

Modelle bestätigen zusätzlichen Wasserbedarf bei Kartoffeln

Der im Zuge des Klimawandels erwartete Anstieg des Wasserbedarfs für die Landwirtschaft stellt gemeinsam mit den ebenfalls wachsenden Ansprüchen beim Trinkwasser und dem industriellen Verbrauch eine Herausforderung für die Verfügbarkeit von Grundwasserressourcen in Deutschland dar. Hier gilt es, einen Ausgleich der berechtigten Interessen zu erreichen. Dies gelingt, wenn fundierte Verbrauchsdaten für die einzelnen Bereiche zur Verfügung stehen. Für die Kartoffel konnte mithilfe von zwei grundlegenden Berechnungsmodellen ein deutlicher Zusatzwasserbedarf bestätigt werden.

Dr. Katrin Drastig, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie, Potsdam, Dr. Rolf Peters, PotatoConsult UG, Visselhövede und Anika Krause, UNIKA, Berlin

Die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Dürrejahren wird in Zukunft dazu führen, dass die Bewässerungswürdigkeit landwirtschaftlicher Kulturen zunimmt, und zwar sowohl auf bereits bewässerten als auch auf noch nicht bewässerten Flächen. Die Landwirte stehen daher zunehmend vor der Frage, ob sie eine Bewässerungsanlage anschaffen bzw. erweitern sollen und wie viel Wasser sie dafür benötigen. Regionale und kulturspezifische Berechnungen sind für die Planungen sowohl der Landwirte als auch der Wasserbehörden eine wesentliche Grundlage zur Entscheidungsfindung.

Vor diesem Hintergrund wurden drei klassische Kartoffelregionen mit zum Teil schon langjährigem Berechnungseinsatz für die exemplarischen Berechnungen ausgewählt (Abb. 1). Im Landkreis Uelzen im Nordosten von Niedersachsen stehen auf über 20 Prozent der Ackerfläche Kartoffeln, deren Ertrag und Qualität aufgrund der vorwiegend leichteren Böden durch eine intensive Beregnung abgesichert werden muss. Im Rhein-Pfalz-Kreis im Südosten von Rheinland-Pfalz wird neben einem intensiven Frühkartoffelanbau auch Lagerware produziert, sodass die Beregnungssaison hier von März bis in den September dauern kann. Für den Frühkartoffelanbau wird ein durchschnittlicher Zusatzwasserbedarf für die Frostschutzbe-



Für die Beregnung von Kartoffeln dominieren mobile Beregnungsmaschinen mit Starkregnern.

Foto: Peters

regnung von 50 mm pro Jahr angenommen. Der Landkreis Dingolfing-Landau liegt im Regierungsbezirk Niederbayern und zeichnet sich ebenfalls durch einen Kartoffelanbau mit intensivem Beregnungseinsatz in den Hauptverwertungsrichtungen aus.

Modellierung

Für die Berechnung des zusätzlichen Wasserbedarfs beim Kartoffelanbau wurden die beiden bekannten Modelle ‚AgroHyd Farmmodell‘ und ‚AquaCrop‘ verwendet. Der dabei ermittelte Zusatzwasserbedarf soll allen Beteiligten helfen, die Größenordnung und mögliche witterungsbedingte Schwankungen über mehrere Jahre besser abzuschätzen. Die für die Modellierung erforderlichen Parameter sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Das **AgroHyd Farmmodell** wurde am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB) als webbasierte Expertenlösung entwickelt. Das Modell berücksichtigt bei seinen

Weiterführende Informationen

- Der landwirtschaftliche Wasserhaushalt im Polder Scheidgraben (Brandenburg) wurde mithilfe des AgroHyd Farmmodells für vier Jahre (2017–2020) schlagweise modelliert <https://link.springer.com/article/10.1007/s00767-022-00531-4>
- In der GeoBox-Brandenburg werden bereits Karten des Zusatzwasserbedarfs der Kartoffelproduktion der einzelnen Landkreise bereitgestellt: <https://geobox-i.de/GBV-BB/>.

Berechnungen die Entwicklung der Pflanzen in mehreren Wachstumsstadien. Zudem bildet es die natürlichen und technischen Wasserflüsse und Abläufe in einem Betrieb nach und verknüpft sie mit landwirtschaftlichen Betriebsdaten.

Das **AquaCrop**-Modell wurde von der FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) als ‚crop-water productivity model‘ entwickelt und ist online nutzbar (www.fao.org/aquacrop/en/). Es handelt sich um ein Pflanzenwachstumsmodell, das darauf abzielt, die Ernährungssicherheit zu verbessern und die Auswirkungen von Umwelt und Management auf die Pflanzenproduktion zu bewerten. Um eine höhere Akzeptanz in der Praxis zu erreichen, sind für die Berechnung nur vergleichsweise wenig Daten erforderlich, die mit einfachen Methoden von den Nutzern erfasst werden können. In diesem Zusammenhang ist auch zu berücksichtigen, dass das Modell mit einem sog. „effektiven Niederschlag“ von 70 % des Niederschlags der Eingangsdaten rechnet, während die restlichen 30 % als diffuser Verlust nicht dem Pflanzenwachstum zur Verfügung stehen.

Abb. 1: Die für die Modellberechnungen ausgewählten Landkreise



Modellläufe

Bei den Modellberechnungen wurde für die drei Landkreise der Zusatzwasserbedarf des Kartoffelanbaus über 30 Jahre von 1990 bis 2020 modelliert. Im Landkreis

Uelzen wurde ein leichter bis mittlerer Boden zugrunde gelegt (nFK 117–121 mm im Wurzelraum), während für die Kreise Dingolfing-Landau und Rhein-Pfalz von einem mittleren bis guten Boden (nFK 15 %; nFK 165–168 mm im Wurzelraum) ausgegangen wurde. Dies gibt die reale Streubreite der Böden in den drei Landkreisen aber nur bedingt wieder und unterstreicht im Bedarfsfall die Notwendigkeit einer betriebsindividuellen Berechnung des Zusatzwasserbedarfs.

Unter Berücksichtigung der aufgezeigten Modellannahmen ließen sich für die drei Landkreise spezifische Zusatzwasserbedarfswerte sowohl für alle 30 Jahre des Betrachtungszeitraumes als auch für die zehn trockensten Jahre ermitteln. Letztere sind nicht in allen Regionen identisch, denn im LK Uelzen waren dies, gewichtet nach dem Ausmaß der Trockenheit, die Jahre 2018, 2003, 2020, 2009, 1995, 1999, 1992, 2091, 2019 und 2016. Demgegenüber wurden im LK Rhein-Pfalz die Jahre 2003, 2005, 1991, 2018, 2001, 2020, 2015, 2019, 1993 und 2009 einbezogen, während im LK Dingolfing-Landau die Daten

**VORNÜBER
KISTENKIPPGERÄT**

WIFO
simply strong!

+31 (0)518 411318
INFO@WIFO.NL WWW.WIFO.NL

biox-m®

Natürliche Keimhemmung mit flexiblem Anwendungszeitpunkt

- Vorbeugend und bei vorhandenen Keimen anwendbar
- Rückstandsfrei
- Für alle Verwertungsrichtungen
- Kurze Wartezeiten
- Kein Einfluss auf die Backfarbe

Gelistet in der Betriebsmittelliste für den ökologischen Landbau.

Pflanzenschutzmittel vorsichtig verwenden. Vor Verwendung stets Etikett und Produktinformationen lesen.

BIOFA **Biofa GmbH**
Rudolf-Diesel-Str. 2 | 72525 Münsingen
Tel. 07381 9354-0 | contact@biofa-profi.de
www.biofa-profi.de
A member of the Andermatt Group

Tab. 1: Modellansatz zum Vergleich des retrospektiven Zusatzwasserbedarfs für Kartoffeln: zeitliche und räumliche Auflösung, Prozesse, verwendete Daten

	AgroHyd Farmmodel	AquaCrop
zeitliche Auflösung	tageweise	
räumliche Auflösung	punktweise LK Uelzen [10.595009892623414,52.986541150037596] LK Dingolfing-Landau [12.59814871766089,48.632437434629146] Rhein-Pfalz-Kreis [8.340176616553359,49.39987550587937]	
- horizontal	Interpolation Klimadaten	
- vertikal, Anzahl Schichten	zwei Bodenschichten	eine Bodenschicht
- vertikal, Bodenfeuchtebe- rechnung	Bodenfeuchte im Bereich der Wurzeln	
Evapotranspiration (ET)	ET ₀ nach Penman-Monteith (Allen, 1998)	ET ₀ aus AgroHyd Farmmodel
Transpiration (T)	T _c , Tact (Allen, 1998)	Tr (Allen, 1998)
Evaporation (E)	E, Eact (Allen, 1998)	E (Allen, 1998)
Interzeptionsverlust (I)	berücksichtigt	nicht berücksichtigt
Zusatzwasserbedarf Beginn	50 % nFK	
Zusatzwasserbedarf Ende	70 % nFK	nicht einstellbar
Bewässerungstechnik	Beregnung	
Bewässerungszeitraum		
LK Uelzen	15.05. bis 15.09.	
LK Dingolfing-Landau	15.05. bis 15.09.	
Rhein-Pfalz-Kreis		
Frühkartoffeln	15.03.–30.05. + Frostschutzberegnung	
Haupternte	15.05.–30.08.	
Bodenfeuchte zu Beginn	1989 modelliert, dann Ausgangsbedingungen aus vorherigem Lauf	
Vegetationsperiode		
LK Uelzen	15.04.–15.09.	
LK Dingolfing-Landau	15.04.–15.09.	
Rhein-Pfalz-Kreis		
Frühkartoffeln	01.03.–30.05.	
Haupternte	10.04.–30.08.	
max. Höhe der Pflanzen	0,6 m	nicht einstellbar
max. Wurzeltiefe der Pflanzen	0,6 m	
max. Bodenbedeckungsgrad LAI	3,4	nicht einstellbar
Boden		
Bodenphysikalische Kennwerte		
LK Uelzen	30–50 Bodenpunkte, 12 % nFK (USDA_sandy_clay_loam) ent- spricht nFKWe 3 (117–121 mm)	30–50 Bodenpunkte, 12 % nFK (sandy loam) entspricht nFKWe 3 (117–121 mm)
LK Dingolfing-Landau	50–70 Bodenpunkte, 15 % nFK (USDA-soilclass_clay_loam) entspricht nFKWe 4 (165–168 mm)	50–70 Bodenpunkte, 15 % nFK (clay) entspricht nFKWe 4 (165–168 mm)
Rhein-Pfalz-Kreis	50–70 Bodenpunkte, 15 % nFK (USDA-soilclass_clay_loam) entspricht nFKWe 4 (165–168 mm)	50–70 Bodenpunkte, 15 % nFK (clay) entspricht nFKWe 4 (165–168 mm)
Klimadaten	Sonnenscheindauer, Dampfdruck, Luftdruck, Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Niederschlag	min. und max. Temperatur, ET ₀ , Niederschlag

c: pflanzenspezifisch, act: tatsächlich, nFK: nutzbare Feldkapazität

der Jahre 2003, 2018, 2013, 2015, 2004, 2017, 1990, 1994, 2000 und 1992 einfließen. Die Modellierung der Kategorie „weitere Jahre“ umfasste alle Jahre, die keine ausgewiesenen Trockenjahre waren.

Bei einem Vergleich der beiden Modelle zeigen sich je nach Standort leichte Differenzen in den Spannweiten und Mittel-

werten, die jedoch keinen klaren Trend erkennen lassen (Tab. 2). Dies könnte zum einen darauf zurückzuführen sein, dass das Modell AquaCrop grundsätzlich einen sog. „effektiven Niederschlag“ von 70 % des realen Niederschlages als pflanzenverfügbar berücksichtigt, während das AgroHyd Farmmodel diese Verluste, z. B. an Interzeption bei der Überkopfberegnung, indi-

viduell berechnet. Zum anderen kann im AgroHyd Farmmodel ein Bewässerungszeitraum vorgegeben werden, den das Modell AquaCrop jedoch unberücksichtigt lässt und die gesamte Vegetationsperiode als Bewässerungszeitraum interpretiert.

Bewässerungsbedarf für die Genehmigungspraxis

Der errechnete Median (Tab. 2, Modellansatz AgroHyd Farmmodel, Zeile ZW-Perzentil 50 %) für normale Jahre stellt aus Sicht der Genehmigungspraxis eine 50-prozentige Versorgungssicherheit dar. Das bedeutet, dass in einem Zeitraum von zehn Jahren fünf Jahre zu erwarten sind, in denen die genehmigte Wassermenge den erforderlichen Zusatzbedarf nicht vollständig decken kann. Auf den leichten bis mittleren Böden im Landkreis Uelzen waren für die 50-prozentige Versorgungssicherheit bei der hier betrachteten Kulturart Kartoffeln (Haupternte) in der zurückliegenden Periode im Mittel 183 mm Zusatzwasser erforderlich. Der Bedarf für sogenannte trockene Jahre deckt dagegen eine 80-prozentige Versorgungssicherheit ab (20 % Perzentil), wofür im Landkreis Uelzen 250 mm nötig gewesen wären. In 20 Prozent aller Jahre würde diese Menge an Zusatzwasser allerdings auch nicht ausreichen und auf den Kartoffelfeldern zu Trockenschäden mit deutlichen Ertrags- und Qualitätsverlusten führen.

Im Landkreis Dingolfing-Landau waren auf den mittleren bis guten Böden im Mittel 128 mm Zusatzwasser ausreichend. Der Bedarf für sogenannte trockene Jahre lag mit 204 mm schon erheblich höher. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, dass auch auf diesen Böden in Jahren mit unzureichenden natürlichen Niederschlägen eine Zusatzberegnung erforderlich ist, um die Versorgungssicherheit in der Kartoffelproduktion gewährleisten zu können.

Auf den mittleren bis guten Böden im Rhein-Pfalz-Kreis waren aufgrund der herausfordernden Wachstumsbedingungen (Temperatur, Niederschlag) für die Kartoffeln der Haupternte im Mittel bereits 309 mm Zusatzwasser notwendig. Der Bedarf für sogenannte trockene Jahre belief sich auf 416 mm und liegt damit deutlich höher als die Vergleichswerte der beiden anderen untersuchten Standorte. Aufgrund der geringeren Wachstumszeit betrug der Zusatzwasserbedarf für den Anbau von Frühkartoffeln im Mittel 138 mm. Der Bedarf für die trockenen Jahre stieg

zwar auf 167 mm, ist aber noch immer merklich geringer als für die Haupternte an den drei Standorten.

Die Ergebnisse des Zusatzwasserbedarfs für die drei exemplarisch modellierten Landkreise verdeutlichen vor allem für die sogenannten Trockenjahre einen erheblichen Mehrbedarf an Wasser, der nicht auf allen Betrieben über Entnahmeerlaubnisse oder die Leistungsfähigkeit der Wasserquellen abgesichert ist. Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels muss daher die Verfügbarkeit dieser Mengen in den einzelnen Landkreisen auf der Basis hydrogeologischer Untersuchungen durch die für die Erteilung von Genehmigungen zuständigen Behörden überprüft werden.

Für den Einstieg in die Bewässerung oder deren Ausweitung auf weitere Betriebsflächen sind diese Bedarfszahlen und ihre Realisierbarkeit eine erste Entscheidungsgrundlage. Darauf aufbauend ist für die Betriebe eine bessere Abschätzung sowohl der Entnahmegebühren als auch der variablen und fixen Kosten der Bewässerung möglich. Nachfolgende, konkretere Überlegungen sind dann aber nur unter Berücksichtigung der einzelbetrieblichen Rahmenbedingungen sinnvoll und zielführend.

Die formale Antragsstellung sowie Antragsbearbeitung für Wasserentnahmen zum Zwecke der Bewässerung sind oft detailreich und langwierig, da viele Aspekte zu berücksichtigen sind. In Zukunft ist

Tab. 2: Retrospektiver Zusatzwasserbedarf [mm] für die drei ausgewählten Regionen berechnet mit den Modellen AgroHyd Farmmodel (AgroHyd FM) und AquaCrop, a) LK Uelzen und LK Dingolfing-Landau, b) Rhein-Pfalz-Kreis

a)		LK Uelzen		LK Dingolfing-Landau	
		AgroHyd FM	AquaCrop	AgroHyd FM	AquaCrop
alle Jahre	Spannweite	0–405	28–351	13–381	65–395
	MW	170±89	107±72	137±84	157±73
10 trockene Jahre	Spannweite	199–405	191–403	183–381	171–395
	MW	267±56	250±70	231±62	237±68
weitere Jahre	Spannweite	0–194	66–188	13–183	65–171
	MW	125±62	135±36	92±48	118±34
ZW*- Perzentil	50%	183	160	128	150
	20%	250	220	204	215

b)		Rhein-Pfalz-Kreis			
		Haupternte		Frühkartoffeln	
		AgroHyd FM	AquaCrop	AgroHyd FM	AquaCrop
alle Jahre	Spannweite	162–451	215–502	50–242	50–189
	MW	331±77	337±74	130 ± 45	95±35
10 trockene Jahre	Spannweite	384–451	370–502	149–242	108–189
	MW	418±23	424±38	176±29	136±27
weitere Jahre	Spannweite	162–382	215–357	50–147	50–101
	MW	290±55	295±44	130±45	76±16
ZW*- Perzentil	50 %	309	330	138	85
	20 %	416	396	167	119

* ZW = Zusatzwasser-Perzentil

hier vor dem Hintergrund des Klimawandels mit einem deutlichen Mehrbedarf zu rechnen, auf den sich auch Behörden, Beratungsorganisationen und Verbände einstellen sollten. Die in diesem Artikel benutzten Modelle AgroHyd Farmmodel und AquaCrop sind neben weiteren Berechnungsplanungs-Tools und -Apps zur Berechnung des Zusatzwasserbedarfs aller landwirtschaftlicher Hauptkulturen geeignet und können beispielsweise auch

von den Genehmigungsbehörden zur Entscheidungsfindung herangezogen werden. Dabei ist das AgroHyd Farmmodel aktuell nur als Expertenmodell konzipiert, wird aber auch von Studierenden im Rahmen von Lehrveranstaltungen an der Humboldt-Universität zu Berlin genutzt, um den Wasserbedarf in landwirtschaftlichen Betriebssystemen sowie wasserrelevante Indikatoren zu berechnen.

GH GOLLMER & HUMMEL
hoses for heroes

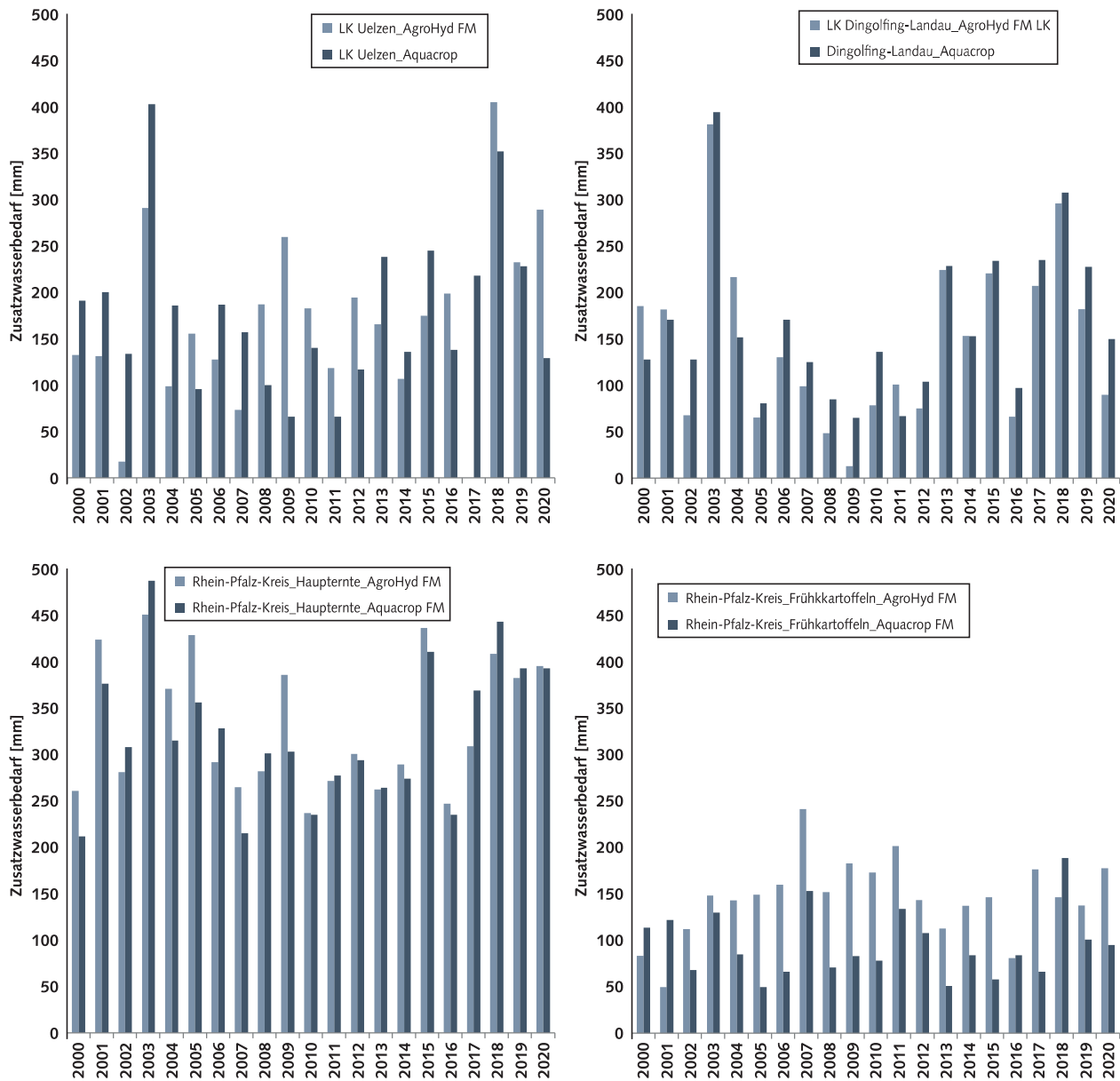
Schlauchtradition seit 1872

GH HILCOFLEX -
Innen- und außengummiertes
Mehrzweckschlauch
für Beregnung und Bewässerung

WIR SIND DABEI:
**AGRI
TECHNICA**
2023
11. bis 13. NOVEMBER | INHALTSREICH
ENGLISCH | 11. bis 13. NOVEMBER
BESUCHEN SIE UNS IN HALLE 21, STAND H 06

>> GOLLMER-HUMMEL.COM

Abb. 3: Modellierter Bewässerungsbedarf über 30 Jahre mit dem AgroHyd Farmmodell und dem AquaCrop-Modell in den Kreisen Uelzen, Dingolfing-Landau und Rhein-Pfalz



Ausblick

Der weiter fortschreitende Klimawandel wird zu einem erheblichen Anstieg der Zusatzberechnung in der deutschen Landwirtschaft führen und damit den Bedarf in vielen Regionen deutlich erhöhen. Eine Zusatzberechnung ist aber nur dann sowohl einzelbetrieblich als auch gesamtgesellschaftlich positiv zu beurteilen, wenn diese so ausgelegt ist, dass die berechnungswürdigen Kulturen über die gesamte Vegetationsperiode mit ausreichend Wasser versorgt werden können. Erst unter dieser Voraussetzung ist eine hohe Wassereffizienz sowie ein nachhaltiges Ertrags- und

Qualitätsniveau der Ackerkulturen absicherbar. Mit den verschiedenen Modellen zur Berechnung des Zusatzwasserbedarfs lassen sich unter Berücksichtigung mehrjähriger Wetterdaten fundierte Kennzahlen ermitteln, die sowohl im betrieblichen als auch im behördlichen Bereich für die Entscheidungsfindung genutzt werden können.

Mit diesem wissenschaftlich begründbaren Mehrbedarf an Wasser in der Landwirtschaft geht aber auch die Verpflichtung einher, das Zusatzwasser so effektiv wie möglich zu nutzen. Dies setzt neben trockenoleranteren Sorten und einem

wasseroptimierten Anbau auch eine Weiterentwicklung der Bewässerungstechnik sowie der Bewässerungssteuerung voraus. Die damit verbundenen Fortschritte lassen sich über die Modelle quantifizieren und bilden so eine wesentliche Grundlage für die weitere technische Entwicklung. <<

Dr. Katrin Drastig

Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie, Potsdam

Anika Krause

UNIKA, Berlin

Dr. Rolf Peters

PotatoConsult UG, Visselhövede