen



M.Sc. agr.
Ralph Scheyer

Dr. Sandra Kruse

Dr. Gotthard
Schaumberg

Projektbetreuung Niedersachsen
Landwirtschaftskammer Niedersachsen



M.Sc. agr.
Anja Gerstenkorn

Dipl.-Ing. agr.
Ekkehard Fricke

M.Sc. agr.
Andreas Meyer

Das Modellvorhaben wurde vom Institut für Gemüsebau der Hochschule Geisenheim unter Leitung von Prof. Dr. Jana Zinkernagel und Diplomgartenbauingenieur Jürgen Kleber koordiniert. Zusätzlich unterstützte die Hochschule Geisenheim die Projektbetreuer in den beiden Modellregionen durch wissenschaftliche Begleitung und Umsetzung der individuellen und regionalspezifischen Lösungsstrategien zur Verbesserung der Bewässerungs- und Energieeffizienz.

Die Projektbetreuer Dipl.-Ing. agr. Ekkehard Fricke und M.Sc. agr. Andreas Meyer für Niedersachsen (2012 bis 2014 M.Sc. agr. Anja Gerstenkorn) und Dr. Gotthard Schaumberg, Dr. Sandra Kruse und M.Sc. agr. Ralph Scheyer für Hessen und Rheinland-Pfalz erstellten jährliche Aktionsplanungen sowie Arbeits- und Zeitpläne für jeden der beteiligten Demonstrationsbetriebe und begleiteten die Betriebe bei der Umsetzung. Über die Maßnahmen und Ergebnisse wurde jeweils zum Jahresende berichtet. Darüber hinaus wurden gezielte Aktionen zur Öffentlichkeitsarbeit durch Hof- und Feldtage wie Feldbesichtigungen organisiert und interessierte Landwirte der näheren und weiteren Umgebung informiert. Zusätzlich wurden in einschlägigen Fachzeitschriften Beiträge zum Projekt und den Demonstrationsbetrieben publiziert.

Projektkoordination und Projektbetreuung konnten erfolgreich gestaltet werden, weil:

- die Betriebsleiter dem Projekt gegenüber sehr aufgeschlossen und interessiert waren
- die Betriebe durch intensive Beratung und Betreuung ihr betriebsindividuelles Bewässerungssystem finden konnten
- eine schnelle Entwicklung im Bereich der „intelligenten“ Bewässerung (Einsparpotentiale im Bereich Energie und Arbeitszeit) umgesetzt werden konnte
- die Projektbetreuer bei der Durchführung von Messungen zu Energieverbrauch und Wasserverteilung bereitwillig unterstützt wurden
- Vergleiche neuer Bewässerungssteuerungen mit der betriebsüblichen Berechnung ermöglicht wurden
- eine erfolgreiche Öffentlichkeitsarbeit durch Hof- und Feldtage gemeinsam mit den Demonstrationsbetrieben durchgeführt werden konnte.

Die Mitarbeiter des Projektes danken den beteiligten Demonstrationsbetrieben für ihre Mitwirkung und wünschen sich eine weite Verbreitung der Erkenntnisse und Ergebnisse aus diesem Projekt in Gartenbau und Landwirtschaft. Denn der effiziente Wassereinsatz sowie die Erhaltung und Verbesserung der Wasserqualität sind als wichtige Zukunftsaufgaben zu sehen.



Möglichkeiten zur Verbesserung der effizienten Bewässerung



Die beteiligten Demonstrationsbetriebe wiesen, durch die teilweise Nutzung nicht optimierter Bewässerungssysteme, zum Teil nennenswerte Potentiale zur Energieeinsparung auf. Einsparungspotentiale ergeben sich bei bestehenden Bewässerungsanlagen oft durch die Verringerung von Druckverlusten. Diese können bereits durch kleine Veränderungen oder den Austausch von Komponenten erreicht werden. Die damit verbundene Optimierung verringert den Energieeinsatz und die Kosten im Betrieb. So refinanzieren sich Investitionen in moderne Beregnungstechnik in der Regel durch die Energieeinsparung innerhalb kurzer Zeit. Die Beratung durch die Projektteams setzte an den Potentialen zur Energieeinsparung der Demonstrationsbetriebe an, um entsprechende Verbesserungsvorschläge zu erörtern und umzusetzen. Dabei sollten zur Finanzierungshilfe auch Förderprogramme genutzt werden.

Wie effizient und damit ökonomisch der Betrieb von Bewässerungsanlagen ist, wird maßgeblich durch das Zusammenwirken der wesentlichen Bauteile einer Bewässerungsanlage – Pumpen, Rohrleitungen, Bewässerungssysteme – bestimmt.

Pumpen

Erfahrungen zeigen, dass etwa 85 % der Betriebskosten einer Pumpenanlage auf die Energiekosten entfallen. Die restlichen 15 % sind der Abschreibung des Kaufpreises und dem Service zuzuordnen. Die Leistungsdaten einer Pumpe müssen auf die Bewässerungsanlage abgestimmt sein, um effizient als System zu funktionieren. Folgende Punkte beim Betrieb einer Pumpenanlage können einen erhöhten Energieverbrauch verursachen:

- die Pumpe ist größer ausgelegt als es für die vorhandene Beregnungsanlage erforderlich ist
- sie wird mit fester Drehzahl betrieben, obwohl die Fördermenge und der Druck im System variabel sind
- der Pumpenmotor ist ineffizient und entspricht nicht den neuesten gesetzlichen Anforderungen an die Energieeffizienz
- die Pumpe ist verschlissen und bringt somit bei gleichem Energieverbrauch weniger Pumpenleistung
- durch ungünstige Installation steigen die Widerstände im System

Bei dauerhaftem Pumpenbetrieb mit einem Druck oder einem Volumenstrom, welcher außerhalb des vom Hersteller angegebenen Optimalbereichs liegt, verschlechtern sich die Wirkungsgrade und der Energieverbrauch erhöht sich erheblich.

Wird beispielsweise eine Beregnungspumpe, die für den Einsatz mit einer Trommelberegnungsmaschine mit einem Bedarf von 70 m³/h bei 7 bar konzipiert ist, an einer Tropfbewässerungsanlage mit einem Bedarf von 20 m³/h bei 2 bar betrieben, dann wird ca. 14 kW Energie unnötig verbraucht, da der Druck am Druckminderer reduziert werden muss. In diesem Fall bietet es sich an, einen Frequenzumformer für die Pumpe einzusetzen, der die Drehzahl der Pumpe auf ca. 50 % drosselt und somit die Energieaufnahme der Pumpe von 16,5 kW auf 2,5 kW reduziert.

Hintergrund dieser hohen Einsparungsmöglichkeiten ist, dass bei Drehzahlverdoppelung die notwendige Antriebsenergie und damit die Stromaufnahme des Elektromotors etwa um das Sieben- bis Achtfache steigt. Entsprechend kostensenkend wirkt sich eine Drehzahlreduzierung mit Hilfe von Frequenzumformern aus. Ist der Einsatz eines Frequenzumformers aus technischen Gründen nicht möglich, sollte eine zweite Pumpe, die dem Leistungsbedarf der Tropfbewässerungsanlage entspricht, eingebaut werden. Diese kann dann bei angepasster Leistung einen optimalen Wirkungsgrad abrufen.

Rohrleitungen

Zur energetischen Optimierung der Bewässerungsanlagen wurden auch Druck- und Energieverluste durch Rohrreibung in die Beratung einbezogen. Gemäß der *Darcy-Weisbach-Gleichung* nimmt der Druckverlust in Rohrleitungen mit dem Quadrat der Fließgeschwindigkeit zu. Die Fließgeschwindigkeit hängt wiederum vom Durchmesser und der Länge des Rohres ab (Gesetz von *Hagen-Poiseuille*).

Beispiel:

Fließt durch eine Leitung mit DN 200 mm ein Volumenstrom von 55 m³/h über eine Leitungslänge von 1.000 m, beträgt die Fließgeschwindigkeit im Rohr ca. 0,5 m/s und der Druckverlust 0,1 bar. Wird die gleiche Wassermenge durch ein Rohr der kleineren Dimension DN 110 geleitet, so beträgt die Fließgeschwindigkeit 1,9 m/s und der Druckverlust 3,7 bar. Während im DN 200 mm Rohr 0,2 kW zum Ausgleich des Druckverlusts erforderlich sind, benötigt man für die gleiche Wassermenge im DN 110 mm Rohr 8,4 kW, was etwa der Vierzigfachen Leistung entspricht. Bei 1.000 Betriebsstunden pro Jahr und einem Energiepreis von 0,21 €/kWh fallen Mehrkosten von über 1.700 € je Jahr an – nur um den Druckverlust auszugleichen!

Auswirkung des Druckverlustes auf den Energieverbrauch einer alten und einer neuen Beregnungsmaschine



	alte Beregnungsmaschine	neue Beregnungsmaschine
Rohrdimension	450 m x 90 x 7 mm	450 m x 125 x 9,3 mm
Volumenstrom	45 m ³ /h	45 m ³ /h
Fließgeschwindigkeit	2,8 m/s	1,4 m/s
Druckverlust Rohr	5,0 bar	0,9 bar
Druckverlust Turbine	1,2 bar	0,5 bar
Druckverlust ges.	6,2 bar	1,4 bar
Leistung f. Druckverl.	12 kW	2,7 kW
Energiemenge/Jahr	12.000 kW*h	2.700 kW*h

Energiekosten Druckverlust:
2.400 €/Jahr

Energiekosten Druckverlust:
540 €/Jahr

Ersparnis Energiekosten: 1.860 €/Jahr

Zinssatz: 5 % pa

„vertretbare“ Investition: 37.200 €

Preis der neuen Maschine: ca. 30.000 bis 35.000 €

Hohe Druckwiderstände durch Winkel, Kupplungen und Flachschräuche

Alle Rohrleitungen im System der Demonstrationsbetriebe wurden daher auf eine ausreichende Dimensionierung und energieeffiziente Installationsweise überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass neben dem Rohrdurchmesser auch Bögen, Winkel, Kupplungen, Flachschräuche und andere Bauteile hohe Widerstände im System bewirken können. Daher sollte jede Installation auf die entsprechende Ausführung der Bauteile überprüft werden.

Auch Steigleitungen in Brunnen wurden in die Betrachtung mit einbezogen, da diese aus Kostengründen in manchen Fällen nicht mit ausreichendem Durchmesser dimensioniert werden. Bei größeren Brunnen-tiefen entstehen so schon am Anfang des Systems erhebliche Druckverluste.

Nicht in allen Fällen können die Rohrleitungen ausgetauscht werden. In diesen Fällen ist es möglich den Reibungswiderstand eines Rohrnetzes durch einen Ringschluss (Abbildung 1) oder eine Parallelleitung mit gleichem Durchmesser zu reduzieren (Abbildung 2). Auch hier rechnet sich in der Regel der Aufwand nach wenigen Jahren durch hohe Energieeinsparungen.

Abbildung 1
Erzeugung eines Ringschlusses

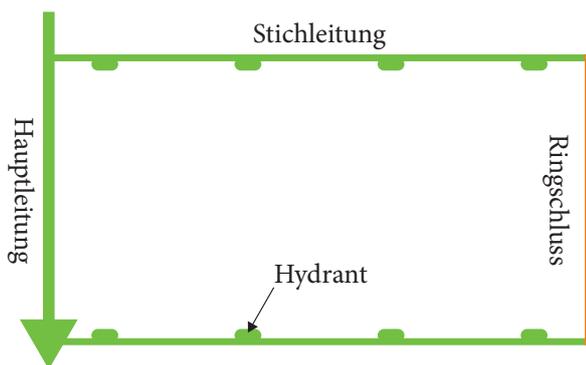
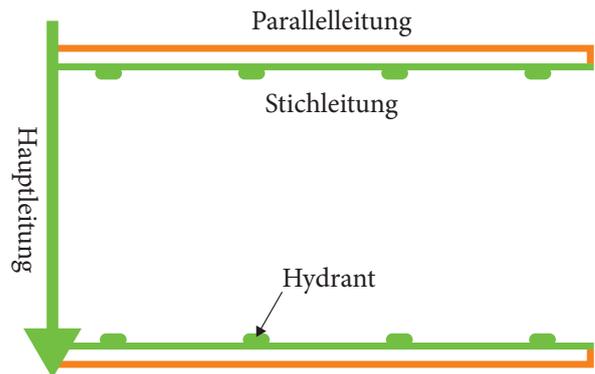


Abbildung 2
Verlegung von Parallelleitungen



Neue Rohrleitungen der Dimension DN 150 warten auf die Verlegung in einem der Demonstrationsbetriebe

Optimierung des Bewässerungssystems

Je geringer der Betriebsdruck im Bewässerungssystem, desto geringer der Energieverbrauch. Entsprechend der betrieblichen Anforderungen und Gegebenheiten wurde in einigen Betrieben auch das Bewässerungssystem erneuert.

Die Möglichkeiten

Druckbedarf von Bewässerungssystemen am Hydranten

Rohrtrommelmaschine	Rohrberegnung	Kleinregner, Centerpivot, Linearmaschinen, Düsenwagen	Tropfbewässerung
			
6 bis 10 bar	5 bis 6 bar	ca. 3 bar	0,5 bis 3 bar

Beispiele für verschiedene praxisübliche Bewässerungssysteme

		
Trommelberegnungsmaschine mit Starkregner	Centerpivot	Rohrberegnung mit Kleinregnern
		
Tropfbewässerung unter Folie bei Zucchini	Automatisierte Tropfbewässerung mit Regler	

Berechnung der klimatischen Wasserbilanz nach Geisenheimer Modell

Zur Bewässerungssteuerung wurde bei einigen Demonstrationsbetrieben das Geisenheimer Modell angewendet. Durch gezielte Bewässerungsgaben, die die Pflanzen über die Vegetationszeit nach Bedarf mit Wasser versorgen und gleichzeitig Sickerwasserverluste und damit Stoffeinträge wie z. B. Nitrat vermeiden, können sich auch Energieeinsparpotentiale ergeben. Hierdurch wird zum einen die Umwelt geschont und zum anderen werden optimale Bedingungen für Pflanzenwachstum mit hoher Qualität und hohen Erträgen geschaffen.

Die Geisenheimer Bewässerungssteuerung umfasst vier Schritte

1. Bodenwasservorräte durch Vorwegberegnung auffüllen

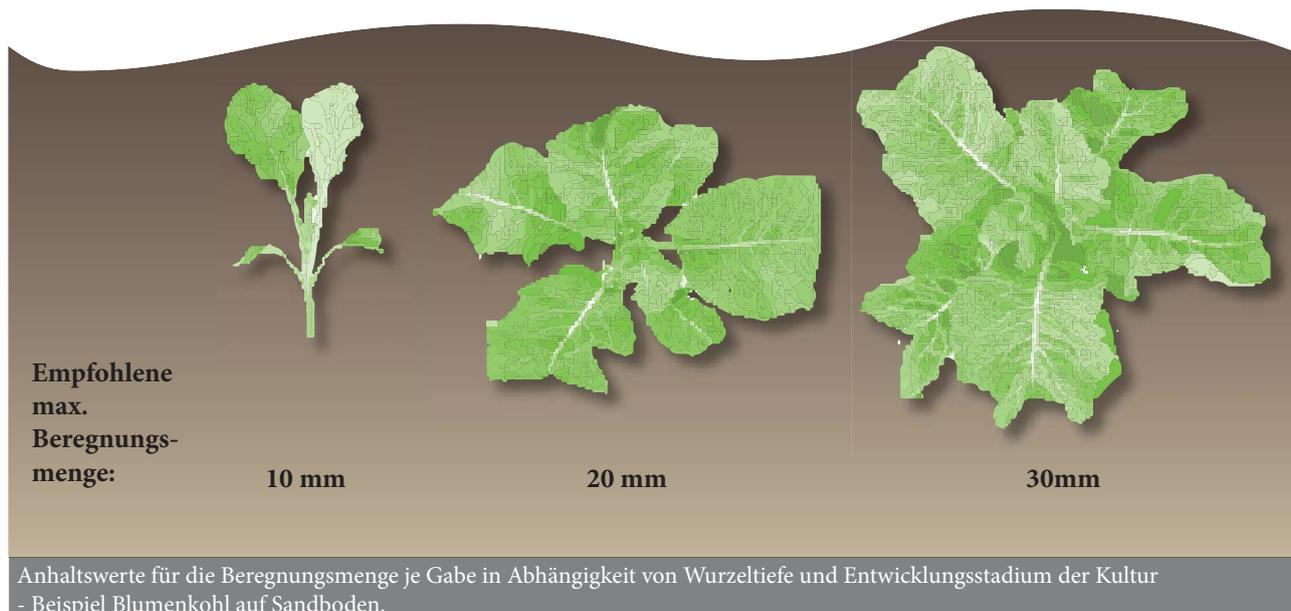
Ausgangspunkt ist ein durch Winterfeuchte, Niederschlag oder Beregnung auf ca. 90 % nutzbarer Feldkapazität aufgefüllter Boden. Für die Kalkulation ergibt sich dadurch ein definierter Startwert.

2. Berechnungsmenge je Gabe festlegen

Die Wassergabe muss so hoch sein, dass in jedem Stadium die durchwurzelte Bodentiefe durchfeuchtet wird. Die nutzbare Feldkapazität sollte hierfür zwischen 60 und 90 % gesteuert werden.

Entwicklungswerte und kc-Werte (Korrekturfaktoren zur Berechnung der Tagesbilanzen)

Stadium 1	Stadium 2	Stadium 3
ab Pflanzung	ab 8 Blatt	ab 70 % des Pflanzendurchmesser
0,5	0,8	1,2
BBCH 12 - 13	BBCH 18	BBCH 37



3. Tagesbilanz berechnen (Verdunstung FAO-GRAS x kc) - Regen = Tagesbilanz

Verdunstung [mm]	kc	Regen [mm]	Tagesbilanz [mm]
(6,0 x 0,8)		- 2	= 2,8

Beispielsrechnung einer Tagesbilanz für Blumenkohl im Stadium 2
(kc = 0,8)

4. Gesamtbilanz berechnen

Die Tagesbilanzen werden so lange aufsummiert bis die vorgegebenen Berechnungsmengen erreicht sind. Die jeweilige Berechnungsmenge wird von der Bilanzsumme abgezogen und die Bilanzierung fortgesetzt. Bei Niederschlägen, die größer als die Gesamtbilanz sind, wird diese auf Null gesetzt.

Datum	Verdunstung [mm]	kc	Regen [mm]	Tagesbilanz [mm]	Berechnungs- menge [mm]	Gesamtbilanz [mm]
21.07.	6,0	0,8	-2	2,8		2,8
22.07.	7,0	0,8		5,6		8,4
23.07.	8,0	0,8		6,4		17,8
24.07.	7,0	0,8		5,6		20,4
25.07.	5,0	0,8		4	-20	4,4
26.07.	4,0	1,2		4,8		9,2
27.07.	6,0	1,2	-35	-27,8		0,0

kc-Werte für Gemüsekulturen finden Sie auf :

[http://gemuesebau.hs-geisenheim.de/->Forschung->Geisenheimer Steuerung](http://gemuesebau.hs-geisenheim.de/->Forschung->Geisenheimer%20Steuerung)

Messen der Bodenfeuchte

Als weitere Methode zur Steuerung der Bodenfeuchte wurden Bodenfeuchtesensoren verwendet. Sensoren eignen sich insbesondere zur Steuerung von Tropfbewässerungsanlagen. Zum Einsatz kamen Tensiometer und Time-Domain-Reflectometry Sensoren:

Tensiometer

Bei dieser Messmethode ist eine poröse Keramikzelle luftdicht an ein mit Wasser gefülltes Rohr angeschlossen. Durch einen Feuchteausgleich zwischen Sensorzelle und Boden entsteht im Rohr ein Unterdruck. Dieser Unterdruck entspricht der Saugspannung im Boden und ist ein Maß des Bodenwassergehaltes (Bodenwasserpotential). Sie liefern gut reproduzierbare Messwerte und werden nicht durch Salzgehalt im Boden oder die Bodenart beeinträchtigt. Nachteil dieser Messmethode ist, dass diese Messsensoren bei sehr trockenen Böden mit Saugspannungen > 800 hPa keine geeigneten Messwerte liefern können.

Time-Domain-Reflectometry Sensoren (TDR)



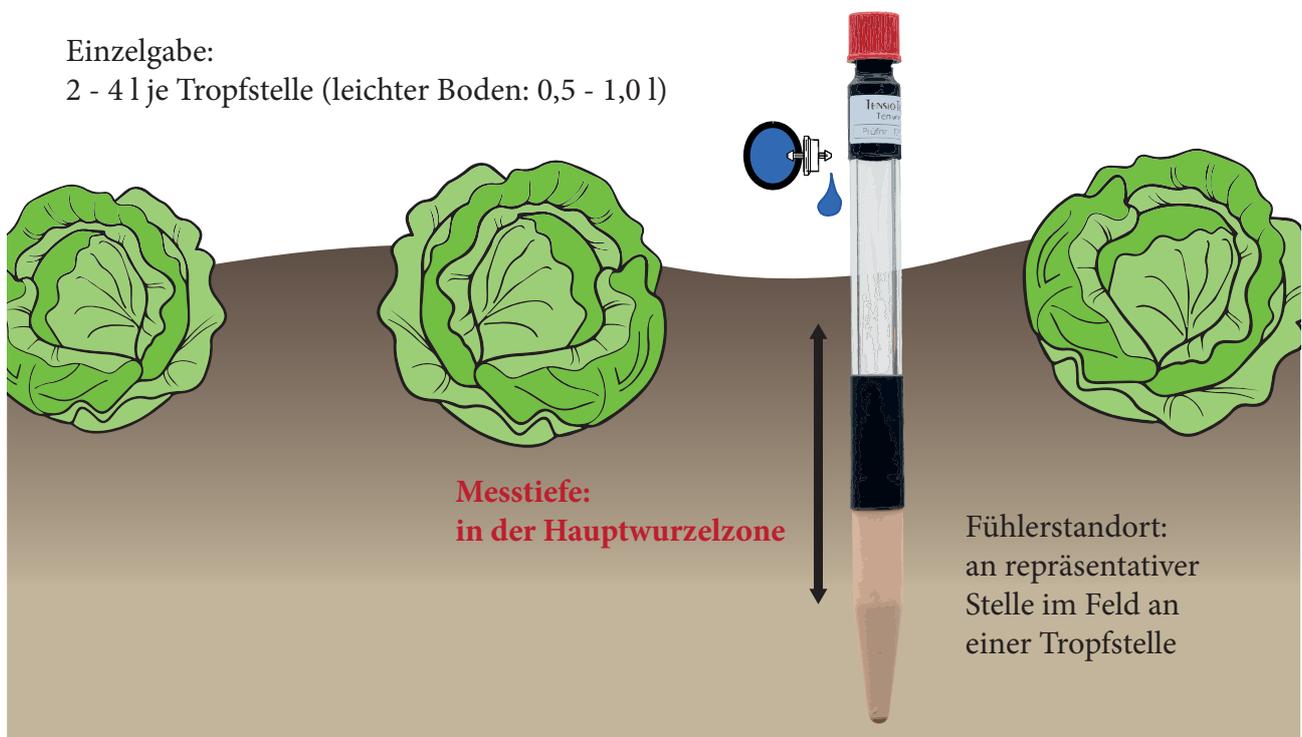
Tensiometergesteuerte Tropfbewässerung in Zucchini unter selbstzersetzender Maisfolie

Bei diesen Sensoren erfolgt die Bestimmung der Bodenfeuchte über die elektrische Eigenschaft des Bodens, der sich zwischen und um den Elektroden der Messsonde befindet. Die Bodenfeuchte wird durch die Laufzeit eines elektromagnetischen Impulses entlang der Elektrodenstäbe bestimmt. Die gemessenen Werte werden in Bodenwassergehalte (Vol. %) umgerechnet. Diese Sensoren sind wartungsfrei und können auch in sehr trockenen Böden zum Einsatz kommen. Durch die Messung des Bodenwassergehalts sind die Messwerte allerdings wenig aussagekräftig bezüglich des pflanzenverfügbaren Wassers im Boden. Bei der Beurteilung der Messergebnisse muss zusätzlich die vorhandene Bodenart berücksichtigt werden.

Für die zuverlässige Funktion eines Bodenfeuchtesensors ist der fachgerechte Einbau und der richtige Standort im Bestand sehr wichtig.

Einzelgabe:

2 - 4 l je Tropfstelle (leichter Boden: 0,5 - 1,0 l)



Bodenfeuchtesensoren bewährten sich insbesondere zur Steuerung der Tropfbewässerungssysteme und zur Kontrolle der Eindringtiefe des Bewässerungswassers bei Überkopfbewässerungen.

Berechnungsmanagement

Fernüberwachung der Bewässerungstechnik und Dokumentation der Bewässerung

Hierbei übermittelt ein am Regnerwagen installierter GPS-Sender mit Batterie und Solarmodul seine Standortdaten permanent an einen Webserver, auf den per PC, Tablet oder auch über eine Smartphone-App zugegriffen werden kann. Das System zeigt an, wie weit der Regner eingezogen ist bzw. wann er umgesetzt werden muss. Auf diese Weise hilft das System den zeitlichen Aufwand für Kontrollfahrten zu den Maschinen zu verringern. Durch die Ausrüstung der Module mit einem Drucksensor werden Störungen im Betriebsablauf der Maschinen (Stillstand des Regnerwagens, Absinken des Wasserdrucks unter einen kritischen Wert) sofort gemeldet, sodass störungsbedingte Ausfallzeiten der Beregnungsanlagen auf ein Minimum reduziert werden können. Außerdem kann die Beregnungsmenge berechnet und der voraussichtliche Zeitpunkt der nächsten Beregnungsgabe angezeigt werden. Mit Hilfe der Auswertungsfunktionen können sowohl Schwachpunkte im Beregnungsmanagement identifiziert, als auch notwendige Dokumentationen (z. B. Wasserverbrauch pro Maschine oder pro Fläche) durchgeführt werden.

Die Demonstrationsbetriebe



Die regionale Verteilung der Modellbetriebe in Niedersachsen und Hessen/Rheinland-Pfalz:

1. Henning Holste, Martfeld
2. Jürgen Kramer, Hassel
3. Henning Meyer, Immensen
4. Ulrich Dörrheide, Altendorf
5. Ulrich Elbers, Nettelkamp
6. Jan Bokelmann, Räderloh
7. W. und A. Ewald G.b.R., Trebur
8. Albert Kunna, Frankfurt
9. Betriebsgem. Ludwig, Griesheim
10. D. und D. Schenck, Frankfurt
11. Kärcher und Ruhstorfer G.b.R., Griesheim
12. Richard Ohmer, Rheinzabern

„Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“

Im Mittelpunkt des Modellvorhabens standen je sechs Demonstrationsbetriebe in Niedersachsen und Hessen/Rheinland-Pfalz.

Das Demonstrationsvorhaben wurde ab Oktober/November 2012 über landwirtschaftliche Fachzeitschriften und im Internet beworben, worauf sich in Niedersachsen und Hessen zahlreiche Betriebe für eine Teilnahme interessierten. Nach Projektplan wurden sowohl in Niedersachsen wie auch in Hessen je 6 Betriebe für die Teilnahme ausgewählt. Unter ihnen wurde je ein Betrieb für eine besondere Fördermaßnahme bestimmt. Generell bilden Wasserbeschaffung, -verteilung, -ausbringung und die Bewässerungssteuerung ein System und müssen aufeinander abgestimmt sein! Diese Maxime wurde in allen Planungen und Umsetzungen berücksichtigt. Ein wichtiges Ergebnis des Projekts bestand darin, dass für jeden Betrieb individuelle Lösungen gefunden werden mussten, um eine Effizienzsteigerung der Bewässerung zu optimieren.

Ab 2013 wurden die Umrüstungsmaßnahmen umgesetzt, wobei zum Teil komplett neue Bewässerungssysteme installiert wurden. Dabei musste festgestellt werden, dass pauschale Maßnahmen in einigen Fällen nicht zum gewünschten Erfolg führten.

Ein wichtiges Ergebnis des Projekts bestand darin, dass für jeden Betrieb individuelle Lösungen gefunden werden müssen, um eine Effizienzsteigerung der Bewässerung zu erreichen.

Dabei zeigte sich auch, dass die Geisenheimer Bewässerungssteuerung als einfaches Modell zur Bewässerungsempfehlung auf den leichten Sandböden Niedersachsens Anpassungen erfordert, da hier im Vergleich zu Südhessen und Rheinland-Pfalz offenbar von einer geringeren Evaporationsrate und von einer geringeren Bodenkapillarität auszugehen ist.

Wesentliche Gründe zur Begrenzung von Beregnungsgaben sind auch durch Qualitäts- und Größenanforderungen des Handels bestimmt, wobei zum Beispiel nicht der maximale Ertrag in dt/ha, sondern eine einheitliche Kohlkopfgröße zu bestimmten Lieferterminen über die Marktfähigkeit der Produkte entscheidet. Von Bedeutung sind auch begrenzte wasserrechtliche Erlaubnisse sowie die begrenzten technischen und arbeitswirtschaftlichen Kapazitäten.

Alle Betriebe waren damit einverstanden, während der Projektlaufzeit auf dem Betriebsgelände einen Feldtag zur Präsentation der neuen Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements zu veranstalten. Dabei sollten ähnlich gelagerten Betrieben der Region Beispiele für eigene Maßnahmen und Lösungen vermittelt werden.

Die Projektbetreuer loben die sehr konstruktive Zusammenarbeit mit den Demonstrationsbetrieben und die besondere Aufgeschlossenheit der Betriebsleiter, die maßgeblich zum Erfolg der Projektumsetzung beitrug. Alle Betriebe zeichneten ihre Bewässerungsmaßnahmen konsequent auf und stellten ihre Daten bereitwillig zur Verfügung.



Anlegen der Möhrendämme mit gleichzeitiger Verlegung der Tropfschläuche

Anbau:

Bundmöhren, Spargel, Kartoffeln,
Erdbeeren, Getreide, Mais

Versuchskulturen:

Bundmöhren, Spargel, Kartoffeln

Bewässerungssystem alt:

Trommelberegungsmaschine mit
Starkregner, erste Erfahrungen im
Einsatz von Tropfschläuchen im
Möhrenanbau

Bewässerungssystem neu:

Tropfbewässerung mit Kopfstation zur
Düngerzuführung und Flachsschläuche
mit aufgesteckten Mikrosprinklern



Tropfbewässerung bei Kartoffeln

Henning Holste, Martfeld

Der Betrieb von Henning Holste liegt südwestlich von Verden (Aller) und ist durch leichte und flachgründige Sandböden gekennzeichnet. Zu den wichtigsten Anbaukulturen zählen Erdbeeren, Kartoffeln, Bundmöhren und Spargel. Zum Zeitpunkt des Projektbeginns wurden die Bundmöhren mit einer mobilen Beregnungsmaschine oder mit einer Rohrberegnung bewässert. Im Spargelanbau verwendete der Betrieb ebenfalls eine Beregnungsmaschine mit Starkregner, die auch zur Auf-laufberegnung in den Möhren verwendet wurde. Hierzu wurde auch eine Rohrberegnung mit Kleinregnern genutzt.

Durch technische Umrüstungen sollten im Rahmen des Modellvorhabens Verbesserungen in der Arbeitswirtschaft, der Energieeffizienz und in der Kulturführung erreicht werden. Zu diesem Zweck wurde die Trommelberegung mit Regnerkanone nur noch in Getreide und Mais verwendet. Die Rohrberegnung mit Kleinregnern wurde abgeschafft und durch Flachsschläuche mit Mikrosprinklern ersetzt. Diese ermöglichen bei relativ geringem Energieaufwand sehr kleine Beregnungsgaben mit feinen Tropfen und vermeiden beim Anregen ein Verschwemmen des feinen Möhrensaatguts. Darüber hinaus kann dieses System auch zur Frostschutzberegnung in Frühkartoffeln genutzt werden. Für die Tropfschläuche, die bei Bundmöhren, im Spargel und in den Kartoffeln eingesetzt werden, wurde eine Kopfstation mit Düngereinspeisung angeschafft. Neu war auch die Verwendung eines automatischen Lenksystems bei der Verlegung der Tropfschläuche und anschließender Aussaat des Möhrensaatguts.

Zur objektiven Steuerung der Bewässerung beschaffte der Betrieb eine Wetterstation, die automatisch die Niederschlagsdaten übermittelt, die zur Berechnung der Geisenheimer Steuerung benötigt werden. Zusätzlich sind zwei Tensiometer angeschlossen, welche Messwerte für die

Bodenfeuchte liefern. Im Laufe des Projektes stellte sich jedoch für diesen Standort heraus, dass die bilanzierten Empfehlungen über dem tatsächlichen Bedarf lagen. Möglicherweise lag dies daran, dass die Evaporation und auch die Kapillarität des Standorts eine regionale Anpassung der Geisenheimer Steuerung erfordert. Zudem standen den Empfehlungen der Geisenheimer Steuerung auch die wasserrechtlichen Erlaubnisse des Betriebs entgegen.

In allen tropfbewässerten Kulturen des Betrieb Holste traten während der Vegetation auch Probleme durch Wildschäden auf. Insbesondere dort, wo die Schläuche nicht von Boden oder Laub der Kulturen bedeckt waren, wurden sie durch Krähen, Hasen und andere Wildtiere beschädigt.

Vorteilhaft ist, dass mit der Tropfbewässerung kleine und ungünstig geschnittene oder direkt an Wohnbebauung angrenzende Flächen vollständig bewässert werden können. Im Vergleich zu anderen Bewässerungssystemen besteht ein weiterer Vorteil auch darin, dass die Bewässerung auch über Tag und weitestgehend unabhängig von der Witterung (Einstrahlung, Wind etc.) durchgeführt werden kann.

Die Wasserbereitstellung erfolgt sowohl für die Tropfbewässerung als auch für die Mikrosprinkler mit einem neu beschafften Niederdruckaggregat. In Kombination mit einer Kopfstation kann hier eine Düngung über die Tropfbewässerung erfolgen, sodass die Pflanzen gezielt und bedarfsgerecht versorgt werden können. Das Risiko von Nährstoffausträgen bei Starkregenereignissen wird somit reduziert. Neben dem Niederdruckaggregat wurden auch tragbare Benzinmotorpumpen zur Versorgung der Tropfbewässerung beschafft. Vorteile dieser Technik sind die einfache Bedienung, die Möglichkeit der Steuerung der Bewässerungsdauer über die Menge der Tankfüllung und der Schutz gegen Vandalismus und Diebstahl durch Lagerung der Pumpe auf dem Hof.



Kopfstation mit Düngereinspeisung



Kleinregner in neu gesäten Möhren, Tropfschläuche in Dämmen



Bundmöhren im Dammanbau mit Tropfbewässerung



Zwiebelernte mit Krautschläger im Frontanbau und Siebkettenroder im Heckanbau

Anbau:

Zwiebeln, Möhren, Kartoffeln, Getreide, Brache

Versuchskulturen:

Zwiebeln, Möhren, Kartoffeln

Bewässerungssystem alt:

Trommelberegnungsmaschine mit Starkregner und Rohrberegnung auch zur Frostschutzberegnung in Kartoffeln

Bewässerungssystem neu:

Tropfschläuche in Zwiebeln

Jürgen Kramer, Hassel

Der Betrieb von Jürgen Kramer befindet sich nördlich von Nienburg (Weser) und wird seit 1989 ökologisch bewirtschaftet. Im Anbau stehen überwiegend Getreide, Kartoffeln, Möhren und Zwiebeln. Bis zum Projektstart erfolgte die Beregnung mit einer mobilen Beregnungsmaschine mit Starkregner. Das Wasser wurde mittels Diesellaggregat gefördert. Im Rahmen des Projektes konnte ein neuer Brunnen ausgebaut werden, welcher den Einsatz einer frequenzgesteuerten Elektropumpe ermöglicht. Mit Blick auf den Energieeinsatz und die Verteilgenauigkeit wurde das Bewässerungssystem in Zwiebeln auf Tropfbewässerung umgestellt. Während der Projektlaufzeit wurden wertvolle Erfahrungen im Einsatz der Tropfbewässerungstechnik gesammelt, welche zum Beibehalten der Technik im Betrieb führten. Ein wichtiger Effekt durch Tropfbewässerung kann für die ökologische Wirtschaftsweise darin bestehen, dass phytopathologische Bedingungen verbessert werden. Durch Tropfbewässerung kann das Laub trocken gehalten werden, wodurch die Verbreitung von Pilzinfektionen durch oberirdische Bewässerungssysteme unterbunden wird.

Mit einem eigenen Anbausystem, bei dem die Tropfschlauchverlegung in ca. 5 bis 8 cm Bodentiefe zusammen mit der Saatbeetbereitung 10 Tage vor der Zwiebelaussaat durchgeführt, wird hat der Betrieb die Möglichkeit, die erste Unkrautwelle vor dem Auflaufen der Kultur thermisch zu bekämpfen. Anschließend werden mechanische Verfahren zur Unkrautbeseitigung eingesetzt.

Zum Betrieb der Tropfbewässerung musste vor dem Bau des geplanten Brunnens ein Diesellaggregat beschafft werden, was im niedrigen Drehzahlbereich laufen kann, ohne Schaden zu nehmen. Dennoch war der erzeugte Druck für den Betrieb der Tropfbewässerung zu hoch, so dass zusätzlich ein Druckminderer eingesetzt werden musste.



Einebnung und Rückverfestigung der Beete in der Heckhydraulik

Die Zwiebelernte erfolgt durch einen im Betrieb vorhandenen Siebkettenroder. Durch eine tiefere Rodereinstellung werden die Tropfschläuche ebenfalls im Schwad abgelegt, separat vor der Zwiebelernte geborgen und anschließend entsorgt.

Aus diesem Grund werden einjährige Tropfschläuche verwendet, die im Vergleich zu mehrjährigen Schläuchen arbeitswirtschaftliche Vorteile haben. Die Nutzung mehrjähriger Schläuche würde einen nicht leistbaren Arbeitsaufwand im engen Zeitfenster zwischen Schwadlegen und Zwiebelernte bedeuten. Da die einjährigen Tropfschläuche wesentlich preisgünstiger sind, ist auch die ökonomische Seite dieses Verfahrens vergleichbar. Da der Einsatz von Tropfschläuchen besonders in Kartoffeln viele Vorteile verspricht, sollen in Zukunft auch in dieser Kultur Erfahrungen mit der Tropfbewässerung gesammelt werden. Auch der Ausbau des Beregnungsnetzes und die Erschließung des neuen Brunnens werden nach Ende der Projektlaufzeit weitergeführt.



Saatbettbereitung zu Zwiebeln:
Tropfschlauchverlegung in der Fronthydraulik



Ablage von Zwiebeln und Tropfschläuchen in einem Arbeitsgang



Bei der Tropfbewässerung in Zwiebeln wird nur der durchwurzelte Bodenbereich befeuchtet. Unkräuter werden nicht gefördert



Verlegung der Tropfschläuche vor der Aussaat der Zwiebeln

Anbau:

Zwiebeln, Kartoffeln, Buschbohnen,
Getreide

Versuchskulturen:

Zwiebeln, Kartoffeln

Bewässerungssystem alt:

mobile Beregnungsmaschine mit
Starkregner

Bewässerungssystem neu:

Tropfbewässerung in Zwiebeln

Henning Meyer, Immensen

Der Betrieb von Henning Meyer liegt östlich von Hannover. Neben den in diesem Anbaugbiet typischen landwirtschaftlichen Kulturen werden Zwiebeln angebaut, die mit dem Starkregner beregnet werden. Im Rahmen des Bewässerungsprojekts wurden auf einer 1 ha großen Teilparzelle die Auswirkung eines Systemwechsels zur Tropfbewässerung mit dem Ziel der Wasser- und Energieeinsparung überprüft. Problematisch war dabei die Verlegung der Tropfschläuche im betriebseigenen Anbausystem, bei dem die Zwiebeln in sechs Reihen pro Beet mit relativ geringem Reihenabstand ausgesät werden. Dies machte eine selbst entwickelte und auf die betrieblichen Anforderungen angepasste Verlegetechnik für die Tropfschläuche notwendig.

Das betriebsindividuelle Anbausystem mit sechs Saatreihen auf einem Beet erfordert die Verlegung von drei Tropfschläuchen je Beet. Pro Hektar ergibt sich somit ein relativ hoher Materialaufwand von 20.000 m Tropfschlauch je Hektar. Dieser Materialaufwand in Kombination mit einem erhöhten Arbeitszeitbedarf bei der Aussaat und Ernte der Zwiebeln führt dazu, dass das System im Betrieb nicht wirtschaftlich eingesetzt werden kann.

Die Ernte erfolgt betriebsüblich mit einem Siebkettenroder und Schwadablage. Dabei werden durch etwas tiefere Geräteführung auch die Tropfschläuche geborgen, die anschließend noch vor der Bergung der Zwiebeln aufgerollt und entsorgt werden.

Im Projektjahr 2014 konnten keine Ertragsunterschiede zwischen der Versuchsparzelle mit Tropfbewässerung und der restlichen Betriebsfläche mit Überkopfberegnung festgestellt werden. Anders im Projektjahr 2015, in dem die Zwiebelernte auf der Versuchsparzelle deutlich geringer (- 30 %) ausfiel. Bereits beim Auflaufen zeigten sich bei Tropfbewässerung



Zwiebelbestand des Betriebes

Laubaufhellungen und ein schlechterer Entwicklungsstand, der bis zur Ernte anhielt.

Möglicherweise waren die Keimbedingungen bei Überkopfberegnung und besserer Rückverfestigung des Saatbeets begünstigt oder die Tropfschläuche für eine Störung des Wurzelwachstums verantwortlich. Die schlechtere Entwicklung bei Tropfschlauchbewässerung war deutlich zu erkennen und führte zu einem Minderertrag von -30 %. Die Ursachen konnten nicht abschließend geklärt werden. Der Betrieb kehrte nach dieser Erfahrung zur Überkopfberegnung zurück, die durch die Geisenheimer Bewässerungssteuerung nach regionaler Anpassung optimiert wurde. Unterstützt wurde das Bewässerungsmanagement durch eine eigene Wetterstation, an die zwei Tensiometer angeschlossen wurden.

Der Betrieb Meyer hat derzeit mit der Überkopfberegnung mittels mobiler Beregnungsmaschinen und Starkregnern das betriebsindividuell optimale Bewässerungssystem gefunden.

Eine Tropfbewässerung kommt für ihn nicht in Betracht, es sei denn, die ökonomischen Vorteile durch Energie- und Wassereinsparungen wiegen künftig die ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Nachteile auf.



Zwiebelbestand im Problemjahr 2015.
Links: Überkopfberegnung, rechts: Tropfschläuche mit gleichen Bewässerungsmengen



Verlegung von drei Tropfschläuchen je Beet



Bergen der Tropfschläuche bei der Zwiebelernte



Kohlfeld des Betriebes

Anbau:

Kohlarten, Kartoffeln, Zuckerrüben,
Getreide Mais

Versuchskulturen:

Kohlarten, Kartoffeln

Bewässerungssystem alt:

Rohrtrommelbewässerungsmaschinen mit
Starkregnern

Bewässerungssystem neu:

Beibehaltung des Bewässerungssystems,
Optimierungen im Leitungsnetz und
neues Beregnungsmanagementsystem

Ulrich Dörrheide, Altendorf

Der Betrieb von Ulrich Dörrheide befindet sich nordöstlich von Wolfsburg. Neben den ackerbaulichen Kulturen mit einem Schwerpunkt im Kartoffelanbau wird auf 10 ha Gemüse, vorrangig Kohlarten, produziert. Zu Projektbeginn verfolgte der Betrieb das Ziel zur besseren Verteilgenauigkeit des Beregnungswassers die bisher eingesetzten Starkregner in den Gemüsekulturen durch einen Düsenwagen zu ersetzen. Das Vorhaben wurde nach intensiver Beratung aufgegeben, da sowohl die technischen und ökonomischen wie auch arbeitswirtschaftlichen Erfordernisse keine Verbesserungen erwarten ließen. Der Betrieb setzt daher weiterhin mobile Rohrtrommelbewässerungsmaschinen mit Starkregnern ein.

Erhebliche Potentiale zur Effizienzsteigerung des betrieblichen Bewässerungssystems zeigten sich allerdings durch den Austausch der wasserzuführenden Erdleitungen. Bisherige Leitungen mit einem Durchmesser von 100 mm wurden durch größer dimensionierte 150 mm Leitungen ersetzt, wodurch deutlich weniger Energie verbraucht wurde.

Mit der neuen Erdleitung wurden zudem zwei bestehende Brunnen miteinander verbunden. Da einer dieser Brunnen mit einer frequenzgeregelten Elektropumpe ausgestattet ist, kann diese beim Einsatz mehrerer Beregnungsmaschinen die Spitzenlast bedienen, während die unregelmäßige elektrische Pumpe im zweiten Brunnen die Grundlast fördert. So wurde eine günstigere Bereitstellung des Beregnungswassers erreicht. Die Kapazitätserhöhung des Beregnungssystems ermöglichte zudem eine bedarfsgerechtere Bewässerung der Kulturen. Fortan muss nicht mehr rund um die Uhr beregnet werden, sondern es können möglichst viele Beregnungsgänge in die windstillen Abend- und Nachtstunden verlegt werden.



Abdriftverluste durch Wind beim Starkregner

Im Jahr 2015 wurde auf fünf Beregnungsmaschinen des Betriebes ein Beregnungsmanagementsystem installiert. Hierbei übermittelt ein am Regnerwagen installierter GPS-Sender mit Batterie und Solarmodul seine Standortdaten permanent an einen Webserver, auf den per PC, Tablet oder auch über eine Smartphone-App zugegriffen werden kann. Das System zeigt an, wie weit der Regner eingezogen ist bzw. wann er umgesetzt werden muss. Auf diese Weise hilft das System den zeitlichen Aufwand für Kontrollfahrten zu den Maschinen zu verringern. Durch die Ausrüstung der Module mit einem Drucksensor im Jahr 2016 werden Störungen im Betriebsablauf der Maschinen (Stillstand des Regnerwagens, Absinken des Wasserdrucks unter einen kritischen Wert) sofort gemeldet, sodass störungsbedingte Ausfallzeiten der Beregnungsanlagen auf ein Minimum reduziert werden können. Außerdem kann die Beregnungsmenge berechnet und der voraussichtliche Zeitpunkt der nächsten Beregnungsgabe angezeigt werden. Mit Hilfe der Auswertungsfunktionen können sowohl Schwachpunkte im Beregnungsmanagement identifiziert, als auch notwendige Dokumentationen (z. B. Wasserverbrauch pro Maschine oder pro Fläche) durchgeführt werden.

Die Steuerung der Beregnungsmengen erfolgt zum großen Teil aus Erfahrungswerten des Betriebsleiters. Auf diese Weise kann die Einhaltung der Marktanforderungen an Qualität und Größe im Kohlanbau gewährleistet werden. Eine optimale Wasserversorgung, wie sie die Geisenheimer Steuerung empfiehlt, führt nach seinen Erfahrungen z. B. zu zu großen oder losen Kohlköpfen und ist derzeit für seine Bedürfnisse weniger praktikabel. Als Hilfsmittel zur Ermittlung der Bodenfeuchte dient ein mobiles Tensiometer, das bei entsprechenden Saugspannungen zur nächsten Beregnungsgabe mahnt.

Die Neuerungen im betrieblichen Beregnungssystem haben sich in den vergangenen zwei Jahren als sehr sinnvoll herausgestellt. Neben einer erheblichen Energieeinsparung konnte auch der Aufwand für die Kontrollfahrten zu den Beregnungsanlagen erheblich reduziert werden. Somit wurde eine deutliche arbeitswirtschaftliche Entlastung erreicht. Das Beregnungsmanagementsystem wurde bereits von einigen Berufskollegen übernommen und wird sicherlich noch in vielen weiteren Betrieben sinnvoll einzusetzen sein.



Mobiles Tensiometer als Hilfsmittel zur Steuerung der Bewässerung



Die neuen Erdleitungen vor Einbau



Kleinflächiger Anbau mit vielen Anbausätzen und die mechanische Unkrautbekämpfung erschweren den Einsatz und die Steuerung von Bewässerungssystemen

Anbau:

Zwiebeln, Kartoffeln, verschiedene Gemüsearten

Versuchskulturen:

Zwiebeln, Kartoffeln, verschiedene Gemüsearten

Bewässerungssystem alt:

Beregnungsmaschine mit Starkregner

Bewässerungssystem neu:

Beregnungsmaschine mit Starkregner, versetzbare Kleinregner

Ulrich Elbers, Nettelkamp

Bei der Elbers Hof GbR handelt es sich um einen Demeter-Betrieb, der südlich von Uelzen liegt. Es werden sehr viele verschiedene Gemüsearten angebaut, die sowohl im eigenen Hofladen als auch über Abokisten vermarktet werden. Durch die mechanische Unkrautbekämpfung werden auch hier besondere Ansprüche an das Bewässerungssystem gestellt. Durch kleine Anbausätze, die zum Teil nur eine Schlepperspur von 150 cm breit sind wird die gezielte Bewässerung sehr erschwert. Die breit verteilende Beregnungsmaschine mit Starkregnern muss in der Regel auf die Kultur ausgerichtet werden, die den höchsten Wasserbedarf hat, womit die benachbarten Anbauflächen nicht optimal versorgt werden können. Der Betrieb wollte ursprünglich einen Düsenwagen anschaffen, musste diesen Wunsch allerdings durch seine kleinräumigen Flächen und Hindernisse wie Strommasten, Bäume, Hecken und Gewächshäuser aufgeben.

Einen großen Beitrag zur Effizienzsteigerung der Bewässerung im Betrieb Elbers wurde durch die Verlegung einer PVC-Erdleitung mit einem Innendurchmesser von 125 mm erzielt. Hierdurch ergaben sich im Vergleich zur herkömmlichen Zuleitung durch eine alte Beregnungsmaschine mit einem Schlauchdurchmesser von 90 mm erhebliche arbeitswirtschaftliche und energetische Vorteile. Einerseits kann mit geringerem Wasserdruck gearbeitet werden und andererseits entfällt zukünftig durch die stationäre Erdleitung das Auslegen der Zuleitung mit dem Schlepper zur Beregnungsmaschine.

Im Rahmen des Projektes wurden versetzbare Kleinregner angeschafft, die ursprünglich in Zwiebeln eingesetzt werden sollten. Dieses Verfahren hat sich jedoch nicht bewährt, da die Regner und Schläuche vor dem Hacken der Zwiebeln entfernt werden müssen. Mittlerweile werden die Kleinregner zur Bewässerung der Kräuter auf einer etwa einen Hektar umfassenden Fläche eingesetzt. Weil die Kräuter hier über mehrere Jahre angebaut werden, kann die zentrale Verteilleitung in der Mitte des Schlages dauerhaft liegen bleiben und die Kleinregner werden mit Schläuchen an die Verteilleitung angekuppelt. Auf diese Weise können die einzelnen Anbausätze bedarfsgerecht bewässert werden.

Auf den Ackerflächen des Betriebes hat sich das Bewässerungsverfahren mit mobiler Beregnungsmaschine mit Starkregner bewährt, so dass im Jahr 2015 eine weitere Beregnungsmaschine mit Turbinenantrieb und elektronischer Einzugsregelung angeschafft wurde. Um den Energieverbrauch weiter zu reduzieren, wurde zudem ein altes Pumpaggregat durch ein neues, verbrauchsgünstigeres Diesellaggregat ersetzt. Durch die Schalldämmung der Maschine und die Einhaltung der EG-Abgasstufe IIIA konnte sowohl die Schall- als auch die Schadstoffemission erheblich reduziert werden. Um die Kosten der Wasserbereitstellung weiter zu senken, ist mittelfristig die Verlegung eines Stromanschlusses zu einem Brunnen im Feld geplant. Dort könnte dann eine frequenzgeregelte Elektropumpe eingesetzt werden.



Messung des Dieselverbrauches des neuen Aggregates. Der Test erfolgte an einem baugleichen Modell im Rahmen des Aggregattestes der Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Die Beregnungssteuerung nach dem Geisenheimer Modell führte auch im Betrieb Elbers dazu, dass jeweils zu Kulturbeginn der Wasserbedarf der Kulturen gut abbildet werden konnte. Im Verlauf der Saison stieg die empfohlene Beregnungsmenge jedoch teilweise auf mehr als das Doppelte der betriebsüblichen Beregnungsmenge an. Solch hohe Wassermengen sind auf Grund begrenzter wasserrechtlicher Erlaubnisse sehr oft nicht verfügbar.

In den Jahren 2015 und 2016 konnte die Geisenheimer Steuerung mit Hilfe einer kc-Korrektur von 0,8 weitestgehend an die betriebsübliche Bewässerungsmenge angepasst werden.



Zwiebelbestand des Betriebes (li). Die mechanische Unkrautbekämpfung führt zu einem starken Austrocknen des Oberbodens, darunter wird die Feuchtigkeit aber länger gehalten (re)



Besichtigung und Demonstration der Kreisberegnungsanlage am Feldtag

Anbau:

Kartoffeln, Getreide, Zuckerrüben

Versuchskultur:

Kartoffeln

Bewässerungssystem alt:

Mobile Beregnungsmaschine mit Starkregner

Bewässerungssystem neu:

Kreisberegnungsanlage,
Optimierungen im Leitungsnetz und
Beregnungsmanagementsystem

Jan Bokelmann, Räderloh

Jan Bokelmann bewirtschaftet im Nordkreis Gifhorn rund 300 ha landwirtschaftliche Flächen, von denen jährlich etwa 85 ha mit Kartoffeln bestellt werden. Aus Gründen der Verteilgenauigkeit, der Energieeffizienz und zur Verbesserung der Arbeitswirtschaft wurden die Starkregner auf einer 40 ha großen Teilfläche durch eine Kreisberegnungsanlage ersetzt. Diese Anlagen lassen sich in der Regel ab einer Flächengröße von ca. 25 ha wirtschaftlich einsetzen. Für die Randbereiche außerhalb der beregneten Kreisfläche müssen andere Bewässerungssysteme eingesetzt werden.

Neben dem äußerst niedrigen Druck-, Energie- und Arbeitszeitbedarf erreicht die Anlage auch bei Windeinfluss noch eine sehr gleichmäßige Wasserverteilung.

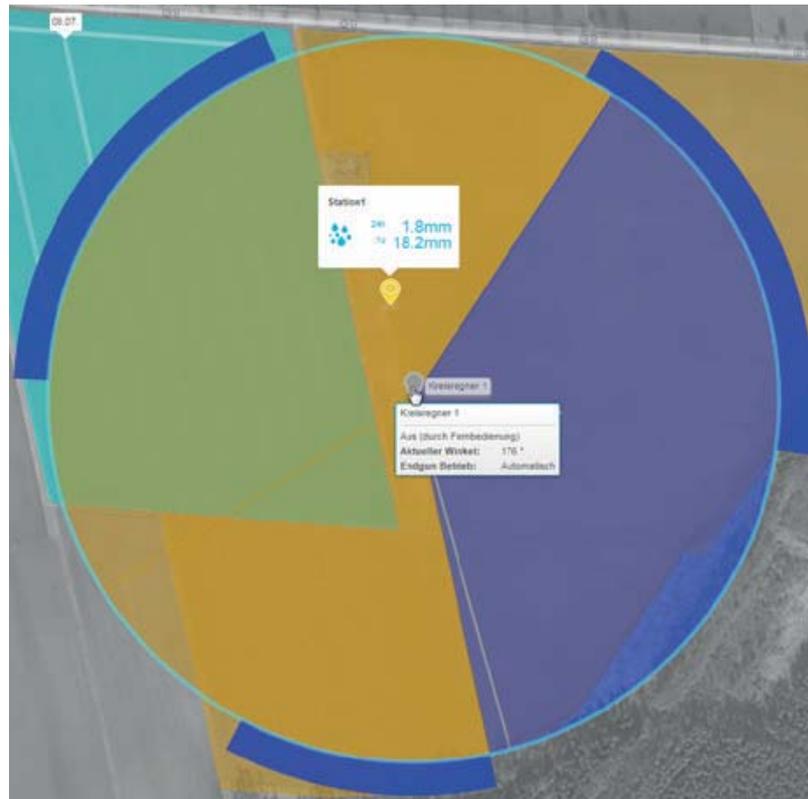
Als wesentliche technische Änderung wurde in 2015 eine Erdleitung verlegt, um eine von der Kreisberegnung nicht erfasste Teilfläche des

Schlages mit Trommelberegnungsmaschinen bewässern zu können. Durch diese Maßnahme konnte die Bearbeitungsrichtung geändert und die bisher unvermeidbare doppelte Beregnung beim Einsatz beider Techniken verhindert werden.

Um die Steuerung der Kreisberegnungsanlage und das Zusammenspiel zwischen Kreisberegnung und der ergänzenden Beregnung durch mobile Trommelberegnungsmaschinen zu optimieren, wurde in 2016 ein Beregnungsmanagementsystem auf den Anlagen installiert. Mit Hilfe einer App kann der Beregnungsfortschritt jederzeit aktuell abgerufen werden. Die voraussichtliche Ankunftszeit des Regners wird exakt berechnet, sodass die Umstellung der Maschinen organisiert werden kann. Bei einem Druckabfall im System oder sonstigen Störungen erfolgt sofort eine Meldung auf das Smartphone oder Tablet, sodass unmittelbar eingegriffen werden kann.

Die Kreisberegnungsanlage hat auf dem Betrieb zu enormen Einsparungen im Bereich der Arbeitswirtschaft und des Energieeinsatzes geführt. Im Vergleich zur Beregnungstechnik mit mobilen Beregnungsmaschinen

mit Starkregner konnte der Energieverbrauch etwa halbiert werden. Wo die Flächenstruktur es ermöglicht, soll daher der Ausbau der Großflächenberegnungstechnik vorangetrieben werden. Im Betrieb laufen bereits erste Planungen zum Bau einer weiteren Anlage.



Ansicht aus dem Beregnungsmanagement-Portal: Position und Betriebszustand der Kreisberegnungsanlage können jederzeit abgerufen werden. Beregnungsgänge mit der mobilen Beregnungsmaschine (oben links) werden ebenfalls angezeigt. Die vorhandene Wetterstation konnte in das System integriert werden.



Kreisberegnungsanlage (Center pivot system) des Betriebs Bokelmann auf einer 40 ha großen Fläche



Durch den Start der Beregnung auf Knopfdruck kann viel Arbeitszeit eingespart werden



Neue Kopfstation mit Düngerdosierer

Anbau:

Salat, Kohlrabi, Möhren, Brokkoli,
weitere Gemüsearten

Versuchskultur:

Zucchini

Bewässerungssystem alt:

Rohrberegung, einstufige, unregelte
Unterwasserpumpe

Bewässerungssystem neu:

Tropfbewässerung, frequenzgesteuerte
Unterwasserpumpe mit GSM
Fernwirkmodul, Düngerdosierer,
Tensiometer

Werner & Andreas Ewald GbR, Trebur

Bei dem in Trebur ansässigen Betrieb, handelt es sich um einen Vollerwerbsbetrieb mit Schwerpunkt im Freilandgemüsebau. Der Betrieb ist nach „QS – GAP“ und „Geprüfte Qualität – Hessen“ zertifiziert. Auf 75 ha wird, bei einer durchschnittlichen Schlaggröße von 1 – 5 ha, ein breites Gemüsesortiment mit Schwerpunkt auf Salat, Kohlrabi, Möhren und Brokkoli angebaut. Im Rahmen der Projektdurchführung wurde der Betrieb mit moderner, frequenzgesteuerter Pumpentechnik ausgerüstet, mit der eine wasser- und energieeffiziente Niederdruckbewässerungstechnik eingesetzt werden konnte.

Eine Fläche von drei Hektar Zucchini wurde mit einem Tropfbewässerungssystem ausgestattet, das neben der frequenzgesteuerten Pumpe eine Kopfstation mit Druckminderer und Filtersystem, eine Düngerdosiereinrichtung sowie Tropfschläuche umfasste.

Je nach Bedarf der eingesetzten Bewässerungstechnik regelt die Pumpe automatisch die Fördermenge und den Förderdruck. Zusätzlich wurde die Pumpe mit einer Zeitschaltuhr versehen, die über ein GSM-Fernwirkmodul angesteuert werden kann. Die Pumpe wurde im Frühjahr 2013 eingebaut und hat über die komplette Bewässerungssaison reibungslos und zur vollsten Zufriedenheit des Betriebsleiters funktioniert.

Im Rahmen des Projektes wurde in 2015 eine weitere Kopfstation mit Düngerdosierer angeschafft. Der Betrieb ist somit in der Lage, mehrere Schläge unabhängig voneinander anzusteuern. Die Tropfschläuche wurden, wie in den Jahren zuvor, oberirdisch jedoch unter einer Mulchfolie verlegt.

Um den Bewässerungserfolg zu kontrollieren und um den Bedarf der Bewässerungsgaben einschätzen zu können, wurde die Anlage mit einem Tensiometersystem versehen, das dem Betriebsleiter eine online-Überwachung ermöglichte. Dieses System musste jedoch wegen technischer Probleme aus

der Nutzung genommen werden. Seit 2015 wird die Bodenfeuchte mit Tensiometern mit Digitalanzeige kontrolliert.

Die Tensiometer haben sich durch den einfachen Aufbau und die robuste Konstruktion für den Praxisbetrieb bewährt.

Durch einzuhaltende Anbaupausen bei der Zucchini-Kultur ist der Betriebsleiter gezwungen, auch auf Flächen zurückzugreifen, die nicht an der betriebseigenen Ringleitung liegen. Hierzu sollten auch diese Flächen mit moderner Niederdrucktechnik ausgestattet werden. Im Jahr 2016 wurde aus diesem Grund eine Investition in ein mobiles Niederdruck-Pumpensystem getätigt. Damit besteht seitdem die Möglichkeit, auf allen Flächen Niederdrucktechnik einzusetzen.

Der Betrieb ist vom Einsatz der Niederdrucktechnik überzeugt und möchte auch in Zukunft an diesem System festhalten. Die durch das Projekt gewonnenen Erfahrungen möchte er auch auf andere Kulturen übertragen. Im Salatanbau wurde bereits die Kulturführung mit abbaubarer Mulchfolie übernommen.



Steuereinheit der neuen Pumpe



Anlage mit Mulchfolie, Tropfbewässerung und Tensiometer



Rohrberegnung mit Kleinregnern im Salat

Anbau:

verschiedene Salate, Kopfkohl, Sellerie

Versuchskultur:

Knollensellerie

Bewässerungssystem alt:

Rohrberegnung 12 x 18 m

Bewässerungssystem neu:

Geisenheimer Steuerung, Regenmesser mit GSM-Modul, Bodenfeuchtemessung durch TDR-Sonden, Kleinregner

12 x 12 m

Albert Kunna Gartenbau, Frankfurt am Main

Der Betrieb Albert Kunna Gartenbau befindet sich in Frankfurt-Nieder-Erlenbach und ist ebenfalls ein Vollerwerbsbetrieb mit Schwerpunkt im Freilandgemüsebau. Der Betrieb ist nach „QS Qualität und Sicherheit“ und „Geprüfte Qualität – Hessen“ zertifiziert. Auf 50 ha Freilandfläche werden als Hauptkulturen Kopfsalat, Buntsalat, Kopfkohl und Sellerie angebaut. Neben Einführung der Geisenheimer Steuerung wurde im Projektverlauf ein Demonstrationsschlag mit Kleinregnern ausgestattet, der mit der betriebsüblichen Bewässerung durch eine Rohrregneranlage verglichen werden sollte.

Als Versuchskultur wurde zunächst der Knollensellerie, ab 2015 dann Salat ausgewählt. Es wurde eine Wetterstation installiert, die automatisch die Niederschlagsmengen erhebt und sie online zur Verfügung stellt. Mit diesen Daten und den vom deutschen Wetterdienst bereit gestellten Verdunstungswerten, konnte mittels der „Geisenheimer Steuerung“ eine klimatische Wasserbilanz für die Kultur simuliert werden.

Gemeinsam mit der Hochschule Geisenheim wurde eine Methode entwickelt, die im Vergleich zum Optimum einen reduzierten Wasserbedarf für die Kultur berechnet. Die vorher simulierte Wasserbilanz zielte auf ein optimales Pflanzenwachstum unter optimaler Wasserversorgung. Die damit erzielten Knollengrößen, entsprachen allerdings nicht dem geforderten Handelskaliber. Mit der modifizierten Berechnungsgrundlage konnten die Erfordernisse des Marktes besser berücksichtigt werden.



Kleinregner in einem Knollensellerieschlag mit Wetterstation im Hintergrund

Zur Kontrolle der Bewässerungsmaßnahmen wurden an die Wetterstation zwei TDR-Sensoren angeschlossen, die in einer Tiefe von 20 und 40 cm die volumetrische Bodenfeuchte messen. Durch diese Sensoren konnten sehr gut Aussagen über die Tendenz des Bodenfeuchtezustandes getroffen werden, so dass der Betriebsleiter Rückschlüsse auf seine durchgeführten Bewässerungsmaßnahmen ziehen konnte.

Im Vergleich zur bisher eingesetzten Technik der Rohrregner konnte beim Kleinregner der Betriebsdruck von ca. 6 bar auf 2,5 bar gesenkt werden, womit sich eine deutliche Energieeinsparung realisieren ließ.

Die Anpassung der Bewässerungssteuerung nach dem Geisenheimer Modell führte auch in der Versuchskultur Salat zu einer Effizienzverbesserung. Die Verteilgenauigkeit der Kleinregner wurde mittels Regenmesser untersucht und führte zu sehr zufriedenstellenden Ergebnissen.

Laut Betriebsleiter konnte der Verschmutzungsgrad im Salat durch den feinen Regen der Kleinregner auf ein Minimum reduziert werden. Auch dieses Ergebnis ist nach Ansicht des Betriebsleiters ein wichtiger Faktor, der ihn an diesem Bewässerungssystem für die nahe Zukunft festhalten lässt.

Der Betrieb möchte an dem System der Kleinregner festhalten und die Ausweitung der Fläche vorantreiben. Zu diesem Zweck sollen weitere Kleinregner angeschafft werden. Zudem haben die Erfahrungen aus dem Projekt den Betriebsleiter veranlasst, seine bestehende Pumpentechnik durch eine frequenzgesteuerte, für Niederdrucktechnik geeignete Pumpenanlage, zu ersetzen.



Rohrbewässerung mit Kleinregnern im Salat



Einzelteile der angeschafften Kopfstation

Anbau:

Salate, Möhren, Porree, Kohl, Kräuter

Versuchskultur:

Zucchini

Bewässerungssystem alt:

Rohrberegnung

Bewässerungssystem neu:

Tropfbewässerung, Düngerdosierer,
Sensormatik, Tensiometer

Betriebsgemeinschaft Ludwig, Griesheim

Die Betriebsgemeinschaft Ludwig bewirtschaftet in Griesheim eine Anbaufläche von 30 ha. Die durchschnittliche Schlaggröße beträgt 1 ha. Angebaut wird ein breites Gemüsesortiment mit Schwerpunkt auf Salat, Möhren, Porree, Kohl und Kräutern.

Während der Projektlaufzeit wurde eine Tropfbewässerung installiert, mit der versuchsweise Zucchini bewässert wurde. Im Unterschied zum Betrieb Ewald wurden die Tropfschläuche im ersten Jahr unterirdisch verlegt. Hierdurch war es möglich während der Saison Hackdurchgänge durchzuführen. Als nachteilig erwies sich dabei der hohe Arbeitsaufwand beim Verlegen, wie auch später beim Bergen der Tropfschläuche. Darüber hinaus wurde die Funktionskontrolle wie auch etwaige Reparaturmaßnahmen erschwert, sodass ab dem Anbaujahr 2014 dem Beispiel des Betriebs Ewald gefolgt wurde und ebenfalls das Verfahren mit oberirdischer Verlegung unter Maisfolie angewendet wurde. Dabei konnte die in der Saison 2013 angeschaffte Tensiometersteuerung in das neue System übernommen und problemlos in die Kopfstation integriert werden.

Zur automatischen Steuerung wurde mittels Tensiometer im Bestand die anliegende Saugspannung erhoben und bei Erreichen eines definierten Wertes die Bewässerung gestartet. Die Dauer der Bewässerung wurde dann über eine Zeitschaltuhr gesteuert.

Der Betrieb Ludwig sieht neben Effizienzvorteilen in der Verteilgenauigkeit und im Energieverbrauch auch Vorteile im phytosanitären Bereich. Einerseits wird das Wasser gezielt an die Zucchinipflanzen ge-



Zucchini-Anbau unter Folie mit
Tropfbewässerung und Tensiometersteuerung

bracht, andererseits verhindert auch die Folie das Wachstum von Unkräutern. Das Verfahren ermöglicht zudem zeitgleich zu ernten und zu bewässern. Auch die saubere und trockene Frucht ist besonders für die Vermarktung von großem Vorteil.

Im Jahr 2015 wurde dieses System beibehalten und die Anbaufläche auf einen weiteren Schlag ausgeweitet. Hierzu wurde eine zweite Kopfstation angeschafft, die ebenfalls mit einem Düngerbeimischungssystem ausgestattet wurde. Für die Düngerbeimischung hat sich wegen der einfachen und robusten Handhabung das Düngerfass bewährt. Das Verfahren wird im Betrieb Ludwig auf jeden Fall weiterverfolgt und ausgeweitet werden.

Durch die Anschaffung der zweiten Kopfstation ist der Betrieb in der Lage, die bedarfsgerechte Bewässerung verschiedener Sätze parallel sicherzustellen.

Obwohl der Betrieb an einer Ringleitung liegt und dadurch die Energieeinsparung durch Niederdrucktechnik nicht direkt dem Landwirt zu Gute komme, ergeben sich aus Sicht des Betriebsleiters doch enorme Vorteile der Tropfbewässerung. Da bei gleichzeitiger Nutzung der Ringleitung durch mehrere Betriebe der Wasserdruck für herkömmliche Bewässerungssysteme nicht ausreicht, seien Druck und Bewässerungsmengen für Nutzer der Niederdrucktechnik auch unter diesen Bedingungen zufriedenstellend.



Kopfstation der Tropfbewässerung

Feldtag „effiziente Bewässerung“ am 07.08.2014 in Griesheim

Drei Sätze der Zucchini und die entsprechende Bewässerungs- bzw. Verlegetechnik konnte im Rahmen des Feldtages am 07.08.2014 besichtigt werden. Insbesondere die positiven Erfahrungen zu arbeitswirtschaftlichen Vorteilen der Tropfbewässerung überzeugten viele Praktiker. Auch die Maschinenvorführung zum gleichzeitigen Verlegen von Folie und Schlauch stieß auf großes Interesse. Der Feldtag wurde wegen der räumlichen Nähe gemeinsam durch die beiden Betriebe Ruhstorfer/Kärcher und Ludwig ausgerichtet.



Zucchini-Anbau mit Dammfräse und Folienlegegerät



Tropfbewässerung mit Düngerzumischung bei Zucchini



Bewässerungsmaschine mit Einzugsreglung

Anbau:

Blumenkohl, Spitzkohl, Brokkoli,
Endivien

Versuchskultur:

Blumenkohl

Bewässerungssystem alt:

Beregnungsmaschine mit Starkregner

Bewässerungssystem neu:

Geisenheimer Steuerung, Regenmesser
mit GSM-Modul, Bodenfeuchtemessung
mit TDR-Sonden, Beregnungsmesser
zur Kontrolle, Beregnungsmaschine
mit automatischer Abschaltung und
Einzugsautomatik

Danuta & Dieter Schenck, Frankfurt am Main

Der Frankfurter Gemüsebaubetrieb Danuta und Dieter Schenck ist nach „QS Qualität und Sicherheit“ und „Geprüfte Qualität – Hessen“ zertifiziert. Auf 9 ha Freilandfläche werden als Hauptkulturen Blumenkohl, Spitzkohl, Brokkoli und Endiviensalat angebaut. Die vorhandene Bewässerungstechnik bestand aus einer älteren Beregnungsmaschine mit Starkregner, die im Rahmen des Projekts in Bezug auf Verteilgenauigkeit und Einsparmöglichkeiten von Beregnungswasser durch eine moderne Beregnungsmaschine mit Stoppautomatik und Einzugsregelung ersetzt wurde.

Mit der neuen Maschine lassen sich Vor- und Nachberegnungszeit sowie Einzugs geschwindigkeit einstellen. Zusätzlich verfügt die neue Maschine über einen Drehkranz, wodurch die oftmals gegenüberliegenden kleinen Flächen in Bezug auf Arbeitsaufwand effizient und zeitsparend bedient werden können.

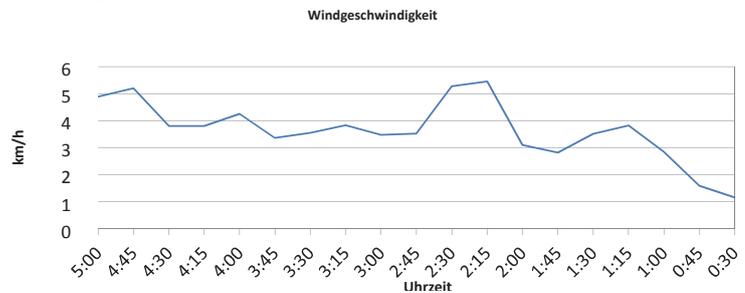
Als Versuchskultur wurde Blumenkohl gewählt und auf der Versuchsfläche eine Wetterstation, bestehend aus einem Regenmesser und zwei TDR-Sensoren, installiert. Ab 2014 konnte die Wetterstation dahingehend aufgerüstet werden, dass alle Parameter erhoben werden, um mit ihrer Hilfe eine klimatische Wasserbilanz zu simulieren. Die zur Berechnung der klimatischen Wasserbilanz eingesetzte Geisenheimer Steuerung wurde so modifiziert, dass die betrieblichen Besonderheiten berücksichtigt werden. Dabei kann ein schlagbezogener Puffer eingestellt werden, der auf spezielle Bodenverhältnisse oder Starkregenereignisse Rücksicht nimmt.

2015 wurde eine weitere Beregnungsmaschine mit Stoppautomatik und automatischer Einzugsregelung angeschafft. Mit ihr konnte mittels Verteilungsmessung gezeigt werden, dass im Vergleich zur alten Technik, die Einzugsautomatik zu einer höheren Verteilgenauigkeit führt.

Unabhängig von der eingesetzten Technik hat der Wind den größten Einfluss auf die Verteilgenauigkeit. Da die Beregnung mittels Trommel sich über mehrere Stunden erstreckt, ist die Verteilgenauigkeit dieses Systems besonders durch sich ändernde Windverhältnisse gefährdet (siehe Abb. rechts). Generell sollte sich die Überkopfberegnung auf windstille oder windschwache Tageszeiten beschränken. Dies ist allerdings nur dann möglich, wenn die technischen Voraussetzungen so gewählt wurden, dass genügend Beregnungskapazitäten zur Verfügung stehen.

Verteilung der Beregnungsmenge in mm mit Einzugsregelung

Abstand der Regenmesser in m	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115
12	6,5	7	6,9	7,8	7	7,5	7,3	7	6,9	5,8	-	-
4,5	7	6,8	7	8,5	8	6	7,8	8,5	8	6,9	-	-
Bewässerungskanone												
4,5	8	6,3	6,9	8,8	7	5,5	6,1	7,5	10,5	8,3	-	-
12	9,1	8,8	7,2	9,8	7,9	6	4,1	3,4	3,5	5,1	-	-



Verteilungsmessung im Blumenkohl



Beregnungsmaschine mit Computersteuerung und Fernüberwachung

Anbau:

Salat, Spinat und Petersilie

Versuchskultur:

glatte Petersilie

Bewässerungssystem alt:

Rohrberegnung, hydraulisch gesteuertes Magnetventil, Beregnungsmaschine mit Starkregner

Bewässerungssystem neu:

Regenmesser mit GSM-Modul, Bodenfeuchtemessung über TDR, elektrisch gesteuertes Magnetventil mit Zeitschaltuhr, Beregnungsmaschine mit Computersteuerung und Fernüberwachung

Kärcher & Ruhstorfer GbR, Griesheim

Der Betrieb Kärcher und Ruhstorfer GbR liegt in Griesheim. Auf 70 ha werden bei einer durchschnittlichen Schlaggröße von 0,2 – 5 ha schwerpunktmäßig Salat, Spinat und Petersilie angebaut. Bei der vorhandenen Bewässerungstechnik handelt es sich um die regionaltypische Rohrberegnung mittels Schwinghebelregnern. Im Rahmen des Projektverlaufs wurde in sensiblen Bereichen mit Niederdruckregnern gearbeitet. Neben der Druckeinsparung haben diese Regner, speziell beim nächtlichen Einsatz in der Nähe von Wohngebieten, den Vorteil der geräuschlosen Arbeitsweise. Des Weiteren wurde das Hauptaugenmerk auf die automatische Steuerung der Bewässerungstechnik gelegt.

Der Betrieb wurde 2013 mit einer Wetterstation, an die ein Regenmesser und zwei TDR-Sonden angeschlossen sind, ausgestattet. Die TDR-Sonden wurden unter die Versuchskultur Petersilie zunächst in 30 und 60 cm Tiefe und ab 2014 in 20 und 40 cm Tiefe eingegraben. Obwohl die Petersilie tiefer als 60 cm wurzelt, reichen die gewählten Einbautiefen aus, weil gerade in der Anfangsphase der Kultur eine gute Wasserversorgung wichtig ist, so dass der Kontrolle des Bodenwassergehalts in den oberen Bodenschichten eine größere Bedeutung zuzuschreiben ist.

Ein weiterer Schwerpunkt auf dem Betrieb war die automatische Steuerung der Bewässerungsflächen über Magnetventile, die mit Zeitschaltuhr ausgestattet sind. Die bereits vorhandenen Systeme arbeiteten nicht zuverlässig, so dass es vor kam, dass zur gewählten Stoppzeit das Magnetventil nicht schloss. Ursache war ein Verstopfen des Membrans durch ungefiltertes Beregnungswasser, das den Schließvorgang steuert. Da die Bewässerung größtenteils nachts stattfindet, hat das Nicht-Schließen der



Wetterstation mit TDR-Sensoren im Petersilienschlag

Magnetventile zur Folge, dass die Bewässerung mehrere Stunden läuft, bevor der Fehler entdeckt wird. Um ein zuverlässiges Arbeiten des Systems auch bei der Verwendung von ungefiltertem Wasser zu gewährleisten, wurde die bestehende Technik auf den neuesten Stand gebracht.

Des Weiteren wurde das sich auf dem Betrieb im Einsatz befindliche Dieselaggregat mit einer Handynotschaltung versehen. Bei einer Störung wird der Betriebsleiter über eine SMS darüber informiert, dass sein System ausgefallen ist. Durch dieses System soll sichergestellt werden, dass Bewässerungsmaßnahmen nach Plan erfolgen und technische Störungen nicht dazu führen, dass entweder zu viel oder zu wenig Wasser ausgebracht wird. Zudem wurde eine Beregnungsmaschine mit moderner Computersteuerung und der Möglichkeit zur Fernüberwachung mittels GPS angeschafft. Durch Umrüstung aller bestehenden Maschinen könnte so das Flottenmanagement effizienter gestaltet werden.

Der Betrieb möchte den Austausch seiner noch verbliebenen alten Magnetventile kurzfristig vorantreiben. Mit dem Einsatz von GPS zur Kontrolle und Steuerung seiner Beregnungstechnik hat der Betriebsleiter ein Managementsystem gefunden, die Effizienz seiner Beregnung erheblich zu steigern.



Veraltete Steuereinheit mit hydraulischem Magnetventil (links), neu mit elektrischem Magnetventil (rechts)



Bestehende Rohrberegnungsanlage mit Schwinghebelregnern



Wetterstation und Kleinregner im Selleriebestand

Anbau:

Sellerie, Kohl und Möhren

Versuchskultur:

Staudensellerie

Bewässerungssystem alt:

Rohrberegnung 12 x 18 m

Bewässerungssystem neu:

Kleinregner 12 x 12 m, Geisenheimer Steuerung, Regenmesser mit GSM-Modul, Bodenfeuchtemessung mit TDR-Sonden



Kleinregner im Selleriebestand

Richard Ohmer, Rheinzabern

Der Ohmerhof befindet sich in Rheinzabern (Rheinland-Pfalz). Die alte Rohrberegnung des Betriebs war mit Schwinghebelregnern ausgestattet. Da auf dem Betrieb das Beregnungswasser durch einen eigenen Brunnen bereitgestellt wird und die eingesetzte Pumpe bereits über eine Frequenzsteuerung verfügt, kommt der Einsatz von Niederdruckregnern besonders zum Tragen. Durch die Reduzierung des Betriebsdrucks konnte der Betrieb von einer direkten Energieeinsparung profitieren.

Als Versuchskultur wurde Knollensellerie und ab 2015 Wirsing ausgewählt. Der Versuchsstandort wurde mit Niederdrucktechnik in Form von Kleinregnern in einem Verband von 12 m x 12 m ausgestattet. Neben der hohen Energieeffizienz konnte die gleichmäßige und fein zu dosierende Beregnung der Kleinregner auch sehr effektiv zur Vermeidung von Innenbrand im Selleriebestand eingesetzt werden. Zusätzlich wurde eine Wetterstation mit Regenmesser und TDR-Sensoren installiert. Die TDR-Sensoren wurden 20 und 40 cm tief in den Boden eingebaut. Es konnte ein sehr guter Bewässerungsverlauf aufgezeichnet werden, der deutlich machte, dass die Steuerung nach der Geisenheimer Methode die Wasserbereitstellung für die Pflanze im Optimum hielt.

Sowohl beim Knollensellerie wie auch beim Wirsing hat sich der Einsatz von Kleinregnern betriebswirtschaftlich wie auch pflanzenphysiologisch bewährt. Während durch die gute Regenverteilung und die Feinjustierung der Regengaben bei Sellerie der Innenbrand reduziert wurde, konnte mittels Kleinregner die Kultur im Wirsingschlag auch effizient gekühlt werden. Insgesamt führte dies dazu, dass der Betrieb einen höheren Anteil an marktfähiger Ware erzeugen konnte und damit betriebswirtschaftlich einen besseren Erlös erzielte.

Betriebsleiter Ohmer ist weiterhin an einer fortschreitenden Automatisierung der Geisenheimer Steuerung interessiert.

Am 29.09.2015 wurde auf dem Betrieb ein Feldtag ausgerichtet und die Erfahrungen der Praxis und allen Interessierten vorgestellt. Der Feldtag war gut besucht und es fand ein reger Austausch statt. Hauptthema des Feldtags war der Einsatz von Kleinregnern und das generelle Einsparpotential von Niederdrucktechnik.

Dabei wurden verschiedene Systeme für den effizienten Einsatz von Kleinregnern vorgestellt. Neben den Kleinregnern auf herkömmlichen Stahlrohren wurde eine Demonstrationsanlage aufgebaut, die die Vorteile des Einsatzes auf einem Schlauchsystem aufzeigte.

Auch nach dem Projekt möchte der Betrieb am Einsatz von Kleinregnern festhalten. Es ist geplant zusätzliche Einheiten anzuschaffen, um den möglichen Einsatz in weiteren Kulturen zu testen. Ziel des Betriebes ist es, den effizienten Einsatz von Schlauch- bzw. alternativen Rohrsystemen zu untersuchen.



Vorstellung von Kleinregnern auf einem Schlauchsystem zum Hoftag Ohmer



Kleinregner im Wirsingbestand des Betriebs Ohmer, Rheinzabern



Wissens- und Erfahrungstransfer in die Praxis



Das Beratungsprojekt „Effiziente Bewässerung“ hat im Zeitraum 2012 bis 2016 gängige Methoden zur Freilandbewässerung auf 12 Demonstrationbetrieben in Niedersachsen und Hessen/Rheinland-Pfalz auf unterschiedlichen Standorten und in verschiedenen Kulturen erprobt.

Das dabei gewonnene Wissen und die Erfahrungen der beteiligten Betriebsleiter wurden der Öffentlichkeit, insbesondere ähnlich gelagerten Beregnungsbetrieben der Region, in Feldtagen demonstriert, um so weiteren Betrieben Anregungen zur Effizienzverbesserung ihrer eigenen Bewässerungssysteme und der Bewässerungssteuerung zu geben.

Das BLE-Projekt sollte dazu beitragen Optimierungspotentiale in den Demonstrationbetrieben zu erkennen und diese in andere Praxisbetriebe zu verbreiten. Die Demonstrationbetriebe erfüllten so eine „Leuchtturmfunktion“ mit Beispielwirkung für andere Betriebe. Feldtage und Hofseminare erfüllten durch die Präsentation von Beispielen zur effizienten Wasser- und Energienutzung auch eine gesellschaftspolitische Aufgabe zum Ressourcenschutz. Während der Projektlaufzeit wurde die Öffentlichkeit durch Vorträge und Veröffentlichungen zahlreich informiert, aber vor allem Hofseminare und Feldtage auf den mitarbeitenden Betrieben sollten als Multiplikator für die Berufskollegen wirken. Den 12 Betriebsleitern sei an dieser Stelle ausdrücklich für ihren Einsatz und ihre Hilfsbereitschaft gedankt, denn ohne ihre Mitarbeit könnten solche Projekte nicht durchgeführt werden.

Die Feld- und Hofstage



Ausstellung der verwendeten Technik im Rahmen der Hofstage

Auf dem Betrieb Holste in Martfeld wurde am 10. Juni 2014 der erste niedersächsische Feldtag des BML-Projekts durchgeführt. Viele Interessierte informierten sich an diesem Tag auf dem Betrieb. Neben der Betriebstechnik, einer Vorführung zum Dammaufbau und gleichzeitiger Verlegung der Tropfschläuche wurden auch Möglichkeiten zur Kalkulation des Wasserverbrauchs nach „Geisenheimer Steuerung“ und Sensoren zur Messung der Bodenfeuchte vorgestellt. In Fachvorträgen informierten Bewässerungsspezialisten über Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme. Der Betrieb Holste hatte zudem einen Sortenvergleich bei Möhren angelegt, der von einem Pflanzenbauberater vorgestellt wurde. Insgesamt wurde an den einzelnen Stationen intensiv nachgefragt und diskutiert, was zum besonderen Erfolg des Feldtages beitrug.



In kleinen Gruppen konnten sich die Besucher an mehreren Stationen über verschiedene Themenfelder der Bewässerung informieren.

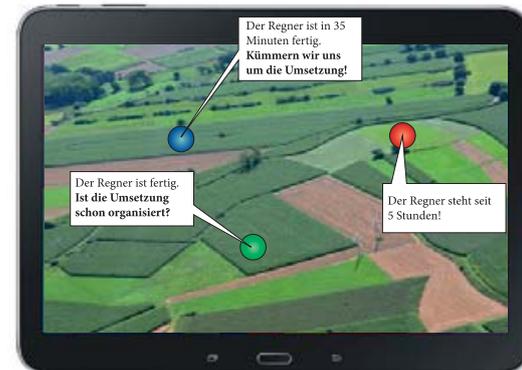
Auf dem Betrieb Dörrheide fand am 9. Juli 2014 der zweite niedersächsische Bewässerungsfeldtag statt. Mit rund 70 Gästen war dieser sehr gut besucht. Auf dem Feldtag im Jahr 2014 konnten sich viele Berufskollegen ein Bild von den umgesetzten Maßnahmen machen. Es wurde deutlich, dass die betrieblichen Maßnahmen zur Optimierung, insbesondere der Arbeitswirtschaft durch ein Überwachungs- und Kontrollsystem in viele andere Betriebe, die ebenfalls mit einer mobilen Beregnungsmaschine mit Starkregner arbeiten, übertragbar sind. Das Beregnungsmanagementsystem wurde bereits von einigen Berufskollegen übernommen und wird sicherlich noch in vielen weiteren Betrieben sinnvoll einzusetzen sein.

Am 4. August 2014 fand auf dem Betrieb Schenck in Zusammenarbeit mit Betrieb Kunna ein Feldtag statt. Dabei wurden seitens der Beratung Informationen zum Projekt, dem Bewässerungssystem Tropfbewässerung, der Sensortechnik und Beregnungssteuerung sowie über mögliche Druck- bzw. Energieeinsparungen gegeben. Betriebsleiter Schenck und Betriebsleiter Kunna berichteten über ihre positiven Erfahrungen mit der neuen Technik und standen im Rahmen eines Betriebs- und Feldrundgangs für Fragen zur Technik und zu den Pflanzenbeständen zur Verfügung. Es fand ein reger Austausch zwischen Praxis, Beratung, Wissenschaft und Verwaltung statt. Über den Feldtag wurde in der Fachpresse ausführlich berichtet.

Die Betriebsgemeinschaft Ludwig und der Betrieb Ruhstorfer & Kärcher richteten am 7. August 2014 in Griesheim einen Feldtag aus, bei dem drei unterschiedliche Sätze Zucchini und die entsprechende Bewässerungs- bzw. Verlegetechnik mit Kleinregnern und Tropfschläuchen besichtigt werden konnten. Die positiven Erfahrungen der Betriebsleiter zu arbeitswirtschaftlichen Vorteilen der Tropfbewässerung konnten eine Reihe von Praktikern von der Technik überzeugen, wobei insbesondere die Maschinenvorführung zum gleichzeitigen Verlegen von Folie und Schlauch auf sehr viel Interesse und ein positives Echo stieß.

Zu der im Betrieb Kärcher und Ruhstorfer zu installierenden Kleinregneranlage wurden intensive Diskussionen über die Wasserverteilung geführt. Die Anlage ist vom Betrieb vorgesehen, um die Windeinflüsse zu minimieren. Über Kleinregner kann eine gleichmäßigere Wasserverteilung gepaart mit einer energieeffizienteren Ausbringung realisiert werden. Insgesamt hat der Feldtag in Griesheim bemerkenswerten Anklang in der Praxis, der Verwaltung und Beratung gefunden. Intensive Gespräche wurden geführt und Ideen verschiedener Betriebe und Beratungsinstitutionen erörtert. In der fachlichen Presse wurde ausführlich berichtet: Landwirtschaftliches Wochenblatt, 34/2014, Seite 14-17.

Am 17. September 2014 fand auf dem Betrieb Ewald in Trebur ein Feldtag zum Thema „Effiziente Bewässerung“ statt. Dabei wurde durch Vorträge ein Überblick über Tropfbewässerung, Sensortechnik und Beregnungssteuerung vermittelt. Beteiligte Firmen, die an der technischen Realisierung des Projektes mitgewirkt hatten, stellten ihre Produkte vor. Im Anschluss berichtete Betriebsleiter Ewald über seine positiven Erfahrungen mit der neuen Technik und stand im Rahmen eines Betriebs- und Feldrundgangs für Fragen zur Technik und zu den Pflanzenbeständen zur Verfügung. In diesem Rahmen fand ein reger Austausch zwischen Praxis, Beratung, Wissenschaft und Verwaltung statt. Über den Feldtag wurde in der Fachpresse zudem ausführlich berichtet: Gemüse 11/2014 S. 20-22.



Beispiel eines Beregnungsmanagementsystems, das die Informationen per Mail oder App auf PC oder Smartphone des Betriebs in Echtzeit überträgt



Feldtag der Betriebe Schenk und Kunna am 04.08.2014 in Frankfurt-Nieder-Eschbach



Feldtag „effiziente Bewässerung“ am 07.08.2014 in Griesheim bei der Betriebsgemeinschaft Ludwig und dem Betrieb Kärcher und Ruhstorfer



Zucchinianbau unter Folie mit Tropfbewässerung und Tensiometersteuerung im Betrieb Ewald, Trebur



Centerpivot Kreisberegnungsanlage des Betriebs Bokelmann, Räderloh, im Einsatz



Besichtigung und Demonstration der Kreisberegnungsanlage am Feldtag



Kleinregner auf einem Schlauchsystem



Mit Interesse folgen die Besucher den Ausführungen der Referenten

Höhepunkt im Jahr 2015 auf dem Betrieb Bokelmann war der Feldtag am 25. Juni. Mehr als 80 Besucher informierten sich an diesem Tag über Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Kreisberegnungstechnik, Möglichkeiten zu Optimierungen in Leitungsnetzen sowie die Geisenheimer Steuerung. Das Interesse der Landwirte an der Technik war groß, da bisher nur wenige Betriebe Erfahrungen in diesem Bereich gesammelt haben, obwohl in vielen Regionen Nordostniedersachsens bereits geeignete Flächenstrukturen zum Einsatz von Großflächenberegnungstechnik vorhanden sind. Bereits auf dem Feldtag konnte den Besuchern anhand von parallel durchgeführten Wasserverteilungsmessungen unter der Kreisberegnung und unter einer Maschine mit Starkregner der hohe Nutzen der Großflächenberegnungstechnik dargestellt werden. Neben dem äußerst niedrigen Druck-, Energie- und Arbeitszeitbedarf erreicht die Anlage auch bei Windeinfluss noch eine sehr gleichmäßige Wasserverteilung.

Der Betrieb Ohmer hat am 29. September 2015 einen Feldtag ausgerichtet und seine Erfahrungen der Praxis und allen Interessierten vorgestellt. Der Feldtag war gut besucht und es fand ein reger Austausch statt. Hauptthema des Feldtages war der Einsatz von Kleinregnern und das generelle Einsparpotential von Niederdrucktechnik. Neben einer Vortragsreihe am Vormittag fand am Nachmittag eine Feldbegehung statt. Es wurden verschiedene Systeme für den effizienten Einsatz von Kleinregnern vorgestellt. Neben den Kleinregnern auf herkömmlichen Stahlrohren wurde eine Demonstrationsanlage aufgebaut, die die Vorteile des Einsatzes der Kleinregner auf einem Schlauchsystem aufzeigte.

Das große Interesse der Gemüseanbauer an neuen Bewässerungstechniken und insbesondere am Einsatz von Tropfschläuchen in Zwiebeln wurde auf dem Feldtag bei Jürgen Kramer in Hassel am 14. Juni 2016 deutlich. Die zahlreichen Besucher konnten sich intensiv über Möglichkeiten der Bewässerungssteuerung, den standort-spezifischen Bewässerungsbedarf und die technische Umsetzung der Tropfbewässerung in Zwiebeln informieren.

Vorträge, Veröffentlichungen und Veranstaltungen der Jahre 2013 bis 2016

Projektjahr 2013

- 13.11.2012 Ausschuss Pflanzenproduktion der LWK Niedersachsen in Oldenburg
- 30.01.2013 Hessischer Gemüsebautag, Gernsheim (Vortrag)
- 05.02.2013 Jahresmitgliederversammlung des Fachverbandes Feldberegnung e. V. (FVF), Uelzen
- 05.03.2013 Sitzung Team Pflanze der LWK Niedersachsen in Hannover
- 11.03.2013 Sitzung AG Pflanzenbauvereine in Hannover
- 09.04.2013 Sitzung des Beratungsteams Gartenbau des Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen in Wetzlar
- 16.04.2013 Sitzung des Projektrates des Modellvorhabens, Bonn
- 11.06.2013 Fortbildungsveranstaltung der Wasserschutzberater NRW in Geisenheim
- 25.06.2013 Hessischer Bewässerungstag 2013, Bürstadt-Riedrode (Vortrag)
- 26.06.2013 DLG-Fachtagung Bewässerung in Görlitz
- 17.09.2013 Irrigation Workshop of the German National Committee of ICIID (GECID), Thünen-Institut, Braunschweig (Vortrag)
- 30.09.2013 Workshop der höheren Dienste des LLH zu fachübergreifenden Themen in Bad Hersfeld
- 15. - 16.10.2013 Sitzung AK Koordinierung Gemüsebauversuche, Dresden 2013 (Vortrag)
- 22.10.2013 Sitzung des VLK (Verband der Landwirtschaftskammern) in Kassel
- 31.10.2013 Sitzung der Koordinierungsstelle für Bewässerung

Projektjahr 2014

- Januar Bewässerungsprojekt zur Effizienzsteigerung. Tagungsband des Hessischen Gemüsebautag 2014, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
- 29.01.2014 Vortrag „Bewässerungsprojekt zur Effizienzsteigerung“ Hessischer Gemüsebautag, Gernsheim
- 04.02.2014 Vorstellung des Projektes im Rahmen der Jahresmitgliederversammlung des Fachverbandes Feldberegnung e. V. in Uelzen
- 11.02.2014 Vortrag „Tropfbewässerung im Gartenbau - wie funktioniert das?“ Bewässerungstag 2014 Baden-Württemberg, Rheinstetten (Vortrag)
- 13.02.2014 Sitzung Arbeitsgruppe Wasserbedarf, Hannover
- 19.02.2014 Erfahrungsaustausch Projektbeteiligte aus Hessen, Griesheim
- 27.02.2014 Vortrag „Effizient bewässern“, Sitzung des Fachausschusses Pflanzenproduktion, Alsfeld
- März 2014 Artikel „Wasser und Strom Hand in Hand“ Gemüse 11/2014, S. 20-22
- 25.03.2014 Sitzung des Projektrates des Modellvorhabens, Griesheim
- 31.03.2014 Sitzung der Koordinierungsstelle für Bewässerung, Geisenheim
- 01.04.2014 Besprechung Projektpartner, Geisenheim
- 15.05.2014 Artikel „Zukunft effizient bewässern, Wasser ist kostbar – im Gemüsebau Wasser sparen“, LW Hessenbauer 20, S. 30-32
- 10.06.2014 Erster niedersächsischer Bewässerungsfeldtag im Rahmen des Projektes auf dem Betrieb Holste in Martfeld (Infostand und Vortrag)
- 25. - 26.06. DLG Bewässerungstagung, Rheinstetten-Forchheim 2014
- 09.07.2014 Zweiter niedersächsischer Bewässerungsfeldtag auf dem Betrieb Dörrheide in Altendorf (Infostand und Vortrag)
- 06.08.2014 Feldtag „Effizient bewässern“, Griesheim (Infostand und Vortrag)
- 07.08.2014 Hoftag Betriebe Ludwig und Kärcher / Ruhstorfer, Griesheim (Infostand und Vortrag)
- 21.08.2014 Artikel „Auch beste Technik kann Erfahrung nicht ersetzen“ LW Hessenbauer 2014 34/2014, S. 14-17
- September Artikel „Bewässerung: Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz“, Gartenbau Profi 9/2014
- 17.09.2014 Hoftag Betrieb Ewald, Trebur (Infostand und Vortrag)
- 18.09.2014 Informationsstand auf dem Spargelfeldtag der LWK Niedersachsen, Fuhrberg
- Oktober „Effizient bewässern - BLE-Modellvorhaben zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“ Geschäftsbericht 2013, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
- 18.11.2014 Vortrag „BLE-Modellvorhaben zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“; Dienstbesprechung der Gartenbauberater Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Wetzlar
- 26.11.2014 Projektvorstellung im Rahmen der Sachbearbeitertagung Beregnung der LWK Nds.

Projektjahr 2015

- 03.02.2015 Präsentation des Projektes auf der Jahresversammlung des FVF
- 05.03.2015 Sitzung des ZVG-Technikausschusses „Gartenbau“ (Vortrag)
- 27.05.2015 Artikel „Möhren: Beim Spargel abgeguckt“ Internetbeitrag zum Möhrenanbau auf dem Betrieb Holste, Internetseite der LWK Niedersachsen
- 07.06.2015 Öffentlichkeitsarbeit zum Projekt und zur Beregnung allgemein auf der Tour de Flur in der Wedemark
- 18.06.2015 Öffentlichkeitsarbeit zum Projekt und zur Beregnung allgemein, Großer Feldtag der LWK, Borwede
- 25.06.2015 Feldtag auf dem Betrieb Bokelmann, Räderloh (Infostand und Vortrag)
- 25.06.2015 Artikel „Es kommt fast auf jeden Millimeter an“ Beitrag zum Lenksystem des Betriebs Holste, Land und Forst Nr. 26/2015
- 09.07.2015 Hessischer Bewässerungstag, Babenhausen (Poster und Vortrag)
- 16.07.2015 Artikel „Kulturen noch effizienter beregnen“ Bericht um Feldtag auf dem Betrieb Bokelmann, Land und Forst Nr. 29/2015
- 04.08.2015 Feldtag Betriebe Schenk und Kunna, Frankfurt (Infostand und Vortrag)
- 10.08.2015 Feldtag „Effiziente Bewässerungssysteme“, Internetseite LLH 2015
- 13.08.2015 Artikel „Der Energieverbrauch ist ein entscheidender Kostenfaktor“, LW Hessenbauer, 33, S 31-32
- 29.09.2015 Feldtag Betrieb Ohmer, Rheinzabern (Infostand und Vortrag)
- 13.10.2015 Artikel „Effizienter Bewässern“, Pfälzer Bauer - Wochenblatt für Landwirtschaft & Landleben, 41 S. RLP 5
- 02.12.2015 Informationsveranstaltung „Energieeffiziente Bewässerung“, (LLH und WBL) Griesheim (Vortrag)
- 12/2015 Artikel „Feldberegnung - sparsam mit kostbarem Wasser“, Jahresbericht 2015 der LWK
- Dauerhaft Internetseiten von LWK und FVF sowie LLH

Projektjahr 2016

- 14.01.2016 Vortrag „Aktueller Stand des Modellvorhabens“, BLE Beiratssitzung Demonstrationsvorhaben, Kassel
- 21.01.2016 Vortrag „Bewässerungssteuerung und –technik im Gemüsebau“, Bewässerungsfachtagung 2016, Wittau bei Wien
- 27.01.2016 Vortrag „Bewässerungsprojekt zur Effizienzsteigerung“, Hessischer Gemüsebautag, Gernsheim
- 27.01.2016 Vortrag „Bewässerungstechnik im Freiland – Druckverluste und Energieeinsparung“, Hessischer Gemüsebautag, Gernsheim
- 02.02.2016 Präsentation des Projektes auf der Jahresversammlung des FVF
- 15.02.2016 „Bewässerungssteuerung und –technik im Gemüsebau“, Unterricht Meisterschule LVG Heidelberg, Heidelberg
- 23.02.2016 Vortrag „Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“, Dienstbesprechung des Fachgebietes Fachinformation Pflanzenproduktion – FG 33. Schloss Eichhof, Bad Hersfeld
- 25.02.2016 Artikel „Der Computer macht die Felder nass“ zur Jahreshauptversammlung des FVF, Land und Forst 8/2016
- 09.03.2016 Vortrag „Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“, 25. Bundesberatertagung für Fachberater(-innen) im Gemüsebau, Grünberg
- 15.04.2016 Artikel „Weniger Druck und Wasser“, Bauernzeitung 15/2016
- 16.04.2016 Öffentlichkeitsarbeit zum Projekt und zur Beregnung allgemein auf der Hausmesse des Betriebes Elbers
- 02.05.2016 Pressemitteilung „Frühkartoffeln: Erste frische Knollen aus Niedersachsen“ LWK Niedersachsen (Betrieb Holste)
- 09.06.2016 Artikel „Wasser und Energie sind kostbar“ Land und Forst 23/2016
- 14.06.2016 Feldtag auf dem Betrieb Kramer, Hassel (Infostand und Vortrag)
- 17.06.2016 Artikel „Landwirte wünschen sich mehr Regen“ Kreiszeitung
- 18.06.2016 Infostand auf dem Kräuterfest des Betriebes Elbers
- 22.06.2016 Projektvorstellung bei der DLG AG Bewässerung, Vortrag „Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“, DLG Bewässerungstag 2016, Griesheim
- 23.06.2016 Artikel „Tropfen für Tropfen Lebenselixier“ Land und Forst 25/2016
- 05.07.2016 Vortrag „Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“, Ökogemüsebautag 2016, Bayrische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau, Bamberg
- 07.07.2016 Artikel „Effizienzsteigerung in der Bewässerung oft möglich, BLE-2016 Modellvorhaben „Effiziente Bewässerung“ abgeschlossen“, LW Hessenbauer 27/2016

- 14.07.2016 Vortrag „Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“, Feldtag im Betrieb Kramer, Hassel
- August Artikel „Bewässerung überdenken“, Bioland 8, S. 25 (Gb) 2016
- 19.09.2016 Vortrag „Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau“, KTBL-Arbeitskreis Berater und Wissenschaftler für Technik im Garten, Regenstauf
- September Artikel „Bewässerungsanlagen energieeffizient betreiben. Teil 1: Pumpen“, 2016 Gemüse 52 (9), S. 17-19 (Gb)
- 01.10.2016 Artikel „Bewässerung effizient gestalten“ Gemüse Nr. 10/2016
- Oktober Artikel „Bei der Beregnung Geld sparen. Teil 2: Rohrleitungen, Gemüse 52 (10), S. 22-24 (Gb)
- 15.11.2016 Vortrag zum Projekt auf dem Profi-Tag Gemüsebau, Hannover-Ahlem
- 16.11.2016 Vortrag „Effizienzsteigerung in der Bewässerung auch für kleine und mittlere Betriebe – Erfahrungen aus einem Demonstrationsvorhaben“, Gemüsebautag an der LVG Heidelberg, Heidelberg
- November Artikel „Effizienz der Bewässerung erhöhen! - BLE-Projekt Hessen 2016 abgeschlossen“, Gemüse 11
- November Artikel „Bei der Beregnung Geld sparen. Teil 3: Bewässerungssysteme“, 2016 Gemüse 52 (11) S. 20-22 (Gb)
- 08.12.2016 Vortrag „Bewässerungstechnik und –management im Freilandgemüsebau – Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung“, Aktuelle Entwicklungen im Gemüsebau 2016, LA Kitzingen, Albertshofen
- 15.12.2016 Vortrag „Optimierung von Beregnungsanlagen – Erfahrungen aus einem Demonstrationsvorhaben“, LWK NRW Fachgruppe Gemüsebau Rheinland-Süd, Bornheim
- Dauerhaft Internetseiten von LWK und FVF sowie LLH

Fazit und Zusammenfassung



Im BLE-Projekt „Effiziente Bewässerung im Gemüsebau“ konnten zwölf Demonstrationsbetriebe in Niedersachsen, Hessen und Rheinland-Pfalz aufzeigen, wie entscheidende Verbesserungen beim Verbrauch der Ressourcen Wasser, Energie und Arbeit zu erzielen sind. Ursächlich waren hierbei insbesondere die Verbesserung und Modernisierung der eingesetzten Technik und Fortschritte im Bewässerungsmanagement. Den wichtigsten Beitrag zum Erfolg leisteten allerdings die beteiligten Betriebsleiter, die in beispielhafter Zusammenarbeit mit den Bewässerungsexperten der Projektbetreuung betriebsindividuelle Lösungswege entwickelten, um sie anschließend in die Praxis umzusetzen.

Die Einsparung von Wasser und Energie wurden durch effizientere Zuleitungssysteme, verbesserte Pumpen, verteilgenauere Regner und ein optimiertes und an die regionalen Bedürfnisse angepasstes Bewässerungsmanagement erreicht.

Durch Feld- und Hofstage der Demonstrationsbetriebe konnte eine erhebliche Multiplikatorenwirkung erzielt werden. Mit großem Interesse nahmen viele Besucher an den Veranstaltungen der Projektbeteiligten teil und informierten sich bei Vorträgen und Vorführungen über die Möglichkeiten und Voraussetzungen moderner Bewässerungssysteme. Ein Großteil der Besucher ließ erkennen, dass für sie eine Nachahmung und Umsetzung der vorgestellten Lösungen im eigenen Betrieb vorstellbar ist. Zahlreiche Publikationen in regionalen und überregionalen Fachorganen und diverse Vorträge trugen dazu bei, das Projekt einem breiten Publikum näher zu bringen.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass in allen beteiligten Betrieben Verbesserungen durch Einsparung von Produktionsmitteln und monetären Aufwendungen bei vergleichbaren Erträgen und Qualitäten erzielt wurden. Durch intensive Beratungen haben die Projektverantwortlichen eine win:win-Situation erreicht, einerseits durch die Erfolge im Anbau und den Erlösen der Betriebe und andererseits durch die Schonung von natürlichen und energetischen Ressourcen für Umwelt und Gesellschaft.



