



Ostfalia  
Hochschule für angewandte  
Wissenschaften



THÜNEN

Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT  
GÖTTINGEN

Operationelle Gruppe:

## Nachhaltige Bewässerung

Innovationsprojekt:

## Sensorgestützte Beregnungssteuerung in Kartoffeln

Kurzbezeichnung:

### SeBeK

## Abschlussbericht

Projektkoordinator:  
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften,  
Campus Suderburg  
Herbert-Meyer-Str. 7  
29556 Suderburg

Ansprechpartner: Prof. Dr. Klaus Röttcher  
Telefon: 05826/98861230  
Email: k.roettcher@ostfalia.de



EUROPÄISCHE UNION

# Inhalt

1	Kurzdarstellung .....	1
1.1	Ausgangssituation und Bedarf .....	1
1.2	Projektziel und konkrete Aufgabenstellung.....	1
1.3	Mitglieder der OG .....	1
1.4	Projektgebiet.....	1
1.5	Projektlaufzeit und Dauer .....	1
1.6	Budget.....	2
1.7	Ablauf des Vorhabens .....	2
1.8	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	3
2	Eingehende Darstellung .....	4
2.1	Verwendung der Zuwendung.....	4
2.1.1	Gegenüberstellung der Planung im Geschäftsplan und der tatsächlich durchgeführten und abgeschlossenen Teilschritte jeweils für ein OG-Mitglied und die Aufgaben im Rahmen der laufenden Zusammenarbeit einer OG.....	4
2.1.2	Darstellung der wichtigsten finanziellen Positionen .....	15
2.2	Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn.....	15
2.2.1	Ausgangssituation .....	15
2.2.2	Projektaufgabenstellung .....	15
2.3	Ergebnisse der OG in Bezug auf .....	16
2.3.1	Wie wurde die Zusammenarbeit im Einzelnen gestaltet .....	16
2.3.2	Was war der besondere Mehrwert bei der Durchführung des Projekts als OG? .....	17
2.3.3	Ist eine weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Projekts vorgesehen? .....	17
2.4	Ergebnisse des Innovationsprojektes.....	17
2.4.1	Zielerreichung.....	34
2.4.2	Abweichungen zwischen Planung und Ergebnis .....	34
2.4.3	Projektverlauf .....	35
2.4.4	Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP-Themen .....	80
2.4.5	Nebenergebnisse.....	80
2.4.6	Arbeiten, die zu keiner Lösung/zu keinem Ergebnis geführt haben .....	85
2.4.7	mögliche weitere Verwendung von Investitionsgütern .....	86
2.5	Nutzen der Ergebnisse für die Praxis .....	86
2.6	(Geplante) Verwertung und Nutzung der Ergebnisse.....	87
2.7	Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit.....	87
2.8	Kommunikations- und Disseminationskonzept: .....	88
3	Literaturverzeichnis.....	89

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AKIS</b> .....	<i>Agricultural Knowledge &amp; Innovation System</i>
<b>CAL</b> .....	<i>Calcium-Acetat-Lactat-Auszug</i>
<b>DLG</b> .....	<i>Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft</i>
<b>DVS</b> .....	<i>Deutsche Vernetzungsstelle</i>
<b>EIP Agri</b>	<i>Europäische Innovationspartnerschaft "Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit"</i>
<b>ELER</b> .....	<i>Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums</i>
<b>ICID</b> .....	<i>International Commission on Irrigation and Drainage</i>
<b>K</b>	<i>Kalium</i>
<b>K<sub>2</sub>O</b> .....	<i>Kaliumoxid</i>
<b>LWK</b> .....	<i>Landwirtschaftskammer</i>
<b>nFK</b> .....	<i>nutzbare Feldkapazität</i>
<b>OG</b> .....	<i>Operationelle Gruppe</i>
<b>SeBeK</b> .....	<i>Sensorgestützte Beregnungssteuerung in Kartoffeln</i>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Darstellung der Arbeitspakete.....	2
Tabelle 2:	Trockenmassegehalt und Zuckerkonzentrationen in Kartoffelknollen des Erntejahres 2017. ....	9
Tabelle 3:	Trockenmassegehalt und Zuckerkonzentrationen in Kartoffelknollen des Erntejahres 2019. ....	9
Tabelle 4:	Zusammenstellung von Partnern im Netzwerk „Nachhaltige Bewässerung“ .....	14
Tabelle 5:	Niederschlagsdaten in der Projektregion im Juli 2017 .....	23
Tabelle 6:	Einfluss von Kaliumstufe, Bewässerungsszenario und deren Interaktion auf Zuckerkonzentrationen und Trockenmassegehalt von Kartoffelknollen des Jahrgangs 2017. Dargestellt sind p-Werte (ANOVA mit Block als Error-Term) * $p < 0.05$ .....	41
Tabelle 7:	Kenndaten zum Versuchsstandort Hamerstorf. ....	41
Tabelle 8:	Versuchsvarianten zur Prüfung des CWSI-Wertes.....	44
Tabelle 9:	Versuchsvarianten zur Prüfung des Einflusses der Kalidüngung .....	44
Tabelle 10:	Anbautechnische Maßnahmen im Exaktversuch auf der Versuchsstation Hamerstorf	45
Tabelle 11:	Anbautechnische Maßnahmen im Exaktversuch auf der Versuchsstation Hamerstorf 2018 .....	49
Tabelle 12:	Berechnungsgaben in der Vegetationsperiode 2018 .....	50
Tabelle 13:	Erträge und Knollengrößen-Sortierung .....	50
Tabelle 14:	Berechnungsgaben in der Vegetationsperiode 2019 .....	54
Tabelle 15:	Anbautechnische Maßnahmen im Exaktversuch auf der Versuchsstation Hamerstorf 2019 .....	54
Tabelle 16:	Auswertung der Knollenerträge 2017 - 2019 .....	56
Tabelle 17:	Auswertung der Untergrößen 2017 - 2019 .....	56
Tabelle 18:	Auswertung der Übergrößen 2017 – 2019 .....	57
Tabelle 19:	Daten zur Erfassung der Bewässerungspraxis .....	63
Tabelle 20:	Potentielle Verdunstung Juli 2018, Hochschule Suderburg und DWD.....	65
Tabelle 21:	Liste der Veröffentlichungen im Rahmen des EIP Agri SeBeK Projektes.....	88

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kartoffelanbaufläche weltweit in ha. (FAOSTAT) .....	19
Abbildung 2: Kartoffelanbauflächen in 2017. (FAOSTAT) .....	20
Abbildung 3: Kartoffelproduktion weltweit in 2017. (FAOSTAT) .....	20
Abbildung 4: Gegenüberstellung der Kartoffelerträge in 2017 (Datenquelle: FAOSTAT, Landwirtschaftskammer Niedersachsen) .....	22
Abbildung 5: Übersichtskarte über Standorte der meteorologischen Messstationen .....	24
Abbildung 6: Verlauf der Bestandstemperatur (07.08.2017, 11:00 - 12:59 Uhr). Im Zeitraum vor 12:00 Uhr maß der Südast die höchsten Temperaturen. Im Zeitraum nach 12:00 Uhr maßen der Südast und der senkrecht nach unten gerichtete Mast die höchsten Temperaturen.....	25
Abbildung 7: Verlauf der latenten und sensiblen Wärmeflussdichte .....	26
Abbildung 8: Berechneter CWSI für die unterschiedlichen Beregnungsversuche am Standort Hamers-torf. Bewässerungstage sind mit einem grauen Balken gekennzeichnet und mit der jeweiligen Bewässerungsstrategie beschriftet (optimal oder reduziert). Ein CWSI von eins zeigt hohen Trockenstress bei Pflanzen an, ein Wert von null zeigt, dass eine optimale Wasserversorgung vorliegt.....	27
Abbildung 9: Durchschnittlicher Tagesverlauf der Wärmebilanzglieder am Standort „Niendorf groß“ berechnet für den Zeitraum 15.06 bis 20.08.2018.....	28
Abbildung 10: Klimatische Wasserbilanz am Standort „Niendorf groß“ für den Zeitraum 16.6. bis 19.8.2018. Für die Berechnung wurde die Niederschlagsmenge miteinbezogen.....	29
Abbildung 11: Berechneter CWSI im zeitlichen Verlauf vom 04. bis 28.07.2019 (Zeitraum mit geschlossener Vegetationsdecke) am Standort Hamerstorf. Die grauen Balken stellen Tage mit Niederschlagsereignissen ( $\geq 1$ mm) dar, der blaue (optimal) und grüne (reduziert) Balken ein Beregnungsereignis. Im Zeitraum vom 19. bis 23.07.2019 kam es zu einem Ausfall der Station, weshalb hier keine Daten verfügbar sind. Weitere Beregnungen der optimalen Variante fanden am 03.07 und 29.07.2019 statt, weshalb diese nicht in der Darstellung eingezeichnet sind. ....	29
Abbildung 12: Berechneter CWSI im zeitlichen Verlauf vom 04.07. bis 03.08.2019 (Zeitraum mit geschlossener Vegetationsdecke) am Standort Niendorf II („Niendorf groß“). Die grauen Balken kennzeichnen Tage mit Niederschlagsereignissen ( $\geq 1$ mm), die blauen Balken kennzeichnen ein Beregnungsereignis. ....	30
Abbildung 13: Korrelation des berechneten CWSI mit der gemessenen mittleren Bodenfeuchte (Mittelwert aus sechs Tiefen (10 bis 60 cm)) für die reduzierte (grün) und optimale (blau) Beregnungsvariante am Standort Hamerstorf. Dargestellt sind die Werte zwischen 14 und 16 Uhr für den Zeitraum mit geschlossener Vegetationsdecke (04. bis 28.07.2019), ausgeschlossen Werte an Tagen an denen beregnet wurde oder ein Niederschlagsereignis ( $\geq 1$ mm) auftrat. ....	31
Abbildung 14: Genutzte Möglichkeiten zur Bestimmung des Beregnungszeitpunktes .....	32
Abbildung 15: Anteil der verschiedenen Bewässerungssysteme in der Projektregion auf Basis der Umfrage im Rahmen des SeBeK-Projektes. ....	32
Abbildung 16: Erweiterte Messstation in Niendorf II (Foto: Thünen-Institut).....	36
Abbildung 17: Tagesniederschlagsmenge und Tagesmaximum der Lufttemperatur dargestellt für die Messperioden 2017 (29.6 bis 16.8.2017) und 2018 (1.6 bis 31.8). ....	37
Abbildung 18: Messaufbau am Standort „Niendorf groß“ im Versuchsjahr 2018 mit der Stärkekartoffel Axion. Zu sehen sind die Wetterstation (rechts), die Eddy-Kovarianz Station (mittig) und ein Teil des Messkreises, welcher die Bestandstemperatur misst (mittig bis links), (Foto: Thünen-Institut).....	38

Abbildung 19: Klimadiagramm für das Versuchsjahr 2019 am Standort Niendorf II (Station "Niendorf groß").....	39
Abbildung 20: Messaufbau an der „kleinen Messstation“ in Niendorf II nach Aufbau und Inbetriebnahme am 07.05.2019. Zum Zeitpunkt des Aufbaus kam es noch zu keinem Auflaufen der Kartoffeln (Foto: Thünen-Institut). .....	40
Abbildung 21: Beregnungsversuchsfeld Versuchsstation Hamerstorf, Flächenplanung SeBeK .....	42
Abbildung 22: Bodenprofil des Versuchsstandortes, Profilsprachen LBEG Niedersachsen (Foto: Jürgen Grocholl, Landwirtschaftskammer Niedersachsen) .....	43
Abbildung 23: Niederschlag und Lufttemperatur am Standort Hamerstorf 2017.....	47
Abbildung 24: Stand der Versuchspartellen am 28.05.2018 .....	48
Abbildung 25: Niederschlag und Lufttemperatur am Standort Hamerstorf 2018.....	48
Abbildung 26: Versuchsbesichtigung am 27.6.2018 (Foto: Angela Riedel, LWK) .....	52
Abbildung 27: Versuchsbesichtigung am 27.6.2018. Mitglieder des SEBEK-Teams vor der Beregnungsmaschine (Foto: Angela Riedel, LWK) .....	52
Abbildung 28: Niederschläge und Lufttemperatur am Standort Hamerstorf 2019 .....	53
Abbildung 29 Übersicht Versuchsplan und Lageplan SeBeK-Versuche für die Anbausaison 2019, Versuchsstation Hamerstorf .....	55
Abbildung 30: Vorbereitung der Pflanzung in Handarbeit (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg) .....	58
Abbildung 31: Setzen der Kartoffeln durch Mitarbeiter der LWK Niedersachsen (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg) .....	58
Abbildung 32: Das Versuchsfeld in Hamerstorf während der Pflanzung. Gut zu erkennen sind die einzelnen Parzellen des Versuchsaufbaus (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg) .....	59
Abbildung 33: Landwirt Becker beim Setzen der Kartoffeln in Niendorf II (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg) .....	59
Abbildung 34: Der Kartoffelschlag auf dem Versuchsfeld in Hamerstorf mit dem Düsenwagen der Ostfalia Hochschule Suderburg am 17.06.2017 (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	60
Abbildung 35: Thermosensoren zum erfassen des Trockenstress in Kartoffeln auf dem Versuchsfeld in Hamerstorf (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	60
Abbildung 36: Kompaktwetterstation am Standort Hamerstorf (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	61
Abbildung 37: Kompaktwetterstation am Standort Niendorf II (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	62
Abbildung 38: Technischer Aufbau der Solarbetriebenen Kompaktwetterstation (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	62
Abbildung 39: Darstellung Verdunstung und Niederschlag im Jahr 2017, Standort Hamerstorf (Verdunstungswerte vom DWD, modifiziert) .....	64
Abbildung 40: Klimadaten Verdunstung und Niederschlagsmenge 2018, Hamerstorf (Verdunstungswerte vom DWD, modifiziert) .....	64
Abbildung 41: Aufnahme mit der Thermalkamera an einer Drohne. Gut ersichtlich sind die Temperaturunterschiede der verschiedenen Parzellen auf den Versuchsflächen in Hamerstorf (Foto: Ostfalia, Suderburg) .....	66
Abbildung 42: EIP Agri Auftaktveranstaltung in Hannover mit Minister Christian Meyer (Foto: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Umweltschutz) ....	68

Abbildung 43: Übergabe des Förderbescheides durch die Landesbeauftragte Jutta Schiecke im Beisein des Landtagsabgeordneten Jörg Hillmer (Foto: OG Nachhaltige Bewässerung) .....	68
Abbildung 44: Treffen der Operationellen Gruppe am 16.8.2016 am Thünen Institut in Braunschweig (v.l.n.r. Jano Anter, Klaus Röttcher, Martin Kraft, Jürgen Grocholl, Klaus Dittert, Ekkehard Fricke und Angela Riedel) (OG Nachhaltige Bewässerung) .....	69
Abbildung 45: Besuch iranischer Wasserbauexperten in Suderburg (Foto: OG Nachhaltige Bewässerung).....	69
Abbildung 46: Chinesische Delegation in Suderburg (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg) ..	70
Abbildung 47: Vorstellung des SeBeK Innovationsprojektes dem Fachpublikum und Vertretern der Gemeinde auf dem Projekttag der Erica Ingenieure (Foto: Iris Bagdahn, Ostfalia Suderburg) .....	71
Abbildung 48: Vorstellung des SeBeK Innovationsprojektes auf dem Suderburger Rieselwiesenfest 2017 (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg).....	72
Abbildung 49: Kartoffeltag der LWK in Oldendorf II (Foto: Iris Dahms, Ostfalia Suderburg).....	73
Abbildung 50: Messestand ELER Niedersachsen am Tag der Niedersachsen in Wolfsburg. Rechts der Stand des SeBeK Projektes. (Foto : Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg).....	74
Abbildung 51: Messestand Staatskanzlei Niedersachsen, Poster SeBeK (Foto: Jürgen Grocholl, LWK)	74
Abbildung 52: Aufnahmen für die Regionálnachrichten RTL Nord (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg) .....	75
Abbildung 53: Aufnahmen für die Regionálnachrichten SAT1 Regional (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg).....	76
Abbildung 54: Aufnahmen für die Sendung hallo Niedersachsen des NDR (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg).....	76
Abbildung 55: Aufnahmen im Feld (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	77
Abbildung 56: Filmaufnahmen des Kamerateams in der Versuchsrinne in der Wasserbauhalle (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	78
Abbildung 57: Simulationsversuche im Gewächshaus zu Erdbeeren unter Einbringung von unterschiedlichen Substraten (Foto: Iris Dahms, Ostfalia Hochschule) .....	79
Abbildung 58: MiniPlots facility for greenhouse and field (Foto: Iris Dahms, Ostfalia Hochschule) ....	79
Abbildung 59: Gruppenfoto Fachtagung „Bewässerung in der Landwirtschaft“ (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	81
Abbildung 60: Vortrag zum SeBeK-Projekt von Herrn Anter (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	81
Abbildung 61: Vernetzungstreffen themennaher EIP-Agri Projekte in Suderburg (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg) .....	82
Abbildung 62: Posterausstellung von EIP-Agri Projekten während der Fachtagung „Bewässerung in der Landwirtschaft“ in Suderburg am 11. und 12.08.2017 (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg).....	83
Abbildung 63: Networking während des DVS Workshop in Suderburg (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Hochschule) .....	85
Abbildung 64: Teilnehmer der Gründungsveranstaltung des Fördervereins am 27.06.2019 in Suderburg. (Foto: Ostfalia, Suderburg).....	87

# 1 Kurzdarstellung

## 1.1 Ausgangssituation und Bedarf

Nord-Ost-Niedersachsen ist das ackerbaulich intensivste Beregnungsgebiet in Deutschland. Über Jahrzehnte haben Landwirte, Berater und Firmen umfangreiches Wissen aufgebaut und nutzen dieses insbesondere zur Produktion von Kartoffeln und Zuckerrüben. Die Bedeutung der Bewässerung nimmt durch den Klimawandel in Deutschland und weltweit zu. Wasserverfügbarkeit und Bewässerung sind zentrale und globale Zukunftsthemen. Ohne Bewässerung ist Pflanzenbau in vielen Teilen der Welt nicht denkbar. Dabei treten zunehmend Nutzungskonkurrenzen um die Ressource Wasser in den Vordergrund und erfordern neue, innovative Anpassungen im Sinne einer nachhaltigen Bewässerung. Die entsprechende Fortentwicklung der bestehenden Bewässerungssysteme für Intensivkulturen wie Gemüse und Kartoffel ist Thema der operationellen Gruppe „Nachhaltige Bewässerung“. Grundlegendes Ziel ist die Schonung der Ressource Wasser durch Entwicklung einer weltweit einsetzbaren und möglichst intuitiv bedienbaren Messtechnik zur Bestimmung der Bewässerungsbedürftigkeit und Steuerung der Bewässerungstechnik für die wasserstressempfindlichen Kulturarten Kartoffel, Zuckerrübe und Gemüse. Gegenüber bestehenden Systemen ist es ein prioritäres Ziel, eine berührungslose Sensorik zu entwickeln, um auf einzelne Schläge bezogene, räumlich hoch aufgelöste und differenzierte Bewässerungsempfehlungen geben zu können.

## 1.2 Projektziel und konkrete Aufgabenstellung

Das Innovationsprojekt verfolgt einen neuartigen Ansatz zur Bestimmung des tatsächlichen Trockenstresses und Beregnungsbedarfs direkt an den Pflanzen durch Messung der Bestandstemperatur. Erste Messungen mit dieser Technik wurden an Winterweizen durchgeführt. Ausreichend mit Wasser versorgte Bestände weisen an sonnigen Sommertagen eine Evapotranspiration von bis zu 8 mm pro Tag auf. Die Verdunstung kühlt die Bestände so weit ab, dass die an der Oberfläche gemessene Bestandstemperatur trotz der intensiven Sonnenbestrahlung mehrere Kelvin unterhalb der Umgebungstemperatur gehalten werden kann (Stark und Wright, 1985, Stark et al, 1991, Erdem et al, 2006).

## 1.3 Mitglieder der OG

- Landwirtschaftsbetrieb Hartmut Becker, Niendorf II
- Georg-August-Universität, Göttingen
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Uelzen
- Ostfalia-Hochschule für angewandte Wissenschaften, Campus Suderburg
- Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig

## 1.4 Projektgebiet

Projektgebiet ist die Beregnungsregion im Nord-Osten Niedersachsens mit intensivem Kartoffelanbau. Exemplarisch wird der Landkreis Uelzen intensiv untersucht. Die Versuche mit der Landwirtschaftskammer werden auf den Versuchsflächen in Hamerstorf durchgeführt, die Versuche mit dem Landwirt Becker werden auf den Flächen des Landwirtschaftsbetrieb Becker in und um Niendorf II durchgeführt.

## 1.5 Projektlaufzeit und Dauer

18.5.2016 (Datum Bewilligungsbescheid) bis 15.08.2019. Nach Antrag auf kostenneutrale Verlängerung des Bewilligungszeitraumes vom 29.11.2018 wurde der Bewilligungszeitraum bis zum 15.2.2020 verlängert. Als Grund für die Verlängerung wurden personelle Umplanungen während der Projektlaufzeit angegeben. Durch die Projektverlängerung kann die Vegetationsperiode 2019 mit in der Auswertung berücksichtigt werden.

## 1.6 Budget

Der Zuwendungsbescheid vom 23.09.2016 führt einen nicht rückzahlbaren Zuschuss von maximal EUR 782.791,00 auf, für den Bewilligungszeitraum vom 18.05.2016 bis zum 15.08.2019 (bzw. 15.02.2020, siehe auch 1.5). Der Finanzierungsplan schlüsselt die Kosten in die verschiedenen Positionen, bzw. Zuwendungsempfänger des Projektes auf.

• Ausgaben der Zusammenarbeit	EUR 347.499,00
• Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften	EUR 84.974,00
• Landwirtschaftskammer Niedersachsen	EUR 97.737,00
• Thünen-Institut	EUR 254.061,00
• Georg August Universität Göttingen	EUR 29.010,00
• Hartmut Becker	EUR 6.995,00

Der Finanzierungsplan beinhaltet die Gesamtausgaben (netto) von EUR 820.276,00, davon finanziert aus

• bewilligte Zuwendung	EUR 782.791,00
• Eigenanteil	EUR 37.485,00

## 1.7 Ablauf des Vorhabens

Die Aufgaben des Projektes wurde in sechs Arbeitspakete untergliedert, die jeweils von einem bestimmten Projektpartner bearbeitet wurden. Das Projektkonsortium hat sich während der gesamten Projektlaufzeit regelmäßig getroffen um den Bearbeitungsstand, anstehende Aufgaben und weitere inhaltliche Themen zu besprechen. Die meisten Projekttreffen erfolgten an der Ostfalia Hochschule in Suderburg, da auch die Versuchsfelder der LWK, sowie die Versuchsfelder in Niendorf II in der Nähe sind. Es wurde jeweils ein Treffen vor Beginn der Anbausaison, sowie ein Treffen nach der Anbausaison mit allen Partnern durchgeführt. Neben den zwei jährlichen Veranstaltungen wurden weitere Projekttreffen und/oder Fachveranstaltungen durchgeführt, bzw. gemeinsam besucht. Der enge Austausch aller Projektpartner war zu jeder Zeit des Projektes gegeben, zudem gab es eine hohe Motivation an einem Austausch mit themenverwandten Projekten. Die Arbeitspakete sind Stichwortartig in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Darstellung der Arbeitspakete

Arbeitspaket	Inhalt	Verantwortung
AP 1-1	Projektmanagement	Ostfalia
AP 1-2	Fachliche Grundlagen der Bewässerung	Ostfalia
AP 1-3	Nachhaltigkeit der Produktion	Ostfalia
AP 1-4	Öffentlichkeitsarbeit	Ostfalia
AP 2-1	Sensormesstechnik	Thünen
AP 2-2	Betrieb der Messstationen	Thünen
AP 2-3	Modelentwicklung	Thünen
AP 2-4	Inhaltliche Zusammenarbeit	Thünen
AP 2-5	Projektverwaltung	Thünen
AP 3-1	Betreuung der Feldversuche	LWK
AP 3-2	Auswertung der Versuchsergebnisse	LWK
AP 3-3	Projektverwaltung	LWK
AP 4-1	Untersuchungen zur Schlag Heterogenität	GAU Göttingen
AP 4-2	Einfluss der Kaliumdüngung	GAU Göttingen
AP 5-1	Bereitstellung der Versuchsfelder	LW Becker
AP 5-2	Durchführung von Messfahrten	LW Becker

<b>AP 6-1</b>	Inbetriebnahme von 2 Wetterstationen	Ostfalia
<b>AP 6-2</b>	Betreuung und Wartung der Wetterstationen	Ostfalia
<b>AP 6-3</b>	Beschaffung von Klimadaten	Ostfalia
<b>AP 6-4</b>	Auswertung der gewonnenen Klimadaten	Ostfalia
<b>AP 6-5</b>	Konventionelle Bewässerungsempfehlung	Ostfalia
<b>AP 6-6</b>	Evaluation der Genauigkeit von Klimamessdaten	Ostfalia
<b>AP 6-7</b>	Inhaltliche Zusammenarbeit	Ostfalia
<b>AP 6-8</b>	Mitwirkung bei Projektmanagement	Ostfalia

## 1.8 Zusammenfassung der Ergebnisse

### *Zusammenfassung*

Der vom Thünen-Institut entwickelte Crop Water Stress Index (CWSI) für Weizen wurde im Rahmen des Projektes mit einem umfangreichen Sensornetzwerk weiterentwickelt und für den Einsatz in Kartoffeln optimiert. Nach der Überarbeitung zeigen die Messdaten des Versuchsjahres 2019, dass der CWSI mit abnehmender Wasserverfügbarkeit und zunehmendem Trockenstress ansteigt und nach einem Beregnungs- oder Niederschlagsereignis absinkt. Deutlich zu erkennen sind ebenfalls die unterschiedlichen Wasserversorgungszustände der Pflanzen, die durch die unterschiedlichen Beregnungsvarianten verursacht werden. In der Beregnungssaison 2019 wurde die Beregnung auf den Versuchsfeldern in Hamerstorf nach dem CWSI gesteuert, im Vergleich zu dem nach %-Anteil an pflanzenverfügbarem Bodenwasser (% nFK) bestimmten Wasserbedarf unterschied sich lediglich der Zeitpunkt der letzten Beregnungsgabe, somit ist eine Beregnungssteuerung in Kartoffeln nach dem CWSI grundsätzlich möglich.

Die Bestimmung des CWSI ist zu diesem Zeitpunkt noch störanfällig, so ergeben sich Probleme, wenn die aktuelle Verdunstung durch die Witterungsbedingungen eingeschränkt war, bzw. wenn unbedeckter Boden die Bestandsmessungen beeinflusst. Die Optimierung des Beregnungszeitpunktes ist allerdings auch von anderen Faktoren abhängig, z.B. von dem Einsatz der Beregnungskanonen, die aufgrund ihrer Betriebsweise den Zeitpunkt der Bewässerungsgabe einschränken.

### *Abstract*

The Crop Water Stress Index (CWSI) for wheat, developed by the Thuenen-Institute, has been further developed for use in potato production applying a comprehensive sensor setup in the field. After optimization data will show an increasing CWSI in correlation with a decrease in water availability and raising drought stress of the potato plant. After an irrigation or precipitation event, the CWSI would decrease again. The state of water nourishment of the potato plant due to different irrigation strategies are clearly detectable using the CWSI. In 2019 the CWSI has been applied for irrigation management. In comparison with the irrigation management based on the water holding capacity of the soil, only the last irrigation event of the season has indicated a different timing. Hence, the CWSI can be used for irrigation management in potatoes.

The development of the CWSI is rather sensitive and failure prone. Problems occurred if the evapotranspiration has been affected by the weather conditions, or if uncovered soil has influenced the temperature measurements of the potato plants. However, an optimization of the irrigation depends on other factors as well, such as the used equipment (irrigation gun), which influence the irrigation management based on their operational mode.

## 2 Eingehende Darstellung

### 2.1 Verwendung der Zuwendung

Das Innovationsprojekt verfolgt einen neuartigen Ansatz zur Bestimmung des tatsächlichen Trockenstresses und Beregnungsbedarfs direkt an den Pflanzen durch Messung der Bestandstemperatur. Bei unzureichendem Wasserangebot tritt eine Stresssituation ein, auf die die Pflanzen mit einer Reduzierung der Stomataweite reagieren, woraus eine verringerte Transpiration folgt. Damit reduziert sich die Verdunstungskühlung der Pflanzen, was zu einer höheren Bestandstemperatur führt. Bei ausreichend starkem Trockenstress und abhängig von der Wettersituation kann die Blatttemperatur von Kartoffeln um bis zu 3 °C über der Temperatur der Umgebungsluft und um bis zu 8 °C über der Blatttemperatur optimal wasserversorgter Pflanzen liegen (Stark und Wright, 1985). Bei Weizen wurden noch höhere Temperaturdifferenzen beobachtet (Balota et al., 2007, Kraft et al., 2015).

Mit berührungslosen Infrarotthermometern oder Thermografiekameras lässt sich die Temperatur von Kartoffelbeständen einfach und zerstörungsfrei messen, wobei die gemessene Fläche anders als bei Bodenfeuchtemessungen beliebig skaliert werden kann, so dass lokale Streuungen kaum ins Gewicht fallen. Aus der Bestandstemperatur und den gleichzeitig vor Ort gemessenen Wetterdaten lässt sich der Crop Water Stress Index CWSI (Jackson et al., 1981, Jackson et al., 1988) berechnen.

Im Projekt wurden die Bestandstemperatur und der CWSI in mehreren Beregnungsversuchen sowie auf Praxisflächen gemessen. Begleitend erfolgten Messungen des Bodenwassergehalts, des Pflanzenwachstums, des relativen Wassergehalts (RWC), des Blattwasserpotentials ( $\Psi$ ) sowie Bildaufnahmen mit einer Farb- und einer Thermalkamera. Mit diesen Daten wurde die Qualität der CWSI-Messung untersucht und das Messverfahren bewertet und optimiert.

In Beregnungsversuchen auf dem Versuchsfeld der LWK wurden zwei Beregnungsstrategien, die sich an der derzeit üblichen Praxis orientieren (optimale und reduzierte Beregnung) mit zwei Strategien, die auf dem CWSI-Verlauf basieren, und einer unberegneten Variante verglichen. Vergleichskriterien waren neben der Erntemenge und –qualität auch die betriebswirtschaftliche Bewertung der Beregnungsstrategien.

Auf den Praxisflächen des beteiligten landwirtschaftlichen Betriebes wurde mit Hilfe mobiler Messgeräte (Anbau auf Schlepperdach, bzw. per Drohne) die kleinräumige Differenzierung der Bestandestemperatur im Feldbestand gemessen. Nach Feststellung der Heterogenität innerhalb des Schlages wurden optimale Methoden zur Erfassung repräsentativer Messwerte an ausgewählten Messpunkten ermittelt und Korrekturalgorithmen erstellt.

In Zusammenarbeit mit dem Praxisbetrieb wurde die neue Messtechnik in den betrieblichen Ablauf integriert und getestet. Zum einen wurden dabei die neu entwickelten Sensoren und Datenübertragungseinrichtungen in ein auf Praxisflächen einsetzbares Messsystem integriert. Zum anderen wurden die regelmäßig durchzuführenden Messungen in den Arbeitsablauf der landwirtschaftlichen Praxis integriert, was mit dem Aufbau der Sensoren auf dem Schlepper realisiert wurde. Dies war nur in enger Kooperation zwischen Landwirtschaftsbetrieb und Wissenschaft möglich.

2.1.1 Gegenüberstellung der Planung im Geschäftsplan und der tatsächlich durchgeführten und abgeschlossenen Teilschritte jeweils für ein OG-Mitglied und die Aufgaben im Rahmen der laufenden Zusammenarbeit einer OG

#### **Thünen-Institut, Braunschweig**

**[AP 2.1]:** Bereits 2016 konnten durch die Testmessungen umfangreiche Erfahrungen hinsichtlich der Messtechnik gemacht werden, die dazu führten, im ersten Halbjahr 2017 die vorhandene Messstation

„Hamerstorf“ mit einem neuen Messsystem auszustatten und zwei komplett neue Stationen „Niendorf groß“ und „Niendorf klein“ herzustellen.

Die Hauptkomponenten der Messstationen sind die Infrarotsensoren der Firma Melexis (Familie MLX90614). Die Sensoren wurden gekauft, kalibriert, und ein spezielles Gehäuse wurde entwickelt, um die Sensoren vor thermischer Strahlung zu schützen. Neben den Zukäufen weiterer Sensoren zur Messung der Globalstrahlung, Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windgeschwindigkeit und -richtung wurden die Masten, an denen die Sensoren installiert werden, selbst konstruiert. Die Stromversorgung der Messstationen auf den Versuchsflächen wird in der Messzeit durch Solarmodule sichergestellt. Abgeschlossen wurde die Entwicklung der Messstationen durch die Programmierung der Datenkommunikation. Alle gemessenen Signale werden digital übertragen und von einem Einplatinenrechner (Beaglebone Black) gespeichert. Per Funkübertragung werden dann die Daten zu einem Server ans Thünen-Institut gesendet und zur Auswertung aufbereitet.

Im Messjahr 2018 wurde die mobile Messstation für den Schlepper des Landwirts entwickelt, gebaut und auf dem Schlepper montiert. Die Drohne des Thünen-Institutes wurde genutzt, um Foto- und Videoaufnahmen der Versuchsflächen aufzunehmen. Im folgenden Versuchsjahr sollen zusätzlich drei Infrarotsensoren an dieser montiert werden und zur CWSI-Berechnung genutzt werden.

Im Messjahr 2019 hat es keine Änderungen oder Erweiterungen der Messtechnik an den drei Messstationen oder der mobilen Schlepperstation gegeben. Die Drohne wurde wie geplant mit drei zusätzlichen Infrarotsensoren ausgestattet.

**[AP 2.2]:** Im Jahr 2016 konnten Testmessungen auf einem Kartoffelacker bei Herrn Hartmut Becker durchgeführt werden. Die Messungen fanden vom 30.06. bis zum 30.08.2016 statt.

Am 29.06.2017 wurde auf der Versuchsfläche der LWK in Hamerstorf die vorhandene Station mit der bestehenden Messtechnik aufgebaut. Der CWSI der Speisekartoffeln Amanda wurde bis zum 16.08.2017 gemessen.

Am 28.07.2017 wurde die erweiterte Messstation „Niendorf groß“ auf einem ausgewählten Acker beim beteiligten Landwirt installiert. Mit der neu entwickelten Messstation wurde bis zum 18.08.2017 (22 Tage) der CWSI der Stärkekartoffeln Axion gemessen.

Der Aufbau der zweiten neuentwickelten Messstation wurde wegen der frühen Abreife der Speisekartoffelsorte Belana am 02.08.2017 abgebrochen.

Im Jahr 2018 wurden die Messstationen plangemäß nach dem Auflaufen der Kartoffeln aufgebaut und in Betrieb genommen: Die Messungen mit der Station „Niendorf klein“ fanden vom 14.5 bis 11.9.2018, mit der Station „Niendorf groß“ vom 23.5 bis 18.9.2018 und in Hamerstorf vom 29.5 bis 5.9.2018 statt. Die mobile Messeinrichtung wurde am 26.6.2018 am Schlepper angebaut und am 5.9.2018 abgebaut. Der CWSI der Stärkekartoffel Axion („Niendorf groß“) und der Speisekartoffeln Madeira („Niendorf klein“) und Amanda („Hamerstorf“) wurde gemessen. Wöchentlich wurden die Bestände im Sichtfeld der Infrarotsensoren mittels Fotos (24er Brennweite) zwecks Dokumentation erfasst. Weiterhin wurden die Geräte gewartet und die Funktionen kontrolliert.

Im Jahr 2019 wurden die beiden Stationen auf den Flächen von Landwirt Herrn Hartmut Becker nach Pflanzung der Kartoffeln aufgebaut und in Betrieb genommen. Die Kartoffeln waren zum Zeitpunkt des Aufbaus noch nicht aufgelaufen. Die kleine Messstation („Niendorf klein“) wurde am 07.05.2019 aufgebaut und in Betrieb genommen, die große Messstation („Niendorf groß“) am 15.05.2019. Da es aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht anders möglich war, wurden die Messungen an der großen Station, anders als im letzten Jahr, über Speisekartoffeln (hier: Belana) und nicht über den Stärkekartoffeln durchgeführt. Die kleine Messstation wurde über der Stärkekartoffel Axion aufgebaut. Die

Messstation in Hamerstorf wurde nach Auflaufen der Kartoffeln am 27.05.2019 über der Kartoffelsorte Amanda aufgebaut und in Betrieb genommen. Der Abbau der Messstationen erfolgte am 21.08.2019 („Niendorf groß“), 05.09.2019 („Niendorf klein“) und am 09.09.2019 Standort Hamerstorf und ebenfalls am 05.09.2019 demontiert. Die mobile Messstation wurde am 19.06.2019 am Schlepper montiert und in Betrieb genommen. Wie bereits im letzten Jahr wurden die Bestandszustände wöchentlich wie im vorherigen Absatz bereits beschrieben mittels Foto dokumentiert.

**[AP 2.3]:** Nach der Vegetationsphase der Kartoffel 2017 fand eine Überprüfung der Messungen statt. Hierfür wurden die Messdaten aufbereitet und die einzelnen gemessenen Parameter auf ihre Richtigkeit kontrolliert. Bis auf einen defekten Windsensor (2 m Höhe am 2 m Mast) sind alle gewünschten Parameter gemessen worden. Zudem wurde am CWSI-Modell weitergearbeitet.

Am 14. März 2018 veranstaltete das Thünen-Institut einen Fachworkshop „Messung und Berechnung des Crop Water Stress Index (CWSI) in Kartoffeln“. Das Thünen-Institut präsentierte erste Ergebnisse aus den Messungen 2017, beispielsweise zum Windprofil und zum Bestandswiderstand  $r_c$ . Eingeladene Teilnehmer des Thünen-Instituts für Agrarklimaschutz und des Deutschen Wetterdienstes gaben wertvolle Hinweise zur Berechnung der CWSI-Werte.

Nach der Vegetationsphase 2018 fand auch in diesem Jahr eine Überprüfung der Messungen statt. Die erhobenen Parameter wurden aufbereitet und im Einzelnen überprüft. Dabei fiel auf, dass die Messung der Inklination (Neigung des Messsensors) für den Standort Hamerstorf nicht funktionierte. Weiterhin fiel der nach oben gerichtete Infrarotsensor der Messstation „Niendorf klein“ ab dem 15.8.2018 bis zum Ende der Messungen (11.9.2018) aus. Als Ursache für den Ausfall konnte das Eindringen von Wasser und dadurch eine Schädigung des Sensors festgestellt werden. Alle weiteren Parameter konnten während dieser Messperiode erfolgreich gemessen werden. Aufgrund der guten Messvoraussetzungen in diesem Jahr konnte der CWSI berechnet werden, wobei einzelne Formelparameter bereits an die Projektergebnisse von 2017 angepasst worden waren. Mit der Auswertung der erhobenen Daten wurde begonnen; sie wird aufgrund der großen Datenmenge noch weiter fortgeführt. An der Weiterentwicklung und Überprüfung des CWSI-Modells wurde weitergearbeitet.

Im Versuchsjahr 2019 wurden die Messwerte bereits während des laufenden Betriebs der Messstationen regelmäßig auf Richtigkeit und die Sensorik auf Funktionsfähigkeit überprüft, sowohl vor Ort als auch anhand der online übertragenen Daten. Ab Anfang Juli lieferten alle drei Stationen belastbare CWSI-Ergebnisse, die online abrufbar waren. Die Pflanzen an der Messstation „Niendorf klein“ sind schlecht aufgegangen und zeigten große Bestandslücken, weshalb die Belastbarkeit der berechneten CWSI-Werte überprüft werden muss. An der Messstation Hamerstorf konnte im Zeitraum vom 19. Bis 23.7. keine Daten erhoben werden. Grund dafür war der Ausfall der Messstation. Als Ursache für den Ausfall konnte das Eindringen von Wasser in einen der Sensoren festgestellt werden. Nachdem die Ursache erkannt wurde, konnte das Problem behoben werden und die Messungen bis zum Ende der Messperiode ohne weitere Ausfälle fortgeführt werden. Für die beiden Stationen in Niendorf II wurden keine Messausfälle verzeichnet. Auch im Messjahr 2019 konnte der CWSI trotz teils regenreicher Wochen erfolgreich berechnet werden. Mit der Auswertung der erhobenen Daten wurde begonnen. Da auch dieses Jahr die Datenmenge sehr umfassend ist, wird die Auswertung noch fortgeführt. An der Weiterentwicklung und Überprüfung der Berechnung wird weitergearbeitet.

**[AP 2.4]:** Mehrmalige Treffen mit der OG auf dem Feld bezüglich des Aufbaus der Messstationen und der Dokumentation der Messungen. Am 26.10.2017 fand am Vormittag ein gemeinsames Projektreffen statt, in dem die Arbeiten und Ergebnisse der Messungen vorgestellt und ausgetauscht wurden. Am Nachmittag beteiligte sich das Thünen-Institut am Ideenworkshop „Nachhaltige Bewässerung“ mit einem Impulsvortrag zum Thema Sensoren. Im Rahmen eines Projekttreffens am 27.6.2018 konnten die Mitglieder der Operationellen Gruppe die laufenden Messstationen auf den Versuchsfeldern sowie

die am Schlepper angebaute mobile Messeinrichtung besichtigen. Am 04. und 05.9.2018 fand ein thematischer Workshop für Operationelle Gruppen zum Thema „Nachhaltige Bewässerung“ in Suderburg statt. Hierzu trafen sich verschiedene, thematisch zusammenpassende Operationelle Gruppen zum fachlichen Austausch untereinander. Die Messstation des Projektes in Hamerstorf wurde besichtigt. Am 29.10.2018 fand ein internes Projekttreffen der Operationellen Gruppe in Suderburg statt. Bei diesem Treffen wurden die Arbeiten des Messjahres besprochen, Ergebnisse der Messungen ausgetauscht und das weitere Vorgehen besprochen. Am 08.03.2019 fand ein Projekttreffen der OG am Thünen-Institut für Agrartechnologie in Braunschweig statt. Bei diesem wurden Arbeiten und Ergebnisse, die seit dem letzten Projekttreffen entstanden vorgestellt und zum Austausch der OG untereinander angeregt. Am 20.03.2019 stellte Frau Schröder das SeBeK-Projekt in einem Kurzvortrag und einem Poster bei den KTBL-Tagen am 20. und 21.03.2019 in Darmstadt vor. Ein weiteres Projekttreffen fand am 19.06.2019 in Suderburg statt. Zunächst wurden die Versuchsflächen in Hamerstorf und Niendorf II besichtigt und der Versuchsaufbau vorgestellt. Anschließend wurde das Projekttreffen in den Räumlichkeiten der Ostfalia fortgesetzt. Es wurden neue Ergebnisse seit dem letzten Projekttreffen vorgestellt, über diese diskutiert. Am 18.10.2019 fand das vorletzte Projekttreffen der OG in den Räumlichkeiten der Ostfalia in Suderburg statt. Bei diesem Treffen wurden neuste Ergebnisse der Messperiode 2019 ausgetauscht und diskutiert. Weiterhin wurde das weitere Vorgehen bei der Ausarbeitung des wissenschaftlichen Berichtes besprochen und geplant. Ein letztes Projekttreffen der OG wurde am 29.11.2019 in Göttingen durchgeführt.

Seit dem 02.01.2017 arbeitet Herr Jano Anter als wissenschaftlicher Mitarbeiter vollzeitig im SeBeK-Projekt. Frau Dr. Tina Langkamp-Wedde arbeitete als wissenschaftliche Mitarbeiterin vom 01.11.2016 bis zum 31.10.2017 mit 15 % der vollen Arbeitszeit im SeBeK-Projekt. Herr Eugen Diefenbach hat im Jahr 2017 461,18 Stunden und Herr Alexander Huf 274,3 Stunden für das SeBeK-Projekt gearbeitet. Herr Eugen Diefenbach hat im 1. Halbjahr 2018 408,59 Stunden für das SeBeK-Projekt gearbeitet. Herr Jano Anter ist zum 31.3.2018 aus dem Projekt ausgeschieden. Die Nachfolgebesetzung für die restliche Projektlaufzeit erwies sich als schwierig. Erst im zweiten Ausschreibungsverfahren konnte die Stelle neu besetzt werden. Die neue wissenschaftliche Mitarbeiterin, Frau Johanna Schröder, hat ihre Arbeit im Thünen-Institut am 16.8.2018 aufgenommen. Das Institut konnte die Vakanz insoweit überbrücken, dass die Feldversuche und Feldmessungen 2018 annähernd im geplanten Umfang erfolgen konnten. Die Arbeit an der Weiterentwicklung des CWSI-Modells musste aber vorübergehend ausgesetzt werden.

#### **H. Becker, Niendorf II, Landwirt**

Laut Projektantrag waren im Jahr 2016 keine Feldversuche bei Herrn Becker geplant. Das Thünen-Institut für Agrartechnologie hatte im Jahr 2016 Vorversuche am Versuchsstandort Hamerstorf der Landwirtschaftskammer (LWK) geplant. Für die Vorversuche stand ein bereits vorhandenes Messsystem für die Bestandstemperatur zur Verfügung, das im SeBeK-Projekt erweitert und am Standort Hamerstorf eingesetzt werden soll.

Die Vorgehensweise musste aber geändert werden, da das Kartoffelversuchsfeld der LWK einen unerwartet schlechten Feldaufgang hatte und keine sinnvollen Messungen der Bestandstemperatur möglich waren. Im Juni 2016 wurde deshalb kurzfristig entschieden, die Messstation in Hamerstorf ab- und bei Herrn Becker aufzubauen. Die Messungen konnten dort erfolgreich durchgeführt werden.

Abweichend vom Projektantrag wird deshalb der Aufwand und der Ernteausfall, der Herrn Becker durch die Feldmessungen 2016 tatsächlich entstanden ist, gemäß den Förderbestimmungen abgerechnet. Der Aufwand ist im bewilligten Projektzeitraum entstanden.

Der Betrag wurde durch die entfallenen Schleppermessfahrten und den nicht erfolgten Aufbau der kleinen Messstation in 2017 ausgeglichen.

Besprechung mit dem Thünen-Institut über die Auswahl der Kartoffeläcker und die Platzierung der Messtechnik am 18.01.2017. Herr Becker musste seine Kartoffeln in der gesamten Wachstumszeit 2017 nicht bewässern.

2018 fanden die Versuche auf den Feldern von Herrn Becker im geplanten Umfang statt. Die Vorbesprechung und Auswahl der Versuchsfelder mit Herrn Becker erfolgte am 27.2.2018. Herr Becker hat 2018 mit seinem Schlepper auf den beiden Versuchsfeldern mehrere Messfahrten mit dem mobilen Messsystem durchgeführt. Die Abrechnung der Aufwendungen von Herrn Becker im Jahr 2018 erfolgt zum 15.2.2019. Am 29.10.2018 fand eine Besprechung der durchgeführten Messfahrten mittels Schlepper mit Herrn Becker statt.

Im Versuchsjahr 2019 fanden die Versuche im geplanten Umfang statt. Zur Vorbesprechung und Auswahl der diesjährigen Versuchsflächen fand am 28.03.2019 eine Besprechung mit Herrn Becker in Niendorf II statt. Eine weitere Besprechung mit Herrn Becker fand am 13.06.2019 ebenfalls in Niendorf statt. In dieser erklärte Herr Becker den Mitarbeitern des Thünen-Instituts die Art und das Vorgehen der Beregnung der Schläge auf denen die Messstationen sich befinden. Herr Becker hat im Versuchsjahr 2019 mehrere Messfahrten auf den Versuchsfeldern durchgeführt. Die Abrechnung der Aufwendungen von Herrn Becker im Jahr 2019 erfolgt zum 15.02.2020.

#### **Georg-August-Universität, Göttingen**

Es wurden in allen drei Jahren aus allen Parzellen des zentralen Beregnungsversuchs Kartoffelproben entnommen und für die Analyse der Kaliumgehalte nach Göttingen verschickt. Dort wurden im Department für Nutzpflanzenwissenschaften antragsgemäß die Analysen der Kaliumkonzentrationen der geernteten Kartoffeln in allen drei Jahren bestimmt. In Anbetracht der deutlichen Unterschiede in den Kaliumgehalten wurden über das Antragsvolumen hinaus in den Jahren 2017 und 2019 die Konzentrationen an wertbestimmenden Inhaltsstoffen, insbesondere Saccharose und die reduzierenden Zucker Glukose und Fruktose bestimmt (siehe Tabelle 2 und Tabelle 3). Die durchgeführten Arbeiten entsprechen den Planungen.

Tabelle 2: Trockenmassegehalt und Zuckerkonzentrationen in Kartoffelknollen des Erntejahres 2017.

Kaliumstufe	Bewässerung	Trockenmassegehalt [%]	Fruktose [mg g <sup>-1</sup> ]	Glukose [mg g <sup>-1</sup> ]		Saccharose [mg g <sup>-1</sup> ]	
gedüngt	0	26.21 ± 0.47	1.58 ± 0.11	2.80 ±	0.49	7.60 ±	0.41
gedüngt	nFK 35%	25.92 ± 0.34	1.33 ± 0.18	1.83 ±	0.31	6.65 ±	0.33
gedüngt*)	CWSI 0,65	24.96 ± 0.41	1.50	1.98 ±	0.13	6.20 ±	0.51
gedüngt	nFK 50%	27.24 ± 0.56	1.73 ± 0.09	2.80 ±	0.43	7.23 ±	0.57
gedüngt*)	CWSI 0,5	26.30 ± 0.55	1.40	2.28 ±	0.13	7.33 ±	0.56
ungedüngt	0	27.16 ± 0.88	1.63 ± 0.26	2.70 ±	0.44	8.13 ±	0.19
ungedüngt	nFK 35%	25.47 ± 0.12	1.83 ± 0.22	2.63 ±	0.30	6.85 ±	0.45
ungedüngt	CWSI 0,65	25.80 ± 1.11	1.90 ± 0.14	3.10 ±	0.32	6.63 ±	0.38
ungedüngt	nFK 50%	26.56 ± 0.25	1.33 ± 0.03	2.68 ±	0.28	7.63 ±	0.25
ungedüngt	CWSI 0,5	27.79 ± 0.57	1.83 ± 0.21	3.73 ±	0.24	7.38 ±	0.64

\*) Fruktosekonzentrationen lagen in einigen Proben unterhalb der Nachweisgrenze von 0.16 mg g<sup>-1</sup>, weshalb es bei diesem Parameter in zwei Behandlungsstufen nicht möglich war, die statistischen Streuungsparameter (Standardabweichungen) zu bestimmen.

Tabelle 3: Trockenmassegehalt und Zuckerkonzentrationen in Kartoffelknollen des Erntejahres 2019.

Kaliumstufe	Bewässerung	Trockenmassegehalt [%]	Fruktose [mg g <sup>-1</sup> ]	Glukose [mg g <sup>-1</sup> ]		Saccharose [mg g <sup>-1</sup> ]	
gedüngt*)	0	22.68 ± 1.13	0.53	1.31 ±	0.48	2.40 ±	0.27
gedüngt*)	CWSI 0,65	25.11 ± 1.26	0.56	0.79 ±	0.35	2.52 ±	0.31
gedüngt	CWSI 0,5	26.40 ± 1.91	0.64 ± 0.14	1.12 ±	0.26	2.99 ±	0.48
ungedüngt	0	24.29 ± 1,03	0.42 ± 0.02	0.89 ±	0.21	2.52 ±	0.23
ungedüngt	CWSI 0,65	25.96 ± 0.53	0.66 ± 0.23	1.29 ±	0.43	2.88 ±	0.23
ungedüngt	CWSI 0,5	26.60 ± 1.67	1.03 ± 0.30	1.94 ±	0.53	2.94 ±	0.49

\*) Fruktosekonzentrationen lagen in einigen Proben unterhalb der Nachweisgrenze von 0.16 mg g<sup>-1</sup>, weshalb es bei diesem Parameter in zwei Behandlungsstufen nicht möglich war, die statistischen Streuungsparameter (Standardabweichungen) zu bestimmen.

### **Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Uelzen**

Im Wesentlichen beginnen die Arbeitspakete der Landwirtschaftskammer, die vor allem die Durchführung von Feldversuchen beinhalten, mit der Vegetationsperiode 2017.

Im Herbst 2016 wurden die für die Versuche auf der Versuchsstation Hamerstorf erforderlichen Flächen für die 3 Versuchsjahre festgelegt und soweit erforderlich für die Saison 2017 vorbereitet.

Für die Bearbeitung des Projektes wurde der Agraringenieur Andreas Meyer im Umfang einer halben Stelle eingestellt. Einzelheiten der gemeinsamen Arbeit wurden in den Treffen der OG am 16.03.17 und 08.06.17 abgestimmt. Andreas Meyer beendete die Arbeit im Projekt zum Dezember 2018. Die Wiederbesetzung der Stelle verzögerte sich bis zum Juli 2019. Die unbedingt erforderlichen Arbeiten im Projekt wurden von Stammpersonal der Landwirtschaftskammer Niedersachsen durchgeführt und die zeitgerechte Bearbeitung damit sichergestellt. Am 01.07.2019 übernahm Caroline Remmert die Bearbeitung des Projektes. Bis zum Dezember 2019 arbeitet sie mit einem erhöhten Stellenanteil von 75% um die aus den Vormonaten resultierenden Rückstände aufzuholen.

Die Versuchsarbeiten beginnen mit der Anlage der Kartoffelversuche 2017. Die Rahmenbedingungen wurden bei den Projektbesprechungen am 14.06.16 und 16.08.16 festgelegt. Auf dieser Basis wurde der Versuchsplan erstellt. Der Versuch wurde im April 2017 angelegt und in der Vegetationsperiode laufend betreut. Beregnungseinsätze waren auf Grund der häufigen Niederschläge in der Vegetationsperiode der Kartoffeln nur einmalig am 15.06.2017 in den beiden Versuchsvarianten 4 und 5 notwendig.

Das Jahr 2018 zeichnete sich durch eine sehr lange Dürreperiode aus. Entsprechend war eine sehr intensive Beregnung der Kartoffeln erforderlich und die Versuchsvarianten differenzierten sich stark.

Im Jahr 2019 wurden die Kartoffeln im Frühjahr zeitgerecht gepflanzt und liefen gut auf. Schon früh fehlten ausreichende Niederschläge und erforderten Beregnungsgaben. Auf Grund der erfolgten Verlängerung bis Februar 2020 erfolgte die Beerntung der Versuche in der Projektlaufzeit und die Ergebnisse fließen in den Abschlussbericht ein.

Im Rahmen des AP 3-3 konnte bislang an allen Treffen der OG teilgenommen werden.

Die durchgeführten Arbeiten entsprechen den Planungen.

### **Ostfalia-Hochschule, Campus Suderburg**

Mit der Bewilligung des Projektes wurde an der Ostfalia Hochschule begonnen die organisatorischen Voraussetzungen für das Projekt zu schaffen. Die Anmietung von Räumen wurde vorbereitet, aus dem Pool der Hochschule Büromöbel beschafft und die IT Infrastruktur vorbereitet. So war u.a. ein eigenes Datenkabel von der Hochschule zu den angemieteten Räumen zu legen um eine vollwertige Anbindung an das Datennetz zu ermöglichen. Die Stellenausschreibung wurde vorbereitet, dabei ergab sich Klärungsbedarf hinsichtlich der Aufgabenbeschreibung der vorgesehenen Projektassistenz, hier wurden von Seiten des Personal- wie auch des Betriebsrates erhebliche Bedenken geäußert und eine Aufwertung der Stelle nach E8 gefordert. Die konnte schließlich in Abstimmung mit der Bewilligungsstelle erfolgen. Die beiden Stellen der OG sowie die Stelle der Projektmitarbeiterin / des Projektmitarbeiters wurden im Oktober ausgeschrieben. Im November wurden die Vorstellungsgespräche geführt und geeignete Bewerber ausgewählt. Für den Projektmanager konnte Herr Dominic Meinardi und für die Mitarbeiterstelle Frau Iris Bagdahn gewonnen werden. Die Stelle der Projektassistenz konnte leider mangels geeigneter Bewerber vorerst nicht besetzt werden. Wegen starker Auslastung der Personalabteilung der Hochschule war eine Einstellung der ausgewählten Bewerber erst zum 1.2.2017 möglich. Die verschiedenen Aufgaben im Rahmen des Projektes wurden zunächst von Projektkoordinator und Mitarbeitern der Hochschule wahrgenommen. Die Abrechnung für das gesamte Projekt wurde entgegen

der ursprünglichen Planung komplett von der Haushaltsabteilung der Hochschule durch Herrn Jörn Müller übernommen. Dadurch ergibt sich eine Entlastung mit Blick auf die Projektabrechnung der Operationellen Gruppe. Außerdem ist damit eine Betreuung des Projektes über das Projektende hinaus für evtl. Prüfungen gewährleistet und eine aufwändige Einarbeitung in das Abrechnungssystem der Hochschule kann entfallen. Andererseits hat sich gezeigt, dass einige Verwaltungsprozesse und erforderliche Abstimmungen mehr Zeit beanspruchen als zunächst angenommen, sodass sich diese Aspekte insgesamt ausgleichen.

Neben kleineren Besprechungsterminen wurden zwei Treffen der Operationellen Gruppe am 14.6.2016 und 16.8.2016 für Absprachen der anstehenden Arbeiten und inhaltliche Koordination durchgeführt. Die konkreten Planungen der Beregnungsversuche für das Jahr 2017 (s.o.) haben gezeigt, dass es im Falle starker Trockenheit zu Problemen kommen könnte die Versuchsflächen zum jeweils optimalen Zeitpunkt zu beregnen, da es dann zu Engpässen hinsichtlich der vorhandenen Bewässerungseinrichtungen kommen könnte oder außerhalb der regulären Arbeitszeit bewässert werden müsste. Zur Vermeidung dieser Probleme ist es gelungen zusätzliche Mittel einzuwerben, um einen Düsenwagen zum Einsatz im Projekt zu beschaffen. Damit ist eine sichere Durchführung des Vorhabens auch unter niederschlagsarmen Bedingungen oder bei Ausfall von anderer Technik zu gewährleisten.

Außerdem wurde in der zweiten Jahreshälfte 2016 eine Vielzahl an Gesprächen mit Partnern für das Netzwerk zur nachhaltigen Bewässerung geführt und die Ziele einer Zusammenarbeit im Projekt und einer langfristigen Kooperation diskutiert. Dabei haben viele Organisationen ihr Interesse an einer Zusammenarbeit auch durch einen „Letter of Intent (LOI)“ in schriftlicher Form bekundet. Die Liste dazu findet sich nachfolgend in Tabelle 4.

Am 01.06.2017 wurde die Stelle der Projektassistenz mit Frau Christine Schröder besetzt, die seitdem Ihre Aufgaben im Projekt wahrnimmt.

Die Aufgaben des Arbeitspaket 1 wurden von Herrn Meinardi ab dem 01.02.2017 bearbeitet, seit dem 01.06.2017 wird auch Frau Schröder in die entsprechenden Aufgaben mit eingebunden. Nach einer Einarbeitungsphase wurde begonnen eine Literaturlistenbank anzulegen und Fragebögen zu der Erfassung der Bewässerungspraxis zu entwerfen. Eine Befragung zum Testen der Fragebögen, wurde bereits mit Herrn Becker durchgeführt. Eine Auswertung der Befragung ist nach dem Abschluss weiterer Befragungen im Jahr 2018 geplant. Auch GIS Daten für eine Datenbank und die Modellierung wurde bereits angelegt, hier werden weitere Daten benötigt.

Ein besonderer Fokus wurde im Jahr 2017 auf die Netzwerktätigkeiten und die Öffentlichkeitsarbeit gelegt. Um im Folgenden auf einer soliden Basis agieren zu können wurde das Projekt auf diversen Veranstaltungen/Fachtagungen und in Presseartikeln präsentiert. Mit den Bestrebungen eine langfristige und nachhaltige Zusammenarbeit der Partner innerhalb der Operationellen Gruppe und mit dem aus dem Projekt entstandenen Netzwerk zu gewährleisten, wurde die Gründung eines Institutes für nachhaltige Bewässerung und Wassermanagement im ländlichen Raum erörtert, um das aus dem SeBeK Projekt geschaffene Netzwerk zu institutionalisieren. Das Institut soll 2018 gegründet werden und wird als Institut an der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften am Standort Suderburg errichtet. Um eine dauerhafte Zusammenarbeit auch mit den Partnern außerhalb der Hochschule zu gewährleisten, wird die Gründung eines Trägervereins diskutiert. Dadurch kann allen Partnern eine Möglichkeit geboten werden, sich entsprechend ihrer fachlichen Ausrichtung und entsprechend ihrer Interessen in die Arbeit des Institutes einzubringen. Durch systematische Vernetzung des regionalen Knowhows und die Mitwirkung in internationalen Netzwerken werden Kontakte und Ressourcen bereitgestellt, die zeitnah zielführende und global nutzbare Lösungsansätze ermöglichen, die zeitlich und inhaltlich weit über das Innovationsprojekt hinausgehen.

Frau Dahms (ehem. Bagdahn) bearbeitete die Aufgaben des Arbeitspaket 6, aber hat in Kooperation mit Herrn Meinardi und Frau Schröder auch bei den Aufgaben des Arbeitspaket 1 mitgewirkt. Im Fokus stand hier 2017 das Erheben der Klimadaten mit den Kompakt-Wetterstationen, die in der abgeschlossenen Saison, nicht zuletzt durch Sturmschäden, einen hohen Arbeitsaufwand verursacht haben. Die Daten der Kompakt-Wetterstationen werden über das Mobilfunknetz an einen Server übermittelt und von dort vollständig und automatisiert auf die Bürorechner übertragen. Ausgesuchte Daten und aktuelle Wert können seit dem Frühjahr 2017 auf der Internetseite [www.Suderburger-Wetter.de](http://www.Suderburger-Wetter.de) betrachtet werden und sind der Allgemeinheit zugänglich.

Für die inhaltliche Koordination der Operationellen Gruppe wurden 2017 drei Treffen durchgeführt, eines vor der Vegetationsperiode am 16.03.2017, eines während der Vegetationsperiode am 08.06.2017 und eines nach der Vegetationsperiode am 26.10.2017.

Während des Treffens der OG nachhaltige Bewässerung am 26.10.2017 wurde der Aufruf der DVS-Netzwerk Ländliche Räume besprochen, bei dem thematisch eingegrenzte Workshops von Operationellen Gruppen in Deutschland gefördert werden. Ein entsprechender Antrag wurde bei der DVS eingereicht und bewilligt. Neben der OG Nachhaltige Bewässerung sind die OG's der Projekte, die am 12.09.2017 an dem vernetzungstreffen teilgenommen haben (siehe Kapitel 2.4.5). Anstelle des Projektes Biokartoffeln mit Kompost wird allerdings ein neues EIP Projekt aus dem Bereich Bewässerung aus Bernburg an der Planung beteiligt sein.

Für die inhaltliche Koordination der Operationellen Gruppe wurden in 2018 in drei Treffen am 10.04.18 und 27.06.18 durchgeführt. Ein weiteres Treffen wurde nach der Vegetationsperiode am 29. Oktober 2018 durchgeführt.

Für den Zeitraum vom 01.08.2018 bis zum 31.01.2019 waren Frau Dahms und Herr Meinardi lediglich mit 50% im SebeK Projekt beschäftigt. Für diesen Zeitraum teilten sich Frau Dahms und Herr Meinardi die Aufgaben aus dem Arbeitspaket 1 und somit die mit E13 dotierte Stelle. Für diese sechs Monate wurden Mittel aus der E11 Stelle, die in der Regel von Frau Dahms besetzt war, frei, aus denen Frau Hannah Fragstein für sechs Monate mit 50% eingestellt wurde um die anfallenden Arbeiten zu erledigen.

Ende 2018 wurde bei der Landwirtschaftskammer eine kostenneutrale Projektverlängerung beantragt und bewilligt. Der Bewilligungszeitraum wurde dahingehend geändert, dass das Projektende über den 15.08.2019 hinaus bis zum 15.02.2020 verlängert wird. Zur Begründung der Verlängerung wurde aufgeführt, dass sich aufgrund von personellen Veränderungen die Projektbearbeitung verzögerte. Zum einen wurden die Stellen an der Ostfalia Hochschule erst im Februar 2017 besetzt, zum anderen haben Herr Jano Anter vom Thünen Institut und Herr Andreas Meyer von der Landwirtschaftskammer das laufende Projekt verlassen, deren Stellen erst nach längerer Suche wiederbesetzt werden konnten. Die Arbeiten im Projekt sollen von jedem Projektpartner bis zum 31.12.2019 abgeschlossen sein, da für die finanzielle Abwicklung des Projektes keine Kosten mehr nach dem 31.12.2019 anfallen sollen.

Um Arbeitsausfälle von Frau Dahms und Herrn Meinardi in 2018 sowie Fehlzeiten von Herrn Meinardi aufgrund von Elternzeit in 2017, 2018 und 2019 zu kompensieren, wurden Herr Abbas Sadeghi Azad vom Februar 2019 und Frau Niayesh Fendereski vom August 2019 bis Ende 2019 eingestellt. Frau Dahms hat das SeBeK Projekt zum 15.08.2019 verlassen.

2017 wurden persönliche Interviews und eine Umfrage mit Landwirten durchgeführt. Die Umfrage wurde 2018 mit überarbeiteten Befragungsbögen wiederholt. Die Daten wurden entsprechend der Fragestellungen im Projekt ausgewertet. Die Auswertung der meteorologischen Daten erfolgte in den

Jahren 2018 und 2019, die Datenerhebung mit den im Projekt eingebundenen Kompaktwetterstationen war störanfällig, sodass nur lückenhafte Datenreihen erhoben werden konnten. Im Detail betrachtet wurden die Evapotranspiration und Niederschlagsdaten.

Im letzten Projektjahr wurden vier Projekttreffen durchgeführt, der Fokus dieser Treffen lagen auf den Versuchen des letzten Messzeitraums und der Anwendung des CWSI zur Beregnungssteuerung auf den Versuchsflächen der Landwirtschaftskammer in Hamerstorf. Weiterhin wurden die Projektergebnisse besprochen und insbesondere die Erstellung des wissenschaftlichen Berichtes betrachtet. Die Treffen erfolgten am 19. März beim Thünen Institut in Braunschweig, wo auch die neuen Sentek Drill&Drop Sonden der Ostfalia Hochschule zur Messung der Bodenfeuchte vorgestellt wurden, am 19. Juni und 18. Oktober in Suderburg, wo der Versuchsaufbau für die Saison 2019 vor- und nachbesprochen wurden, sowie ein abschließendes Projekttreffen am 29. November in Göttingen, wo die gesamten Projektergebnisse und der wissenschaftliche Bericht im Vordergrund standen. Bereits Ende 2018 hat das Projektkonsortium beschlossen zusätzlich zu dem geforderten Abschlussbericht einen wissenschaftlich orientierten Bericht mit den Projektergebnissen zu verfassen. Dieser Bericht wird in der Reihe „Thünen Working Papers“ erscheinen und soll im Juni 2020 fertiggestellt sein.

Die Ostfalia Hochschule und das Thünen Institut haben einen Artikel für den Tagungsband des „3rd World Irrigation Forum“ der International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) auf Bali, Indonesien, verfasst, der im August 2019 zur Konferenz erschienen ist. Der Titel lautet „Possibilities to optimize irrigation in Lower Saxony, Germany“ und beschreibt umfassend die Projektaktivitäten des SeBeK Projektes im Rahmen von EIP Agri. Dadurch wurde das Projekt unter EIP Agri dem internationalen Fachpublikum zugänglich gemacht.

Im Juli 2019 wurde zusammen mit dem Netzwerk Ländliche Räume (dvs) ein Kurzfilm zu dem EIP Agri SeBeK Projekt gedreht, der Film ist auf der Webseite der dvs sowie auf Youtube verfügbar.

- <https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/index.php?id=2320>
- [https://www.youtube.com/watch?v=gE0H6FubZAA&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?v=gE0H6FubZAA&feature=emb_title)

Zusammen mit dem EIP Agri Projekt „Precision Irrigation“ aus Brandenburg wurde ein Artikel zum Thema Sensoren in der Bewässerung verfasst, der in der Ausgabe 10/2019 der Zeitschrift topagrar erschienen ist, sowie im topagrar Ratgeber zum Thema Bewässerung.

Details zum Projektverlauf und Öffentlichkeitsarbeit sind im Kapitel 2.4.3 aufgeführt, Arbeiten die zu den Nebenergebnissen gezählt werden finden sich in Kapitel 2.4.5.

Tabelle 4: Zusammenstellung von Partnern im Netzwerk „Nachhaltige Bewässerung“

Name der Organisation	Bereich der Zusammenarbeit	liegt ein LOI vor
<b>Forschungspartner über die OG hinaus</b>		
Fachverband Feldberegnung, Hannover, Herr Fricke (Geschäftsführer)	Fachverband mit Beratungsangeboten für Landwirte zur Beregnung, Partner zur Definition von Forschungsfragen und zur Umsetzung der Ergebnisse	
Universität Sari, Iran, Herr Masoudian (Professor)	Hochschul- und Forschungspartnerschaft zum Einsatz von Bewässerungssystemen in ariden Regionen	
Wissenschaftsstiftung Deutsch-Tschechisches Institut, Jesteburg, Dr. Bielecki Vorsitzender)	Innovative Verfahren zur Herstellung unterirdischer Infrastruktur und zum Schutz natürlicher Ressourcen. Kontakte zu Wissenschaftseinrichtungen in Tschechien, Slowenien und Polen.	LOI
<b>Verbände (Wasserverbände)</b>		
Aller-Ohre-Verband, Gifhorn, Frau Westphalen (Geschäftsführerin)	Körperschaft öffentlichen Rechts, Dachverband von Wasserverbänden im Landkreis Gifhorn, Kompetenzen im Bereich der Gewässerentwicklung und Gewässerunterhaltung	LOI
Wasserverbandstag Bremen / Niedersachsen / Sachsen-Anhalt, Hannover, Herr Hennies (Geschäftsführer)	Interessenvertretung von 1.000 Wasserverbänden in den genannten Bundesländern, Partner für die Entwicklung praxisnaher Forschungsfragen und die praxisergebnisgerechte Umsetzung von Forschungsergebnissen	LOI
Dachverband der Beregnungsverbände im Landkreis Gifhorn, Gifhorn, Herr Bockelmann (Verbandsvorsteher)	Dachverband der Beregnungsverbände im Landkreis Gifhorn, Partner für Forschungsflächen und Umsetzung von Forschungsergebnissen.	LOI
Dachverband Feldberegnung Uelzen, Uelzen, Herr Ostermann (Geschäftsführer)	Dachverband der Beregnungsverbände im Landkreis Uelzen, Partner für Forschungsflächen und Umsetzung von Forschungsergebnissen.	LOI
Dachverband Feldberegnung Lüneburg, Uelzen, Herr Ostermann (Geschäftsführer)	Dachverband der Beregnungsverbände im Landkreis Lüneburg, Partner für Forschungsflächen und Umsetzung von Forschungsergebnissen.	LOI
Bewässerungsverband Uelzen, Uelzen, Herr Ostermann (Geschäftsführer)	Verantwortlich für 5.000 ha Bewässerungsfläche, Partner für Forschungsflächen und Umsetzung von Forschungsergebnissen	LOI
Beregnungsverband Elbe-Seitenkanal, Uelzen, Herr Ostermann (Geschäftsführer)	Verantwortlich für die gesamte Bewässerung aus dem Elbe-Seitenkanal, als spezielle Wasserressource für die Bewässerung, Partner für Forschungsflächen und Umsetzung von Forschungsergebnissen	LOI
Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände, Uelzen, Herr Ostermann (Geschäftsführer)	Dachverband für 56 Wasserverbände in den Landkreisen Uelzen, Lüneburg und Gifhorn. Planung und Umsetzung von Bewässerungsmaßnahmen. Partner für Forschungsflächen und Umsetzung von Forschungsergebnissen.	LOI
Industrie- und Handelskammer Lüneburg - Wolfsburg	Partner für den Kontakt mit einer Vielzahl an kleinen und mittelständischen Firmen der Region.	LOI
<b>Verbände (Landwirtschaft)</b>		
Bauernverband Nordostniedersachsen, Uelzen / Lüneburg / Lüchow, Herr Riggert (Vorsitzender)	Der Verband mit 3500 Mitglieder aus der Landwirtschaft in den genannten Regionen. Partner zur Diskussion der Anforderungen der Praxis und zur Einführung von Forschungsergebnissen in die Praxis.	LOI
Landvolk Niedersachsen, Kreisverband Gifhorn-Wolfsburg, Gifhorn, Herr Böse (Geschäftsführer)	Verband mit 2.300 Mitgliedern zur Vertretung der Interessen der Landwirtschaft. Partner zur Diskussion der Anforderungen der Praxis und zur Einführung von Forschungsergebnissen in die Praxis.	LOI
<b>Kleine und mittlere Unternehmen</b>		
iWater Wassertechnik, Troisdorf, Herr Pungs	Experte für Grau- und Regenwassernutzung als Möglichkeit für die Nutzung alternativer Wasserressourcen.	LOI
Lorentz, Hensted-Ulzburg, Dipl.-Ing. Bernt Lorentz, Bernward Hollemann	Herstellung und weltweiter Vertrieb von Solarpumpen und Solarantrieben für Bewässerungsanlagen. Forschungspartner für die Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten der Anlagen.	LOI
Spezialtiefbau Frömert, Werther, Herr Schröder (Geschäftsführer)	Experten für unterirdische Bauweisen und Wasserinfiltration als Möglichkeit der Grundwasseranreicherung und somit Stützung der Wasserressourcen	LOI
LG Rain, Wrestdedt	Ingenieurbüro für Bewässerungsplanung und umsetzung, Partner für Praxiserprobungen	
GSG, Würzburg, Herr Mentele	Entwicklung und Einsatz von autonomer Wettermesstechnik und von Sensoren	
<b>Großunternehmen</b>		
Nordzucker, Uelzen, Herr Dr. Böker (Fabrikleiter)	Großer Verarbeiter von Zuckerrüben die durch Bewässerung bevorzugt in der Region angebaut werden. Das Wasser aus dem Fabrikationsprozess wird bereits zu Bewässerungszwecken genutzt, ein Ausbau der Nutzung und Ausweitung auf andere Betriebe ist möglich. Partner für Forschung und Umsetzung von Forschungsergebnissen.	LOI
Kali und Salz, Kassel, Frau Dr. Thiel (Leiterin Forschung)	Großer Düngemittelhersteller, Forschungspartner für die Kombination von Bewässerung und Düngung.	LOI
Yara - Institut für Pflanzenernährung und Umweltforschung,	Großer Düngemittelhersteller, Forschungspartner für die Kombination von Bewässerung und Düngung.	LOI
<b>Kommunen</b>		
Gemeinde Suderburg, Suderburg, Herr Schulz (Bürgermeister)	Gemeinde vor Ort, Unterstützung bei der Bereitstellung benötigter Flächen	LOI

### 2.1.2 Darstellung der wichtigsten finanziellen Positionen

Die größte finanzielle Position des Projektes waren die Personalkosten mit über 80 % der angefallenen Kosten. Die weiteren Positionen für Material und Bedarfsmittel für die Sensorentwicklung, sowie für Dienstreisen bildeten die weiteren höheren Bedarfe.

Im Projekt wurde vorhandenes Equipment genutzt, welches insbesondere bei der Ostfalia Hochschule, dem Thünen Institut und der Landwirtschaftskammer vorhanden ist. Hierzu zählen 2 Kompaktwetterstationen, Drohnen mit verschiedenen Sensoren, eine Eddy-Kovarianz-Messstation und Beregnungsequipment. Somit konnten insbesondere die Kosten für Material und Bedarfsmittel geringgehalten werden.

Das Projekt konnte bei der Durchführung von Reisen zu internationalen Veranstaltungen und bei der Durchführung einer Fachkonferenz Gelder einsparen, da hier eine Finanzierung von dritter Seite akquiriert wurde. Die Teilnahme der beiden internationalen EIP Veranstaltungen in Portugal und Spanien fand auf Einladung der EIP statt, die Reise zur Jahrestagung der ICID wurde von der Ostfalia Hochschule getragen. Der Themenworkshop im September 2018 wurde nach Anbahnung von der DVS getragen, ebenso wie der Imagefilm, der im Juli 2019 produziert wurde.

## 2.2 Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

### 2.2.1 Ausgangssituation

Nord-Ost-Niedersachsen ist das ackerbaulich intensivste Beregnungsgebiet in Deutschland. Die Bedeutung der Bewässerung nimmt durch den Klimawandel in Deutschland und weltweit zu, zudem erfordert eine steigende Nutzungskonkurrenz um die Ressource Wasser einen sorgsam und sparsamen Umgang. Der Bedarf an innovativen Lösungen für eine nachhaltige Wassernutzung in der Landwirtschaft steigt. Eine hohe Wassereffizienz bei der Feldberegnung wird erreicht indem Einsparpotentiale erkannt und genutzt werden. Zur landwirtschaftlichen Bewässerung ist in Nord-Ost-Niedersachsen eine hohe Kompetenz vorhanden, da auf den sandigen Böden ohne Bewässerung kaum Erträge zu erzielen sind. Über Jahrzehnte haben Landwirte, Beratung und Firmen umfangreiches Wissen aufgebaut und nutzen dieses insbesondere zur Produktion von Kartoffeln und Zuckerrüben.

Für das Innovationsprojekt „Sensorgestützte Beregnungssteuerung in Kartoffeln (SeBeK)“ wurde eine erfolgversprechende, innovative Methode zur Beregnungssteuerung ausgewählt. Es wird eine vom Thünen-Institut bereits in Winterweizen getestete Sensormesstechnik an den Einsatz in Kartoffeln angepasst. Die Feldberegnung ist für den Kartoffelanbau in Teilen Niedersachsens ein wesentlicher Erfolgsfaktor für das Betriebsergebnis. Gleichzeitig stellt sie für die Landwirte auch einen Kostenfaktor dar, der direkt von den Beregnungsmengen abhängt.

Die Entscheidung über Zeitpunkte und Mengen der Beregnung basiert heute überwiegend auf den eigenen Erfahrungen der Landwirte und agrarklimatischen Modellen und Vorhersagen. Der Ansatz, den Beregnungsbedarf anhand von Bodenfeuchtemessungen mit Bodenfeuchtesensoren zu bestimmen, wird durch die erhebliche Streuung und Unsicherheit der punktuellen Bodenfeuchtemessungen erschwert. Mit den derzeit verfügbaren Hilfsmitteln verbleiben bei den Beregnungsentscheidungen Unsicherheiten, die einen optimaler Einsatz der Feldberegnung und eine optimale Nutzung des aus verschiedenen Wasserkörpern für die Beregnung entnommenen Wassers erschweren.

### 2.2.2 Projektaufgabenstellung

Das Ziel des Innovationsprojektes war es im ersten Jahr die Messtechnik zu entwickeln und in Betrieb zu nehmen. Grundfragen der Anwendung, z.B. die optimale Ausrichtung bei der Anwendung in Kartoffelbeständen, wurden unter kontrollierten Bedingungen auf dem Versuchsfeld geklärt. Aus den ge-

wonnen Messdaten wurden Aussagen zur Beregnungssteuerung abgeleitet. Unterstützend fanden stationäre und mobile Messungen auf Praxisflächen durch den beteiligten Landwirt statt. Diese dienten zum einen der Prüfung der neu entwickelten mobilen Messtechnik im Praxiseinsatz. Zum anderen war für den späteren Routineeinsatz ein Verfahren zu entwickeln, für heterogene Ackerschläge mit geringem Kostenaufwand (möglichst nur ein Sensor) zu repräsentativen Messergebnissen zu gelangen.

Im zweiten Jahr wurden die geschaffenen Grundlagen fortentwickelt und für den Praxiseinsatz optimiert. Der beteiligte Landwirt übernahm das Messverfahren in den Arbeitsablauf des Betriebs. Die umfangreich gewonnenen Daten sollten in ein Verfahren der automatisierten Datenverarbeitung übernommen und nutzbar gemacht werden. Die Ableitung von Beregnungssteuerungsinformationen wurde verfeinert. Die Ableitungen auf Basis der Sensormessung und der Aussagen nach konventionellen Methoden wurden verglichen. Es wurde geprüft, inwieweit die Sensormessungen zur Optimierung der Steuerungsempfehlungen nach konventionellen Methoden eingesetzt werden sollten oder als alleinige Information dienen können.

Im dritten Jahr erfolgte auf den Versuchsflächen eine vergleichende Bewertung der konventionellen Beregnungssteuerung mit der durch den Sensoreinsatz optimierten Steuerung. Die Auswirkung der veränderten Wasserentnahme auf den Grundwasserkörper wird mit den Ergebnissen der Versuche abgeschätzt.

Parallel zu den praktischen Arbeiten wurden die Ergebnisse in einer vom Projekt durchgeführten Tagung und in Workshops diskutiert und in den nationalen und internationalen EIP-Kontext eingebracht. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse bei nationalen und internationalen Veranstaltungen vorgestellt.

Die im Antrag erstellten Arbeitspakete wurden wie beschrieben durchgeführt. Allerdings wurde der Ablauf durch äußere Einflüsse beeinträchtigt. So konnten die Arbeiten aufgrund der Personalsituation nicht bei allen Projektpartnern direkt zu Projektstart beginnen und führten teils zu Verzögerungen, die auch im Verlauf des Projektes durch sich verändernde Personalsituationen beeinträchtigt wurden. Das Jahr 2017 war ungewöhnlich nass und eine Beregnung in der Anbausaison war nicht notwendig, wodurch bei den Pflanzen kein Trockenstress aufkam. Die Messungen des CWSI wurden dahingehend beeinträchtigt, dass in der gesamten Anbausaison 2017 keine neuen Daten erhoben werden konnten. Durch die kostenneutrale Verlängerung konnte jedoch eine weitere Anbausaison für das Projekt gewonnen werden, die für weitere Versuche und Ergebnisse zur Verfügung stand. Einige Aufgaben konnten aufgrund fehlender Daten nicht in dem ursprünglich geplanten Umfang durchgeführt werden.

Das Projektkonsortium hat mit regelmäßigen internen Absprachen den Projektverlauf den Gegebenheiten angepasst und optimiert, wodurch der Projektverlauf reibungslos funktionierte. Durch die Anpassungen konnten auch die oben beschriebenen Probleme soweit kompensiert werden, dass das Projekt erfolgreich zu einem Abschluss gefunden hat.

Das Projektkonsortium hat nach etwa der Hälfte der Projektlaufzeit entschieden, einen vom Abschlussbericht unabhängigen Endbericht zu verfassen und im Rahmen der Reihe „Thünen Working Paper“ zu veröffentlichen. Hier soll ein uneingeschränkter Fokus auf den Forschungsergebnissen liegen und zur Verbreitung der fachlichen Projektergebnisse dienen.

## 2.3 Ergebnisse der OG in Bezug auf

### 2.3.1 Wie wurde die Zusammenarbeit im Einzelnen gestaltet

Die Ostfalia Hochschule hat als koordinierende Stelle den Ablauf des Projektes betreut, alle Projektpartner waren gleichermaßen in die Abläufe involviert und informiert. Es haben regelmäßige Projekt-

treffen stattgefunden, weiterhin haben die Projektteilnehmer untereinander je nach Bedarf kommuniziert. Es wurde ein Content Managementsystem „Alfresco“ für das Projektkonsortium bereitgestellt, auf dem Dokumente, Berichte und Daten für alle Teilnehmer bereitgestellt wurden.

Die Projekttreffen ab 2017 sind im Folgenden aufgelistet:

- 16. März 2017 in Suderburg
- 08. Mai 2017 in Suderburg
- 26. Oktober 2017 in Suderburg
- 10. April 2018 in Suderburg
- 27. Juni 2018 in Suderburg
- 29. Oktober 2018 in Suderburg
- 07. März 2019 in Braunschweig
- 19. Juni 2019 in Suderburg
- 18. Oktober 2019 in Suderburg
- 29. November 2019 in Göttingen

### 2.3.2 Was war der besondere Mehrwert bei der Durchführung des Projekts als OG?

Die Durchführung des Projektes als Operative Gruppe hatte viele Vorteile. Die unterschiedlichen Kompetenzen der OG Mitglieder führten zu sehr umfangreichen Betrachtungen der einzelnen Aufgabenstellungen und somit zu einer hohen Kompetenz bei der Bearbeitung. Viele Fragestellungen konnten durch das Potential der OG effizient bearbeitet werden und ein hoher professioneller Anspruch wurde gewährleistet. Die enge Zusammenarbeit mit dem Landwirt im Projekt erlaubte eine stetige Betrachtung der Projektergebnisse auf Seite der Praktiker. Das hier erhaltene Feedback konnte direkt in der Projektabwicklung umgesetzt werden und hatte somit einen direkten Einfluss auf die Entwicklung des CWSI. Die Betrachtung des Nutzens für die Praxis und die möglichen Einsatzgebiete des Konzeptes konnten fortlaufend berücksichtigt werden.

### 2.3.3 Ist eine weitere Zusammenarbeit der Mitglieder der OG nach Abschluss des geförderten Projekts vorgesehen?

Eine direkte Zusammenarbeit einiger OG Mitglieder erfolgt über das Projektende hinaus, teils in anderen Forschungsvorhaben, teils in der Beantragung zukünftiger Forschungsvorhaben. Durch die räumliche und fachliche Nähe der Projektpartner sind auch weitere Kooperationen in Zukunft wahrscheinlich.

Im Rahmen des Projektes hat sich Ende 2018, wie auch im Projektantrag vorgesehen, das Institut für nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft an der Ostfalia Hochschule gegründet. Als an die Hochschule angegliedertes Institut ist eine Mitgliedschaft von außenstehenden Institutionen und Personen nicht möglich. So hat sich, wie vorgesehen, im Juni 2019 der Förderverein nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen Raum e.V. gegründet. Die Vereinsgründung war im Projekt für die Schaffung eines nachhaltigen Netzwerkes vorgesehen. Auch Mitglieder der OG sind dem Verein bereits bei der Gründung beigetreten, somit ist eine weitere Zusammenarbeit nach dem Projektende gewährleistet.

## 2.4 Ergebnisse des Innovationsprojektes

### *Hintergrund und Grundlagen der Bewässerung in Kartoffeln*

Die Bewässerung ist eine der ältesten bekannten Bewirtschaftungsmethoden in der Landwirtschaft, erste Nachweise können bis zu über 7.500 Jahre in Mesopotamien zurückverfolgt werden. Sie kann eingesetzt werden um Erträge zu steigern, oder um den Anbau von landwirtschaftlichen Erzeugnissen überhaupt erst zu ermöglichen. Heute werden etwa 21 % aller landwirtschaftlichen Flächen weltweit bewässert. Grundsätzlich kann zwischen den drei folgenden Bewässerungstechniken unterschieden

werden. Der Überstaubewässerung, bei der eine Fläche mit Wasser für eine bestimmte Zeitspanne überstaut wird. Das Bewässerungswasser versickert, bzw. verdunstet nach einiger Zeit, bei Bedarf wird die Bewässerung dann wiederholt. Die Überstaubewässerung ist die älteste Methode und Heutzutage werden in etwa 86 % aller bewässerten Flächen weltweit auf diese Weise bewässert. Das System ist das kostengünstigste, aber auch das am wenigsten effizienteste. Eine weitere Methode ist die Sprinklerbewässerung, bei der das Wasser über Schläuche zu Düsen transportiert wird, durch die es anschließend versprüht wird. Diese Systeme sind bereits kostenintensiver, da neben Kosten für die Beregnungstechnik auch laufende Kosten für z.B. den Transport der Systeme oder Pumpen anfallen. Weltweit kommen diese Systeme auf ungefähr 11 % aller bewässerten Flächen zum Einsatz. Mit in etwa 9 % Anteil an der weltweiten Bewässerung ist die Mikrobewässerung am geringsten vertreten, nicht zuletzt aufgrund ihrer hohen Investitionskosten, der hohen laufenden Kosten und dem Installations- und Wartungsaufwand. Dafür bietet eine Mikrobewässerung die höchste Effizienz, da das Bewässerungswasser exakt am erforderlichen Punkt aufgebracht und die benötigte Menge genau dosiert werden kann. Hierdurch wird auch die Verdunstung des Wassers reduziert, was wiederum zur hohen Effizienz dieser Technik beiträgt. Weiterhin können Düngemittel mit dem Bewässerungswasser aufgebracht werden, wodurch diese genau dosiert und exakt aufgebracht werden können. (FAO, 2014)

Für das Innovationsprojekt ist die Überstaubewässerung, bzw. die Oberflächenbewässerung nicht weiter relevant, da diese in Deutschland nicht mehr angewandt wird. Betrachtet man die Technik der Sprinkler- und die Mikrobewässerung, können diese hinsichtlich der Anlagenart in ortsfeste, teilortsfeste und bewegliche Anlagen unterschieden werden. Sourell (2014) beschreibt die Bewässerungstechniken detailliert und teilt diese in ober- und unterirdische Mikrobewässerung ein, sowie in mobile und teilmobile Beregnungsmaschinen und Reihenregner als Varianten der Beregnung.

Die Mikrobewässerung unterscheidet die Verfahren der Tropfbewässerung, der Sprühbewässerung und der Unterflurbewässerung. Das Reihenregnerverfahren beinhaltet mehrere Regner, die entweder direkt auf die Regnerleitung aufgesetzt werden, oder über Seitenschläuche verbunden werden. Teilmobile Beregnungsmaschinen sind Linear- oder Kreisberegnungsmaschinen, die an ihren Einsatzort beweglich sind, aber zumindest während der Beregnungssaison an einem Schlag fest aufgebaut werden. Mobile Beregnungsmaschinen werden nach Regnereinzug oder Maschinenvorschub unterschieden. (Sourell 2014)

Die Kartoffel ist eines der wichtigsten Grundnahrungsmittel weltweit, neben Reis, Weizen und Mais, sie wird weltweit auf fast 20 Mio. ha landwirtschaftlicher Fläche angebaut. Der Anbau ist in den letzten Dekaden in den Industriestaaten etwas zurückgegangen, doch insbesondere in Asien ist ein Anstieg der Kartoffelproduktion zu beobachten. Die weltweite Anbaufläche hat sich seit den 1960er Jahren kaum verändert (siehe Abbildung 1).

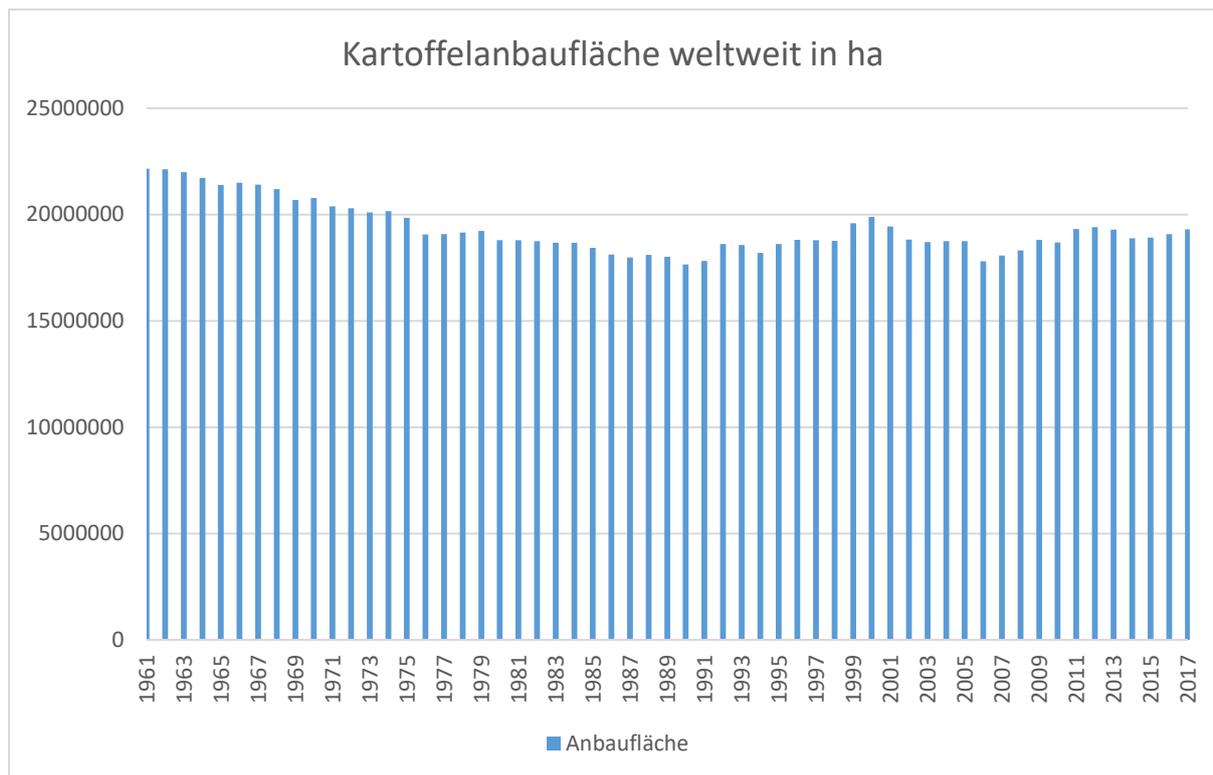


Abbildung 1: Kartoffelanbaufläche weltweit in ha. (FAOSTAT)

Die größten Anbauflächen für Kartoffeln wurden seit Aufzeichnungsbeginn der statistischen Daten bei der Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1961 bis Anfang der 1990er Jahre im Gebiet der ehemaligen Sowjetunion erfasst, mit Flächen weit über 8 Mio. ha in den 1960er Jahren. Mit dem Ende der Sowjetunion wurde China das Land mit den größten Anbauflächen für Kartoffeln, Indien hat Russland im Jahr 2015 vom zweiten auf den dritten Platz verdrängt (siehe Abbildung 2). Im Jahr 2017 wurden ca. 30 % aller Kartoffeln weltweit in China angebaut, ca. 11 % aller Kartoffeln entfallen auf die Anbauflächen von Indien (siehe Abbildung 3). Zusammen wurden 2017 also etwa 41 % aller Kartoffeln in Indien und China angebaut, diese beiden Länder stellen auch die weltweit größten Bewässerungsflächen mit 69,4 Mio. ha in China und 66,7 Mio. ha in Indien (FAO, 2014). In beiden Ländern liegt der Anteil der Überstaubewässerung bei über 90 %, somit kann davon ausgegangen werden, dass für die Bewässerung von Kartoffeln große Wassermengen verwendet werden und ein hohes Potential für Einsparungen des Bewässerungswassers vorhanden ist. (FAOSTAT)

Ogleich in Deutschland Kartoffeln nur auf ca. 250.000 ha Fläche angebaut werden, so ist die Ertragsmenge eine der höchsten weltweit. Im Jahr 2017 wurden in China über 99 Mio. tonnen Kartoffeln produziert und in Deutschland über 11,7 Mio. tonnen. Der Ertrag pro Hektar lag im Jahr 2017 in China lediglich bei 172 dt/ha und in Indien bei 223 dt/ha, während in Deutschland ein Ertrag von 468 dt/ha erreicht wurde. Unter anderem ist die hohe Effizienz der Bewässerung ein Grund für die höheren Erträge.

### Kartoffelanbaufläche international in ha in 2017

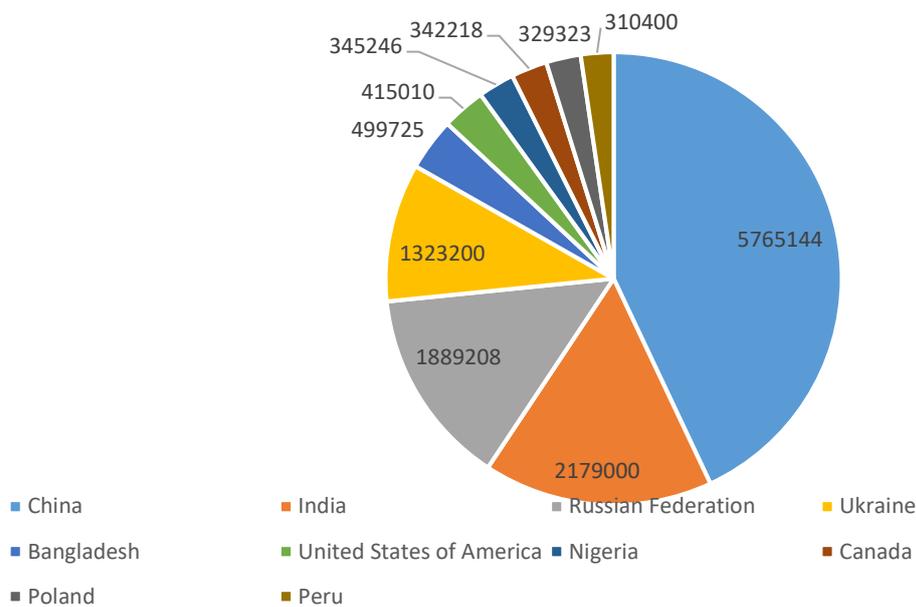


Abbildung 2: Kartoffelanbauflächen in 2017. (FAOSTAT)

### Kartoffelproduktion international 2017 in t

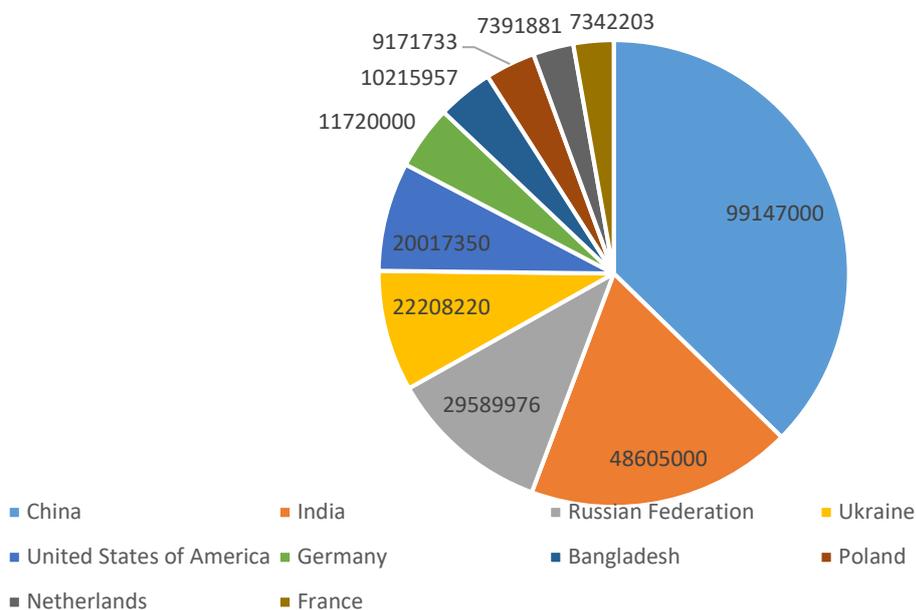


Abbildung 3: Kartoffelproduktion weltweit in 2017. (FAOSTAT)

Die, insbesondere in China und Indien, großflächig angewandte Überstäubewässerung bietet nur eingeschränkte Steuerungsmöglichkeiten für eine optimale Wasserversorgung. Qin et al. (2018) untersuchten Unterschiede zwischen Tropfbewässerung und Furchenbewässerung mit teils Austrocknung des Wurzelbereichs in semiariden Kartoffelanbauregionen in China und belegten eine starke Erhöhung der Bewässerungseffizienz durch die neuen Beregnungsansätze. Auch Zhang und Guo (2016) sehen einen hohen Bedarf an wassersparenden Maßnahmen in der Landwirtschaft in China, auch durch eine ökonomische Wertsteigerung des eingesetzten Wassers. In Neuseeland hingegen werden moderne

Beregnungssysteme wie Beregnungskanonen und Kreisregner eingesetzt und die Wassermengen und Beregnungszeitpunkte werden, wie in Deutschland auch, möglichst genau ermittelt (Rajanayaka et al. 2016). Auf diese Weise wurden im Jahr 2017 Erträge von 493 dt/ha erreicht (FAOSTAT). Auf den Versuchsflächen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen in Hamerstorf, wurden im Rahmen des SeBeK Projektes die folgenden Erträge erzielt.

- Kartoffelernte 2017, 521 dt/ha
- Kartoffelernte 2018, 618 dt/ha
- Kartoffelernte 2019, 640 dt/ha

Der Anbau im SeBeK Projekt erfolgte unter optimalen Rahmenbedingungen bezüglich Nährstoff- und Wasserversorgung. Die Bodenverhältnisse am Versuchsstandort in Hamerstorf, inmitten der Hauptanbauregion Deutschlands im Nordosten Niedersachsens, weisen zudem gute Eigenschaften für den Kartoffelanbau auf. Der leichte Boden mit einem hohen Sandanteil hat eine schlechte Wasserhaltefähigkeit, lässt sich allerdings bezüglich des Wassergehaltes durch Beregnung steuern und verhindert aufgrund seiner Drainageeigenschaften das Auftreten von Staunässe. Die Kartoffelproduktion erfordert auf diesen Böden einen hohen Zusatzwassereinsatz, in Abhängigkeit von den klimatischen Verhältnissen der jeweiligen Anbausaison. In 2.4.3 werden die Ergebnisse der Landwirtschaftskammer Niedersachsen näher betrachtet, wo unter anderem auch die Unterschiede zwischen den Beregnungs- und Düngestrategien aufgeführt werden. Hier ist die Signifikanz der Beregnung, auch in Abhängigkeit zum Nährstoffkonzept, detailliert aufgeführt. In Abbildung 4 ist der Ertrag von den Versuchsflächen des Projektes den mittleren Landeserträgen gegenübergestellt, um die Auswirkungen eines auf die Rahmenbedingungen abgestimmten Dünge- und Bewässerungsmanagements zu verdeutlichen. Davon ausgehend, dass die Erträge aus den Anbauversuchen des SeBeK Projektes die optimale Ertragsmenge von 100 % darstellen, wird in Deutschland im Durchschnitt der optimale Ertrag zu 89 % erreicht. In China und Indien, den Ländern mit der höchsten Kartoffelproduktion, werden nur 33 %, bzw. 43 % der optimalen Ertragsmenge erreicht. Wäre in China eine Optimierung des Kartoffelanbaus mit den im Projekt ermittelten optimalen Ertrag möglich, würde dies eine Verdreifachung der Erträge bedeuten, mit einer Gesamtproduktion von ca. 300 Millionen Tonnen. Dies entspräche ca. 77 % der weltweiten Kartoffelproduktion von 388 Millionen Tonnen im Jahr 2017. (FAOSTAT)

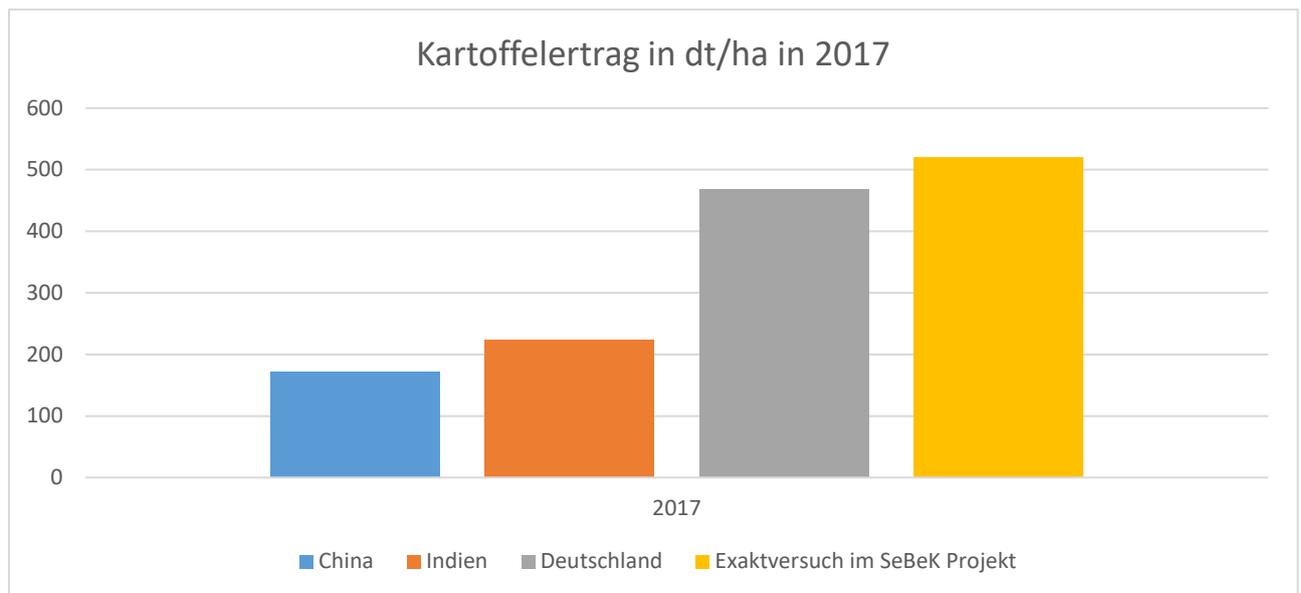


Abbildung 4: Gegenüberstellung der Kartoffelerträge in 2017 (Datenquelle: FAOSTAT, Landwirtschaftskammer Niedersachsen)

Durch die Betrachtung der international erzielten Erträge und den Rahmenbedingungen in den Anbauregionen lässt sich der Bedarf an einer höheren Effizienz in der Bewässerung bei der Kartoffelproduktion ableiten. Insbesondere in Hinsicht auf steigende Bevölkerungszahlen und sich ändernden klimatischen Verhältnissen ist ein effizienter und verantwortungsvoller Umgang mit Wasser in der Nahrungsmittelproduktion notwendig, um nicht nur Nahrungsmittel in ausreichender Quantität und Qualität zu produzieren, sondern auch in Zukunft den Bedarf an sauberen und ausreichend vorhandenem Wasser decken zu können.

Am Ende ist die Wasserverfügbarkeit der Pflanze der begrenzende Faktor. Um diese Wasserverfügbarkeit zu bestimmen gibt es verschiedenen Ansätze, die einen bestimmten Datenumfang benötigen. Einige Modelle betrachten die Wasserbilanz und benötigen umfangreiche meteorologische Daten, andere Methoden erfassen physikalisch die Menge an Wasser im Wurzelbereich der Pflanzen. Auch für die Sensorunterstützte Ermittlung des Beregnungszeitpunktes mit dem Crop Water Stress Index sind meteorologische Daten erforderlich, die in dem dahinterstehenden Modell zum Einsatz kommen.

#### *Meteorologie in der Projektregion*

Die Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften in Suderburg betrieb zwei meteorologische Messstationen, die durch den Betrieb mit Solarstrom standortunabhängig aufgestellt werden können. Eine der Stationen stand an den Versuchsflächen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen in Suderburg/Hamerstorf und die andere Station stand auf den landwirtschaftlichen Flächen des Landwirtes Hartmut Becker, der als Projektpartner im Innovationsprojekt beteiligt war, in Wrestedt/Niendorf II. Beide Stationen wurden im Herbst 2016 installiert und zeichneten somit über einen Großteil der Projektlaufzeit die meteorologischen Daten an den Flächen, an denen auch die Versuche zum Crop Water Stress Index durchgeführt wurden auf. Die Stationen waren mit einer solaren Stromversorgung und sendeten die Daten über eine LTE Verbindung zu einem Server, von dem sie weiter verteilt wurden. Auf einer Internetseite lassen sich die Messwerte visualisieren und sind öffentlich zugänglich ([www.suderbuerger-wetter.de](http://www.suderbuerger-wetter.de)).

Die Messstationen wurden so dimensioniert, dass sie das ganze Jahr über Daten erfassen und senden können. Beide Stationen sind während der Projektlaufzeit mehrfach ausgefallen, wodurch auch teil-

weise in der Anbausaison nicht durchgehend Daten erfasst werden konnten. Der Betrieb der Messstationen mit solarer Energieversorgung erlaubt eine standortunabhängige Aufstellung, die dafür notwendigen elektrischen Bauteile sind aber fehleranfällig und insgesamt war die Performance der Systeme nicht zufriedenstellend. Mehrere elektrische Bauteile mussten nach Sturmschäden und Blitzeinschlag ausgetauscht werden, die Fehleranalyse war langwierig und resultierten in längeren Perioden, in denen keine Daten erfasst werden konnten. Auch kam es zu Ausfällen aufgrund entladener Batterien die daraufhin ersetzt werden mussten. Die Messstationen sind mit einem Minicomputer (Pokini) ausgestattet, die mit dem Windows 7 Betriebssystem operiert werden, Firmware Updates und Probleme mit der LTE Internetverbindung sorgten hier für weitere kürzere Ausfälle.

Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen betreibt an den Versuchsfeldern in Suderburg/Hamerstorf eine meteorologische Messstation, deren Daten allerdings ebenfalls nicht vollständig vorliegen. Die Ostfalia Hochschule betreibt auf dem Hochschulgelände in Suderburg eine meteorologische Messstation, deren Werte ohne nennenswerte Ausfälle vorliegen. Als Referenzdaten wurden die Messwerte der meteorologischen Messstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Uelzen genommen. Allerdings gibt es auch an dieser Station Messausfälle für die Niederschlagsdaten im Mai 2018, wodurch der DWD keine Jahressumme für die Station in Uelzen ausgibt.

Die Auswertung der Niederschlagsdaten ergab, dass es eine hohe Abweichung der Niederschläge in dem betrachteten Projektgebiet gibt. Im Folgenden dargestellt sind die Niederschlagssummen für den Juli 2017, der einzige Monat im Projektzeitraum, in dem alle Stationen eigene Werte lieferten. Dies unterstreicht die Relevanz einer individuellen Bedarfsermittlung für die Beregnungssteuerung.

Tabelle 5: Niederschlagsdaten in der Projektregion im Juli 2017

Tag	Ostfalia	Meteo 1	LWK	Meteo 2	DWD
1.7	3,9	4	4	3,2	3,4
2.7	0,5	0,8	0,8	0,8	0,6
3.7	0,9	0,8	0,8	0,6	0,4
4.7	0	0	0	0	0
5.7	0	0	0,4	0	0
6.7	0	0	0	0	3,1
7.7	3,2	2,4	4,1	0,2	0,7
8.7	5,3	9,2	1,5	5,4	1,6
9.7	0	0,2	0	0,2	1,1
10.7	17	13,4	12,4	9,6	7,6
11.7	0,2	0,8	1	0,8	4,4
12.7	16,9	15,2	15,1	14,4	14,6
13.7	0	0,2	0	0,2	0
14.7	0,4	1,6	2,3	0,4	4,2
15.7	0,1	0,2	0	3,4	0
16.7	3,2	3,8	3,5	3,8	5,1
17.7	0	0,2	0	0	0
18.7	0	0	0	0	0
19.7	12,7	13,4	13,5	14,4	10,7
20.7	1,4	1,4	1,3	1,2	0,9
21.7	0	0	0	0	0
22.7	8,2	7,6	8	8,2	9,6

<b>23.7</b>	8,5	6,4	5,2	3,2	2,7
<b>24.7</b>	7,5	6,6	8,8	5,2	15,1
<b>25.7</b>	28	23,6	26,6	23,8	38,4
<b>26.7</b>	18,9	15,6	14,1	18,2	1,6
<b>27.7</b>	2,4	0	0	0	0
<b>28.7</b>	0	0	0	0	1,4
<b>29.7</b>	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
<b>30.7</b>	0,4	0,6	0,4	0,4	0
<b>31.7</b>	0	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>139,7</b>	<b>128,2</b>	<b>124,1</b>	<b>118</b>	<b>127,7</b>

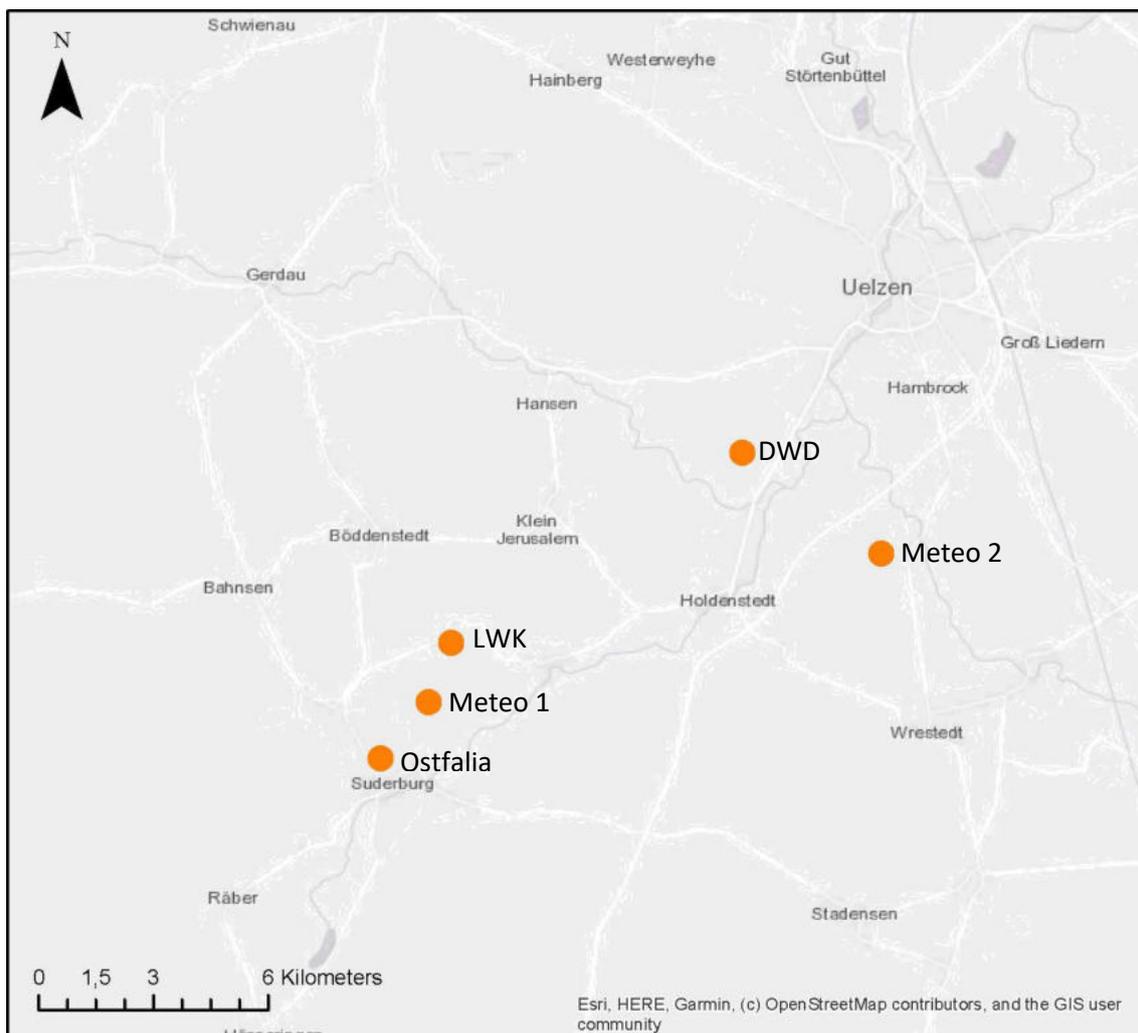


Abbildung 5: Übersichtskarte über Standorte der meteorologischen Messstationen

#### *Entwicklung des Crop Water Stress Index*

Im zweiten Quartal 2017 wurde begonnen, die Messdaten zur CWSI- Berechnung aus den Testmessungen 2016 in Niendorf II auszuwerten. Dabei wurden erste noch nicht belastbare Beobachtungen gemacht, die zu folgenden Ableitungen führen:

- Mit den im Thünen-Institut entwickelten Parametern für Weizen lassen sich keine richtigen CWSI-Werte für Kartoffeln berechnen.

- Es müssen Parameter wie z.B. die aerodynamischen Widerstände und Bedeckungswiderstände für Kartoffeln neu gemessen und berechnet werden. Hier liegt keine Literatur vor.
- Nachmittags scheinen bessere Ergebnisse generiert werden zu können.
- Ungleichmäßige Wetterverhältnisse, insbesondere der Globalstrahlung, am Tag führen zu einer hohen Varianz der CWSI-Werte.

Der zentrale Parameter für die Berechnung des Crop Water Stress Index ist die Bestandstemperatur (T). Auf den Versuchsflächen beim Landwirt Becker wurde dieser Parameter im Messkreis in 2 m Höhe von vier Himmelsrichtungen (Nord, Ost, Süd und West) und mit einer Ausrichtung von 60° zum Bestand und zusätzlich einmal senkrecht zum Bestand gemessen. Da Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Sensoren den CWSI maßgeblich beeinflussen könnten, wurden die Temperaturverläufe der Sensoren analysiert. In der Analyse konnten Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Sensoren festgestellt werden. Der Senkrecht zum Bestand ausgerichtete Sensor hat im Tagesdurchschnitt die höchste Temperatur gehabt. Die im Messkreis angeordneten Sensoren zu den vier Himmelsrichtungen (Nord, Ost, Süd und West) spiegelten den Tagesverlauf der Sonne wider. So wiesen die Sensoren die höchste Temperatur auf, die in Richtung der Sonneneinstrahlung gemessen haben. Von Sonnenaufgang bis zur Mittagszeit maß der nach Westen gerichtete Sensor (EAST\_OBJTEMP) die höchsten Temperaturen (Abbildung 6). Von mittags bis nachmittags maß der nach Norden gerichtete Sensor (SOUTH\_OBJTEMP) die höchsten Temperaturen und in den Abendstunden wies der nach Osten gerichtete Sensor (WEST\_OBJTEMP) die höchsten Temperaturen auf. In der Nacht bis zum Sonnenaufgang maß der Sensor in Richtung Süden (NORTH\_OBJTEMP) die höchsten Temperaturen. Die Höhe der Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Sensoren schwankte je nach den Wetterverhältnissen und konnte bis zu über 2 °C betragen.

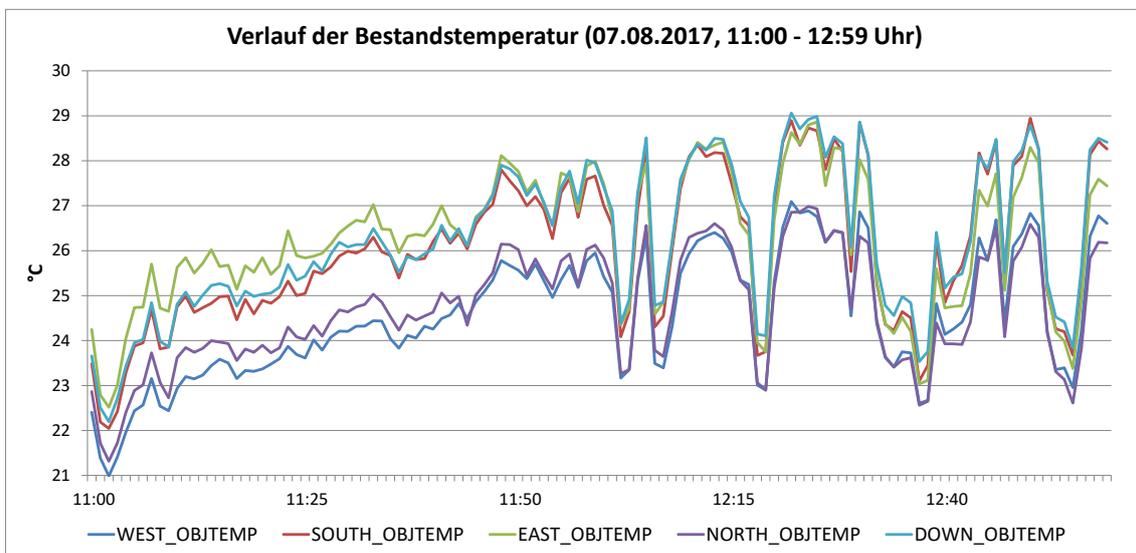


Abbildung 6: Verlauf der Bestandstemperatur (07.08.2017, 11:00 - 12:59 Uhr). Im Zeitraum vor 12:00 Uhr maß der Südmast die höchsten Temperaturen. Im Zeitraum nach 12:00 Uhr maß der Südmast und der senkrecht nach unten gerichtete Mast die höchsten Temperaturen.

Ein wichtiger Bestandteil der erweiterten Messeinrichtung „Niendorf groß“ war die Eddy-Kovarianz Station. Mithilfe dieser Station und den eingebauten Bodenwärmestromplatten war es möglich, die Strahlungs- und Wärmebilanz zu erstellen und weitere Erkenntnisse bezüglich der Verdunstung des Bestandes zu gewinnen. In der folgenden Abbildung sind die turbulente fühlbare Wärmeflussdichte (rot) und die turbulente latente Wärmeflussdichte (blau) in der Messzeit vom 21.07. – 18.08.2017 dargestellt. Die turbulente latente Wärmeflussdichte zeigt die Evapotranspiration im Bestand an und

schwankt je nach den Wetterverhältnissen am Tag. An sonnigen Tagen wie am 21.07.2017 und am 30.07.2017 kann die latente Wärmeflussdichte über  $300 \text{ W/m}^2$  betragen und an bewölkten Tagen mit Starkniederschlägen wie z.B. am 25.07.2017 (23,8 mm) oder am 11.08.2017 (12 mm) sinkt die latente Wärmeflussdichte unter  $50 \text{ W/m}^2$ . In der Nacht fiel die latente Wärmeflussdichte auf nahezu  $0 \text{ W/m}^2$ . Der Verlauf der fühlbaren Wärmeflussdichte schwankte zwischen  $179 \text{ W/m}^2$  in den Mittagsstunden am 06.08.2017 und bis  $-67 \text{ W/m}^2$  in der Nacht vom 04.08.2017. In Folge dieses Verlaufs nimmt der Bestand am Tag Wärme auf und gibt in der Nacht Wärme ab.

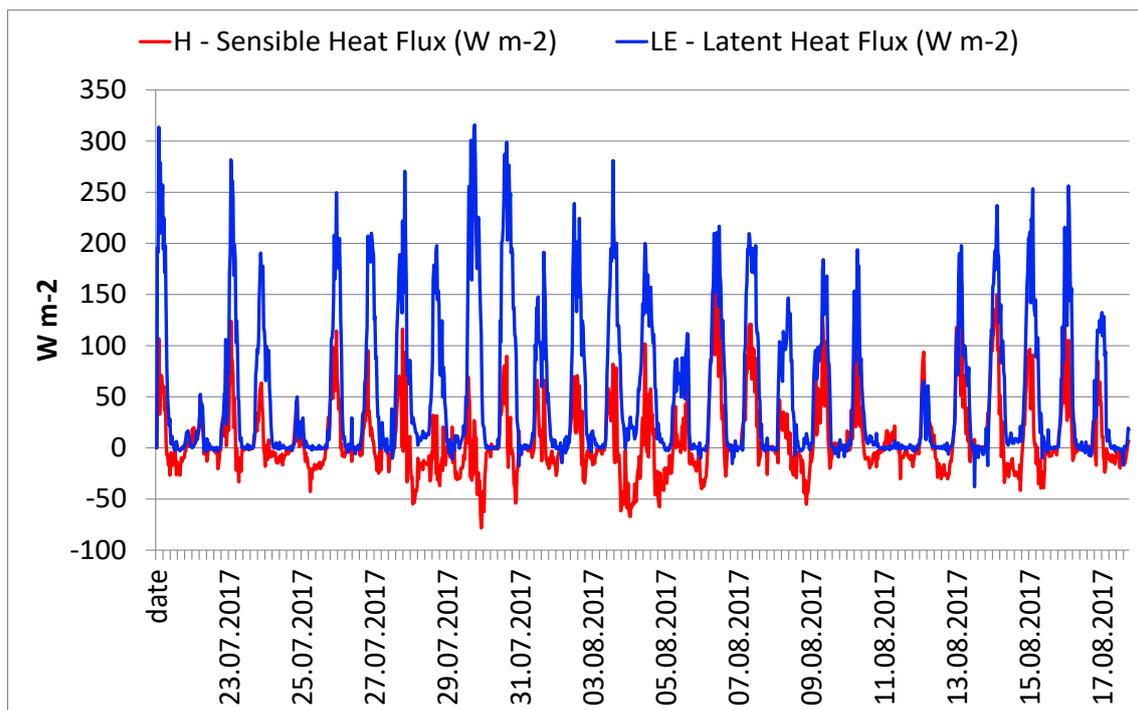


Abbildung 7: Verlauf der latenten und sensiblen Wärmeflussdichte

Im Versuchsjahr 2018 konnte der CWSI aufgrund der trockenen Witterungsverhältnisse kalkuliert werden. Die Messergebnisse zeigen plausible Werte, diese sind in Abbildung 8 für den Standort Hamerstorf dargestellt.

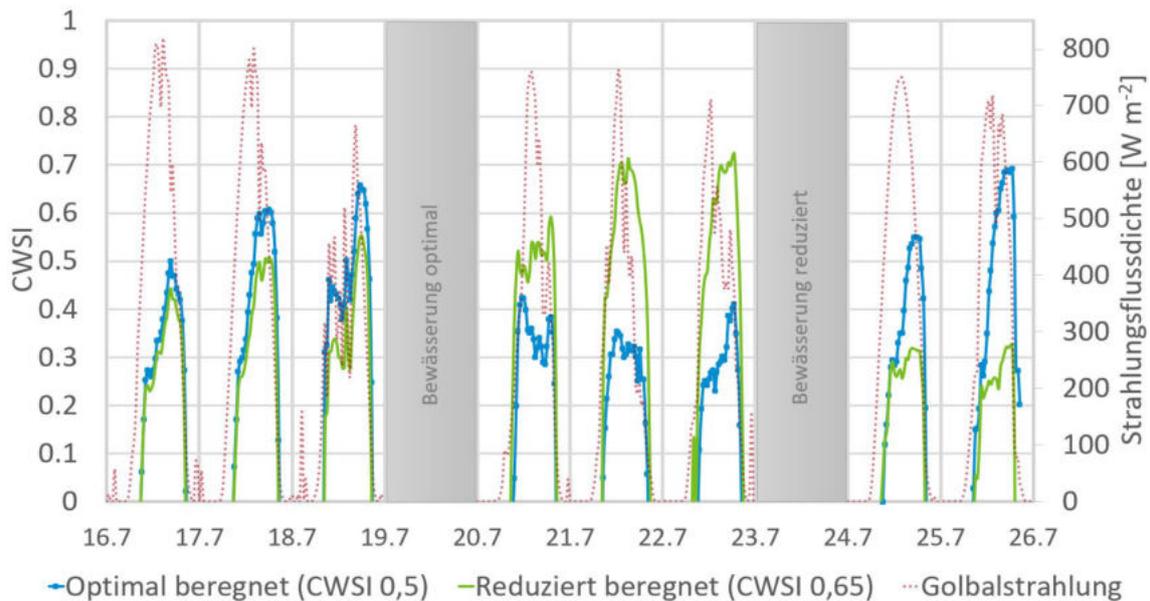


Abbildung 8: Berechneter CWSI für die unterschiedlichen Beregnungsversuche am Standort Hammers-torf. Bewässerungstage sind mit einem grauen Balken gekennzeichnet und mit der jeweiligen Bewässerungsstrategie beschriftet (optimal oder reduziert). Ein CWSI von eins zeigt hohen Trockenstress bei Pflanzen an, ein Wert von null zeigt, dass eine optimale Wasserversorgung vorliegt.

Aus der Grafik wird deutlich, dass der CWSI mit fortschreitender Zeit und dadurch geringerer Wasserverfügbarkeit ansteigt. Nach der Bewässerung fällt der CWSI ab und steigt nach einigen Tagen wieder an. Es zeigt sich deutlich, dass die Bewässerung des Bestandes einen Einfluss auf den berechneten CWSI hat. Auch für die beiden weiteren Versuchsflächen zeigen die Berechnungen ähnliche Ergebnisse. Jedoch zeigt sich auch für dieses Versuchsjahr, dass die Berechnung des CWSI unter wechselhaften Wetterbedingungen, vor allem der Bewölkungsverhältnisse eine Herausforderung darstellt. Im weiteren Verlauf des Projektes sollen mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen sensible Parameter ausfindig gemacht und überprüft werden.

Die Eddy-Kovarianz Station wurde im Versuchsjahr 2018 erneut neben der Messstation „Niendorf groß“ aufgebaut. Mit Hilfe der gemessenen turbulenten Wärmeströme, dem Bodenwärmestrom und der gemessenen Strahlungsbilanz konnte die Wärmebilanz für den gemessenen Zeitraum aufgestellt werden (Abbildung 9).

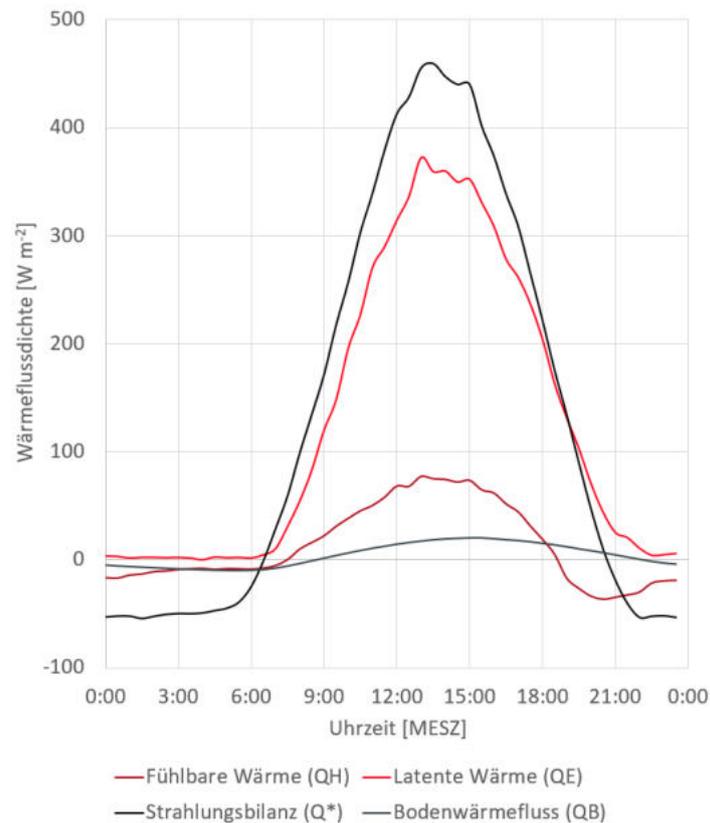


Abbildung 9: Durchschnittlicher Tagesverlauf der Wärmebilanzglieder am Standort „Niendorf groß“ berechnet für den Zeitraum 15.06 bis 20.08.2018.

Es wird ersichtlich, dass der Anteil an Verdunstungswärme (latenter Wärme) über den gesamten Zeitraum sehr hoch war. Dies wurde durch die langanhaltende Trockenheit und Hitze bei gleichzeitig guter Wasserverfügbarkeit, durch sieben Bewässerungen während des dargestellten Zeitraumes, verursacht. Weiterhin konnte für den Standort „Niendorf groß“ anhand der gemessenen Evapotranspiration (Eddy-Kovarianz Station) und dem gemessenen Niederschlag die Klimatische Wasserbilanz erstellt werden (Abbildung 10).

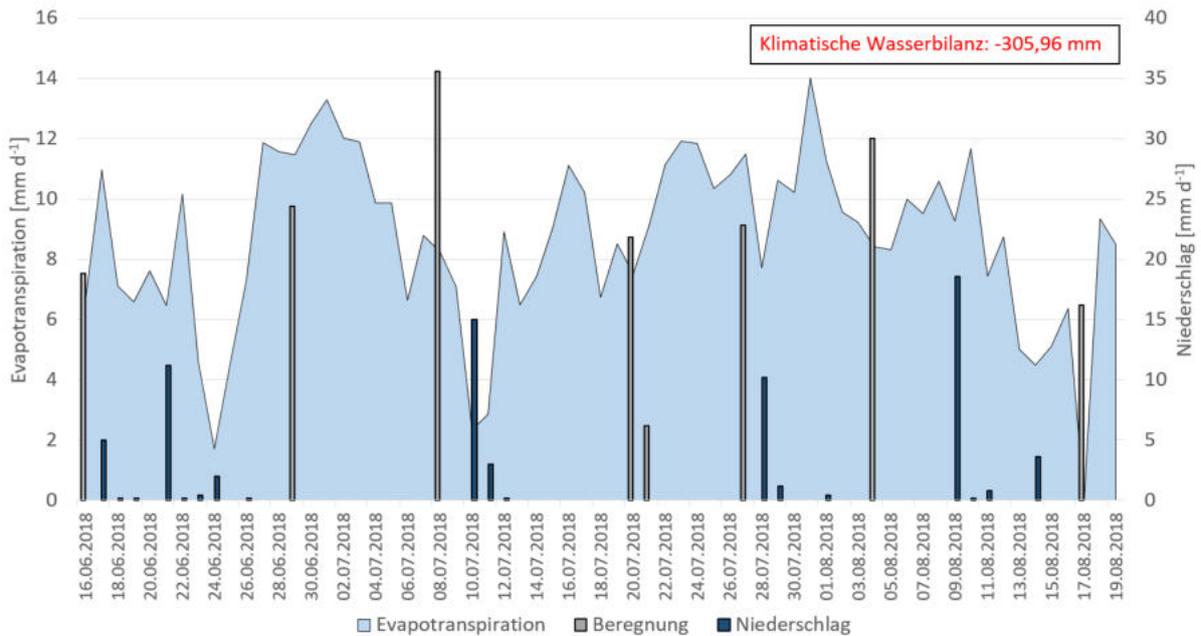


Abbildung 10: Klimatische Wasserbilanz am Standort „Niendorf groß“ für den Zeitraum 16.6. bis 19.8.2018. Für die Berechnung wurde die Niederschlagsmenge miteinbezogen.

Die Klimatische Wasserbilanz über den o.g. Zeitraum ergibt einen Wert von -305,96 mm, dies zeigt, dass deutlich mehr Wasser verdunstete, als durch Niederschlag und Beregnung nachgeliefert wurde.

Da im Messjahr 2019 keine Eddy-Kovarianz Station aufgebaut werden konnte, sind keine Daten zur Erstellung der Wärmebilanz und Darstellung der Verdunstung vorhanden.

Der CWSI konnte im Versuchsjahr 2019 erfolgreich berechnet werden. Der berechnete CWSI für den Standort Hamerstorf ist in Abbildung 11 im zeitlichen Verlauf für den Zeitraum mit geschlossener Vegetationsdecke dargestellt.

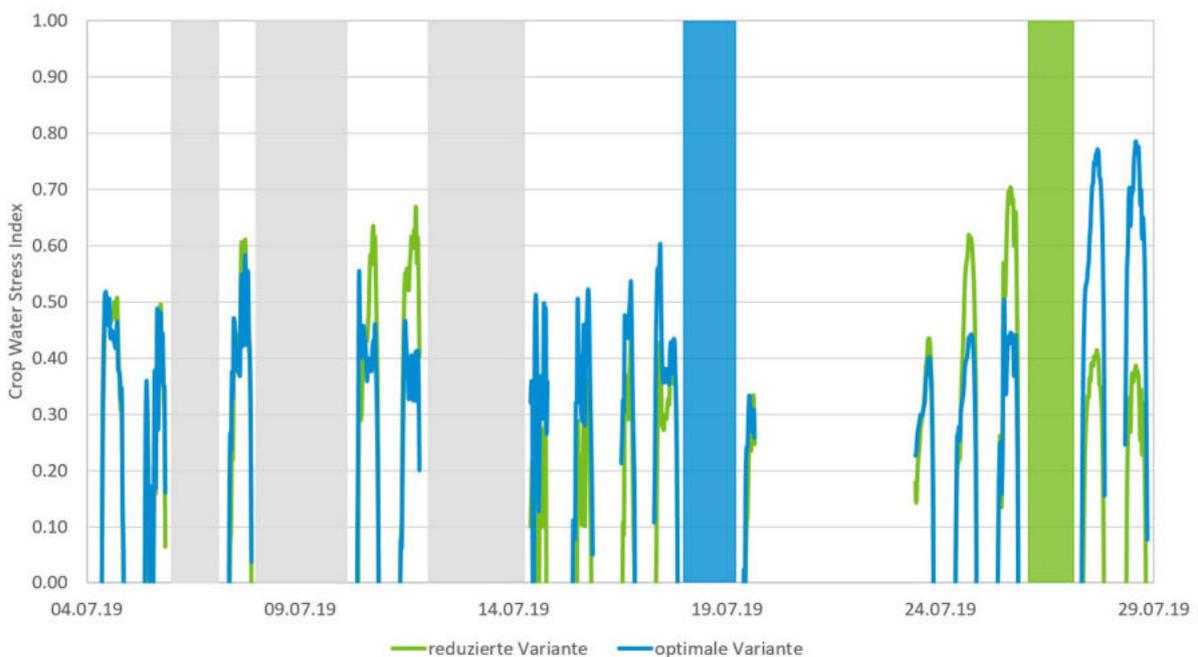


Abbildung 11: Berechneter CWSI im zeitlichen Verlauf vom 04. bis 28.07.2019 (Zeitraum mit geschlossener Vegetationsdecke) am Standort Hamerstorf. Die grauen Balken stellen

Tage mit Niederschlagsereignissen ( $\geq 1$  mm) dar, der blaue (optimal) und grüne (reduziert) Balken ein Beregnungsereignis. Im Zeitraum vom 19. bis 23.07.2019 kam es zu einem Ausfall der Station, weshalb hier keine Daten verfügbar sind. Weitere Beregnungen der optimalen Variante fanden am 03.07 und 29.07.2019 statt, weshalb diese nicht in der Darstellung eingezeichnet sind.

Wie bereits im Vorjahr (vgl. Abbildung 8), zeigen auch die Messdaten des Versuchsjahres 2019, dass der CWSI mit abnehmender Wasserverfügbarkeit und zunehmendem Trockenstress ansteigt und nach einem Beregnungs- oder Niederschlagsereignis absinkt. Deutlich zu erkennen sind ebenfalls die unterschiedlichen Wasserversorgungszustände der Pflanzen, die durch die unterschiedlichen Beregnungsvarianten verursacht werden.

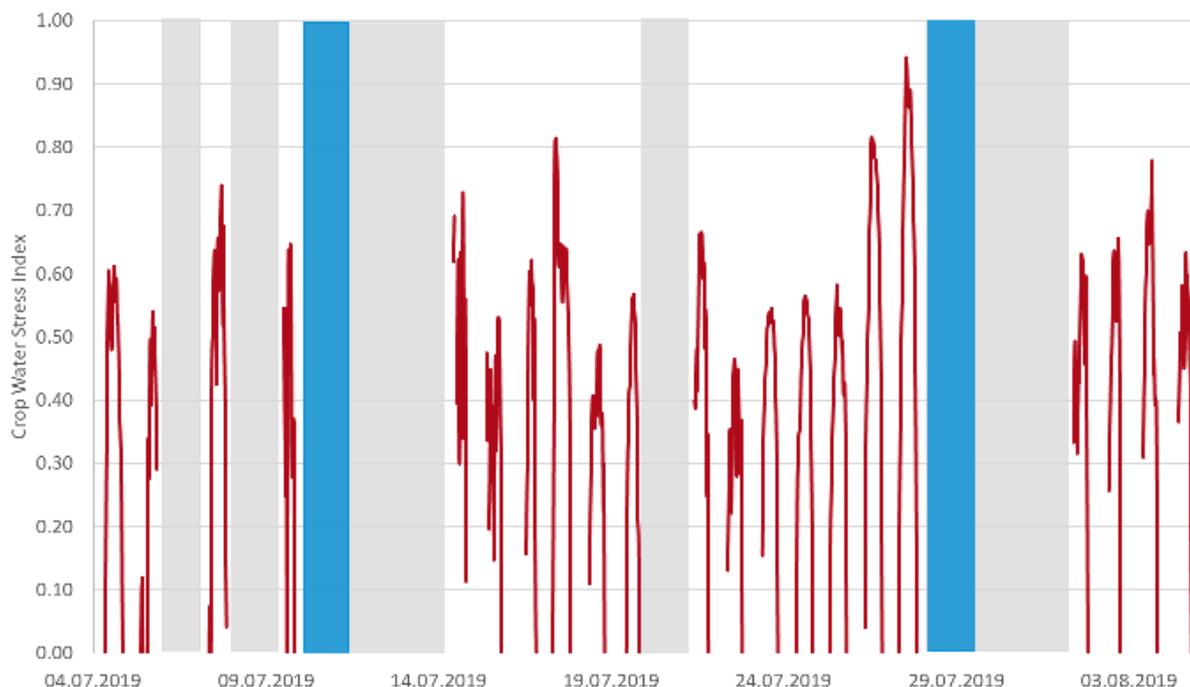


Abbildung 12: Berechneter CWSI im zeitlichen Verlauf vom 04.07. bis 03.08.2019 (Zeitraum mit geschlossener Vegetationsdecke) am Standort Niendorf II („Niendorf groß“). Die grauen Balken kennzeichnen Tage mit Niederschlagsereignissen ( $\geq 1$  mm), die blauen Balken kennzeichnen ein Beregnungsereignis.

Auch die CWSI-Werte für den Standort „Niendorf groß“ zeigen plausible Ergebnisse (vgl. Abbildung 12). Die Werte sinken nach einem Beregnungs- oder Niederschlagsereignis ab und steigen mit abnehmender Wasserverfügbarkeit und zunehmendem Trockenstress wieder an. Im Zeitraum vom 23. bis 28.07.2019 ist ein sprunghafter Anstieg zu beobachten. Grund dafür waren besonders heiße und trockene Wetterbedingungen in diesem Zeitraum (vgl. Abbildung 19), die zu einer hohen Verdunstungsrate führten. Dieser Zusammenhang lässt sich auch für den Standort Hamerstorf erkennen. Da der Bestand im Messkreis an der Station „Niendorf klein“ zu keinem Zeitpunkt voll geschlossen war, ist die Belastbarkeit der Ergebnisse unsicher. Hier müssen mit Hilfe der Bestandsfotos und der Messdaten weitere Überprüfungen durchgeführt werden um die Belastbarkeit der Daten zu validieren.

Weiterhin wurden die gemessenen Bodenfeuchtwerte mit den kalkulierten CWSI-Werten korreliert, dies ist in Abbildung 13 dargestellt.

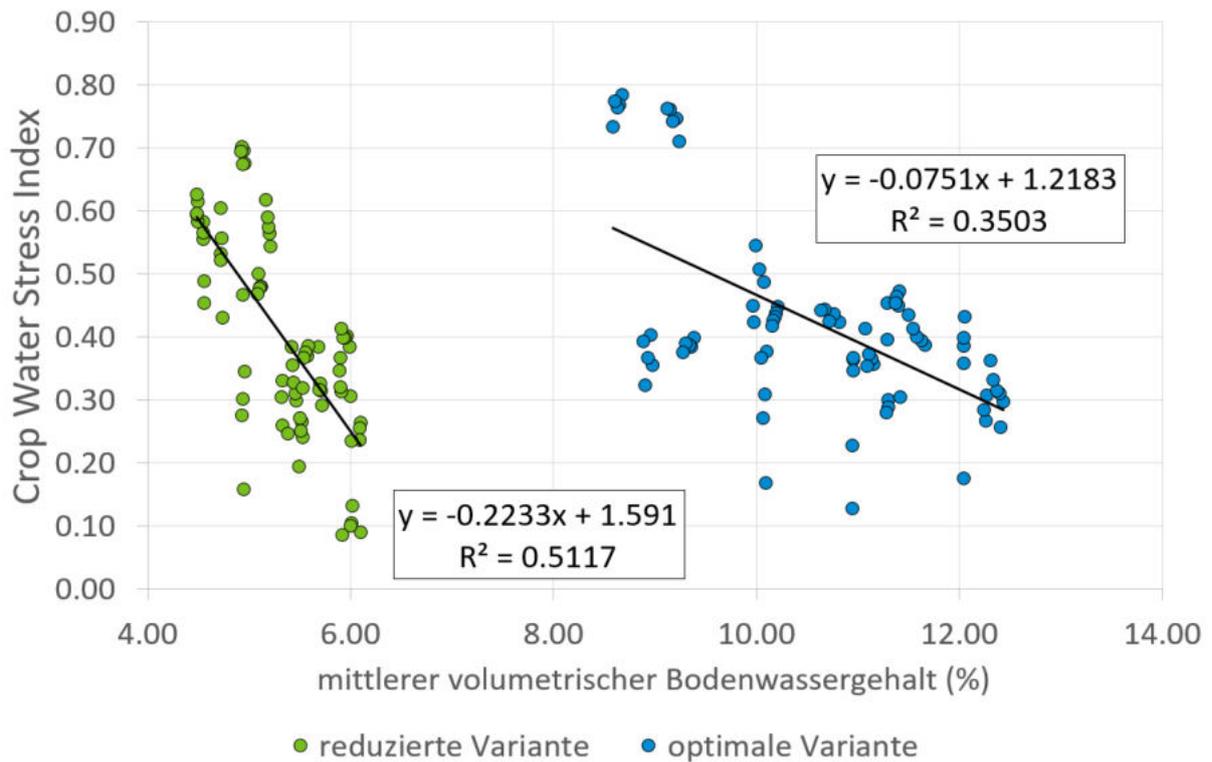


Abbildung 13: Korrelation des berechneten CWSI mit der gemessenen mittleren Bodenfeuchte (Mittelwert aus sechs Tiefen (10 bis 60 cm)) für die reduzierte (grün) und optimale (blau) Beregnungsvariante am Standort Hamerstorf. Dargestellt sind die Werte zwischen 14 und 16 Uhr für den Zeitraum mit geschlossener Vegetationsdecke (04. bis 28.07.2019), ausgeschlossen Werte an Tagen an denen geregnet wurde oder ein Niederschlagsereignis ( $\geq 1$  mm) auftrat.

Die Graphik zeigt deutliche Unterschiede zwischen den beiden Beregnungsvarianten. Diese Unterschiede wurden bereits in Nielsen (1990) beobachtet und sind auf die Anpassung der Pflanze an das unterschiedliche Beregnungsmanagement und die damit zusammenhängende Wasserverfügbarkeit zurückzuführen.

#### *Nachhaltigkeit der Produktion*

Deutschlands Hauptanbauregion für Kartoffeln liegt in Niedersachsen, wo 48 % der in Deutschland produzierte Kartoffeln erzeugt werden. Die vorhandene Beregnungsinfrastruktur und die eher leichten Böden der niedersächsischen Anbauflächen sorgen für eine stabile Ertragslage (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2018). Die Beregnungssteuerung hat einen großen Einfluss auf eine ressourcenschonende Verwendung des Bewässerungswassers, sie dient der Bestimmung des Bewässerungszeitpunktes und der Höhe der Bewässerungsgabe. Die Genauigkeit der Beregnungssteuerung ist abhängig von ihrem Ermittlungsansatz und den für die Steuerung verwendeten Daten. Die Bestimmung der Bewässerungswassermengen und der Beregnungszeitpunkte kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Michel und Günther (2014) führen auf, dass die Einschätzung ob eine Beregnung erforderlich ist, sowie die Höhe der Beregnungswassermenge, in den meisten Fällen auf den Erfahrungen des Landwirtes basiert. Auch Riedel (2014) beschreibt, dass die Beregnung oftmals auf Basis von Erfahrungen, unter Einbeziehung von Informationen wie der Wettervorhersage und dem Wissens- und Erfahrungsstand über den bewirtschafteten Boden und die angebauten Kulturen, gesteuert wird. Informationen von Beratungsinstitutionen und eigene Messungen meteorologischer Einzelparameter wie Niederschlag oder Temperatur werden ebenfalls häufig in die Planung der Beregnung einbezogen. Die

im Rahmen des SeBeK Projektes erstellte Umfrage 2018 ergab, dass sieben von sieben Landwirten die Beregnungsempfehlung des Fachverband Feldberegnung zur Bestimmung des Beregnungszeitpunktes nutzen und auch die Messung der Niederschläge, sowie die Inaugenscheinnahme der Flächen wird von mehr als 50 % der Landwirte genutzt. Jedoch ist der Beregnungszeitpunkt in den meisten Fällen von der Betriebslogistik (Einsatz der Beregnungstechnik) abhängig (siehe Abbildung 15).

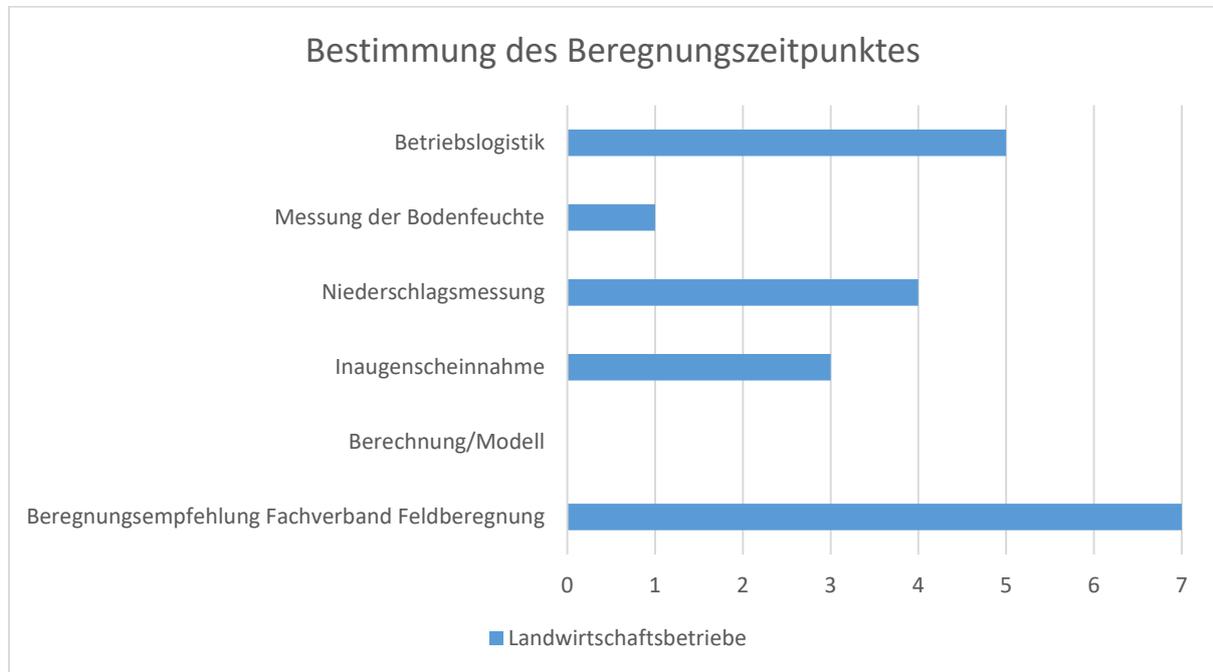


Abbildung 14: Genutzte Möglichkeiten zur Bestimmung des Beregnungszeitpunktes

Auf über 99 % der berechneten landwirtschaftlichen Flächen werden mobile Beregnungsmaschinen mit Regnereinzug (Bewässerungskanonen) eingesetzt (siehe Abbildung 15). Dies bestätigt, dass auch im Falle einer exakten Bestimmung des Bewässerungszeitpunktes, die Durchführung der Beregnung durch die logistische Leistungsfähigkeit der Bewässerungsbetriebe eingeschränkt ist. Dies wurde ebenfalls im Rahmen der Umfrage bestätigt, bei der fünf von sieben Landwirten angaben, dass die Betriebslogistik einen Einfluss auf den Beregnungszeitpunkt hat.

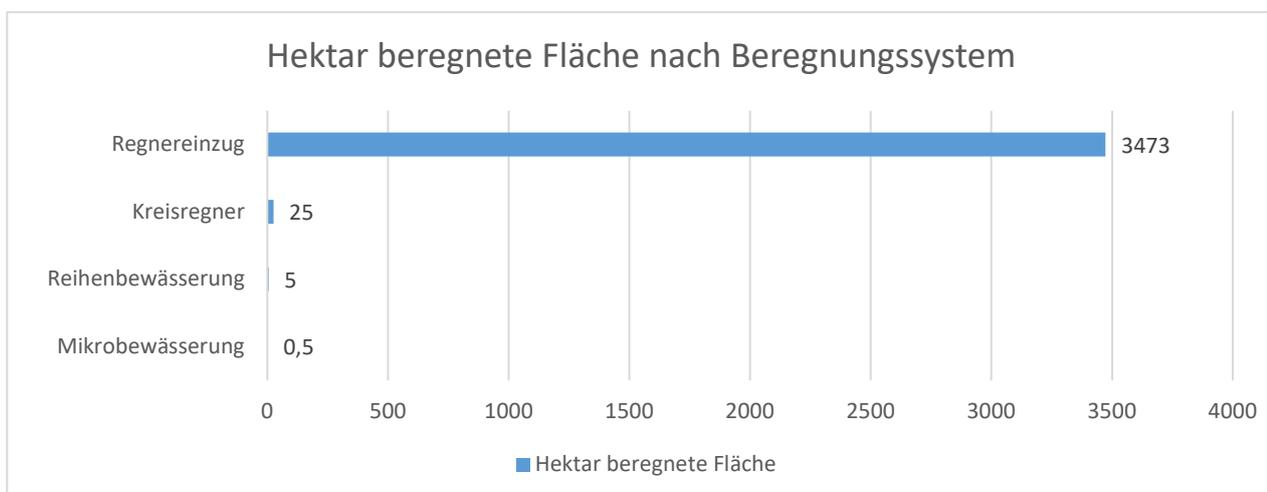


Abbildung 15: Anteil der verschiedenen Bewässerungssysteme in der Projektregion auf Basis der Umfrage im Rahmen des SeBeK-Projektes.

Ogleich die Beregnungssteuerung zu einem großen Anteil durch die Betriebslogistik beeinflusst wird, sind die Erträge in der Kartoffelproduktion, auch im internationalen Vergleich, auf einem hohen Niveau. Dennoch dient eine verbesserte Bewässerungslogistik der Effizienzsteigerung und kann zwei Effekte hervorrufen. Zum einen kann die Ertragsmenge gesteigert werden, sodass mit dem gleichen Wassereinsatz ein höherer Ertrag erzielt werden kann, zum anderen kann der Ertrag, bei der Reduzierung des Wassereinsatzes, ohne Qualitätseinbußen, auf dem bisherigen Niveau verbleiben. Insbesondere im Rahmen der aktuellen Diskussionen um die Bewässerung und der überdurchschnittlichen Trockenperioden 2018 und 2019, ist die Gewährleistung der Erträge, selbst bei einem reduzierten Wasserangebot für die Bewässerung, für die Landwirte erforderlich.

Ein Standort benötigt immer dann Zusatzwasser, wenn seine klimatischen Bedingungen in Verbindung mit dem Wasserspeichervermögen des Bodens nicht ausreichen, den Qualitäts- und Verlustfreien Anbau von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu ermöglichen. Günther (2014) beschreibt weiterhin, dass der Wasserbedarf ebenfalls von dem unterschiedlichen Wasserbedarf der angebauten Kulturen abhängig ist. Beide Aspekte müssen bei der Bestimmung des Wasserbedarfs berücksichtigt werden, da bei der Betrachtung der Klima- und Bodendaten auch pflanzenspezifische Aspekte wie die Vegetationsperiode und die Durchwurzelungstiefe mit einfließen. Der Zusatzwasserbedarf kann über Messungen bestimmter Parameter ermittelt werden, die Aufschluss über z.B. die Bodenfeuchte oder den Wasserversorgungsstatus der Pflanzen geben. Weiterhin stehen verschiedene Modelle zur Ermittlung des Wasserbedarfs der Pflanzen zur Auswahl, die auf Berechnungsmodellen und der Erhebung von bestimmten Messwerten basieren. Die Umfrage zeigt, dass Monitoringsysteme z.B. zum Erfassen der Bodenfeuchte und Berechnungsmodelle (z.B. Geisenheimer Modell, Irrigama, etc.) gar nicht, oder nur kaum zur Bestimmung des Bewässerungszeitpunktes zum Einsatz kommen. In erster Linie werden die Empfehlungen des Fachverbandes Feldbewässerung genutzt, teilweise in Kombination mit eigenen Niederschlagsmessungen und der Inaugenscheinnahme der Fläche.

#### *Beurteilung des CWSI als Instrument zur Bewässerungssteuerung*

Für einen optimierten Einsatz der Bewässerung ist es notwendig, den Status der Wasserversorgung und damit das Risiko für einen ertrags- bzw. qualitätswirksamen Trockenstress eines Pflanzenbestandes zu kennen bzw. richtig einzuschätzen. Wenn bestimmte Grenzwerte erreicht werden, muss bei einem System zur Unterstützung von Bewässerungsentscheidungen rechtzeitig eine entsprechende Empfehlung ausgegeben werden.

Die Einschätzung des Zustandes der Wasserversorgung der Kartoffelpflanzen mit den CWSI-Werten war in den beiden Trockenjahren 2018 und 2019 häufig gut möglich. Sie entsprach in etwa der Schätzung, die mit Hilfe des bewährten Vergleichsparameters der Bodenfeuchte über den %-Anteil an pflanzenverfügbarem Bodenwasser (% nFK) erfolgt war. Dementsprechend wäre eine Steuerung des Beregnungseinsatzes über die Bestimmung des CWSI prinzipiell möglich.

Probleme ergaben sich immer dann, wenn die aktuelle Verdunstung durch die Witterung eingeschränkt war (bedeckter Himmel, niedrige Temperaturen, hohe Luftfeuchtigkeit). Selbst bei niedriger Bodenfeuchte reicht das Bodenwasser unter diesen Umständen häufig aus, den geringen Verdunstungsanspruch zu erfüllen und die Blattemperatur relativ niedrig zu halten. Bei einer plötzlichen Wetteränderung hin zu verdunstungsfördernden Bedingungen käme eine Beregnungsempfehlung dann zu spät. Daher müssen immer der zeitliche Verlauf der CWSI-Werte und die korrespondierende Witterung sowie die Wettervorhersage mit einbezogen werden, um den Beregnungseinsatz rechtzeitig empfehlen bzw. steuern zu können.

Weiterhin fiel eine Fehlinterpretation der Wasserversorgung immer dann auf, wenn unbedeckter Boden die gemessenen Temperaturen des Bestandes beeinflusste. Das war der Fall, solange sich der Bestand in einem frühen Entwicklungsstadium vor dem Reihenschluss befand oder die Blattfläche und damit die Bodenbedeckung durch äußere Einflüsse im Vegetationsverlauf verringert wurde. Das kann z.B. der Fall sein durch Blattkrankheiten, Blattfraß, negative Reaktionen auf Pflanzenschutzmittel, Hagel, Sturm und während der Abreife. Diese Faktoren sollten zukünftig durch zusätzliche Messungen, eine andere Messtechnik und entsprechende Korrekturfaktoren berücksichtigt werden.

#### 2.4.1 Zielerreichung

Nachdem es anhand der Versuchsdaten von 2017 nicht möglich war den CWSI zu berechnen, da aufgrund der sehr feuchten und niederschlagsreichen Bedingungen kein Trockenstress auftrat, konnte der CWSI für die Versuchsjahre 2018 und 2019 erfolgreich berechnet werden. Die Ergebnisse zeigen, dass anhand des Anstieges des CWSI im zeitlichen Verlauf zu erkennen ist, wenn die Wasserverfügbarkeit abnimmt und die Pflanze zunehmend einem Trockenstress ausgesetzt ist. In Anlehnung an die in Erdem et al. (2005) ermittelten Schwellwerte wurden vor Versuchsbeginn zwei Schwellwerte von 0,65 (reduzierte Variante) und 0,5 (optimale Variante) für den Versuchsstandort Hamerstorf festgelegt. Diese sollen den Zeitpunkt aufzeigen, an dem eine Beregnung der Pflanze notwendig ist. In einem Vergleich mit den nach nFK berechneten Versuchen der LWK am Versuchsstandort Hamerstorf konnte festgestellt werden, dass die berechneten CWSI-Werte zwei Tage vor der Beregnung in etwa den zuvor festgelegten Schwellwerten (0,65 und 0,5) entsprechen. Für die Standorte in Niendorf II konnte festgestellt werden, dass der berechnete CWSI zwei Tage vor dem Beregnungsereignis in etwa einem CWSI von 0,7 entspricht.

Die in vorangegangenen Studien aufgezeigten Probleme konnten durch die eigenen Messungen bestätigt werden. Die CWSI-Werte sind nur unter bestimmten Voraussetzungen belastbar: Wie bereits in anderen Studien aufgezeigt, sind die CWSI-Ergebnisse nur unter wolkenlosen, klaren Strahlungsbedingungen belastbar (vgl. Idso et al. (1981); Jackson et al. (1988)). Auch in diesem Versuch zeigte sich, dass unter wechselhaften und bewölkten Bedingungen die Belastbarkeit der Ergebnisse fraglich ist, da die einfallende Globalstrahlung einen starken Effekt auf die CWSI-Berechnung hat und starke Schwankungen in den Werten hervorruft. Weiterhin zeigte sich, dass die Sichtbarkeit von Boden die Ergebnisse abfälschen kann, da sich dieser aufgrund seiner dunklen Farbe stärker erhitzt als das Blatt der Pflanze. Die Auswertung der Messdaten und erhobener Thermografieaufnahmen zeigte, dass bereits eine geringe Sichtbarkeit von sehr warmen Bodenausschnitten den CWSI-Wert deutlich erhöhen kann.

Das Ziel des Projektes, aufkommenden Trockenstress bei Kartoffeln anhand des Crop Water Stress Index zu erkennen, konnte erreicht werden. Weiterhin konnten anhand der erhobenen Daten aufgezeigte Problematiken vorangegangener Studien bestätigt werden. Durch die Auswertung der Messdaten konnten neue Erkenntnisse gewonnen werden, u.a. hinsichtlich der Abhängigkeit der Bestands-temperatur zum Sonnenstand und der Abhängigkeit der CWSI von der einfallenden Globalstrahlung. Weiterhin wurden die online zur Verfügung gestellten CWSI-Messungen im Versuchsjahr 2019 sowohl von der Landwirtschaftskammer als auch von Landwirt Becker für das Treffen von Beregnungsentscheidungen miteinbezogen. Der Zeitpunkt der letzten Beregnungsgabe der LWK wurde anhand des gemessenen CWSI entschieden. Für die Implementierung in die praktische Anwendung konnten Erkenntnisse über Verbesserungsmöglichkeiten und Änderungen gewonnen werden.

#### 2.4.2 Abweichungen zwischen Planung und Ergebnis

Im Projektverlauf kam es zu keinen bemerkenswerten Abweichungen zwischen Planung und Ergebnis. Obgleich aufgrund der Personalsituation in der Anfangsphase des Projektes und durch den Weggang von Projektrelevanten Mitarbeitern bei der Landwirtschaftskammer und beim Thünen Institut Engpässe bei der Bearbeitung entstanden, konnten diese im Verlaufe des Projektes kompensiert werden.

Auch führte das überdurchschnittlich feuchte Wetter in der ersten Anbausaison 2017 dazu, dass nur wenige Daten für die Bestimmung des CWSI gesammelt werden konnten, dennoch konnte die Berechnung des CWSI durch das Thünen Institut erstellt werden. Die Bewässerung nach dem CWSI konnte jedoch erst in der Anbausaison 2019 erfolgen, was durch die kostenneutrale Verlängerung des Projektes zum 15.02.2020 ermöglicht wurde.

### 2.4.3 Projektverlauf

#### **Thünen-Institut, Braunschweig**

Im Jahr 2016 konnten Testmessungen auf einem Kartoffelacker bei Herrn Hartmut Becker durchgeführt werden. Die Messungen fanden vom 30.06. bis zum 30.08.2016 statt. Insgesamt betrug die Messzeit 62 Tage. In diesem Zeitraum sind insgesamt 92 mm Niederschlag gefallen. Es gab 29 Tage, in denen kein Niederschlag gefallen ist und somit zuverlässige Messungen am trockenen Bestand durchgeführt werden konnten.

Aus den Testmessungen 2016 und der vertieften Einarbeitung in die dem CWSI zugrundeliegenden Modelle wurde deutlich, dass sich der CWSI in Kartoffeln nicht mit den in der Literatur zu findenden Standardparametern für Weizen oder Wiese berechnen lässt. Das Thünen-Institut bereitete deshalb neben dem im Innovationprojekt vorgesehenen Messaufbau weitere Messungen vor, für die das Thünen-Institut 2017 weitere Messtechnik beschafft hat (teilweise außerhalb der Finanzierung des Innovationsprojekts).

Insgesamt sind die drei Messstationen wie folgt ausgestattet:

Die Messstation „Niendorf groß“ besteht aus insgesamt 6 Melexis Infrarotthermometern. Vier Sensoren, mit einem Öffnungswinkel von 35°, sind jeweils in 2 m Höhe an einem Mast zu den vier Himmelsrichtungen (Nord, Ost, Süd, West) und mit einer Neigung von 60° auf den Bestand ausgerichtet. Die zwei restlichen Sensoren haben einen Öffnungswinkel von 90° und sind in 2 m Höhe senkrecht zum Bestand und zum Himmel ausgerichtet. An den Nordmasten ist in 2 m Höhe jeweils ein Feuchte- und Temperaturfühler der Firma E+E Elektronik und ein Luftdruckmessgerät von der Firma Honeywell installiert. Die Globalstrahlung wird mit einem SN-500 Nettoradiometer von der Firma Apogee ebenfalls in einer Höhe von 2 m gemessen. Die Windstärke wird zum einen durch einen 10 m hohen Turm an den 3 Schalenanemometer der Firma PCE-Instruments in 10 m, 5 m und 2 m und durch einen 2 m Mast, an dem 2 Schalenanemometer der Firma PCE-Instruments in 2 m und 1 m Höhe installiert sind, gemessen.

Die Messstation „Niendorf klein“ hat die gleiche Anzahl und Anordnung der Infrarotsensoren wie die Messstation „Niendorf groß“. An den Nordmasten sind zudem die gleichen Feuchte- und Lufttemperaturfühler der Firma E+E Elektronik und das Luftdruckmessgerät der Firma Honeywell installiert. Die Globalstrahlung wird in 2 m Höhe mit dem SR05 Pyranometer der Firma Hukseflux gemessen. Die Windstärke und –richtung wird in 2 m Höhe durch den Ultra Sonic Wind Sensor der Firma GILL Instruments gemessen.

Die Messstation „Hamerstorf“ besteht aus insgesamt 8 Infrarotsensoren der Firma Melexis (Familie MLX90614). Sechs Sensoren, mit einem Öffnungswinkel von 35°, sind jeweils in 2 m Höhe an einem Mast in Richtung Süden mit einer Neigung von 60° auf sechs verschiedene Parzellen ausgerichtet. Die zwei restlichen Sensoren haben einen Öffnungswinkel von 90° und sind in 2 m Höhe senkrecht zum Bestand und zum Himmel ausgerichtet. An einem Hauptmast ist in 2 m Höhe jeweils ein Feuchte- und Temperaturfühler der Firma E+E Elektronik und ein Luftdruckmessgerät von der Firma Honeywell installiert. Die Globalstrahlung wird mit einem CMP3 Pyranometer von der Firma Kipp & Zonen ebenfalls in einer Höhe von 2 m am Hauptmast gemessen. Die Windstärke und –richtung wird in 2 m Höhe durch ein Schalenanemometer und einen Windrichtungsgeber der Firma PCE-Instruments gemessen.

Am 29.06.2017 wurde auf der Versuchsfläche der LWK in Hamerstorf die vorhandene Station mit der bestehenden Messtechnik aufgebaut. Der CWSI der Speisekartoffeln Amanda wurde bis zum 16.08.2017 gemessen. Insgesamt betrug die Messzeit 49 Tage. In diesem Zeitraum sind insgesamt 219,4 mm Niederschlag gefallen. Es gab nur 13 Tage, in denen kein Niederschlag gefallen ist und somit zuverlässige Messungen am trockenen Bestand durchgeführt werden konnten.

Am 28.07.2017 wurde die erweiterte Messstation „Niendorf groß“ auf einem ausgewählten Acker beim beteiligten Landwirt installiert. Mit der neu entwickelten Messstation wurde bis zum 18.08.2017 (22 Tage) der CWSI der Stärkekartoffeln Axion gemessen. In diesem Zeitraum sind insgesamt 48,2 mm Niederschlag gefallen (davon 9 Tage ohne Niederschlag). Zuvor wurden vom 21.07 bis zum 18.08.2017 eine Eddy-Kovarianz Station und 7 Bodenwärmestromplatten sowie 7 Bodentemperaturfühler zu der geplanten Messeinrichtung hinzugefügt.

Nach der Vegetationsphase der Kartoffel 2017 fand die Überprüfung der Messdaten statt. Des Weiteren wurden die gemessenen Bestandstemperaturen und deren Tagesverläufe durch die neuen Sensoren untersucht. Aus den erweiterten Windmessungen erfolgten Berechnungen am logarithmischen Windprofil, um die aerodynamischen Widerstände zu analysieren und genauer zu bestimmen. Zudem wurde der Bodenwärmestrom berechnet, um im nächsten Schritt die Wärmebilanz erstellen zu können.



Abbildung 16: Erweiterte Messstation in Niendorf II (Foto: Thünen-Institut)

Im Jahr 2018 wurden die Messstationen plangemäß nach dem Auflaufen der Kartoffeln aufgebaut und in Betrieb genommen: „Niendorf klein“ vom 14.5 bis 11.9.2018, „Niendorf groß“ vom 23.5 bis 18.9.2018 und Hamerstorf vom 29.5 bis 5.9.2018. Die mobile Messeinrichtung am Schlepper wurde für 9 Messfahrten im Zeitraum vom 29.6 bis 29.8.2018 eingesetzt. Erfreulicherweise konnte 2018 erneut eine Eddy-Kovarianz Messstation des Thünen-Instituts für Agrarklimaschutz ausgeliehen und neben der Messstation „Niendorf groß“ aufgebaut werden.

Während der Sommer 2017 im Untersuchungsgebiet ungewöhnlich nass und regenreich war, überraschte der Sommer 2018 mit einer ungewöhnlichen Trockenheit; Entsprechend war der Beregnungsbedarf 2018 weit überdurchschnittlich. Ab Mitte Juli stellte das Thünen-Institut den Projektpartnern provisorische aktuelle CWSI-Werte zur Verfügung.

Während der Messperiode auf dem Standort „Niendorf groß“ (118 Tage) fielen insgesamt 87,4 mm Niederschlag an 31 Tagen. Dabei lag dieser an 18 Tagen unter 1 mm. Am Standort Hamerstorf fielen während der Messperiode (100 Tage) 95,4 mm Niederschlag an insgesamt 24 Tagen; an 7 Tagen betrug die Niederschlagsmenge weniger als 1 mm. Ein Vergleich der Niederschlagssummen und Lufttemperaturen in den Messjahren 2017 und 2018 ist in Abbildung 17 dargestellt. Aufgrund der geringen Niederschlagsmengen und der hohen Temperaturen konnten an allen Versuchsstandorten zuverlässige CWSI-Messungen durchgeführt werden.

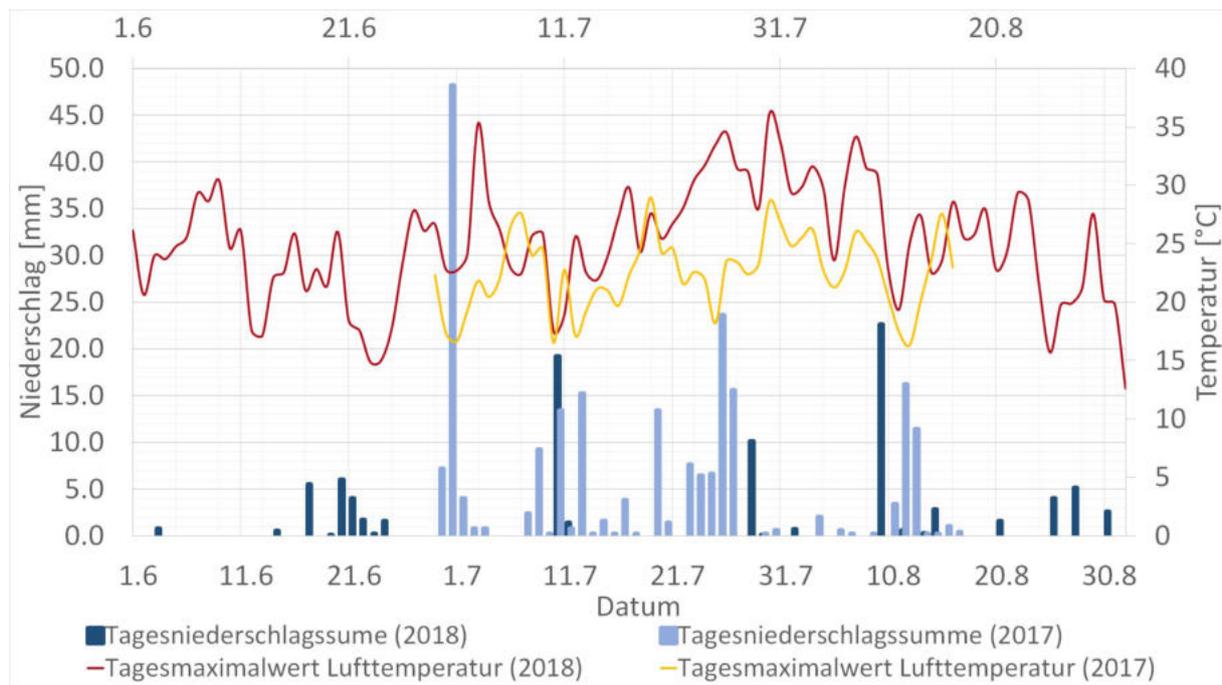


Abbildung 17: Tagesniederschlagsmenge und Tagesmaximum der Lufttemperatur dargestellt für die Messperioden 2017 (29.6 bis 16.8.2017) und 2018 (1.6 bis 31.8).

Nach Beendigung der Messungen, wurden die Daten auf ihre Richtigkeit überprüft. Anschließend begann die Datenauswertung. Die ermittelten CWSI-Werte für die Versuchsstandorte wurden auf Plausibilität überprüft und zeigen gute Ergebnisse. Die Wärme- und Strahlungsbilanz für den Standort „Niendorf groß“ wurde erstellt, um Rückschlüsse auf die Sensitivität der Strahlung und des Bodenwärmeflusses schließen zu können. Dazu wurden die eigens erhobenen Daten mit Literaturdaten verglichen. Aus den erweiterten Windmessungen sollen Berechnungen erfolgen, um das logarithmischen Windprofil und den aerodynamischen Widerstand zu analysieren und genauer zu bestimmen. Aus den erhobenen Daten sollen die für die CWSI-Berechnung benötigten Parameter berechnet und verglichen werden, um die Berechnung zu präzisieren.

Im Versuchsjahr 2019 wurden die Messstationen wie geplant aufgebaut und in Betrieb genommen. Die Messstationen in „Niendorf klein“ und in „Niendorf groß“ wurden am 07.05.2019 und am 15.05.2019 und die Versuchsstation „Hamerstorf“ am 27.05.2019 in Betrieb genommen. Der Messaufbau der Station „Niendorf klein“ war der gleiche wie im vergangenen Messjahr 2018. Auch der Messaufbau am Standort Hamerstorf blieb unverändert. Zusätzlich zur Ausrüstung des Thünen-Instituts bauten die Ostfalia und die LWK sechs weitere Bodenfeuchtesonden der Firma Sentek neben den

jeweiligen CWSI-Messparzellen ein. Insgesamt befanden sich acht Bodenfeuchtesonden im Messaufbau Hamerstorf. Anders als im vergangenen Jahr stand die Eddy-Kovarianz Station dieses Jahr nicht zur Verfügung. An der Messstation „Niendorf groß“ wurde weiterhin die Anzahl der Bodenwärmeflussplatten von sieben auf zwei reduziert. Der Messaufbau des Messkreises, der Wetterstation und des Windturms war der gleiche wie im Messjahr zuvor. Am 19.06.2019 wurde die mobile Messstation am Schlepper von Herrn Becker montiert, auch diese war dieselbe wie im Jahr zuvor. Die Stationen wurden am 21.08.2019 („Niendorf groß“), 05.09.2019 („Niendorf klein“ und „Schlepper“) und am 09.09.2019 abgebaut.



Abbildung 18: Messaufbau am Standort „Niendorf groß“ im Versuchsjahr 2018 mit der Stärkekartoffel Axion. Zu sehen sind die Wetterstation (rechts), die Eddy-Kovarianz Station (mittig) und ein Teil des Messkreises, welcher die Bestandstemperatur misst (mittig bis links), (Foto: Thünen-Institut)

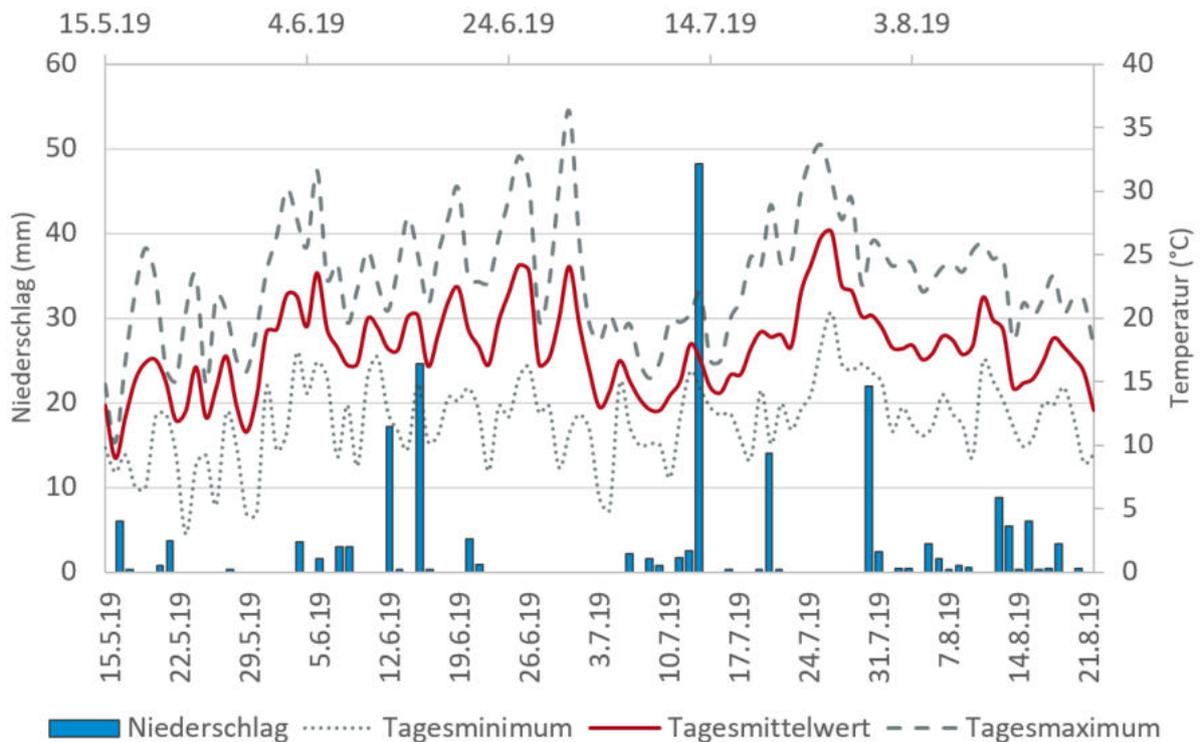


Abbildung 19: Klimadiagramm für das Versuchsjahr 2019 am Standort Niendorf II (Station "Niendorf groß").

Das Messjahr 2019 war durch variierende Witterungsbedingungen geprägt (vgl. Abbildung 19). So zeichnete es sich durch Tage mit sehr hohen Temperaturen (z.B. 36,5 °C am 30.06.2019 an der großen Station (Maximum)), Tage mit Starkregenereignissen (z.B. am 15.06.2019) sowie moderaten Temperaturen um die 20 °C aus. In Abbildung 19 sind die Tagesniederschlagssummen sowie das Tagesminimum-, maximum- und mittelwert der gemessenen Lufttemperatur für den gesamten Messzeitraum (Station „Niendorf groß“) dargestellt. Es ist zu erkennen, dass es im Zeitraum vom 02.07 bis 16.07.2019 eine vergleichsweise kühle und niederschlagsreiche (48 mm am 13.07.2019) Periode gab. Darauf folgte eine kurze Periode (23. Bis 29.07.2019) mit sehr heißen und trockenen Tagen. Insgesamt fielen am Standort Niendorf II („Niendorf groß“) 197 mm Niederschlag über einen Messzeitraum von 98 Tagen.

Seit Anfang Juli 2019 waren die online zu Verfügung gestellten CWSI-Werte als belastbar für das Treffen von Beregnungsentscheidungen anzusehen und wurden sowohl von der LWK als auch von Herrn Becker bei der Entscheidungsfindung miteinbezogen. Am Standort Hamerstorf wurde die letzte Beregnungsgabe nach den gemessenen CWSI-Werten und nicht wie üblich über die nFK gesteuert. Letztendlich wurden die Beregnungsgaben in den reduzierten und in der optimalen CWSI-Varianten vier Tage später gegeben, als in den nFK-Varianten.



Abbildung 20: Messaufbau an der „kleinen Messstation“ in Niendorf II nach Aufbau und Inbetriebnahme am 07.05.2019. Zum Zeitpunkt des Aufbaus kam es noch zu keinem Auflaufen der Kartoffeln (Foto: Thünen-Institut).

### **Georg-August-Universität, Göttingen**

Durch die Abteilung für Pflanzenernährung und Ertragsphysiologie wurde das Kartoffel-Erntegut des gemeinsamen Feldversuchs wie beantragt auf die Interaktion der Beregnung mit der Kaliumversorgung der Kartoffeln untersucht, indem an allen Kartoffelproben K-Analysen durchgeführt wurden. Hintergrund ist, dass die Kartoffel eine besonders Kalium-bedürftige Kultur ist und dass ein eventuell auch nur leichter Kaliummangel i.d.R. zu Qualitätseinbußen führt. Eine nicht fachgerechte Beregnung kann aufgrund der Prozesse der Kaliumauswaschung oder der verminderten K-Mobilität im Boden bei Trockenheit ungünstige Auswirkungen auf die Qualität der Knollen haben. Daher wurden zusätzlich in zwei Jahren wertgebende Qualitätsparameter untersucht. Konkret wurde die Hypothese geprüft, dass Beregnung bei ausbleibender Kaliumdüngung zu einem gewissen Kaliummangel beiträgt, so dass Qualitätseigenschaften vermindert werden, obgleich die Böden des Versuchsstandorts im Hinblick auf Kalium als optimal versorgt gelten (CAL-K<sub>2</sub>O durchschnittlich 10 mg 100 g<sup>-1</sup> TB). Die Untersuchungen des Jahres 2017 zeigten, dass die Beregnung nicht zu einer Verminderung der Qualitätseigenschaften führte, dass jedoch die unterlassene Kalium-Düngung eine signifikante Erhöhung der Glukose-Konzentrationen in den Kartoffelknollen nach sich zog (siehe Tabelle 6). Dies ist unerwünscht, denn Glukose zählt zu den reduzierenden Zuckern, die für eine erhöhte Neigung zur Kartoffel-Rohbreiverfärbung und zu einem erhöhten Risiko der Acrylamid-Bildung bei unsachgemäßer Frittiertemperatur verantwortlich sind. Trotz der gemäß Bodenuntersuchung guten Versorgung des Standorts mit Kalium trat also unabhängig von der Beregnung ein Kalium-Düngungseffekt auf, der vermutlich mit der guten Ertragssituation und dem leichten Boden im Zusammenhang steht. Die statistische Auswertung der Analysen 2019 ist zum Berichtstermin noch nicht abgeschlossen. Es kann bereits gesagt werden, dass sich erneut sig-

nifikante Effekte der Kaliumdüngung und Interaktionen der Kaliumdüngung mit der variierten Beregnung finden. Die vorliegenden Mittelwerte (siehe Tabelle 3) legen die Vermutung nahe, dass sich die oben geschilderten Befunde des Jahres 2017 im Jahr 2019 bestätigen und statistisch absicherbar sein werden. Hierzu wird gegenwärtig (Winter/Frühjahr 2019/2020) eine Bachelor-Studienabschlussarbeit angefertigt, die im April 2020 zur Prüfung vorgelegt werden soll. Es ist weiterhin geplant, diese Ergebnisse in einem Praxisjournal zu publizieren.

Tabelle 6: Einfluss von Kaliumstufe, Bewässerungsszenario und deren Interaktion auf Zuckerkonzentrationen und Trockenmassegehalt von Kartoffelknollen des Jahrgangs 2017. Dargestellt sind p-Werte (ANOVA mit Block als Error-Term) \*  $p < 0.05$

	Kaliumstufe	Bewässerungs- szenario	Kaliumstufe X Bewässerung	Einfluss durch Block
Glukose	0.007 *	0.247	0.094	nein
Fruktose	0.170	0.783	0.229	ja
Saccharaose	0.291	0.036 *	0.987	ja
Trockenmasse- gehalt	0.261	0.028 *	0.310	ja

#### Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Uelzen

Der Standort der Versuchsstation Hamerstorf der Landwirtschaftskammer Niedersachsen im Landkreis Uelzen kann für die berechneten Ackerbaustandorte im Raum Nord-Ost-Niedersachsens als repräsentativ angesehen werden. Die Versuche für das Projekt wurden auf dem stationären Beregnungsversuchsfeld angelegt (Abbildung 21). Im südlichen Teil des Feldes (in der Abbildung grün dargestellt) werden seit 2006 Beregnungsversuche durchgeführt, die später um zusätzliche Fragestellungen erweitert wurden. Für das Projekt wurde das Versuchsfeld um weitere Flächen im Norden vergrößert. Kenndaten zum Standort sind aus der Tabelle 7: Kenndaten zum Versuchsstandort Hamerstorf. Tabelle 7 und einen Einblick in den Boden aus der Abbildung 22 zu entnehmen. Die Speicherkapazität für das pflanzenverfügbare Bodenwasser, die nutzbare Feldkapazität (nFK), wurde über die Bodenart und den Humusgehalt (nach RENGER et. al., 2009), ermittelt. Die maximal durchwurzelbare Tiefe für die Kultur Kartoffeln ist mit 60 cm angesetzt worden.

Tabelle 7: Kenndaten zum Versuchsstandort Hamerstorf.

<b>Lage</b>	Landkreis Uelzen, Gemeinde Suderburg
<b>GPS - Koordinaten</b>	52°54'25.75"N, 10°27'17.48"E
<b>Höhenlage</b>	50- 60 m ü. NN
<b>mittlerer Jahresniederschlag</b>	622 mm
<b>mittlere Jahrestemperatur</b>	8,1 °C
<b>Bodentyp</b>	Braunerde
<b>Bodenart</b>	Sand
<b>Ackerzahl</b>	29
<b>Humusgehalt</b>	Schwach humos
<b>Nährstoffversorgung 2017 / 2018 / 2019 (mg/100 g Boden)</b>	pH: 5,5 / 6,2 / 6,2; Phosphor: 5,1 / 5,0 / 4,7 Kalium: 8,5 / 5,0 / 4,8 ; Magnesium: 4,9 / 3,0 / 2,6
<b>mittlere nutzbare Feldkapazität</b>	70 mm

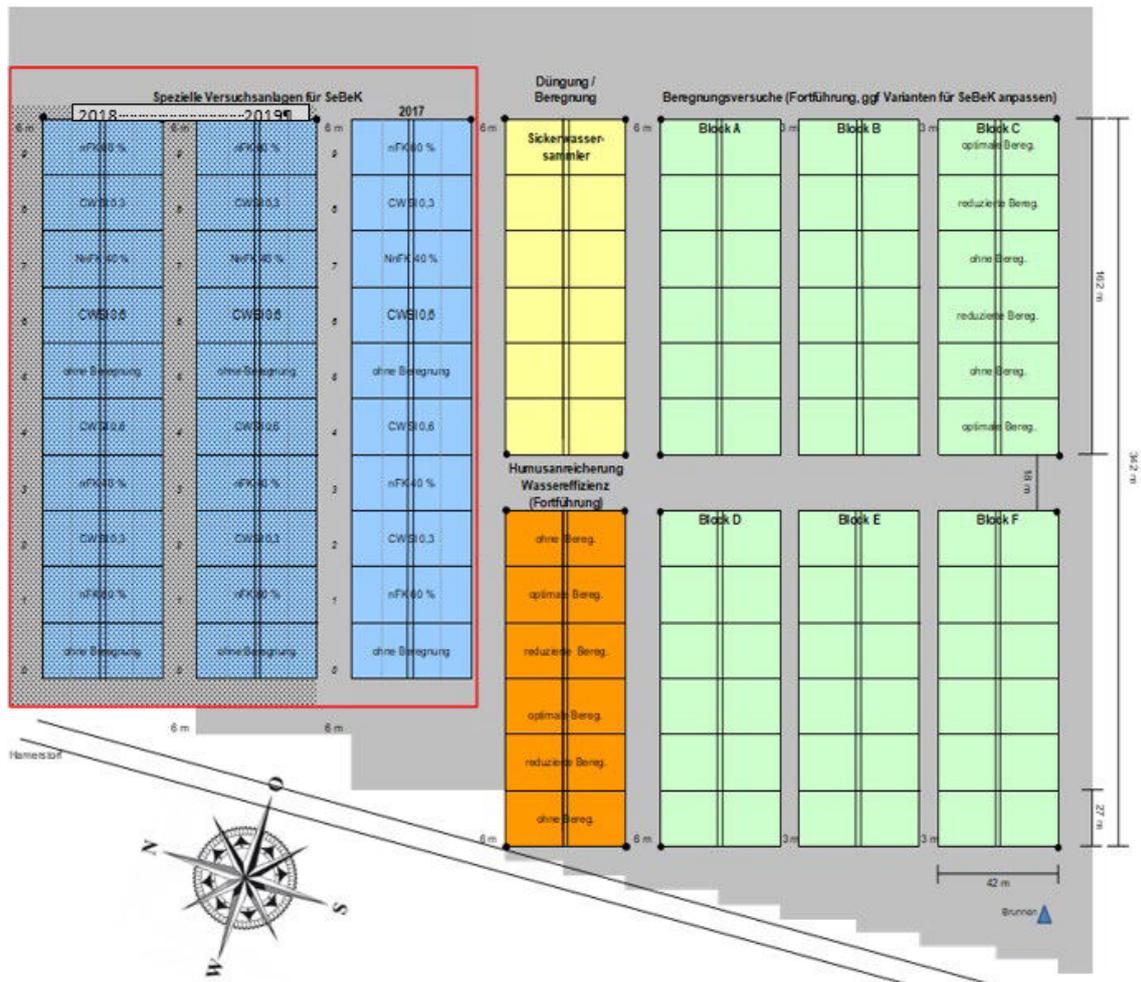


Abbildung 21: Beregnungsversuchsfeld Versuchsstation Hamerstorf, Flächenplanung SeBeK



Abbildung 22: Bodenprofil des Versuchsstandortes, Profilsprachen LBEG Niedersachsen (Foto: Jürgen Grocholl, Landwirtschaftskammer Niedersachsen)

Die Versuchsanlage erfolgte als Spaltanlage (Großteilstück Beregnung, Kleinteilstück Düngung) in 4-facher Wiederholung. Auf Grund der Durchführung der Beregnung mit einem Düsenwagen, der nicht auf einer Teilbreite abgeschaltet werden kann, mussten die Großteilstücke an die Technik angepasst werden. Die Anlage mit vier unabhängigen Wiederholungen war daher nicht möglich. Zwei Wiederholungen befinden sich immer auf gleicher Höhe links und rechts von der mittigen Fahrspur des Regnerwagens. Der Düsenwagen ermöglicht eine praxisübliche Regengabe auf den Bestand und sichert gleichzeitig eine genaue Quer- und Längsverteilung des Wassers.

Angebaut wurde die Sorte Amanda (Speise/Veredlung, RG III, breite Nematodenresistenz, rel. Blattgesund). Alle nicht faktoriellen Bewirtschaftungsmaßnahmen (Düngung, Pflanzenschutz u.a.) erfolgten standortbezogen optimal entsprechend der jeweils aktuellen Empfehlungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

Basis der Varianten sind die aus den langjährigen Beregnungsversuchen am gleichen Standort abgeleiteten Varianten unberegneter, optimaler und reduzierter Beregnung. Die beregneten Varianten werden dabei nach Grenzwerten der Bodenfeuchte mit 50 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) in der optimalen und 35 % der nFK in der reduzierten Variante gesteuert. Die beiden zusätzlichen CWSI Varianten bilden ebenfalls eine reduzierte und eine optimale Bewässerungssteuerung ab, wobei die gewählten Grenzwerte für den Beregnungseinsatz mit 0,65 für die reduzierte Beregnung und 0,5 für die optimale so

gewählt wurden, dass sie eine möglichst hohe Übereinstimmung mit den bewährten Grenzwerten nach der Bodenfeuchte erreichen sollten. Im Falle von Abweichungen der ermittelten Zeitpunkte für den Beregnungseinsatz von mehr als einem Tag sollte die Beregnung dementsprechend unterschiedlich erfolgen. Da die Entwicklung der Beregnungssteuerung nicht in der erwarteten Zeit zu einem anwendungsreifen Algorithmus führte, wurden die beiden CWSI-Varianten im Jahr 2017 entsprechend den nach der Bodenfeuchte berechneten Varianten behandelt. Auch 2018 war eine weitergehende Differenzierung der Beregnung auf der Versuchsfläche anhand der CWSI-Daten und Bodenfeuchtwerte nicht möglich, weil die intensive und lange anhaltende Trockenheit sehr häufige Wassergaben im wöchentlichen Turnus erforderte.

Tabelle 8: Versuchsvarianten zur Prüfung des CWSI-Wertes

<b>Faktor 1: Beregnung</b>	
<b>Var.-Nr.</b>	<b>Variante</b>
1	Ohne Beregnung
2	Reduzierte Beregnung (ab 35 % nFK)
3	Modell reduziert (CWSI 0,65)
4	Optimale Beregnung (ab 50 % nFK)
5	Modell optimal (CWSI 0,5)

Tabelle 9: Versuchsvarianten zur Prüfung des Einflusses der Kalidüngung

<b>Faktor 2: Kali-Düngung</b>	
<b>Stufe-Nr.</b>	<b>Stufen</b>
1	Optimal (Empf. LWK + 20%) Kalisulfat! (200+40)
2	ohne

#### *Versuchsjahr 2017*

Im Vorfeld der Pflanzung erfolgten Bodenprobennahmen für die Nmin-Werte, sowie parzellenscharf für die Grundnährstoffe. Die Pflanzung der Kartoffeln im ersten Versuchsjahr erfolgte am 10.04.2017 von Hand in einen abgetrockneten Boden. Die Kartoffeln liefen gut und relativ gleichmäßig auf, Mitte Juni waren die Reihen geschlossen. Der weitere Vegetationsverlauf war in weiten Teilen durch eine eher kühle Witterung und häufige Niederschläge gekennzeichnet. Insbesondere traten die für die Region typischen fröhsommerlichen Trockenperioden nicht auf (siehe Abbildung 23). Der Beregnungsbedarf war daher sehr gering. Lediglich die Variante „optimale Beregnung“ erhielt am 15.06.2017 eine Wassergabe von 20 mm, die sich aber auf Grund der nachfolgenden Niederschläge nicht positiv auf den Ertrag auswirkte. Auf Grund der Witterung war der Krautfäuledruck sehr hoch und erforderte intensive Fungizidmaßnahmen (siehe Tabelle 7). Die Ernte der Kartoffeln erfolgte am 31. August 2017 unter vergleichsweise guten Bodenbedingungen.

Tabelle 10: Anbautechnische Maßnahmen im Exaktversuch auf der Versuchsstation Hamerstorf

**Fruchtart    Sensorgesteuerte Berechnung in Kartoffeln    Jahr**

Kartoffel    2017

**Ort:** Hamerstorf    **Sorte:** Amanda  
**Serie:** SEBEK\_K    **vorletzte Vorfrucht:** Zuckerrübe  
**V.-Anlage:** zweifakt. Spaltanlage    **letzte Vorfrucht:** Zwiebel  
**Bodenart:** Sand    **Aussaaddichte:** Körner/m<sup>2</sup>  
**Ackerzahl:** 29    **Aussaattermin:** 10.04.17  
**Erntedatum:** 31.08.17

**Bodenuntersuchung**

Datum	pH	P	K	Mg
22.03.17	5,7	7,0	5,0	3,0
G.-Klasse		C	B	B

**N<sub>min</sub>-Untersuchung**

Datum	0-30	30-60	60-90	Σ N <sub>min</sub>
22.03.17	6	6	13	25
davon NH <sub>4</sub>	1	1	1	

**Düngung**

Termin	Datum	BBCH	Düngemittel	Düngergabe [kg/ha]					
				N	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
GD01	24.04.17	5	Diammonphosphat (DAP)	36		92			
N01	24.04.17	5	AHL	40					
N02	12.06.17	40	Kalkammonsalpeter 27	54					

**Düngung faktoriell**

Stufe Nr.	Datum	BBCH	Düngemittel	Düngergabe [kg/ha]					
				N	S	P	K	Ca	Mg
1	24.04.17	5	Patentkali (30 K <sub>2</sub> O, 10 MgO, 17		85		150		50
1	12.06.17	40	Patentkali (30 K <sub>2</sub> O, 10 MgO, 17				75		25

**Berechnung**

Fakt. Nr.	VG Nr.	Berechnung	Datum	Wassergabe Berechnung	BBCH
1	4	opt Berechnung ab 50%nFK	15.06.2017	20	42
1	5	Modell optimal (CWSI 0,3)	15.06.2017	20	42

## Pflanzenschutz

Termin	Datum	BBCH	Pflanzenschutzmittel	[l,kg/ha]
F01	29.05.17	9	Ridomil Gold MZ	2
F02	06.06.17	30	Fusilade MAX Proxanil Winby	2 2 0,4
F03	15.06.17	42	Infito	1,5
F04	27.06.17	65	Valbon Carneol	2 0,4
F05	04.07.17	67	Shaktis Carneol	2 0,4
F06	06.07.17	67	Valbon Carneol	1,6 0,4
F07	10.07.17	73	Terminus TANOS	0,4 0,7
F08	13.07.17	75	Terminus Valbon	0,4 1,6
F09	19.07.17	77	Terminus Proxanil Ortiva	0,4 2 0,5
F10	27.07.17	81	BANJO FORTE	1
F11	02.08.17	83	TANOS Terminus	0,7 0,4
F12	14.08.17	91	Ranman Top	0,5
H01	15.05.17	7	Select 240 EC Boxer Proman	0,75 3 2,5
H03	17.08.17	92	Reglone	1
H04	21.08.17	93	Reglone	1,5
I01	15.06.17	42	Biscaya	0,3
I02	10.07.17	73	Pirimor Granulat	0,3

Die Ernte der Kartoffeln erfolgte am 31. August 2017 unter vergleichsweise guten Bodenbedingungen. Die Auswertung der Ergebnisse zeigt keinen signifikanten Einfluss der Höhe der Kali-Düngung auf den Knollenertrag. In der Tendenz ist aber eine positive Korrelation zwischen Kali-Düngung und Knollenertrag erkennbar. Entgegen den Erwartungen ist ein negativer Einfluss der applizierten Zusatzwassergabe auf den Kartoffelertrag zu beobachten: Während in den unberegneten Varianten ein mittlerer Ertrag von 581 dt/ha erzielt werden konnte, lag der Ertrag in den einmalig beregneten Parzellen mit 541 dt/ha signifikant darunter. Die Knollen der beregneten Parzellen wiesen zudem eine kleinere Sortierung auf, was ebenfalls den langjährigen Ergebnissen verschiedener Beregnungsversuche widerspricht. Der negative Einfluss der Beregnungsgabe lässt sich mit großer Wahrscheinlichkeit nur durch die außergewöhnliche Witterung in der Vegetationsperiode 2017 mit rund 490 mm Niederschlag in den Monaten April bis August erklären.

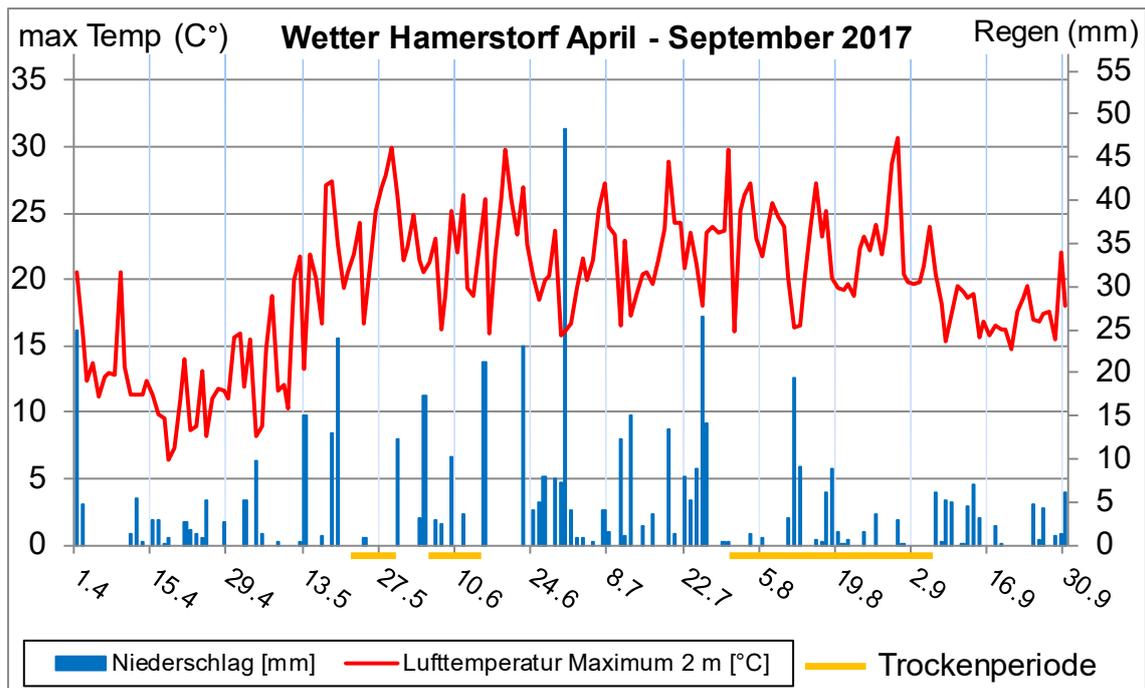


Abbildung 23: Niederschlag und Lufttemperatur am Standort Hamerstorf 2017.

Der Ertrag bei optimaler Beregnung nach Bodenfeuchte entsprach im absoluten Gewicht 521 dt/ ha. Entgegen den Erwartungen war kein positiver Einfluss der applizierten Zusatzwassergabe auf den Kartoffelertrag zu beobachten. Es gab keine statistisch abgesicherten Ertragsunterschiede zwischen den gemittelten Erträgen der unberegneten und der beregneten Varianten. Tendenziell ist die Ertragswirkung der Beregnung sogar negativ gewesen. Das ist mit der ungewöhnlich feuchten Witterung des Jahres 2017 zu erklären. Nur 3 Tage nach der Beregnung folgten 27 mm Niederschlag innerhalb von 2 Tagen. Die Trockenperiode war also nur sehr kurz bei gleichzeitig moderaten Temperaturen und hat sich daher nicht negativ auf den Ertrag ausgewirkt. Ein zu nasser Boden nach der Beregnung und den folgenden Niederschlägen könnte dagegen negative Effekte auf die Knollenentwicklung gehabt haben.

Das zeigt sich auch an den Knollengrößen. Die Knollen der beregneten Parzellen zeigten einen etwas höheren Anteil an Unter- und einen geringeren Anteil an Übergrößen. Mit optimaler Beregnung betrug der Anteil an Untergrößen (< 35 mm) 6,7 % des Ertrages (siehe Tabelle 13). Ohne Beregnung waren durchschnittlich 4,9 % der Knollen kleiner als 35 mm. Der Anteil an Übergrößen (> 65 mm) war ohne Beregnung im Durchschnitt mit 5,7 % deutlich höher als bei der optimalen Beregnung mit 1,8 % (siehe Tabelle 14).

Die Kali-Düngung weist in der Tendenz einen positiven Einfluss auf den Knollenertrag auf. Mit der Kalidüngung war außerdem der Untergrößenanteil in allen Varianten deutlich geringer. Bei den Übergrößen zeigten jedoch nur die unberegneten Parzellen höhere Anteile mit Kalidüngung.

#### Versuchsjahr 2018

Die Pflanzung der Kartoffeln erfolgte am 27.04.2018 von Hand in ein optimal präpariertes Saatbett. Wie bereits im Vorjahr wurde die Sorte Amanda aus dem mittelfrühen Sortiment ausgewählt. Im Vorfeld der Pflanzung erfolgten Bodenprobennahmen für die Nmin-Werte, sowie parzellenscharf für die Grundnährstoffe. Die Kartoffeln liefen gut und relativ gleichmäßig auf. Mitte Juni waren die Reihen in den beregneten Varianten geschlossen, ohne Beregnung jedoch nicht. Die Vegetationsperiode zeichnete sich durch sehr geringe Niederschlagsmengen und häufig hohe Temperaturen mit entsprechend

hohen Verdunstungsraten aus. In den unberegneten Varianten behinderte die fortgesetzte Trockenheit von Anfang Mai bis zur Sikkation des Bestandes am 17.8. das Wachstum der Pflanzen. Auch das Knollenwachstum war ohne Beregnung sehr eingeschränkt. Tabelle 8 zeigt zusammengefasst alle durchgeführten Arbeiten und Maßnahmen in der Anlage und Führung der Kultur.



Abbildung 24: Stand der Versuchspartellen am 28.05.2018

Die Witterung mit täglichen Niederschlägen und Maximaltemperaturen wird in Abbildung 25 dargestellt. Die Vegetationsperiode zeichnete sich durch sehr geringe Niederschlagsmengen und häufig hohe Temperaturen mit entsprechend hohen Verdunstungsraten aus.

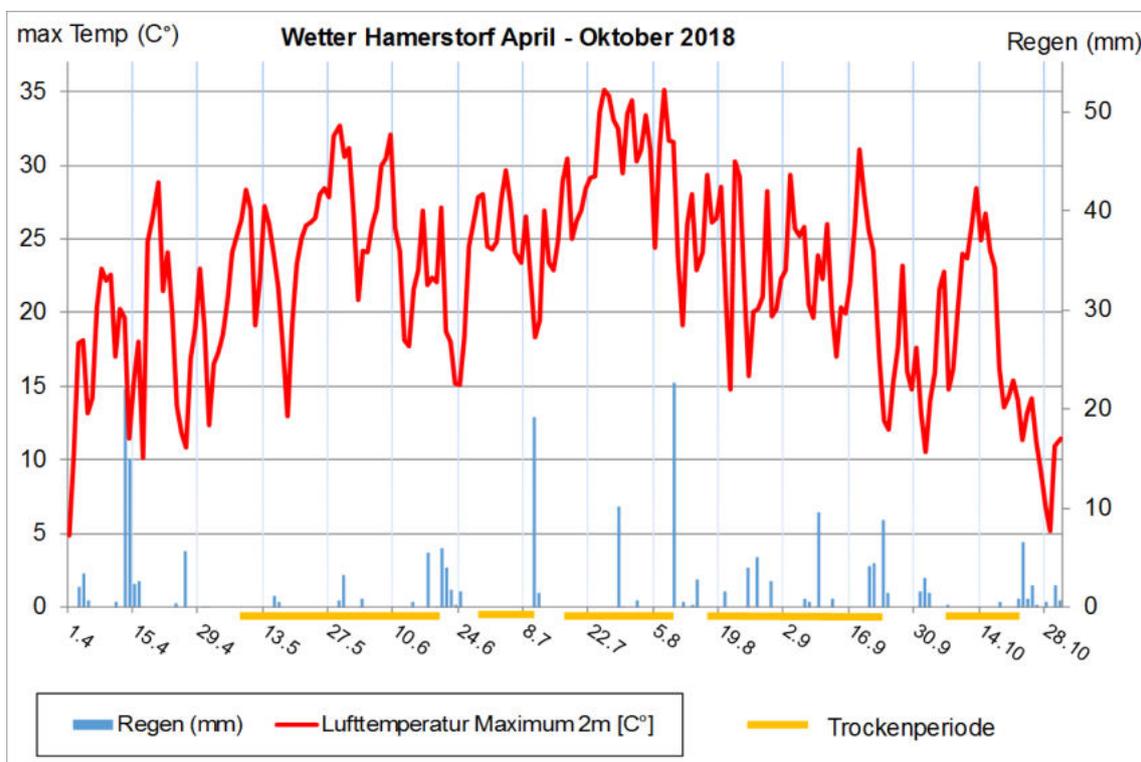


Abbildung 25: Niederschlag und Lufttemperatur am Standort Hamerstorf 2018

Tabelle 11: Anbautechnische Maßnahmen im Exaktversuch auf der Versuchsstation Hamerstorf 2018

## Sensorgesteuerte Berechnung in Kartoffeln

Jahr

2018

**Ort:** Hamerstorf **Sorte:** Amanda  
**Serie:** SEBEK\_K **vorletzte Vorfrucht:** Gerste, Sommer-  
**V.-Anlage:** zweifakt. Spaltanlage **letzte Vorfrucht:** Zuckerrübe  
**Bodenart:** Sand **Aussaatdatum:** 27.04.18  
**Ackerzahl:** 32 **Erntedatum:** 25.09.18

### Bodenuntersuchung

Datum	pH	P	K	Mg
16.03.18	6,2	5,0	5,0	3,0
G.-Klasse		B	C	C

### N<sub>min</sub>-Untersuchung

Datum	0-30	30-60	60-90	Σ N <sub>min</sub>
16.03.18	13	7	5	25
davon NH <sub>4</sub>	1	1	2	

### Düngung (alle Varianten)

Termin	Datum	BBCH	Düngemittel	Düngergabe [kg/ha]						
				N	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	
GD02	08.05.18	5	Diammonphosphat (DAP)	38		97				
N01	08.05.18	5	Kalkammonsalpeter + Magnesium	101						15
			Σ kg/ha	139	0	97	0	0	0	15

### Düngung faktoriell (nur Stufe 1 mit Kalidüngung)

Stufe Nr.	Datum	BBCH	Düngemittel	Düngergabe [kg/ha]						
				N	S	P	K	Ca	Mg	
1	30.04.18	1	Patentkali (30 K <sub>2</sub> O, 10 MgO, 17S)		136		240			80

Termin	Datum	BBCH	Pflanzenschutzmittel	[l,kg/ha]
F01	01.06.18	40	Ridomil Gold MZ	2
F02	12.06.18	60	Infinito	1,5
F03	25.06.18	65	Valbon	1,6
F04	09.07.18	73	REVUS TOP	0,6
F05	23.07.18	77	Carneol	0,4
F06	06.08.18	91	Terminus	0,4
H01	08.05.18	8	Boxer Bandur	3 3
H02	29.05.18	19	CATO	0,03
H03	17.08.18	93	Reglone	1
H04	23.08.18	97	Reglone	1,5
I01	01.06.18	40	Biscaya	0,3
I02	25.06.18	65	CORAGEN	0,06

Am 8. Juni wurde mit der Berechnung in den optimal bewässerten Varianten begonnen, da die Bodenfeuchte 50 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) erreicht hatte. Die Ermittlung der Bodenfeuchtigkeitsgrenzwerte von 50 bzw. 35 % der nFK erfolgte durch gravimetrische Messungen und durch Berechnung mittels der klimatischen Wasserbilanz. Die Varianten mit der guten Wasserversorgung (50% nFK und CWSI

0,5) bzw. der reduzierten Wasserversorgung (35% nFK und CWSI 0,65) wurden immer gemeinsam beregnet. Die Beobachtung der zeitnah im Internet zur Verfügung gestellten Verläufe der CWSI-Werte ergab eine häufige Übereinstimmung mit dem anhand der Bodenfeuchtwerte ermittelten Beregnungsbedarf im Zeitablauf. Eine weitergehende Differenzierung der Beregnung auf der Versuchsfläche anhand der CWSI-Daten und Bodenfeuchtwerte war nicht möglich, weil die intensive und lange anhaltende Trockenheit sehr häufige Wassergaben im wöchentlichen Turnus erforderte. Aufgrund der ausgeprägten Trockenheit waren in den optimal berechneten Varianten neun Regengaben mit insgesamt 253 mm erforderlich, bei reduzierter Beregnung sechs Regengaben mit insgesamt 170 mm (Tabelle 12).

Der Versuch wurde am 25. September bei trockenen Bedingungen geerntet. Der Ertrag bei optimaler Beregnung betrug 618 dt/ha (mit K-Düngung). Ohne Beregnung waren die Erträge sehr niedrig. Sie erreichten nur 264 dt/ha und damit 40% des Ertrages mit optimaler Beregnung. Mit reduzierter Beregnung wurden im Durchschnitt 50 dt/ha weniger geerntet als in den optimal berechneten Varianten.

Die Sortierung der Knollengrößen ist ein Qualitätsparameter. Ohne Beregnung betrug der Anteil an Untergrößen (< 35 mm) 10 % des Gewichtes. Dieser Anteil muss vom Knollenertrag abgezogen werden, um auf den vermarktungsfähigen Ertrag (Marktware) zu kommen. Mit Beregnung betrug der Untergrößenanteil nur 1,1 (reduziert) bzw. 0,9 % (optimal). Der Anteil an Übergrößen (>0,65 mm) war dagegen mit Beregnung deutlich höher als ohne.

Die Varianten ohne und mit Kali-Düngung unterschieden sich nicht signifikant.

Tabelle 12: Beregnungsgaben in der Vegetationsperiode 2018

Datum	Optimale Beregnung (mm) (50 % nFK / CWSI 0,5)	Reduzierte Beregnung (mm) (35 % nFK / CWSI 0,65)	BBCH
08.06.	25		55
11.06.		25	55
14.06.	28		58
18.06.		29	60
27.06.	30		66
02.07.		30	68
04.07.	30		69
09.07.	25	25	72
19.07.	30		74
23.07.		30	75
26.07.	30		76
30.07.		31	78
02.08.	30		91
07.08.	25		93
<b>Summe</b>	<b>253</b>	<b>170</b>	
Anzahl Gaben	9	6	

Tabelle 13: Erträge und Knollengrößen-Sortierung

	<b>Knollenert.dt/ha (abs)</b>		<b>Knollenert.dt/ha (rel)</b>	
	K nach Entzug	ohne K	K nach Entzug	ohne K
ohne Beregnung	264,2	272,8	40,0	41,3
reduzierte Beregnung (Mittelwert 35%nFK, CWSI 0,65)	566,9	545,0	85,8	82,4
optimale Beregnung (Mittelwert 50 %nFK, CWSI 0,5)	617,6	587,1	93,4	88,8
Grenzdifferenz (5 %)	76,9	76,9	11,6	11,6
GD (5 %) Beregnung	54,4		8,0	
GD (5 %) Düngung	34,4		5,0	

	<b>Untergrößen &lt; 35mm % (abs)</b>		<b>Übergrößen &gt; 65mm % (abs)</b>	
	K nach Entzug	ohne K	K nach Entzug	ohne K
ohne Beregnung	9,6	10,9	3,0	2,3
reduzierte Beregnung (Mittelwert 35%nFK, CWSI 0,65)	1,1	1,4	20,3	17,6
optimale Beregnung (Mittelwert 50 %nFK, CWSI 0,5)	0,9	1,2	24,5	17,4

Der Ertrag bei optimaler Beregnung nach Bodenfeuchte entsprach im absoluten Gewicht 661 dt/ha. Ohne Beregnung waren die Erträge sehr niedrig. Sie erreichten bei optimaler Kalidüngung nur 40 % des Ertrages der optimal nach nFK bewässerten Variante. Die Zusatzwassergaben haben die Erträge sowohl in der reduzierten als auch in der optimalen Variante deutlich gesteigert. Dies lässt sich mit dem ungewöhnlich trockenen und heißen Jahr mit einem Niederschlagsdefizit in der klimatischen Wasserbilanz von -507 mm in dem Zeitraum von April bis einschließlich August erklären. Bei der reduzierten Bewässerung fiel der Ertrag um 15 % geringer aus als mit optimaler Bewässerung. Die Unterschiede zwischen den gleich bewässerten Bodenfeuchte- und den korrespondierenden CWSI-Varianten spiegeln den Versuchsfehler wieder, der sich auch aus kleinräumigen Bodenunterschieden innerhalb des Versuchsfeldes ergibt.

Ohne Beregnung war der Anteil an Untergrößen mit 9,6 % deutlich höher als bei optimaler Beregnung mit 0,6 % bis 1,0 und reduzierter Beregnung mit 1,2 %. Dagegen war der Anteil an Übergrößen bei der unberegneten Variante mit 3,0 % sehr gering. Bei den optimal beregneten Parzellen waren 24,1 % bis 20,6 aller Knollen Übergrößen. In den reduziert bewässerten Varianten lagen die Übergrößenanteile zwischen 15,6 % und 25 %.

Auch 2018 konnte eine leicht positive Tendenz der Kali-Düngung in Bezug auf den Ertrag festgestellt werden. Dies war jedoch nur in den reduziert und optimal beregneten Varianten der Fall, während der Ertrag ohne Beregnung mit und ohne Kali-Düngung identisch war. Auch der Anteil an Untergrößen lag mit Kali-Düngung nur geringfügig unter den Werten ohne K. Ein positiver Effekt der Kalidüngung und damit einer guten Kaliversorgung ist aber gerade bei Trockenheit erwartet worden.



Abbildung 26: Versuchsbesichtigung am 27.6.2018 (Foto: Angela Riedel, LWK)



Abbildung 27: Versuchsbesichtigung am 27.6.2018. Mitglieder des SEBEK-Teams vor der Beregnungsmaschine (Foto: Angela Riedel, LWK)

## Versuchsjahr 2019

Die Kartoffeln (Sorte: Amanda) wurden auf dem für das Versuchsjahr vorgesehenen Teilstück zeitgerecht am 15. April von Hand gepflanzt und liefen gut auf. Im Vorfeld der Pflanzung erfolgten die Bodenprobennahmen für die Nmin-Werte sowie parzellenscharf für die Grundnährstoffe. Düngung und Pflanzenschutz erfolgten standortbezogen optimal nach Bedarf, siehe Tabelle 15.

Am 04. Juni erfolgte der Einbau von sechs Bodenfeuchtesonden der Firma SENTEK vom Typ "drill & drop" mit 60 cm Länge und sechs Sensoren im Abstand von 10 cm je Sonde. Der Einbau erfolgt nahezu zerstörungsfrei durch bohren eines Loches mit ca. 3 cm Durchmesser in entsprechender Länge der Sonde. Die Sonden wurden in die Parzellen eingebaut, welche auch Sensoren zur Messungen der Blatttemperatur haben, um parallel die Bodenfeuchte und Bodentemperaturen zu messen.

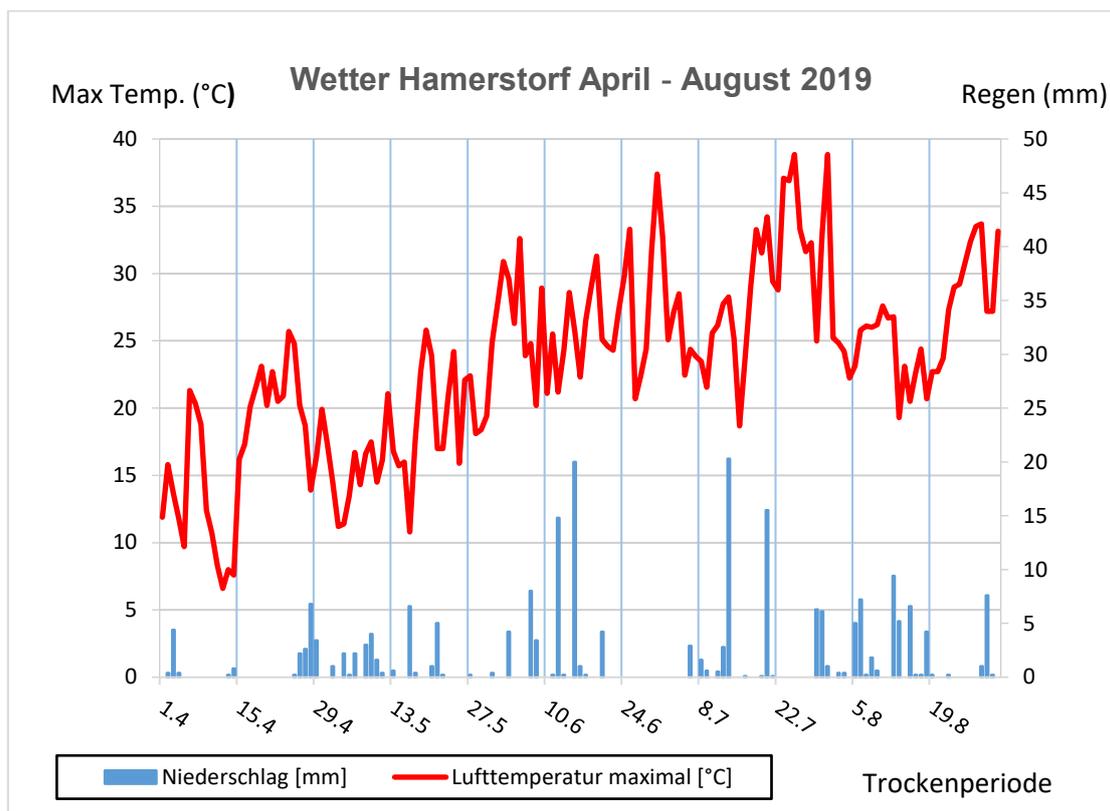


Abbildung 28: Niederschläge und Lufttemperatur am Standort Hamerstorf 2019

Schon früh fehlten ausreichende Niederschläge und erforderten Beregnungsgaben. Zur Sicherung der Qualität (Verringerung des Befalls mit Kartoffelschorf) und des Knollenansatzes erfolgte die erste Gabe in den optimal berechneten Varianten bereits am 4. Juni zum BBCH-Stadium 40 "Beginn der Knollenanlage". Zu diesem Zeitpunkt war die Bodenbedeckung durch die Pflanzen noch nicht vollständig (Beginn Reihenschluss) und der Anteil offenen Bodens entsprechend hoch, so dass noch kein CWSI berechnet werden konnte. Ausreichende Regenmengen in den folgenden zwei Wochen sorgten dann für eine gute Wasserversorgung. Ab dem Blühbeginn Mitte Juni waren die Reihen in den berechneten Varianten geschlossen. Ohne Beregnung war das Krautwachstum jedoch vermindert und dadurch noch kein vollständiger Reihenschluss erreicht. Am 21. Juni waren die Grenzwerte der Bodenfeuchte (50 % bzw. 35 % der nFK) für alle berechneten Varianten erreicht. Parallel dazu waren auch die CWSI-Grenzwerte (0,5 bzw. 0,65) überschritten worden, weshalb alle Varianten am gleichen Tag beregnet wurden. Ende Juni gab es eine Hitzeperiode mit mehreren Tagen über 30°C Maximaltemperatur. Die optimalen Varianten wurden rechtzeitig beregnet (nach Bodenfeuchte und CWSI) und zeigten dadurch sogar an einem sehr heißen Tag mit 37° Maximaltemperatur nach der CWSI Kurve keinen Trockenstress an.



Termin	Datum	BBCH	Pflanzenschutzmittel	[l,kg/ha]
F01	13.06.19	40	Ridomil Gold MZ	2
F02	27.06.19	55	Infito	1,6
F03	04.07.19	65	REVUS TOP	0,6
F04	15.07.19	71	Terminus TANOS	0,3 0,5
F05	30.07.19	85	NARITA Valis M	0,5 2,5
F06	14.08.19	89	Terminus	0,4
H01	03.05.19	9	Bandur Boxer	3 3
H02	07.06.19	19	AGIL-S	0,7
H03	29.08.19	93	Reglor	1
I01	27.06.19	55	Biscaya	0,3

### Düngung faktoriell

Stufe Nr.	Datum	BBCH	Düngemittel	Düngergabe [kg/ha]					
				N	S	P	K	Ca	Mg
1	25.04.19	5	Patentkali	0	136	0	240	0	80

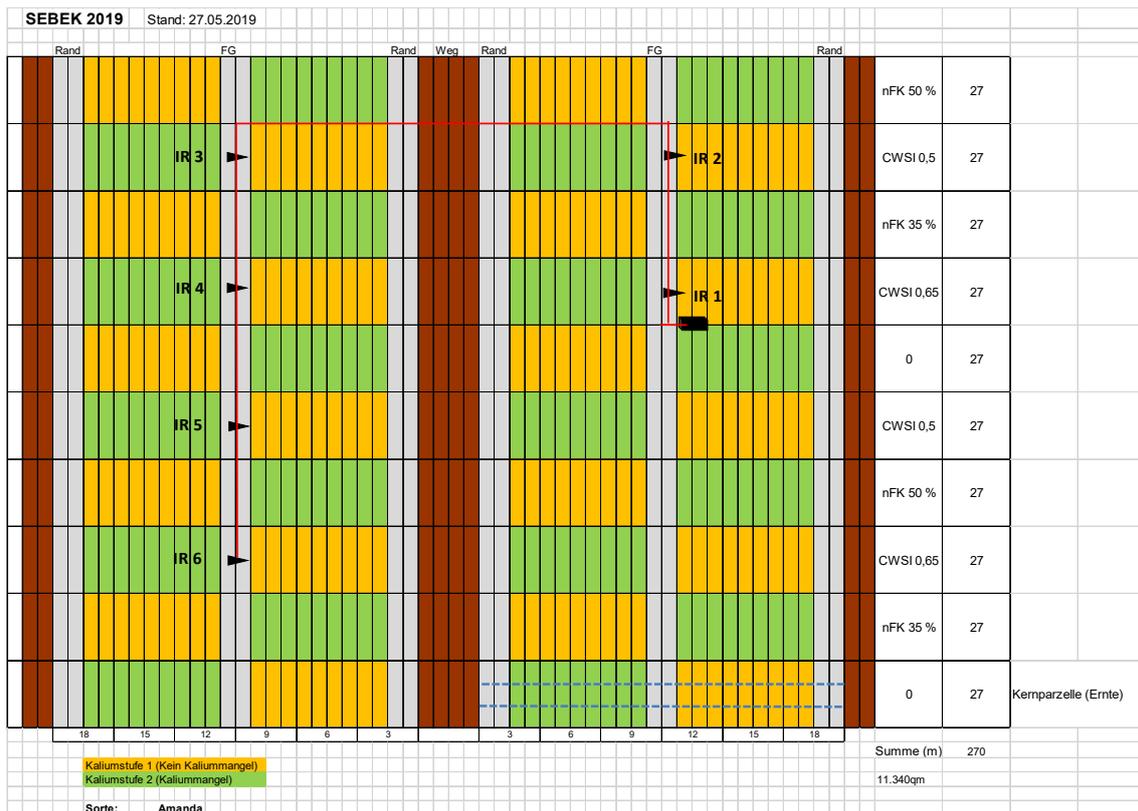


Abbildung 29 Übersicht Versuchsplan und Lageplan SeBeK-Versuche für die Anbausaison 2019, Versuchsstation Hamerstorf

Am 4. Juni erfolgte der Einbau von 6 Bodenfeuchtesonden der Firma SENTEK vom Typ "drill & drop" mit 60 cm Länge und 6 Sensoren im Abstand von 10 cm je Sonde. Der Einbau erfolgt nahezu zerstörungsfrei durch bohren eines Loches mit ca. 3 cm Durchmesser in entsprechender Länge der Sonde.

Die Sonden wurden in die Parzellen eingebaut, die Sensoren zur Messungen der Blatttemperatur haben, um parallel die Bodenfeuchte und Bodentemperaturen zu messen.

Der Ertrag bei optimaler Beregnung nach Bodenfeuchte entsprach im absoluten Gewicht 640 dt/ha. Der Knollenertrag erreichte ohne Beregnung nur 57 % des Ertrages der optimal nach nFK bewässerten Variante. In der reduziert beregneten Variante nach der nFK wurde ein um 10 % geringerer Ertrag als mit optimaler Beregnung erzielt. Die CWSI und die Bodenfeuchtevarianten unterschieden sich nicht signifikant im Ertrag. Die späte letzte Gabe in den beiden CWSI-Varianten hat sich also nicht messbar auf den Ertrag ausgewirkt. Der Versuchsfehler mit einer Grenzdifferenz von 20 % war zu groß, um feine Unterschiede sehen zu können.

Der Anteil an Untergrößen war in der unberegneten Parzelle mit 5 % höher als in den reduziert bewässerten Varianten mit 2,2 % (nach nFK) beziehungsweise 1,9 % (nach CWSI). Die wenigsten Untergrößen haben sich in der optimal beregneten Variante mit 1,4 – 1,5 % gebildet. Die Menge an Untergrößen unterschied sich in den nach der nFK und nach dem CWSI beregneten Varianten kaum. Den niedrigsten Übergrößenanteil gab es in der unberegneten Variante mit 2,1 %. In der optimalen nach nFK bewässerten Variante waren 4,9 % aller Knollen Übergrößen und 9,1 % bei den nach CWSI beregneten Kartoffeln. Bei der reduzierten Bewässerung waren 5,2 % (nach nFK) beziehungsweise 7,2 % (nach CWSI) der Knollen Übergrößen.

In Bezug auf die Kali-Düngung war wie in 2018 ein tendenziell positiver Ertragseffekt nur bei den beregneten Varianten feststellbar. Ohne Beregnung waren die Erträge mit und ohne Kali-Gabe identisch. Bei der Knollengrößensortierung zeigte die Kali-Düngung leichte Vorteile, weil der Anteil an Untergrößen dadurch etwas geringer war. Dies war jedoch sowohl mit als auch ohne Beregnung der Fall. Die Kali-Düngung erhöhte auch etwas den Anteil an Übergrößen, ohne Beregnung jedoch in geringerem Ausmaß als mit.

Tabelle 16: Auswertung der Knollenerträge 2017 - 2019

Varianten	2017			2018			2019		
	Knollenertrag rel.		Beregnung	Knollenertrag rel.		Beregnung	Knollenertrag rel.		Beregnung
	K optimal	ohne K	mm	K optimal	ohne K	mm	K optimal	ohne K	mm
ohne Beregnung	114 b	103 a	0	40 a	41 a	0	57 b	57 c	0
reduz. Bereg. ab 35% nFK	112 ab	112 a	0	85 b	84 b	170	90 a	71 bc	80
Modell reduziert (CWSI 0,65)	119 b	109 a	0	87 b	81 b	170	86 a	80 ab	85
opt. Bereg. ab 50% nFK	<b>100 a</b>	106 a	20	<b>100 c</b>	97 c	253	<b>100 a</b>	96 a	160
Modell optimal (CWSI 0,5)	108 ab	101 a	20	93 bc	85 bc	253	101 a	85 ab	160
<b>Standard = 100%</b>	<b>521 dt/ha</b>			<b>661 dt/ha</b>			<b>640 dt/ha</b>		
GD5%	13,9			12,0			20,0		

Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede einer Variante

Tabelle 17: Auswertung der Untergrößen 2017 - 2019

Varianten	2017		2018		2019	
	Untergrößen (<35 mm) % abs		Untergrößen (<35 mm) % abs		Untergrößen (<35 mm) % abs	
	K optimal	ohne K	K optimal	ohne K	K optimal	ohne K
ohne Beregnung	5,4	7,5	9,6	10,6	5,0	6,4
reduz. Bereg. ab 35% nFK	4,9	8,0	1,2	1,4	2,2	2,0
Modell reduziert (CWSI 0,65)	4,7	6,1	1,1	1,4	1,9	3,5
opt. Bereg. ab 50% nFK	6,7	8,3	0,6	0,9	1,4	2,0
Modell optimal (CWSI 0,5)	6,1	7,9	1,0	1,3	1,5	3,5

Tabelle 18: Auswertung der Übergrößen 2017 – 2019

Varianten	2017		2018		2019	
	Übergrößen (>65 mm) % abs		Übergrößen (>65 mm) % abs		Übergrößen (>65 mm) % abs	
	K optimal	ohne K	K optimal	ohne K	K optimal	ohne K
ohne Beregnung	6,8	2,4	3,0	2,3	2,1	1,2
reduz. Bereg. ab 35% nFK	6,7	3,5	15,6	21,2	5,2	3,9
Modell reduziert (CWSI 0,65)	3,5	0,9	25,0	14,1	7,2	2,8
opt. Bereg. ab 50% nFK	1,8	1,7	24,1	20,8	4,9	5,0
Modell optimal (CWSI 0,5)	3,2	3,7	20,6	15,1	9,1	4,0

### Ostfalia-Hochschule, Campus Suderburg

#### *Beginn der Vegetationsperiode 2017*

Das Setzen der Kartoffeln an der Versuchsstation Hamerstorf erfolgte am 10.04.2017, zeitgleich wurde die Aufzeichnung der meteorologischen Daten an den Versuchsstationen in Hamerstorf und Niendorf II gestartet. Die Pflanzung der Kartoffeln auf den Flächen von Landwirt Becker erfolgte um den 12.04.2017.



Abbildung 30: Vorbereitung der Pflanzung in Handarbeit (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 31: Setzen der Kartoffeln durch Mitarbeiter der LWK Niedersachsen (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 32: Das Versuchsfeld in Hamerstorf während der Pflanzung. Gut zu erkennen sind die einzelnen Parzellen des Versuchsaufbaus (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 33: Landwirt Becker beim Setzen der Kartoffeln in Niendorf II (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 34: Der Kartoffelschlag auf dem Versuchsfeld in Hamerstorf mit dem Düsenwagen der Ostfalia Hochschule Suderburg am 17.06.2017 (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 35: Thermosensoren zum erfassen des Trockenstress in Kartoffeln auf dem Versuchsfeld in Hamerstorf (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)

### *Erfassung meteorologischer Daten*

Die Ostfalia Hochschule Campus Suderburg hat zur Unterstützung des Innovationsprojektes aus zusätzlich eingeworbenen Mitteln, die nicht Gegenstand des EIP-Agri Projektes sind zwei Kompaktwetterstationen aufgestellt um zusätzlich meteorologische Daten zu erheben. Eine Station steht an der Versuchsanlage in Hamerstorf und eine Anlage steht in Niendorf II, in unmittelbarer Nähe zu den landwirtschaftlichen Flächen von Landwirt Becker.

Im Laufe des ersten Halbjahres 2017 wurden die Wetterstationen mit Modulen ausgestattet, die eine Datenübertragung über das Internet erlauben. Somit werden die Wetterdaten im fünf-Minuten Rhythmus auf einer Webseite dargestellt, die später auf der Projektwebseite verknüpft werden wird. Auch die Datenspeicherung wurde soweit automatisiert, dass die Mitglieder der OG Nachhaltige Bewässerung Zugriff auf die vollständigen Datenpakete haben, die einmal täglich mit den Daten vom Vortag aktualisiert werden.



Abbildung 36: Kompaktwetterstation am Standort Hamerstorf (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 37: Kompaktwetterstation am Standort Niendorf II (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 38: Technischer Aufbau der Solarbetriebenen Kompaktwetterstation (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)

Nach Sturmschäden an der Kompaktwetterstation am Standort Niendorf II im Herbst 2017 musste ein Solarpanel ausgetauscht werden und eine Absicherung gegen erneute Schäden wurde installiert. Die vollständige Instandsetzung der inneren Komponenten erfolgt im Frühjahr 2018.

### *Beginn der Vegetationsperiode 2018*

Das Setzen der Kartoffeln an der Versuchsstation Hamerstorf erfolgte am 27.04.2018, die Pflanzung der Kartoffeln auf den Flächen von Landwirt Becker erfolgte um den 15.04.2017. Eine Ausführliche Dokumentation der Kartoffelpflanzungen wurde 2018 seitens der Ostfalia nicht durchgeführt, da es keine signifikanten Abweichungen zum Vorjahr gab.

### *Erfassung der Bewässerungspraxis*

Gemäß dem Arbeitspaket 1-2 erfolgt die Erfassung der Bewässerungspraxis der Kartoffel mittels einer systematischen Umfrage. Die Umfrage umfasst 5 Höfe der Region, die regelmäßig Kartoffeln anbauen. Die Umfrage wurde anhand eines umfassenden Umfragebogens in einem persönlichen Gespräch durchgeführt. Die folgende Tabelle informiert über die Lage der befragten Höfe im Projektgebiet, sowie die Betriebsgröße, die Anbaufläche für Kartoffeln und die Beregnungswassermengen in 2016 und 2018. Die Umfrage ist anonymisiert.

Tabelle 19: Daten zur Erfassung der Bewässerungspraxis

Hof	Region	Gesamtgröße Betrieb in [ha]	Fläche Kartoffelanbau (2016)	Beregnung Kartoffeln 2016	Beregnung Kartoffeln 2018
1	Suderburg	275	40	90	300
2	Gifhorn	550	100	56	210
3	Wrestedt	200	58	75	200
4	Hankensbüttel	290	30	90	216
5	Natendorf	385	58	60	140
<b>Durchschnittliche Beregnungsmenge in mm</b>				<b>74</b>	<b>213</b>

Es ist ersichtlich, dass die Beregnungsmenge im Jahr 2018 erheblich über der Beregnungsmenge von 2016 liegt. Während das Jahr 2017 nicht aufgeführt wurde, da aufgrund außergewöhnlich hoher Niederschläge in den Sommermonaten keine, bzw. eine sehr reduzierte Beregnung stattgefunden hat. Das Jahr 2016 kann als durchschnittlich bezeichnet werden, während das Jahr 2018 außergewöhnlich trocken war, daher auch der nahezu dreifache Verbrauch an Beregnungswasser in Kartoffeln.

Die Nachhaltigkeit der Kartoffelproduktion wird im Rahmen der während der Umfrage erhobenen Daten betrachtet. Die Aussagen zu den Einsparungen durch eine Beregnungssteuerung nach dem CWSI erlaubt keine aussagekräftige ökonomische Bewertung. Wie unter 2.4 dargestellt, sind viele Faktoren neben der eigentlichen Methode für die Beregnungssteuerung ausschlaggebend und haben somit einen Einfluss auf die für die Beregnung verwendeten Wassermengen.

### *Erfassung meteorologischer Daten*

Neben den meteorologischen Daten, die mit den Kompaktwetterstationen der Ostfalia in Hamerstorf und in Niendorf II aufgezeichnet werden, werden Datenpakete anderer Wetterstationen gesammelt. Die Daten werden gesichtet, zusammengestellt und für die weitere Verwendung im Projekt aufbereitet. Auf dieser Grundlage sollen die Auswirkung unterschiedlicher Datensätze auf die Bewässerungsempfehlung genauer untersucht werden. Dies ist in Bearbeitung ebenso die Ermittlung von konventioneller Bewässerungsempfehlung. Zudem werden einzelne Parameter wie die Verdunstung auf direkte und indirekte Methoden über einen längeren Zeitraum in Vegetationsperiode gemessen. Die Datenerfassung und Auswertung wurde auch 2018 fortgesetzt und durch Messungen der Verdunstung erweitert.

Im Folgenden werden die meteorologischen Daten von 2017 des Standortes Hamerstorf hinsichtlich der Verdunstung und des Niederschlages dargestellt. Der Niederschlag im Jahr 2017 am Standort Hamerstorf ist in dem Zeitraum März-Juli extrem hoch (Abbildung 39). Die Verdunstung ist im Monat Juni

mit 140 mm am höchsten. Die Niederschlagsmenge für den Monat Juni beträgt 132 mm. Die Jahressumme des Niederschlags beläuft sich in Hamerstorf auf 1102 mm. Die jährliche Verdunstung liegt bei 792 mm.

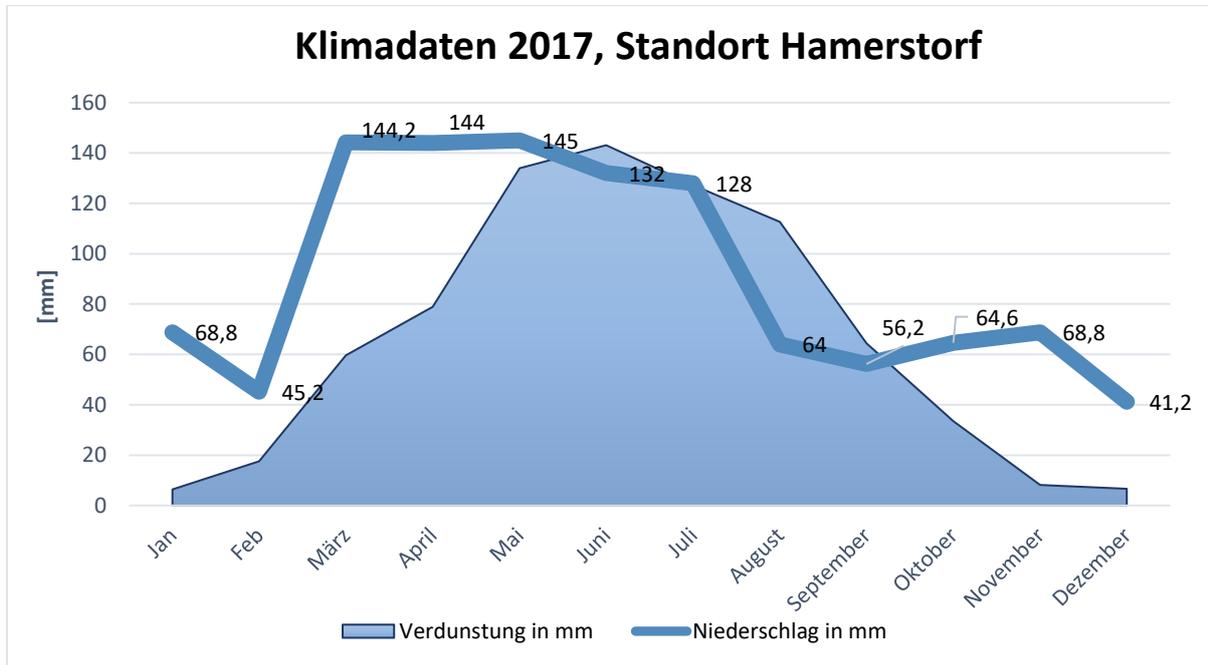


Abbildung 39: Darstellung Verdunstung und Niederschlag im Jahr 2017, Standort Hamerstorf (Verdunstungswerte vom DWD, modifiziert)

Die Niederschlagssumme für den Messstandort Hamerstorf liegt in 2018 bis August bei 321 mit einer gemessenen Verdunstung von 913 mm (siehe Abbildung 40). Insgesamt war 2018 ein extrem trockenes Jahr, die Auswirkungen für die Landwirtschaft in der ganzen Republik waren gravierend. Insbesondere die Bewässerungsintensiven Kulturen wie Kartoffeln benötigten in 2018 die bis zu 3-fache Menge Zusatzwasser.

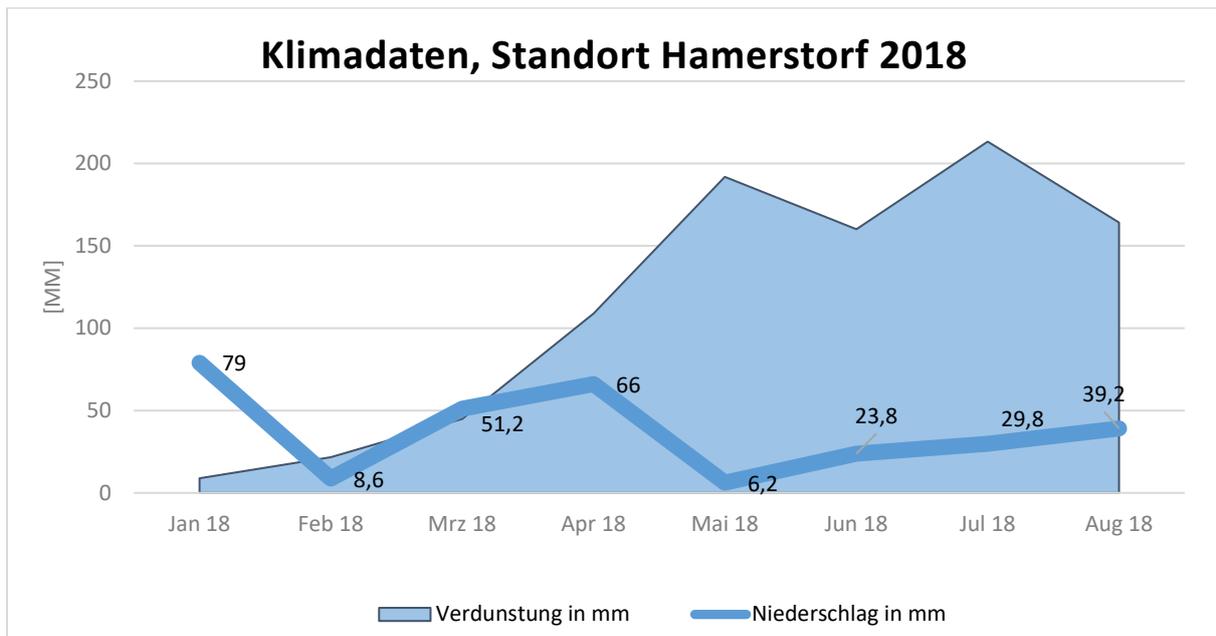


Abbildung 40: Klimadaten Verdunstung und Niederschlagsmenge 2018, Hamerstorf (Verdunstungswerte vom DWD, modifiziert)

Im Jahr 2018 erfolgte eine zusätzliche direkte Messung der potenziellen Verdunstung über die Penman-Verdunstungspfanne. Diese Methode half um indirekte und direkte Messverfahren vergleichen zu können. Die in der Tabelle 20 dargestellten Messwerte stellen die potentiellen Verdunstungsmengen in mm der jeweiligen Stationen dar. Die Werte der Station Suderburg wurden über die Penman Verdunstungspfanne (direkte Messung) in mm gemessen. Die Werte des Deutschen Wetterdienstes werden durch eine Berechnung der gemessenen meteorologischen Parameter der Station in Uelzen ermittelt. Die Penman-Formel bezieht sich auf offene Wasserflächen und gut mit Wasser versorgte landwirtschaftliche Flächen. Die durch die Energiezufuhr (Strahlung) bedingte maximal-mögliche Verdunstung bezeichnet man als potenzielle Verdunstung. Da die Strahlung häufig nicht gemessen wird, wird der Strahlungsterm der Penman-Gleichung alternativ durch einige gängige Größen (u. a. die Lufttemperatur) ersetzt, was auf eine 2. einfachere Gleichung führt. Die vorliegende Version zur Berechnung der Penman-Verdunstung stellen zwei von vielen möglichen Berechnungsarten dar. Im Mittel ergeben die Verdunstungswerte P2 (mit Strahlungsbilanz) ca. 4 % höhere Beträge als P1 (DWD, 2018).

Tabelle 20: Potentielle Verdunstung Juli 2018, Hochschule Suderburg und DWD

Datum	pot. Verdunstung Penman, Station Suderburg	pot. Verdunstung Penman, Station Uelzen (DWD)
05.07.2018	3,76	8,3
06.07.2018	6,93	5,7
07.07.2018	4,18	8,0
08.07.2018	10,26	7,2
09.07.2018	5,64	5,1
10.07.2018	7,16	2,4
11.07.2018	1,52	2,2
12.07.2018	1,22	7,2
13.07.2018	6,86	3,9
14.07.2018	3,80	5,3
15.07.2018	4,37	6,2
16.07.2018	5,42	7,0
17.07.2018	5,26	8,7
18.07.2018	7,69	6,0
19.07.2018	4,82	7,6
20.07.2018	5,80	6,0
21.07.2018	5,38	6,7
22.07.2018	5,38	7,6
23.07.2018	5,98	7,3
24.07.2018	6,34	7,6
25.07.2018	6,17	8,5
26.07.2018	8,29	8,9

Die weiteren Stationen, deren Daten in die Betrachtung der Meteorologie eingeflossen sind, waren fest installierte Stationen der Ostfalia Hochschule am Campus in Suderburg, der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, nördlich der Versuchflächen in Hamerstorf und des Deutschen Wetterdienstes zwischen Holdenstedt und Uelzen. Während der Projektlaufzeit sind insbesondere die Kompaktwetterstationen von messausfällen betroffen gewesen. Dies hatte unterschiedliche Ursachen, die oftmals mit der solaren Stromversorgung zusammenhingen, aber auch aufgrund von Ausfällen bestimmter Bauteile. Es lässt sich also feststellen, dass eine Aufzeichnung von relevanten Klimadaten unbedingt durch die Betrachtung weiterer Stationen abgesichert sein sollte, um fehlende Daten rekonstruieren zu können. Allerdings haben auch die stationären Stationen Messausfälle während der Betrachtungszeit gehabt, sodass am Ende nur ein Monat (Juli 2017) vorlag, in dem alle Stationen eigene Daten produziert

haben. Für die Berechnung des CWSI wurden am Sensornetzwerk des Thünen Institutes eigene Wetterdaten erfasst.

Die Ostfalia Hochschule hat aus eigenen Mitteln eine Drohne, unter anderem mit Thermalkamera, beschafft. Diese wird zu weiteren Versuchen im SeBeK Projekt eingesetzt. Erste Aufnahmen auf den Versuchsflächen wurden bereits gemacht, dies dient der Untersuchung der Möglichkeiten für die spätere Anwendung von Thermografie zur Berechnungssteuerung. Weiterhin soll ein Imagefilm für Öffentlichkeitsarbeit entstehen.

Befliegungen mit der Drohne und der Thermalkamera ließen Rückschlüsse auf eine unterschiedliche Temperaturverteilung zu. Es besteht die Möglichkeit ganze Schläge auf ihre Temperaturheterogenität zu untersuchen, die Temperaturmessung an sich ist für eine Berechnung des CWSI jedoch zu ungenau. Momentan sind keine Sensoren mit ausreichender Genauigkeit auf dem Markt verfügbar. In Abhängigkeit der zukünftigen Sensorentwicklung ist die Bestimmung des CWSI über eine solche Messung aber durchaus eine realistische Möglichkeit.

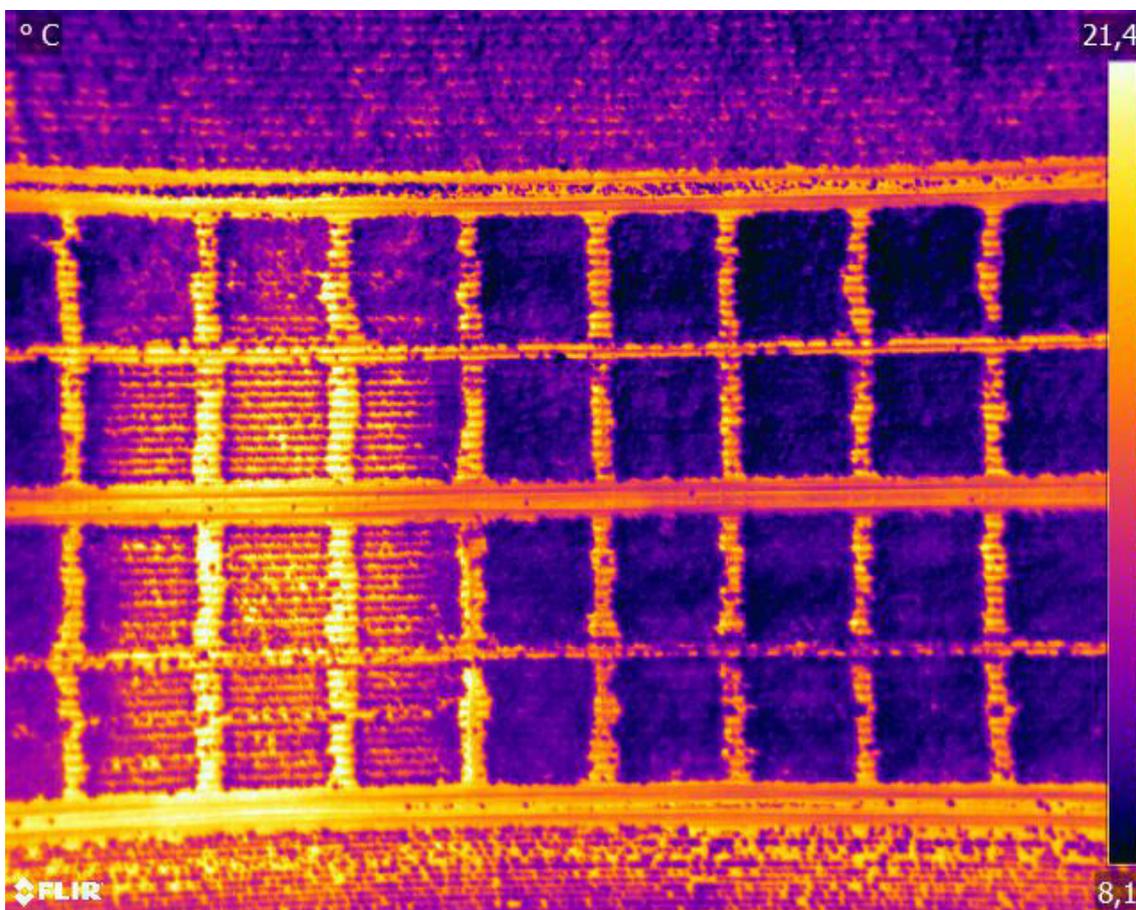


Abbildung 41: Aufnahme mit der Thermalkamera an einer Drohne. Gut ersichtlich sind die Temperaturunterschiede der verschiedenen Parzellen auf den Versuchsflächen in Hamerstorf (Foto: Ostfalia, Suderburg)

#### *Beginn der Vegetationsperiode 2019*

Das Setzen der Kartoffeln an der Versuchsstation Hamerstorf erfolgte am 15.04.2019. Eine Ausführliche Dokumentation der Kartoffelpflanzungen wurde 2018 seitens der Ostfalia nicht durchgeführt, da es keine signifikanten Abweichungen zu den Vorjahren gab. Weitere Details sind in den Aufzeichnungen der Landwirtschaftskammer ersichtlich.

Weitere Details zu den Auswertungen stehen unter Punkt 2.4, an dieser Stelle werden die Ergebnisse der Arbeitspakete kompakt dargestellt.

### **Gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit 2016**

In der ersten Projektphase wurden insbesondere der Projektstart und die wesentlichen Inhalte kommuniziert und interessierte Personen über das Projekt informiert.

Am 29.6.2016 wurde eine Veranstaltung durchgeführt bei der die Landesbeauftragte Jutta Schiecke, Amt für regionale Landesentwicklung Lüneburg im Beisein einer Vielzahl interessierter Menschen aus der Region den Förderbescheid für das Projekt an die Operationelle Gruppe übergeben hat.

Am 10.8.2016 besuchte die Bundestagsabgeordnete Frau Dr. Julia Verlinden und der Landtagsabgeordnete Ottmar von Holtz die Hochschule um sich über das Projekt zu informieren. Vom 21. bis 31.8.2016 besuchten 20 Wasserexperten aus dem Iran die Hochschule um sich über die Aktivitäten im Bereich der Bewässerung in der Region Uelzen zu informieren, am 26.8.2016 wurde dazu auch eine kleine Produktmesse mit verschiedenen Firmen aus dem Wassersektor durchgeführt.

#### *Termine der Projektvorstellung 2016*

- 27.5.2016 Auftaktveranstaltung EIP Agri Hannover
- 29.6.2016 Bescheidübergabe und Information von Presse und Interessierten über das Projekt in Suderburg (siehe
- Abbildung 43)
- 10.8.2016 Besuch der Bundestagsabgeordneten Frau Dr. Julia Verlinden und des Landtagsabgeordnete Ottmar von Holtz in Suderburg und Information über das Projekt
- 15.8.2016 Information des Wasserverbandstages über das Projekt in Suderburg
- 21.-31.8.2016 Besuch von 20 Wasserexperten aus dem Iran mit Produktmesse zur Bewässerung, Wasserversorgung am 26.8.2016 in Suderburg (siehe Abbildung 45)
- 6.9.2016 Information der IHK Lüneburg-Wolfsburg über das Projekt und das Netzwerk in Lüneburg
- 30.9.2016 Information von ehemaligen Lehrenden im Masterstudiengang Tropenwasserwirtschaft in Suderburg über das Projekt



Abbildung 42: EIP Agri Auftaktveranstaltung in Hannover mit Minister Christian Meyer (Foto: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Umweltschutz)



Abbildung 43: Übergabe des Förderbescheides durch die Landesbeauftragte Jutta Schiecke im Beisein des Landtagsabgeordneten Jörg Hillmer (Foto: OG Nachhaltige Bewässerung)

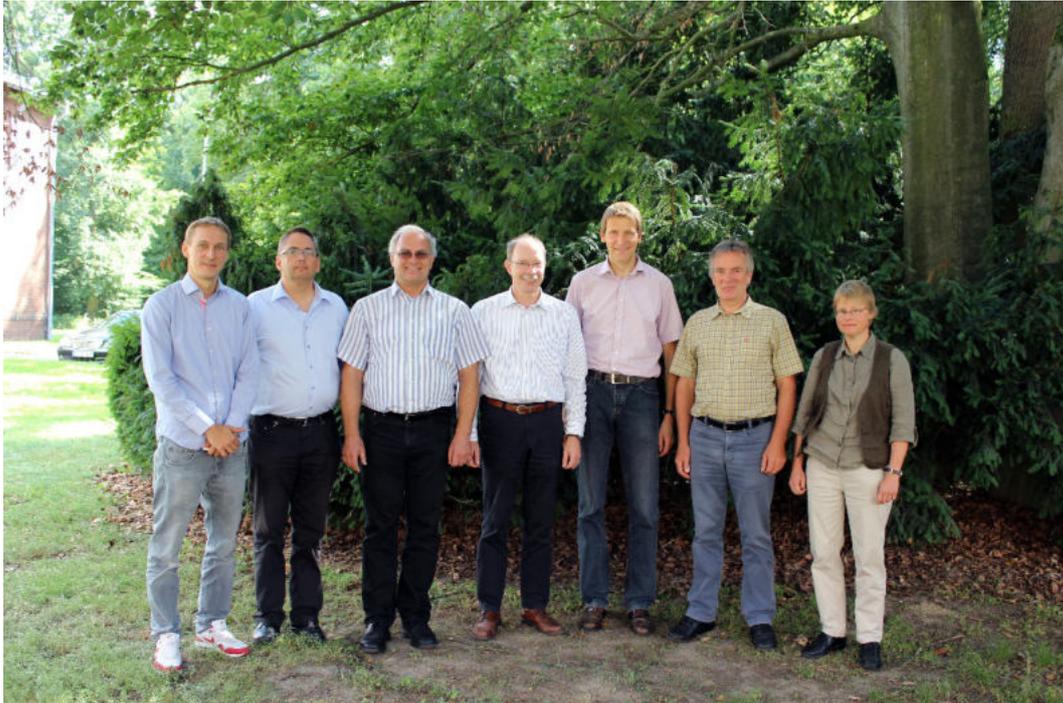


Abbildung 44: Treffen der Operationellen Gruppe am 16.8.2016 am Thünen Institut in Braunschweig (v.l.n.r. Jano Anter, Klaus Röttcher, Martin Kraft, Jürgen Grocholl, Klaus Dittert, Ekkehard Fricke und Angela Riedel) (OG Nachhaltige Bewässerung)



Abbildung 45: Besuch iranischer Wasserbauexperten in Suderburg (Foto: OG Nachhaltige Bewässerung)

### **Gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit 2017**

Das Innovationsprojekt SeBeK hat sich im ersten Halbjahr 2017 auf verschiedenen Veranstaltungen vorgestellt. Im Folgenden ist eine Auflistung der Veranstaltungen zu finden.

- Präsentation des Innovationsprojektes für eine Delegation aus China, 28.04.2017

Eine Gruppe von chinesischen Agrar- und Bewässerungsexperten haben im Rahmen einer Delegationsreise die Versuchsanlage in Hamerstorf, sowie den Campus Suderburg der Ostfalia Hochschule besucht. Die Delegationsreise fand im Rahmen eines des Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanzierten Kooperationsprojektes mit dem Ministerium für Landwirtschaft der Volksrepublik China (MoA) statt. Das Projekt „Deutsch-Chinesischer-Ackerbau- und Landtechnik-Demonstrationspark (DCALDP)“ fokussiert auf den Bereich der nachhaltigen Modernisierung. Herr Fricke und Herr Prof. Röttcher informierten die Delegation ausführlich über den Versuchsaufbau des SeBeK Projektes sowie über die Hintergründe und den Bedarf.



Abbildung 46: Chinesische Delegation in Suderburg (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg)

- Gewerbetag Suderburg, 07.05.2017

Der Gewerbetag in Suderburg bietet eine Möglichkeit die regionale Wirtschaft zu stärken und über Neuentwicklungen zu informieren. Das SeBeK wurde in der Wasserbauhalle der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften am Campus Suderburg präsentiert. Durch den lokalen Bezug, auch durch die benachbarten Versuchsflächen in Hamerstorf, gab es ein großes Interesse bei den Besuchern des Gewerbetages.

- Projekttag Wasserbau des Erica Ingenieure e.V., 18.05.2017

Der jährliche Projekttag des Vereins der Erica Ingenieure wurde am Campus Suderburg der Ostfalia Hochschule durchgeführt und auch hier wurde das SeBeK Innovationsprojekt dem Fachpublikum vorgestellt.



Abbildung 47: Vorstellung des SeBeK Innovationsprojektes dem Fachpublikum und Vertretern der Gemeinde auf dem Projekttag der Erica Ingenieure (Foto: Iris Bagdahn, Ostfalia Suderburg)

- Workshop DLG Smart AKIS in Bernburg-Strenzfeld, 30.05.2017

Smart AKIS (AKIS: Agricultural Knowledge & Innovation System) ist ein europäisches Netzwerk, welches Smart Farming Technologien und Lösungen in der europäischen landwirtschaftlichen Branche miteinander vereint. Die Projektlaufzeit beträgt 3 Jahre (Beginn 2016). Um der herausfordernden Aufgabe in 2050 bis zu 9 Mrd. Menschen zu ernähren und gleichzeitig die Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit des europäischen Agrarsektors zu begegnen, ist eine zusätzliche Verbreitung von Smart Farming Technologien notwendig. Ziel ist es, eine nachhaltigere, ressourceneffizientere und produktivere Landwirtschaft sicher zu stellen. Laut einer Umfrage erachten die Befragten, 46 % der eingesetzten Smart Farming Tools in der Landwirtschaft als sinnvoll. Zukünftig sollen neben Drohnen und Smartphone Apps, Roboter für monotone Arbeitsprozesse zum Einsatz kommen. Hierbei wurde ebenfalls über das SeBeK Innovationsprojekt informiert und der Kontakt zu potentiellen Partnern geknüpft, sowie thematische Schnittstellen gesucht.

- Rieselwiesenfest, 01.06.2017

Seit sechs Jahren wird von der Dorfgemeinschaft Suderburg in Zusammenarbeit mit dem Campus Suderburg im zweijährigen Turnus das Rieselwiesenfest ausgerichtet. Hierbei wird das Bewässerungssystem auf den nach ursprünglichem Vorbild angelegten Rieselwiesen demonstriert. Die Rieselwiese ist eine historische Suderburger Entwicklung, mit der die Grasproduktion verachtfacht werden konnte. Diese Entwicklung war unter anderem ausschlaggebend für die Gründung der Wiesenbauschule Suderburg vor über 160 Jahren. In diesem passenden Rahmen konnte sich das SeBeK Innovationsprojekt der interessierten Öffentlichkeit präsentieren und den Bedarf der Bewässerung, damals wie heute, sowie die Notwendigkeit nach Nachhaltigkeit und Effizienz darstellen.



Abbildung 48: Vorstellung des SeBeK Innovationsprojektes auf dem Suderburger Rieselwiesenfest 2017 (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)

- DLG Bewässerungstagung 2017 in Bernburg-Strenzfeld, 20.06.2017

Die DLG Bewässerungstagung 2017 wurde am internationalen DLG Pflanzenbauzentrum (IPZ) in Bernburg abgehalten. Die Veranstaltung mit ca. 80 Besuchern stand im Fokus der Tropfbewässerung und Anbausysteme als Antwort auf Wasserknappheit im Pflanzenbau.

In diesem relevanten Umfeld konnte das SeBeK Innovationsprojekt viele interessante Kontakte knüpfen und den Kontakt zu Stakeholdern aufbauen, die in Zukunft als potentieller Partner in Frage kommen können. Neben Fachleuten aus dem Bereich Bewässerung waren auch einige Wissenschaftler, Landwirte und Hersteller von Beregnungsanlagen anwesend.

- 02.08.2017: Kartoffeltag der LWK Niedersachsen in Oldendorf II.

Während des Kartoffeltages insbesondere für Ökoland fand ein Austausch über Kartoffelanbau und Sortenvielfalt statt. Im Rahmen dieser Veranstaltung wurde das SeBeK-Projekt durch einen Aufsteller präsentiert, um in erster Linie über das Projekt zu informieren und um das Netzwerk relevanter Personen auszubauen. Herr Prof. Dr. Röttcher, Herr Dr. Grocholl und Frau Christine Schröder waren vor Ort vertreten.



Abbildung 49: Kartoffeltag der LWK in Oldendorf II (Foto: Iris Dahms, Ostfalia Suderburg)

- Roadshow „Niedersachsen on Tour“ der Staatskanzlei Niedersachsen am Tag der Niedersachsen in Wolfsburg am 01.09.2017

Im Rahmen der Roadshow „Niedersachsen on Tour“ waren das Landwirtschaftsministerium und die Staatskanzlei vom Frühjahr bis Spätsommer zur EU-Förderung in Niedersachsen unterwegs. Am Tag der Niedersachsen war die OG „Nachhaltige Bewässerung“ am 1.9.2017 mit einem Info Stand in Wolfsburg vor Ort vertreten. In diesem Zusammenhang wurden zahlreiche Projekte aus der Förderlandschaft des ELER präsentiert. Viele gute Gespräche und interessierte Besucher und Besucherinnen wurden auf unser Projekt aufmerksam. Frau Dahms (ehem. Bagdahn) und Herr Meinardi betreuten den Stand. Neben der Präsentation durch den Aufsteller, lief eine Slideshow im Hintergrund mit Fotos die den Projektverlauf chronologisch aufzeigten.



Abbildung 50: Messestand ELER Niedersachsen am Tag der Niedersachsen in Wolfsburg. Rechts der Stand des SeBeK Projektes. (Foto : Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg)

- Treffen der Wirtschaftsförderer ARL Lüneburg, 02.11.2017

Am 02.11.2017 wurde beim Treffen der Wirtschaftsförderer beim Amt für regionale Landesentwicklung in Lüneburg eine Präsentation des SeBeK-Projektes durch Herrn Meinardi gehalten.

- Agritechnica 2017

Das SeBeK Projekt hat sich mit einem Poster am Stand des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Halle 21, Stand C18) auf der Agritechnica Messe 2017 in Hannover vorgestellt. Vor Ort war Herr Dr. Grocholl von der Landwirtschaftskammer Uelzen.



Abbildung 51: Messestand Staatskanzlei Niedersachsen, Poster SeBeK (Foto: Jürgen Grocholl, LWK)

- Kompostworkshop, 05.12.2017

Am 05.12.2017 fand der zweite Kompostworkshop des Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH statt. Dieser wurde vom EIP „Biokartoffeln mit Kompost“ im Bauckhof Stüttensen ausgerichtet. Frau Dahms war vor Ort vertreten und informierte über das Projekt. Teilnehmer waren zahlreiche Ökolandbauern, die Ihren Fokus auf Kartoffelanbau gesetzt haben.

### **Gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit 2018**

Das SeBeK Projekt war nicht zuletzt durch die extreme Trockenheit in den ersten Monaten der Vegetationsperiode 2018 im Fokus regionaler Medien.

- SeBeK in den Medien (Juli 2018)

Bedingt durch niederschlagslose Wetterverhältnisse, wurden regionale Nachrichtensender wie der NDR (Hallo Niedersachsen), Sat1 Regional und RTL Nord auf das SeBeK-Projekt aufmerksam. Diese berichteten im Rahmen ihrer regionalen Nachrichten über die Auswirkungen der extremen Wetterlage auf die Landwirtschaft und den damit verbundenen Bewässerungsbedarf. Die Dreharbeiten fanden auf den Versuchsflächen in Hamerstorf und Niendorf II statt, interviewt wurden Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer und der Ostfalia Hochschule (siehe Abbildung 52; Abbildung 53; Abbildung 54). Des Weiteren wurden Radio Beiträge seitens des Radiosender NDR1 Niedersachsen über das Projekt aufgenommen und ausgestrahlt. Herr Röttcher wurde hierzu vom NDR befragt, thematisiert wurde unter anderem die Errichtung eines Institutes für Nachhaltige Bewässerung an der Ostfalia Hochschule in Suderburg im Rahmen des SeBeK-Projektes. Auch die Hochschule intern hat einen Zeitungsbeitrag über das SeBeK-Projekt verfasst. Die Wetterlage während der Vegetationsperiode 2018 hat die öffentliche Wahrnehmung bezüglich des Bedarfs für Beregnung und der hierhingehenden Forschung vergrößert.



Abbildung 52: Aufnahmen für die Regionálnachrichten RTL Nord (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 53: Aufnahmen für die Regionlnachrichten SAT1 Regional (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 54: Aufnahmen für die Sendung hallo Niedersachsen des NDR (Foto: Dominic Meinardi, Ostfalia Suderburg)

- „Dürre in Deutschland“- 3Sat Wissenschaftsdoku mit Drehort Ostfalia, Suderburg

Im Rahmen der 3Sat Reihe „Wissenschaftsdoku“ zum Thema „Dürre in Deutschland“ wurden in der Region Uelzen vom 22.10. – 26.10.2018 unterschiedliche Sequenzen gedreht. Frau Voges, eine freie Autorin und Regisseurin, hat Prof. Klaus Röttcher zum Thema Wasser, Beregnung und Bewässerungssteuerung interviewt. In der 45-minütigen Dokumentation wird auch die Feldberegnung thematisiert. Herr Röttcher beantwortete Fragen zu Bewässerungstechniken in Deutschland und stellte den Landkreis Uelzen als die beregnungsintensivste Region Deutschlands vor. Die Forschungsprojekte aus diesem Themenbereich wurden ebenfalls vorgestellt.



Abbildung 55: Aufnahmen im Feld (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)

Die Wasserbauhalle der Hochschule in Suderburg diente am zweiten Drehtag als Kulisse. Dort wurden verschiedene hydraulische Versuche vorgestellt (siehe Abbildung 56). Weitere Drehorte in der Region waren die Zuckerfabrik in Uelzen und das Speicherbecken in Stöcken, dort wurde der Vorsitzende der Karl Hillmer Gesellschaft Ulrich Ostermann interviewt, allerdings in seiner Eigenschaft als Geschäftsführer des Kreisverbandes der Wasser- und Bodenverbände Landkreis Uelzen. Die Erstausstrahlung war am 13.12.2018 auf dem Sender 3Sat.



Abbildung 56: Filmaufnahmen des Kamerateams in der Versuchsrinne in der Wasserbauhalle (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)

- DVS Workshop „Precision Farming“ am Campus Klein Altendorf (5./6.11.2018)

Der zweitägige Workshop am Campus der Universität Bonn fand am Campus in Klein Altendorf statt. Neben der Besichtigung von Projekten auf dem Campus wurden die Miniplots und das „BREED-FACE Field phenotyping under elevated CO<sub>2</sub>“, ein FACE-Experiment zur Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration der Luft vorgestellt. Im Anschluss stellten die anwesenden Operationellen Gruppen Ihre EIP-Projekte im Bereich „Precision Farming“ vor. Frau Dahms stellte die Feldergebnisse 2018 aus dem SeBeK-Projekt vor. Der Workshop bot eine gute Gelegenheit sich mit anderen OG's fachlich auszutauschen und Netzwerke zu bilden.



Abbildung 57: Simulationsversuche im Gewächshaus zu Erdbeeren unter Einbringung von unterschiedlichen Substraten (Foto: Iris Dahms, Ostfalia Hochschule)



Abbildung 58: MiniPlots facility for greenhouse and field (Foto: Iris Dahms, Ostfalia Hochschule)

Die Miniplots Anlage ermöglicht es, Pflanzen innerhalb und außerhalb des Gewächshauses zu studieren. Die Anlage ist mit einem genauen Positionssystem ausgestattet, das automatische Messungen über den einzelnen Containern erlaubt.

## **Gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit 2019**

Das SeBeK Projekt war wie in den Jahren zuvor auf den Veranstaltungen am Ostfalia Campus in Suderburg vertreten und informierte interessierte Besucher und Teilnehmer mit Bildern, Postern, Broschüren und im Gespräch.

- Projekttag Wasser des Erica Ingenieure e.V., 23.05.2019
- Rieselwiesenfest, 06.06.2019
- Im Juli wurde ein Imagevideo in Zusammenarbeit mit der DVS gedreht. Die Veröffentlichung erfolgte im August 2019 auf der Webseite der dvs und auf Youtube. Die Inhalte und Ziele des EIP Agri SeBeK Projektes wurden dargestellt und erreichen auf diesem Wege ein großes Publikum.
- Erste Projektergebnisse wurden in der Oktober Ausgabe der Fachzeitschrift „topagrar“ in einem gemeinschaftlichen Artikel mit dem EIP Projekt „Precision Irrigation“ aus Brandenburg veröffentlicht.

### **2.4.4 Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP-Themen**

Noch keine Angaben

### **2.4.5 Nebenergebnisse**

#### *Weitere Aktivitäten im Berichtszeitraum 1-2017*

- Am 16.02.2017 fand ein Treffen der niedersächsischen Operationellen Gruppen in Hannover statt. Bei diesem Treffen wurde das Innovationszentrum Niedersachsen als Innovationsdienstleister für die EIP Agri Projekte Niedersachsen vorgestellt. Das Projekt SeBeK hat sich, wie die anderen Projekte auch, kurz vorgestellt und Kontakte zu anderen Operationellen Gruppen geknüpft.
- Vom 22.06.- 23.06.2017 fand das zweite Treffen des Netzwerks „EIP Agrar & Innovation Niedersachsen“ in Hannover statt. Die Teilnehmenden erarbeiteten die Grundlagen zukünftiger, gemeinsamer Öffentlichkeitsarbeit. Ein wichtiges Ergebnis des Treffens ist eine von den Teilnehmern erarbeitete Botschaft zur Arbeit des Netzwerkes. Diese ermöglicht eine einheitliche und wiedererkennbare Außendarstellung gegenüber der Öffentlichkeit und Pressevertretern.

„Das Netzwerk EIP Agrar & Innovation Niedersachsen vereint Landwirte und Wissenschaftler, die mit weiteren Partnern zusammenarbeiten, um die Qualität unserer landwirtschaftlichen Erzeugnisse zu sichern. In vierzehn Projekten erarbeiten sie gemeinsam Lösungen für die Bereiche Tierhaltung, Pflanzenbau und Umweltschutz.“ Im mündlichen Gebrauch vereinfacht zu: „EIP Niedersachsen sind Landwirte und Wissenschaftler, die ...“ Die Botschaft beruht auf drei Kernaspekten unserer Arbeit, die nach Ansicht der Teilnehmer unbedingt genannt werden sollten. Diese sind:

- der transdisziplinäre Charakter des Netzwerks und seine thematische Vielfalt,
- die Entwicklung zukunftsfähiger und gesellschaftlich relevanter Lösungen
- die aus/mit der Praxis für die Praxis entwickelt werden.

#### *Weitere Aktivitäten im Berichtszeitraum 2-2017*

- Am 11.und 12. September fand in der Zusammenarbeit mit dem Thünen-Institut und dem Julius-Kühn-Institut die Fachtagung „Bewässerung in der Landwirtschaft“ am Campus Suderburg statt.

Rund 100 Teilnehmer nahmen an der zweitägigen Veranstaltung teil. Neben Fachvorträgen zum Thema Effizienz in der Bewässerungstechnik, der Bewässerungssteuerung, Verbesserung der Nährstoff-Effizienz durch Beregnung und Verregnung von Abwasser, stellte sich die OG Nachhaltige Bewässerung vor (Abbildung 59). Im Rahmen der Veranstaltung präsentierte Herr Anter das SeBeK-Projekt. Zum Abschluss der Fachtagung unternahmen die Teilnehmer eine Exkursion auf die Versuchsflächen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen in Hamerstorf, wo neben den Versuchsflächen des SeBeK Projektes auch weitere landwirtschaftliche Versuche präsentiert wurden.



Abbildung 59: Gruppenfoto Fachtagung „Bewässerung in der Landwirtschaft“ (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)

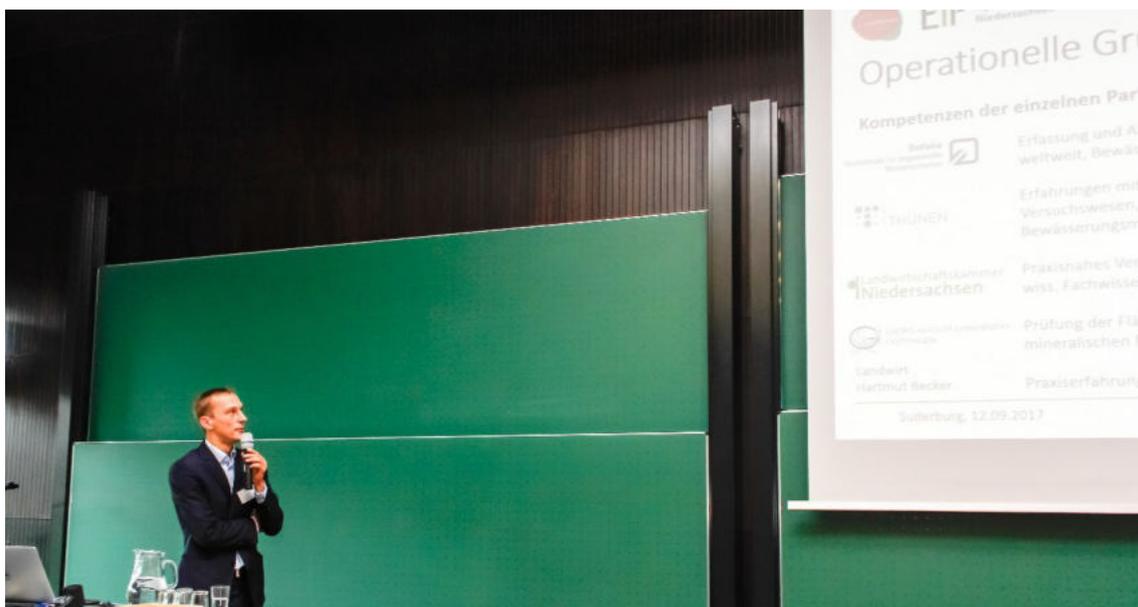


Abbildung 60: Vortrag zum SeBeK-Projekt von Herrn Anter (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)

- Im Anschluss an die Fachtagung am 12.09.2017 fand ein Vernetzungstreffen verschiedener Operationeller Gruppen in Suderburg statt. Die eingeladenen OG's bearbeiten derzeit EIP-Agri Projekte mit einer dem SeBeK Projekt themennahen Aufgabenstellung (Bewässerung, Landwirtschaft, Kartoffelanbau, Boden). Die folgenden EIP Projekte folgten dem Aufruf der OG Nachhaltige Bewässerung.
  - Aqua C+
  - GS-Netz
  - Steuerung des Zusatzwassereinsatzes in der Pflanzenproduktion
  - Biokartoffeln mit Kompost

Verschiedene Fragestellungen zu inhaltlichen Themen, sowie zur Projektdurchführung wurden besprochen. Zum Ende des Vernetzungstreffens wurden die folgenden Aussagen getroffen:

- a. Das Innovationszentrum Niedersachsen soll bezüglich eines Europaweiten Vernetzungstreffens themennaher EIP Projekte befragt werden
- b. Weitere Treffen in dem Rahmen des Vernetzungstreffens werden angestrebt (Teilnahme an Veranstaltungen anderer OG's, Einladungen zu anderen Standorten, gemeinsame Veranstaltungen, etc.)
- c. Ein E-Mail Verteiler für zukünftige Kontaktaufnahmen wird eingerichtet

Jede teilgenommene OG hatte im Vorfeld das jeweilige Projekt durch ein Poster im Mensa-Foyer im Rahmen der Fachtagung präsentiert.



Abbildung 61: Vernetzungstreffen themennaher EIP-Agri Projekte in Suderburg (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)



Abbildung 62: Posterausstellung von EIP-Agri Projekten während der Fachtagung „Bewässerung in der Landwirtschaft“ in Suderburg am 11. und 12.08.2017 (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Suderburg)

- Vom 08.-14.10.17 fand die Jahrestagung der International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) in Mexico Stadt statt. Deutschland ist 2015 aus der ICID ausgetreten, Prof. Dr. Röttcher war bis 2015 Mitglied des deutschen Nationalkomitees und ist seit dem Einzelmitglied in der ICID. Herr Röttcher hat das Projekt dort in der Europäischen Arbeitsgruppe vorgestellt und mit den Kolleginnen und Kollegen diskutiert. Hier ergaben sich interessante Kontakte nach Finnland zu einem Projekt, bei dem gesteuerte Drainagen zur Regulierung des Wasserhaushaltes eingesetzt werden. Daneben ist die internationale Netzwerktätigkeit von großer Bedeutung insbesondere Kontakte nach Australien, USA, Kanada und Südafrika da dort ebenfalls mit hohem Technik- und Sensoreneinsatz bewässert wird.
- Vom 11.-12.10.2017 fand in Oeiras, Portugal der Agri Innovation Summit 2017 statt. Das SeBeK Projekt war auf Einladung des EIP-Agri Service Point durch Herrn Meinardi vertreten. Neben der aktiven Teilnahme an dem Workshop konnten relevante Kontakte geknüpft und vertieft werden.
- Am 26.10.2017 fand ein Ideenworkshop mit Impulsvorträgen am Campus Suderburg statt. Hintergrund dieser Veranstaltung ist die Gründung eines Instituts zur Nachhaltigen Bewässerung. Die Teilnehmer hatten verschiedene Hintergründe wie z.B. Mitarbeiter von Verbänden, Behörden und Wirtschaftsunternehmen, sowie Landwirte.
- Am 08.12.2017 haben sich Herr Dr. Grocholl und Frau Dahms auf der Kartoffelspezialberatung nach geeigneten Kartoffelbetrieben umgesehen und Fragebögen an geeignete Landwirte ausgegeben.
- Am 14.12.2017 fand in Hannover eine Informationsveranstaltung zum zweiten Projektauftrag für EIP Agri in Niedersachsen statt. Dort vertreten waren Herr Prof. Dr. Röttcher, Herr Dr. Grocholl und Frau Dahms. Herr Dr. Kowalski, vom Innovationsdienstleister Innovationszentrum Niedersachsen, stellte in seinem Vortrag das EIP-AGRI Netzwerk in Niedersachsen vor und präsentierte das SeBeK-Projekt als Innovationsbeispiel. Interessante Kontakte zu anderen thematisch ähnlichen oder verknüpfbaren Projekten wurden gesammelt.

#### *Weitere Aktivitäten im Berichtszeitraum 1-2018*

- Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen, vertreten durch Herrn Dr. Grocholl und die Ostfalia Hochschule, vertreten durch Herrn Meinardi nahmen an dem Vernetzungstreffen der Deutschen Vernetzungsstelle ländliche Räume (DVS) am 05. und 06.03.2018 in Weimar teil. Das SeBeK Projekt wurde anhand eines Posters präsentiert. Hauptsächlich wurde hierbei der Fokus auf den fachlicheren Austausch und das Networking unter den Operationellen Gruppen gelegt. Alle EIP-Projekte aus Deutschland waren zur Teilnahme aufgerufen.
- Die Fachveranstaltung der DLG Arbeitsgruppe „Nutzung alternativer Wasserressourcen zur Feldbewässerung“ in Linthe wurde ebenfalls durch die Projektpartner der LWK sowie von Frau Dahms vertreten. Moderator der Bewässerungstagung war unser Projektpartner und Vertreter des FVB Herr Fricke. Es gab viele Anknüpfungspunkte seitens der OG-Partner, die ebenfalls an dem DVS Workshop zum Thema Bewässerung teilnehmen. Die Vernetzung und der fachliche Austausch ist hilfreich im Zuge der Projektbearbeitung, aber auch für die Stärkung des Netzwerkes, dessen Entwicklung ein wichtiger Teil der Projektaufgaben ist.
- Neben der Vernetzung der EIP-Projekte Deutschlandweit erfolgte diese auch auf internationaler Ebene. Herr Meinardi nahm an dem EIP-AGRI Workshop „Water & Agriculture“ in Almería, Spanien, teil. Neben dem Austausch mit internationalen Partnern, der Präsentation des SeBeK-Projektes vor dem Konsortium und der Ausarbeitung einer ganzheitlichen Strategie, wurden viele wichtige bewässerungsrelevante Themeninhalte diskutiert und erarbeitet. Schwerpunkte lagen in den Bereichen Bewässerungstechnologien und Techniken und Quantität, Wasserqualität und Grundwasserschutz und Oberflächenwasser unter Berücksichtigung einer guten landwirtschaftlichen Praxis sowie der effizienten Nutzung von Wasserressourcen.

#### *Weitere Aktivitäten im Berichtszeitraum 2-2018*

- Am 04. und 05. September 2018 gab es einen DVS Workshop zum Thema Bewässerung in Suderburg. Das SeBeK-Projekt hatte sich zusammen mit anderen Operationellen Gruppen aus Deutschland (Hauptsächlich OG's die bei dem Vernetzungstreffen 2017 teilnahmen) bei der DVS direkt beworben und den Zuschlag erhalten. Der Schwerpunkte der Veranstaltung am ersten Tag lag auf Vorträgen bezüglich Thermografie, Ökonomie, Meteorologie und Modellierung. Am zweiten Tag fand das interne Networking-Treffen mit Vorstellung der themenverwandten Projekte der einzelnen OG'S statt. Als Abschlussveranstaltung fand ein Feldbesuch in Hamerstorf insbesondere zur Besichtigung des SeBeK-Feldversuches statt. Die Planung dieser Veranstaltung in Zusammenarbeit mit den anderen OG's und der DVS war Aufgabe des SeBeK Projektes. (siehe Abbildung 63)
- Am 12. Dezember gab es einen Workshop zum Thema Fertigation an der Ostfalia Hochschule in Suderburg, hier wurde unter anderem ein Versuch zu Tröpfchenbewässerung in Kartoffeln in Nord-Ost-Niedersachsen aufgearbeitet. Weitere Inhalte waren die Einführung in das Thema, Konzepte und Produkte der Firma AICL. Insbesondere der Nährstoffhaushalt und die Pflanzenverfügbarkeit waren im Fokus des Vortrags.



Abbildung 63: Networking während des DVS Workshop in Suderburg (Foto: Christine Schröder, Ostfalia Hochschule)

#### *Weitere Aktivitäten im Berichtszeitraum 1-2019*

- Vom 14. Bis 15. 03 2019 fand der dritte bundesweite Workshop für Operationelle Gruppen und Innovationsdienstleister statt. Die OG Nachhaltige Bewässerung nahm mit Herrn Meinardi an der Veranstaltung teil, die wie auch zuvor von der Deutschen Vernetzungsstelle für Ländliche Räume durchgeführt wurde. Insbesondere der Workshop zum Ergebnistransfer war interessant, da die OG Nachhaltige Bewässerung im Vergleich zu anderen OG's ein sehr weites Spektrum an Medien zur Verbreitung der Projektergebnisse nutzt und auch weit über die Anforderungen hinaus im Bereich des Ergebnistransfers aktiv ist. Somit konnten Erfahrungen und Tips der OG Nachhaltige Bewässerung mit anderen OG's geteilt werden.

#### *Weitere Aktivitäten im Berichtsraum 2-2019*

- Anfang September fand das dritte „World Irrigation Forum (WIF)“ auf Bali in Indonesien statt, Prof. Röttcher nahm an der Veranstaltung teil und präsentierte die Fortschritte und Ergebnisse aus dem SeBeK Projekt dem internationalen Publikum. Begleitend wurde ein Artikel der Ostfalia Hochschule mit dem Thünen Institut in dem Tagungsband veröffentlicht.

#### 2.4.6 Arbeiten, die zu keiner Lösung/zu keinem Ergebnis geführt haben

Grundsätzlich haben alle im Rahmen des Projektes durchgeführten Aktivitäten zu Lösungen, bzw. Ergebnissen geführt, indem sie für den Projektfortschritt wichtige Aussagen geliefert haben. Einige Aktivitäten wurden im Laufe des Projektes in Abstimmung mit den Projektpartnern abgestimmt und zusätzlich zu den aus dem Antrag beschriebenen Aufgaben durchgeführt. Hier lassen sich zusätzliche Befliegungen mit der Drohne nennen, die zum einen mit einer Thermalkamera ausgerüstet war und zum anderen mit einer Multispektralkamera. Die Ergebnisse waren für die Bestimmung des CWSI nicht nutzbar, gaben aber Aufschluss über den momentanen Stand der Technik bezüglich am Markt verfügbarer Sensoren, bzw. Auswertungsmethoden und lieferten somit wertvolle Informationen für die Aussagen zum Praxisnutzen. Auch die Messungen der Bodenfeuchte mit verschiedenen Sensoren (z.B.

Sentek Drill&Drop) lieferten keine unmittelbaren Ergebnisse zur Ermittlung des CWSI, waren aber im gesamten Kontext sehr aufschlussreich.

#### 2.4.7 mögliche weitere Verwendung von Investitionsgütern

Nicht relevant

### 2.5 Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Da zum Projektende keine konkreten Ergebnisse erzielt wurden gibt es auch keinen direkten Nutzen für die Praxis. Insbesondere durch die verschiedenen Veranstaltungen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit wurde jedoch eine erhöhte Aufmerksamkeit und Sensibilisierung für das Thema der Bewässerung und den Möglichkeiten der Wassereinsparung in der Fachöffentlichkeit erzielt.

Der CWSI ist grundsätzlich als Instrument für die Bestimmung des Beregnungswasserbedarfes geeignet, bedarf aber weiterer Forschung und Entwicklung um eine Marktreife zu erlangen.

Im Rahmen des Projektes wurde wie ursprünglich geplant ein Institut für nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen Raum an der Ostfalia Hochschule gegründet, sowie ein dazugehöriger Förderverein nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen Raum e.V. im Juni 2019. Somit ist eine Grundlage für die Verstetigung der Projektergebnisse geschaffen. Das Institut und der Förderverein dienen in erster Linie als Schnittstelle zwischen Praxis und Wissenschaft und führen so auch den EIP Gedanken weiter. Die Verstetigung des Netzwerkes sorgt für die Erhaltung geschaffener Strukturen, Netzwerke und die Umsetzung von Ideen und Anregungen. Erfahrungen aus der Region Nordostniedersachsen gewinnen immer mehr an Relevanz, auch in anderen Teilen Niedersachsens und Deutschlands. In allen hier angesprochenen Bereichen der Wasserwirtschaft bestehen für die Region Potenziale, die durch die Zusammenarbeit von Praxis und Forschung und Kooperation erschlossen werden können.

Der nun gegründete Förderverein bietet eine interdisziplinäre Plattform für alle Beteiligten aus Forschung und Praxis. Hier können Lösungen entwickelt und erprobt werden. Auch die Anpassung von Konzepten für andere Regionen steht im Fokus des Vereins. Durch die enge Verbindung des Vereins mit dem im Januar 2019 gegründeten Institut für nachhaltige Bewässerung und Wassermanagement im ländlichen Raum der Ostfalia Hochschule, Campus Suderburg bieten sich zahlreiche Möglichkeiten der Kooperation. Der steigende Handlungsbedarf kann durch die Expertise der Mitglieder des Fördervereins abgedeckt werden.



Abbildung 64: Teilnehmer der Gründungsveranstaltung des Fördervereins am 27.06.2019 in Suderburg. (Foto: Ostfalia, Suderburg)

## 2.6 (Geplante) Verwertung und Nutzung der Ergebnisse

Die Projektergebnisse und gewonnenen Erkenntnisse sollen zunächst im Rahmen eines wissenschaftlichen Berichtes in der Reihe „Thünen Working Paper“ in Form eines wissenschaftlichen Berichtes aufgearbeitet und veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung ist für den Sommer 2020 vorgesehen und soll eine Ergänzung zum Abschlussbericht des SeBeK Projektes sein. Weiterhin ist es geplant mit den erhobenen Daten in Hinsicht auf den CWSI weitere wissenschaftliche Veröffentlichungen zu produzieren. Dies beinhaltet Artikel in Fachzeitschriften und Abschlussarbeiten von Studierenden in Bachelor- bzw. Masterstudiengängen.

Der Bedarf das Einsparpotential bei der Bewässerung zu erhöhen ist nach wie vor gegeben, insbesondere die Anbausaison 2018 und 2019 haben diesen Punkt weiter verdeutlicht. Eine konkrete Verwertung der Ergebnisse ist zu diesem Zeitpunkt nicht absehbar, jedoch werden die Projektergebnisse zur Berechnungssteuerung nach dem CWSI auch in Zukunft präsentiert werden und dienen einer Weiterentwicklung des Konzeptes.

## 2.7 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Aus den Diskussionen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit mit dem Fachpublikum haben sich während der Projektlaufzeit einige interessante Ideen ergeben, die zum Teil in die weitere Projektbearbeitung, zum Teil in neue Forschungsansätze und Verfahrensentwicklungen einfließen können. Auch die Praxistauglichkeit des CWSI kann in weiteren Forschungsprojekten untersucht werden, die Projektergebnisse können hier für die Beantragung weiterer Maßnahmen genutzt werden.

Die Projektergebnisse werden im Rahmen des Fördervereins nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen Raum e.V. vorgestellt und diskutiert. Die Betrachtung der Ergebnisse von Vereinsmitgliedern kann zu weiteren Ideen, bzw. Szenarien führen, die dann in einem neuen Kontext verfolgt werden können.

Insbesondere die Frage der Datenerhebung muss noch weiter ergründet werden. Der CWSI kann, wie im Abschlussbericht dargestellt, durchaus zur Berechnungssteuerung genutzt werden und bietet zudem das Potential in eine digitale Strategie eingebunden zu werden. Auch eine Verbesserung der Genauigkeit kann durch eine Weiterentwicklung erreicht werden. Ein wie im Projekt eingesetztes Messnetzwerk ist jedoch nicht Praxistauglich. Hier bieten sich die Möglichkeiten zur Erforschung des Einsatzes neuer Sensorentypen und Datenerhebungskonzepten (Drohne, Schlepper, Satellit, etc.). Auf Basis der Projektergebnisse lassen sich viele Fragestellungen ableiten, die durch wissenschaftliche Aufgabenstellungen bearbeitet werden können.

## 2.8 Kommunikations- und Disseminationskonzept:

Das EIP Agri Projekt „Sensorgestützte Berechnungssteuerung in Kartoffeln“ hat im Rahmen der Projektdurchführung mit einem oder mehreren Teilnehmern an diversen Öffentlichkeitswirksamen- und Fachveranstaltungen teilgenommen. Auch Veranstaltungen im Rahmen der EIP wurden besucht und zur Vorstellung des Projektes, sowie zur weiteren Vernetzung genutzt. Insbesondere die Veranstaltungen der DVS waren für den Austausch mit anderen EIP Projekten sehr hilfreich. Das Projekt wurde auf Veranstaltungen mit fortlaufend aktualisierten Postern vorgestellt. Für eine Auflistung der ausgerichteten und besuchten Veranstaltungen wird hier auf die Kapitel 2.4.3 und 2.4.5 verwiesen. Weiterhin wurden im Rahmen des Projektes verschiedene Beiträge in Form von Artikeln oder Videoproduktion erstellt. Im Folgenden ist eine Liste der Veröffentlichungen im Rahmen des SeBeK Projektes dargestellt.

Tabelle 21: Liste der Veröffentlichungen im Rahmen des EIP Agri SeBeK Projektes

Monat/Jahr	Format	Medium
<b>03/2017</b>	Artikel	Nachhaltiges Wassermanagement in der Landwirtschaft, Technologie-Informationen, Wissen und Innovationen aus Niedersächsischen Hochschulen, Ausgabe 3/2017
<b>03/2018</b>	Artikel	Nachhaltige Bewässerung und Wasserwirtschaft im ländlichen Raum, Kartoffelbau, Ausgabe 03/2018
<b>07/2018</b>	Nachrichten	Filmaufnahmen für die Sendung „Hallo Niedersachsen“ des NDR
<b>07/2018</b>	Nachrichten	Filmaufnahmen für die Regionalnachrichten von RTLNord
<b>07/2018</b>	Nachrichten	Filmaufnahmen für die Regionalnachrichten von SAT1
<b>10/2018</b>	Doku-Beitrag	Filmaufnahmen für die 3SAT Wissenschaftsdoku, Dürre in Deutschland
<b>11/2018</b>	Artikel	Bedarfsgerecht Bewässern mit Sensortechnik, Kartoffelbau, Ausgabe 11/2018
<b>03/2019</b>	Artikel	Wasserwirtschaft – von der Forschung in die Praxis, Technologie-Informationen, Wissen und Innovationen aus Niedersächsischen Hochschulen, Ausgabe 3/2019
<b>03/2019</b>	Interviewbeitrag	LandInform, Ausgabe 1.19, Boden braucht Schutz
<b>08/2019</b>	Imagevideo	SeBeK Imagefilm in Kooperation mit der DVS
<b>09/2019</b>	Artikel	Possibilities to optimize irrigation in lower Saxony Germany, Tagungsband zum 3. World Irrigation Forum der ICID in Bali, Indonesien
<b>10/2019</b>	Artikel	„Mit Sensoren gegen Trockenstress“, topagrar, Ausgabe 10/2019
<b>10/2019</b>	Artikel	„Mit Sensoren gegen Trockenstress“, topagrar Ratgeber, 10/2019

Das EIP Konzept hat sich während der Projektbearbeitung als sehr vorteilhaft erwiesen, da ein ständiger Austausch mit den Praxispartnern gewährleistet wurde. Dies hat die Arbeitsschritte im Projekt mitgestaltet und erlaubte die Betrachtung der Abläufe und Ergebnisse aus anderen Blickwinkeln. Insbesondere die engere Einbeziehung des Innovationsdienstleisters im fortschreitenden Projekt war sehr hilfreich, da es hierdurch zu einem weiteren Austausch mit anderen Projekten kam.

Zur Weiterentwicklung des EIP Konzeptes gibt es nur wenige Anregungen. Neben dem Abbau des administrativen Aufwandes während der Projekte wäre eine einheitliche Regelung der Rahmenbedingungen, zumindest innerhalb der Bundesrepublik, zu überlegen. Das Potential zur Entwicklung innovativer, speziell praxisnaher, Lösungen ist sehr wohl gegeben, eine einheitliche Regelung in den Bundesländern könnte zu weiter vernetzten Projekten führen und damit das Innovationspotential steigern.

### 3 Literaturverzeichnis

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2018): Bericht zur Markt- und Versorgungslage Kartoffeln 2018. Hg. v. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Online verfügbar unter [https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/Kartoffeln/2018BerichtKartoffeln.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/Kartoffeln/2018BerichtKartoffeln.pdf?__blob=publicationFile&v=3), zuletzt geprüft am 07.11.2019.

Deter, A. (24. März 2015). *Wasserverbrauch von Kartoffeln beträgt 135 l/kg*. Abgerufen am 10. August 2018 von topagraronline: <https://www.topagrar.com/news/Acker-Agrarwetter-Ackernews-Wasserverbrauch-von-Kartoffeln-betraegt-135-l-kg-1736329.html>

Erdem, Y., Erdem, T., Orta, A.H., Okursoy, H. (2005). *Irrigation scheduling for watermelon with Crop Water Stress Index (CWSI)*. Journal of Central European Agriculture, Vol. 6 No. 4, p. 449 – 460.

Fachverband\_Feldberechnung. (2017). *Hinweise für den Einsatz der Feldberechnung 2017*. Fachverband Feldberechnung e.V.Hannover (FVF), Johannsenstr. 10, 30159 Hannover.

FAOSTAT: FAO Global Statistical Yearbook, FAO Regional Statistical Yearbooks. Online verfügbar unter <http://www.fao.org/faostat/en/#home>, zuletzt geprüft am 08.11.2019.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (Hg.) (2014): Area Equipped for Irrigation. *AQUASTAT Inforgraphic*.

Günther, R. (2014): Wasserbedarf für die Bewässerung. In: Rickmann Michel und Heinz Sourell (Hg.): *Bewässerung in der Landwirtschaft: Erling Verlag GmbH & Co. KG (Themenbibliothek Pflanzenproduktion)*.

Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, P.J., Reginato R.J. (1981). *Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability*. Agricultural Meteorology 24, p. 45 – 55.

Jackson, R.D., Kustas, W.P., Choudhury, B.J., (1988). *A re-examination of the crop water stress index*. Irrigation Science, Vol. 9 No. 4, p. 309 – 317.

Meyer, A. (2018). Beregnungsversuche in Kartoffeln. (I. Dahms, Interviewer) Hannover.

Michel, R.; Günther, R. (2014): Berechnungs- und Messverfahren zur Bewässerungssteuerung. In: Rickmann Michel und Heinz Sourell (Hg.): *Bewässerung in der Landwirtschaft: Erling Verlag GmbH & Co. KG (Themenbibliothek Pflanzenproduktion)*, S. 95–109.

Möbius, J. (2018). Wassergaben sichern unser Überleben. *Bauernzeitung*, 59(14), S. 32-34.

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. (2013). *Ergänzungen zur Broschüre: Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 2011 (Stand: November 2013)*. Hannover.

Nielsen, D.C. (1990). *Scheduling irrigations for soybeans with the crop water stress index (CWSI)*. Field Crops Research, Vol. 23, No. 2, p. 103 – 116.

Qin, Junhong; Ramírez, David A.; Xie, Kaiyun; Li, Wenjuan; Yactayo, Wendy; Jin, Liping; Quiroz, Roberto (2018): Is Partial Root-Zone Drying More Appropriate than Drip Irrigation to Save Water in China? A Preliminary Comparative Analysis for Potato Cultivation. In: *Potato Res.* 61 (4), S. 391–406. DOI: 10.1007/s11540-018-9393-0.

Rajanayaka, C.; Brown, P.; Jaramillo, A. (2016): Guidelines for Reasonable Irrigation Water Requirements in the Waikato Region. Waikato Regional Council Technical Report 2016/25. Hg. v. Waikato Regional Council. Online verfügbar unter [www.waikatoregion.govt.nz](http://www.waikatoregion.govt.nz), zuletzt geprüft am 08.11.2019

Rickmann, M., & Sourell, H. (2014). *Bewässerung in der Landwirtschaft*. (H. Sourell, Hrsg.) Europäische Union: AgriMedia.

Riedel, A. (2014): Wasser sparen im Ackerbau. Berechnungssteuerung. In: Landwirtschaftskammer Niedersachsen Bezirksstelle Uelzen (Hg.): *Landwirtschaft im Klimawandel: Wege zur Anpassung*. Teil 4, Wasser sparen im Ackerbau. Uelzen, S. 86–89.

Sourell, H. (2014): Bewässerungstechniken und -technologien. In: Rickmann Michel und Heinz Sourell (Hg.): *Bewässerung in der Landwirtschaft*: Erling Verlag GmbH & Co. KG (Themenbibliothek Pflanzenproduktion), 65.

Zhang, Dongmei; Guo, Ping (2016): Integrated agriculture water management optimization model for water saving potential analysis. In: *Agricultural Water Management* 170, S. 5–19. DOI: 10.1016/j.agwat.2015.11.004