

Dr. Andreas F. Butz

## Einfluss von Bewässerung auf Ertrag und Ertragsstabilität bei Ackerbaukulturen

Die Beregnung von Ackerbaukulturen wird als Anpassungsstrategie für den Klimawandel und zur Ertragsabsicherung im Ackerbau verstärkt diskutiert und zunehmend praktiziert. Die bewässerbare landwirtschaftliche Fläche (ohne Frostschutzberegnung sowie Kulturen im geschützten Anbau) ist in Baden-Württemberg im Zweitraum von 2009 bis 2015 um 25 % auf 33.400 ha gestiegen (Stat. Bundesamt 2017). Im Jahr 2009 wurden auf 44 % der bewässerten Flächen Ackerbaukulturen (ohne Kartoffeln: 35%) angebaut (SCHABER 2012). Die Zusatzbewässerung könnte im Ackerbau als Instrument der Ertragsteigerung und -sicherung weiter an Bedeutung gewinnen, da derzeitige Klimaprognosen von einer allgemeinen Erwärmung sowie einen Trend der Verschiebung der Niederschläge vom Sommer in den Winter ausgehen (HÜBERNER u. a. 2017).



Foto: A. Thal, LTZ

Beregnung von Wintergerste im Feldversuch

Mit der Ausdehnung der Bewässerungsflächen und Zunahme des Bewässerungswasserbedarfs könnten in Baden-Württemberg in Zukunft vermehrt Nutzungskonflikte um die Ressource Wasser auftreten. Dadurch wird in Zukunft die Bedeutung einer ressourcenschonenden Bewässerung noch weiter zunehmen. Um die ressourcenschonende Bewässerung weiter zu entwickeln, kommen neben Optimierungen in der Bewässerungstechnik auch die Anpassung der Bewässerungsstrategien und damit verbundenen Steuerungen infrage. International wird in diesem Zusammenhang das Konzept der Defizitbewässerung („deficit irrigation“) (FERERES und SORIANO 2007) sowie das teil-

weise Austrocknen der Wurzelzone (partial root-zone drying) (SEPASKHAH und AHMADI 2012) diskutiert.

Obwohl diese Konzepte zumeist in ariden und semiariden Gebieten untersucht wurden, könnte insbesondere das Konzept der Defizitbewässerung für Baden-Württemberg auf den **Trockenstandorten** interessant sein. Bei der Defizitbewässerung wird davon ausgegangen, dass auch für Bewässerungswasser das Gesetz des abnehmenden Grenzertrages gilt und daher die Ertragswirksamkeit pro zusätzlicher Wassergabe mit Zunahme der Bewässerungsintensität abnimmt. Um die Bewässerungswassermenge zu reduzieren, wird die Wassermenge nicht mehr durch eine an der Evapotranspiration orientierten Wassergabe zur Erzielung eines maximalen Ertrages orientiert, sondern es wird eine erhebliche Wassereinsparung durch eine Bewässerung unterhalb des Optimums mit der Inkaufnahme einer leichten Ertragseinbuße angestrebt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass viele Kulturpflanzen je nach Entwicklungsstadium unterschiedlich stark auf Wasserdefizit reagieren (FERERES und SORIANO 2007).

### Feldversuche zur Bewässerungswürdigkeit

Am Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg wurde im Rahmen eines Feldversuches die Bewässerungswürdigkeit

sowie das Potenzial zur Wassereinsparung durch Defizitbewässerung im Ackerbau geprüft. In den Jahren 2012-2016 wurde der Einfluss von zwei Bewässerungsstrategien auf den Ertrag und die Ertragsstabilität bei neun Ackerbaukulturen auf dem sandigen Trockenstandort Rheinstetten-Forchheim in der Rheinebene geprüft.

Hierzu wurde bei den Ackerbaukulturen Wintergerste (GW), Winterroggen (RW), Wintertriticale (TIW), Winterweizen (WW), Sommerbraugerste (GS), Futtererbsen (EF), Soja (SJ) Körnersorghum (KS) und Körnermais (KM) jeweils eine zweifaktorielle Spaltanlage mit den Faktoren Bewässerung und Sorte (je Kultur zwei Sorten) angelegt.

Im Versuch wurden folgende Bewässerungsvarianten untersucht:

1. keine Bewässerung,

2. reduzierte Bewässerung (Defizitbewässerung in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium

3. optimale Bewässerung, jeweils gesteuert mit dem klimatischen Bodenwassermodell (Agrowetter Berechnung) des Deutschen Wetterdienstes (Janssen 2009).

Bei der reduzierten Bewässerung (2) erfolgte die Bewässerung in auf Trockenheit ertrags-sensiblen Entwicklungsstadien ab nFK 30 bis 35 %, in der optimalen Bewässerung (3) wurde ab einer Bodenfeuchte von 40 - 45 % nFK bewässert. Die Kulturführung einschließlich Düngung und Pflanzenschutz orientierte sich an der optimalen Bewässerungsvariante. Im Versuch wurden die Bestandesentwicklung, die Erträge und die Qualität (u.a. Proteingehalt) erhoben. Die Datenanalyse des Ertrags erfolgte als gemischtes Modell mit dem R GNU mit dem Packet nlme. Die Ertragsstabilität wurde nach Francis & Kannenberg

Kultur	Beregnung	Beregnungsmenge		Ertrag (dt/ha 86% TM)		
		Mittel	se	Mittel	se	CV
EF	unberegnet			32,6	1,86	30,1
EF	reduziert	67	20	47,1	1,57	18,0
EF	optimal	108	27	49,4	1,76	19,5
GS	unberegnet			56,6	2,41	23,3
GS	reduziert	78	21	73,6	1,41	10,5
GS	optimal	107	26	77,0	0,94	6,7
GW	unberegnet			72,8	2,31	15,8
GW	reduziert	43	11	79,8	1,69	10,6
GW	optimal	70	15	82,3	1,81	11,6
KM	unberegnet			53,3	7,18	72,5
KM	reduziert	101	12	113,6	4,91	23,7
KM	optimal	156	22	124,0	4,35	19,2
KS	unberegnet			32,6	5,09	85,4
KS	reduziert	91	18	52,8	5,15	53,3
KS	optimal	143	21	58,9	5,01	46,6
SJ	unberegnet			12,7	1,35	58,3
SJ	reduziert	129	14	31,7	1,06	18,4
SJ	optimal	176	22	38,5	0,82	11,6
RW	unberegnet			64,7	3,08	26,0
RW	reduziert	56	14	80,8	1,82	11,0
RW	optimal	101	25	90,3	2,86	15,5
TIW	unberegnet			67,3	3,12	25,4
TIW	reduziert	73	23	90,9	2,38	12,8
TIW	optimal	106	26	95,5	2,83	14,5
WW	unberegnet			59,7	2,41	22,2
WW	reduziert	80	20	79,7	3,09	19,0
WW	optimal	116	18	81,0	2,99	18,1

Tabelle 1  
Beregnungsmenge [mm], Ertrag (Mittelwert und Standardfehler (se)) und Ertragsstabilität (Variationskoeffizient des Ertrages (CV)) über die Sorten und Versuchsjahre (2012-2016)

Tabelle 2  
 Grundlage reduzierte  
 Bewässerung: kritische  
 Entwicklungsstadien bzgl.  
 Ertragsgefährdung bei  
 Wasserstress

Kulturart	Entwicklungsstadium (BBCH)
Raps	Blüte bis Schottenbildung (60 - 77)
W-Weizen	(Bestocken), Schossen bis Milchreife (37 - 77)
W- Gerste	Ährenschieben bis Milchreife (55 -77)
S- Gerste	Schossen bis Ende Kornfüllungsphase (37 - 85)
W- Roggen	Ende Blüte - Ende Kornfüllung (69 - 85)
W-Triticale	Schossen bis Ende Milchreife (37 -77)
Erbse	Blüte bis Grünreife (59 - 79)
Soja	Blüte bis Ende Kornfüllung (59 - 79)
Körnermais	Fahneschieben bis Beginn Teigreife (39 - 83)
Körnersorghum	Schossen bis Ende Blüte (31 -69)

(1978) anhand des Variationskoeffizienten (CV) berechnet. Bis auf das Jahr 2016 bestand in allen fünf Versuchsjahren bei allen geprüften Kulturen ein Zusatzwasserbedarf. Die Winterungen wurden in 2016 nicht beregnet. Die mittlere Beregnungsmenge (Tab. 1) konnte durch die reduzierte Bewässerung im Vergleich zur optimalen Variante im Mittel der Jahre bei Sojabohne um 26% und bei Körnererbsen um bis zu 49% reduziert werden. Mit Ausnahme der Wintergerste ist die mittlere ausgebrachte Beregnungsmenge bei der reduzierten Beregnung signifikant geringer als bei der optimalen Beregnung.

Beide Beregnungsvarianten (2 und 3) führten zu höheren Erträgen (Tab. 1), die in den meisten Jahren und Kulturen signifikant höher war als ohne Beregnung. In Einzeljahren konnten bei der Wintergerste (2 von 4 Jahren: 2013 und 2014), Sommergerste (1 von 5 Jahren: 2016) und Körnererbsen (2 von 5 Jahren: 2013 und 2014) keine signifikanten Ertragsunterschiede mit oder ohne Beregnung festgestellt werden. Die Erträge bei reduzierter Bewässerung (2) unterschieden sich in vielen Jahren nicht von der optimalen Beregnung (3), jedoch nicht in allen Jahren und nicht bei allen Kulturen gleichermaßen. Bei Winterweizen und Wintertriticale führte die reduzierte Beregnung zu keinem signifikant geringeren Ertrag. So konnte im Mittel 31% der Beregnungsmenge (33 bzw. 36 mm) durch eine Defizitbewässerung eingespart werden, bei der Wassergaben nur zwischen Schossen bis Milchreife (BBCH 37 bis 77) erfolgte. Bei den anderen geprüften Kulturen gibt es einzelne Jahre in denen die reduzierte Bewässerung zu leichten Ertragseinbußen im Vergleich zur optimalen Bewässerung führte.

Grundsätzlich konnte jedoch durch beide Beregnungsvarianten die Ertragsstabilität (CV) über die Jahre verbessert werden (Tab. 1). Ob die Bewässerung reduziert oder optimal erfolgte, hatte keinen wesentlichen Einfluss auf die Ertragsstabilität. In Untersuchungen aus Niedersachsen wurden auch eine verbesserte Ertragsstabilität und im Mittel höhere Erträge durch die Beregnung festgestellt werden. Zudem wurde dort nachgewiesen, dass durch die Beregnung eine höhere N-Effizienz in den geprüften Kulturen und Fruchtfolgen erzielt wurde (RIEDEL 2017).

Die Ergebnisse der bisherigen Versuche zeigen, dass zum einen Wassereinsparpotenziale bei der Beregnung bestehen, und zum anderen die Beregnung einen potenziellen Beitrag zur Ertragssteigerung und Ertragsstabilisierung im Ackerbau leisten kann. Hierbei ist zu beachten, dass die Bewässerung im Ackerbau ein vergleichsweise teures Produktionsmittel ist und dass bei niedrigen Marktpreisen schnell die Rentabilitätsgrenzen unterschritten werden können. Um die Bewässerung im Ackerbau weiterzuentwickeln, muss daher die Bewässerungsintensität möglichst niedrig, daher kostensparend erfolgen bei einer optimalen zeitlichen Verteilung für die Ertragsbildung. Hierzu besteht generell und insbesondere hinsichtlich der Anpassung an die Bedingungen in Baden- Württemberg noch ein großer Forschungsbedarf. Hinzu kommt, dass zukünftige Bewässerungsstrategien optimaler Weise je nach Produktionsziel angepasst werden sollten (SCHITTENHELM und KOTTMANN 2017). Gerade für die Saatmaisproduktion im Land wäre dies von großer Bedeutung. ■

[Literatur](#)

