

**Keine Bewässerungswirkung wegen Regens;
Modell bildet zwischenzeitlich extrem
niedrigen Bodenwassergehalt aber nicht ab**

**Buschbohnen
Bewässerung
Sorte**

Zusammenfassung

Bei einem ersten Bewässerungsversuch mit vier verschiedenen Buschbohnsorten am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz fielen in der 2. Kulturhälfte rund 250 mm Niederschlag, so dass keine wesentlichen Ertragseffekte einer Bewässerung von nur 25 mm zu verzeichnen waren. Die Bewässerung erfolgte in der sehr trockenen 1. Kulturhälfte, wo der Boden entgegen der Prognose des 'Geisenheimer Modells' auf zum Teil nur noch 14 % nutzbare Feldkapazität austrocknete.

Versuchshintergrund u. -frage

Im hiesigen Anbaugbiet mit seinen Lössböden werden Buschbohnen nur relativ extensiv bewässert. Durch den Klimawandel und dabei insbesondere die prognostizierte (Früh)Sommertrockenheit dürfte aber langfristig eine intensivere Bewässerung notwendig werden. Neben der Überprüfung von vorhandenen Beregnungsmodellen sollen im Rahmen der Untersuchungen spezielle Sorten mit einer ggf. besseren Toleranz gegenüber Trockenstress getestet werden.

Material und Methoden

In dem Versuch konnten 4 Sorten mit ähnlicher Reifezeit geprüft werden, wovon jeweils 2 seitens der Züchter als 'eher trockenstresstolerant', die anderen beiden als 'eher wasser- bzw. beregnungsbedürftig' eingeschätzt werden (Tab. 1).

Tab. 1: Einbezogene Sorten; erreichte Bestandesdichte

Sorte	Paulista	Como	Konza	Bomont
Züchter	Seminis		Syngenta	
Trockenstresstoleranz ^{*)}	eher ja	eher nein	eher ja	eher nein

^{*)}: Einschätzung/Angabe des Züchters

Die Aussaat erfolgte am 10. Juni, schon 6 Tage später liefen die Bohnen mit hohem Feldaufgang auf. Durch praxisübliche Pflanzenschutzmaßnahmen und einige Jätgänge war der Bohnenbestand bis zur Ernte praktisch unkraut- und befallsfrei.

Neben einer 'Kontrolle' in der keine Beregnung durchgeführt wurde, sollten in einer 'Praxis'-Variante nur bei extremer Trockenheit 2 bis 3 Regengaben erfolgen. In der Variante 'Modell' wurde nach der 'Geisenheimer Bewässerungssteuerung' (PASCHOLD et al. 2010) eine Wasserbilanz erstellt und entsprechend beregnet. Allerdings sollte abweichend vom Modell (bei dem der Boden durch die Beregnungsgaben immer wieder auf den Ausgangswassergehalt von rund 100 % nutzbare Feldkapazität (nFK) aufgefüllt werden soll) erst bei ca. 60 % nFK eine Beregnung durchgeführt werden, die den Boden auf ca. 80 % nFK auffüllt. Dabei wurde bis Blühbeginn (BBCH 61) nur die Bodenschicht 0-30 cm einbezogen, danach wurde entsprechend mit 0-60 cm Tiefe kalkuliert. (Da kurz nach Blühbeginn bis zur Ernte auf Grund sehr intensiver Niederschläge keine Beregnungen notwendig waren, werden im Folgenden nur die Kalkulationen für die Bodenschicht 0-30 cm dargestellt.)

Versuche im deutschen Gartenbau
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie,
Abteilung Gartenbau, Dresden-Pillnitz
Bearbeiter: Hermann Laber und Sonja Brenner

2010

Kultur- und Versuchsdaten:

- 10. Juni 2010: Einzelkornaussaat der Sorten, Reihenabstand 50 cm, Kornablageabstand 6,1 cm (32,8 Korn/m²), Aufdüngung auf 110 kg N_{min}/ha in 0-60 cm
- 16. Juni: Auflauf (BBCH 09)
- 16. Juli: Beginn der Blüte (BBCH 61)
- 29. Juli: 1. Hülse hat volle Länge erreicht (BBCH 71)
- 16./17. Aug.: Ernte der Sorten 'Paulista' und 'Como' (blockweise)
- 18.-20. Aug.: Ernte der Sorten 'Konza' und 'Bomont' (blockweise)
- Bodenart: stark lehmiger Sand (SI4), n. Bodenschätzung: L 3 Al 73/74
- Versuchsanlage: Zweifaktorielle Spaltanlage (Haupteinheit Beregnung, Untereinheit Sorte) mit 4 Wiederholungen
- Parzellengröße: 2,5 m² = 5 lfdm (Kernparzelle)
- Beregnung: Parzellen-Gießwagen mit Flachstrahldüsen (Gierhake Maschinenbau)

Die Berechnung der potentiellen Evapotranspiration des Bohnenbestandes (ET_c) und damit der Wasserbilanz erfolgte nach der 'Geisenheimer Bewässerungssteuerung' (PASCHOLD et al. 2010) mit den entsprechenden kc -Werten für Buschbohnen (FORSCHUNGSANSTALT GEISENHEIM 2010; vgl. Abb. 2). Abweichend vom 'Geisenheimer Modell', das "nach starken Niederschlägen" mit einer Überschreitung der Feldkapazität (FK) die Bilanzierung für 2 Tage aussetzt und danach wieder mit FK 'startet', wurde bei der eigenen Kalkulation die Nutzung der über die FK hinausgehende Wassermenge (langsam bewegliches Sickerwasser) dadurch eingerechnet, dass sich der Boden auf bis zu 105 % nFK auffüllen konnte und nur die darüber hinausgegangene Niederschlagsmenge als versickert angenommen wurde.

Parallel wurde die Verdunstung/Wasserbilanz mit dem vom Deutschen Wetterdienst angebotenen Modul 'Agrowetter Beregnungsberatung' berechnet, dass sich ebenfalls weitestgehend am 'Geisenheimer Modell' orientiert. Abweichend von diesem wird auch hier die Bilanzierung im Falle einer Überschreitung der FK nicht ausgesetzt, sondern die Versickerung in Abhängigkeit von den Bodeneigenschaften kalkuliert (AGROWETTER 2009). Eine Besonderheit von 'Agrowetter' ist die Berechnung einer aktuellen Verdunstung ($ET_{c\ adj}$), die im Falle einer nicht ausreichenden Wasserversorgung des Bestandes unter ET_c liegt (JANSSEN 2010). Bei der Berechnung mit 'Agrowetter' wurden die Voreinstellungen bezüglich der Schwellenwerte für den Beregnungsbeginn (65 % nFK bis BBCH 61, danach 45 %) nicht verändert, die maximale Durchwurzelungstiefe wurde aber von 50 cm (Voreinstellung) auf 60 cm erhöht.

Da für die Berechnung von 'Agrowetter' automatisch auf die ET_0 -Werte (FAO Gras-Referenzverdunstung) der nächstgelegenen Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zurückgegriffen wird (in diesen Falle Dresden-Hosterwitz, ca. 3 km von Versuchsstandort entfernt, ähnliche Topographie etc.) wurde die Berechnung nach 'Geisenheim' auch auf Basis dieser Werte durchgeführt. Tatsächlich basiert die 'Geisenheimer Bewässerungssteuerung' aber auf der (modifizierten) Verdunstungsberechnung nach PENMAN (ET_{PENMAN}) (PASCHOLD et al. 2010, KLEBER 2010), die um den Faktor 1,4 höher liegt als ET_0 (KLEBER 2010). Auch diese ET_{PENMAN} -Werte der Wetterstation Dresden-Hosterwitz wurden seitens des DWD freundlicher Weise zur Verfügung gestellt.

Die Niederschläge wurden 'vor Ort' mit einer Wetterstation des Versuchsbetriebes erfasst. Die so ermittelten Niederschlagswerte wurden auch bei der 'Agrowetter'-Berechnung zugrunde gelegt. Generell geben die dargestellten Niederschlags- und Verdunstungswerte sowie Bodenwassergehalte den Wert bzw. Zustand am Ende des angegebenen Tages (24:00 Uhr) wieder.

Die Beregnung der entsprechenden Parzellen (Haupteinheit) erfolgte mit einem Parzellen-Gießwagen mit Flachstrahldüsen. Um eine vollständige Infiltration sicherzustellen, wurden je Überfahrt nur 2, später 3 mm ausgebracht, so dass zumeist 5 Überfahrten pro Beregnungsgabe erforderlich waren. Die ausgebrachte Beregnungsmenge wurde jeweils mit Hilfe von bodennah aufgestellten Regenmessern überwacht.

Ergebnisse

Nach einem niederschlagsreichen Winter (156 mm Niederschlag vom 1. Nov. bis 15. März.) wurde am 18. März die FK der Versuchsfläche durch ziehen einer Bodenprobe bestimmt. Bei einer angenommen Bodendichte von 1,5 g/cm³ wurde eine FK von 27,9 Vol.-% (0-30 cm) bzw. 26,9 Vol.-% (30-60 cm) ermittelt (Tab. 2). Die Kartieranleitung (KA 5, 2005) weist dagegen für einen stark lehmigen Sand (SI4, Rohdichte 1,5 g/cm³) mit 30 Vol.-% eine etwas höhere FK aus. Dementsprechend wurde der bei der Berechnung der nFK zugrunde gelegte Todwassergehalt gegenüber der KA 5 (SI4: 12 Vol.-%) mit 11,0 Vol.-% ebenfalls leicht reduziert.

Beim Auflaufen der Bohnen (BBCH 09) Mitte Juni wurde ein Ausgangs-Bodenwassergehalt in 0-30 cm Tiefe von knapp 73 % nFK ermittelt. Bis etwa zur Kulturmitte herrschten dann sehr trockenere Witterungsbedingungen mit bis zu 5-6 mm, teilweise 7 mm ET₀/d (vgl. Abb. 2). Bei einem Absinken der Bodenfeuchte nach 'Agrowetter' auf 60-65 % nFK wurde in der 'Modell'-Variante der Boden mit eine Beregnungsgabe von 10 mm an zwei Terminen jeweils wieder auf 80 % nFK aufgefüllt (Abb. 1).

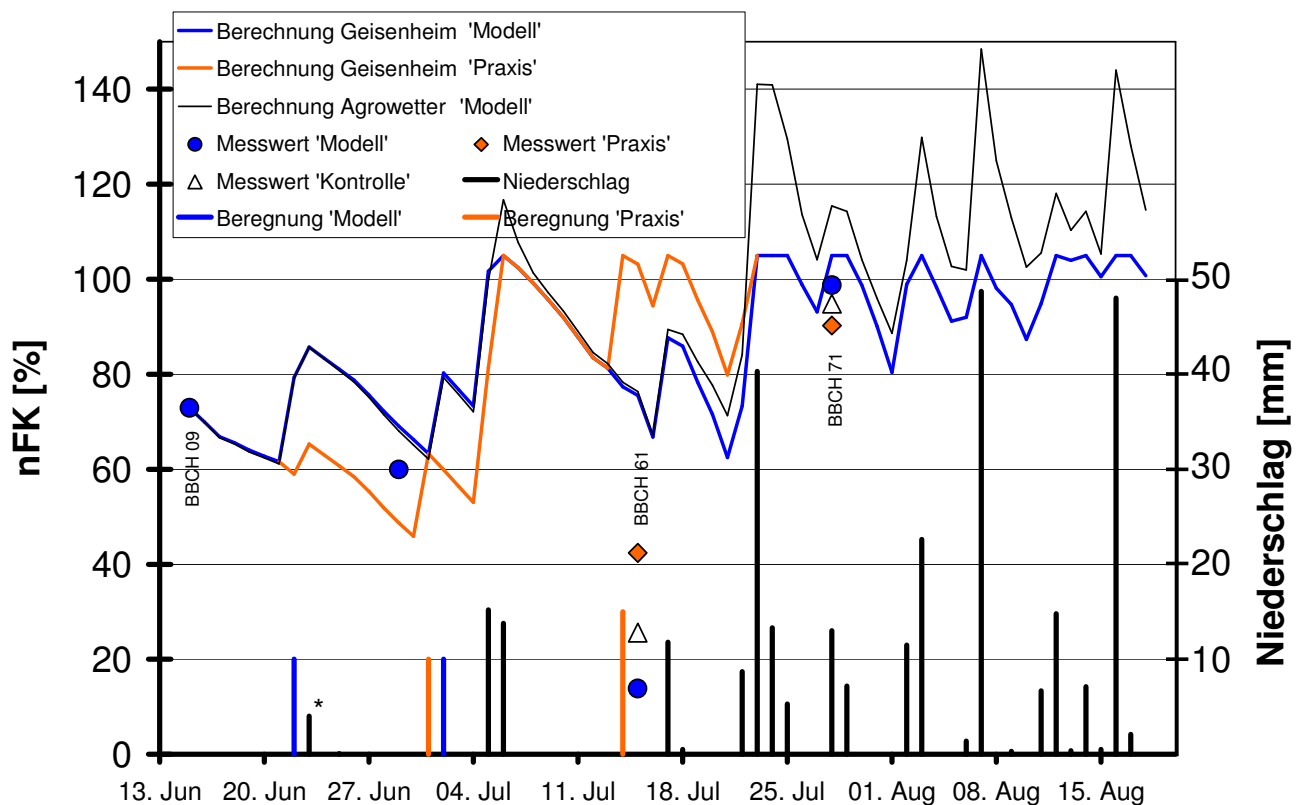


Abb. 1: Niederschlags- und Beregnungsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von ET₀ bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-30 cm bei den Varianten 'Modell' und 'Praxis' (*: 4 mm Beregnung in allen Varianten)

Da der direkt nach der Aussaat ausgebrachte N-Dünger vor der ersten Beregnungsgabe nicht vollständig aufgelöst/eingewaschen war (nur 3,5 mm Niederschlag zwischen Saat und Auflauf), wurden am 23. Juni alle Varianten mit 4 mm beregnet. Damit sollte sichergestellt werden, dass in allen Varianten eine einheitliche N-Versorgung gewährleistet war.

In der 'Praxis'-Variante wurden wegen der 'augenscheinlich' sehr trockenen Bodenverhältnisse eine 10- und eine 15 mm-Gabe gegeben (wobei sich diese Einschätzung durch die Bodenbeprobung, die nach der 2. Beregnungsgabe erfolgte, auch voll bestätigte). Die Kontrolle blieb (mit Ausnahme der 4 mm am 23. Juni) unberegnet.

Eine Woche nach Blühbeginn (BBCH 61) setzen sehr feuchte Witterungsbedingungen mit insgesamt rund 250 mm Niederschlag bis zur Ernte ein, so dass der Boden immer wieder bis auf FK aufgefüllt wurde und ca. 150 mm versickerten (s. u.).

Die auf Basis der ET_0 -Werte berechneten täglichen Verdunstungswerte nach 'Geisenheim' stimmten weitgehend mit dem 'Agrowetter'-Ansatz überein (da rechnerisch nie eine Bodenfeuchte von 60 % nFK unterschritten wurde, war hier die berechnete $ET_{c\ adj} \approx ET_c$) (Abb. 2, dargestellt nur $ET_{c\ adj}$). Mit einer berechneten Verdunstung von 131,5 mm wies 'Agrowetter' aber einen geringfügig höheren Wert für die Kulturzeit aus als die eigene Berechnung nach 'Geisenheim', die auf 128,5 mm kam (Tab. 3). Auch für die unberechnete 'Kontrolle' berechnete 'Agrowetter' eine Verdunstung von 131,4 mm, obwohl hier die kalkulierte nFK zeitweise auf deutlich unter 50 % absank (vgl. Abb. 4). Bei 'Agrowetter' wird die Verdunstung aber auch bei geringeren Bodenfeuchtegehalten dann nicht reduziert, wenn die Transpirationsbelastung ($ET_0 \times kc$) nur relativ gering ist (hier in der entsprechende Phase unter 2 mm/d) und so ein ausreichender Wassertransport zu den Wurzeln gewährleistet ist (JANSSEN 2010).

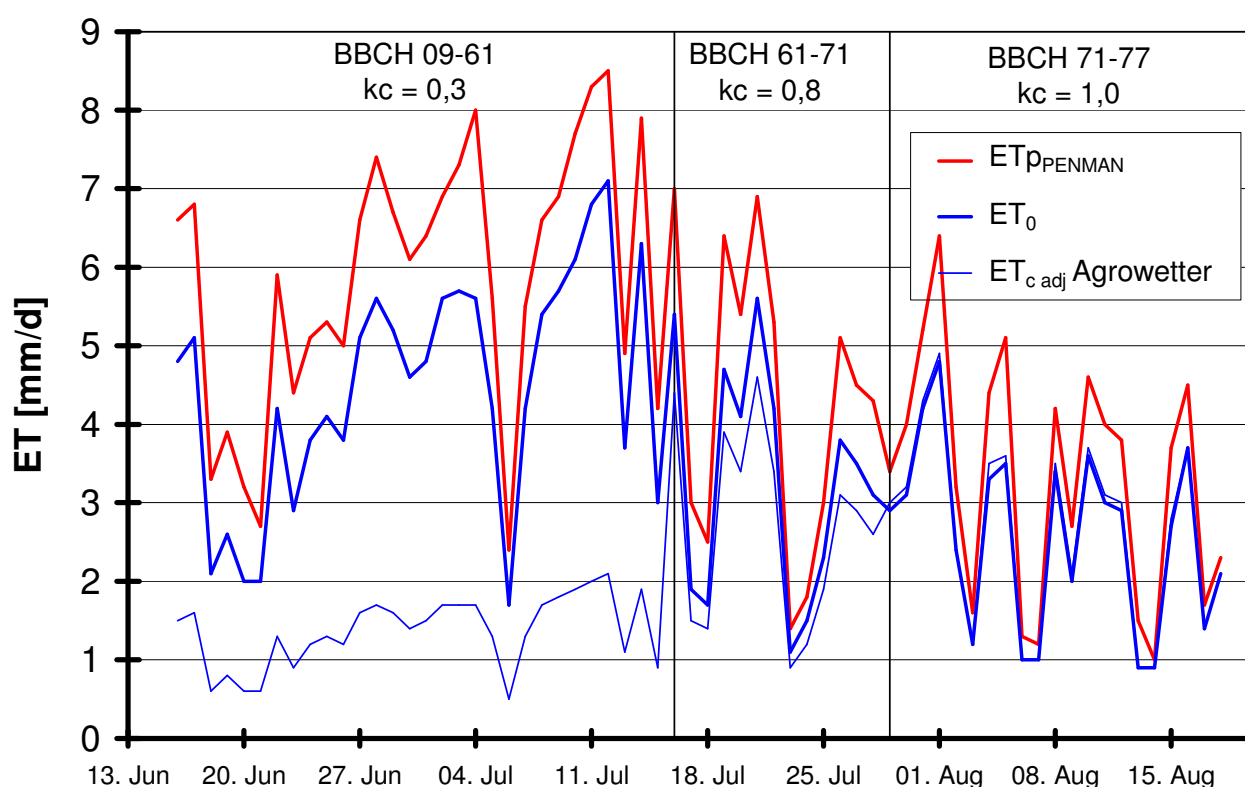


Abb. 2: Evapotranspiration nach PENMAN ($ET_{pPENMAN}$) und FAO Gras-Referenzverdunstung (ET_0) sowie aktuelle Evapotranspiration ($ET_{c\ adj}$) laut 'Agrowetter' (auf Basis ET_0) für die Variante 'Modell'

Entsprechend den nahezu identischen Verdunstungswerten verliefen die berechneten Bodenfeuchtegehalten bis BBCH 61 (ab diesem Entwicklungsstadium bezieht 'Agrowetter' die Schicht 30-60 cm mit in die Kalkulation ein) nahezu deckungsgleich (Abb. 1). In der zweiten, feuchten Kulturhälfte führten die unterschiedlichen Modellansätze für die Versickerungsberechnung aber zu einem etwas unterschiedlich Verlauf: Während sich nach dem modifizierten 'Geisenheimer Modell' der Boden auf maximal 105 % nFK auffüllte (und die darüber hinaus gehende Menge von insgesamt 162,9 mm als versickert angenommen wurde) und danach nur noch die Verdunstung zu einer Abnahme der Bodenfeuchte beitrug, kann sich nach dem 'Agrowetter-Ansatz' der Boden auch höher auffüllen, dann aber durch Verdunstung und Versickerung schneller das Wasser wieder verlieren. Insgesamt berechnete 'Agrowetter' eine Versickerung von 142,6 mm (Tab. 3).

Da der Boden augenscheinlich sehr trocken erschien, wurde zur Überprüfung der berechneten Bodenfeuchte am 29. Juni in der Variante 'Modell' eine erste Bodenprobe gezogen. Diese deutete bereits an, dass der Boden tatsächlich etwas trockener war als kalkuliert (Abb. 1). Die bei Blühbeginn (BBCH 61) gezogenen Bodenproben zeigten dann allerdings einen 'eklatanten' Unterschied zwischen kalkuliertem und tatsächlichem Bodenwassergehalt auf, der mit 42 ('Praxis') bzw. sogar nur 14 % nFK ('Modell') vermutlich mit Ertragseinbußen verbunden war.

Mit Einsetzen der (Stark)Niederschläge füllte sich dann der Boden in allen Varianten wieder auf FK auf, was auch durch die Bodenproben weitestgehend bestätigt wurde. Auf eine Bodenprobe am Kulturende wurde auf Grund der offensichtlichen Sättigung des Bodens bis auf FK verzichtet.

Berechnet man (wie vom 'Geisenheimer Modell' vorgesehen) die Verdunstung auf Basis der ET_{PENMAN} -Verdunstungswerte (für die Kulturzeit der Bohne um Faktor 1,31 höher als ET_0), so wird der Bodenwassergehalt vom 29. Juni sehr gut prognostiziert (Abb. 3). Aber auch hier ist die Kalkulation des Bodenwassergehaltes zu Beginn der Blüte (BBCH 61) mangelhaft, so dass für die erste Phase (BBCH 09-61) ein höherer k_c -Wert als 0,3 angebracht erscheint.

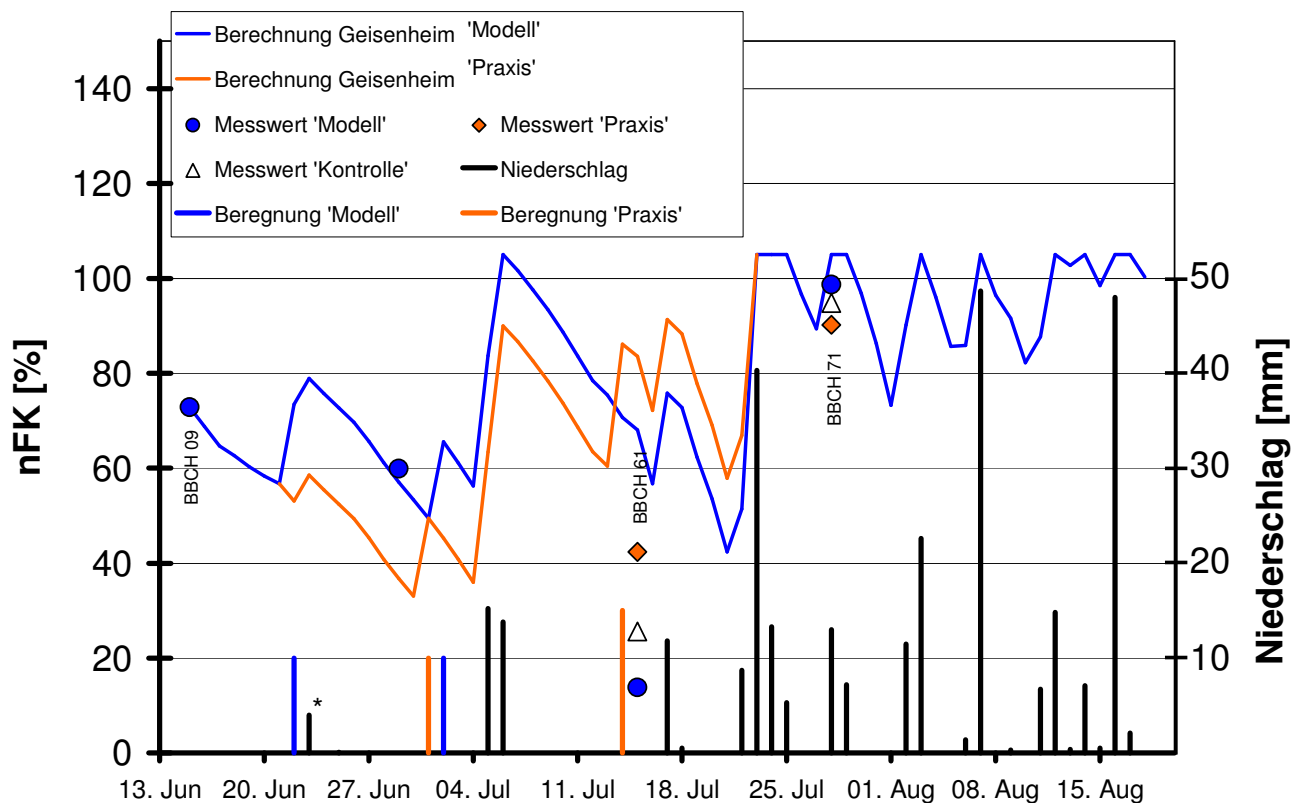


Abb. 3: Niederschlags- und Berechnungsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von ET_{PENMAN} bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-30 cm bei den Varianten 'Modell' und 'Praxis'

Der Bodenfeuchtigkeitsgehalt (0-30 cm) der 'Kontrolle' wurde vom 'Agrowetter'-Modul auf Basis der berechneten $ET_{c\ adj}$ -Werte zu Blühbeginn (BBCH 61) auf 56 % nFK geschätzt (Abb. 4). Tatsächlich lag er aber auch hier mit 26 % nFK noch deutlich tiefer.

Ganz offensichtlich wurden von allen Varianten aber auch schon vor Blühbeginn Bodenwasser der Schicht 30-60 cm genutzt, denn der Wassergehalt dieser Schicht fiel von 79 % nFK (BBCH 09) auf 46 % ('Praxis') oder sogar bis auf Werte um 0 % ('Kontrolle' und 'Modell') bis Blühbeginn ab (Tab. 2). Bei der 'Kontrolle' und der 'Modell'-Variante war sogar eine Abnahme des Wassergehaltes in der Schicht 60-90 cm zu verzeichnen.

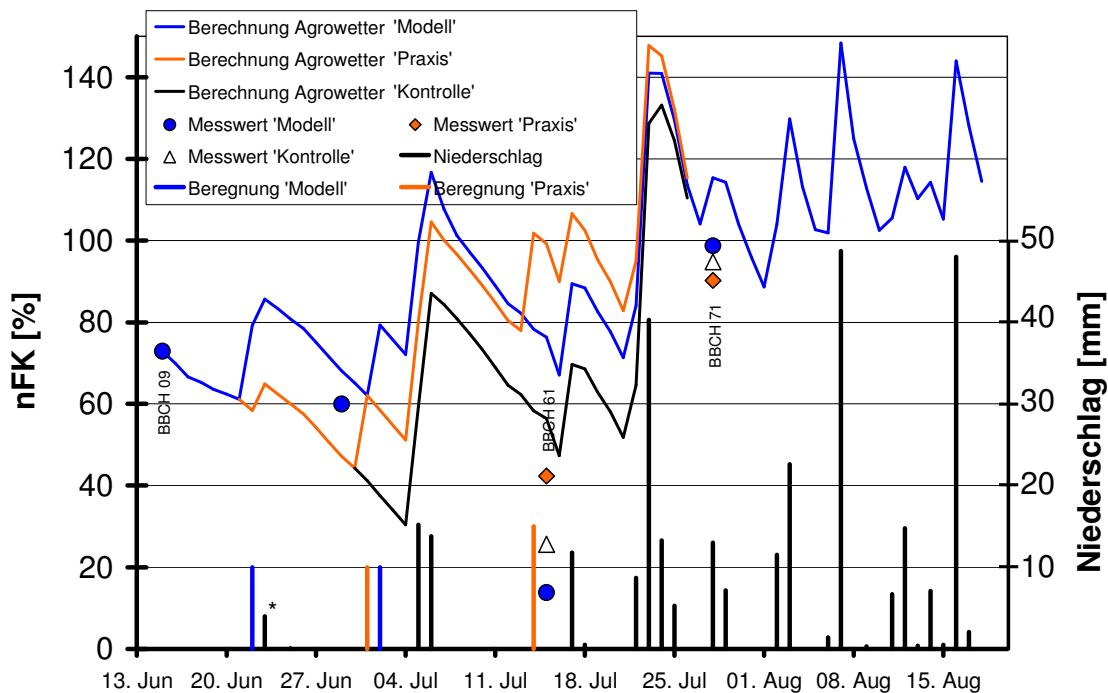


Abb. 4: Niederschlags- und Berechnungsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert, gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-30 cm der verschiedenen Varianten laut 'Agrowetter'

Trotz der teilweise massiven Austrocknung des Bodens zeigten die Bohnen bzw. die unterschiedlichen Varianten während der ersten Kulturhälfte keine auffälligen Trockenstress-symptome.

Da die Berechnungsmengen in den Varianten 'Praxis' und 'Modell' mit 25 bzw. 20 mm sehr ähnlich waren und in der 'Praxis'-Variante zu Blühbeginn der höchste Bodenwassergehalt festgestellt wurde, wurde neben der 'Kontrolle' nur die 'Praxis'-Variante ertraglich ausgewertet. Aber entsprechend der nur relativ geringen Berechnungsmenge konnte beim Frischmasseertrag kein Berechnungseffekt abgesichert werden ($p = 0,27$) (Abb. 5, Tab. 3).

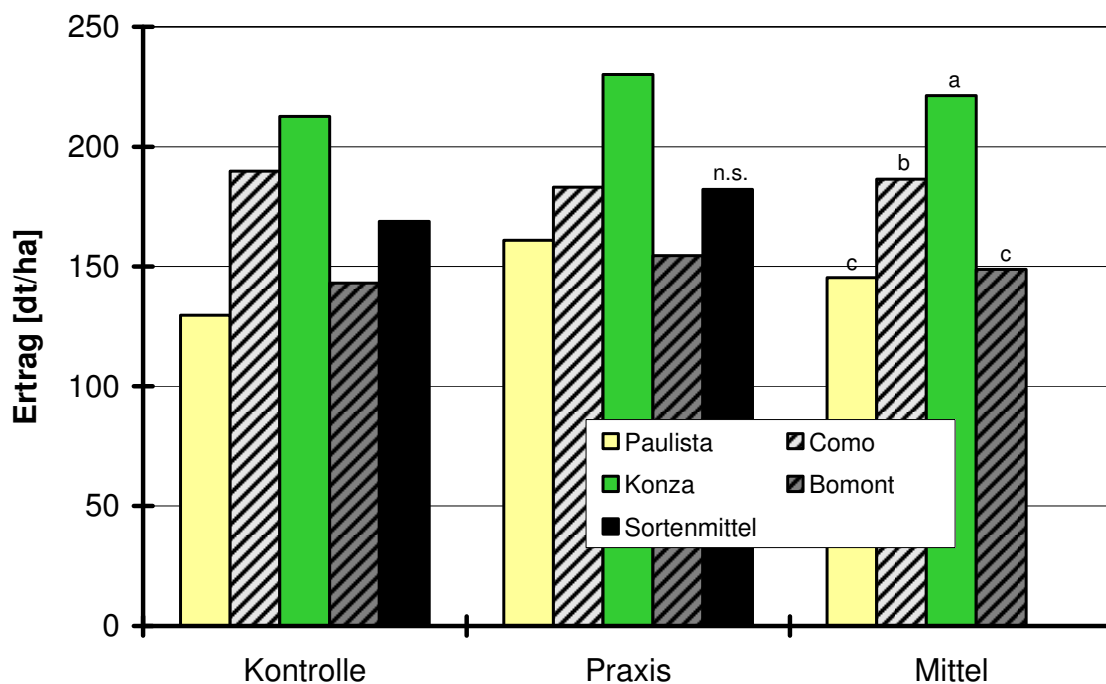


Abb. 5: Frischmasse-Ertrag in Abhängigkeit von Bewässerung und Sorte (GD_(α<0,05) Sorteneffekt: 25,2 dt/ha)

Allerdings unterschieden sich die Sorten sehr deutlich in ihrem Ertragsniveau, wobei 'Konza' mit 221 dt/ha (Bewässerungsmittel) den höchsten Ertrag zeigte, was neben einer hohen Wuchsleistung (vgl. Abb. 6) auch auf den unter den Sorten höchsten Harvest-Index von 46 % beruht (Tab. 4). Eine Wechselwirkung zwischen Sorte und Bewässerung bestand ebenfalls nicht ($p = 0,48$).

Eine signifikante Bewässerungswirkung zeigte sich nur bei der Sortierung der Hülsen, wo der Anteil der Größenklasse 8,0-9,0 mm bei der beregneten Variante mit 26,7 % (wenn auch nur unbedeutend) höher als bei der 'Kontrolle' (24,7 %) lag (o. Abb. Tab. 4).

Bei der Menge an Ernterückständen zeigten sich weder Sorten- noch Beregnungseffekte (o. Abb., s. Tab. 4), so dass auch für die gesamte Aufwuchsmenge wiederum nur ein Sorteneffekt abgesichert werden konnte (Abb. 6).

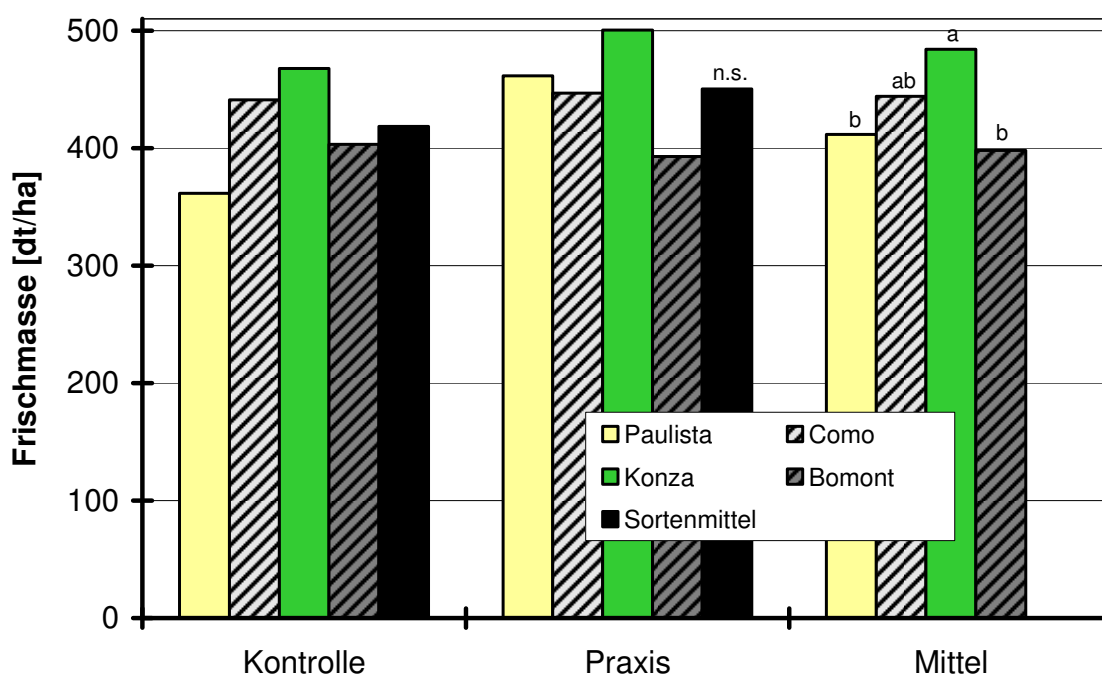


Abb. 6: Frischmasse-Aufwuchs in Abhängigkeit von Bewässerung und Sorte ($GD_{(\alpha < 0,05)}$ Sorteneffekt: 55,2 dt/ha)

Fazit

Auf Grund der hohen Niederschläge in der zweiten Kulturhälfte waren (laut den Bewässerungsmodellen auf Basis der ET_0 -Werte) nur geringe Bewässerungsgaben notwendig, so dass keine Ertragseffekte gegenüber der unberegneten Kontrolle zu erwarten waren.

Auf Grund der teilweise hohen Abweichungen zwischen kalkuliertem und tatsächlichem Bodenwassergehalt soll im kommenden Versuchsjahr eine Variante aufgenommen werden, bei der nicht auf Basis des kalkulierten sondern des tatsächlichen Bodenwassergehaltes bewässert werden soll.

Tab. 2: Gravimetrisch bestimmte Bodenwassergehalte und % nutzbare Feldkapazität

Datum	BBCH	Variante	Bodenwassergehalt [mm] ²⁾			% nFK ³⁾		
			0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
18. Mrz ¹⁾		alle	84	81	81	100	100	100
15. Jun ⁴⁾	09	alle	70	71	69	73	79	73
29. Jun ⁴⁾		Modell	64			60		
15. Jul ⁴⁾	61	Kontrolle	47	32	49	26	0	30
		Praxis	55	56	68	42	46	72
		Modell	41	37	39	14	4	10
28. Jul ⁴⁾	71	Kontrolle	81	81	86	95	100	109
		Praxis	79	75	84	90	88	106
		Modell	81	73	84	99	84	107

¹⁾: Bestimmung der FK. Wasserbilanz der Vortage (Niederschlag - ET₀): 15.3.: +10,3; 16.3.: +2,5; 17.3.: -0,5;

²⁾: Bodenwassergehalt der Schicht bei einer angenommenen Bodendichte von 1,5 g/cm³,
Ermittelt an Mischproben aus 8 Einstichen (2 Bodenproben pro Wiederholung), Trocknung bei 105 °C);

³⁾: zugrunde gelegter Totwassergehalt: 11,0 Vol.-%;

⁴⁾: Die Proben wurden jeweils am frühen Morgen des Folgetages gezogen und geben somit den Bodenwassergehalt am Ende des angegebenen Tages wieder

Tab. 3: Potentielle und aktuelle Verdunstung, Niederschläge und Beregnung sowie Versickerung in den verschiedenen Entwicklungsphasen

Phase	ET _p ¹⁾	ET ₀ ²⁾	ET _c ³⁾		ET _{c adj} ⁴⁾			Nieder schlag	Beregnung		Versickerung ⁵⁾	
			Geisenheim ET _p	ET ₀	Modell	Praxis	Kontr.		Modell	Praxis	Geis- enh. ⁶⁾	Agro- wetter ⁷⁾
BBCH	[mm]											
09-61	176,1	133,8	52,8	40,1	41,0			33,1 ⁸⁾	20	25	0,0	0,2
61-71	56,6	42,9	45,3	34,3	35,2	35,1	92,9	0	0	43,5	31,8	
71-77	69,8	54,0	69,8	54,0	55,3			171,3	0	0	119,4	110,6
09-77	302,5	230,7	167,9	128,5	131,5	131,4	297,3	20	25	162,9	142,6	

¹⁾: ET_{pPENMAN} = potentielle Verdunstung nach modifizierter PENMAN-Gleichung;

²⁾: FAO Gras-Referenzverdunstung;

³⁾: potentielle Evapotranspiration des Bohnenbestandes in der Variante 'Modell', berechnet nach dem 'Geisenheimer Modell' auf Basis ET_{pPENMAN} (ursprünglicher Ansatz) als auch ET₀;

⁴⁾: aktuelle Evapotranspiration des Bohnenbestandes laut 'Agrowetter';

⁵⁾: berechnet für die Bodenschicht 0-60 cm; ⁶⁾: Variante 'Modell' auf Basis der ET₀-Verdunstung.
'Praxis' insgesamt 167,9. 'Kontrolle' insgesamt 142,9 mm;

⁷⁾: 'Praxis' insgesamt 147,9. 'Kontrolle' insgesamt 122,8 mm; ⁸⁾: inklusiv 4 mm Beregnung in allen Varianten

Tab. 4: Erträge und Aufwuchsmengen der verschiedenen Varianten

Bewässerung Sorte	Kontrolle				Praxis			
	Paulista	Como	Konza	Bomont	Paulista	Como	Konza	Bomont
FM-Ertrag [dt/ha]	130	190	213	143	161	183	230	154
Ernterückstände [dt/ha]	232	251	255	260	301	264	270	239
Aufwuchs [dt/ha]	362	441	468	403	462	447	500	393
Harvest-Index [%] ¹⁾	37	43	46	35	35	41	46	39
< 5,0 mm [%] ²⁾	4	1	2	4	3	1	1	4
5,0-6,5 mm [%] ²⁾	8	7	17	34	9	6	21	30
6,5-8,0 mm [%] ²⁾	47	29	51	51	40	30	50	59
8,0-9,0 mm [%] ²⁾	30	34	24	11	32	45	24	6
9,0-10,5 mm [%] ²⁾	11	26	5	1	16	16	4	1
10,5-12,0 mm [%] ²⁾	0	3	0	0	2	2	0	0

¹⁾: FM-Ertrag ÷ Aufwuchs (GD_(α<0,05) Sorteneffekt: 6,1 %);

²⁾: ermittelt mit ein Lochschablone an einer Stichprobe von rund 200 g/Parzelle

Literatur:

- AGROWETTER 2009: Modellbeschreibung. Online-Hilfe zur Agrowetter Berechnungsberatung. auch www.dwd.de (Stand 30.01.2009)
- FORSCHUNGSANSTALT GEISENHEIM 2010: Geisenheimer Bewässerungssteuerung. Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Gemüsebau. www.fa-gm.de (Stand 6.9.2010)
- JANSSEN, W. 2010: Schriftliche und mündliche Mitteilungen zur Berechnung der Sickerwassermenge und der Verdunstungsberechnung ($ET_{c\ adj}$ bei vermindertem Wasserangebot) bei der 'Agrowetter Berechnungsberatung'. Deutscher Wetterdienst, Offenbach
- Kartieranleitung (KA 5) 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [Hrsg.], Schweizerbart, Stuttgart, 5. Aufl.
- KLEBER, J. 2010: Schriftliche Mitteilung zur verwendeten Referenzverdunstung bei der 'Geisenheimer Bewässerungssteuerung. Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Gemüsebau
- PASCHOLD, P.-J., J. KLEBER und N. MAYER 2010: Geisenheimer Bewässerungssteuerung. Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Gemüsebau. www.fa-gm.de (Stand 4.5.2010)