

### **Signifikante Ertragseinbußen bei Industrieweißkohl nur bei stark reduzierter Bewässerung**

#### **Die Ergebnisse – kurzgefasst**

Am Kompetenzzentrum Freilandgemüsebau wurde 2013 auf einem lehmigen Sand erneut ein Bewässerungsversuch mit Industrieweißkohl durchgeführt. Ziel war die standortabhängige Evaluierung von gegenwärtig empfohlenen  $k_c$ -Werten. Die akkumulierte Beregnungswassermenge variierte zwischen den vier Bewässerungsvarianten um bis zu 255 mm. Bei Nutzung der gegenwärtigen  $k_c$ -Wert-Empfehlung konnte der höchste Ertrag (1380 dt/ha) und Aufwuchs (2131 dt/ha) erzielt werden. Allerdings kam es erst durch eine Reduzierung der Bewässerung um 250 mm zu einer signifikanten Ertragsreduzierung um 259 dt/ha (17 %).

#### **Versuchsfrage und Versuchshintergrund**

Veränderungen des Bodenwassergehalts im Kulturverlauf lassen sich mittels klimatischer Wasserbilanz berechnen, welche Niederschlag und Beregnung als Input- sowie Evapotranspirationsverluste als Outputgrößen berücksichtigt. Die Bestandesevapotranspiration ( $ET_c$ ) wird grundsätzlich aus der (wetterabhängigen) Evapotranspiration einer Referenzoberfläche ( $ET_0$ ) sowie einem (kultur- und stadiumspezifischen) Korrekturfaktor ( $k_c$ -Wert) ermittelt:  $ET_c = ET_0 \times k_c$  (Geisenheimer Steuerung).

Die der Geisenheimer Steuerung zugrunde liegenden  $k_c$ -Werte wurden maßgeblich unter den klimatischen Bedingungen Südhessens quantifiziert. Gegenwärtig wird vermutet, dass insbesondere abweichende Windbedingungen eine standortabhängige Anpassung der  $k_c$ -Werte notwendig machen. In einem bundesweiten Ringversuch sollte daher die Gültigkeit dieser Werte für andere Anbauregionen geklärt werden.

Ein Versuch zu dieser Fragestellung wurde im Rahmen eines Ringversuchsvorhabens bereits 2012 in Gülzow durchgeführt (KATROSCHAN und MAUSOLF 2013). Nach dem ersten Versuchsjahr kamen die Teilnehmer zu dem Schluss, dass die derzeit empfohlenen  $k_c$ -Werte für Weißkohl zu hoch angesetzt sind. Für 2013 wurden die Varianten daher überarbeitet und der Versuch mit einer stärkeren Reduzierung der  $k_c$ -Werte wiederholt.

In dem Gülzower Bewässerungsversuch wurde darüber hinaus die Möglichkeit der N-Düngung mittels Flüssig-Unterfußdüngung untersucht. Versuchsergebnisse aus den Jahren 2011 und 2012 am Standort Gülzow lassen vermuten, dass die Witterung einen enormen Einfluss auf die Ertragswirksamkeit des Flüssigdüngers hat. Mit Hilfe des Beregnungsversuches sollten unterschiedliche Niederschlagsszenarien abgebildet werden.

#### **Material und Methoden**

##### *Versuchsaufbau und -durchführung*

Der Versuch wurde auf der Fläche des Kompetenzzentrums Freilandgemüsebau der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV in Gülzow durchgeführt. Der Standort ist charakterisiert durch eine durchschnittliche Jahresmitteltemperatur von 8,5°C und einen mittleren Jahresniederschlag von 560 mm.

## **Signifikante Ertragseinbußen bei Industrieweißkohl nur bei stark reduzierter Bewässerung**

Der als Spaltanlage mit drei Wiederholungen angelegte Versuch beinhaltete vier Bewässerungsstufen (Mainplots) und zwei Düngevarianten (Subplots). Gemäß den vorangegangenen Absprachen zum Ringversuch wurde die Weißkohlsorte 'Typhoon' (Bejo) genutzt. Die Pflanzung erfolgte am 16. Mai mit einem Pflanzenabstand von 50 x 65 cm (Tab. 1). Am Vortag wurden die Jungpflanzen zum Schutz gegen die Kleine Kohlfliege mit Spintor angegossen. Die Parzellengröße betrug 48 m<sup>2</sup>. Der Ausgangsbodenwassergehalt wurde einen Tag vor der Pflanzung bestimmt. Fünf Tage nach der Pflanzung injizierte die niederländische Firma "N-xt Fertilizers" den flüssigen Unterfußdünger "N-xt N 24 S". Dieser stellt eine angesäuerte Harnstofflösung dar, die laut Hersteller „chelatähnliche Harnstoffkomplexe“ enthält. Bei der Ausbringung des Düngers gab es technische Probleme, die nur eine etwaige Quantifizierung der ausgebrachten Stickstoffmenge erlaubten. Aus diesem Grund wird ein detaillierter Vergleich der Düngervarianten vernachlässigt.

Während der Vegetationsperiode wurde der Bestand zunächst mittels Herbiziden, später per Handhacke unkrautfrei gehalten. Zur Beregnung wurde ein Parzellen-Gießwagen mit Flachstrahldüsen (Gierhake Maschinenbau, Gütersloh) genutzt. Die maximale Beregnungsmenge je Überfahrt betrug 6 mm. Es erfolgten bis zu fünf Überfahrten je Beregnungstermin. Die tatsächlich ausgebrachten Beregnungsmengen wurden zur Kontrolle mittels Regenmessern erfasst. Die Ernte erfolgte zwischen dem 24. und 26. September. Dabei wurden je Parzelle 50 Pflanzen entnommen und die Gesamtpflanzen- und Ertragsfrischmasse erfasst sowie Trockenmasse, Putzabfall und die Kopfqualität ermittelt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels zweifaktorieller ANOVA und ggf. nachfolgendem Tukey HSD-Test ( $\alpha < 0,05$ ). Prozentwerte wurden vor der Verrechnung arcsin-transformiert.

**Tabelle 1:** Kultur- und Versuchsdaten

18.04.2013	Aussaat
13.05.2013	Ausbringung Branntkalk 50 dt/ha
15.05.2013	Düngung 150 kg N/ha (KAS) (Var. 1,3,5,7); 75 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha (Triple-Superphosphat); 160 kg K <sub>2</sub> O/ha (Patentkali = 90 kg S/ha)
16.05.2013	Pflanzung
21.05.2013	Düngung N-xt (ca. 330 N kg/ha) (Var. 2,4,6,8)
05.06.2013	8-Blatt-Stadium (BBCH 18)
18.06.2013	11-Blatt-Stadium (BBCH 111)
26.06.2013	Düngung 120 kg N/ha (KAS) (Var. 1,3,5,7)
10.07.2013	Beginn Kopfbildung (BBCH 41)
24.-26.09.2013	Ernte

### *Bewässerungsvarianten und Düngung*

Die Schätzung der Evapotranspiration der Weißkohlbestände erfolgte auf Basis der potentiellen Verdunstung eines Grasbestandes ( $ET_{0,FAO56}$ ). Die vier Bewässerungsvarianten orientierten sich daher an den entsprechenden  $k_{c,FAO}$ -Werten (HS-GM 2014a). Diese variierten zwischen den Varianten ab BBCH 18 (Tab. 2). Die Geisenheimer Steuerung sieht bei Überschreitung der Feldkapazität (FK) ein Aussetzen der Bilanzierung für zwei Tage vor. Im Anschluss wird die Bilanzierung mit einem

**Signifikante Ertragseinbußen bei Industrieweißkohl nur bei stark reduzierter Bewässerung**

Bodenfeuchte-Startwert von 100 % nutzbare Feldkapazität (nFK) wieder aufgenommen. Da bei diesem Ansatz weder Bodeneigenschaften noch Wetterbedingungen in diesem Zeitraum Berücksichtigung finden, wurde im vorliegenden Versuch bei allen Varianten statt des Aussetzens der Bilanzierung ein kurzfristig möglicher Bodenwassergehalt von 110 % nFK angenommen (siehe LABER und BRENNER 2011). Die zusätzlichen 10 % können als Stauwasser interpretiert werden, welches vor dessen Versickerung evapotranspiriert. Die Größenordnung hatte sich in vorangegangenen Versuchen mit Brokkoli auf einer unmittelbar benachbarten Fläche als stimmig erwiesen (KATROSHAN und MAUSOLF 2014). Niederschlagsmengen, die rechnerisch zu einer Überschreitung eines Bodenwassergehalts von 110 % nFK führten, wurden als Sickerwasser interpretiert. Bewässerungsgaben erfolgten, wenn entsprechend der Variante die Bodenfeuchte unter 60 % nFK abzusinken drohte. Die Bewässerungsmengen waren so bemessen, dass der Bodenwassergehalt bis auf etwa 90 % nFK angehoben wurde. Die dabei zu berücksichtigende Bodenschicht wurde im Vegetationsverlauf (BBCH 18) von 0-30 cm auf 0-60 cm erweitert. Um die Höhe der einzelnen Berechnungsmengen praktikabel zu gestalten und die Gefahr des oberflächlichen Wasserabflusses zu minimieren, fand die Bodenschicht 60-90 cm bei der Beregnungssteuerung keine Berücksichtigung.

**Tabelle 2:** Genutzte  $k_c$ -Werte der einzelnen Bewässerungsvarianten

Variante	Bewässerung (Mainplot)	Düngung (Subplot)	Stadium 1 BBCH 12-13 <sup>1</sup>	Stadium 2 BBCH 18 <sup>2</sup>	Stadium 3 BBCH 111 <sup>3</sup>	Stadium 4 BBCH 41 <sup>4</sup>	
1 <sup>5</sup>	Empfehlung	KAS	0,7	1,1	1,7	1,8	
2 <sup>5</sup>		N-xt					
3	leicht reduziert	KAS			1,4	1,5	
4		N-xt					
5	mäßig reduziert	KAS		0,8	1,0	1,1	
6		N-xt					
7	stark reduziert	KAS			0,8	0,8	0,8
8		N-xt					

<sup>1</sup> ab Pflanzung, <sup>2</sup> ab 8. Blatt, <sup>3</sup> ab 11. Blatt, <sup>4</sup> ab beginnender Kopfbildung, <sup>5</sup> zum Zeitpunkt der Versuchsplanung für Weißkohl empfohlene  $k_c$ -Wert-Kombination (HS-GM 2014a)

Die für die Wasserbilanzierung genutzten Tageswerte für  $ET_{0,FAO56}$  wurden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zu Verfügung gestellt und stammten von der etwa 20 km nordöstlich vom Versuchsstandort gelegenen Wetterstation in Rostock-Laage. Der Referenzevaporation  $ET_{0,FAO56}$  lag die FAO-Penman-Monteith-Beziehung (ALLEN et al. 1998) zugrunde, bei welcher der Stomatawiderstand von 70 s/m für Gras angenommen wurde (JANSSEN 2011). Die berücksichtigten Niederschlagsmengen wurden am Versuchsstandort erfasst.

*Bodenwassergehalt und nutzbare Feldkapazität*

Zur gravimetrischen Wassergehaltsbestimmung wurden an fünf Terminen Bodenproben aus den Schichten 0-30; 30-60 und 60-90 cm entnommen. Aus drei Einstichen je Parzelle wurde eine Mischprobe aus insgesamt neun Einstichen je Variante erstellt. Die Trocknung des Bodens erfolgte bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz. Bei der Umrechnung in den volumetrischen Bodenwassergehalt

### **Signifikante Ertragseinbußen bei Industrieweißkohl nur bei stark reduzierter Bewässerung**

wurde für alle Bodenschichten eine Lagerungsdichte von  $1,5 \text{ g/cm}^3$  angenommen. Für den Versuchsstandort wurde unter Berücksichtigung von Bodenart (SI2) und Humusgehalt (1,0 %) mittels Bodenkundlicher Kartieranleitung (BGR 2005) eine FK von 27 Vol.-% in 0-30 cm und 25 Vol.-% in 30-60 cm und 60-90 cm sowie ein permanenter Welkepunkt von 7 Vol.-% ermittelt. Die zugrunde gelegte nFK betrug somit 20 Vol.-% in 0-30 cm und 18 Vol.-% in 30-60 cm und 60-90 cm.

#### **Ergebnisse**

##### *Wetter und $ET_0$*

Die durchschnittliche Tagesmitteltemperatur lag im Versuchszeitraum ein bis zwei Grad über dem langjährigen Standortmittel. Ebenso erhöht war die Niederschlagsmenge mit 297 mm (Tab. 3). Allerdings war die Verteilung der Niederschläge sehr ungleichmäßig. In den Monaten Mai, Juni, September und Oktober fiel deutlich mehr Regen als üblich. Die Monate Juli und August hingegen waren sehr trocken. Die Gras-Referenzverdunstung nach FAO-Standard ( $ET_{0,FAO56}$ ) summierte sich im Kulturverlauf auf 394 mm und lag somit über der Niederschlagsmenge in diesem Zeitraum.

##### *Beregnung und nutzbare Feldkapazität*

Der gravimetrisch bestimmte Bodenwassergehalt zu Beginn der klimatischen Wasserbilanzierung am 15.05. betrug in 0-30 cm Bodentiefe 71 % nFK, in 30-60 cm 50 % nFK und in 60-90 cm 49 % nFK. Aufgrund hoher Niederschläge nach der Pflanzung erforderte der Versuch eine erste Beregnung erst am 11.06.2013. Eine intensive Beregnung erfolgte in den Monaten Juli und August. Je nach Variante wurde an vier (Varianten 7 und 8) bis 16 Kulturtagen (Variante 1 und 2) bewässert.

Mit Erreichen des BBCH-Stadiums 18 am 05. Juni wurde die berücksichtigte Bodenschicht bei allen Varianten auf 0-60 cm ausgeweitet. Bis zu diesem Termin wurde kein Zusatzwasser gegeben (Tab. 3). Ab diesem Zeitpunkt differenzierten die  $k_c$ -Werte zwischen den Varianten. Bis zum Einsetzen der Kopfbildung (BBCH 41) lag zwischen der Empfehlung (Varianten 1 und 2) und den stark reduzierten Varianten 7 und 8 eine Differenz von 80 mm Zusatzwasser. Zwischen BBCH 41 und Ernte (BBCH 49) wurde die Empfehlung mit weiteren 282 mm Wasser versorgt. Inklusive des natürlichen Niederschlags (297 mm) ergab sich für diese beiden Varianten somit eine akkumulierte Wasserzufuhr von 659 mm. Die Berechnung des Wasserverbrauchs erfolgte unter Berücksichtigung der Differenz im gravimetrisch bestimmten Bodenwassergehalt in 0-60 cm zwischen dem Pflanz- und dem Erntetermin und betrug bei Nutzung der  $k_c$ -Wert-Empfehlung (Varianten 1 und 2) 627 mm, bei den leicht reduzierten Varianten (3 und 4) 553 mm, bei den mäßig reduzierten Varianten (5 und 6) 441 mm und bei den stark reduzierten Varianten (7 und 8) 372 mm. Aufgrund der Niederschlagsverteilung können Sickerwasserverluste während der Entwicklungsphase BBCH 41-49 nicht ausgeschlossen werden.

Die Abbildungen 1 bis 4 zeigen den für die jeweilige Bewässerungsstufe ( $k_c$ -Wert-Kombinationen) kalkulierten Bodenwassergehaltsverlauf, anhand dessen die Beregnungssteuerung erfolgte, sowie den punktuell gravimetrisch bestimmten Bodenwassergehalt (separate Beprobung der beiden Düngevarianten). Bei Beregnung nach Empfehlung wurden die tatsächlichen Bodenwassergehalte insbesondere im fortgeschrittenen Kulturverlauf gut abgebildet (Abb. 2) und  $ET_c$  solide eingeschätzt.

**Signifikante Ertragseinbußen bei Industrieweißkohl nur bei stark reduzierter Bewässerung**

Aufgrund der unterschiedlichen Verteilung der Niederschläge schwankte die Bodenfeuchte von Mai bis September zwischen 51 % und 108 % nFK. Trotz des zeitweiligen Abtrocknens der Bodenschicht 0-60 cm sowie des Bodenwasserentzugs durch die Pflanzen lagen die gemessenen Bodenwassergehalte zum Erntezeitpunkt bei über 85 % nFK.

Mit einem Beregnungswasserbedarf von insgesamt 362 mm lag die "Geisenheimer Empfehlung" (Variante 1 und 2) gut 80 mm über der leicht reduzierten Variante (3 und 4) (Tab. 3). Die gemessenen Bodenwassergehalte wurden bei Nutzung reduzierter  $k_c$ -Werte deutlich überschätzt (Abb. 2-4) und  $ET_c$  somit unterschätzt.

**Tabelle 3:** Niederschlag, kalkulierte Bestandesevapotranspiration ( $ET_c$ ), Beregnungswassermengen (BWM) und kalkulierte Sickerwassermengen (SW) in mm während einzelner Entwicklungsphasen

Stadium	Niederschlag	Empfehlung			k <sub>c</sub> leicht reduziert			k <sub>c</sub> mäßig reduziert			k <sub>c</sub> stark reduziert		
		ET <sub>c</sub>	BWM	SW	ET <sub>c</sub>	BWM	SW	ET <sub>c</sub>	BWM	SW	ET <sub>c</sub>	BWM	SW
BBCH 12-18	71	38	0	0	38	0	0	38	0	0	38	0	0
BBCH 18-111	39	45	13	0	45	13	0	33	0	0	33	0	0
BBCH 111-41	53	130	67	0	107	30	0	76	0	0	61	0	0
BBCH 41-49	134	401	282	0	334	245	7	246	176	24	178	107	37
<b>Summe</b>	<b>297</b>	<b>614</b>	<b>362</b>	<b>0</b>	<b>524</b>	<b>288</b>	<b>7</b>	<b>392</b>	<b>176</b>	<b>24</b>	<b>310</b>	<b>107</b>	<b>37</b>

*Weißkohlertrag und -qualität*

Die Bewässerungsvariante „Empfehlung“ wies im Mittel der beiden Düngevarianten die höchste Aufwuchsfrischmasse (2131 dt/ha), den höchsten Gesamtertrag (1380 dt/ha), den höchsten Marktertrag (938 dt/ha) sowie das höchste Kopfgewicht (4,48 kg) auf (Tab. 4). Mit zunehmend geringerer Gesamtberegnungsmenge nahmen diese Ertragsparameter jeweils ab, sodass die stark reduzierte Bewässerungsvariante (7 und 8) auch die geringsten Erträge aufwies. Der Gesamtertrag zeigte eine enge lineare Abhängigkeit von der Beregnungswassermenge (Ertrag [dt/ha] = 0,876 BWM [mm] + 1061,2; R<sup>2</sup>=0,97).

Signifikante Unterschiede im Gesamtaufwuchs und im Ertrag sowie bei den Einzelkopfgewichten wurden jedoch lediglich zwischen der Empfehlung (1 und 2) und der stark reduzierten Bewässerung (Variante 7 und 8) gefunden. Die Differenz in der Beregnungswassermenge zwischen diesen beiden Bewässerungsstufen beträgt hierbei allerdings mehr als 250 mm. Sowohl bei der stark als auch bei der mäßig reduzierten Bewässerungsstufe war der Anteil nicht vermarktbarer Köpfe erhöht. Der marktfähige Ertrag war daher im Vergleich zur Empfehlung bereits bei mäßig reduzierter Bewässerung signifikant geringer (Differenz in der Beregnungswassermenge 185 mm). Ausgehend von der stark reduzierten Bewässerungsstufe betrug der Mehrertrag (marktfähiger Ertrag) im Mittel der beiden Düngevarianten je 10 mm Beregnungswasser 11,8 dt/ha (Empfehlung), 14,1 dt/ha (Variante 3 und 4) und 12,9 dt/ha (Variante 5 und 6).

Bei der N-xt-Variante war im Vergleich zur KAS-Düngung trotz der unbeabsichtigt etwa 60 kg N/ha höheren N-Düngungsmenge kein höherer Gesamtertrag zu verzeichnen. In den mit KAS gedüngten

**Signifikante Ertragseinbußen bei Industrieweißkohl nur bei stark reduzierter Bewässerung**

Varianten war der Anteil nicht vermarktbarer Köpfe tendenziell erhöht, so dass der Marktertrag signifikant geringer war (Tab. 4).

**Tabelle 4:** Ertrags- und Qualitätsparameter von Weißkohl in Abhängigkeit von der Bewässerung (Faktor I) und Düngevariante (Faktor II). Dargestellt sind Mittelwerte über die Stufen des jeweils anderen Faktors (keine sign. Wechselwirkungen zwischen den beiden Faktoren).

	Bewässerung			Düngung		
	Empfehlung	k <sub>c</sub> leicht reduziert	k <sub>c</sub> mäßig reduziert	k <sub>c</sub> stark reduziert	KAS	N-xt
Gesamtertrag (dt/ha)	1380 a	1302 ab	1239 ab	1141 b	1308 A	1222 A
Aufwuchsfrischmasse (dt/ha)	2131 a	2009 ab	1931 ab	1845 b	2015 A	1943 A
Aufwuchstrockenmasse (dt/ha)	211 a	201 ab	203 ab	180 b	201 A	196 A
Kopfgewicht (kg/Kopf)	4,48 a	4,23 ab	4,03 ab	3,71 b	4,25 A	3,97 B
marktfähiger Ertrag (dt/ha)	938 a	893 a	725 b	637 b	719 B	878 A
Anteil Köpfe mit Totalausfall (%)	10,3 a	5,7 a	14,3 a	13,3 a	13,3 A	8,5 A

Unterschiedliche Buchstaben markieren signifikante Unterschiede zwischen den Bewässerungs- (Kleinbuchstaben) bzw. Düngevarianten (Großbuchstaben) (Tukey;  $\alpha < 0,05$ )

**Diskussion und Fazit**

Zwar wies die Geisenheimer Empfehlung die höchsten Ertragswerte auf, allerdings führte erst ein Unterschied in der Beregnungswassermenge von über 250 mm zu signifikanten Ertragsdifferenzen. Dies ist in enger Übereinstimmung mit Ergebnissen von LABER und BÄBLER (2013), welche in einem ähnlichen Versuch bei einer Variation der Beregnungsmenge von 108 bis 410 mm nur Ertragseffekte zwischen der Geisenheimer Empfehlung und der stark reduzierten Bewässerung feststellen konnten. Im Gegensatz zu den Ergebnissen des in 2012 durchgeführten Versuches (KATROSCHAN und MAUSOLF 2013) ergab sich eine positive lineare Ertragsabhängigkeit von der Beregnungswassermenge. Aus dieser lässt sich ein Mehrertrag von 11,4 dt/ha je 10 mm Beregnungswasser ableiten. Die Ertragsabhängigkeit von der Beregnungsmenge erwies sich bei Weißkohl somit im Gegensatz zu anderen Gemüsekulturen erneut als vergleichsweise gering.

In 2014 wurden aufgrund der Ringversuchsergebnisse die k<sub>c</sub>-Wert-Empfehlung für Kopfkohl von 1,7 auf 1,6 (BBCH 111) sowie von 1,8 auf 1,7 (BBCH 41) abgesenkt (HS-GM 2014b). Diesen Werten liegt weiterhin das Ziel der pflanzenbaulichen Ertragsoptimierung und nicht zwingend einer optimalen Wassernutzungseffizienz oder eines maximalen Deckungsbeitrags zugrunde. Aufgrund der vergleichsweise geringen Ertragsreaktion von Kopfkohl auf Zusatzwasser kann daher auch diese Empfehlung für die Anbaupraxis keine Allgemeingültigkeit besitzen. Sie dient aber als Referenzwert, welcher in Abhängigkeit des Produktionsziels ggf. weiter abgesenkt werden sollte.

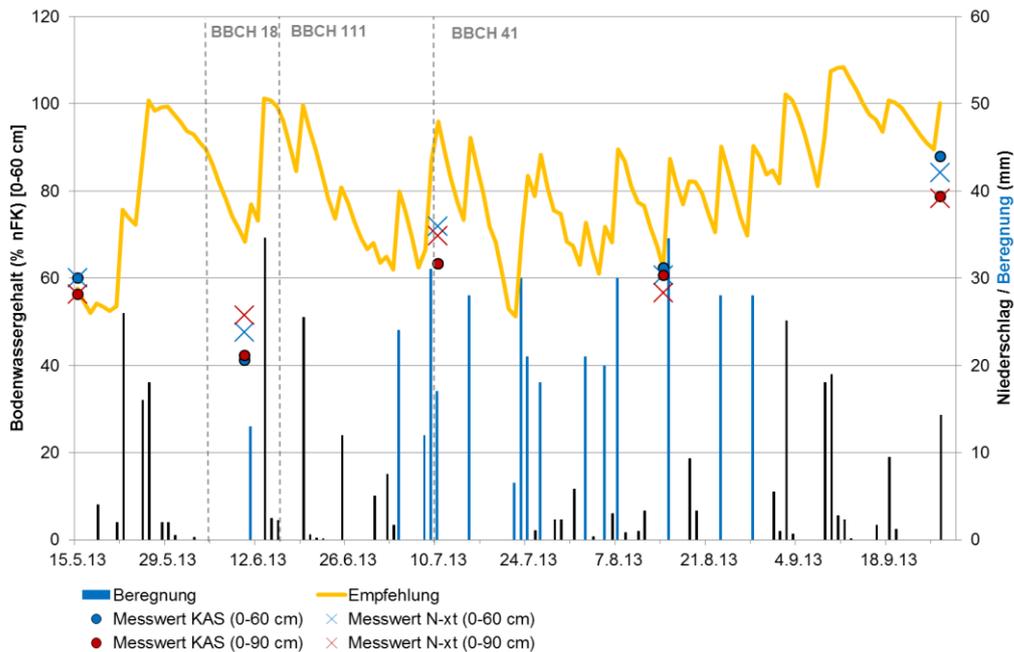
### *Signifikante Ertragseinbußen bei Industrieweißkohl nur bei stark reduzierter Bewässerung*

---

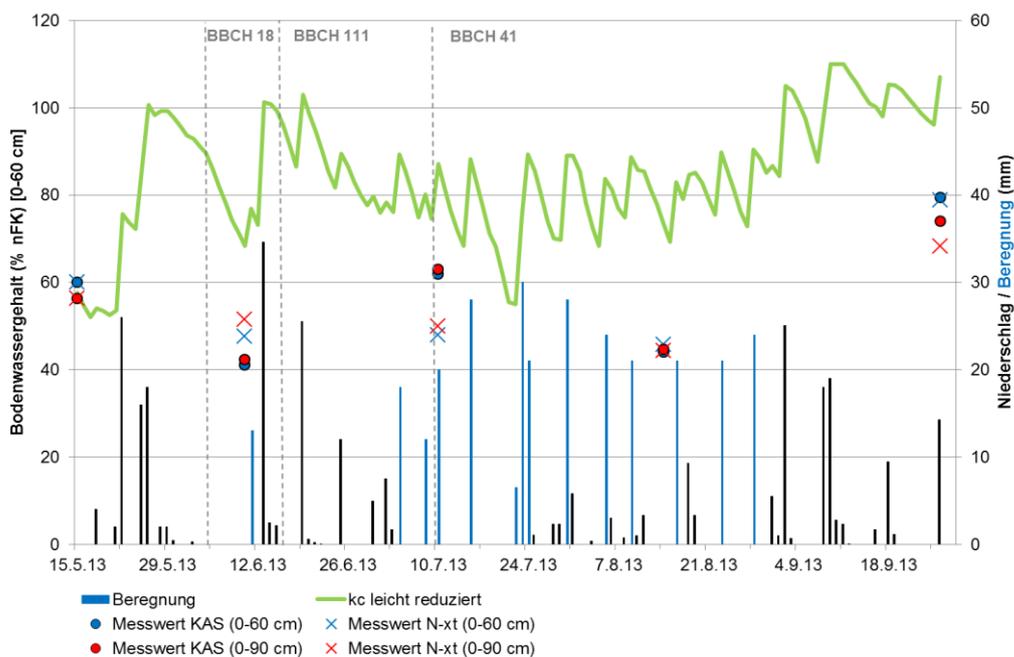
#### **Literatur**

- ALLEN R. G., PEREIRA L. S., REAS D., SMITH M. (1998) Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56, Rom
- BGR (2005) Bodenkundliche Kartieranleitung (5. Aufl.). Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [Hrsg.], Schweizerbart, Stuttgart
- HS-GM (2014a) Geisenheimer Bewässerungssteuerung - für FAO-Grasverdunstung. Hochschule Geisenheim <http://www.hs-geisenheim.de/forschungszentren/institut-fuer-gemuesebau/forschung/geisenheimer-steuerung.html>, Stand 10.06.2013
- HS-GM (2014b) Geisenheimer Bewässerungssteuerung - für FAO-Grasverdunstung. Hochschule Geisenheim <http://www.hs-geisenheim.de/forschungszentren/institut-fuer-gemuesebau/forschung/geisenheimer-steuerung.html>, Stand 11.12.2014
- JANSSEN W. (2011) Persönliche Mitteilung, 28.10.2011
- KATROSHAN K.-U., MAUSOLF B. (2014) Bewässerungssteuerung bei Brokkoli – Ertrag und Kopfqualität in Abhängigkeit von Berechnungsmenge und Sorte. Hortigate, Versuchsberichte Gemüsebau, <http://www.hortigate.de/bericht?nr=60294>, Stand 11.12.2014
- KATROSHAN K.-U., MAUSOLF B. (2013) Höherer Gesamtertrag aber geringere Kopfqualitäten bei Industrieweißkohl durch reduzierte Bewässerung. Hortigate, Versuchsberichte Gemüsebau, <http://www.hortigate.de/bericht?nr=57210>, Stand 11.12.2014
- LABER H., BRENNER S. (2011) Deutlich mehr großfallende Zwiebeln bei Bewässerung. Monatsschrift, Magazin für den Gartenbauprofi, Sonderheft Zwiebel 2/2011
- LABER H., BÄBLER G. (2013) Auch bei reduzierter Bewässerung noch Vollertrag bei Industrieweißkohl. Hortigate, Versuchsberichte Gemüsebau, <http://www.hortigate.de/bericht?nr=59659>, Stand 11.12.2014

**Signifikante Ertragseinbußen bei Industrieweißkohl nur bei stark reduzierter Bewässerung**

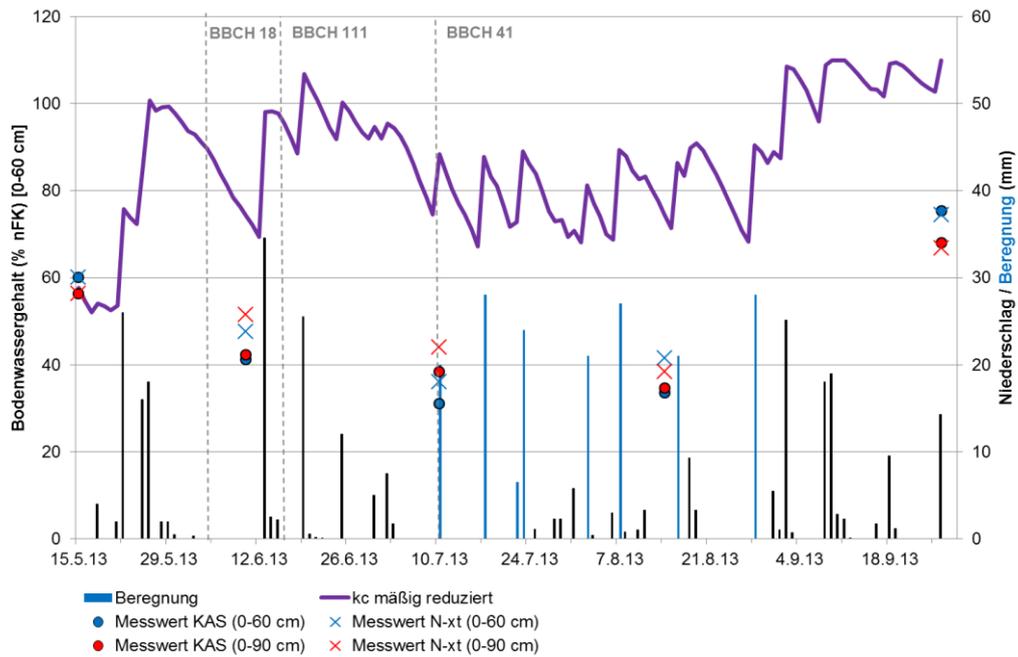


**Abb. 1:** Niederschlags- und Beregnungsmengen sowie kalkulierter und gravimetrisch (● x) bestimmter Bodenwassergehalt in 0-60 cm Bodentiefe bei Bewässerung nach **Geisenheimer Empfehlung** (Variante 1 und 2) im zeitlichen Verlauf der Weißkohlkultur

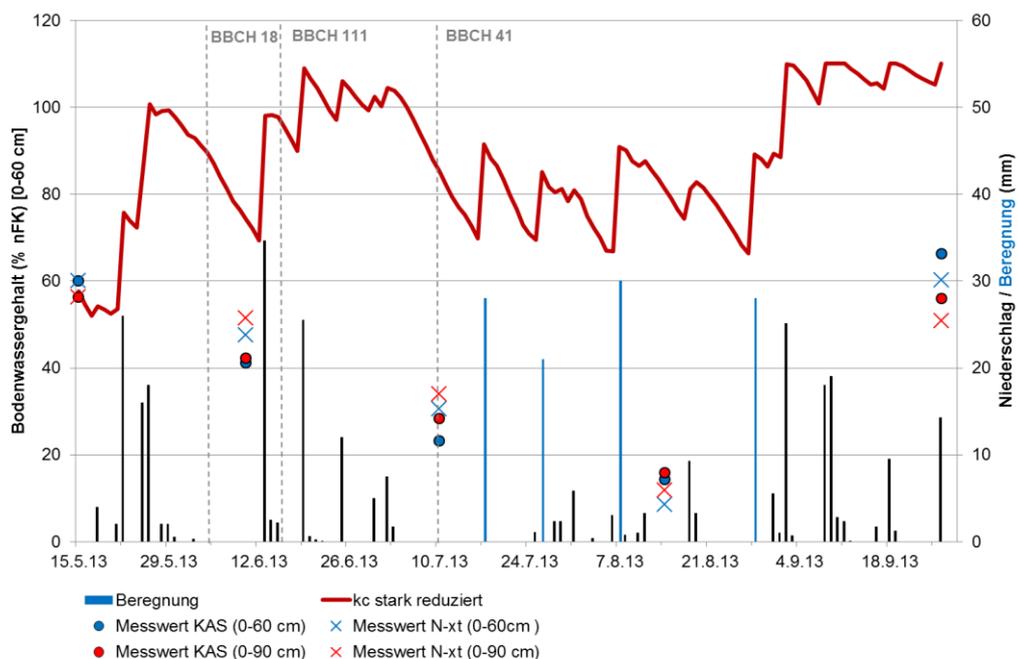


**Abb. 2:** Niederschlags- und Beregnungsmengen sowie kalkulierter und gravimetrisch (● x) bestimmter Bodenwassergehalt in 0-60 cm Bodentiefe bei **leicht reduzierter Bewässerungsstufe** (Variante 3 und 4) im zeitlichen Verlauf der Weißkohlkultur

**Signifikante Ertragseinbußen bei Industrieweißkohl nur bei stark reduzierter Bewässerung**



**Abb. 3:** Niederschlags- und Beregnungsmengen sowie kalkulierter und gravimetrisch (● x) bestimmter Bodenwassergehalt in 0-60 cm Bodentiefe bei **mäßig reduzierter Bewässerungsstufe** (Variante 5 und 6) im zeitlichen Verlauf der Weißkohlkultur



**Abb. 4:** Niederschlags- und Beregnungsmengen sowie kalkulierter und gravimetrisch (● x) bestimmter Bodenwassergehalt in 0-60 cm Bodentiefe bei **stark reduzierter Bewässerungsstufe** (Variante 7 und 8) im zeitlichen Verlauf der Weißkohlkultur