
Bearbeiter: Dr. Gerald Lattauschke, Dr. Hermann Laber, Christine Kruschwitz,
Sonja Brenner

E-Mail: gerald.lattauschke@smul.sachsen.de

Tel.: 0351 2612-8100; Fax: 0351 2612-8299

Redaktionsschluss: 31.12.2010

Versuchsergebnisse 2010

Industriegemüse

Inhaltsverzeichnis

Markerbsen

Sortiment mittelfeiner Markerbsen der frühen/mittelfrühen Reifegruppe
Sortiment grober Markerbsen der frühen/mittelfrühen Reifegruppe
Sortiment mittelfeiner Markerbsen der mittelspäten/späten Reifegruppe
Sortiment grober Markerbsen der mittelspäten/späten Reifegruppe
Schwefeldüngung bei Markerbsen
Saatgutbehandlung mit Cruiser bei Markerbsen
Bewässerung bei Markerbsen

Buschbohnen

Sortiment feiner Buschbohnen
Sortiment mittelfeiner Buschbohnen
Bewässerung bei Buschbohnen

Spinat

Sortiment früher und mittelfrüher Spinatsorten im Frühanbau
Sortiment mittelspäter und später Spinatsorten im Frühanbau
Sortiment von Spinat im Winteranbau
Schwefeldüngung bei Winterspinat
Bewässerung bei Spinat

**Kleines, im Spitzenbereich hochwertiges
Sortiment früher und mittelfrüher mittelfei-
ner Markerbsen**

**Mittelfeine Markerbsen
Sorte, frühe/mittelfrühe
Reifegruppe**

Zusammenfassung

Im Versuch „Markerbsen für die Tiefkühlindustrie“ wurden am Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz in der frühen bzw. mittelfrühen Reifegruppe 8 Sorten in der mittelfeinen Sortierung geprüft. Im frühen Bereich gibt es derzeit zu 'Cresendo' keine Alternative. Bei den mittelfrühen Sorten machten neben den bereits bewährten Sorten 'Heidi' und 'Cabaret' auch noch sehr gute Neuzuchtstämme auf sich aufmerksam.

Versuchsfrage und -hintergrund

Der Anbau von Markerbsen für die Tiefkühlindustrie hat in Sachsen große Bedeutung. Neben groben Markerbsen haben derzeit mittelfeine Sortimente die größte Bedeutung im Anbaubereich. Das aktuelle Sortiment sowie Neuzüchtungen galt es auf seine Anbaueignung für die hiesigen Bedingungen zu prüfen. Die frühe und mittelfrühe Reifegruppe werden in der Region entsprechend den Anbaustaffelungen der mitteldeutschen Verarbeiter Ende März/Anfang April ausgesät.

Kulturdaten:

Saattermin: 25.03.2010
Erntetermin: 22.06. bis 02.07.2010
Reihenabstand: 12,0 cm, 10 Reihen/Beet (1,50 m)
Versuchsfläche: sandiger Lehm, Bodenwertzahl 69
Fruchtfolge: Kopfkohl (2007), Buschbohnen (2008), Speisezwiebeln (2009)
Pflanzenschutz: praxisüblich
Düngung: 60 kg N/ha
Bewässerung: frühe Sorten: keine
mittelfrühe Sorten: 15 mm (25.6.2010)
Aussaaddichte: frühe Sorten: 1,1 Mio. Korn/ha
mittelfrühe Sorten: 1,0 Mio. Korn/ha
Ernteparzelle: 6,0 m²
Ernte: täglich außer Sonntags
Tenderometerwert: Ernte bei TW: 115 bis 125; Bestimmung des TW erfolgte täglich an einer Stichprobe vor der Ernte der Sorte
Drusch: Mini Sampling Viner; Fa. Haith; 2 Druschdurchläufe
Tenderometer: FTC; Modell TM2 Texturpress
Blanchieren: Erbsen für 2 Minuten in kochendes Wasser und anschließend mit kaltem Wasser abgeschreckt
Grünkornfarbe: Grünkornfarbe mittels Farbskala bestimmt
Versuchsanlage: Blockanlage mit 4 Wiederholungen

Versuche im deutschen Gartenbau
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Gartenbau
Bearbeiter: Gerald Lattauschke

2 0 1 0

Ergebnisse:

- Nach einem langen Winter war die Aussaat bereits in den letzten Märztagen möglich. Die Monate April und Mai waren dann allerdings deutlich zu kühl und niederschlagsreich, wodurch sich die Entwicklung der Erbsen erheblich verzögerte. Nach einer kurzen Wärmeperiode Anfang Juni setzte bis in die letzte Junidekade wieder kühles und regnerisches Sommerwetter ein. Die letzte Junidekade (Erntezeitraum) war dann von trockenem, zunehmend wärmer werdendem Wetter geprägt.
- Die frühen und mittelfrühen Erbsen verzeichneten keine Ertragsausfälle durch Krankheiten oder Schädlinge. Bei der feucht-kühlen Witterung wurden zur Vorbeugung von Botrytisbefall 3 Fungizidspritzungen durchgeführt. Die darin eingeschlossene Behandlung gegen Falschen Mehltau mit Ortiva brachte keinen vollständigen Bekämpfungserfolg, sodass kurz vor Erntebeginn in einigen Sorten (Tab.1) nesterweise Befall durch den Pilz auftrat. Der Befallsdruck durch Blattläuse war gering und konnte gut kontrolliert werden. Das Auftreten von Virose war in den frühen Erbsen sehr gering und zu vernachlässigen.
- Das Ziel, alle Sorten im Bereich von 115 bis 125 TW zu ernten, wurde in diesem Jahr nur zum Teil erreicht. Die in Tab. 2 aufgeführten TW wichen teils beträchtlich von dieser Zielstellung ab. Die Ursache war einerseits in einem nur sehr zögerlichen und ungleichmäßigen (schwer einschätzbaren) Anstieg der TW während der Ernteperiode zu sehen. Andererseits waren die TW innerhalb des Bestandes (1.000 m²) sehr unterschiedlich. Sie wichen zwischen den einzelnen Blöcken innerhalb einer Sorte um bis zu 20 Einheiten ab. Zur besseren Vergleichbarkeit der Sorten untereinander wurden die Erträge der Sorten nach EVERAARTS & SUKKEL (2000) und LABER (2007) wieder auf einen Vergleichsertrag bei einem TW von 120 berechnet (Tab. 2).

Mittelfeine frühe Sorten

- Im frühen Bereich standen mit 'Crescendo' und 'Bise' nur 2 mittelfeine Erbsen zur Prüfung an. Beide Sorten verfügen über Fusarium-Resistenz. Obwohl 'Crescendo' mit intermediärer Resistenz gegen Falschen Mehltau (DM_{IR}) sowie mit Resistenz gegen BYMV ausgestattet, musste die Sorte einen schwachen Befall durch den Falschen Mehltau hinnehmen.
- In der Reifezeit lag lagen sie mit A+3 auf einem Niveau
- Die Pflanzen waren witterungsbedingt ungewöhnlich lang, was sich besonders bei 'Bise' ungünstig auf die Standfestigkeit auswirkte.
- In der Anzahl fertiler Nodien sowie in der Anzahl Hülsen/Nodium waren beide Sorten miteinander vergleichbar.
- Die Ernte erfolgte bei niedrigeren TW als vorgesehenen. Aufgrund der oben skizzierten Probleme wurden beide Sorten bereits mit einem TW von knapp über 100 gedroschen. Die Erträge beider Sorten differierten erheblich. Während 'Crescendo' im Ertragsniveau mit 0,8 kg/m² (bezogen auf TW 120) das Vorjahrsergebnis in etwa wiederholte, war der Ertrag von 'Bise' mit 0,4 kg/m² nicht zufriedenstellend.
- In der Grünkornsortierung erfüllten beide mit einem Mittelwert von 2,6 bis 2,7 die Anforderungen an eine mittelfeine Sorte.
- Die Qualitätsmerkmale Grünkornfarbe und Einheitlichkeit der Grünkornsortierung nach dem Blanchieren keinen Anlass zur Kritik.

Fazit

- Mittelfeine, frühe Erbsensorten sind kaum am Markt präsent. Über die letzten Versuchsjahre hat sich 'Crescendo' wiederholt als qualitativ hochwertige und ertragsstabile Sorte in diesem Segment in Szene gesetzt.

Mittelfeine mittelfrühe Sorten

- Das Sortiment mittelfeiner, mittelfrüher Sorten setzte sich aus den bekannten Sorten 'Heidi' und 'Cabaret' und vier weiteren Neuzüchtungen zusammen. Bis auf die Erstgenannte verfügen alle Sorten neben der Fusarium-Resistenz entweder über Resistenz gegen Echten Mehltau (PM) oder intermediäre Resistenz gegen Falschen Mehltau (DM_{IR}), die jedoch im Fall von 'Cabaret' den leichten Befall durch den Erreger kurz vor der Ernte nicht verhindern konnte.
- Die Entwicklungszeit der Sorten lag im Wesentlichen im Bereich der Züchterangaben. Da die Bezugssorte 'Spring' mit einem TW von 102 ca. 2 Tage zu früh geerntet wurde, nahm der versuchsbedingt zu frühe Erntetermin der meisten mittelfrühen Erbsen (TW 95 bis 111) keinen Einfluss auf den Reifeabstand zu 'Spring'. Bei 'PLS 167', die im Versuch mit A+10 bei einem TW von 121 geerntet wurde, müsste man wegen der zu frühen Ernte von 'Spring' noch 2 Tage abziehen, sodass für diese Sorte A+8 als realer Wert erscheint.
- Die Pflanzenlänge war bei einigen Sorten nach dem feuchten Anbaubedingen des Jahres enorm und erreichte bei 'Heidi' und 'ASL 1338' fast einen Meter. Bei dieser großen Biomasse war die Standfestigkeit der überwiegend normalblättrigen Sorten nur bedingt zufriedenstellend. Die beiden Afila-Typen 'Chinook' und 'PLS 167' verzeichneten dagegen gute Boniturwerte in der Standfestigkeit.
- Die Anzahl fertiler Nodien pro Pflanze war mit 5,4 im Vergleich zu den letzten Jahren hoch. 'Heidi' und 'ASL 1383' hoben sich noch von den Durchschnittswerten ab. Die beiden Sorten verfügten mit 2 Hülsen/Nodium auch über den besten Hülsenbesatz im Sortiment. In der Kornzahl/Hülse befanden sich die Sorten praktisch auf einem Niveau. Ein geringer Anteil schartiger Hülsen am letzten fertilen Nodium war bei 'ASL 1383' kritisch anzumerken.
- Die Erträge fielen durch die etwas zu frühe Ernte, bedingt durch die Problem bei der genauen Festlegung des TW, überwiegend geringer aus als bei TW 120. Beim Ertragsvergleich wird deshalb der berechnete Ertrag bei einem TW von 120 als Basis herangezogen. Im Spitzenbereich lagen die Erträge mit 1,1 bis 1,2 kg/m² auf einem sehr guten Niveau. Von 'Heidi' und 'Cabaret' sind derartige Ertragsleistungen aus der Vergangenheit bekannt. Die Neuzuchtstämme 'PLS 167' und 'ASL 1383' ordneten sich auch in diesem Bereich ein. Letztere Sorte erzielte mit 1,24 kg/m² sogar das Spitzenergebnis im Versuch. 'Chinook' und 'Rumble' lagen zwar auch noch in einem akzeptablen Ertragsbereich, blieben jedoch deutlich hinter den übrigen Sorten zurück.
- Die Grünkornsortierung (Mittelwert 2,8 bis 3,1) war bei allen Sorten zufriedenstellend und erfüllte vollständig die Anforderungen an eine mittelfeine Erbse.
- Hinsichtlich der Grünkornfarbe und der Einheitlichkeit konnten alle Sorten als sehr gut eingestuft werden. Kleinere Abstriche waren lediglich bei 'Heidi' in der Einheitlichkeit der Farbsortierung nach dem Blanchieren zu machen.

Fazit

- Mit 'Heidi' und 'Cabaret' konnten zwei bewährte Sorten in der mittelfeinen, mittelfrühen Reifegruppe ihre führende Position in diesem Segment verteidigen. Von den Neuzuchtstämmen ist in erster Linie die Afila-Erbse 'PLS 167' zu nennen, 'ASL 1383' brachte zwar sehr gute Ertragsleistungen, aber der Habitus der Sorte (sehr lange Pflanzen bei geringer Standfestigkeit) könnte beim Drusch zu Problemen führen. Das Wuchsverhalten der Sorte muss deshalb bei einem normalen Witterungsverlauf noch bewertet werden.

Tab. 1: Markerbsen, mittelfeine Sortierung (8,2-9,3 mm); frühe und mittelfrühe Sorten

Sorte	Züchter	Resistenzen (Züchterangaben)	Reifetage Züchterangabe [Spring +]	Reifetage Pillnitz 2010 [Spring +]	Erntetermin	Entwicklungszeit [d]	Temp.-summe Basis 4,4 °C	Temp.-summe Basis 1,8 °C	Blattform	Bestandesdichte [Pfl./m²]	Blühbeginn	Standfestigkeit [1-9]	Bestandeshöhe [cm]	Pflanzenlänge [cm]	Nodium mit 1. Blüte	Anzahl fertiler Nodien	Hülsen/Nodium	Anzahl Hülsen/Pflanze	Hülsenform [1-9]	Anzahl Körner/Hülse	Falscher Mehltau 26.6.09 [1-9]	schartige Hülsen [1-9]
frühe Reifegruppe																						
Bise	S&G	F1	+0	+3	25.06.	92	761	1001	N	82	21.05.	4	37	75	9,4	4,9	1,7	9,2	7	8,7	1	1
Cresendo	SVS	F1, DM _{IR} , BYMV	+2	+3	25.06.	92	761	1001	N	103	24.05.	6	43	77	7,9	4,6	2,0	9,3	7	7,2	3	1
Mittelwert													40	76	8,7	4,8	1,9	9,3		8,0		
mittelfrühe Reifegruppe																						
ASL 1383	ASL	F1, PM	+7	+7	29.06.	97	839	1092	N	88	30.05.	3	44	97	12,9	6,6	2,0	13,0	8	7,7	1	3
Cabaret	Agis	F1, F2, DM _{IR}	+8	+7	29.06.	97	839	1092	N	100	03.06.	4	38	87	12,1	4,4	1,9	8,2	9	7,6	3	1
Chinook	Niz	F1, DM _{IR}	+5	+6	28.06.	96	821	1071	S	101	04.06.	7	53	76	13,3	5,4	1,6	8,9	8	8,3	1	1
Heidi	WAV	F1	+6	+7	29.06.	97	839	1092	N	96	04.06.	4	43	96	12,9	6,1	2,0	12,1	7	7,3	1	1
PLS 167	PLS	F1, PM	+6	+10	02.07.	100	894	1154	S	96	30.05.	6	48	80	11,9	5,8	1,9	11,2	7	8,4	1	1
Rumble	S&G	F1, DM _{IR}	+6	+7	29.06.	97	839	1092	N	100	27.05.	5	45	81	9,7	5,4	1,6	8,2	7	8,2	1	1
Mittelwert													45	84	12,0	5,4	1,8	9,7		8,0		

Legende:

Standfestigkeit	1 fehlend	5 mittel	9 sehr gut
Hülsenform	1 fehlend	5 mittel	9 stark
Falscher Mehltau	1 fehlend	5 mittel	9 stark
schartige Hülsen	1 fehlend	5 mittel	9 stark

Tab. 2: Markerbsen, mittelfeine Sortierung (8,2-9,3 mm); frühe und mittelfrühe Sorten

Sorte	Tenderometerwert (TW)	Ertrag [kg/m²]	Ertrag bei TW 120 (berechnet) [kg/m²]	Grünkornsortierung von ca. 500 g/Sorte Züchterangaben [%]						Grünkornsortierung von ca. 500 g/Sorte Dresden-Pillnitz 2009 [%]						Grünkornfarbe vor dem Blanchieren	Einheitl.d. Grünkornfarbe vor Blanchieren	Grünkornfarbe nach dem Blanchieren	Einheitl.d. Grünkornfarbe nach Blanchieren
				<7,5	7,5-8,2	8,2-9,3	9,3-10,2	>10,2	Mittel	<7,5	7,5-8,2	8,2-9,3	9,3-10,2	>10,2	Mittel				
frühe Reifegruppe																			
Bise	102	0,35	0,42	10	15	55	20	0	2,9	16	25	46	13	0	2,6	6	7	8	8
Cresendo	104	0,67	0,77	25	20	28	27	0	2,6	14	20	49	17	0	2,7	7	6	8	9
GD 5%		0,03																	
mittelfrühe Reifegruppe																			
ASL 1383*	96	0,97	1,24		49	49		2		10	17	46	23	3	2,9	6	5	8	8
Cabaret*	102	0,88	1,04	7	35	53		5		7	16	52	24	2	3,0	6	5	8	8
Chinook*	111	0,75	0,80	4	26	82		5	2,7	10	19	52	19	0	2,8	6	4	7	7
Heidi	95	0,83	1,07	6	20	36	30	8	3,1	6	13	45	33	3	3,1	7	6	8	6
PLS 167	121	1,09	1,09	6	20	36	30	8	3,1	4	9	62	24	1	3,1	6	5	9	8
Rumble	106	0,74	0,83	5	25	55		15	3,0	5	18	51	24	2	3,0	6	6	8	8
GD 5%		0,15																	

Zeichenerklärung: * Klassifikation Grünkornsortierung nach englischer Nomenklatur

Legende:

Merkmal	1 fehlend	5 mittel	9 stark/hoch
---------	-----------	----------	--------------

Zusammenfassung

Im Versuch „Markerbsen für die Tiefkühlindustrie“ wurden am Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz in der frühen bzw. mittelfrühen Reifegruppe 15 Sorten in der groben Sortierung geprüft. Im frühen Bereich ist neben 'Twinkle', die zum wiederholten Mal überzeugte, auch die Afila-Erbse 'Prevail' mit einem ausgezeichneten Ertragsvermögen zu nennen. Unter den mittelfrühen groben Erbsen unterstrich 'Sienna' ihre Stellung als ertragsreichste Sorte. Die Neuzüchtungen 'PLS 566', 'WAV 3748' sowie 'Ruler' brachten ebenfalls überdurchschnittlichen Leistungen.

Versuchsfrage und -hintergrund

Der Anbau von Markerbsen für die Tiefkühlindustrie hat in Sachsen große Bedeutung. Grobe Markerbsen nehmen derzeit im Anbaubereich flächenmäßig die führende Stelle ein. Das aktuelle Sortiment sowie Neuzüchtungen galt es auf seine Anbaueignung unter den hiesigen Bedingungen zu prüfen. Erbsen der frühen und mittelfrühen Reifegruppe werden in der Region entsprechend den Anbaustaffelungen der mitteldeutschen Verarbeiter Ende März/Anfang April ausgesät.

Kulturdaten:

Saattermin:	25.03.2010
Erntetermin:	22.06. bis 02.07.2010
Reihenabstand:	12,0 cm, 10 Reihen/Beet (1,50 m)
Versuchsfläche:	sandiger Lehm, Bodenwertzahl 69
Fruchtfolge:	Kopfkohl (2007), Buschbohnen (2008), Speisezwiebeln (2009)
Pflanzenschutz:	praxisüblich
Düngung:	60 kg N/ha
Bewässerung:	frühe Sorten: keine mittelfrühe Sorten: 15 mm (25.6.2010)
Aussaatdichte:	frühe Sorten: 1,1 Mio. Korn/ha mittelfrühe Sorten: 1,0 Mio. Korn/ha
Ernteparzelle:	6,0 m ²
Ernte:	täglich außer Sonntags
Tenderometerwert:	Ernte bei TW: 115 bis 125; Bestimmung des TW erfolgte täglich an einer Stichprobe vor der Ernte der Sorte
Drusch:	Mini Sampling Viner; Fa. Haith; 2 Druschdurchläufe
Tenderometer:	FTC; Modell TM2 Texturpress
Blanchieren:	Erbsen für 2 Minuten in kochendes Wasser und anschließend mit kaltem Wasser abgeschreckt
Grünkornfarbe:	Grünkornfarbe mittels Farbskala bestimmt
Versuchsanlage:	Blockanlage mit 4 Wiederholungen

Ergebnisse

- Nach einem langen Winter war die Aussaat bereits in den letzten Märztagen möglich. Die Monate April und Mai waren dann allerdings deutlich zu kühl und niederschlagsreich, wodurch sich die Entwicklung der Erbsen erheblich verzögerte. Nach einer kurzen Wärmeperiode Anfang Juni setzte bis in die letzte Junidekade wieder kühles und regnerisches Sommerwetter ein. Die letzte Junidekade (Erntezeitraum) war dann von trockenem, zunehmend wärmer werdendem Wetter geprägt.
- Die frühen und mittelfrühen Erbsen verzeichneten keine Ertragsausfälle durch Krankheiten oder Schädlinge. Bei der feucht-kühlen Witterung wurden zur Vorbeugung von Botrytisbefall 3 Fungizidspritzungen durchgeführt. Die darin eingeschlossene Behandlung gegen Falschen Mehltau mit Ortiva brachte keinen vollständigen Bekämpfungserfolg, sodass kurz vor Erntebeginn in einigen Sorten (Tab.1) nesterweise Befall durch den Pilz auftrat. Der Befallsdruck durch Blattläuse war gering und konnte gut kontrolliert werden. Das Auftreten von Virosen war in den frühen Erbsen sehr gering und zu vernachlässigen.
- Das Ziel, alle Sorten im Bereich von 115 bis 125 TW zu ernten, wurde in diesem Jahr nur zum Teil erreicht. Die in Tab. 2 aufgeführten TW wichen teils beträchtlich von dieser Zielstellung ab. Die Ursache war einerseits in einem nur sehr zögerlichen und ungleichmäßigen (schwer einschätzbaren) Anstieg der TW während der Ernteperiode zu sehen. Andererseits waren die TW innerhalb des Bestandes (1.000 m²) sehr unterschiedlich. Sie wichen zwischen den einzelnen Blöcken innerhalb einer Sorte um bis zu 20 Einheiten ab. Zur besseren Vergleichbarkeit der Sorten untereinander wurden die Erträge der Sorten nach EVERAARTS & SUKKEL (2000) und LABER (2007) wieder auf einen Vergleichsertrag bei einem TW von 120 berechnet (Tab. 2).

Grobe frühe Sorten

- Das Sortiment früher grober Sorten ist über die letzten Jahre vergleichsweise stabil geblieben. Es war in diesem Jahr praktisch identisch mit dem Versuchssortiment des Vorjahres.
- Der Erntebeginn am 22.6.2010 war ausgesprochen spät. Die Ursachen lagen in den für die Erbsen ungünstigen Witterungsabläufen in diesem Jahr (s.o.). Aufgrund der Probleme bei der Festlegung des TW wurden einigen Sorten zu früh geerntet. Dies traf insbesondere auf die Bezugssorte 'Spring' zu, die in der Probeparzelle am Vortag der Ernte einen TW von 110 aufwies. Im Mittelwert aus 4 Wiederholungen am Erntetag erreichte 'Spring' dagegen nur einen TW von 102 (Tab. 2). Bei einer angenommenen TW-Steigerung um 10 Einheiten/Tag, würde der „richtige“ Erntetermin von 'Spring' erst am 24.6.2010 gelegen haben. Dieser Umstand muss bei der Relativierung der Entwicklungszeiten der übrigen Sorten im Vergleich zu 'Spring' (A+) berücksichtigt werden.
- Die Pflanzen waren in diesem Jahr durchschnittlich 50% länger als im letzten Jahr und erreichten im Mittel der Sorten eine Länge von 78 cm. Wegen dieser sehr wüchsigen Bestände war die Standfestigkeit der überwiegend normalblättrigen Sorten (Ausnahme 'Prevail') nur als mäßig einzustufen. Die Sorten neigten kurz vor der Ernte sehr stark zum Lager.
- Die Anzahl fertiler Nodien lag mit 4,5 Nodien/Pflanze über den Werten der letzten Jahre (3,5 Nodien/Pflanze), was nicht zuletzt der langen vegetativen Entwicklungsperiode zu danken war. Mit durchschnittlich 6 fertilen Nodien/Pflanze erzielte 'Sherwood' den Spitzenwert. Im Mittel verzeichneten die Sorten 1,5 Hülsen/Nodium. Von diesem Wert wichen 'Kaysee' und 'Spring' mit nur 1,3 bzw. 1,1 Hülsen/Nodium, wie schon im letzten Jahr, am stärksten ab. In der Kornzahl/Hülse wurde bei 'Prevail' und 'Salinero'

mit nur 4,7 Körnern/Hülse der geringste Besatz bonitiert. Letztgenannte Sorten sowie 'Sherwood' neigten am obersten Hülsenansatz auch vereinzelt zur Ausbildung von schartigen Hülsen.

- Im frühen Sortiment wurden seitens der Züchter nur 3 Sorten mit intermediärer Resistenz (DM_{IR}) gegen Falschen Mehltau ausgewiesen. Trotz der über lange Zeit günstigen Befallsbedingungen für den Erreger des Falschen Mehltaus blieben sie, wie auch einige anfällige Sorten in diesem Jahr befallsfrei. Einzelne Befallsherde wurden kurz vor der Ernte lediglich bei 'Kaysee' und 'Spring' festgestellt.
- Im Ertragsgeschehen bestätigten sich die Ergebnisse der letzten Jahre. 'Twinkle' erwies sich wiederum als die leistungsstärkste grobe Markerbse im frühen Bereich. Gefolgt wurde 'Twinkle' von vier Sorten, die sich aus ertraglicher Sicht auf einem Niveau bewegten: 'Kaysee', 'Prevail', 'Salinero' und 'Sherwood'. Die langjährigen Standardsorten 'Spring' und 'Prelado' konnten dagegen den neueren Sorten im Ertrag nicht mehr mithalten.
- In der Grünkornsortierung blieben in diesem Jahr einige Sorten hinter den sortentypischen Richtwerten der Züchter zurück, erfüllten aber trotzdem noch die Anforderungen an grobe Markerbsen. Diese Aussage traf vor allem auf 'Spring' und 'Salinero' zu. Eine Ursache könnte das vergleichsweise einstrahlungsarme Wetter des Versuchsjahres gewesen sein.
- Die Farbe und die Einheitlichkeit des Grünkorns waren besonders nach dem Blanchieren der Erbsen als sehr gut einzustufen. Allerdings waren die meisten Sorten eine Nuance heller als in der Vergangenheit. Geringfügige Abstufungen in der Einheitlichkeit der Grünkornfarbe nach dem Blanchieren waren nur bei 'Salinero' zu machen.

Fazit

- Neben 'Twinkle', die schon über mehrere Jahre konstant hohe Erträge und eine gute Qualität in den Versuchen ablieferte, wussten vor allem 'Prevail', 'Sherwood' und 'Kaysee' zu gefallen. Besonders die langjährigen Standardsorten 'Prelado' und 'Spring' blieben im Ertragsniveau wiederum zurück.

Grobe mittelfrühe Sorten

- In der mittelfrühen Reifegruppe grober Markerbsen standen 7 Sorten zur Prüfung. Neben bewährtem Material aus den letzten Jahren ('Jaguar', 'Sienna'), handelte es sich überwiegend um Neuzüchtungen aus der Gruppe der fiederblattlosen Erbsen. Die Sorten verfügen überwiegend über Resistenz gegen Echten (PM) und teilweise auch gegen Falschen Mehltau. Trotz intermediärer Resistenz gegen Falschen Mehltau (DM_{IR}) konnte allerdings bei 'Jaguar' als einzige Sorte zum Kulturrende schwacher Befall durch den Erreger nachgewiesen werden. Über das höchste Resistenzniveau in dieser Gruppe verfügt 'Reliance' (vormals 'XP 08540793'), die zusätzlich zu den oben aufgeführten Resistenzen noch die gegen PEMV aufweist.
- Die Entwicklungszeit der meisten Sorten war deutlich länger als in den Vorjahren. Im Vergleich zu 'Spring' reiften die Sorten nach 6 bis 10 Tagen. Die Entwicklungsdauer lag damit um bis zu 5 Tagen über den Züchterangaben. So benötigte 'Sienna' 2009 für einen TW von 121 eine Temperatursumme von 781 K, 2010 verzeichnete die Sorte dagegen bei einem TW von 101 bereits eine Temperatursumme von 839 K. Während man bei 'WAV 3748' wegen des hohen TW von 142 bei der Ernte sicher 2 Tage und bei 'Jaguar' 1 Tag in der Entwicklungsdauer abziehen sollte, musste 'Anubis' mit A+6, selbst bei einer Korrektur um 1 Tag wegen einem zu hohen TW, entgegen den Züchterangaben (A+2) von der frühen in die mittelfrühe Reifegruppe einsortiert werden. Für diese Aussage spricht auch der Ansatz des 1. fertilen Nodiums am 10. Blatt bei dieser Sorte.

- Wie schon bei den frühen Sorten waren auch im mittelfrühen Segment die Pflanzen aufgrund der Witterungsabläufe des Jahres deutlich länger (im Mittel 77 cm) als gewöhnlich. Demzufolge lies die Standfestigkeit besonders bei den normalblättrigen Sorten ('Anubis' und 'Jaguar') zu Wünschen übrig. 'Sienna' konnte dagegen fast mit der guten Standfestigkeit der Afila-Erbesen mithalten.
- Bei der Anzahl fertiler Nodien bestätigte sich auch bei den mittelfrühen Erbsen das Resultat aus der frühen Reifegruppe. Mit durchschnittlich 4,5 fertilen Nodien pro Pflanze lag der Wert deutlich über dem des Vorjahres (3,7 Nodien/Pflanze). 'Reliance' blieb dabei mit nur 2,8 fertilen Nodien/Pflanze (gleicher Wert wie 2009) wieder hinter dem Durchschnitt zurück. Während die durchschnittliche Anzahl Hülsen/Nodium bei 1,6 lag und hier zwischen den Sorten eine verhältnismäßige Ausgeglichenheit vorherrschte (Bestwert: 'Ruler' 2,0 Hülsen/Nodium), schwankte die Anzahl Körner/Hülse in einem Bereich von 6,6 ('Anubis') bis 10,0 ('PLS 566').
- Das Ertragsniveau in dieser Reifegruppe war wiederum als sehr gut einzustufen. Betrachtet man die auf einen TW von 120 korrigierten Erträge, so zeigt sich, dass bis auf 2 Sorten ('Anubis'; 'Reliance') alle Sorten einen Ertrag von teilweise deutlich über 1 kg/m² erreichten. Wie schon in den letzten Jahren war 'Sienna' mit 1,4 kg/m² wieder Spitzenreiter, gefolgt vom Neuzuchtstamm 'PLS 566' mit 1,3 kg/m².
- Von der Grünkornsortierung her entsprachen alle Sorten den Anforderungen an grobe Markerbsen. 'Sienna' war dabei mit einem Mittelwert von 4,0 neben 'WAV 3738' (4,1) wiederum die größte Sorte im Sortiment.
- Die Grünkornfarbe vor dem Blanchieren war geringfügig heller als gewöhnlich. Auch die Einheitlichkeit der Grünkornfarbe konnte zu diesem Zeitpunkt nicht bei allen Sorten überzeugen. Während sich dieser Nachteil bei den meisten Sorten durch das Blanchieren beheben lies, mussten bei 'Jaguar', wie schon in den letzten Jahren, in der Einheitlichkeit nach dem Blanchieren wieder Abstriche vorgenommen werden.

Fazit

- 'Sienna' als Anschlussorte an das frühe Segment konnte seine führende Position eindrucksvoll untermauern. Die Sorte zeichnet sich durch konstant hohe Erträge unabhängig vom Witterungsverlauf aus. Die neuen Afila-Sorten 'PLS 566', 'WAV 3748' und 'Ruler' lagen in der Reife ca. 3 Tage hinter 'Sienna' und ragten ebenfalls noch aus dem allgemein sehr hohen Ertragsniveau dieser Gruppe heraus. Die über mehrere Jahre aufgetretenen Qualitätsmängel in der Einheitlichkeit der Grünkornfarbe nach dem Blanchieren schmälerten der Wert von 'Jaguar'.

Tab. 1: Markerbsen, grobe Sortierung (9,3 – 10,3 mm); frühe und mittelfrühe Sorten

Sorte	Züchter	Resistenzen (Züchterangaben)	Reifetage Züchterangabe [Spring +]	Reifetage Pillnitz 2010 [Spring +]	Erntetermin	Entwicklungszeit [d]	Temp. Summe Basis 4,4 °C	Temp. Summe Basis 1,8 °C	Blattform	Bestandesdichte [Pfl./m²]	Blühbeginn	Standfestigkeit [1-9]	Bestandeshöhe [cm]	Pflanzenlänge [cm]	Nodium mit 1. Blüte	Anzahl fertiler Nodien	Hülsen/Nodium	Anzahl Hülsen/Pflanze	Hülsenform [1-9]	Anzahl Körner/Hülse	Falscher Mehltau [1-9]	schartige Hülsen [1-9]
frühe Reifegruppe																						
Kaysee	PLS	F1	0	+0	22.06.	89	723	954	N	88	25.05.	4	36	74	8,7	3,9	1,3	6,0	9	5,5	2	1
Prelado	S&G	F1	-1	+2	24.06.	91	747	984	N	96	22.05.	3	32	87	9,1	4,8	1,6	8,1	8	7,4	1	1
Prevail	PLS	F1	+2	+6	28.06.	96	821	1071	S	118	25.05.	6	43	72	9,0	4,1	1,5	6,9	9	4,7	1	2
Salinero	SVS	F1, DM _R , BYMV	-1	+2	24.06.	91	747	984	N	105	23.05.	3	38	73	8,3	4,2	1,7	6,8	9	4,7	1	3
Sherwood	SVS	BYMV, F1, DM _R	+1	+4	26.06.	93	776	1018	N	104	24.05.	4	43	77	8,5	6,0	1,6	9,7	9	6,2	1	2
Spring	SVS	F1	0	0	22.06.	89	723	954	N	83	24.05.	4	38	84	8,8	4,3	1,1	5,0	9	6,2	3	1
Twinkle	AGIS	F1, F2, DM _R	-1	+4	26.06.	93	776	1018	N	95	24.05.	3	36	78	9,6	4,4	1,6	7,4	8	6,8	1	1
Mittelwert													38	78	8,9	4,5	1,5	7,1	5,9			
mittelfrühe Reifegruppe																						
Anubis	Niz	F1, DM _R	+2	+6	28.06.	95	805	1052	N	100	28.05.	3	32	80	10,2	4,6	1,5	7,1	9	6,6	1	1
Jaguar	AGIS	F1, DM _R , PM	+6	+9	01.07.	99	875	1132	N	71	29.05.	2	27	87	11,2	5,1	1,7	9,0	9	7,2	3	1
PLS 566	PLS	F1, PM	+7	+10	02.07.	100	894	1154	S	84	01.06.	5	40	77	12,2	4,9	1,5	7,4	9	10,0	1	1
Reliance	SVS	F1, DM, PM, PEMV	+7	+8	30.06.	98	857	1112	S	81	03.06.	6	50	64	12,1	2,8	1,6	5,3	9	7,5	1	1
Ruler	S&G	F1, DM, PM	+8	+10	02.07.	100	894	1154	S	79	06.06.	6	45	77	14,7	4,3	2,0	8,5	7	8,1	1	1
Sienna	WAV	F1	+4	+7	29.06.	97	839	1092	N	83	28.05.	5	40	73	9,2	4,3	1,5	6,8	8	6,9	1	1
WAV 3748	WAV	F1	+5	+10	02.07.	100	894	1154	S	84	29.05.	7	48	83	11,5	5,4	1,7	9,7	8	7,5	1	1
Mittelwert													40	77	11,6	4,5	1,6	7,7	7,7			

Legende:

Standfestigkeit	1	5	9
Hülsenform	fehlerhaft	mittel	sehr gut
Falscher Mehltau	fehlerhaft	mittel	gerade
schartige Hülsen	fehlerhaft	mittel	stark

Kleines, aber gutes Sortiment bei mittelfeinen mittelspäten und späten Markerbsen

**Mittelfeine Markerbsen
Sorte, mittelspäte/späte
Reifegruppe**

Zusammenfassung

Im Versuch „Markerbsen für die Tiefkühlindustrie“ wurden im Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz in der mittelfeinen Sortierung 9 Sorten in der mittelspäten und späten Reifegruppe geprüft. In der mittelspäten Reifegruppe erwiesen sich, wie bereits 2009, 'Tommy' und 'EX 08540772' als die dominierenden Sorten. In der späten Reifegruppe lagen mehrere Sorten auf einem vergleichbaren Niveau. Den Neuzüchtungen 'Extasia' und 'EX 085250838' muss für die Zukunft Aufmerksamkeit geschenkt werden. Als entscheidendes Kriterium der Sortenwahl sollte das Vorhandensein von Krankheitsresistenzen zu Grunde gelegt werden.

Versuchsfrage und -hintergrund

Der Anbau von Markerbsen für die Tiefkühlindustrie hat in Sachsen große Bedeutung. Mittelfeine Markerbsen werden auch im mittelspäten bis späten Segment zur Sortimentskompletierung benötigt. Das aktuelle Sortiment sowie Neuzüchtungen galt es auf ihre Anbaueignung unter den hiesigen Bedingungen zu prüfen. Die mittelspäte und späte Reifegruppe wird in der Region entsprechend der Anbaustaffelung der mitteldeutschen Verarbeiter vorwiegend Mitte April bis Anfang Mai gedrillt.

Kulturdaten:

Saattermin:	14.04.2010
Erntetermin:	05.07. bis 10.07. 2010
Reihenabstand:	12,0 cm, 10 Reihen/Beet (1,50 m)
Versuchsfläche:	sandiger Lehm, Bodenwertzahl 69
Fruchtfolge:	Kopfkohl (2007), Hafer (2008), Spinat (2009)
Pflanzenschutz:	praxisüblich
Düngung:	70 kg N/ha
Bewässerung:	24 mm (24.06.10), 20 mm (02.07.10)
Aussaattiefe:	0,9 Mio. Korn/ha
Ernteparzelle:	6,0 m ²
Ernte:	täglich außer Sonntags
Tenderometerwert:	Ernte bei TW: 115 bis 125; Bestimmung des TW erfolgte täglich an einer Stichprobe vor der Ernte der Sorte
Drusch:	Mini Sampling Viner; Fa. Haith; 2 Druschdurchläufe
Tenderometer:	FTC; Modell TM2 Texturpress
Blanchieren:	Erbsen für 2 Minuten in kochendes Wasser und anschließend mit kaltem Wasser abgeschreckt
Grünkornfarbe:	Grünkornfarbe mittels Farbskala bestimmt
Versuchsanlage:	Blockanlage mit 4 Wiederholungen

Versuche im deutschen Gartenbau
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Gartenbau
Bearbeiter: Gerald Lattauschke

2 0 1 0

Ergebnisse:

- Die Aussaat konnte trotz anhaltend nasskühler Witterung planmäßig und in guter Qualität Mitte April durchgeführt werden. Wie der April war auch der Mai 2010 zu kühl und niederschlagreich, wodurch sich die Entwicklung der Erbsen erheblich verzögerte. Nach einer kurzen Wärmeperiode Anfang Juni setzte bis in die letzte Junidekade wieder kühles Sommerwetter ein. Ab der letzten Junidekade wurde das Wetter zunehmend trockener und wärmer und erreichte in der Erntewoche anhaltend hochsommerliche Temperaturen im Bereich von 35 °C.
- Die mittelspäten und späten Erbsen verzeichneten keine Ertragsausfälle durch Krankheiten oder Schädlinge. Bei der feucht-kühlen Witterung im Mai und Juni wurden zur Vorbeugung von Botrytisbefall 3 Fungizidspritzungen durchgeführt. Falscher und Echter Mehltau traten praktisch nicht auf. Der Befallsdruck durch Blattläuse war gering und konnte gut kontrolliert werden. Das Auftreten von Virose (BYMV, PEMV) war in den späten Erbsen nicht ertragswirksam und zu vernachlässigen.
- Das Ziel, alle Sorten im Bereich von 115 bis 125 TW zu ernten, wurde in diesem Jahr nur zum Teil erreicht. Aufgrund der sehr großen Hitze in der ersten Julidekade reiften alle Sorten viel zu schnell ab. Zur besseren Vergleichbarkeit untereinander wurden die Erträge der Sorten nach EVERAARTS & SUKKE (2000) und LABER (2007) wieder auf einen Vergleichsertrag bei einem TW von 120 berechnet (Tab. 2).

Mittelfeine mittelspäte Sorten

- Im mittelspäten Bereich wurden 2010 insgesamt 5 mittelfeine Erbsen geprüft. Neben der bekannten 'Tommy' standen überwiegend Neuzuchtstämme im Versuch. Erfreulich war, dass bei den neuen Sorten überwiegend Resistenz gegen Echten und teilweise auch gegen Falschen Mehltau vorliegt. Im Versuch blieben alle Sorten befallsfrei.
- Wie bereits oben angedeutet erfolgte die Abreife der Sorten sehr konzentriert, innerhalb von 3 Tagen. Die Entwicklungszeit lag dabei weit vor den Angaben der Züchter (ca. 5 Tage zu früh). Die Sorten reiften durchschnittlich 3 bis 5 Tage nach der parallel angebauten 'Spring'. Wie ein Blick auf die TW verdeutlicht (Tab. 2), hatten alle Sorten zum Erntetermin den angestrebten TW erreicht oder sogar überschritten ('Recital', 'Tommy'). Wie bereits erwähnt, lag die Ursache im sehr heißen und trockenen Wetter während der Reifeperiode.
- In der Bestandesdichte blieben die beiden Nummernsorten 'PLS 560' und 'XP 08520689' wegen Probleme im Auflauf hinter den Normwerten zurück. Diese verminderten bestandesdichten nahmen letztlich auch großen Einfluss auf ihre Erträge (s.u.).
- Die durchschnittliche Pflanzenlänge lag mit knapp 80 cm im Bereich der letzten Jahre. Während die Afila-Erbsen 'EX 08540772' und 'Tommy' bis zum Erntetermin eine ausreichend gute Standfestigkeit vorwiesen, war die Standfestigkeit der ebenfalls fiederblattlosen 'PLS 560' nur auf dem Niveau der beiden normalblättrigen Sorten.
- Die Anzahl fertiler Nodien war mit durchschnittlich 4,8 Nodien/Pflanze im Mittel sehr gut. 'EX 08540772' und 'XP 08520689' hatten mit 2,8 Hülsen/Nodium den stärksten Hülsenbesatz und lagen damit weit über dem Durchschnitt. In der Kornzahl/Hülse lag 'PLS 560' vorn.
- Im Ertragsgeschehen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Sorten. 'EX 08540772' und 'Tommy' lagen wie schon im letzten mit über 1 kg/m² signifikant vor den Vergleichssorten. Während bei 'PLS 560' und 'XP 08520689' die unzureichenden Bestandesdichten ursächlich für die zu geringen Erträge verantwortlich waren, war bei 'Recital' das Ertragsniveau allgemein zu gering.

- Die Grünkornsortierung lag überwiegend im Bereich für mittelfeine Erbsen (Mittelwert: 2,7-3,2). Während 'Tommy' sich mit einer mittleren Sortierung von 3,3 wie immer an der Grenze zu den groben Sorten bewegte, ging der Trend bei 'XP 08520689' schon in Richtung feine Sortierung (Mittelwert: 2,6).
- Die Grünkornfarbe und -einheitlichkeit war überwiegend ausgeglichen und im Rahmen der Anforderungen. Lediglich bei 'XP 08520689' blieb das Grünkorn nach dem Blanchieren zu hell und war auch in der Einheitlichkeit nicht überzeugend.

Fazit

- In der Gesamtschau ist festzustellen, dass 'Tommy' und 'XP 08540772' das Geschehen bei den mittelfeinen, mittelspäten Erbsen eindeutig dominieren. Die übrigen Sorten konnten entweder aus ertraglicher oder qualitativer Sicht nicht mithalten.

Mittelfeine späte Sorten

- Im späten mittelfeinen Bereich standen ähnlich wie in den letzten Jahren kaum Sorten zur Auswahl. Neben den bereits bekannten Erbsensorten 'Elektra' und 'Inovia' waren 'Extasia' und 'EX 082250838' erstmalig in der Prüfung. Bis auf 'Inovia', die nur gegen Fusarium eine Resistenz aufweist, verfügen die anderen Sorten dieser Gruppe über ein deutlich höheres Resistenzniveau (PM, DM, BYMV, PEMV). 'Inovia' hatte auch als einzige Sorte einen sehr schwachen Virusbefall.
- Die Reifezeit war witterungsbedingt (s. mittelspäte Erbsen) im Vergleich zu den Züchterangaben und den Resultaten der letzten Untersuchungsjahre deutlich verkürzt. Wegen der großen Hitze reiften die Sorten sehr konzentriert 7 bis 8 Tage nach 'Spring' ab und waren damit 6 bis 7 Tage zu früh in der Ernte.
- Die Pflanzenlänge von 'Inovia' war infolge des feuchten Frühjahrs mit 96 cm enorm. Trotz dieser sehr langen Pflanzen zeichnete sich die Afila-Erbse, wie auch die anderen beiden fiederblattlosen Sorten, durch eine gute Standfestigkeit aus. Der Bestand der normalblättrigen 'Elektra' lagerte dagegen zur Ernte vollständig.
- Die Anzahl fertiler Nodien/Pflanze lag mit durchschnittlich 4,9 auf einem guten Niveau. 'Inovia' war hier mit 6,4 fertile Nodien/Pflanze führend. In der Hülsenzahl/Nodium hatte die Sorte dagegen mit 2,0 Hülsen/Nodium den schlechtesten Besatz.
- Die Erträge aller Sorten bewegten sich bei einem vergleichbaren TW von 115 bis 125 mit 0,9 bis 1,2 kg/m² auf einem hohen Niveau. Signifikante Ertragsunterschiede traten zwischen den Sorten nicht auf.
- Die Grünkornsortierung war sehr einheitlich und lag bei allen Sorten im oberen Bereich für mittelfeine Erbsen (Mittelwert 3,1 bis 3,3).
- Die Grünkornfarbe und -einheitlichkeit nach dem Blanchieren war als gut zu bezeichnen. Vorteile konnten bei 'Elektra' und 'Extasia' festgestellt werden. Bei den beiden anderen Sorten war das Grünkorn etwas heller und auch in der Einheitlichkeit der Ausfärbung etwas schwächer.

Fazit

- Im späten mittelfeinen Segment zeigten sich die 5 untersuchten Sorten auf einem recht ausgeglichenen Ertragsniveau. Bei Ertragsgleichheit sollten Vorteile im Resistenzniveau den Ausschlag für die bessere Beurteilung bilden. In dieser Beziehung fiel 'Inovia' gegenüber den Vergleichssorten leicht ab. Die beiden Neuzüchtungen 'Extasia' und 'EX 085250838' belebten den Wettbewerb in diesem Segment.

Tab. 1: Markerbsen, mittelfeine Sortierung (8,2 bis 9,3 mm); mittelspäte und späte Sorten

Sorte	Züchter	Resistenzen (Züchterangaben)	Reifetage Züchterangabe [Spring +]	Reifetage Pillnitz 2009* [Spring +]	Erntetermin	Entwicklungszeit [d]	Temp.-summe Basis 4,4°C	Temp.-summe Basis 1,8°C	Blattform	Bestandesdichte [Pfl./m²]	Blühbeginn	Standfestigkeit [1-9]	Bestandeshöhe [cm]	Pflanzenlänge [cm]	Nodium mit 1. Blüte	Anzahl fertiler Nodien	Hülsen/Nodium	Anzahl Hülsen/Pflanze	Hülsenform [1-9]	Anzahl Körner/Hülse	Falscher Mehltau [1-9]	BYMV/PEMV [1-9]
mittelspäte Reifegruppe																						
EX 08540772	SVS	F2, DM, PM	+11	+5	07.07.	84	865	1083	S	88	14.06.	6	40	69,6	15,6	4,2	2,8	11,7	7	9,3	1	1
PLS 560	PLS	F2, PM	+9	+4	06.07.	83	852	1068	S	68	12.06.	2	25	68,8	14,7	4,3	1,7	7,6	5	10,4	1	1
Recital	S&G	F1, DM, PM	+10	+3	05.07.	82	833	1046	N	84	08.06.	3	34	88,2	11,9	4,5	1,8	8,5	7	8,5	1	1
Tommy	AGIS	F1, DM _{IR}	+10	+4	06.07.	83	852	1068	S	80	11.06.	6	46	84,4	12,9	4,8	1,8	8,4	6	8,5	1	1
XP 08520689	SVS	F1, PM, DM, PEMV	+9	+6	08.07.	85	878	1099	N	64	13.06.	3	35	75,4	13,7	5,6	2,8	15,4	7	9,3	1	1
Mittelwert													35,0	79,2	13,3	4,8	2,0	10,0		9,2		
späte Reifegruppe																						
Electra	WAV	F1, F2, PM, PEMV	+13	+7	09.07.	86	894	1118	N	81	13.06.	1	23	74,4	13,8	5,1	2,4	12,4	7	6,2	1	1
Extasia	Niz	F1, DM, BYMV	+13	+7	09.07.	86	894	1118	S	79	16.06.	7	55	74,8	16,1	4,2	2,8	12,3	8	9,6	1	1
EX 08250838	SVS	DM, PM, PEMV	+15	+8	10.07.	87	915	1141	S	78	18.06.	7	64	83,8	17,4	3,9	2,4	9,7	9	7,4	1	1
Inovia	Niz	F1	+14	+8	10.07.	87	915	1141	S	93	14.06.	6	56	96,2	16,6	6,4	2,0	12,8	5	9,5	1	2
Mittelwert													49,5	82,3	16,0	4,9	2,4	11,8		8,2		

Zeichenerklärung: * 'Spring' wurde parallel mit dem späten Sortiment ausgesät. Erntetermin war der 02.07.2010; Entwicklungszeit: 79 Tage; Temperatursumme: 773; TW 112

Legende:
 1 fehlend
 5 mittel
 9 sehr gut
 Standfestigkeit fehlend
 Hülsenform krumm
 Krankheiten fehlend

Tab. 2: Markerbsen, mittelfeine Sortierung (8,2 bis 9,3 mm); mittelspäte und späte Sorten

Sorte	Tenderometerwert	Ertrag [kg/m²]	Ertrag bei TW 120 berechnet [kg/m²]	Grünkornsortierung Züchterangaben [%]						Grünkornsortierung von ca. 500 g/Sorte Dresden-Pillnitz 2010 [%]						Grünkornfarbe vor dem Blanchieren	Einheitl.d. Grünkornfarbe vor Blanchieren	Grünkornfarbe nach dem Blanchieren	Einheitl.d. Grünkornfarbe nach Blanchieren
				<7,5	7,5-8,2	8,2-9,3	9,3-10,2	>10,2	Mittel	<7,5	7,5-8,2	8,2-9,3	9,3-10,2	>10,2	Mittel				
mittelspäte Reifegruppe																			
XP 08240772	116	1,12	1,15	8	15	50	20	6	3,0	3	8	54	33	2	3,2	7	7	7	7
PLS 560	125	0,77	0,75	5	10	40	29	5	2,9	5	15	53	26	1	3,0	7	7	7	7
Recital*	154	0,65	0,59	5	25	65		5		3	11	55	28	2	3,1	5	7	7	8
Tommy*	141	1,12	1,03	3	22	67		8		3	5	54	35	3	3,3	7	7	7	7
XP 08520689	123	0,77	0,76	16	21	50	10	3	2,8	12	24	53	10	0	2,6	5	6	5	6
GD 5%		0,15																	
späte Reifegruppe																			
Electra	115	0,91	0,95	4	14	38	37	7	3,3	3	12	41	39	5	3,3	6	5	7	7
Extasia	116	1,10	1,13	0	30	60	10	0	2,8	4	9	58	28	2	3,2	6	6	7	7
EX 08250838	115	1,03	1,07	10	16	41	22	11	3,1	8	13	46	29	4	3,1	6	5	6	6
Inovia	125	1,12	1,09	0	20	70	10	0	2,8	2	9	55	30	3	3,2	5	6	5	6
GD 5%		n.s.																	

Zeichenerklärung: * Klassifikation Grünkornsortierung nach englischer Nomenklatur

Legende:
 Merkmal 1 fehlend 5 mittel 9 stark/hoch

**Konstanz auf hohem Niveau kennzeichnet
das mittelspäte und späte Sortiment grober
Markerbsen**

**Grobe Markerbsen
Sorte, mittelspäte/späte
Reifegruppe**

Zusammenfassung

Im Versuch „Markerbsen für die Tiefkühlindustrie“ wurden am Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz in der mittelspäten bzw. späten Reifegruppe 20 Sorten in der groben Sortierung geprüft. Im mittelspäten Bereich dominieren mehrere Sorten bereits über einige Jahre das Sortenspektrum. Bei der Vergleichbarkeit im Ertrag und in der Qualität gewinnt das Resistenzniveau der Sorten zunehmend an Bedeutung bei der Sortenauswahl. Bei den späten Erbsen ragten 'Mundial', 'Escort' und der Neuzuchtstamm 'XP 08250833' noch leicht über das allgemein hohe Niveau der übrigen Sorten heraus.

Versuchsfrage und -hintergrund

Der Anbau von Markerbsen für die Tiefkühlindustrie hat in Sachsen große Bedeutung. Grobe Markerbsen nehmen derzeit im Anbaubereich flächenmäßig die führende Stelle ein. Das aktuelle Sortiment sowie Neuzüchtungen galt es auf ihre Anbaueignung unter den hiesigen Bedingungen zu prüfen. Die mittelspäte und späte Reifegruppe werden in der Region entsprechend der Anbaustaffelung der mitteldeutschen Verarbeiter vorwiegend Mitte April bis Anfang Mai gedreht.

Kulturdaten:

Saattermin: 14.04.2010
Erntetermin: 05.07. bis 10.07. 2010
Reihenabstand: 12,0 cm, 10 Reihen/Beet (1,50 m)
Versuchsfläche: sandiger Lehm, Bodenwertzahl 69
Fruchtfolge: Kopfkohl (2007), Hafer (2008), Spinat (2009)
Pflanzenschutz: praxisüblich
Düngung: 70 kg N/ha
Bewässerung: 24 mm (24.06.10), 20 mm (02.07.10)
Aussaatdichte: 0,9 Mio. Korn/ha
Ernteparzelle: 6,0 m²
Ernte: täglich außer Sonntags
Tenderometerwert: Ernte bei TW: 115 bis 125; Bestimmung des TW erfolgte täglich an einer Stichprobe vor der Ernte der Sorte
Drusch: Mini Sampling Viner; Fa. Haith; 2 Druschdurchläufe
Tenderometer: FTC; Modell TM2 Texturpress
Blanchieren: Erbsen für 2 Minuten in kochendes Wasser und anschließend mit kaltem Wasser abgeschreckt
Grünkornfarbe: Grünkornfarbe mittels Farbskala bestimmt
Versuchsanlage: Blockanlage mit 4 Wiederholungen

Versuche im deutschen Gartenbau
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Gartenbau
Bearbeiter: Gerald Lattauschke

2010

Ergebnisse:

- Die Aussaat konnte trotz anhaltend nasskühler Witterung planmäßig und in guter Qualität Mitte April durchgeführt werden. Wie der April war auch der Mai 2010 zu kühl und niederschlagreich, wodurch sich die Entwicklung der Erbsen erheblich verzögerte. Nach einer kurzen Wärmeperiode Anfang Juni setzte bis in die letzte Junidekade wieder kühles Sommerwetter ein. Ab der letzten Junidekade wurde das Wetter zunehmend trockener und wärmer und erreichte in der Erntewoche anhaltend hochsommerliche Temperaturen im Bereich von 35 °C.
- Die mittelspäten und späten Erbsen verzeichneten keine Ertragsausfälle durch Krankheiten oder Schädlinge. Bei der feucht-kühlen Witterung im Mai und Juni wurden zur Vorbeugung von Botrytisbefall 3 Fungizidspritzungen durchgeführt. Falscher und Echter Mehltau traten praktisch nicht auf. Der Befallsdruck durch Blattläuse war gering und konnte gut kontrolliert werden. Das Auftreten von Virose (BYMV, PEMV) war in den späten Erbsen nicht ertragswirksam und zu vernachlässigen.
- Das Ziel, alle Sorten im Bereich von 115 bis 125 TW zu ernten, wurde in diesem Jahr nur zum Teil erreicht. Aufgrund der sehr großen Hitze in der ersten Julidekade reiften alle Sorten viel zu schnell ab. Zur besseren Vergleichbarkeit untereinander wurden die Erträge der Sorten nach EVERAARTS & SUKKE (2000) und LABER (2007) wieder auf einen Vergleichsertrag bei einem TW von 120 berechnet (Tab. 2).

Grobe mittelspäte Sorten

- Wie schon in den letzten Jahren stand auch in 2010 im Bereich der mittelspäten groben Erbsen ein umfangreiches Sortiment zur Auswahl. Neu in diesem Segment waren nur 'ASL 946', Ruthless' (vormals D '165188') und 'XP 08240773', die im letzten Jahr in der späten bzw. mittelfrühen Reifegruppe geprüft wurden.
- Hervorzuheben ist in dieser Reifegruppe das teilweise schon sehr gute Resistenzniveau der Erbsen. Fast alle Sorten (außer 'Oasis') haben Resistenz gegen Echten Mehltau (PM). Die Resistenz gegen Falschen Mehltau ist nur bei 'Ruthless' (Züchterangabe) vorhanden. Des Weiteren ist die Resistenz gegen PEMV und BYMV bei einigen Sorten hervorzuheben. Die genannten Krankheiten traten in diesem Jahr in den mittelspäten Erbsen nicht auf.
- Wie bereits oben angedeutet, erfolgte die Abreife der Sorten, infolge der großen Hitze, sehr konzentriert, innerhalb von 5 Tagen. Die Entwicklungszeit lag deutlich unterhalb (ca. 3 bis 7 Tage zu früh) der Angaben der Züchter. Die Sorten reiften durchschnittlich 3 bis 8 Tage nach der parallel angebauten 'Spring'. Die TW zum Erntetermin variierten in einer breiten Spanne von 102 ('Columbus') bis 166 ('XP 08240773'). Während letztere Sorte, wegen der Abreife kurz nach 'Spring' (A+4 bei TW 166) wahrscheinlich besser für den mittelfrühen Bereich mit früheren Aussaatterminen (Anfang April) geeignet scheint, resultierten die teilweise zu hohen TW bei den anderen Sorten in erster Linie aus den starken täglichen Zuwachsraten beim TW. Eine geordnete, taggenaue Ernte war in diesem Jahr aus versuchstechnischen Gründen demzufolge nicht möglich.
- Die Bestandesdichten waren überwiegend zufriedenstellend. Nur die zu geringe Bestandesdichte bei 'PLS 1051' führte bei dieser Sorte letztlich zu einem verminderten Ertragsaufkommen.
- Die Pflanzen waren witterungsbedingt länger als normal. Besonders lang (94 cm) war wie schon im letzten Jahr 'ASL 946'. Die kürzesten Pflanzen hatte dagegen 'XP 08240773' (Afila-Erbse) mit nur 52 cm Länge. Die Standfestigkeit der 3 Afila-

Typen war erwartungsgemäß gut. Die normalblättrigen Sorten ließen auf breiter Front zu Wünschen übrig.

- Die mittlere Anzahl fertiler Nodien lag im Bereich der letzten Jahre. Unterdurchschnittlich war der Besatz nur bei 'Boogie' und 'Legacy'. In der Anzahl Hülsen/Nodium lagen die Sorten überwiegend auf einem Niveau. Lediglich 'XP 08240773' ragte mit 2,7 Hülsen/Nodium aus dem Durchschnitt heraus.
- Das Ertragsniveau der mittelspäten Sorten kann mit durchschnittlich 1,05 kg/m² überwiegend als sehr gut bezeichnet werden. Wegen der sehr stark abweichenden TW bei der Ernte, soll zum Vergleich der Ertrag bei TW 120 herangezogen werden. Spitzenreiter mit 1,35 kg/m² war die als ertragsstarke Sorte bekannte 'Oasis', gefolgt von 'Columbus' und 'Boogie'. Einige Sorten blieben allerdings auch im Ertrag knapp unter 1 kg/m². Dieses etwas niedrigere Ertragsniveau lässt teils aus einer zu geringen Bestandesdichte sowie aus dem Ertragspotential einzelner Sorten erklären.
- Die Grünkornsortierung entsprach bei fast allen Sorten den Anforderungen an grobe Erbsen (Mittelwert > 3,2). Nur 'Columbus' blieb mit einem Wert von 3,1 knapp unter den Vorgaben, wobei die zu frühe Ernte (TW 102) die Ursache für dieses Resultat sein dürfte.
- Das Grünkorn war bei 'Grundy' und 'Oasis' nach dem Blanchieren vergleichsweise hell. Beide Sorten sowie 'Columbus' mussten außerdem Abstriche in der Einheitlichkeit der Grünkornfarbe nach dem Blanchieren hinnehmen.

Fazit

- Im mittelspäten groben Segment steht eine Vielzahl guter und miteinander vergleichbarer Sorten im Hinblick auf hohe Ertragsleistung und Qualität zur Verfügung. Bei der Sortenauswahl sollte demzufolge die Frage der Krankheitsresistenz der Sorten gegen Virose, Echten und Falschen Mehltau sowie gegen Fusarium im Vordergrund stehen. Diesbezüglich hob sich 'Boogie' noch leicht aus dem übrigen Sortiment hervor.

Grobe späte Sorten

- Das Sortiment an späten groben Erbsen ist ebenfalls sehr umfangreich. Im Vergleich zu den letzten Jahren präsentierten sich in diesem Segment neben bewährten Standardsorten einige Neuzüchtungen. Die allseits bekannte 'Ambassador', die auch im Versuch stand, konnte aus versuchstechnischen Gründen (gleichzeitige Abreife aller Sorten) in diesem Jahr leider nicht ausgewertet werden. An dieser Stelle muss auf die Resultate der vergangenen Jahre verwiesen werden.
- Das Resistenzniveau der Sorten ist recht unterschiedlich. Erfreulich ist, dass sich insbesondere bei Neuzüchtungen der Trend zur Resistenz gegen Fusarium, Echten und/oder Falschen Mehltau sowie gegen Virose durchzusetzen scheint. Die Sorten blieben im Hinblick auf diese Erkrankungen auch im Wesentlichen ohne Befallssymptome. Lediglich die gegen PEMV resistente Neuzüchtung 'XP 08250833' verzeichnete einen schwachen Befall durch BYMV.
- Die Reife aller Sorten erfolgte sehr konzentriert. Innerhalb von nur 2 Tagen erreichten alle Sorten die angestrebten TW. Nur 'Escort' wurde mit einem TW von 106 einen Tag zu früh gedroschen. Wie schon die mittelspäten Sorten reiften infolge der außergewöhnlichen Hitze auch die späten Erbsen durchschnittlich 5 bis 7 Tage vor den sonst üblichen Ernteterminen.
- In der Bestandesdichte fiel nur 'Serge' mit unterdurchschnittlichen Werten auf. Ein unmittelbarer Einfluss auf den Ertrag konnte nicht festgestellt werden (s.u.).
- Im Gegensatz zu den anderen Reifegruppen blieb die Pflanzenlänge bei den späten Sorten in diesem mit ca. 71 cm noch im Rahmen des vertretbaren. Allerdings war auch hier die Standfestigkeit der normalblättrigen Sorten im Allgemeinen nicht zufrieden-

denstellend. Bei den Semileafless-Erbesen ragte 'XP 08250833' mit einer ausgezeichneten Standfestigkeit noch aus dem übrigen Sortiment hervor.

- Die Anzahl fertiler Nodien/Pflanze war mit durchschnittlich 4,4 gut. Deutlich hinter dem Mittelwert blieben nur 'Serge' und 'WAV 746' zurück. In der Anzahl Hülsen/Nodium verfehlte 'Villö' mit nur 1,5 Hülsen/Nodium den Mittelwert (2,4) klar.
- Das mittlere Ertragsniveau lag mit 1,07 kg/m² im Bereich der mittelspäten Erbsen und war als sehr gut einzustufen. Bei einem vergleichbaren TW hoben sich 3 Sorten noch vom Durchschnitt ab: 'Mundial', 'Escort' und 'XP 08250833'. Nicht befriedigend war einzig der Ertrag von 'Villö', der bei 0,7 kg/m² lag.
- Von der Grünkornsortierung her entsprachen allen Sorten den Normativen für grobe Erbsen.
- Die Grünkornfarbe- und Sortierung war überwiegend gut. Nur die Grünkornfarbe bei 'HEL 9732' und 'Kiros' wurde nach dem Blanchieren als relativ hell bewertet.

Fazit

- Im späten Bereich ist die Leistungsstärke der groben Erbsensorten hinsichtlich Ertrag und Qualität mehrheitlich sehr gut. Neben 'Escort' und 'Mundial', die schon seit längerem im Spitzenfeld präsent sind, konnte auch der Neuzuchtstamm 'XP 08250833' eine überzeugende Leistung erbringen. Die Sorte verfügt darüber hinaus über ein vergleichsweise hohes Resistenzniveau gegenüber Krankheiten.

Tab. 1: Markerbsen, grobe Sortierung (9,3-10,2 mm); mittelspäte und späte Sorten

Sorte	Züchter	Resistenzen (Züchterangaben)	Reifefage Züchter- angabe [Spring +]	Reifefage Pillnitz 2009* [Spring +]	Ernte- termin	Entwick- lungszeit [d]	Temp.- summe Basis 4,4 °C	Temp.- summe Basis 1,8 °C	Blatt- form	Bestandes- dichte [Pfl./m²]	Blüh- beginn	Stand- festigkeit [1-9]	Bestandes- höhe [cm]	Pflanzen- länge [cm]	Nodium mit 1. Blüte	Anzahl fertiler Knoten	Hülsen/ Nodium	Anzahl Hülsen/ Pflanze	Hülsen- form [1-9]	Anzahl Körner/ Hülse	Falscher Mehltau [1-9]	BYMV/ PEMV [1-9]
ASL 946	ASL	F1, PM	+11	+4	06.07.	83	852	1068	N	93	10.06.	3	32	93,8	15,5	4,7	2,0	9,5	5	7,7	1	1
Boogie	WAV	BYMV, F1, PM	+10	+3	05.07.	82	833	1046	S	94	09.06.	5	35	69,1	12,9	3,4	2,1	6,9	9	8,0	1	2
Columbus	Sch	F1, PM	+9	+5	07.07.	84	865	1083	N	81	14.06.	3	30	70,2	15,6	4,5	2,2	9,8	8	9,1	1	1
Grundy	S&G	PM	+11	+7	09.07.	86	894	1118	N	81	13.06.	1	23	84,6	14,5	4,2	2,0	8,3	6	9,8	1	1
HEL 876	Sch	F1, PM	+9	+6	08.07.	85	878	1099	N	79	11.06.	3	28	76,8	13,7	4,8	1,9	8,8	7	9,1	1	1
Hel 9720	Sch	F1, PM	+11	+5	07.07.	84	865	1083	N	89	13.06.	4	31	69,3	14,3	4,3	2,1	8,8	8	9,4	1	1
Legacy	PLS	F1, PEMV, PM	+10	+6	08.07.	85	878	1099	N	78	11.06.	2	25	83,6	13,2	3,6	2,1	8,9	7	7,7	1	1
Oasis	AGIS	F1	+11	+8	10.07.	87	915	1141	N	81	12.06.	3	32	75,7	13,8	5,4	1,9	10,2	6	8,3	1	1
PLS 1051	PLS	F1, PM, PEMV	+11	+7	09.07.	86	894	1118	N	63	14.06.	3	33	78,2	12,6	4,2	2,0	9,5	7	8,5	1	1
Ruthless	S&G	F1, DM, PM	+9	+5	07.07.	84	865	1083	S	99	13.06.	6	43	74,6	15,3	5,0	2,0	9,8	7	9,2	1	1
XP 08240773	SVS	F1, PM, PEMV	+8	+4	06.07.	83	852	1068	S	73	12.06.	6	30	51,6	12,7	4,7	2,7	12,2	7	9,5	1	1
Mittelwert													31	73,4	13,9	4,4	2,1	9,3		8,9		
späte Reifegruppe																						
Escort	WAV	F1, F2, PM	+15	+7	09.07.	86	894	1118	S	79	13.06.	6	42	66,0	16,0	4,9	2,4	12,9	9	7,5	1	1
Geisha	Niz	F1, PM	+13	+7	09.07.	86	894	1118	S	78	15.06.	6	53	77,7	14,6	5,4	2,9	15,8	9	9,2	1	1
HEL 9732	Sch	F1, PM	+12	+7	09.07.	86	894	1118	N	80	14.06.	2	27	61,4	13,8	4,8	2,8	13,0	8	8,1	1	1
Kiros	WAV	F1, F2	+14	+8	10.07.	87	915	1141	N	72	16.06.	3	33	80,1	17,0	4,4	2,8	12,6	8	9,0	1	1
Mundial	SVS	F2, PM, DM _{IR}	+15	+8	10.07.	87	915	1141	N	74	17.06.	1	28	63,9	15,6	4,9	2,6	13,1	9	7,0	1	1
Serge	PLS	P2, PM, PEMV	+12	+6	08.07.	85	878	1099	S	63	13.06.	5	36	69,2	14,9	3,6	2,0	7,1	6	9,0	1	2
Villó	AGIS	nicht bekannt	-	+7	09.07.	86	894	1118	N	79	11.06.	3	32	78,8	15,9	4,1	1,5	6,5	5	8,8	1	1
WAV 746	WAV	F1, PM, PEMV	+12	+7	09.07.	86	894	1118	S	98	15.06.	4	37	73,5	14,3	3,5	2,4	9,0	9	7,8	1	1
XP 08250833	SVS	DM, PM, PEMV	+14	+7	09.07.	86	894	1118	S	93	14.06.	7	54	67,5	17,2	4,3	2,3	10,7	7	8,2	1	3
Mittelwert													38	70,9	15,5	4,4	2,4	11,2		8,3		

Zeichenerklärung: * 'Spring' wurde parallel mit dem späten Sortiment ausgesät. Erntetermin war der 02.07.2010; Entwicklungszeit: 79 Tage; Temperatursumme: 773, TW 112

Legende:	1	5	9
Standfestigkeit	fehlend	mittel	sehr gut
Hülsenform	krumm		gerade
Krankheiten	fehlend	mittel	stark
schartige Hülsen	fehlend	mittel	stark

Tab. 2: Markerbsen, grobe Sortierung (9,3-10,2 mm); mittelspäte und späte Sorten

Sorte	Tenderometerwert	Ertrag [kg/m²]	Ertrag bei TW 120 berechnet [kg/m²]	Grünkornsortierung Züchterangaben [%]						Grünkornsortierung von ca. 500 g/Sorte Dresden-Pillnitz 2010 [%]						Grünkornfarbe vor dem Blanchieren	Einheitl.d. Grünkornfarbe vor Blanchieren	Grünkornfarbe nach dem Blanchieren	Einheitl.d. Grünkornfarbe nach Blanchieren
				<7,5	7,5-8,2	8,2-9,3	9,3-10,2	>10,2	Mittel	<7,5	7,5-8,2	8,2-9,3	9,3-10,2	>10,2	Mittel				
mittelspäte Reifegruppe																			
ASL 946	105	0,86	0,98	0	1	10	75	13	4,0	3	6	35	48	8	3,5	6	6	7	6
Boogie	113	1,11	1,17	2	8	32	44	14	3,6	1	2	17	49	31	4,1	7	7	7	8
Columbus	102	1,05	1,24	2	7	28	41	22	3,7	7	15	48	24	6	3,1	7	5	6	5
Grundy*	143	0,92	0,84	5	20	60		15		1	3	21	51	24	4,0	6	5	7	5
HEL 876	141	1,14	1,05	2	7	28	41	22	3,7	1	4	27	43	25	3,9	7	6	7	7
Hel 9720	125	1,06	1,04	5	9	44	35	8	3,4	5	12	39	37	7	3,3	7	7	8	7
Legacy	141	0,94	0,86	6	10	35	37	13	3,4	0	2	18	54	26	4,0	6	5	9	7
Oasis*	147	1,49	1,35	3	14	64		19		2	3	29	45	22	3,8	5	5	5	5
PLS 1051	127	0,93	0,90	6	10	36	37	11	3,4	2	4	33	47	15	3,7	5	6	8	8
Ruthless*	132	1,01	0,95	10	10	70		10		4	8	40	37	11	3,4	7	6	7	7
XP 08240773	166	1,21	1,10	9	15	41	24	11	3,1	1	7	36	44	12	3,6	6	5	7	7
GD 5%		0,13																	
späte Reifegruppe																			
Escort	106	1,14	1,29	4	13	29	40	14	3,5	1	3	19	50	27	4,0	7	5	7	8
Geisha*	135	0,98	0,91	2	14	70		14		2	4	34	44	16	3,7	7	6	7	6
HEL 9732	117	1,10	1,13	2	4	30	53	11	3,7	1	2	22	55	20	3,9	6	6	5	6
Kiros	124	1,12	1,10	5	12	40	34	9	3,3	3	7	44	37	10	3,4	5	7	5	7
Mundial	113	1,22	1,29	8	12	42	25	13	3,2	4	7	36	38	15	3,5	6	5	6	6
Serge	123	1,17	1,15	5	5	35	35	20	3,6	1	5	39	41	14	3,6	6	5	7	6
Villö	116	0,70	0,72	8	12	42	25	13	3,2	2	4	22	45	27	3,9	7	6	8	6
WAV 746	119	1,00	1,01	2	6	39	43	10	3,5	1	2	19	53	25	4,0	7	5	8	7
XP 08250833	127	1,22	1,18	10	15	39	23	12	3,1	2	7	42	39	10	3,5	7	5	7	7
GD 5%		0,13																	

Zeichenerklärung:

* Klassifikation Grünkornsortierung nach englischer Nomenklatur

Legende: 1 fehlend 5 mittel 9 stark/hoch
Merkmal

Nur geringe Schwefel-Aufnahme von unter 20 kg S/ha bei Markerbsen	Markerbsen Schwefel
--	--------------------------------

Zusammenfassung

Bei einem erneuten Schwefel-Düngungsversuch in Markerbsen am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz zeigte sich 2010 bei den drei untersuchten Sorten in keinem Fall eine positive Ertragsreaktion durch eine Schwefelgabe von 25 kg S/ha.

Die S-Aufnahme der Bestände lag, wie auch im Vorjahresversuch, bei unter 20 kg S/ha, so dass der S-Bedarf der Erbsen zumeist durch das Bodenangebot abgedeckt sein dürfte.

Versuchshintergrund u. -frage

Nach einem Vorjahresversuch mit einer uneinheitlicher, teilweise extrem negativer Ertragsreaktion auf eine S-Düngung (LABER 2009) sollte der Versuch 2010 wiederholt werden.

Kulturdaten beim S-Düngungsversuch:

25. März 2010: Aussaat der Sorten 'Prelado' (S&G) und 'Sienna' (WAV), 110 bzw. 100 Korn/m², N-Düngung 60 kg N/ha als KAS

8. April: S_{min}-Probe ('Prelado', 'Sienna')

13. April: S-Düngung ('Prelado', 'Sienna') nach Versuchsplan

14. April: Aussaat der Sorte 'Electra' (WAV), 90 Korn/m²;
N-Düngung 70 kg N/ha als KAS

23. April: S_{min}-Probe ('Electra')

26. April: S-Düngung ('Electra') nach Versuchsplan

24. Juni: erste Ernte ('Prelado', 6,0 m²/Parzelle), S_{min}-Probe

9. Juli: letzte Ernte ('Electra'), S_{min}-Probe

Versuchsanlage: Blockanlage mit 4 Wiederholungen

Ergebnisse

Bei den in Sortenversuchen (LATTASCHKE 2010a, b) integrierten Versuchen wurde bei 3 Sorten (f, mf, s) zusätzlich eine Variante mit einer S-Düngung in Höhe von 25 kg S/ha in Form von Kieserit (20 % S, 25 % MgO) angelegt. Kieserit wurde gewählt, da auf dem gut mit Mg versorgten Versuchsflächen keine Mg-Düngungseffekte zu erwarten waren. Diese Annahme wird durch die Analyseergebnisse (Tab.) gestützt, die praktisch keine Steigerung des Mg-Gehaltes durch die S- und damit auch Mg-Düngung (31 kg MgO/ha) ausweisen.

Die S_{min}-Vorräte lagen in 0-60 cm (analog der Probenahmetiefe bei N_{min}-Untersuchungen) bei 34 bzw. 57 kg S/ha. In 60-90 cm wurden weitere 50 bis 60 kg S_{min}/ha vorgefunden. Durch die notwendige Beregnung wurden 6 bzw. 10 kg S/ha ausgebracht. Damit lag auch in den ungedüngten Varianten in 0-60 cm ein S-Angebot vor, das deutlich über der ermittelten S-Aufnahme der Erbsen (s. u.) lag.

Versuche im deutschen Gartenbau	
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie,	
Abteilung Gartenbau, Dresden-Pillnitz	
Bearbeiter: Hermann Laber	2010

Wie im Vorjahresversuch waren in den Beständen während der Kulturzeit keinerlei Düngungseffekte zu beobachten. Dementsprechend zeigten sich keine Unterschiede beim **Frischmasseaufwuchs**, der bei den frühen Sorten rund 450 dt/ha, bei der späten 'Electra' 570 dt/ha betrug (Abb., Tab.)

Im Gegensatz zum Vorjahr zeigte sich bei der Sorte 'Prelado' (früh) kein negativer Einfluss der S-Düngung auf den **Ertrag**. Allerdings wurde bei dieser Sorte in beiden Düngungsvarianten ein relativ schlechtes Druschverhalten (viele nicht ausgedroschene Hülsen nach 2-maligem Druschdurchlauf) beobachtet, das sich auch im geringen Harvest-Index von nur rund 11 % widerspiegelt. Bei 'Sienna' (mf) und mit leichter Tendenz auch bei der Sorte 'Electra' fiel der Harvest-Index bei der S-Düngungsvariante jeweils ab. Dementsprechend zeigte sich bei der ertragsstarken Sorte 'Sienna' im Gegensatz zum Vorjahresergebnis ein signifikant negativer Effekt der S-Düngung auf den Marktertrag (- 8 %).

Bei der Sorte 'Electra' wurde ein signifikanter Einfluss der S-Düngung auf den **Tenderometerwert** (TW) beobachtet; aber auch bei Korrektur des Ertragsergebnisses auf einen TW von 120 konnten bei dieser Sorte keine Ertragseffekte abgesichert werden.

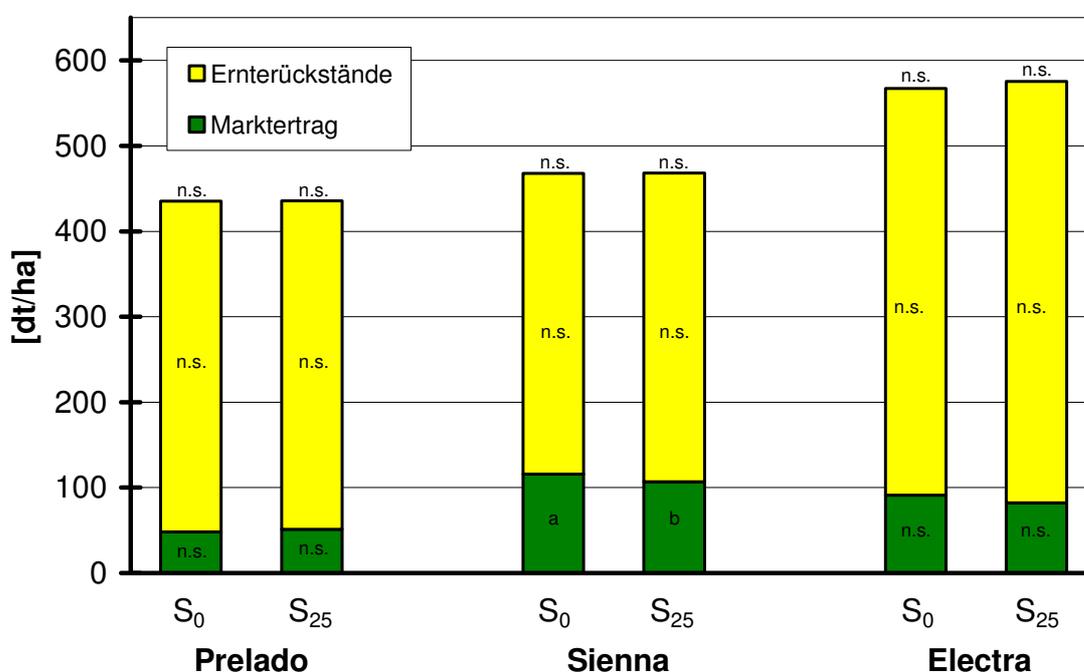


Abb.: Marktertrag (Rohware) und Ernterückstände (die Signifikanzangaben [Buchstaben] beziehen sich jeweils auf die entsprechende Sorte)

Die **S-Gehalte in der Marktware** (leider wurden die Proben der Sorte 'Prelado' versehentlich nach dem Trocknen verworfen) lagen im Mittel bei rund 0,17 %. Wie im Vorjahresversuch wurden sie nur unwesentlich durch die S-Düngung bzw. das S-Angebot beeinflusst. Etwas deutlicher wird die S-Düngewirkung beim N/S-Verhältnis, das bei S-Düngung jeweils etwas enger ausfiel.

Die **S-Gehalte der Ernterückstände** wiesen bei S-Düngung jeweils höhere Werte auf; eine Abhängigkeit vom S-Angebot über die beiden Sorten hinweg konnte im Gegensatz zum Vorjahresversuch (auch auf Grund der geringen Datenmenge) nicht nachgewiesen werden. Entsprechend der höheren S-Gehalte nahm das N/S-Verhältnis (bei jeweils nahezu unbeeinflussten N-Gehalten) bei S-Düngung jeweils ab.

Die **S-Aufnahme** und damit der S-Bedarf der als gut bis sehr gut zu bezeichnenden Markerbsenbestände lag, bei offensichtlich voll ausreichendem S-Angebot, bei maximal 18 kg S/ha und bestätigt damit das Vorjahresergebnis.

Die **N-Menge im Aufwuchs** lag bei der mittelfrühen 'Sienna' mit 199 kg N/ha wiederum in etwa auf 'Faustzahlenniveau' (188 kg N/ha), bei der späten Sorte 'Electra' mit wiederum rund 260 kg N/ha deutlich darüber.

Fazit

Der nochmals bestätigte S-Bedarf von Markerbsen von unter 20 kg S/ha dürfte zumeist durch das S-Angebot des Bodens und ggf. einer Regengabe abgedeckt sein.

Die teilweise beobachteten Ertragsrückgänge (und auch der Einfluss auf den Tenderometerwert) bei einer S-Düngung könnten möglicher Weise auf ein verschlechtertes Druschverhalten zurückzuführen sein, so dass auch aus diesem Grunde eine S-Düngung bei Markerbsen nicht angezeigt erscheint.

Literatur:

LABER, H. 2009: Uneinheitliche Ertragsreaktionen auf eine S-Düngung bei Markerbsen, aber deutliche Unterschiede im S-Gehalt der Pflanzen. www.hortigate.de

LATTAUSCHKE, G. 2010a: Kontinuität bei frühen Markerbsen und hoffnungsvolle Neuzüchtungen im mittelfrühen Bereich. www.hortigate.de

LATTAUSCHKE, G. 2010b: Kleines, aber gutes Sortiment bei mittelfeinen mittelspäten und späten Markerbsen. www.hortigate.de

Tab.: Sorten, Varianten und deren Ertrags- und Analyseergebnisse

Sorte	Prelado		Sienna		Electra	
	0	25	0	25	0	25
S-Düngung [kg S/ha] ¹⁾						
S _{min} -Vorrat [kg S/ha] ²⁾ 0-30 cm	8,6				15,7	
30-60 cm	25,3				40,9	
60-90 cm	48,3				61,8	
S-Beregnung [kg S/ha] ³⁾	5,9				9,5	
S-Angebot [kg S/ha] ⁴⁾	40	65	40	65	66	91
FM-Ertrag [dt/ha] ⁵⁾	48	51	116*	107	91	82
Harvest-Index [%] ⁶⁾	11,1	11,7	24,7*	22,8	16,1	14,3
Tenderometerwert	117 ⁵⁾	115 ⁵⁾	102 ²⁾	100 ²⁾	114^{*5)}	101 ⁵⁾
Ertrag bei TW 120 [dt/ha] ⁷⁾	49	53	137	128	95	99
TM-Ertrag [dt/ha]	11,8	12,6	27,9	25,2	19,7	19,6
S-Gehalt [% i. d. TS] ²⁾			0,16	0,17	0,17	0,19
S im Marktertrag [kg S/ha]			4,5	4,3	3,4	3,7
N-Gehalt _{Ertrag} [% i. d. TS] ²⁾			3,77	3,85	4,47	4,66
N im Marktertrag [kg N/ha]			105	97	88	91
N/S-Verhältnis _{Ertrag}			23,6	22,6	26,3	24,5
Mg-Gehalt _{Ertrag} [% i. d. TS] ²⁾			0,14	0,14	0,15	0,17
FM-Ernterückstände [dt/ha] ⁵⁾	387	384	352	362	476	493
TM-Ernterückstände [dt/ha]	78,6	79,5	67,1	70,9	84,3	86,6
S-Gehalt [% i. d. TS] ²⁾			0,11	0,19	0,13	0,16
S in Ernterückst. [kg S/ha]			7,4	13,5	11,0	13,9
N-Gehalt _{Ernterückst.} [% i. d. TS] ²⁾			1,40	1,44	2,00	1,95
N in Ernterückst. [kg N/ha]			94	102	169	169
N/S-Verhältnis _{Ernterückstände}			12,7	7,6	15,4	12,2
Mg-Gehalt _{Ernterü.} [% i. d. TS] ²⁾			0,16	0,17	0,20	0,17
FM-Aufwuchs [dt/ha] ⁵⁾	435	436	468	468	567	575
S im Aufwuchs [kg S/ha]			11,8	17,7	14,3	17,6
N im Aufwuchs [kg N/ha]			199	199	257	260
N/S-Verhältnis _{Aufwuchs}			16,8	11,2	17,9	14,8
S _{min} -Rest [kg S/ha] ²⁾ 0-30 cm	6,5	20,0	13,3	23,7	25,2	42,5
30-60 cm	22,0	24,7	34,7	25,6	34,4	36,8
60-90 cm	48,8	43,4	53,3	44,5	73,8	63,4

*: signifikant höherer Wert als in der jeweils S-gedüngten Variante (in allen anderen Fällen nicht signifikant bzw. im Falle nur eines Messwertes [TM, Nährstoffgehalte etc.] nicht statistisch auswertbar);

1): als Kieserit (25 % MgO, 20 % S); 2): Mischprobe über die Wiederholungen (bei TW 3 Messwiederholungen);

3): 15 bzw. 24 mm Beregnung mit 39,6 mg S/l (118,6 mg SO₄/l);

4): S_{min}-Vorrat (0-60 cm) + S-Düngung + S im Beregnungswasser (ohne S-Nachlieferung und S-Einträge);

5): Mittelwert über die 4 Wiederholungen (bei TW jeweils 3 Messwiederholungen);

6): Anteil Marktertrag am gesamten FM-Aufwuchs (= FM-Ertrag ÷ FM-Aufwuchs);

7): Ertrag korrigiert auf TW 120 nach der umgeformten Reife-Ertragsbeziehung von EVERAARTS & SUKKELE 2000 (vgl. LATTASCHKE & LABER 2009)

Vermutlich auf Grund ausreichender N-Versorgung keine Ertragswirkung einer insektiziden Saatgutbeizung mit Cruiser	Markerbsen Saatgut, Beizen
---	-----------------------------------

Zusammenfassung

Am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in Dresden-Pillnitz wurde im Jahr 2010 wiederum bei zwei Erbsensorten der Einfluss des insektiziden Beizmittels Cruiser® 350 FS auf den Ertrag bzw. verschiedene Ertragskomponenten untersucht.

Dabei zeigte sich nur bei einer der beiden Sorten eine etwas höhere Aufwuchsmenge bei einer Cruiser-Behandlung als in der Kontrolle, die aber nicht mit einem absicherbaren Mehrertrag verbunden war. Mögliche Ursache für die im Gegensatz zum vorherigen Versuch nicht feststellbare Ertragswirkung der insektiziden Beizung könnte das Ausbleiben eines Befalls durch den Blattrandkäfer und eine relativ hohe N-Versorgung der Versuchsfläche gewesen sein.

Versuchshintergrund u. -frage

Bei einem ersten Versuch im Jahre 2008 führte eine zusätzliche Behandlung mit dem insektiziden Beizmittels Cruiser® 350 FS (Wirkstoff *Thiamethoxam*) bei Gemüseerbsen zu einem deutlichen Mehrertrag gegenüber der rein fungiziden Saatgutbehandlung (LABER und LATTAUSCHKE 2008).

2010 konnte der Versuch wiederum durchgeführt werden.

Ergebnisse

Bei dem in einem Sortenversuch (LATTAUSCHKE 2010) integrierten Versuch wurde die grob sortierende Sorte 'Boogie' (WAV) und die fein sortierende 'Waverex' (WAV) jeweils mit und ohne dem insektiziden Beizmittels Cruiser ausgesät. Bei dem Saatgut handelte es sich jeweils um gleiche Saatgutpartien, die einheitlich mit dem fungiziden Beizmittel 'Wakil' behandelt waren.

Der gesamte Versuch wurde auf einen N_{\min} -Sollwert von 110 kg N/ha (0-60 cm) aufgedüngt. Ein 'ernstzunehmender' Befall mit dem Blattrandkäfer trat nicht auf, so dass bis zur Blüte als Insektizid nur 'Plenum 50 WG' gegen Blattläuse eingesetzt wurde, das allerdings teilweise auch gegen Käfer Nebenwirkungen zeigt.

Bei der Vorernte-Bonitur wurde bei der Sorte 'Boogie' eine tendenziell höhere Anzahl Hülsen pro Pflanze ausgezählt, die Anzahl Körner/Hülse war mit/ohne Cruiser-Behandlung aber identisch.

Der Ertrag wurde (auch bei Korrektur auf eine Tenderometerwert von 120) bei beiden Sorten nicht nachweislich durch die Cruiser-Behandlung beeinflusst (Abb. 1, Tab.). Bei 'Boogie' zeigte sich bei der Cruiser-Behandlung allerdings eine etwas erhöhte Aufwuchsmenge, die tendenziell auch mit einer höheren Menge an Ernterückständen korrespondierte. Auch durch einen etwas höheren N-Gehalt (im Korn und den Ernterückständen) war die N-Menge im Aufwuchs bei der Cruiser-Behandlung hier etwas höher als in der Kontrolle (keine statistische Auswertung).

Ein nennenswerter Einfluss der Cruiser-Behandlung auf die Kornsortierung konnte nicht festgestellt werden, bei 'Boogie' fiel sie durch einen geringeren Anteil an Erbsen der Hauptfraktion (8,2-9,3 mm) sogar etwas feiner als in der Kontrolle aus (Abb. 2, Tab.).

Versuche im deutschen Gartenbau	2010
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie,	
Abteilung Gartenbau, Dresden-Pillnitz	

Kulturdaten:

- 14. April 2010: Aussaat: 'Boogie' (WAV) und 'Waverex' (WAV), 90 Korn/m², N-Düngung auf 110 kg N_{min}/ha in 0-60 cm (70 kg N/ha als KAS)
 - 26. Mai + 1. Juni: Läuse-Bekämpfung mit 'Plenum 50 WG'
 - 15. Juni: Erbsenwickler-Bekämpfung mit 'Karate Zeon'
 - 21. + 28. Juni: Läuse-Bekämpfung mit 'Pirimor Granulat'
 - 5. Juli: Ernte 'Boogie'
 - 7. Juli: Ernte 'Waverex'
- Versuchsanlage: Blockanlage mit 4 Wiederholungen
 Parzellengröße: 6,0 m² (Kernparzelle)

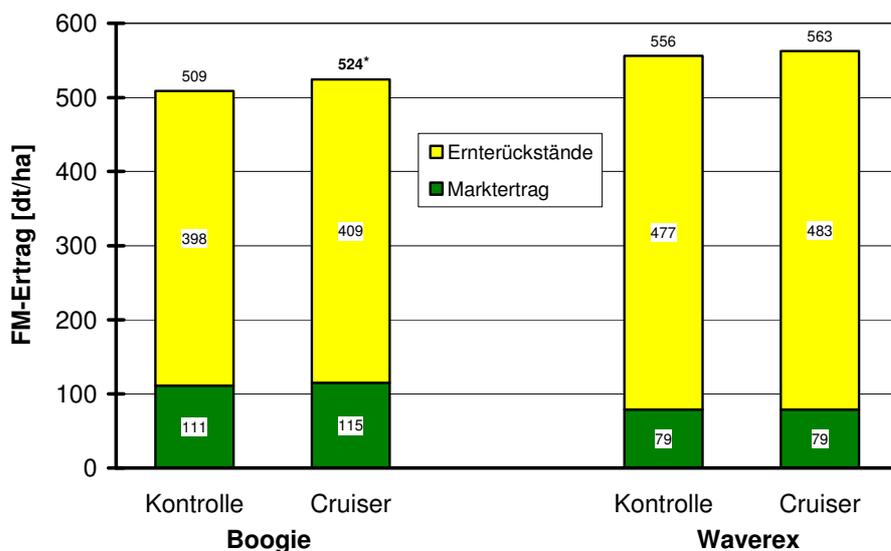
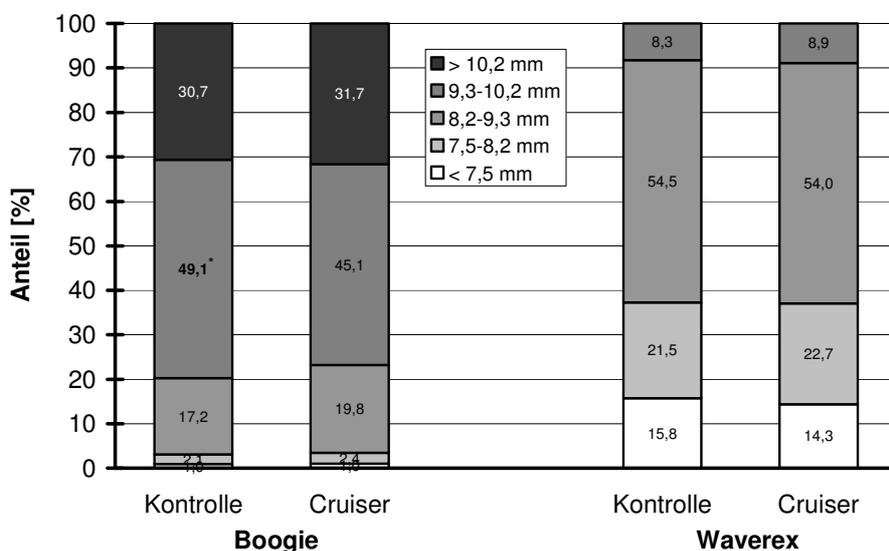


Abb. 1: Einfluss der Cruiser-Behandlung auf den Markertrag, die Menge an Ernterückständen und den Gesamtertrag
 (Mittelwerte über die Wiederholungen; *: signifikant höherer Wert [$\alpha < 0,05$] als in der Kontrolle)

Abb. 2: Einfluss der Cruiser-Behandlung auf die Kornsortierung
 (Mittelwerte über die Wiederholungen; *: signifikant höherer Wert [$\alpha < 0,05$] als in der Cruiser-Variante)



Literatur:

- LABER, H. und G. LATTASCHKE 2008: Saatgutbehandlung mit Cruiser führte bei einer Erbsensorte zu einem deutlichen Mehrertrag. www.hortigate.de
- LATTASCHKE, G. 2010: Konstanz auf hohem Niveau kennzeichnet das mittelspäte und späte Sortiment grober Markerbsen. www.hortigate.de

Tab.: Varianten und deren Ertrags- und Analyseergebnisse

		Kontrolle	Cruiser
Saatgutbehandlung	Fungizid	Wakil (<i>Cymoxanil, Metalaxyl-M, Fludioxonil</i>)	
	Insektizid	keine	Cruiser (<i>Thiamethoxam</i>)
Sorte 'Boogie'			
Bestandesdichte [Pfl./m ²]		94	95
Nodium mit 1. Blüte ¹⁾		12,9	12,9
Anzahl fertiler Nodien [St] ¹⁾		3,4	3,5
Hülsen pro Nodum [St] ¹⁾		2,0	2,1
Hülsen pro Pflanze [St] ¹⁾		7,0	7,5 [#]
Körner pro Hülse [St] ²⁾		8,0	8,0
FM-Ertrag [dt/ha]		111	115
Harvest-Index [%] ³⁾		21,9	22,0
Tenderometerwert		113	110
Ertrag bei TW 120 [dt/ha] ⁴⁾		118	127
Kornsartierung ⁵⁾		4,1	4,0
TM-Ertrag [dt/ha] ⁶⁾		24,7	25,2
N-Gehalt _{Ertrag} [% i.d.TS] ⁶⁾		3,73	3,87
N im Markertrag [kg N/ha] ⁶⁾		92	98
FM-Ernterückstände [dt/ha]		398	409 [#]
TM-Ernterückstände [dt/ha] ⁶⁾		78,6	78,5
N-Gehalt _{Ernterückstände} [% i.d.TS] ⁶⁾		1,51	1,65
N in Ernterückständen [kg N/ha] ⁶⁾		119	130
FM-Aufwuchs [dt/ha]		509	524 [*]
N im Aufwuchs [kg N/ha] ⁵⁾		211	227
Sorte 'Waverex'			
Bestandesdichte [Pfl./m ²]		88	80
Nodium mit 1. Blüte ¹⁾		13,9	13,8
Anzahl fertiler Nodien [St] ¹⁾		4,6	5,8
Hülsen pro Nodum [St] ¹⁾		2,0	1,9
Hülsen pro Pflanze [St] ¹⁾		9,3	11,0
Körner pro Hülse [St] ²⁾		8,0	8,4
FM-Ertrag [dt/ha]		79	79
Harvest-Index [%] ³⁾		14,2	14,1
Tenderometerwert		120	117
Ertrag bei TW 120 [dt/ha] ⁴⁾		80	82
Kornsartierung ⁵⁾		2,6	2,6
TM-Ertrag [dt/ha] ⁶⁾		16,8	16,9
N-Gehalt _{Ertrag} [% i.d.TS] ⁶⁾		4,00	4,01
N im Markertrag [kg N/ha] ⁶⁾		67	68
FM-Ernterückstände [dt/ha]		477	483
TM-Ernterückstände [dt/ha] ⁶⁾		92,0	91,7
N-Gehalt _{Ernterückstände} [% i.d.TS] ⁶⁾		1,90	1,93
N in Ernterückständen [kg N/ha] ⁶⁾		175	177
FM-Aufwuchs [dt/ha]		556	563
N im Aufwuchs [kg N/ha] ⁶⁾		242	245

¹⁾: Bonitur an 10 Pflanzen je Wiederholung; ²⁾: Bonitur an 10 Hülsen je Wiederholung;

³⁾: Anteil Markertrag am gesamten FM-Aufwuchs (= FM-Ertrag ÷ FM-Aufwuchs);

⁴⁾: Ertrag korrigiert auf TW 120 nach der umgeformten Reife-Ertragsbeziehung von EVERAARTS & SUKKELE 2000 (vgl. LATTASCHKE & LABER 2009);

⁵⁾: = (% < 7,5 mm × 1 + % 7,5-8,2 mm × 2 + % 8,2-9,3 mm × 3 + % 9,3-10,2 mm × 4 + % > 10,2 mm × 5)/100;

⁶⁾: Mischprobe über die Wiederholungen (alle anderen Werte: Mittelwerte über die 4 Wiederholungen, bei TW jeweils 3 Messwiederholungen)

*. signifikant höherer Wert ($\alpha < 0,05$) als in der Kontrolle (in allen anderen Fällen nicht signifikant bzw. im Falle nur eines Messwertes [TM, N-Gehalt] nicht statistisch auswertbar);

#: tendenziell höherer Wert ($\alpha < 0,10$) als in der Kontrolle

Zusammenfassung

Bei einem ersten Bewässerungsversuch mit vier verschiedenen Markerbsensorten am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz zeigten sich 2010 überraschender Weise keine wesentlichen Ertragseffekte einer Bewässerung nach dem 'Geisenheimer Modell', obgleich der Boden in der unbewässerten Kontrolle auf unter 10 % nutzbare Feldkapazität austrocknete. Eine deutliche Wechselwirkung zwischen Sorte und Bewässerung konnte ebenfalls nicht beobachtet werden. Allerdings war in der unbewässerten Kontrolle die gesamte Aufwuchsmenge deutlich reduziert und die Reife um ca. 4 Tage verfrüht.

Versuchshintergrund u. -frage

Im hiesigen Anbauggebiet mit seinen Lössböden werden Markerbsen fast ausnahmslos ohne Beregnung angebaut. Der Klimawandel und dabei insbesondere die prognostizierte Frühlingsommertrockenheit stellen aber langfristig einen unberegneten Anbau in Frage.

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	Puget	Ambassador	Naches	Mundial
Züchter	Van Waveren		Seminis	
Trockenstresstoleranz ¹⁾	eher ja	eher nein	eher ja	eher nein
Blattform	normal	normal	semi-leafless	normal
Reifetage ¹⁾	+12	+12	+12	+13
Bestandesdichte [Pfl./m ²] ²⁾	85	73	71	69

¹⁾: Einschätzung/Angabe des Züchters; ²⁾: Auszählung am 31.5., 6 lfdm pro Sorte pro Wiederholung, (Unterschiede zwischen den Sorten nicht statistisch abgesichert)

Die Aussaat erfolgte mit dem 21. April relativ spät, um möglichst trockene Boden- und Witterungsbedingungen vorzufinden. Die Erbsen liefen am 2. Mai auf, die erreichte Bestandesdichte war aber, mit Ausnahme der Sorte 'Puget', mit nur rund 70 Pfl./m² nicht ganz befriedigend (Tab. 1). Eine versehentlich mit 3 Tagen nach dem Auflauf zu früh durchgeführte NA-Herbizidbehandlung führte insbesondere bei der Sorte 'Mundial' zu Schäden, die sich durch ein Absterben des Vegetationspunktes und dem Austrieb von einer, teilweise zwei Seitenknospen äußerten. Diese Schäden 'verwachsen' sich allerdings überraschend gut (vgl. auch die Ertragsergebnisse), so dass diese Variante/Sorte nicht verworfen werden musste.

Im weiteren Kulturverlauf wurden mehrere praxisübliche Fungizid- und Insektizidmaßnahmen durchgeführt, so dass der Erbsenbestand praktisch befallsfrei war.

Kultur- und Versuchsdaten:

- 21. April 2010: Aussaat der Sorten mit 90 Korn/m², Beetanbau (1,5 m) mit 10 Reihen, Reihenabstand 12 cm, keine N-Düngung
- 2. Mai: Auflauf (BBCH 09)
- 29. Mai: 6-Blatt-Stadium (BBCH 16)
- 21. Juni: Beginn der Blüte (BBCH 61)
- 29. Juni: Ende der Blüte/Beginn Hülsenbildung (BBCH 69)
- 12. Juli: Ernte der Sorten 'Puget' und 'Ambassador'
- 13. Juli: Ernte der Sorten 'Naches' und 'Mundial'
- Bodenart: stark lehmiger Sand (Sl4), n. Bodenschätzung: L 3 Al 73/74
- Versuchsanlage: Zweifaktorielle Spaltanlage (Haupteinheit Beregnung, Untereinheit Sorte) mit 4 Wiederholungen
- Parzellengröße: 6,0 Netto-m² (5 lfdm Beet)
- Beregnung: Parzellen-Gießwagen mit Flachstrahldüsen (Gierhake Maschinenbau)
- Drusch: Mini Sampling Viner (Tickhill Engineering Co Ltd), 2 Druschdurchläufe
- Tenderometer: TM-2 Texture Press (Food Technology Corporation)

Neben einer 'Kontrolle' in der keine Beregnung durchgeführt wurde, sollten in einer 'Praxis'-Variante nur bei extremer Trockenheit 1 bis 2 Regengaben erfolgen. In der Variante 'Intensiv' 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 zunächst bis zum 6-Blatt-Stadium (BBCH 16) nur die Bodenschicht 0-30 cm einbezogen, danach wurde entsprechend mit 0-60 cm Tiefe kalkuliert. Nachdem ein Zugang zur 'Agrowetter Beregnungsberatung' (s. u.) bestand, wurden später allerdings die Wassergaben nach diesen Empfehlungen bemessen. Hierbei wird, bei getrennter Betrachtung der Bodenschichten, mit einem unteren Schwellwert von 70 % (BBCH 09), abfallend auf 50 % nFK (ab BBCH 69) gerechnet. Beregnet wird bis zu einem Wassergehalt von 90 % nFK in der Bodenschicht 0-60 cm (AGROWETTER 2009). (Das dennoch in der Bodenschicht 0-60 cm durch Beregnungsgaben kurzzeitig Wassergehalte von über 90 % nFK auftraten beruht darauf, dass teilweise empfohlene Regengaben vorgezogen wurden.)

Die Berechnung der potentiellen Evapotranspiration des Erbsenbestandes (ET_c) und damit der Wasserbilanz erfolgte nach der 'Geisenheimer Bewässerungssteuerung' (PASCHOLD et al. 2010) mit den entsprechenden k_c -Werten für Grünerbsen (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 Berechnungsbeginn (s. o.) nicht verändert, die maximale Durchwurzelungstiefe wurde aber von 40 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 5, später 6 mm ausgebracht, so dass bis zu 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 $1,5 \text{ g/cm}^3$ wurde eine FK von 27,3 Vol.-% (0-30 cm) bzw. 25,3 Vol.-% (30-60 cm) ermittelt (Tab. 2). Die Kartieranleitung (KA 5, 2005) weist dagegen für einen stark lehmigen Sand (SI4, Rohdichte $1,5 \text{ g/cm}^3$) 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 Erbsen (BBCH 09) Anfang Mai wurde ein Ausgangs-Bodenwassergehalt in 0-60 cm Tiefe von knapp 95 % nFK ermittelt. Im weiteren Verlauf fielen dann bis zum 3. Juni 77,5 mm Niederschlag, so dass bis zu diesem Zeitpunkt der Boden praktisch ständig auf FK aufgefüllt war (Abb. 1).

Anfang Juni setzten dann trockenere Witterungsbedingungen mit bis zu 5-6 mm ET_0 /d ein (vgl. Abb. 2), die zu einem Absinken der Bodenfeuchte auf (rechnerisch) ca. 60 % nFK führten. Daraufhin wurde am 18. Juni in der Variante 'Intensiv' die erste Wassergabe in Höhe von 20 mm gegeben, womit der Bodenwassergehalt wie geplant wieder auf 80 % nFK anstieg. Danach folgten, ab Anfang Juli in Anlehnung an die 'Agrowetter'-Empfehlungen, weitere Wassergaben, so dass in der Variante 'Intensiv' insgesamt 138 mm verabreicht wurden und der Boden zwischenzeitlich immer wieder auf \pm FK aufgefüllt wurde. In der Variante 'Praxis' erfolgten zwei Beregnungsgaben mit insgesamt 44 mm, die Kontrolle blieb unberegnnet.

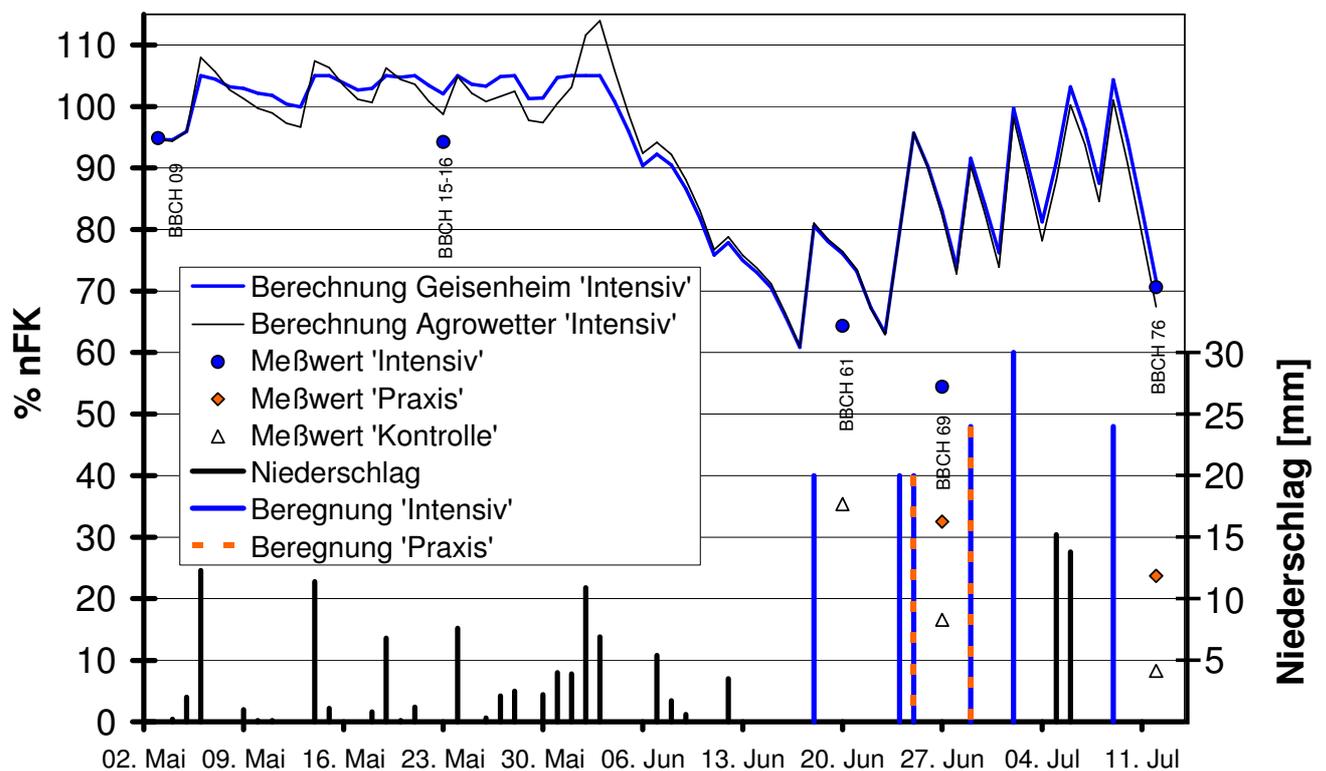


Abb. 1: Niederschlags- und Berechnungsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von ET_0 bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-60 cm bei der Variante 'Intensiv' (Bodenwassergehalt 'Agrowetter' = Mittelwert der separat berechneten Werte für 0-30 cm und 30-60 cm Tiefe)

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 242,6 mm wies 'Agrowetter' aber einen geringfügig höheren Wert für die Kulturzeit aus als die eigene Berechnung nach 'Geisenheim', die auf 236,8 mm kam (Tab. 3). Auf Grund der eingeschränkten Wasserversorgung wurde seitens 'Agrowetter' für die Variante 'Praxis' nur eine $ET_{c\ adj}$ von 188,5 mm, für die 'Kontrolle' von 151,3 mm berechnet.

Entsprechend den nahezu identischen Verdunstungswerten verliefen die berechneten Bodenfeuchtegehalte der Variante 'Intensiv' in der zweiten Kulturhälfte ebenfalls nahezu deckungsgleich (Abb. 1). In der ersten, 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 40,1 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 37,5 mm (Tab. 3).

Die jeweils beim Erreichen des nächsten Pflanzenstadiums in der Bewässerungsvariante 'Intensiv' gezogenen Bodenproben zeigten während der Kulturzeit zum Teil deutlich geringere Bodenfeuchten auf als mit den beiden Modellen auf Basis der ET_0 -Werte berechnet worden sind (Abb. 1). In der Phase 'Beginn Hülsenbildung' (BBCH 69) bis zur Ernte (BBCH 76) kam es dann aber zu einer Angleichung zwischen berechnetem und realem Bodewassergehalt, so dass für den Erntetermin der Bodenwassergehalt nahezu exakt prognostiziert wurde.

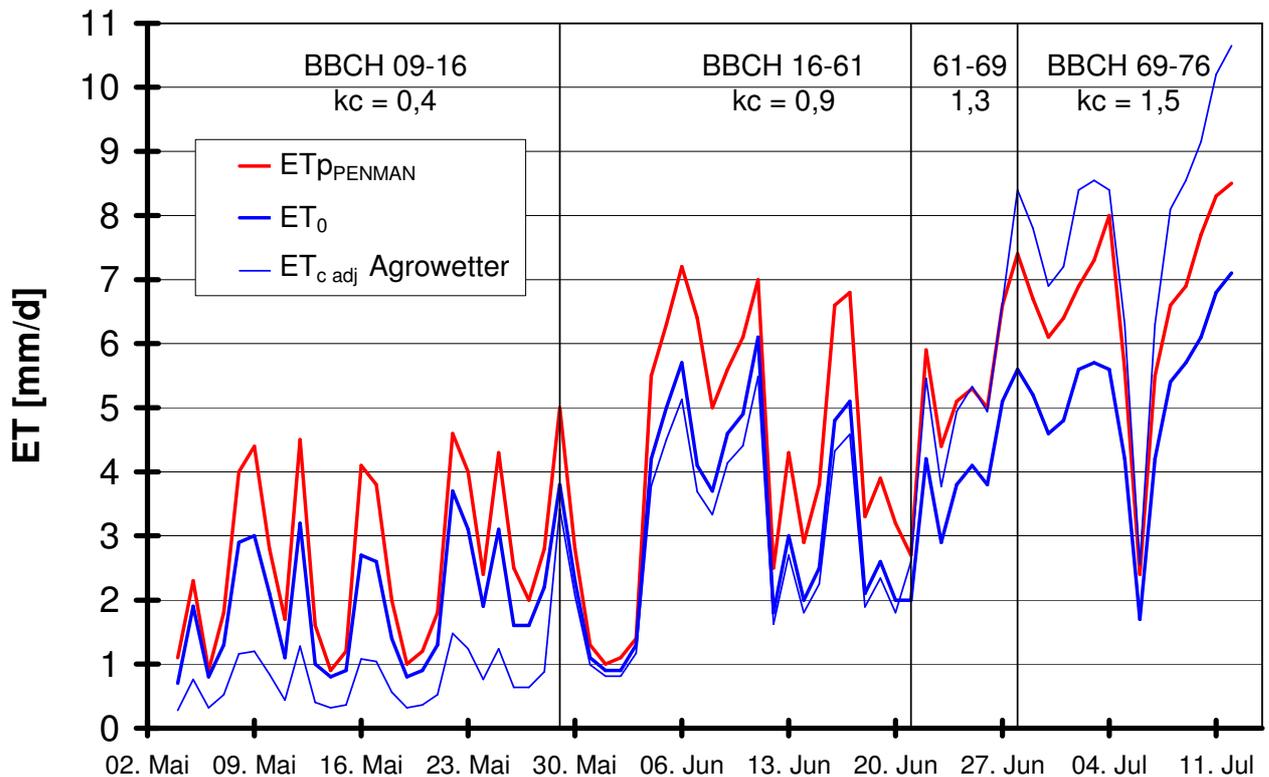


Abb. 2: Evapotranspiration nach PENMAN ($ET_{pPENMAN}$) und FAO Gras-Referenzverdunstung (ET_0) sowie aktuelle Evapotranspiration ($ET_{c\ adj}$) laut 'Agrowetter' (auf Basis ET_0) für die Variante 'Intensiv'

Berechnet man (wie vom 'Geisenheimer Modell' vorgesehen) die Verdunstung auf Basis der $ET_{pPENMAN}$ -Verdunstungswerte (für die Kulturzeit der Erbse um Faktor 1,32 höher als ET_0), so wird der Bodenwassergehalt insbesondere für die Phase Blühbeginn (BBCH 61) und Ende der Blüte (= Beginn Hülsenbildung, BBCH 69) recht gut prognostiziert (Abb. 3).

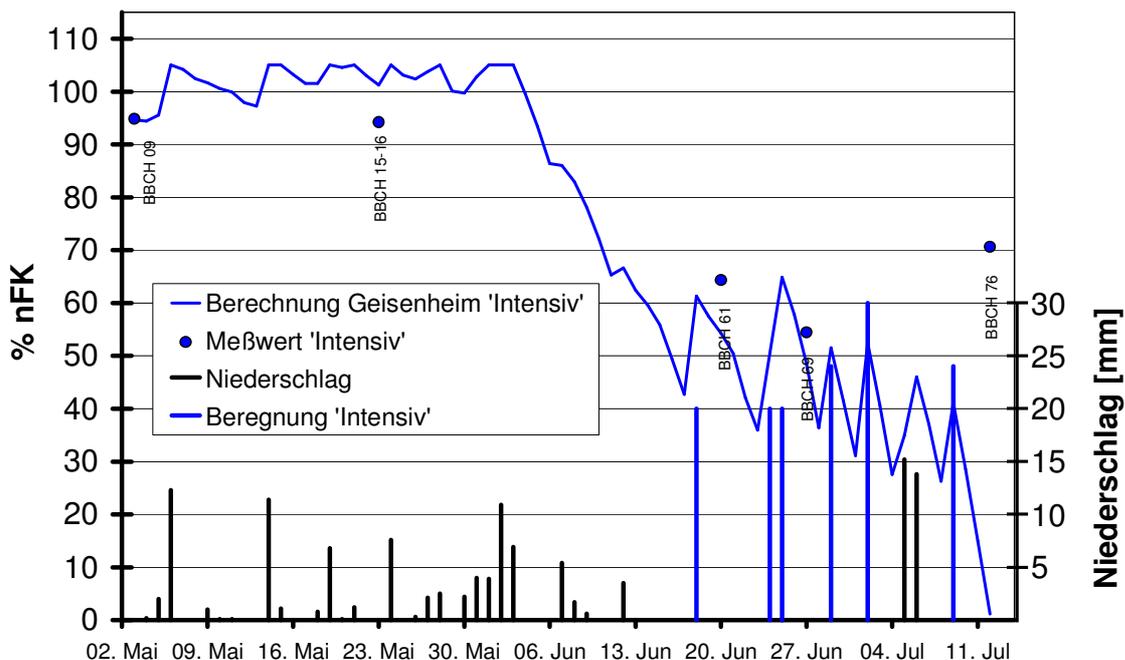


Abb. 3: Niederschlags- und Berechnungsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von $ET_{pPENMAN}$ bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-60 cm bei der Variante 'Intensiv'

In der Phase bis zur Ernte kommt es offensichtlich aber zu einer massiven Überschätzung der Verdunstung, so dass für den Erntetermin eine Bodenfeuchte von 1,1 % nFK prognostiziert wird, obwohl der Boden tatsächlich rund 70 % nFK aufwies. Ursache für diese 'Fehlein-schätzung' dürfte der mit 1,5 zu hoch gewählte kc-Wert sein (mit ca. 1,1 ergibt sich eine deutlich bessere Anpassung), der gerade bei den in der letzten Kulturphase herrschenden sehr hohen Verdunstungsraten (vgl. Abb. 2) zu eine großen Überschätzung von ET_c führte.

Insgesamt betrug die effektive Wasserzufuhr (Niederschlag + Beregnung - Versickerung) in der 'Intensiv'-Variante 216 mm. Bei 237 mm ET_c ('Geisenheim' auf Basis der ET_0 -Werte) ergibt sich ein Saldo von -21 mm bzw. eine entsprechende Abnahme des Bodenvorrates. Tatsächlich wurde in der Schicht 0-60 cm mit 22 mm eine nahezu exakt gleiche Abnahme des Wasservorrates gemessen. Bezogen auf die Schicht 0-90 cm betrug die Wassergehaltsänderung aber 38 mm, so dass eine geringfügig höhere Verdunstung und/oder Versickerung stattgefunden haben muss.

Der Bodenfeuchtigkeitsgehalt (0-60 cm) der 'Kontrolle' wurde vom 'Agrowetter'-Modul auf Basis der berechneten $ET_{c\ adj}$ -Werte zu Blühbeginn (BBCH 61) auf 54 % nFK geschätzt. Tatsächlich lag er mit 35 % nFK noch tiefer und fiel dann weiter bis zum Erntetermin auf nur noch 8 % ab (Abb. 4). Ganz offensichtlich wurde aber auch Bodenwasser der Schicht 60-90 cm genutzt, denn der Wassergehalt dieser Schicht fiel von 107 % nFK (BBCH 09) auf 23 % (BBCH 76) ab (Tab. 2). Die 'Praxis'-Variante entleerte sich bis auf 24 % nFK (0-60 cm), wie bei der Variante 'Intensiv' wurde auch hier der Endwert durch 'Agrowetter' nahezu exakt kalkuliert. Auch in dieser Variante war eine deutliche Abnahme der Bodenwassergehalte in 60-90 cm zu verzeichnen.

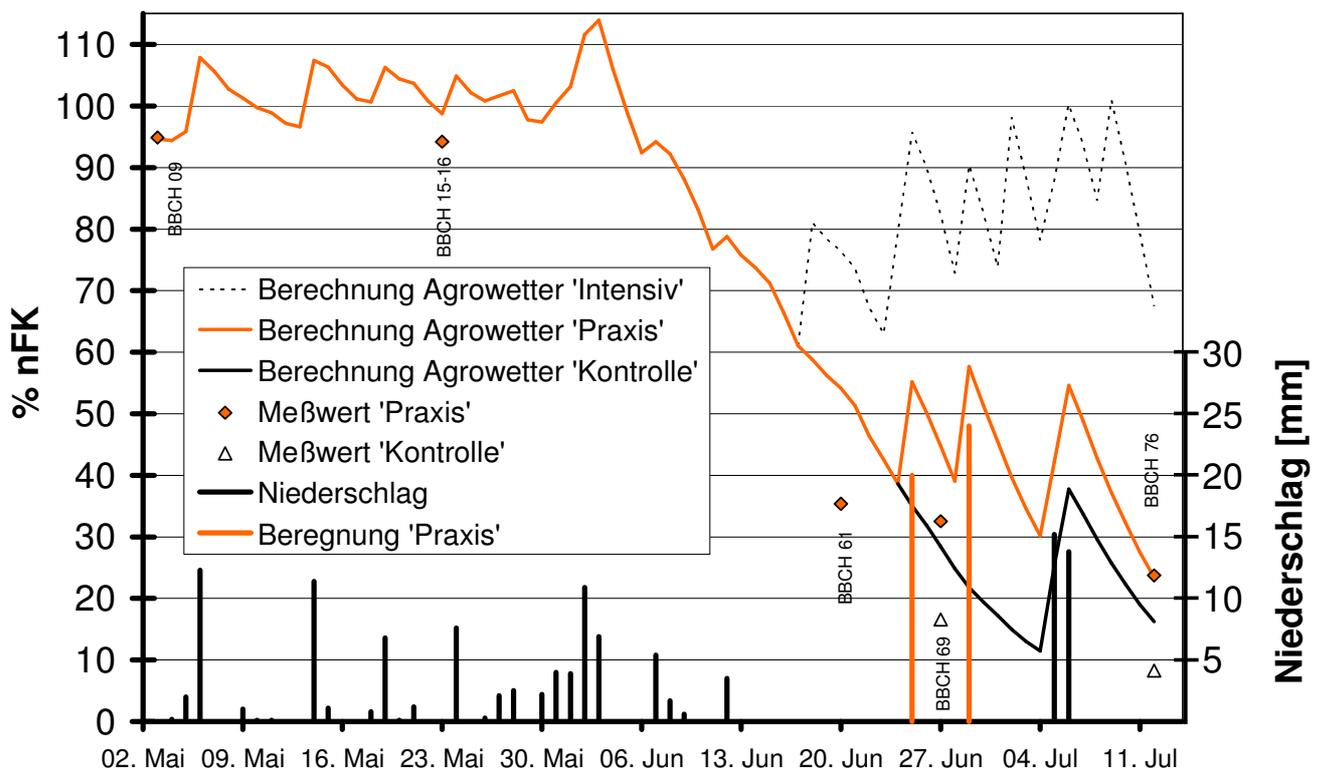


Abb. 4: Niederschlags- und Beregnungsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert, gravimetrisch bestimmt) **der Schicht 0-60 cm bei der Variante 'Praxis' und 'Kontrolle' laut 'Agrowetter'** (Bodenwassergehalt = Mittelwert der von 'Agrowetter' separat berechneten Werte für 0-30 cm und 30-60 cm Tiefe)

Der Erbsenbestand bzw. die unterschiedlichen Varianten zeigten während der Kulturzeit keine auffälligen Trockenstresssymptome wie (mittägliche) Welken etc.. Optisch war nur eine größere Bestandeshöhe bei der 'Intensiv'-Variante auszumachen. Bei der Ernte fiel diese Variante allerdings durch stärkere Fäulnis in den unteren Blättern negativ auf (die Arbeitskräfte klagten bei dieser Variante über das 'schmierige' Dreschgut). Das diese Fäulnis zu Ertragsminderungen führte ist aber eher auszuschließen, da die Pflanzen 'oberflächlich betrachtet' einen sehr vitalen Eindruck machten.

Beim Frischmasseertrag zeigte sich ein signifikanter Sorten- und Bewässerungseffekt, wobei die 'Praxis'-Variante mit 120 dt/ha (Sortenmittel) den höchsten Ertrag zeigte, während 'Intensiv' und auch die 'Kontrolle' nur knapp 105 dt/ha erbrachten (Abb. 5). Eine signifikante Wechselwirkung zwischen Sorte und Bewässerung bestand nicht. Tendenziell ($p = 0,10$) zeigte (die als trockenresistent geltende) 'Puget' aber mit 31 % den größten Ertragszuwachs zwischen der 'Kontrolle' und der 'Praxis'-Variante, aber mit 24 % auch den stärksten Ertragsrückgang zwischen 'Praxis' und 'Intensiv'. Andererseits reagierte 'Naches' (entsprechend ihrer angegebenen Trockenresistenz) nur mit 10 % Ertragszuwachs zwischen der 'Kontrolle' und der 'Praxis'-Variante. Diese Sorte zeigte als einzige auch keinen Ertragsrückgang bei hoher Bewässerungsintensität.

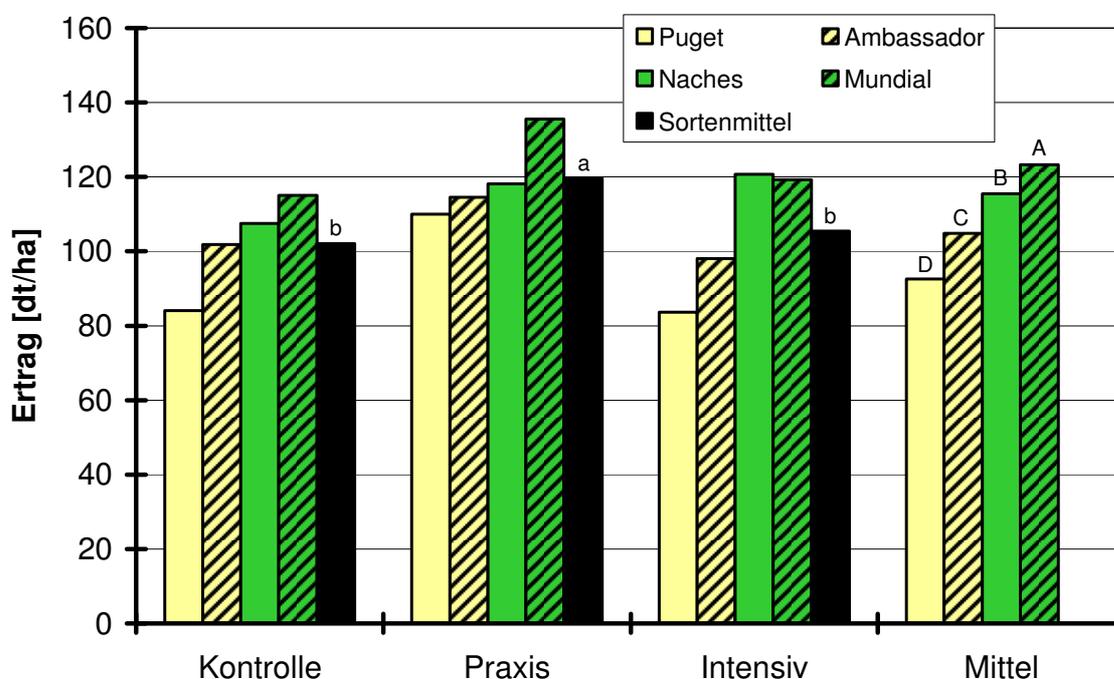


Abb. 5: Frischmasse-Ertrag (Rohware) in Abhängigkeit von Bewässerung und Sorte ($GD_{(\alpha < 0,05)}$ Bewässerungseffekt: 13,7 dt/ha; Sorteneffekt: 7,6 dt/ha)

Der in den verschiedenen Bewässerungsvarianten einheitliche Erntetermin orientierte sich an der Reife der Variante 'Intensiv', die mit einem Tenderometerwert (TW) von ca. 120 geerntet werden sollte, was mit einem mittleren Wert von 116 auch gelang (Abb. 6). Die 'Praxis'-Variante bzw. die 'Kontrolle' zeigte mit rund 140 bzw. 170 Einheiten eine deutlich fortgeschrittene Reife, die einem Entwicklungsvorsprung von knapp 2 bzw. knapp 4 Normaltagen entspricht (vgl. LABER 2008). Eine Wechselwirkung zwischen Sorte und Bewässerung bestand nur tendenziell ($p = 0,08$).

PASCHOLD und MAYER (2005) berichten von einer 5 Tage früheren Ernte in einer Variante mit einer Bewässerung im Bereich von 20-50 % nFK gegenüber der mit 60-90 % nFK. Auch bei ANDERSON und WHITE (1974) reiften unberechnete Erbsen 5 Tage vor den berechneten, während MARTIN und TABLEY (1981) maximal eine Differenz von 4 Tagen (im Mittel 2 Tage) fanden.

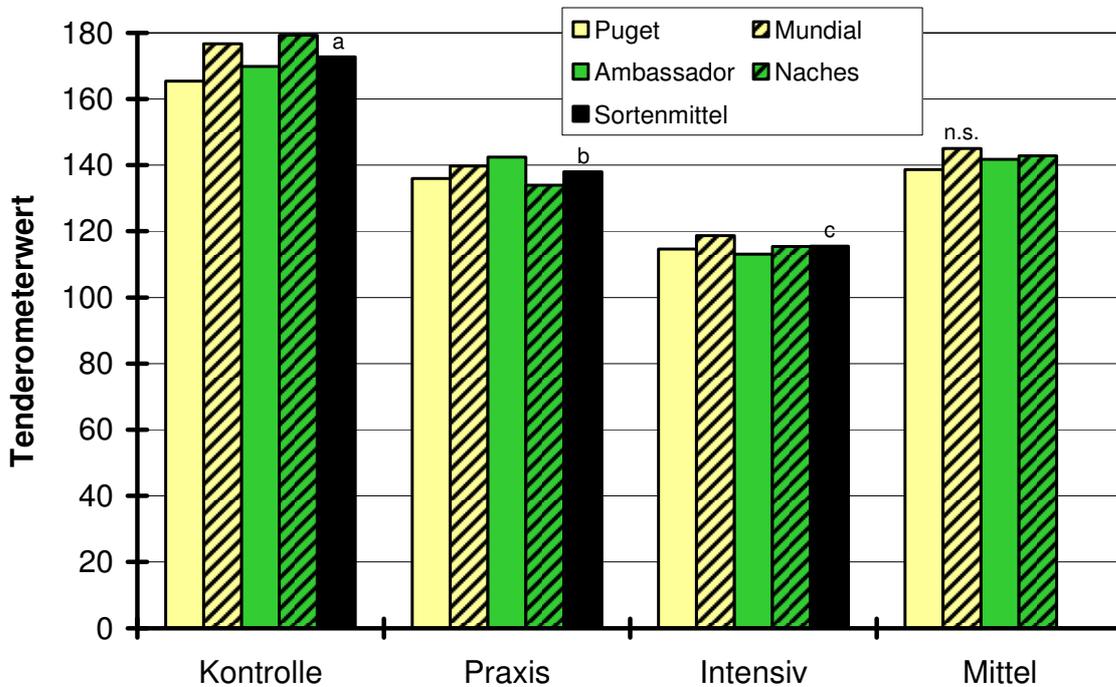


Abb. 6: Tenderometerwert der Erbsen in Abhängigkeit von Bewässerung und Sorte ($GD_{(\alpha<0,05)}$ Bewässerungseffekt: 16,5)

Korrigiert man den Ertrag auf einen einheitlichen TW von 120, so zeigen sich zwischen den Bewässerungsvarianten keine statistisch absicherbaren Ertragsunterschiede (Abb. 7). Auch eine Wechselwirkung zwischen Sorte und Bewässerung konnte nicht abgesichert werden.

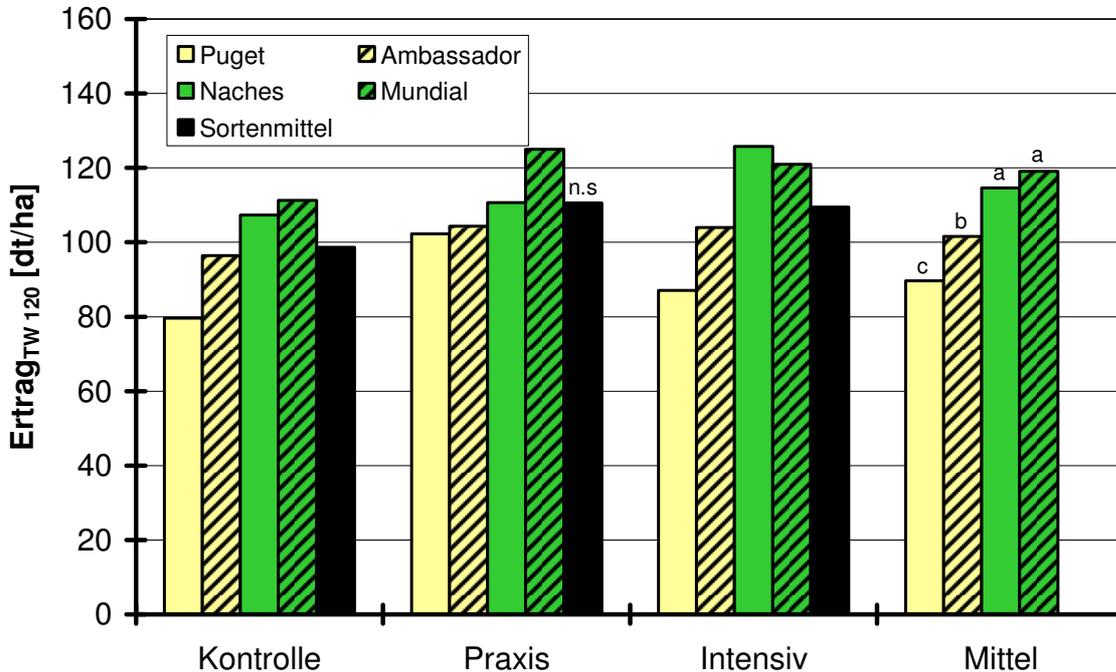


Abb. 7: Korrigierter Frischmasse-Ertrag (TW 120) in Abhängigkeit von Bewässerung und Sorte ($GD_{(\alpha<0,05)}$ Sorteneffekt: 7,9 dt/ha)

Dieses Ergebnis steht im krassen Widerspruch zu Ergebnissen in der Literatur. So beobachteten PASCHOLD und MAYER (2005) in einem Lysimeterversuch einen Abfall des Ertrages um 24 bzw. 56 %, wenn der Bodenwassergehalt statt bei 60-90 % nFK bei 40-70 % (40 mm Beregnungsdefizit) bzw. 20-50 % (104 mm) gehalten wurde.

Auch SORENSEN et al. (2003) ermittelten bei einer Variante die nur zur Blütezeit auf rund 30-40 % nFK abfiel einen "dramatischen" Ertragsrückgang von durchschnittlich 56 % (n = 2) gegenüber einer Variante, die ständig auf mindestens 70 % nFK gehalten wurde. Fiel der Wassergehalt nur während der Hülsen-Füllungsphase auf 14-33 % nFK ab, so betrug der Ertragsrückgang im Mittel 47 % (n = 4).

MARTIN und TABLEY (1981) fanden dagegen in unberechneten Erbsen im Mittel von 3 Versuchsjahren mit bis zu 3 Aussatterminen und mit bis zu 6 Sorten nur 17 % Ertragsminderung (Spanne: 0-40 %) gegenüber den allerdings nur maximal 2-mal berechneten Varianten.

ANDERSON und WHITE (1974) verzeichneten in unberechneten Erbsen einen Ertragsverlust von ca. 40% gegenüber einer 2-mal berechneten Variante (n = 1).

In Versuchen mit Körnererbsen fanden MARTIN und JAMIESON (1996), unabhängig vom Zeitraum in dem Trockenstress herrschte, umgerechnet einen Ertragsrückgang von je 14 %-Punkten je 100 mm Wasserdefizit.

Entsprechend der Abnahme an Ernterückständen mit abnehmender Beregnungsintensität (o. Abb., s. Tab. 4) nahm auch die gesamte Aufwuchsmenge ab (Abb. 8). Allerdings bestand eine signifikante Wechselwirkung zwischen Sorte und Bewässerung, die sich insbesondere bei der Sorte 'Puget' zeigte, die im Gegensatz zu den drei anderen Sorten zwischen der Variante 'Intensiv' und 'Praxis' keinen Abfall aufwies.

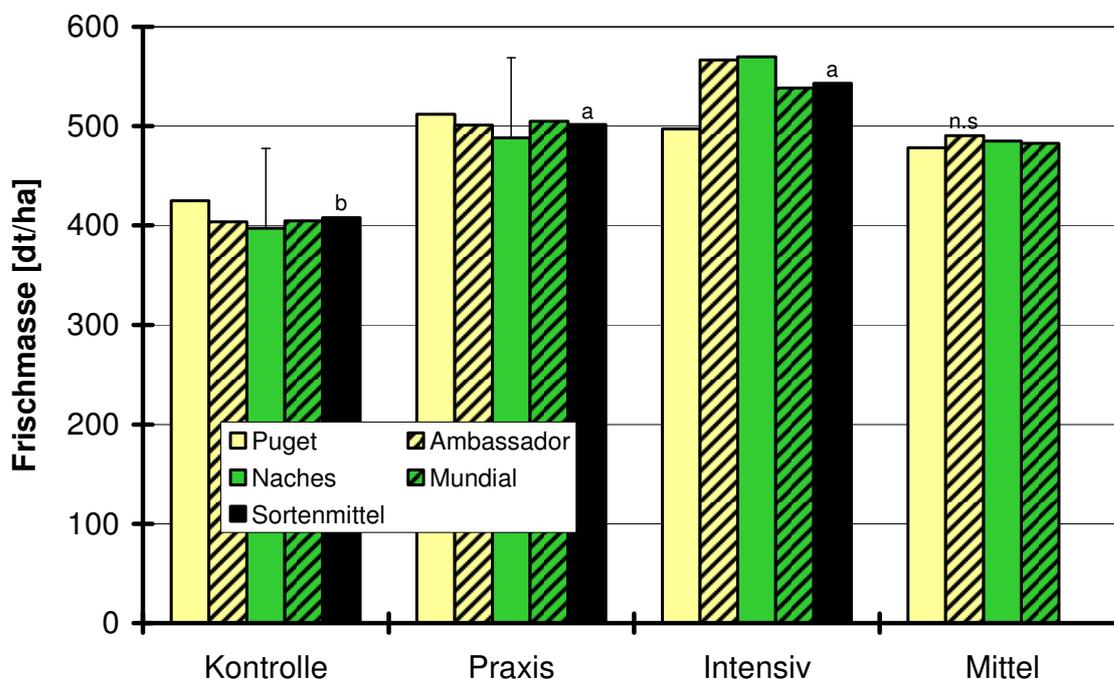


Abb. 8: Frischmasse-Aufwuchs in Abhängigkeit von Bewässerung und Sorte ($GD_{(\alpha < 0,05)}$ Bewässerungseffekt: 71,2 dt/ha; Wechselwirkung: 80,4 dt/ha = I)

Mit 25 % fiel der Rückgang des FM-Aufwuchses ('Intensiv' zu 'Kontrolle') relativ (im Vergleich zu den unterschiedlichen Ertragsreaktionen) ähnlich ab wie bei PASCHOLD und MAYER (2005), die einen Abfall der Aufwuchsmenge von 37 % fanden, wenn der Bodenwassergehalt statt bei 60-90 % nFK bei 20-50 % gehalten wurde. Allerdings lag bei ihnen die Aufwuchsmenge auch in der 60-90 % nFK-Variante nur bei 265 dt/ha (auch die Erträge von max. 41 dt/ha lassen auf einen relativ 'dünnen' Bestand schließen), so dass der absolute Abfall mit 97 dt/ha geringer war als im hier beschriebenen Versuch (135 dt/ha).

Da zwischen der 'Kontroll'- und der 'Intensiv'-Variante kein Ertragszuwachs zu verzeichnen war, der FM-Aufwuchs aber deutlich zunahm, muss sich der Ertragsanteil am gesamten Aufwuchs deutlich vermindert haben. Tatsächlich fiel der Harvest-Index (HI) mit steigender Bewässerungsintensität von 25 % auf knapp 20 % ab (Abb. 9); die Erbsen sind somit durch die Wassergaben sprichwörtlich 'ins Kraut geschossen'. Es bestand allerdings auch eine signifikante Wechselwirkung zwischen Sorte und Bewässerung, die sich wiederum bei der Sorte 'Puget' zeigte, die im Gegensatz zu den drei anderen Sorten in der 'Praxis'-Variante den höchsten HI aufwies.

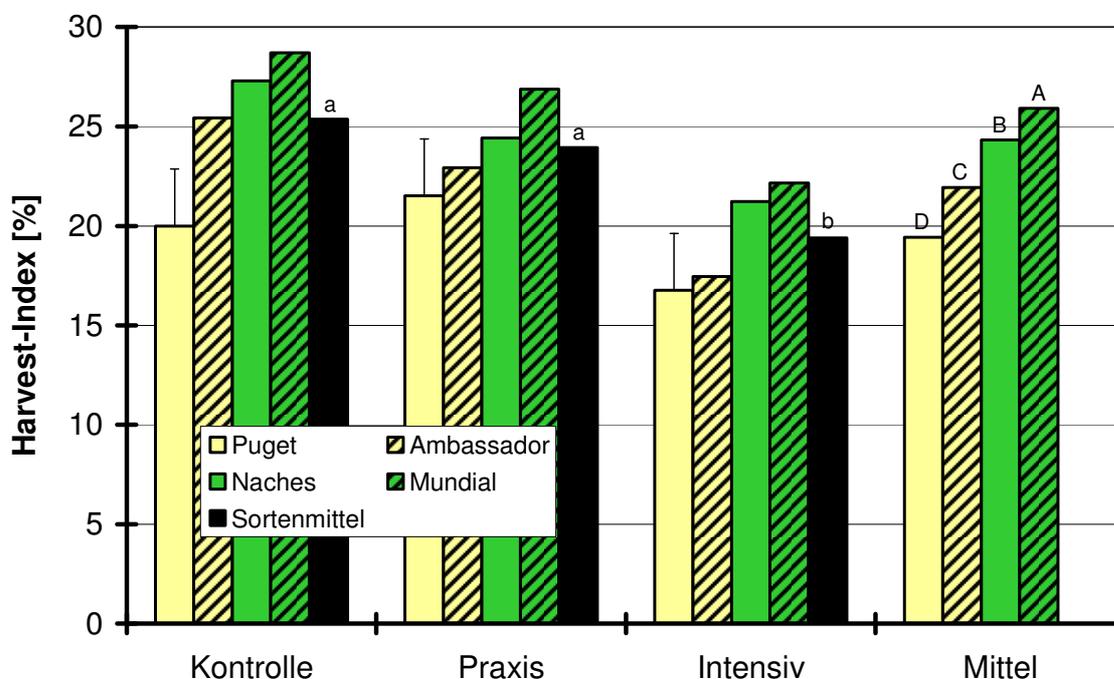


Abb. 9: Harvest-Index (Anteil Marktware am gesamten Aufwuchs) in Abhängigkeit von Bewässerung und Sorte ($GD_{(\alpha < 0,05)}$ Bewässerungseffekt: 2,2 %; Sorteneffekt: 1,3 %; Wechselwirkung: 2,9 % = I)

Auch nach den Ergebnissen des Bewässerungsversuches von PASCHOLD und MAYER (2005) ergibt sich eine Abnahme des HI mit steigendem Wasserangebot von 15 % (20-50 % nFK) auf 11 % (60-90 % nFK).

Fazit

Die insbesondere im letzten Kulturdrittel herrschenden sehr trockenen Bedingungen führten in der unberechneten Variante überraschender Weise nicht zu den in der Literatur beschriebenen starken Ertragseinbußen. Als plausibelste Erklärung kommt nur die Nutzung des Bodenwassers unterhalb von 60 cm Tiefe in Betracht, die bei den hier verwendeten Bewässerungsmodellen nicht mit einberechnet wird.

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	82	76	81	100	100	100
03. Mai ⁴⁾	09	alle	78	75	85	92	98	107
23. Mai ⁴⁾	15-16	alle	75	77	75	85	103	87
20. Jun ⁴⁾	61	Kontr. + Prax.	47	51	64	29	42	64
		Intensiv	63	62	73	62	67	83
27. Jun ⁴⁾	69	Kontrolle	40	41	55	14	19	46
		Praxis	45	50	65	25	40	66
		Intensiv	62	54	67	59	50	70
12. Jul ⁴⁾	76	Kontrolle	36	37	44	7	10	23
		Praxis	46	42	52	27	20	39
		Intensiv	66	64	70	68	73	75

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 Intens. Praxis	Versickerung		
			Geisenheim ET _p	ET ₀	Agrowetter Intens. Praxis	Kontr.	Gei- senh. ⁵⁾			Agro- wetter ⁶⁾		
BBCH	[mm]											
09-16	63,7	46,6	25,5	18,6	19,1			49,6	0	0	21,5	23,3
16-61	99,0	74,5	89,1	67,1	68,7			39,1	20	0	18,6	13,8
61-69	35,0	25,9	45,5	33,7	34,8	28,6	23,3	0,1	40	20	0,0	0,0
69-76	100,3	78,3	150,5	117,5	120,0	72,1	40,2	29,0	78	24	0,0	0,4
09-76	298,0	225,3	310,5	236,8	242,6	188,5	151,3	117,8	138	44	40,1	37,5

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

²⁾: FAO Gras-Referenzverdunstung;

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

⁴⁾: aktuelle Evapotranspiration des Erbsenbestandes laut 'Agrowetter', bei Variante 'Intensiv' ≈ ET_c;

⁵⁾: auf Basis der ET₀-Verdunstung. In allen Varianten identisch;

⁶⁾: mit Ausnahme der 0,4 mm (nur in 'Intensiv') in der Phase BBCH 69-76 in allen Varianten identisch

Tab. 4: Erträge und Aufwuchsmengen der verschiedenen Varianten

Bewässerung Sorte ¹⁾	Kontrolle				Praxis				Intensiv			
	Pug	Amb	Nac	Mun	Pug	Amb	Nac	Mun	Pug	Amb	Nac	Mun
FM-Ertrag [dt/ha]	84	102	108	115	110	115	118	136	84	98	121	119
Tenderometerwert ²⁾	165	170	179	177	136	142	134	140	115	113	115	119
Ertrag _{TW 120} [dt/ha] ³⁾	80	96	107	111	102	104	111	125	87	104	126	121
Ernterückstände [dt/ha]	341	302	290	290	402	386	370	369	414	469	449	419
Aufwuchs [dt/ha]	425	404	397	405	512	501	488	505	497	567	570	538
Harvest-Index [%] ⁴⁾	20	25	27	29	22	23	24	27	17	17	21	22

¹⁾: **Puget, Ambassador, Naches, Mundial**; ²⁾: Mischprobe über die Wiederholungen (je 3 Messwiederholung.);

³⁾: Ertrag korrigiert auf eine Tenderometerwert von 120 nach der umgeformten Reife-Ertragsbeziehung von EVERAARTS u. SUKKEL 2000 (vgl. LATTASCHKE und LABER 2009);

⁴⁾: = FM-Ertrag ÷ Aufwuchs

Literatur:

- AGROWETTER 2009: Modellbeschreibung. Online-Hilfe zur Agrowetter Berechnungsberatung. auch www.dwd.de (Stand 30.01.2009)
- ANDERSON, J.A.D. und J.G.H. WHITE 1974: The relationship between green pea yield and tenderometer reading. *New Zealand journal of experimental agriculture* **2** (1), S. 31-33
- FORSCHUNGSANSTALT GEISENHEIM 2010: Geisenheimer Bewässerungssteuerung. Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Gemüsebau. www.fa-gm.de (Stand 6.9.2010)
- JANSSEN, W. 2010: Schriftliche Mitteilung zur Berechnung der Sickerwassermenge und der Verdunstungsberechnung 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
- LABER, H. 2008: Abreifeverhalten bei den verschiedenen Markerbsen-Sortentypen praktisch gleich. www.hortigate.de
- MARTIN, R.J. und P.D. JAMIESON 1996: Effect of timing and intensity of drought on the growth and yield of field peas (*Pisum sativum* L.). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* **24**, S. 167-174
- MARTIN, R.J. und F.J. TABLEY 1981: Effects of irrigation, time of sowing, and cultivar on yield of vining peas. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 9(3&4), S. 291-297
- PASCHOLD, P.-J., J. KLEBER und N. MAYER 2010: Geisenheimer Bewässerungssteuerung. Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Gemüsebau. www.fa-gm.de (Stand 4.5.2010)
- PASCHOLD, P.-J. und N. MAYER 2005: Wasserbedarf von Erbsen in wägbaren Lysimetern. Tagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft 2005, BHGL-Tagungsband **24/2005**, S. 45
- SORENSEN, J.N., M. EDELENBOS und L. WIENBERG 2003: Drought effects on green pea texture and related physical-chemical properties at comparable maturity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **128** (1), S. 128-135

Zusammenfassung

Im Versuch „Buschbohnen für die Tiefkühlindustrie“ wurden in der sehr feinen und feinen Sortierung 22 Sorten im LfULG in Dresden-Pillnitz geprüft. Bei äußerst komplizierten Wachstums- und Abreifebedingungen erreichten die Sorten überwiegend sehr gute Ertragsleistungen mit Spitzenergebnissen bis 2,8 kg/m². In der Qualität blieb das Sortiment insbesondere im Hinblick auf den erforderlichen Hülsendurchmesser hinter den geforderten Normwerten zurück.

Versuchsfrage und -hintergrund

Der Anbau von Buschbohnen für die Tiefkühlindustrie hat in Mittel- und Ostdeutschland große Bedeutung. Feine Bohnen (8,0 bis 9,0 mm) sind ein wichtiges Segment in der Verarbeitung zu Brechbohnen. Das aktuelle Sortiment galt es auf seine Anbaueignung für das mitteldeutsche Anbauggebiet zu prüfen.

Kulturdaten

Saattermin:	15.06.2010
Erntetermin:	16.08. bis 07.09.2010
Saatabstand:	50,0 cm x ca. 6,1 cm (pneumatische Einzelkornsämaschine)
Aussaatdichte:	ca. 0,33 Mio. Korn/ha
Ernteparzelle:	2,50 m ²
Ernte:	Einmalernernte von Hand
Erntetermin:	Beginn Bastigkeit, Fädigkeit bzw. Kornmarkierung der Sorten
Feldhaltbarkeit:	zunehmende Bastigkeit und Fädigkeit, deutliche Kornmarkierung, Samen fallen beim Brechen aus den Bohnen
Versuchsmethodik:	Blockanlage mit 4 Wiederholungen
Blanchieren:	3 Minuten in kochendem Wasser, danach in kaltem Wasser abgeschreckt
Hülsenfarbe/Glanz:	Proben von allen Sorten wurden gleichzeitig (nebeneinander gelegt) auf Glanz und Farbe bonitiert
Düngung:	N _{min} (Aussaat): 44 bis 58 kg N/ha (2 Versuchsflächen) N-Sollwert: 130 kg N/ha N-Düngung: 72 bis 86 kg N/ha (2 Versuchsflächen)
Unkrautbekämpfung:	VA (15.06.09) 0,25 l/ha Centium 36 SC + 1,0 l/ha Afalon 450 SC NA (29.06.09) 0,5 l/ha Spectrum
Wirkungslücke:	Weißer Gänsefuß, Rauhaariger Amarant (Maschinen- u. Handhacke)
Blattlausbekämpfung:	26.07.10 0,5 kg/ha Pirimor Granulat 02.08.10 0,09 l/ha Fastac SC Super Kontakt
Sclerotinia-/ Botrytis-Bekämpfung:	22.07.10 1,0 l/ha Cantus 26.07.10 1,0 kg/ha Switch 02.08.10 1,0 l/ha Ortiva 09.08.10 1,0 l/ha Ortiva

Ergebnisse

- Der Witterungsverlauf war in diesem Jahr für die Bohnenentwicklung eher ungünstig. Nach der Aussaat, bei nicht zu warmem und feuchtem Wetter, etablierten sich zunächst sehr gute und ausgeglichene Bestände. Die Hitzeperiode mit Temperaturen weit über 30°C in der ersten Julihälfte führte teilweise zu Wuchsdepressionen und Verbrennungen an den jüngsten Blättern (Ozonschäden). Ab Mitte Juli änderte sich das Wetter grundlegend. Zu kühles, trübes und regenreiches Sommerwetter bestimmte fortan bis zur Ernte im September die Bohnenentwicklung. Im Zeitraum vom 15. Juli bis zum 6. September fielen beachtliche 313 mm Niederschlag. Die Bohnen verzeichneten infolge dieser Witterung ein sehr üppiges vegetatives Wachstum sowie eine sehr lange Blühperiode mit einer verzögerten und lang anhaltenden Reifephase.
- Im Gegensatz zum letzten Jahr, wo sortenabhängige Schäden durch Spectrum (0,8 l/ha) zu beklagen waren, blieben diesmal bei einer Reduzierung der Aufwandmenge des Mittel auf 0,5 l/ha im Nachauflauf Blattschäden aus. Allerdings musste infolge der unzureichenden Wirksamkeit der Herbizidbehandlungen gegen Amarant und Weißen Gänsefuß vor dem Schließen der Bestände eine Maschinehacke und eine Handhacke durchgeführt werden.
- Der Krankheits- und Schädlingsbefall (Tab. 2) im Versuch blieb dank der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen auf einem sehr niedrigen Niveau. Dies ist besonders in Anbetracht der misslichen Witterungsbedingungen im Hinblick auf Botrytis- und Sclerotinia-Befall bemerkenswert. Allerdings waren dazu vier Fungizidbehandlungen erforderlich. Virusbefall trat nur vereinzelt auf. Einzelne Pflanzen zeigten Symptome von BYMV. Erst gegen Ende der Kulturzeit trat vermehrt Befall durch das blattlausübertragbare Alfalfa Mosaic Virus (AMV) auf, aber ohne Einfluss auf das Ertragsgeschehen. Eine Ausnahme bildete die Nummernsorte 'HEL 12', die offensichtlich über das Saatgut von einem nicht näher bestimmten Virus stark befallen war. Infolge des Virusbefalls brach der Bestand vorzeitig zusammen. Bei starkem Behang und nur langsamer Abreife wurde zum Kulturende auch verstärkt Magnesiummangel in den Beständen festgestellt.
- In den Versuch waren neben überwiegend feinen Sorten (8 bis 9 mm) auch einige wenige sehr feine Bohnensorten ('Bolero', 'Kaiser', 'Livorno', 'Verdigon') integriert. Wie Tab 1. belegt, verzeichneten in diesem Jahr alle feinen Sorten eine untypische Sortierung. Wegen der langen Blüh- und Reifeperiode bei viel zu kühlen Temperaturen blieben die Sorten durchweg in der Sortierung zu fein. Ein weiteres Verschieben des Erntetermins nach hinten, zum Erreichen einer gröberen Sortierung war aufgrund der Wetterlage und der akuten Botrytis-Gefahr im Bestand nicht möglich. Demzufolge lag in diesem Jahr der Anteil 6,5 bis 8 mm Bohnen bei durchschnittlich 57 %. Nur 28 % der Hülsen erreichten die angestrebte Sortierung von 8 bis 9 mm. Deshalb werden die wenigen sehr feinen Bohnensorten im Hinblick auf die Ertragsauswertung zusammen mit dem feinen Sortiment betrachtet.
- In der Entwicklungszeit sowie in der Temperatursumme bis zur Ernte lagen die Sorten weit über den Durchschnittswerten der letzten Jahre. Anzumerken ist, dass es in diesem Jahr äußerst kompliziert war, den exakten Erntetermin zu bestimmen. Das langsame, folgernde Abreifen der Bohnen sowie die praktisch kaum vorhandenen Bastigkeit bzw. Fädigkeit der Hülsen erschwerten die exakte Terminierung der Ernte enorm. Deshalb musste in diesem Jahr die Kornzeichnung der Hülsen als Entscheidungskriterium verstärkt herangezogen werden. Die frühesten Sorten waren erst nach 69 Tagen Standzeit erntefähig. Die spätesten Sorten hatten eine Entwicklungszeit von bis zu 84 Tagen. Die Einordnung der Sorten in die Reifegruppen erfolgte ausschließlich auf der Basis der diesjährigen Resultate. Die bis zur Ernte benötigten Temperatursummen lagen ca. 130 bis 150 °Cd über den Werten der letzten Jahre, was die Kompliziertheit der Entwicklungsabläufe unterstreicht.
- Da das schlechte Wetter auch nach der Ernte anhielt, aber keine Krankheiten auftraten, war die Feldhaltbarkeit aller Sorten sehr gut. Das Ende der Feldhaltbarkeit korrelierte in diesem Jahr vornehmlich mit einer zu starken Kornmarkierung.

- Durch das üppige vegetative Wachstum waren die Pflanzen länger als in den vergangenen Jahren. Eine große Blattmasse, sehr hohe Erträge (s.u.) sowie ein ständig aufgeweichter Boden, führten allerdings zu einer überwiegend nur mäßigen Standfestigkeit der Sorten. Während die meisten Sorten zu starkem Lager neigten, bewiesen andere selbst unter diesen kritischen Bedingungen eine sehr gute Standfestigkeit bis zur Ernte. Hier sind in erster Linie die sehr feinen Bohnen 'Verdigon', 'Livorno', 'Kaiser' zu nennen.
- Die Ertragsergebnisse werden getrennt nach Reifegruppen besprochen (neue Sortierung der Sorten in Tab. 3), da mit zunehmender Standzeit deutliche Ertragssteigerungen zu beobachten waren. In der frühen Reifegruppe wurde 'HEL 12' wegen des starken Ertragsausfalls infolge des Virusbefalls nicht in die Ertragsauswertung einbezogen. Im frühen Segment variierten die Erträge zwischen den Sorten im Bereich von 1,7 bis 2,3 kg/m². Als leistungsstärkste Sorten erwiesen sich hier 'Bermuda', 'Bomont' und 'Comper', die alle über 2 kg/m² erreichten. In der mittelfrühen Reife erzielten alle Sorten sehr hohe Erträge im Bereich von über 2 kg/m². Während 'HS 633' mit 2,4 kg/m² das Spitzenresultat verbuchte, verzeichnete nur 'R 02538' einen signifikanten Minderertrag. Bei den mittelspäten Sorten lag das Ertragsniveau bei den besten Sorten noch höher und erreichte bei 'Koala' mit 2,8 kg/m² und bei 'Cartagena' mit 2,7 kg/m² die absoluten Höchstwerte.
- Die Hülsenkrümmung wurde im Mittel mit der Boniturnote 3 bewertet, was für mehr oder weniger gerade Hülsen spricht. Einen erhöhten Anteil gekrümmter Bohnen wurde nur bei 'Puncher' festgestellt. Die Hülsenquerschnitte waren überwiegend rundoval bis rund und entsprachen damit den Anforderungen.
- Während Bastigkeit und Fädigkeit praktisch nicht auftraten, zeigten die Sorten einen schwachen Trend zur verstärkten Ausprägung der Kornmarkierung. Über die Ursachen dafür wurde bereits berichtet.
- Die Hülsenlänge lag überwiegend im Optimalbereich vom 10 bis 12 cm. Die durchschnittliche Länge blieb damit rund 1 cm hinter den letztjährigen Werten. Dieser Wert unterstreicht nochmals die Tatsache, dass die Hülsen in diesem Jahr eigentlich zu klein waren.
- Die Hülsenfarbe bei den feinen Bohnen war verhältnismäßig einheitlich. Die Sorten waren überwiegend mittel- bis dunkelgrün. Nur 'R 02538' präsentierte sich abweichend vom Mittelwert mit vergleichsweise hellen Hülsen. 'Tom' war die mit Abstand dunkelste Sorte im feinen Sortiment. Nach dem Blanchieren waren die Hülsen mehrheitlich dunkelgrün und genügten so den Anforderungen der Verarbeitungsindustrie in vollem Umfang.
- Die Einheitlichkeit der Hülsenfarbe ließ allerdings teilweise zu Wünschen übrig. Aufgrund der dichten und teils lagernden Bestände waren die Bohnen von vornherein in der Ausfärbung uneinheitlich. Dieser Zustand wurde auch durch das Blanchieren nicht vollständig behoben.

Tab. 1: Buschbohnen, feine Sortierung – Dresden-Pillnitz 2010

Sorte	Herkunft	Sortierung % (Züchterangaben)					Sortierung % (Dresden-Pillnitz 2010)					Resistenzen (Züchterangaben)		
		5,0-6,5	6,5-8,0	8,0-9,0	9,0-10,5	10,5-12,0	5,0-6,5	6,5-8,0	8,0-9,0	9,0-10,5	10,5-12,0	BCMV	Psp	A
Angela	Ass			100			15	65	18	2	0	HR	-	HR
BB 2209	BB			100			10	48	30	12	0	HR	HR	HR
Bermuda	Neb/PV		20	80			10	57	28	5	0	HR	HR	HR
Bogey	Neb/PV		60	40			5	65	29	1	0	HR	HR	HR
Bolero	BB		100				26	61	13	0	0	HR	HR	HR
Bomont	S&G		40	60			12	71	15	2	0	HR	HR	HR
Cadillac	SVS		40	50	10		10	55	30	5	0	HR	HR	HR
Cartagena	SVS		40	50	10		4	53	43	0	0	IR	in Prüfung	
Comper	Niz/Vil		35	55	10		8	61	26	5	0	HR	HR	IR
Hel 12	Sch			100			5	44	34	17	0	HR	HR	HR
HS 633	Agri/HS			100			6	38	44	12	0	HR	HR	HR
Kaiser	Niz/Vil		70	30			13	65	22	0	0	HR	HR	HR
Kendo	WAV		70	30			5	60	35	0	0	HR	HR	HR
Koala	Neb/PV		40	60			8	58	28	6	0	HR	HR	HR
Livorno	SVS		90	10			8	58	30	4	0	in Prüfung		
Merida	SVS		85	15			14	71	15	0	0	HR	HR	HR
Puncher	Niz/Vil		20	45	35		7	54	35	4	0	HR	HR	HR
R 02538	S&G		20	80			8	59	31	2	0	HR	HR	HR
Schubert	BB		80	20			16	55	18	11	0	HR	HR	HR
Selma	SVS		50	40	10		3	41	45	11	0	HR	HR	HR
Tom	Agri/HS		10	90			14	50	29	7	0	HR	HR	HR
Verdigon	S&G		90	10			12	67	21	0	0	HR	HR	HR

Resistenzen: **BCMV** Bean common mosaic virus (Gewöhnliches Bohnenmosaikvirus) **Psp** Pseudomonas syringae pv. phaseolicola (Fettfleckenkrankheit) **A** Colletotrichum lindemuthianum (Brennfleckenkrankheit)

Tab. 2: Buschbohnen, feine Sortierung – Dresden-Pillnitz 2010

Sorte	Blühbeginn	Erntetermin	Entwicklungszeit [d]	Reifegruppe ¹	Wärmesumme ²		Feldhaltbarkeit ³ [d]	Pflanzenlänge ⁴ [cm]	Bestandeshöhe [cm]	Standfestigkeit [1-9]	Nachblüher [1-9]	Krankheitsbefall [1-9]		
					Basistemp. 10 °C	Basistemp. 0 °C						Botrytis	Sclerotinia	Virus
Angela	18.07.10	24.08.10	70	f	701	1401	6	56	40	4	3	2	2	5
BB 2209	19.07.10	24.08.10	70	f	701	1401	7	57	36	4	2	2	2	2
Bermuda	22.07.10	27.08.10	73	f	727	1457	7	58	53	6	1	1	1	3
Bogey	23.07.10	01.09.10	78	ms	750	1530	7	56	43	5	1	2	1	1
Bolero	21.07.10	30.08.10	76	mf	745	1505	7	59	39	4	1	1	1	2
Bomont	20.07.10	26.08.10	72	f	719	1439	11	51	44	5	2	1	1	2
Cadillac	19.07.10	25.08.10	71	f	712	1422	9	56	46	7	3	1	1	2
Cartagena	24.07.10	03.09.10	80	ms	756	1556	6	56	46	6	1	2	1	1
Comper	18.07.10	24.08.10	70	f	701	1401	9	60	46	5	1	2	2	3
Hel 12	22.07.10	25.08.10	71	f	712	1422	7	50	38	3	2	2	2	8
HS 633	24.07.10	27.08.10	73	mf	727	1457	10	54	52	7	3	2	2	3
Kaiser	20.07.10	30.08.10	76	mf	745	1505	8	50	54	7	1	1	1	1
Kendo	23.07.10	02.09.10	79	ms	752	1542	6	56	42	5	1	4	2	2
Koala	22.07.10	01.09.10	78	ms	750	1530	6	55	44	5	1	4	3	2
Livorno	19.07.10	30.08.10	76	mf	745	1505	8	55	46	7	1	1	1	1
Merida	21.07.10	02.09.10	79	ms	752	1542	5	57	38	4	1	2	1	3
Puncher	20.07.10	23.08.10	69	f	689	1379	9	57	44	4	1	2	2	4
R 02538	21.07.10	31.08.10	77	mf	747	1517	7	61	40	3	1	2	1	1
Schubert	22.07.10	31.08.10	77	mf	747	1517	9	54	40	4	1	1	1	2
Selma	29.07.10	07.09.10	84	ms	762	1602	8	53	41	4	1	1	1	1
Tom	25.07.10	06.09.10	83	ms	761	1591	9	48	32	2	1	1	1	4
Verdigon	22.07.10	01.09.10	78	ms	750	1530	7	53	51	8	1	1	1	1
Mittelwert			75				8	55	43	5	1	2	1	2

Legende:

Standfestigkeit
Botrytis; Sclerotinia
Virus (AMV, BYMV)

Feldhaltbarkeit:

¹ Reifegruppe:

² Wärmesumme:

³ Feldhaltbarkeit:

⁴ Pflanzenlänge

1	5	9
gering	mittel	sehr gut
fehlend	mittel	sehr stark
fehlend	mittel	sehr stark

Mischprobe aus 10 Hülsen/Sorte, wenn < 50% bastig oder mit ausgeprägter Kornzeichnung, dann nicht mehr marktfähig

Einordnung der Sorten auf Grundlage der Entwicklungszeit in 2010

In der Literatur wird sowohl mit 10 °C als auch mit 0 °C als Basistemperatur gearbeitet. Der Basistemperatur von 0 °C wird im Allgemeinen der Vorrang eingeräumt.

Zeitraum vom Erntetermin bis Beginn Bastigkeit, Fädigkeit bzw. überdeutliche Kornmarkierung

Mittelwert aus 10 zufällig ausgewählten Pflanzen

Tab. 3: Buschbohnen, feine Sortierung – Dresden-Pillnitz 2010

Sorte	Ertrag [kg/m ²]	Hülsenkrümmung [1-9]	Hülsenquerschn. [1-9]	Hülsenlänge [cm]	Kornmarkier. [1-9]	Bastigkeit [1-9]	Fädigk. [1-9]	Glanz [1-9]	Hülsenfarbe v.d. Blanch. [1-9]	Hülsenfarbe nach d. Blanch. [1-9]	Einheitl.nach d. Blanch. [1-9]	Trockensubstanz [%]
Frühe Reifegruppe												
Angela	1,69	3	7	11,9	3	1	1	5	6	7	7	9,0
BB 2209	1,91	3	5	12,8	3	1	1	6	6	9	6	8,2
Bermuda	2,30	3	5	11,5	2	3	1	5	5	8	7	8,0
Bomont	2,09	4	5	12,0	3	1	1	4	6	7	5	9,0
Cadillac	1,69	2	5	10,6	2	1	2	5	6	8	7	7,6
Comper	2,07	4	5	12,5	2	1	1	5	6	9	7	8,4
Hel 12*	0,77	5	7	11,8	3	1	1	6	6	8	7	6,9
Puncher	1,82	6	5	12,9	4	2	1	6	6	8	5	8,7
GD 5%	0,30											
Mittelfrühe Reifegruppe												
Bolero	2,25	3	5	12,2	4	1	1	5	6	9	7	9,4
HS 633	2,41	2	7	11,9	2	1	1	5	6	9	7	8,7
Kaiser	2,35	2	5	12,6	4	1	1	6	6	8	6	9,6
Livorno	2,26	3	5	12,2	3	1	1	5	6	8	6	9,5
R 02538	2,10	2	5	11,4	4	1	1	4	4	7	5	8,9
Schubert	2,16	3	7	12,6	2	2	1	6	6	7	7	8,5
GD 5%	0,20											
Mittelfrühe Reifegruppe												
Bogey	2,18	3	7	10,9	3	1	1	4	6	8	7	8,1
Cartagena	2,68	4	7	11,2	2	1	1	6	6	6	8	8,2
HS 633	2,41	2	7	11,9	2	1	1	5	6	9	7	8,7
Kaiser	2,35	2	5	12,6	4	1	1	6	6	8	6	9,6
Kendo	2,29	3	7	11,8	3	1	1	5	6	8	7	9,2
Koala	2,77	4	7	11,1	2	1	1	5	6	7	6	8,2
Merida	2,16	2	5	11,3	2	1	1	4	6	7	7	8,2
Selma	1,97	2	7	11,7	2	1	1	5	6	7	7	8,4
Tom	2,08	2	5	11,8	2	1	2	6	8	6	5	8,8
Verdigon	2,19	4	5	11,6	3	1	1	5	6	7	5	8,1
GD 5%	0,31											
Mittelwert		3	6	11,9	3	1	1	5	6	8	6	8,6

Legende:

Hülsenkrümmung	1	3	5	7	9
Hülsenquerschnitt	gerade				sehr krumm
Kornmarkierung	flach	oval	rund-oval	rund	breit-oval
Bastigkeit; Fädigkeit	fehlend		mittel		sehr stark
Einheitl. nach d. Blanch.	fehlend		mittel		sehr stark
Hülsenfarbe	fehlend		mittelgrün		dunkelgrün
Glanz	fehlend		mittel		sehr stark

* HEL 12 nicht in Ertragsauswertung einbezogen

Zusammenfassung

Im Versuch „Buschbohnen für die Tiefkühlindustrie“ wurden in der mittelfeinen Sortierung 14 Sorten im LfULG in Dresden-Pillnitz geprüft. Trotz komplizierter Wachstumsbedingungen erreichten die meisten Sorten noch sehr hohe Erträge. In der Größensortierung blieb das Sortiment jedoch mehrheitlich hinter den angestrebten Parametern für mittelfeine Bohnen zurück.

Versuchsfrage und -hintergrund

Der Anbau von Buschbohnen für die Tiefkühlindustrie hat in Mittel- und Ostdeutschland große Bedeutung. Mittelfeine Bohnen (9,0 bis 10,5 mm) sind ein dominierendes Segment in der Verarbeitung zu Brechbohnen. Das aktuelle Sortiment galt es auf seine Anbaueignung für das mitteldeutsche Anbauggebiet zu prüfen.

Kulturdaten

Saattermin:	15.06.2010
Erntetermin:	16.08. bis 07.09.2010
Saatabstand:	50,0 cm x ca. 6,1 cm (pneumatische Einzelkornsämaschine)
Aussaaddichte:	ca. 0,33 Mio. Korn/ha
Ernteparzelle:	2,50 m ²
Ernte:	Einmalernte von Hand
Erntetermin:	Beginn Bastigkeit, Fädigkeit bzw. Kornmarkierung der Sorten
Feldhaltbarkeit:	zunehmende Bastigkeit, beginnende Fädigkeit, deutliche Kornmarkierung, Samen fallen beim Brechen aus den Bohnen
Versuchsmethodik:	Blockanlage mit 4 Wiederholungen
Blanchieren:	3 Minuten in kochendem Wasser, danach in kaltem Wasser abgeschreckt
Hülsenfarbe/Glanz:	Proben von allen Sorten wurden gleichzeitig (nebeneinander gelegt) auf Glanz und Farbe bonitiert
Düngung:	N _{min} (Aussaart): 44 kg N/ha N-Sollwert: 130 kg N/ha N-Düngung: 86 kg N/ha
Unkrautbekämpfung:	VA (15.06.09) 0,25 l/ha Centium 36 SC + 1,0 l/ha Afalon 450 SC NA (29.06.09) 0,5 l/ha Spectrum
Wirkungslücke:	Weißer Gänsefuß, Rauhaariger Amarant (Maschinen- u. Handhacke)
Blattlausbekämpfung:	26.07.10 0,5 kg/ha Pirimor Granulat 02.08.10 0,09 l/ha Fastac SC Super Kontakt
Sclerotinia-/ Botrytis-Bekämpfung:	22.07.10 1,0 l/ha Cantus 26.07.10 1,0 kg/ha Switch 02.08.10 1,0 l/ha Ortiva 09.08.10 1,0 l/ha Ortiva

Ergebnisse

- Der Witterungsverlauf war in diesem Jahr für die Bohnenentwicklung eher ungünstig. Nach der Aussaat, bei nicht zu warmem und feuchtem Wetter, etablierten sich zunächst sehr gute und ausgeglichene Bestände. Die Hitzeperiode mit Temperaturen weit über 30°C in der ersten Julihälfte führte teilweise zu Wuchsdepressionen und Verbrennungen an den jüngsten Blättern (Ozonschäden). Ab Mitte Juli änderte sich das Wetter grundlegend. Zu kühles, trübes und regenreiches Sommerwetter bestimmte fortan bis zur Ernte im September die Bohnenentwicklung. Im Zeitraum vom 15. Juli bis zum 6. September fielen beachtliche 313 mm Niederschlag. Die Bohnen verzeichneten infolge dieser Witterung ein sehr üppiges vegetatives Wachstum sowie eine sehr lange Blühperiode mit einer verzögerten und lang anhaltenden Reifephase.
- Im Gegensatz zum letzten Jahr, wo sortenabhängige Schäden durch Spectrum (0,8 l/ha) zu beklagen waren, blieben diesmal bei einer Reduzierung der Aufwandmenge des Mittel auf 0,5 l/ha im Nachauflauf Blattschäden aus. Allerdings musste infolge der unzureichenden Wirksamkeit der Herbizidbehandlungen gegen Amarant und Weißen Gänsefuß vor dem Schließen der Bestände eine Maschinehacke und eine Handhacke durchgeführt werden.
- Der Krankheits- und Schädlingsbefall (Tab. 2) im Versuch blieb dank der durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen auf einem sehr niedrigen Niveau. Dies ist besonders in Anbetracht der misslichen Witterungsbedingungen im Hinblick auf Botrytis- und Sclerotinia-Befall bemerkenswert. Allerdings waren dazu vier Fungizidbehandlungen erforderlich. Virusbefall trat nur vereinzelt auf. Einzelne Pflanzen zeigten Symptome von BYMV. Erst gegen Ende der Kulturzeit trat vermehrt Befall durch das blattlausübertragbare Alfalfa Mosaic Virus (AMV) auf, aber ohne Einfluss auf das Ertragsgeschehen. Bei starkem Behang und nur langsamer Abreife wurde zum Kulturende auch verstärkt Magnesiummangel in den Beständen festgestellt.
- Die Einordnung der geprüften Sorten in die mittelfeine Sortierung erfolgte ausschließlich auf der Basis der Resultate des aktuellen Versuches (Tab. 1). Ähnlich wie bei den feinen Bohnen war bedingt durch die lang anhaltende Blüte und die langsame Abreife der Bohnen ein beachtlicher Anteil Bohnen kleiner als die geforderten 9 mm im Durchmesser. Im Durchschnitt betrug der Anteil an zu feinen Bohnen (< 9 mm) ca. 50 %. Besonders ausgeprägt war dieser Trend bei den Sorten der frühen Reifegruppe (Tab. 2). Die mittelfrühen und mittelspäten Sorten erreichten dagegen fast die geforderten Größensortierungen. Hier sind 'PV 744', 'Pation', 'Stanley' und 'Excalibur' hervorzuheben.
- In der Entwicklungszeit sowie in der Temperatursumme bis zur Ernte lagen die Sorten weit über den Durchschnittswerten der letzten Jahre. Anzumerken ist, dass es in diesem Jahr äußerst kompliziert war, den exakten Erntetermin zu bestimmen. Das langsame, folgernde Abreifen der Bohnen sowie die praktisch kaum vorhandenen Bastigkeit bzw. Fädigkeit der Hülsen erschwerten die exakte Terminierung der Ernte enorm. Deshalb musste in diesem Jahr die Kornzeichnung der Hülsen als Entscheidungskriterium verstärkt herangezogen werden. Die früheste Sorte war wiederum 'RS 1272', die ca. 1 Woche vor den nächsten Sorten ('Casher', 'Magadi') erntereif war. Die spätesten Sorten ('Barthez', 'Excalibur', 'Serenade', 'Lomani') hatten eine Entwicklungszeit von bis zu 84 Tagen. Die Einordnung der Sorten in die Reifegruppen erfolgte ausschließlich auf der Basis der diesjährigen Resultate. Die bis zur Ernte benötigten Temperatursummen lagen ca. 80 bis 180 °Cd über den Werten der letzten Jahre, was die Kompliziertheit der Entwicklungsabläufe unterstreicht.
- Da das schlechte Wetter auch nach der Ernte anhielt, aber keine Krankheiten auftraten, war die Feldhaltbarkeit aller Sorten sehr gut. Die sehr lange Feldhaltbarkeit 10 bis 11 Tage bei 'Amigo', 'Casher' und 'Magadi' deutet darauf hin, dass diese Sorten ggf. einige Tage zu früh geerntet wurden. Das Ende der Feldhaltbarkeit korrelierte in diesem Jahr vornehmlich mit einer zu starken Kornmarkierung.

- Durch das üppige vegetative Wachstum waren die Pflanzen länger als in den vergangenen Jahren. Eine große Blattmasse, sehr hohe Erträge (s.u.) sowie ein ständig aufgeweichter Boden, führten allerdings zu einer überwiegend nur mäßigen Standfestigkeit der Sorten. Während die zuerst geernteten frühen und teils auch mittelfrühen Sorten ('Amigo', 'RS 1272', 'Casher', 'Stanley') noch eine sehr gute Standfestigkeit verzeichneten, lagerten die späteren Sorten mehr oder weniger stark.
- Die Ertragsergebnisse werden getrennt nach Reifegruppen besprochen (neue Sortierung der Sorten in Tab. 3), da mit zunehmender Standzeit deutliche Ertragssteigerungen zu beobachten waren. In der frühen Reifegruppe schaffte es 'RS 1272' wegen zu starker Kornmarkierung an den unteren Hülsen nicht die jüngsten Hülsen zur Erntereife zu bringen und erreichte nur 0,9 kg/m². Obwohl 'Magadi' etwas zu früh geerntet wurde, und damit nur rund 1 kg/m² erreichte, muss angemerkt werden, dass der zu schwache Hülsenbesatz keine höheren Erträge hätte erwarten lassen. 'Casher' dagegen konnte als frühe Bohne mit guten 1,7 kg/m² überzeugen. In der mittelfrühen Reifegruppe war das Ertragsniveau mit über 2 kg/m² allgemein sehr hoch. Neben den Standardsorten 'Stanley' und 'Como', hob sich noch Neuzuchtstamm 'PV 743' hervor. Die höchsten Erträge wurden wie schon bei den feinen Bohnen in der mittelspäten Reifegruppe registriert. Hier erzielte 'Dynasty' mit 2,9 kg/m² das absolute Spitzenergebnis. Hervorragende Leistungen wiesen auch 'PV 744' und 'Excalibur' auf. 'Barthez', 'Lomani' und 'Serenade' blieben hinter den leistungsstärksten Sorten im Ertrag signifikant zurück.
- Die Hülsenkrümmung wurde im Mittel mit der Boniturnote 3 bewertet, d.h., die Hülsen waren überwiegend gerade. Einen erhöhten Anteil gekrümmter Hülsen verzeichneten nur 'Magadi' und 'Excalibur'. Der Hülsenquerschnitt war bei den meisten Sorten rund. Während 'Dynasty' und 'Barthez' rund-ovale Hülsen aufwiesen, wurden die Hülsen von 'RS 1272' und 'PV 944' als breit-oval eingestuft.
- Die Hülsenlänge variierte im Bereich von 10 bis 14 cm. Zu den kurzhülsigen Bohnensorten zählten in erster Linie 'Amigo' und 'Como'. Demgegenüber verzeichnete 'PV 944' mit 14,3 cm Durchschnittslänge die längsten Hülsen im Sortiment.
- Bastigkeit und Fädigkeit traten zur Ernte praktisch nicht auf. Lediglich bei der frühen 'RS 1272' zeigte ein Teil der Hülsen Symptome beginnender Bastigkeit. Die leicht erhöhten Werte bei der Kornmarkierung sprechen für das Erreichen bzw. teilweise Überschreiten des Erntetermins bei den Sorten.
- Im Glanz der Hülsen gab es beträchtliche Unterschiede. Die höchsten Boniturnoten (stark glänzend) erreichten 'Barthez' und 'Serenade'. Ausgesprochen matt waren 'Pation', 'Amigo', 'Casher', 'Magadi' und 'Como'.
- Bei der Hülsenfarbe gab es eine Zweiteilung im Sortiment. Während die frühen und mittelfrühen Sorten mehrheitlich mittelgrün waren (Ausnahme 'PV 743'), wiesen die mittelspäten eine überwiegend dunkelgrüne Hülsenfarbe auf. Nach dem Blanchieren vereinheitlichte sich das Erscheinungsbild der Bohnen allerdings in Richtung dunkelgrün. Die Einheitlichkeit der Bohnenfarbe nach dem Blanchieren war nicht in jedem Fall zufriedenstellend. 'RS 1272', 'Como' und 'Serenade' ließen diesbezüglich in diesem Jahr Defizite erkennen.

Tab. 1: Buschbohnen, mittelfeine Sortierung – Dresden-Pillnitz 2010

Sorte	Herkunft	Sortierung % (Züchterangaben)					Sortierung % (Dresden-Pillnitz)					Resistenzen (Züchterangaben)		
		5,0-6,5	6,5-8,0	8,0-9,0	9,0-10,5	10,5-12,0	5,0-6,5	6,5-8,0	8,0-9,0	9,0-10,5	10,5-12,0	BCMV	Psp	A
Amigo	Agri/HS			70	30		8	57	30	5	0	HR	HR	HR
Barthez	BB			60	40		2	22	46	26	4	HR	HR	HR
Casher	S&G			55	45		7	42	28	13	10	HR	-	HR
Como	SVS			60	40		1	13	39	38	9	IR	-	in Prüfung
Dinasty	WAV			60	40		2	29	51	18	0	HR	HR	HR
Excalibur	SVS			30	70		1	11	14	46	28	HR	IR	HR
Lomani	Neb/PV			75	25		4	23	41	30	2	HR	HR	-
Magadi	S&G				80	20	8	35	38	16	3	HR	-	-
Pation	S&G			30	70		3	9	24	59	5	HR	-	HR
PV 743	Neb/PV			30	70		0	8	23	47	22	HR	HR	HR
PV 744	Neb/PV			10	80	10	0	3	20	67	10	HR	HR	HR
RS 1272	SVS			20	80		3	16	31	30	20	Hr	-	HR
Stanley	Agri/HS			20	75	5	3	13	33	48	3	HR	HR	HR
Serenade	BB			60	40		2	15	41	39	3	HR	HR	HR

Resistenzen:

BCMV

Bean common mosaic virus
(Gewöhnliches Bohnenmosaikvirus)

Psp

Pseudomonas syringae pv. phaseolicola
(Fettfleckenkrankheit)

A

Colletotrichum lindemuthianum
(Brennfleckenkrankheit)

Tab. 2: Buschbohnen, mittelfeine Sortierung – Dresden-Pillnitz 2010

Sorte	Blühbeginn	Erntetermin	Entwicklungszeit [d]	Reifegruppe	Wärmesumme ²		Feldhaltbarkeit ³ [d]	Pflanzenlänge ⁴ [cm]	Bestandeshöhe [cm]	Standfestigkeit [1-9]	Nachblüher [1-9]	Krankheitsbefall [1-9]		
					Basistemp. 10 °C	Basistemp. 0 °C						Botrytis	Sclerotinia	Virus
Amigo	22.07.10	26.08.10	72	f	719	1439	10	49	50	8	2	1	1	1
Barthez	27.07.10	07.09.10	84	ms	762	1602	7	59	44	4	1	1	1	3
Casher	19.07.10	23.08.10	69	f	689	1379	11	49	51	9	3	1	2	1
Como	23.07.10	02.09.10	79	mf	752	1542	5	47	44	5	1	2	2	2
Dinasty	21.07.10	03.09.10	80	ms	756	1556	6	58	42	4	1	2	2	2
Excalibur	27.07.10	06.09.10	83	ms	761	1591	6	52	36	3	1	1	1	2
Lomani	27.07.10	06.09.10	83	ms	761	1591	8	56	36	3	1	1	1	3
Magadi	23.07.10	24.08.10	70	f	701	1401	10	56	42	5	5	1	1	2
Pation	22.07.10	01.09.10	78	mf	750	1530	6	54	45	5	1	2	2	1
PV 743	25.07.10	31.08.10	77	mf	747	1517	10	65	40	3	1	2	2	1
PV 744	24.07.10	03.09.10	80	ms	756	1556	7	50	42	4	1	2	2	3
RS 1272	19.07.10	17.08.10	63	f	633	1263	7	52	52	8	2	1	1	1
Stanley	22.07.10	27.08.10	73	mf	761	1457	11	53	48	7	2	1	1	1
Serenade	28.07.10	06.09.10	83	ms	727	1591	7	63	37	3	1	1	1	2
Mittelwert:			77				8	55	43	5	2	1	1	2

Tab. 3: Buschbohnen, mittelfeine Sortierung – Dresden-Pillnitz 2010

Sorte	Ertrag [kg/m ²]	Hülsenkrümmung [1-9]	Hülsenquerschn. [1-9]	Hülsenlänge [cm]	Kornmarkier. [1-9]	Bastigkeit [1-9]	Fädigk. [1-9]	Glanz [1-9]	Hülsenfarbe v.d. Blanch. [1-9]	Hülsenfarbe nach d. Blanch. [1-9]	Einheitl.nach d. Blanch. [1-9]	Trockensubstanz [%]
Frühe Sorten												
Amigo	1,47	2	7	10,1	2	1	1	4	6	7	7	8,6
Casher	1,66	3	7	12,7	3	2	1	4	5	7	7	8,2
Magadi	1,07	7	7	11,5	4	1	1	4	6	8	6	8,2
RS 1272	0,93	3	8	12,7	6	4	1	5	6	7	5	7,7
GD 5%	0,42											
Mittelfrühe Sorten												
Como	2,24	4	7	10,6	5	2	1	4	5	6	5	8,5
Pation	2,03	2	7	11,3	2	1	1	4	5	8	7	8,4
PV 743	2,25	4	7	12,6	3	2	1	6	7	9	6	8,8
Stanley	2,31	2	7	11,8	2	1	1	5	5	8	6	8,3
GD 5%	n.s.											
Mittelspäte Sorten												
Barthez	2,04	4	5	13,4	2	1	1	8	8	7	8	8,8
Dinasty	2,88	4	5	13,9	2	1	1	6	6	6	7	9,5
Excalibur	2,44	5	7	12,7	3	1	2	6	9	9	8	9,3
Lomani	2,09	4	7	13,3	3	1	1	6	8	8	7	9,2
PV 744	2,50	2	9	14,3	2	1	1	6	8	8	8	8,8
Serenade	1,90	3	7	13,1	3	1	2	7	8	7	5	8,7
GD 5%	0,39											
Mittelwert:		4	8	12,4	3	1	2	5	7	8	7	8,6

Legende:

Hülsenkrümmung	gerade	1	3	5	7	9
Hülsenquerschnitt	flach		oval	gerkümmt	rund	sehr krumm
Kornmarkierung	fehlend			rund-oval		breit-oval
Kornfarbe	weiß			mittel		sehr stark
Bastigkeit;Fädigkeit	fehlend			hellgrün		grün
Einheitl. nach d. Blanch.	fehlend			mittel		sehr stark
Hülsenfarbe	hellgrün			mittelgrün		dunkelgrün
Glanz	fehlend			mittel		sehr stark

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

**Buschbohnen
Bewässerung
Sorte**

Zusammenfassung

Bei einem ersten Bewässerungsversuch mit vier verschiedenen Buschbohnenarten 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 Anbaugebiet mit seinen Lössböden werden Buschbohnen nur relativ extensiv bewässert. Durch den Klimawandel und dabei insbesondere die prognostizierte (Früh)Sommer-trockenheit 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 AI 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 k_c -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 ($ET_{pPENMAN}$) (PASCHOLD et al. 2010, KLEBER 2010), die um den Faktor 1,4 höher liegt als ET_0 (KLEBER 2010). Auch diese $ET_{pPENMAN}$ -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 Parzellengießwagen 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).

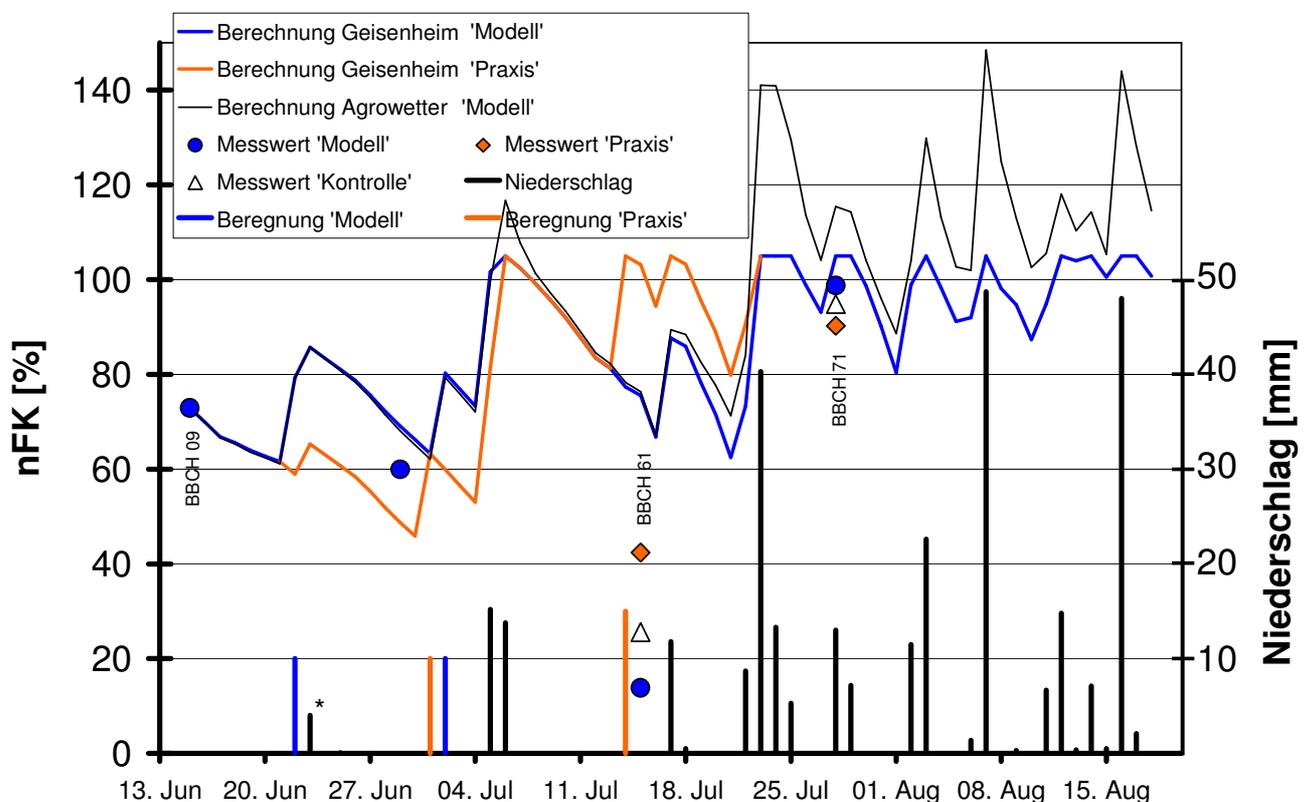


Abb. 1: Niederschlags- und Beregnungsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von ET₀ bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-30 cm bei den Varianten 'Modell' und 'Praxis' (*: 4 mm Beregnung in allen Varianten)

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 $ET_{c\text{adj}} \approx ET_c$) (Abb. 2, dargestellt nur $ET_{c\text{adj}}$). 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).

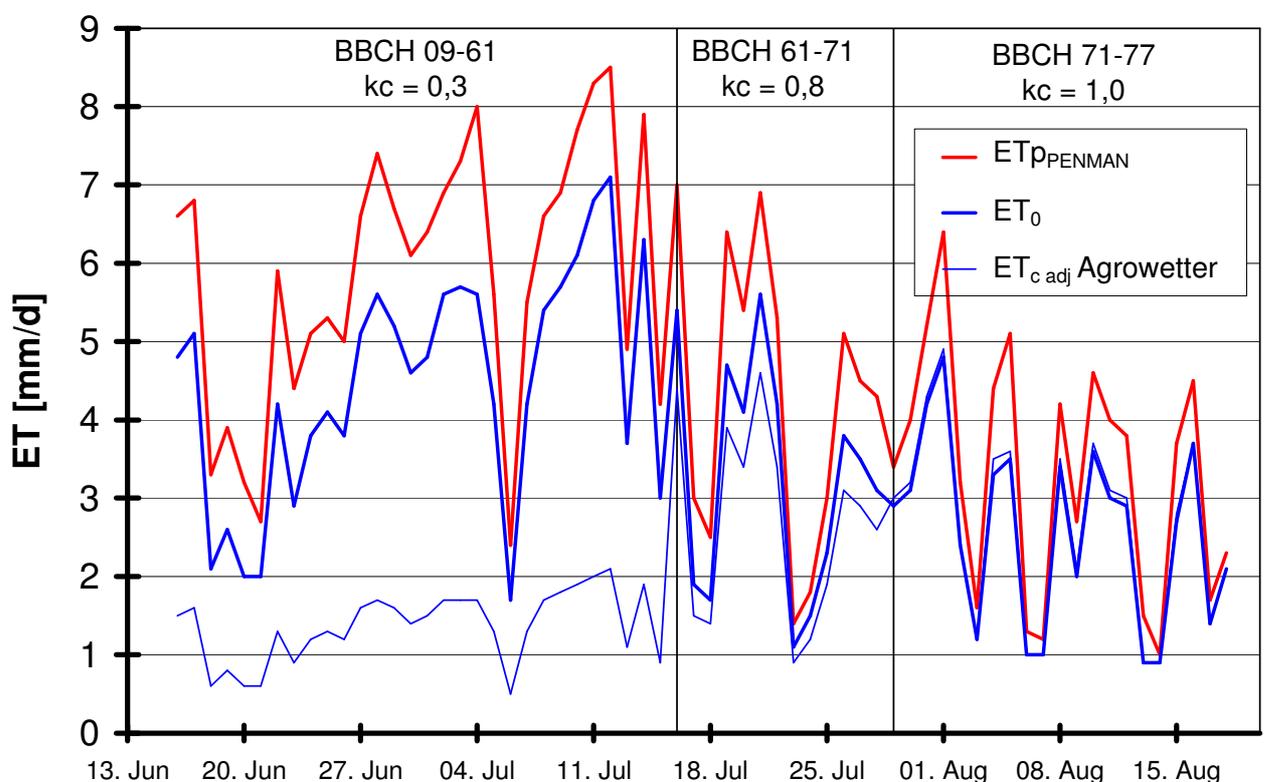


Abb. 2: Evapotranspiration nach PENMAN ($ET_{pPENMAN}$) und FAO Gras-Referenzverdunstung (ET_0) sowie aktuelle Evapotranspiration ($ET_{c\text{adj}}$) laut 'Agrowetter' (auf Basis ET_0) für die Variante 'Modell'

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.

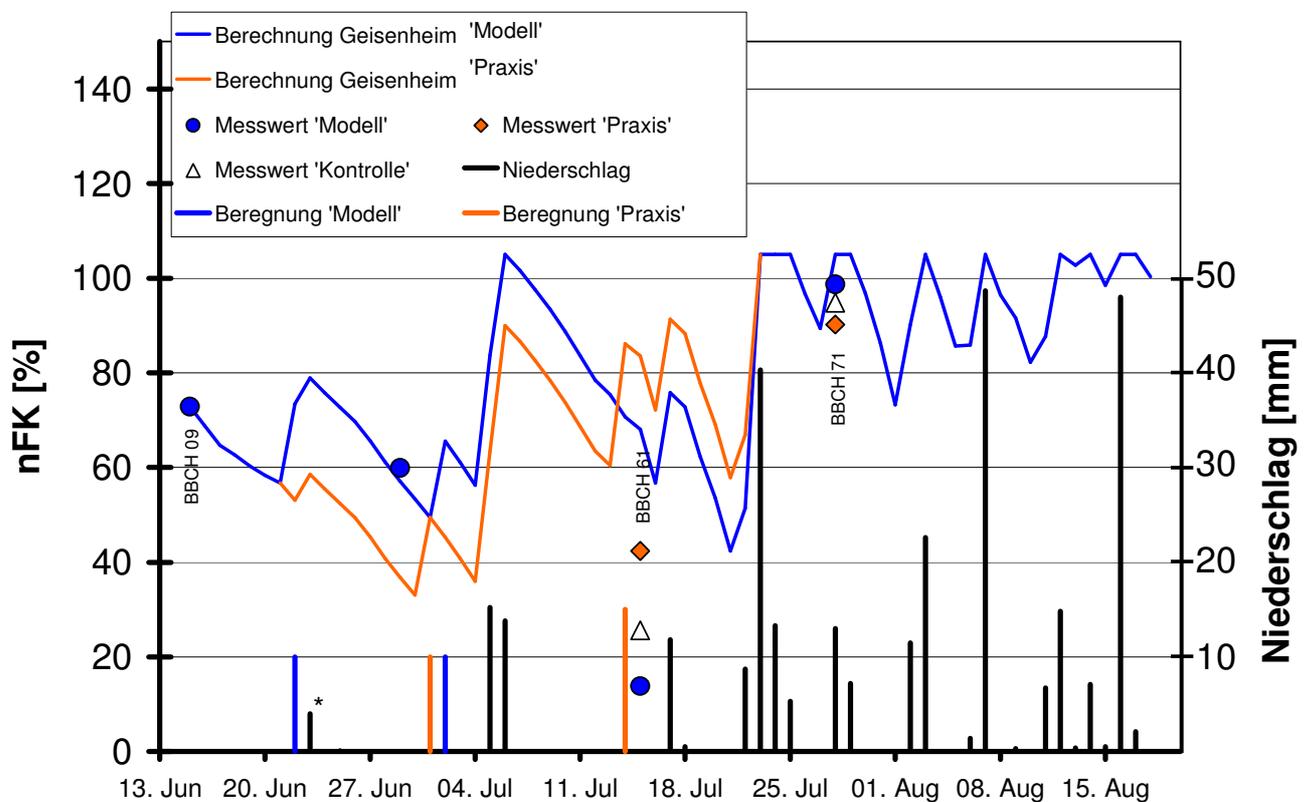


Abb. 3: Niederschlags- und Beregnungsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von ET_{PENMAN} bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-30 cm bei den Varianten 'Modell' und 'Praxis'

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.

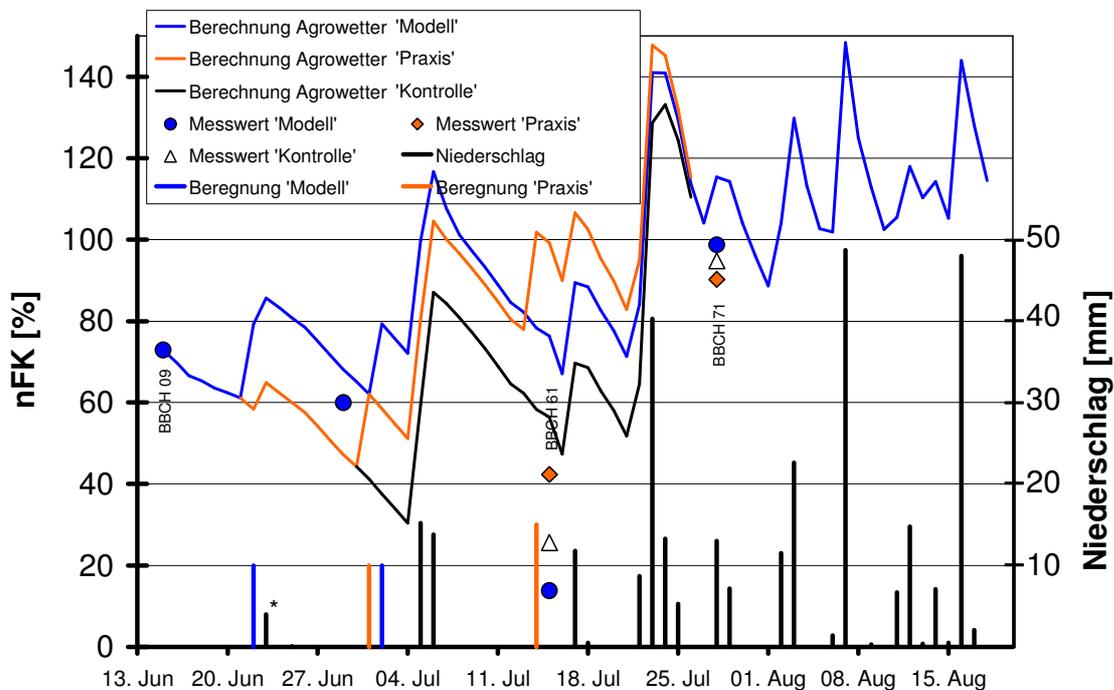


Abb. 4: Niederschlags- und Berechnungsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert, gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-30 cm der verschiedenen Varianten laut 'Agrowetter'

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).

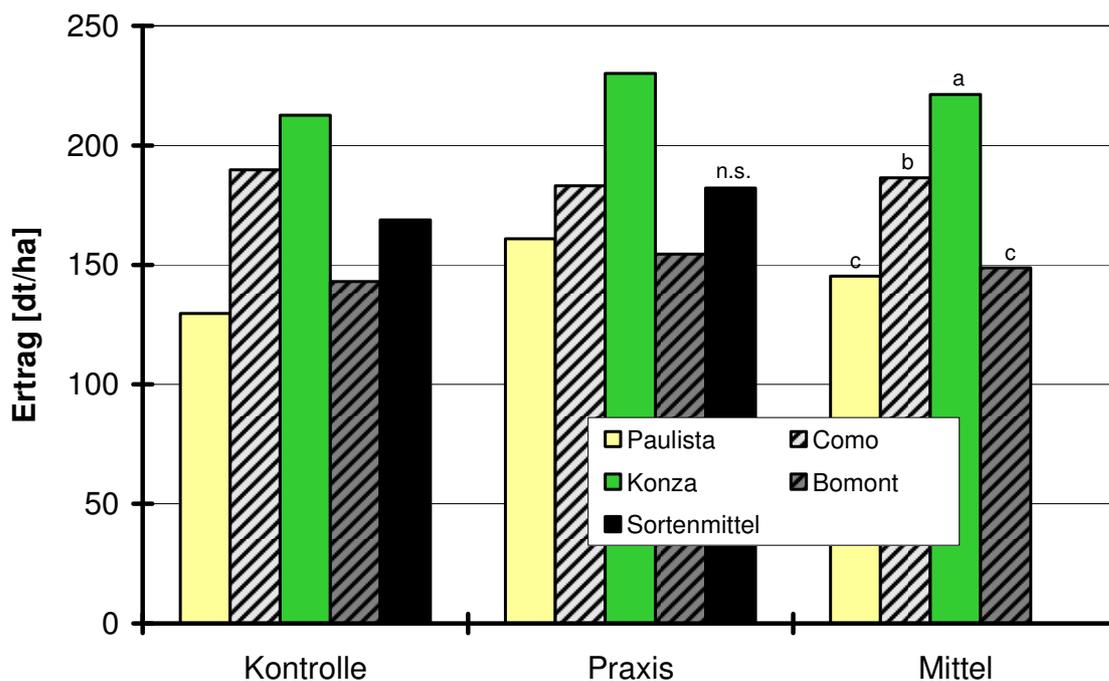


Abb. 5: Frischmasse-Ertrag in Abhängigkeit von Bewässerung und Sorte
($GD_{(\alpha < 0,05)}$ Sorteneffekt: 25,2 dt/ha)

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 berechneten 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).

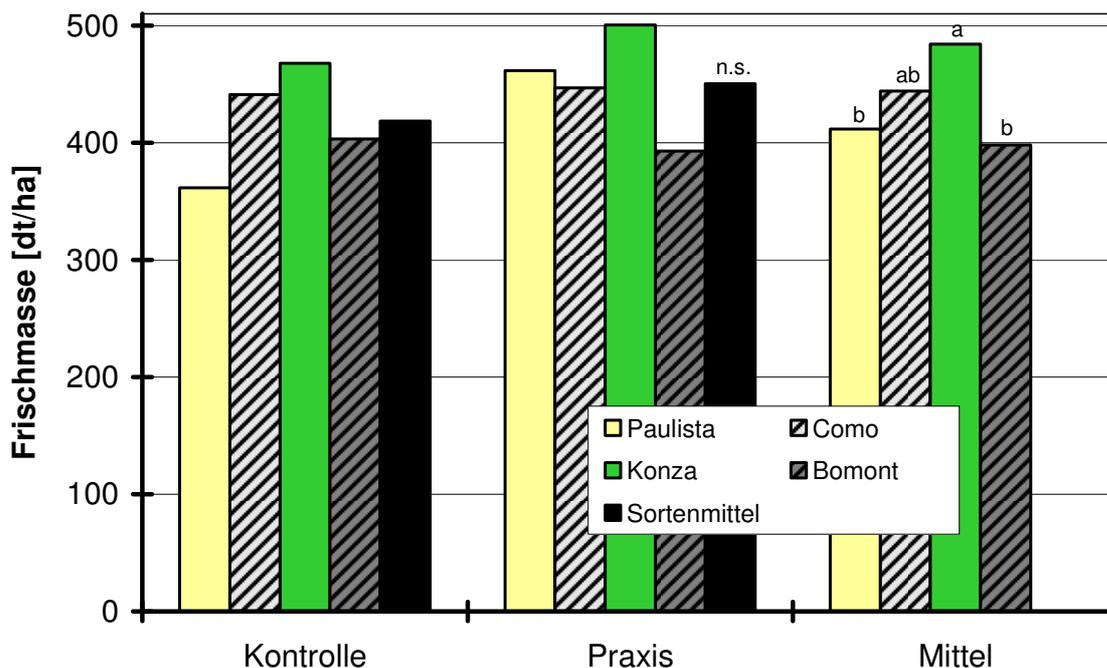


Abb. 6: Frischmasse-Aufwuchs in Abhängigkeit von Bewässerung und Sorte ($GD_{(\alpha < 0,05)}$ Sorteneffekt: 55,2 dt/ha)

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 unberechneten Kontrolle zu erwarten waren.

Auf Grund der teilweise hohen Abweichungen zwischen kalkulierte 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 Todwassergehalt: 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 Berechnungs-beratung'. 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)

Viele neue und gute Spinatsorten mit Pfs 1-11 für die frühesten Anbauermine verfügbar

Spinat, Industrie, Frühanbau, frühe, mittelfrühe Sorten

Zusammenfassung

Im Versuch "Spinat im Frühanbau" wurden 2010 **16** Sorten am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz geprüft. Das Sortiment früher und mittelfrüher Sorten mit Pfs 1-11 ist sehr umfangreich und präsentierte sich überwiegend in guter Qualität. Für eine abschließende Bewertung sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Versuchsfrage und -hintergrund

Für den Frühanbau von Spinat für die Verarbeitungsindustrie kommen für den Aussaattermin Ende März vorrangig frühe und mittelfrühe Sorten zum Einsatz. Mit dem verbreiteten Auftreten der aggressiven 11. Rasse des Erregers des Falschen Mehltaus (*Peronospora farinosa*) steht die Prüfung von Sorten mit Pfs 1-11 im Vordergrund der Untersuchungen.

Ergebnisse

Sorte/Herkunft	Resistenzen (Zücherangaben)	Entwicklungszeit [d]	Feldhaltbarkeit [d]	Ertrag [kg/m ²]	Trockensubstanz (TS) [%]	Ertrag berechnet auf TS von 9% [kg/m ²]
frühe Reifegruppe						
Beaver F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	61	4	2,80	6,9	2,15
Charger F ₁ (Enza)	Pfs 1-11	59	4	2,49	6,6	1,82
Kangaroo F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	54	7	1,50	6,8	1,13
Racoon F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	56	6	1,05	7,4	0,86
RS 1449 F ₁ (SVS)	Pfs 1-11	56	7	2,12	7,1	1,67
RS 1459 F ₁ (SVS)	Pfs 1-11	61	6	2,92	6,8	2,20
Solomon F ₁ (SVS)	Pfs 1-9, 11	60	7	2,69	8,0	2,39
SP 926 F ₁ (S&G)	Pfs 1-11	59	6	2,41	7,1	1,90
Tonga F ₁ (SVS)	Pfs 1-11	61	4	2,47	7,6	2,08
Grenzdifferenz (5%)				0,42		
mittelfrühe Reifegruppe						
Amazon F ₁ (PV/Neb)	Pfs 1-11	63	6	2,93	5,4	1,76
Buffalo F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	62	7	2,62	7,5	2,18
Corvair F ₁ (Enza)	Pfs 1-11	64	7	2,58	6,9	1,89
Corvette F ₁ (Enza)	Pfs 1-11	64	8	3,06	7,4	2,52
El Duro F ₁ (S&G)	Pfs 1-11	62	7	2,18	8,1	1,96
El Patriot F ₁ (S&G)	Pfs 1-11	64	7	2,49	7,3	2,02
Fairlane F ₁ (Enza)	Pfs 1-11	63	5	2,95	7,2	2,36
Hudson F ₁ (PV/Neb)	Pfs 1-11	62	8	2,30	7,4	1,89
Mississippi F ₁ (PV/Neb)	Pfs 1-11	63	8	2,85	6,9	2,18
Novico F ₁ (Nun)	Pfs 1-11	63	6	3,52	7,6	2,97
PV 9191 F ₁ (PV/Neb)	Pfs 1-12	62	4	1,87	8,1	1,68
PV 9208 F ₁ (PV/Neb)	Pfs 1-12	62	4	2,17	7,9	1,91
Sparrow F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	64	8	3,06	7,9	2,69
Tennessee F ₁ (PV/Neb)	Pfs 1-12	63	8	2,29	7,6	1,94
Wallis F ₁ (SVS)	Pfs 1-11	62	7	2,27	8,2	2,07
Grenzdifferenz (5%)				0,45		

Versuche im deutschen Gartenbau
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Gartenbau
Bearbeiter: Gerald Lattauschke

2 0 1 0

Kulturdaten:

Aussaattermin:	25.03.2010
Erntetermin:	21.05.-28.05.2010
Reihenabstand:	12,0 cm (2,2 Mio. Korn/ha)
Erntezeitpunkt:	Schosslänge ca. 2 cm, Schnitthöhe ca. 5 cm über Boden, max. Stiellänge 10 cm
Ernte:	mit Baby Leaf-Ernter
Feldhaltbarkeit:	bis erste Blüten im Bestand sichtbar

Fazit

- Der Witterungsverlauf im April und Mai war in diesem Jahr von anhaltend kühlen und zum Teil regnerischen Wetter geprägt, dass die Entwicklung und Massebildung des Spinats insgesamt verzögerte. Besonders die Maitemperaturen lagen um mehr als 2°C unter den Durchschnittswerten. Dazu erreichte die Einstrahlung nur knapp zwei Drittel der langjährigen Durchschnittswerte.
- Nach dem massiven Auftreten der 11. Rasse des Falschen Mehltaus während der gesamten letzten Anbausaison, kamen in diesem Jahr nur noch Sorten mit mindestens Pfs 1-11 zum Anbau. Eine Ausnahme bildete 'Solomon' (vormals 'RS 1301'), dem die Pfs-Resistenz gegen die 10. Rasse (in Europa derzeit nicht präsent) fehlt. Da die Sorte im frühen Bereich bislang den Standard im Anbaubaugebiet darstellte, sollte sie in den Versuchen nicht fehlen. Die 12. Rasse des Erregers wurde nach mündlichen Berichten in Europa noch nicht nachgewiesen, nichts desto trotz werden seitens einzelner Züchter bereits Sorten mit Pfs 1-12 ausgewiesen. Im Versuch trat kein Falscher Mehltau auf, obwohl im Versuchsfeld in anderen Versuchen, die zeitgleich neben der Sortenprüfung standen, Falscher Mehltau vorhanden war. So wurde im Winterspinat an 'Ibiza' (Pfs 1-10) Anfang Mai Befall durch die vermutlich 11. Rasse und in einem Versuch zum Geschmack von Spinat wurde Ende Mai an 'Comoros' (Pfs 1-7, 9, 11) vereinzelter Befall vermutlich durch die 8. Rasse festgestellt.
- Das Sortiment der frühen Spinatsorten war mit 9 Sorten so umfangreich wie lange nicht. Diese neun frühen Spinatsorten ließen sich nochmals in 2 Gruppen unterteilen, die in ihrer Abreife ca. 5 Tage auseinander lagen. Zu schnellsten Sorten zählte neben 'Kangaroo' und 'Racoon', die aufgrund ihrer Blattform und damit bedingten zu geringen Blattmassebildung als Industrieware nur bedingt in Frage kommen, noch 'RS 1449', der als sehr früher Spinat sowohl von der Qualität als auch vom Ertrag (2,1 kg/m²) her überzeugen konnte. Neben den bekannten 'Solomon' und 'Tonga' folgten zeitgleich mit 'Beaver' und 'RS 1459' zwei weitere leistungsstarke frühe Sorten für die Verarbeitung. 'RS 1459' erreichte mit 2,9 kg/m² den höchsten Ertrag in diesem Segment.
- Die Schossfestigkeit der frühen Sorten lässt sich aufgrund der anhaltend kühlen Witterung nach der Ernte nicht abschließend beurteilen. Mit 4 bis 7 Tagen Feldhaltbarkeit war sie allgemein als gut einzustufen.
- Auch im mittelfrühen Bereich gab es in diesem Jahr eine deutliche Steigerung der Sortenvielfalt mit Pfs 1-11 im Vergleich zum letzten Jahr. Von der Abreife her lagen die Sorten sehr dicht (innerhalb von 3 Tagen) zusammen. Aufgrund der Witterung blieben die Erträge teils deutlich hinter den Ergebnissen aus dem letzten Jahr zurück. Den signifikant höchsten Ertrag erreichte 'Novico' ('Nun 0001'), der als einziger in den Bereich der letztjährigen Resultate vordrang (3,5 kg/m²). Nach 'Novico' gab es aus ertraglicher Sicht noch einmal eine Zweiteilung des Sortiments. Während mehrere Sorten wie 'Corvette', 'Sparrow', 'Amazon', 'Fairlane' und 'Mississippi' noch um die 3 kg/m² erzielten, blieben die übrigen Sorten mit einem Ertrag von ca. 2 bis 2,5 kg/m² deutlich zurück. Hier ist noch anzumerken, dass insbesondere bei den beiden mittelfrühen Nummernsorten die Bestandesdichte wegen noch unzureichender Saatgutqualität nicht den geforderten Normen entsprach.

- Die Feldhaltbarkeit im mittelfrühen Sortiment lag durchschnittlich bei 7 bis 8 Tagen. Nur 'Fairlane' und die beiden Neuzuchtstämme von Pop Vriend Seeds schossten bereits nach 4-5 Tagen.
- Der Trockensubstanzgehalt lag bei allen geernteten Sorten witterungsbedingt ca. 2 bis 3% Punkten hinter den durchschnittlichen Werten der letzten Versuchsjahre.
- Abschließend lässt sich feststellen, dass für die frühesten Aussattermine des Jahres ein breites und überwiegend gutes bis sehr gutes Material zur Verfügung steht. Für eine abschließende Bewertung der Sorten steht die Beurteilung bei warmem und trockenem Maiwetter mit fröhsummerlichem Temperaturen zur Ernte jedoch noch aus.

Tab. 2: Qualitätsparameter von Spinat im Frühanbau

Sorte/ Herkunft	Bestandeshöhe [cm]	Einheitlichkeit [1-9]	Blatthaltung [1-9]	Blattfarbe [1-9]	Blattdicke [1-9]	Blattform [1-9]	Blasigkeit [1-9]
frühe Reifegruppe							
Beaver F ₁	30	8	8	5	4	5	5
Charger F ₁	25	5	6	5	5	4	25
Kangaroo F ₁	23	6	7	4	6	3	2
Racoon F ₁	19	5	9	8	7	7	2
RS 1449 F ₁	22	9	5	4	5	5	3
RS 1459 F ₁	30	8	8	7	6	6	4
Solomon F ₁	33	8	8	4	5	4	3
SP 926 F ₁	28	7	6	6	6	5	5
Tonga F ₁	32	8	7	6	6	5	5
mittelfrühe Reifegruppe							
Amazon F ₁	31	8	8	6	5	5	6
Buffalo F ₁	32	8	8	4	5	5	5
Corvair F ₁	31	6	7	8	7	7	6
Corvette F ₁	27	8	8	6	6	6	6
El Duro F ₁	25	7	6	6	6	6	6
El Patriot F ₁	26	7	6	6	7	7	6
Fairlane F ₁	29	6	8	8	7	7	4
Hudson F ₁	31	8	8	5	5	4	5
Mississippi F ₁	32	7	8	6	6	6	6
Novico F ₁	33	7	8	5	5	5	5
PV 9191 F ₁	26	7	6	6	6	6	3
PV 9208 F ₁	27	8	7	6	6	7	5
Sparrow F ₁	31	7	7	5	7	6	6
Tennessee F ₁	26	7	7	7	7	7	5
Wallis F ₁	31	8	8	6	5	6	5

Legende:

Einheitlichkeit	1 fehlend	5 mittel	9 sehr hoch
Blatthaltung	halbaufrecht	aufrecht	sehr aufrecht
Blattfarbe	hellgrün	grün	dunkelgrün
Blattdicke	sehr dünn	mittel	sehr dick
Blattform	spitz	oval	rund
Blasigkeit	fehlend	mittel	sehr stark

Neben bewährten Standardsorten drängen sich auch Neuzüchtungen beim mittelspäten und späten Spinat in den Vordergrund

Spinat, Industrie, Frühhanbau, mittelspäte, späte Sorten

Zusammenfassung

Im Versuch "Spinat im Frühhanbau" wurden 2010 17 Sorten am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz geprüft. Im mittelspäten Bereich bestimmten neben den bekannten 'Silverwale' und 'Seychellis' zwei Neuzuchtstämme 'SP 988' und 'RZ 51-319' das Ertragsgeschehen. In der späten Reifegruppe dominierten mit 'Boa' und 'Bahamas' die Standardsorten mit sehr guten Ertragsleistungen. Mit 'SP 924' konnte sich ein Neuzuchtstamm im Spitzenfeld etablieren.

Versuchsfrage und -hintergrund

Mittelspäte bzw. späte Spinatsorten werden im Frühhanbau meist erst ab Mitte April gesät. Mit dem Auftreten der aggressiven 11. Rasse des Erregers des Falschen Mehltaus gewinnen Sorten mit Pfs 1-11 auch in diesem Anbausegment zunehmend an Bedeutung.

Ergebnisse

Tab. 1: Ertragsparameter von Spinat im Frühhanbau (mittelspäte/späte Sorten)

Sorte/Herkunft	Resistenzen Züchterangaben	Entwicklungszeit [d]	Feldhaltbarkeit [d]	Ertrag [kg/m ²]	Trockensubstanz (TS) [%]	Ertrag berechnet auf TS von 9% [kg/m ²]
mittelspäte Reifegruppe						
Cook F ₁ (SVS)	Pfs 1-11	54	6	3,15	6,7	2,35
Firebird F ₁ (Enza)	Pfs 1-11	54	5	3,33	7,5	2,78
Kauai F ₁ (SVS)	Pfs 1-11	54	3	2,76	7,3	2,24
LDSP 910/Agri	Pfs 1-11	52	5	2,55	7,6	2,16
Pigeon F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	54	8	3,01	7,2	2,41
RZ 51-319 F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	55	4	3,57	7,0	2,78
Seychelles F ₁ (SVS)	Pfs 1-11	53	8	3,53	7,6	2,98
Silverwale F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	54	6	3,96	6,9	3,04
SP 899 F ₁ (S&G)	Pfs 1-11	55	5	3,98	7,3	3,23
Swan F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	54	5	3,04	7,5	2,53
Toucan F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	54	6	3,15	6,9	2,40
Grenzdifferenz (5%)				0,34		
späte Reifegruppe						
Bahamas F ₁ (SVS)	Pfs 1-11	59	6	3,54	8,5	3,35
Boa F ₁ (RZ)	Pfs 1-9,11	60	6*	3,94	7,7	3,37
Finch F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	59	7*	2,97	7,7	2,54
PV 9223 F ₁ (PV/Neb)	Pfs 1-11	57	8	3,26	8,9	3,23
RZ 51-511 F ₁ (RZ)	Pfs 1-11	59	7	3,00	8,9	2,96
SP 924 F ₁ (S&G)	Pfs 1-8,11	57	9*	3,98	8,2	2,91
Grenzdifferenz (5%)				0,34		

* Feldhaltbarkeit endete durch vergilben der Bestände, Sorten schossten noch nicht.

Versuche im deutschen Gartenbau
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Abteilung Gartenbau
 Bearbeiter: Gerald Lattauschke

2 0 1 0

Kulturdaten:

Aussaattermin:	14.04. 2010
Erntetermin:	05.06.-14.06. 2010
Reihenabstand:	12,0 cm (2,2 Mio. Korn/ha)
Erntezeitpunkt:	Schosslänge ca. 2 cm, Schnitthöhe ca. 5 cm über Boden, max. Stiellänge 10 cm
Ernte:	mit Baby Leaf-Ernter
Feldhaltbarkeit:	bis erste Blüten im Bestand sichtbar bzw. Bestände vergilben

Fazit

- Der Witterungsverlauf im April und Mai war in diesem Jahr von anhaltend kühlen und zum Teil regnerischen Wetter geprägt, dass die Entwicklung und Massebildung des Spinats insgesamt verzögerte. Besonders die Maitemperaturen lagen um mehr als 2°C unter den Durchschnittswerten. Dazu erreichte die Einstrahlung nur knapp zwei Drittel der langjährigen Durchschnittswerte. Zur Ernte brachte ein kurzzeitiges Hoch Temperaturen von teilweise über 30°C, die das Abreifen der Sorten stark beschleunigte.
- Im mittelspäten und späten Spinatsegment für die Frostung steht mittlerweile eine Vielzahl von Sorten mit Pfs 1-11 zur Verfügung. Im aktuellen Versuch konnten bis auf 'Boa' und 'SP 924' alle Sorten dieses Qualitätskriterium erfüllen. Da die 9. und 10. Rasse derzeit im Anbaugebiet nicht auftritt, konnte an keiner der geprüften Sorten Falscher Mehltau bonitiert werden.
- Die Sorten der mittelspäten Reifegruppe lagen in der Entwicklungszeit mit 52 bis 55 Tagen dicht beisammen. Der drastische Wetterumschwung von kühl und regnerisch zu hochsommerlich warm und schwül, leitete bei dieser Reifegruppe sehr schnell die generative Entwicklungsphase ein. Im Schossverhalten lagen die Sorten relativ weit auseinander. Während z.B. bei 'Kauai' bereits nach 3 Tagen erste Blüten im Bestand sichtbar waren, erhielten 'Seychellis' und 'Pigeon' ihre Feldhaltbarkeit über 8 Tage. Die Mehrzahl der Sorten war nach 5 bis 6 Tagen nicht mehr erntefähig.
- In den Ertragsleistungen wiesen die Spinatsorten der mittelspäten Reife erhebliche Unterschiede auf. Die statistisch abgesicherten Höchstertäge erzielten mit fast 4 kg/m² 'SP 988' und 'Silverwale'. Ein ebenfalls sehr gutes Ertragsniveau (ca. 3,5 kg/m²) erreichten noch der Neuzuchtstamm 'RZ 51-319' sowie der mittlerweile als ertragreiche Sorte bekannte 'Seychellis' (vormals ('RS 1393')). Während die Mehrzahl der übrigen Sorten sich im Bereich von ca. 3 kg/m² einfand, blieben 'Kauai' und 'LDSP 910' doch weit hinter den Vergleichssorten zurück.
- Mit nur 6 späten Spinatsorten war die Sortenauswahl in der späten Reifegruppe deutlich geringer als im mittelspäten Segment. Von der Entwicklungszeit her war 'Boa' mit 60 Tagen die späteste Sorte in dieser Gruppe. Hervorzuheben war das hervorragende Schossverhalten einzelner Sorten. Neben 'Boa', wiesen auch 'Finch' und SP 924' zum Versuchende noch keine geschossten Pflanzen im Bestand auf. Die Feldhaltbarkeit endete aufgrund der stark gesunkenen Stickstoffvorräte im Boden, die bei diesen Sorten zunehmende Blattvergilbungen hervorriefen. Obwohl die übrigen Sorten im Vergleich schossanfälliger waren, war ihre Feldhaltbarkeit (6 bis 8 Tage) immer noch als sehr gut einzustufen.
- Das Ertragsgeschehen bei den späten Spinaten wurde im Wesentlichen von 3 Sorten dominiert. Neben 'Boa' erreichte auch 'SP 924' mit fast 4 kg/m² ein Spitzenresultat. Als nachteilig für die beiden Sorten könnte sich ggf. die fehlende vollständige Resistenz gegen Falschen Mehltau erweisen. Dicht gefolgt wurden beide Sorten von 'Bahamas', der mit 3,5 kg/m² ebenfalls ein respektables Ergebnis erzielte. Die verbliebenen 3 Sorten lagen im Ertragsniveau mit ca. 3 kg/m² doch recht deutlich hinter dem Spitzentrio zurück.

Tab. 2: Qualitätsparameter von Spinat im Frühanbau (mittelspäte/späte Sorten)

Sorte/ Herkunft	Bestandeshöhe [cm]	Einheitlichkeit [1-9]	Blatthaltung [1-9]	Blattfarbe [1-9]	Blattdicke [1-9]	Blattform [1-9]	Blasigkeit [1-9]
mittelspäte Reifegruppe							
Cook F ₁	36	6	6	7	8	8	8
Firebird F ₁	36	7	7	8	6	7	7
Kauai F ₁	30	8	8	8	9	8	6
LDSP 910 F ₁	26	5	5	6	7	7	6
Pigeon F ₁	27	8	7	8	8	7	6
RZ51-319 F ₁	27	8	6	8	9	8	6
Seychelles F ₁	36	7	7	7	8	7	6
Silverwale F ₁	35	8	8	7	6	7	7
SP 899 F ₁	37	8	9	7	7	7	6
Swan F ₁	31	8	8	7	7	7	7
Toucan F ₁	28	8	8	8	9	8	7
späte Reifegruppe							
Bahamas F ₁	37	7	7	8	7	8	8
Boa F ₁	40	9	9	6	7	8	6
Finch F ₁	32	8	7	8	9	8	8
PV 9223 F ₁	36	8	8	8	7	8	6
RZ51-511 F ₁	33	9	8	8	8	8	7
SP 924F ₁	38	8	8	8	8	7	7

Legende:

Einheitlichkeit	1 fehlend	5 mittel	9 sehr hoch
Blatthaltung	halbaufrecht	aufrecht	sehr aufrecht
Blattfarbe	hellgrün	grün	dunkelgrün
Blattdicke	sehr dünn	mittel	sehr dick
Blattform	spitz	oval	rund
Blasigkeit	fehlend	mittel	sehr stark

Zusammenfassung

Im Versuch "Spinat im Winteranbau" wurden 2009/10 11 frühe bis späte Sorten am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz geprüft. Das Spinatsortiment überwinterte in Anbetracht des strengen Winters sehr gut. Für die Erntestaffellung nach der Überwinterung empfahlen sich nach den vorliegenden Resultaten folgende Sorten mit Pfs 1-11: 'Tonga', 'Hudson', 'Wallis', 'Seychelles' und 'Cook'.

Versuchsfrage und -hintergrund

Der Anbau von Winterspinat für die Tiefkühlindustrie soll im Frühjahr das Erntefenster zwischen überwinterten Herbstsätzen und den ersten Sätzen der Frühljahrsaussaaten abdecken. Zu diesem Zweck wird der Spinat Mitte September so ausgesät, dass er mit 2 bis 4 voll entwickelten Laubblättern in den Winter geht. Vom zu prüfenden Sortiment wird vor allem eine hohe Winter- und Frostfestigkeit, lange Feldhaltbarkeit (Schossfestigkeit) sowie ein hohes Ertragsniveau erwartet. Mit dem Auftreten der sehr aggressiven 11. Rasse von *P. farinosa* im Anbaubereich, ist ein Anbau von Sorten mit Resistenz gegen die 11. Rasse des Pilzes unerlässlich.

Ergebnisse

Tab. 1: Ertragsparameter von Spinat im Winteranbau

Sorte/Herkunft/ Reifegruppe**	Resistenzen (Züchterangaben)	Erntetermin	Feldhaltbarkeit* [d]	Ertrag [kg/m ²]	Trockensubstanz (TS) [%]	Ertrag berechnet auf TS von 9% [kg/m ²]
Frühe und mittelfrühe Sorten						
Amazon F ₁ (PV) (mf)	Pfs 1-11	30.04.10	7	2,30	13,0	3,32
Hudson F ₁ (PV) (mf)	Pfs 1-11	28.04.10	10	2,76	12,1	3,87
Tonga F ₁ (SVS) (f)	Pfs 1-11	27.04.10	8	2,98	12,5	4,13
Solomon F ₁ (SVS) (f)	Pfs 1-9,11	28.04.10	5	2,23	12,6	3,12
GD 5%				n.s.		
Mittelfrühe und mittelspäte Sorten						
Bahamas F ₁ (SVS) (s)	Pfs 1-11	06.05.10*	11	1,36	13,9	2,10
Buffalo F ₁ (RZ) (mf)	Pfs 1-11	03.05.10	9	2,50	11,7	3,25
Cook F ₁ (SVS) (ms)	Pfs 1-11	06.05.10	11	2,96	11,6	3,81
El Duro F ₁ (S&G) (ms)	Pfs 1-11	05.05.10*	3	1,59	11,4	2,31
El Patriot F ₁ (S&G) (mf)	Pfs 1-11	05.05.10*	11	1,81	13,1	2,56
Seychelles F ₁ (SVS) (ms)	Pfs 1-11	05.05.10	6	3,00	12,7	3,80
Wallis F ₁ (SVS) (mf)	Pfs 1-11	04.05.10	6	2,77	10,5	3,23
GD 5%				0,61		

Zeichenerklärung: * - vorzeitige Ernte wegen starker Blattvergilbungen

** - Festlegung der Reifegruppe aufgrund der Ergebnisse der letzten Jahre

Kulturdaten:

Aussaattermin:	14.09.2009
Erntetermin:	27.04.-06.05.2010
Reihenabstand:	12,0 cm (2,2 Mio. Korn/ha)
Erntezeitpunkt:	Schosslänge ca. 2 cm oder wegen Vergilbung der Blätter, Schnitthöhe 5 cm über Boden, max. Stiellänge 10 cm
Ernte:	mit Baby Leaf-Ernter (Abb. 1)
Feldhaltbarkeit:	bis erste Blüten im Bestand sichtbar

Fazit

- Der Winter 2009/10 war streng und lang anhaltend. Die Tiefswerte lagen bei -20°C . Neben einer lang andauernden Schneebedeckung war der Spinat auch kurzzeitigen Barfrösten (ca. -15°C) sowie Staunässe mit Eisbildung ausgesetzt. Der Austrieb erfolgte bei unterdurchschnittlichen Temperaturen im April nur sehr zögerlich und im Vergleich zu den Vorjahren zeitversetzt. Zur Ernte Anfang Mai war es auch sehr kühl und regnerisch.
- In Anbetracht des harten Winters haben die Sorten mit maximalen Pflanzenausfällen bis 23 % erstaunlich gut überwintert. Zwischen den einzelnen Wiederholungen waren im Bestand sortenabhängig allerdings teils erhebliche Wuchsunterschiede festzustellen. Die insgesamt homogensten Bestände wiesen Ende April 'Tonga', 'Hudson', 'Wallis' und 'Amazon' auf. 'Bahamas', 'El Duro' und 'El Patriot' blieben in der Entwicklung im Rosettenstadium stehen, erreichten keine ausreichende Laublänge und scheinen für den Winteranbau nicht geeignet.
- Falscher Mehltau trat im Versuch nicht auf. Alle Sorten mit Pfs 1-11 blieben befallsfrei. An 'Ibiza' (Pfs 1-10) trat im gleichen Bestand bereits Anfang April Falscher Mehltau (vermutlich Rasse 11) auf. Cladosporium war nur bei einigen Sorten in sehr geringem Umfang (meist nesterweise) nachweisbar.
- Die Ernteterminbestimmung erwies sich in diesem Jahr als recht schwierig, da das Schossverhalten der Sorten sehr unausgeglichen war. Einige Sorten (s. Tabelle) mussten wegen zunehmender Blattvergilbungen bereits vor dem eigentlichen Schosstermin geerntet werden.
- Vom Erntezeitpunkt ließen sich die Sorten in 2 Gruppen einteilen (Tab. 1). Die Zuordnung der Sorten zu den beiden Gruppen konnte wegen des oben erwähnten uneinheitlichen Schossverhaltens, nicht immer in Übereinstimmung mit der eigentlichen Reifegruppe der Sorten vorgenommen werden.
- Für die frühesten Ernten bot sich in diesem Jahr 'Tonga' an, der noch vor dem normalerweise sehr frühen 'Solomon' schnittreif war. 'Tonga' war in allen Wiederholungen sehr einheitlich und erzielte mit rund $3,0 \text{ kg/m}^2$ einen sehr hohen Ertrag. 'Solomon' war weitaus unausgeglichener im Ertragsniveau zwischen den Wiederholungen und hatte die mit Abstand hellste Blattfarbe. Für die Anschlussenernte bot sich neben 'Amazon' (relativ hohe Pflanzenausfälle im Winter) vor allem 'Hudson' an. Ein gleichmäßiger Bestand, hoher Ertrag und eine sehr gute Feldhaltbarkeit sprachen für die Sorte. 'Buffalo', der allerdings unter teilweise erhöhten Winterausfällen litt, rundete dieses Erntesegment ab.
- Für die letzten Ernten beim Winterspinat sollten aus dem aktuellen Sortiment 'Wallis', 'Seychelles' und 'Cook' vorgesehen werden. 'Wallis' präsentierte sich in sehr guter Qualität und großer Einheitlichkeit. 'Seychelles' brachte zwar insgesamt gesehen den Höchstertrag, verzeichnete allerdings durch Überwinterungsausfälle und Wuchsstörungen zwischen den einzelnen Wiederholungen eine besonders hohe Streuung im Ertrag. Mit dem mittelspäten 'Cook' präsentierte sich eine leistungsfähige Sorte für die letzten Schnitte des Überwinterungsanbaus.
- Die Feldhaltbarkeit war infolge der sehr kühlen Witterung nach der Ernte in diesem Jahr bei den meisten Sorten sehr gut. Für ein abschließendes Urteil wären allerdings deutlich höhere Temperaturen zur Ernte notwendig gewesen.

Tab. 2: Qualitätsparameter von Spinat im Winteranbau

Sorte	Ausfälle (Winter) [%]	Bestan- deshö- he [cm]	Einheit- lichkeit [1-9]	Blatt- hal- tung [1-9]	Blatt - farbe [1-9]	Blatt- di- cke [1-9]	Blatt - form [1-9]	Bla- sig- keit [1-9]	Clado- spori- um [1-9]
Amazon F ₁	20,8	27	7	7	7	6	6	5	1
Bahamas F ₁	22,5	17	2	5	7	7	7	5	1
Buffalo F ₁	21,0	28	5	6	6	6	5	5	1
Cook F ₁	12,4	33	6	7	8	7	7	7	1
El Duro F ₁	12,9	16	4	6	7	8	7	3	1
El Patriot F ₁	7,2	17	5	5	8	8	8	4	1
Hudson F ₁	1,5	33	8	8	7	5	4	4	1
Solomon F ₁	23,3	25	6	7	3	4	3	3	1
Seychelles F ₁	16,7	26	5	6	7	6	5	6	2
Tonga F ₁	9,2	30	8	8	7	5	5	6	2
Wallis F ₁	5,7	29	7	8	8	6	6	6	2

Legende:

Einheitlichkeit	1 fehlend	5 mittel	9 sehr hoch
Blatthaltung	halbaufrecht	aufrecht	sehr aufrecht
Blattfarbe	hellgrün	grün	dunkelgrün
Blattdicke	sehr dünn	mittel	sehr dick
Blattform	spitz	oval	rund
Blasigkeit	fehlend	mittel	sehr stark
Cladosporium	fehlend	mittel	sehr stark

**Anfänglicher Schwefelmangel bei Winterspinat
offenbar durch S-Vorrat des Unterbodens
behooben; K-Düngung wieder ertragswirksam**

**Spinat, Winter
Schwefel, Stickstoff
Kalium**

Zusammenfassung

Bei einem Schwefel-Düngungsversuch mit Winterspinat am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz zeigte sich ähnlich wie in einem Vorjahresversuch 4 Wochen vor der Ernte ein deutlicher Schwefelmangel in der S₀-Variante. Bis zur Ernte 'verwachsen' sich allerdings diese Symptome wiederum nahezu gänzlich. Dem entsprechend konnten keine positiven Ertragseffekte eine S-Düngung beobachtet werden.

Eine Variante mit einer S-Düngung und damit verbundene K-Düngung (200 kg K₂O/ha) in Form von Korn-Kali[®] erzielte wiederum den höchsten Ertrag, gefolgt von einer Variante mit einer N-Aufdüngung auf 200 kg N_{min}/ha.

Versuchshintergrund u. -frage

Beim Anbau von Winterspinat traten im hiesigen Anbauggebiet immer wieder Symptome auf, die auf eine Nährstoff-Unterversorgung schließen ließen. 2008 wurde eine Schwefel-Unterversorgung als wahrscheinlichste Ursache für diese Mangelerscheinung erkannt. Auf Grund dieser Ergebnisse wurde 2009 in einem ersten Düngungsversuch untersucht, welches S-Angebot zu (Winter)Spinat notwendig ist und welche S-haltigen Düngemittel am besten zur Düngung geeignet sind (vgl. LABER 2008, 2009).

2010 wurde der Versuch zur Absicherung der Ergebnisse in ähnlicher Weise nochmals durchgeführt.

Material und Methoden

Der wegen einer zunächst missglückten Aussaat erst am 24. September 2009 gesäte Spinat kam trotz Kahlfröste von z. T. bis -16°C unbeschadet durch den Winter 09/10. Ende Februar wurde der N_{min}- und S_{min}-Vorrat des Bodens bestimmt (Tab.), witterungsbedingt konnte dann aber (vor Einsetzen eines stärkeren Wachstums) erst am 19. März die Düngung durchgeführt werden. Bei einem N_{min}-Vorrat von 10 kg/ha (0-30 cm) wurde auf einem N_{min}-Sollwert von 160 kg N/ha aufgedüngt. Die Variante 'S-20 (N₂₀₀)' wurde auf einen N_{min}-Sollwert von 200 kg N/ha aufgedüngt, um ggf. eine N-Düngewirkung bei einer 'optimierten' S-Versorgung feststellen zu können (Tab.).

Die S-Düngung wurde mit 'Ammonsulfatsalpeter' (S als (NH₄)₂SO₄) über 0, 10, 20 und 30 kg S/ha gesteigert. In Variante 'S-20 (Sulfan)' kam 'Ammoniumnitrat mit Schwefel' (20 kg S/ha als CaSO₄, hier 'YARA Sulfan') zum Einsatz, das im Vorjahresversuch gewisse Probleme beim Lösungsverhalten zeigte und deshalb 'sicherheitshalber' nicht mehr für die S-Steigerung verwendet wurde. Das sich im Vorjahresversuch als besonders ertragswirksam gezeigte 'Korn-Kali[®]' (K-, Mg-, Na- und Cl-haltig) wurde ebenfalls mit einer Menge von 20 kg S/ha ausgebracht.

Nach der Düngemaßnahme am 19. März fielen am 21. März rund 8 mm Niederschlag, die, anders als im Vorjahr, auch das 'Ammoniumnitrat mit Schwefel' relativ gut lösten. Dieses deutlich bessere Lösungsverhalten des Düngers als im Vorjahresversuch könnte möglicher Weise damit zusammengehangen haben, dass die Düngerkörner weniger von den noch relativ kleinen Spinatblättern gegen den Niederschlag 'geschützt' wurden.

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

2010

Kulturdaten:

Bodenart: sL - L, 69-73 BP

Nährstoffe: P: 9,7 mg/100 g (GK D); K: 17,1 mg/100 g (D); Mg: 7,6 mg/100 g (D); pH: 6,3

24. Sept. '09: Aussaat: 300 Korn/m² (erhöhte Saatkichte), Sorte 'Wallis' (SVS)

25. Febr. '10: S_{min}- und N_{min}-Probe

19. März: Düngung nach Versuchsplan

ca. 1. April: erste S-Mangelsymptome (Chlorosen) sichtbar

7. April: Blattdüngung nach Versuchsplan

26. April: 16 mm Beregnung

5. Mai: Ernte mit Baby-Leaf-Ernter, 6 cm Schnitthöhe
(9,16 m²/Parzelle, 4 Wiederholungen)

Ernterückstands-Bestimmung (0,95 m²/Parzelle), S_{min}- und N_{min}-Probe

Nach dem Auftreten von S-Mangelsymptomen wurden als mögliche 'Notmaßnahme' die Blattdünger Lebosol[®]-Schwefel⁸⁰⁰ (4 kg S/ha als elementarer Schwefel) und Wuxal[®] Schwefel (1,4 kg S/ha als 'wasserlöslicher' Schwefel; 2009 = 'Prüfmittel') gespritzt.

Auf Grund einer längeren niederschlagsarmen Periode wurde 9 Tage vor der Ernte eine Beregnung durchgeführt (16 mm). Bei einer aktuellen Analyse des verwendeten Brunnenwassers zeigte sich allerdings mit 118,6 mg SO₄/l (39,6 mg S/l) einen höheren S-Gehalt als vermutet, so dass mit dem Beregnungswasser 6,3 kg S/ha ausgebracht wurden.

Ergebnisse

Anfang April zeigten sich bei der Kontrolle (S-0) sowie bei den bis dato ebenfalls nicht mit S gedüngten Varianten 'S-4,0 (Lebo)' und 'S-1,4 (Wuxal)' beginnende Chlorosen. Daraufhin wurden am 7. April die Blattdüngungsmaßnahmen in diesen Varianten durchgeführt. Um den 12. April war die stärkste Ausprägung der S-Mangelsymptome zu beobachten, danach 'verwachsen' sich die Mangelsymptome ähnlich wie im Vorjahresversuch bis zur Ernte, wobei keine Unterschiede zwischen den 3 Varianten beobachtet werden konnten.

Wie im Vorjahresversuch zeigte die 'Korn-Kali'-Variante mit 343 dt/ha den höchsten **Marktertrag**, gefolgt von der auf 200 kg N_{min}/ha aufgedüngten Variante, die sich allerdings nicht signifikant von der Kontrolle unterschied (Abb. 1). Auffällig war, dass die mit S gedüngten Varianten (mit Ausnahme der nur wenig gedüngten Blattdüngungsvarianten) mit rund 250 dt/ha einen tendenziell geringeren Ertrag zeigten als die Kontrolle bzw. die Blattdüngungsvarianten (rund 280 dt/ha). Damit zeichnete sich, im Widerspruch zum vorjährigen Ergebnis, mit steigendem S-Angebot ein leichter Ertragsrückgang von rund 1,5 dt FM je kg gedüngtes S ab (Abb. 2). Dieser Ertragsrückgang könnte allerdings auch damit zusammenhängen, dass, mit Ausnahme der Sulfan-Variante, mit zunehmendem S-Angebot eine Erhöhung des NH₄-N-/NO³-N-Verhältnisses von 1,00 (S₀) auf bis zu 1,46 (S₃₀) bei der N-Gabe verbunden war (Tab.). Spinat reagiert bekanntermaßen negativ auf eine NH₄-N-betonte N-Düngung, nach Ergebnissen von HÄHNDEL (1984) allerdings nur, wenn diese N-Form durch Nitrifikationshemmer 'stabilisiert' ist. Dagegen fanden FELLER & RUPPEL aber auch bei nicht stabilisiertem Schwefelsaurem Ammoniak einen deutlich geringeren Ertrag als bei Kalisalpeter-Düngung, während KAS eine Mittelstellung einnahm.

Ähnlich wie im Vorjahresversuch wies die 'Korn-Kali'-Variante zwar den geringsten TS-Gehalt auf, zeigte tendenziell zusammen mit der N₂₀₀-Variante aber dennoch den höchsten TM-Ertrag. Die Menge an Ernterückständen lag relativ einheitlich bei rund 240 dt/ha, so dass der Harvest-Index bei den ertragsstarken Varianten entsprechend höher ausfiel als bei den ertragsschwächeren. Mit bis zu 600 dt/ha (Kali-Variante) wies der Spinat 'enorme' Aufwuchsmengen (Marktertrag + Ernterückstände) auf (Tab.).

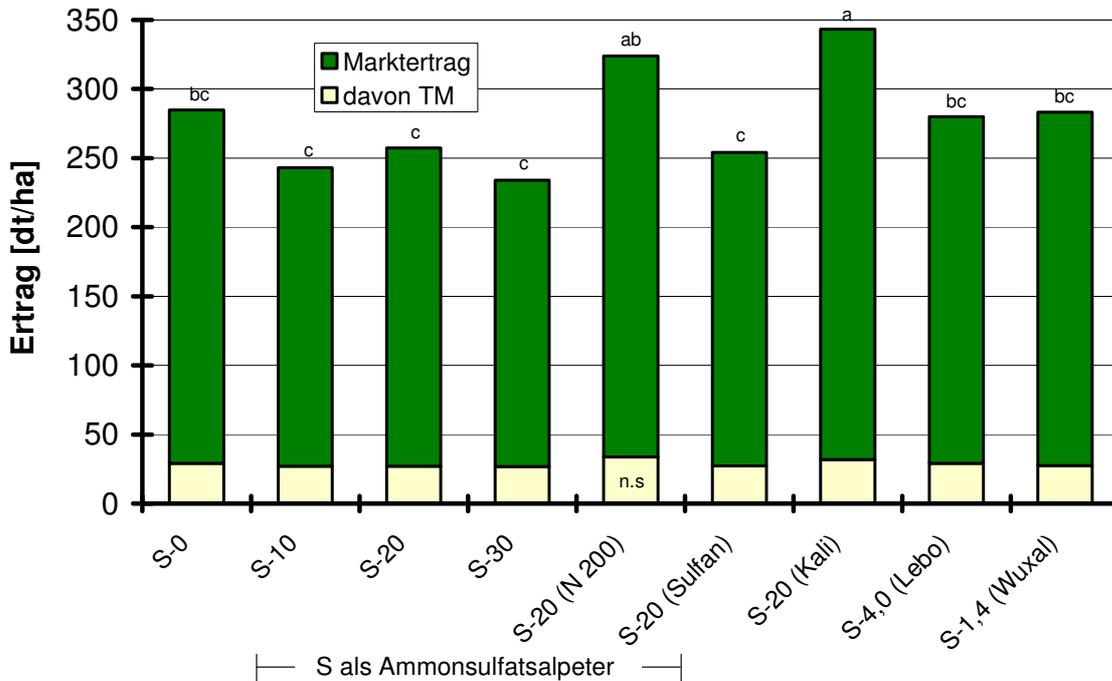


Abb. 3: Marktertrag (Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant, $GD_{\alpha < 0,05} = 55,1$ dt/ha)

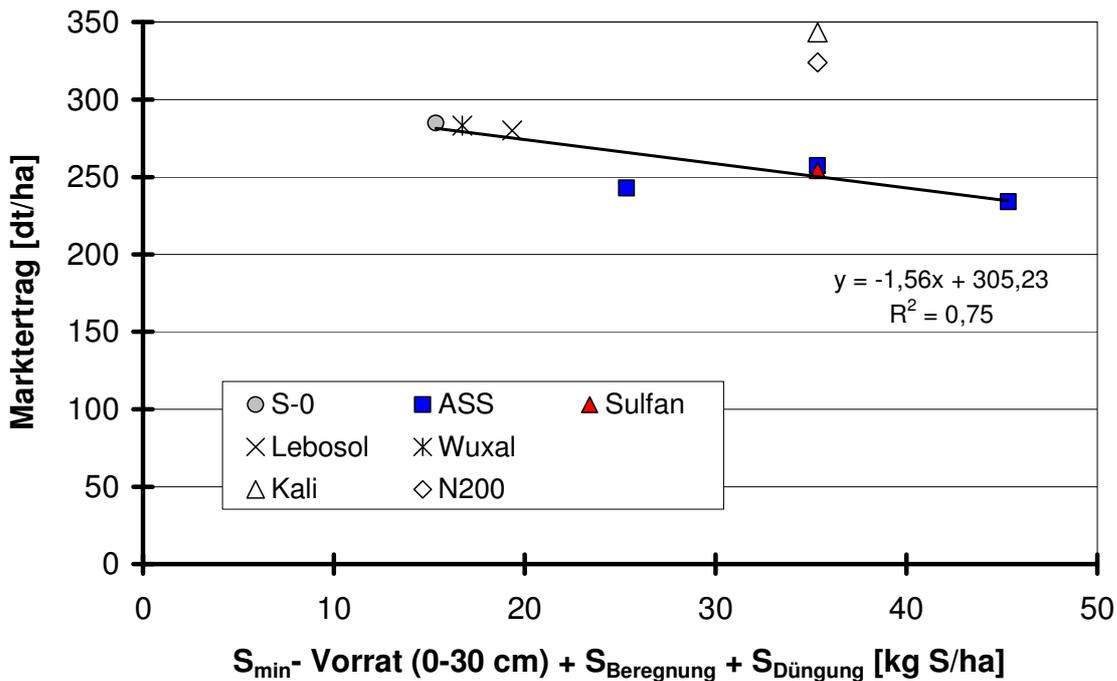


Abb. 2: Marktertrag in Abhängigkeit vom S-Angebot (Die N₂₀₀- und Kali-Variante wurde bei der Regressionsgeraden nicht einbezogen)

Der **S-Gehalt** der Marktware lag unabhängig vom S-Angebot bei durchschnittlich 0,39 % in der TS und damit in keiner Variante unterhalb des Grenzwertes von 0,30 bis 0,35 % (vgl. LABER 2008). Dagegen zeigte der S-Gehalt der Ernterückstände mit zunehmendem S-Angebot einen leichten Anstieg (Abb. 3). Auch das N/S-Verhältnis in der Marktware von maximal 11,6 (Kontrolle) wies nicht auf einem S-Mangel zum Erntezeitpunkt hin, so dass offensichtlich ab der 2. Aprilhälfte die S-Versorgung des Spinates durch das Erschließen der S-reichen Bodenschicht unterhalb 30 cm, der S-Menge aus dem Beregnungswasser und der S-Mineralisation gedeckt werden konnte. Die S-Aufnahme lag ähnlich wie im Vorjahresversuch bei maximal 20 kg S/ha.

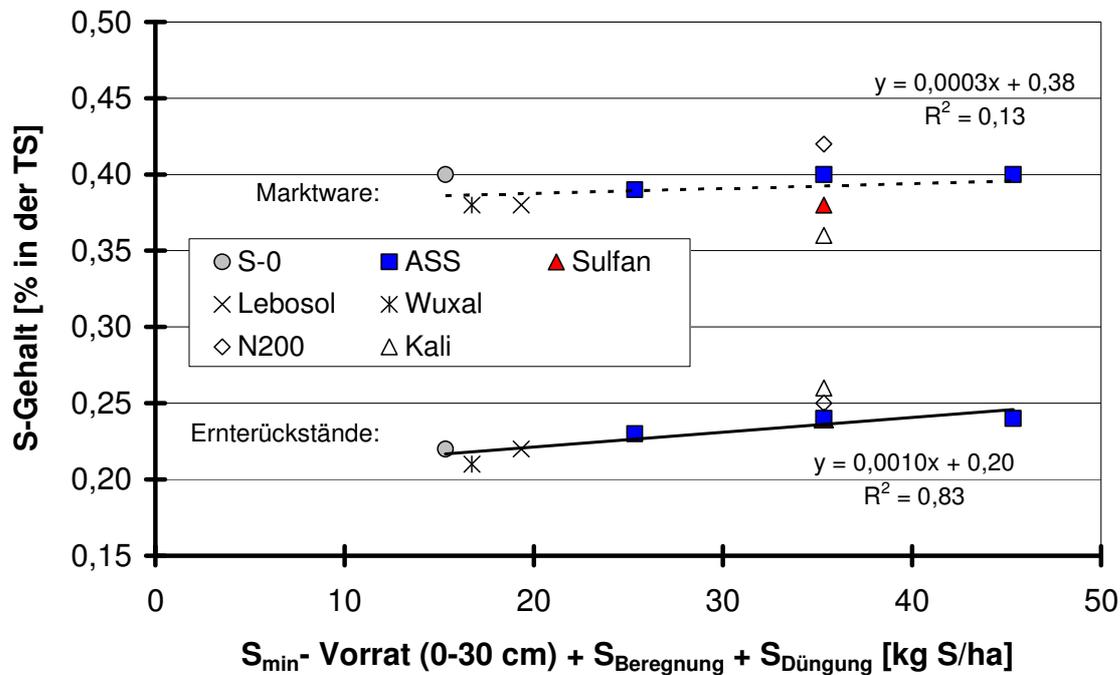


Abb. 3: S-Gehalt von Marktware und Ernterückständen in Abhängigkeit vom S-Angebot (Die N₂₀₀- und Kali-Variante wurde bei der Regressionsgeraden nicht einbezogen)

Auffallend gering war der **N-Gehalt** in der Marktware, der auch bei einer Aufdüngung auf 200 kg N_{min}/ha bei maximal 4,24 % in der TS lag (2009: 5,30 %). Die ertragsstarke Kali-Variante wies den geringsten N-Gehalt auf, der mit 3,75 % N schon im Bereich des Grenzwertes von 3,8 bis 5,0 % lag. Auch die geringen Nitratgehalte im Erntegut von durchschnittlich knapp 300 mg/kg und die nahezu vollständige Entleerung des Bodens auf N_{min}-Reste von rund 10 kg N/ha in der Schicht 0-60 cm (!) deuten auf ein eher limitiertes N-Angebot (unter den mit bis zu 600 dt Aufwuchs/ha sehr ertragsstarken Bedingungen) hin.

Mit zunehmendem S-Angebot war auch eine Abnahme der N-Gehalte in der Marktware und den Ernterückständen zu beobachten (Abb. 4), die sich durch die ja sogar tendenziell abnehmenden Erträge mit zunehmendem S-Angebot (vgl. Abb. 2) nicht mit einem Verdünnungseffekt erklären lassen und damit 'rätselhaft' bleiben. Letztendlich könnte auch dieser verminderte N-Gehalt mit zunehmendem S-Angebot die Ursache für den beobachteten Ertragsrückgang sein.

Fazit

Die anfänglichen Mangelsymptome in den ungedüngten Varianten wiesen wie im Vorjahresversuch klar auf einen (temporären) S-Mangel hin, der offensichtlich u. a. durch das hohe S-Angebot des Unterbodens 'behoben' wurde.

Der (wohlgemerkt) tendenzielle Ertragsrückgang mit steigender S-Düngung in Form von ASS könnte eventuell mit einer Verschiebung des NH₄-N/NO₃-N-Verhältnisses zusammenhängen, so dass die Frage nach der günstigsten S-Düngerform (auf bedürftigen Standorten) weiterhin noch nicht ganz geklärt zu sein scheint. Uneingeschränkt günstig stellte sich in den beiden bisherigen Versuchsjahren allerdings das Korn-Kali[®] als 'Multinährstoffdünger' dar.

Die hohe N-Aufnahme und die sehr geringen N_{min}-Reste geben Anlass, die N_{min}-Sollwerte für Winterspinat weiterhin kritisch zu hinterfragen.

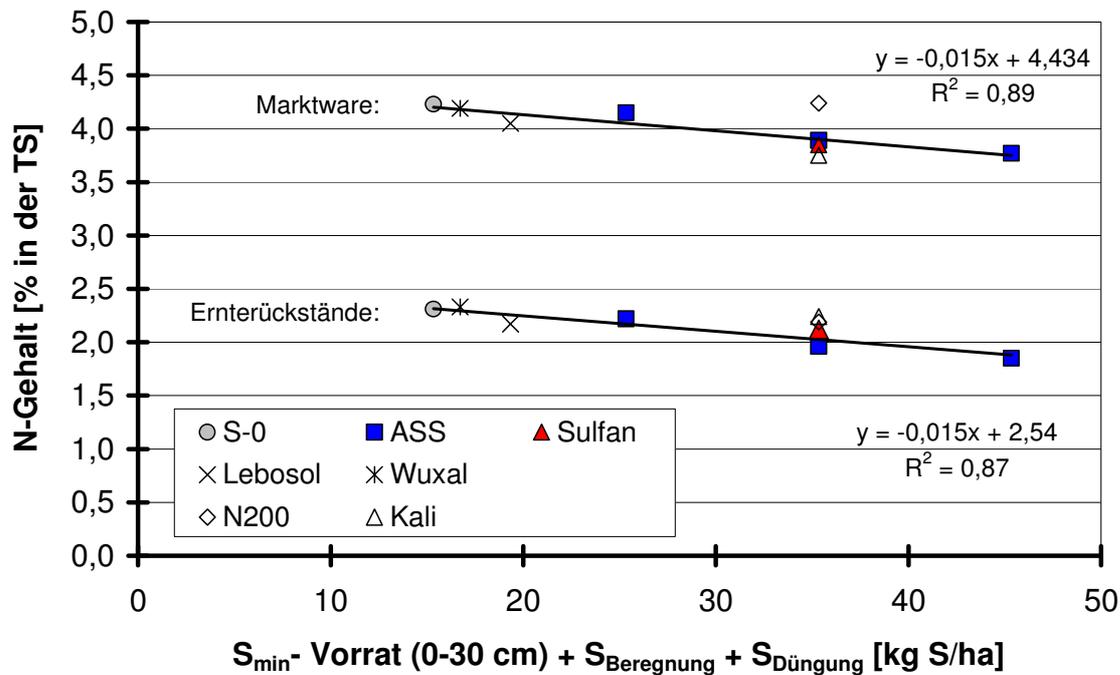


Abb. 4: N-Gehalt von Marktware und Ernterückständen in Abhängigkeit vom S-Angebot (Die N₂₀₀- und Kali-Variante wurde bei der Regressionsgeraden nicht einbezogen)

Literatur:

- FELLER, C. und S. RUPPEL (o. Datum): Unveröffentlichte Versuchsergebnisse mit verschiedenen N-Düngerformen bei Spinat im Rahmen von Untersuchungen zur 'Variabilität der N_{min}- und C_{mic}-Gehalte bei der Bodenprobenahme'. Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren
- HÄHNDEL, R. 1984: Beeinflussung des Nitratgehaltes von Spinat sowie von Kopfsalat, Rote Beete und Radies durch variierte N- und Cl-Ernährung. Diss. Uni. Hannover
- LABER, H. 2008: Möglicherweise Schwefelmangel Ursache für Chlorosen bei Winterspinat? www.hortigate.de
- LABER, H. 2009: Trotz anfänglich deutlicher Schwefelmangelsymptome nur geringe Ertragswirkung einer S-Düngung bei Winterspinat. www.hortigate.de

Tab.: Varianten, S_{min}- und N_{min}-Gehalte, Ertrag, S- und N-Gehalte

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	S-0	S-10	S-20	S-30	S-20 (N ₂₀₀)	S-20 (Sulfan)	S-20 (Kali)	S-4 (Lebo)	S-1,4 (Wux)
S_{min}-Vorrat [kg S/ha] 0-30 cm (25. Febr.)	9								
30-60 cm	37								
60-90 cm	64								
S-Berechnung [kg S/ha]¹⁾	6,3								
S-Düngung [kg S/ha]	0	10	20	30	20	20	20	4	1,4
als	Ammonsulfatsalpeter (ASS)					Sulfan ²⁾	Kali ³⁾	Lebosol ⁴⁾	Wuxal ⁵⁾
darin [kg /ha] N	0	19	37	56	37	80	0	0	1
K ₂ O	0	0	0	0	0	0	200 ⁶⁾	0	0
MgO	0	0	0	0	0	0	30	0	0
N_{min}-Sollwert [kg N/ha]	160				200	160			
N_{min}-Vorrat [kg N/ha] 0-30 cm (25. Febr.)	10								
30-60 cm	25								
60-90 cm	47								
N-Düngung [kg N/ha] als KAS⁷⁾	150	131	113	94	153	70	150	150	149
NH₄-N/NO₃-N-Verhältnis	1,00	1,13	1,28	1,46	1,22	1,00	1,00	1,00	1,00
Marktertrag [dt/ha] (GD: 55,1 dt)	285	243	257	234	324	254	343	280	283
TS-Gehalt [% der FS]⁸⁾	10,2	11,2	10,5	11,5	10,4	10,7	9,3	10,4	9,7
TM-Ertrag [dt TM/ha] (n.s.)	29,0	27,1	27,1	26,8	33,6	27,2	31,9	29,2	27,4
S-Gehalt [% in der TS]⁸⁾	0,40	0,39	0,40	0,40	0,42	0,38	0,36	0,38	0,38
N-Gehalt [% in der TS]⁸⁾	4,23	4,15	3,89	3,77	4,24	3,85	3,75	4,05	4,19
N/S-Verhältnis	10,6	10,6	9,7	9,4	10,1	10,1	10,4	10,7	11,0
S im Marktertrag [kg S/ha]	11,6	10,6	10,8	10,7	14,1	10,3	11,5	11,1	10,4
N im Marktertrag [kg N/ha]	123	113	105	101	143	105	119	118	115
Nitrat-Gehalt [mg NO₃/kg FM]	367	190	273	115	332	321	232	240	494
Ernterückstände [dt/ha] (n.s.)	237	232	229	217	234	250	256	235	251
TS-Gehalt [% der FS]⁸⁾	9,2	10,0	10,5	11,5	9,6	9,2	8,7	9,2	9,4
TM-Ertrag [dt TM/ha] (n.s.)	21,9	23,2	24,2	25,1	22,4	22,9	22,3	21,5	23,6
S-Gehalt [% in der TS]⁸⁾	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,24	0,26	0,22	0,21
N-Gehalt [% in der TS]⁸⁾	2,31	2,22	1,96	1,85	2,19	2,12	2,24	2,17	2,33
N/S-Verhältnis	10,5	9,7	8,2	7,7	8,8	8,8	8,6	9,9	11,1
S in Ernterückst. [kg S/ha]	4,8	5,3	5,8	6,0	5,6	5,5	5,8	4,7	5,0
N in Ernterückst. [kg N/ha]	50	52	47	46	49	49	50	47	55
Aufwuchs [dt/ha] (GD: 77,2 dt)	522	475	487	451	558	504	599	515	534
Harvest-Index⁹⁾ [%] (GD: 4,5 %)	54,3	51,2	52,8	51,7	57,9	50,1	57,4	53,9	52,9
TM-Aufwuchs [dt/ha] (n.s.)	50,9	50,4	51,2	51,9	56,1	50,1	54,1	50,7	51,0
S im Aufwuchs [kg S/ha]	16,4	15,9	16,6	16,7	19,7	15,8	17,3	15,8	15,4
N im Aufwuchs [kg N/ha]	173	164	153	148	192	153	169	165	170
S_{min}-Rest [kg S/ha] 0-30 cm (5. Mai)	9	8	20	21	12	14	16		
30-60 cm	20	24	24	21	16	20	18		
60-90 cm	45								
N_{min}-Rest [kg N/ha] 0-30 cm (5. Mai)	8	4	5	4	6	4	4		
30-60 cm	5	7	7	4	5	5	4		
60-90 cm	19								

¹⁾: 16 mm Berechnung mit 39,6 mg S/l (118,6 mg SO₄/l); ²⁾: Ammoniumnitrat mit Schwefel; ³⁾: Korn-Kali®;

⁴⁾: Lebosol®-Schwefel (Blattdünger, 5 l/ha, Ausbringung mit 500 l Wasser/ha);

⁵⁾: Wuxal® Schwefel (Blattdünger, 5 l/ha, 500 l Wasser/ha), enthält Spuren (< 2 g/ha) von B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn;

⁶⁾: in Chloridform, außerdem 15 kg Na/ha; ⁷⁾: Kalkammonsalpeter; ⁸⁾: Mischproben über die Wiederholungen;

⁹⁾ Anteil der Marktware am Aufwuchs (= Marktertrag ÷ Aufwuchs)

Spinat nutzte auch Bodenwasser unterhalb 30 cm Tiefe; Bodenwassergehalte durch Modelle gut prognostiziert

Spinat Bewässerung

Zusammenfassung

Bei einem ersten Bewässerungsversuch mit verschiedenen Spinatsorten am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie in Dresden-Pillnitz fielen in der Kulturzeit rund 260 mm Niederschlag, so dass keine Bewässerung notwendig wurde. Der Versuch wurde aber genutzt, um das 'Geisenheimer Modell' zu verifizieren. Gleichzeitig konnte eine FDR-Rohrsonde zur Bodenwassergehaltsbestimmung auf ihre Genauigkeit hin überprüft werden.

Die mit Hilfe des 'Geisenheimer Modells' prognostizierten Bodenwassergehalte stimmen mit den tatsächlichen vorgefundenen Werten gut überein, wenn die Berechnung auf Basis der FAO-Gras-Referenzverdunstung erfolgte. Die FDR-Rohrsonde überschätzte durchgängig den Bodenwassergehalt, wobei die Fehleinschätzung in der unteren Schicht 30-60 cm extrem hoch ausfiel.

Versuchshintergrund u. -frage

Im hiesigen Anbaugebiet mit seinen Lössböden wird Frühjahrs- und Herbstspinat nur relativ extensiv bewässert. Durch den Klimawandel 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	Bahamas	RS 1430	Emu	Toucan
Züchter	Seminis		Rijk Zwaan	
Trockenstresstoleranz ^{*)}	eher ja	eher nein	eher ja	eher nein

^{*)}: Einschätzung/Angabe des Züchters

Die Aussaat des Spinates erfolgte am 5. Aug.. Am 7. Aug. fielen knapp 50 mm Niederschlag, so dass es zu Auflaufproblemen kam. 4 Tage nach dem Auflaufen des Spinats fielen am 16. Aug. nochmals fast 50 mm Niederschlag, so dass später nur bei den Sorten 'Emu' und 'Toucan' ausreichende Bestandesdichten vorgefunden wurden. Durch praxisübliche Pflanzenschutzmaßnahmen war der Spinatbestand praktisch unkraut- und befallsfrei.

Neben einer Kontrolle, in der keine Beregnung durchgeführt werden sollte, wurde in einer weiteren Variante nach der 'Geisenheimer Bewässerungssteuerung' (PASCHOLD et al. 2010) eine Wasserbilanz erstellt, nach der etwaige Beregnungsgaben bemessen wurden. 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) ggf. erst bei ca. 60 % nFK eine Beregnung durchgeführt werden, die den Boden auf ca. 80 % nFK auffüllt.

<p>Versuche im deutschen Gartenbau Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Gartenbau, Dresden-Pillnitz Bearbeiter: Hermann Laber und Sonja Brenner</p>	<p>2010</p>
---	--------------------

Kultur- und Versuchsdaten:

- 5. Aug. 2010: Aussaat mit 220 Korn/m², Beetanbau (1,5 m) mit 10 Reihen, Reihenabstand 11,5 cm
- 12. Aug.: Auflauf (BBCH 09)
- 1. Sept.: 6-Blatt-Stadium
- Bodenart: stark lehmiger Sand (Sl4), n. Bodenschätzung: L 3 Al 73/74
- Versuchsanlage: Zweifaktorielle Spaltanlage (Haupteinheit Beregnung, Untereinheit Sorte) mit 4 Wiederholungen
- Parzellengröße: 5 lfd. m Beet
- Beregnung: keine Beregnung notwendig

Die Berechnung der potentiellen Evapotranspiration des Spinatbestandes (ET_c) und damit der Wasserbilanz erfolgte nach der 'Geisenheimer Bewässerungssteuerung' (PASCHOLD et al. 2010) mit den entsprechenden kc -Werten für Spinat (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).

Bei der Berechnung mit 'Agrowetter' wurden die Voreinstellungen bezüglich der Schwellenwerte für den Beregnungsbeginn (70 % nFK bis BBCH 16, danach 55 %) nicht verändert, die maximale Durchwurzelungstiefe wurde aber von 40 cm (Voreinstellung) auf 30 cm (entsprechend der Bodenprobenschichtdicke) vermindert. Parallel wurde das Modell aber auch mit einer maximale Durchwurzelungstiefe von 60 cm gerechnet.

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.

Zur Überprüfung einer FDR-Rohrsonde (Bodenfeuchtemessung in 5, 15, 25, 35, 55 und 95 cm Tiefe) wurde am 8. Sep. je Wiederholung ein Kunststoffrohr mit einem speziellen Installationsset (Nut- und Präzisionsbohrer mit Führung etc.) eingebaut. Ab dem 14. Sep. erfolgten zeitgleich mit der gravimetrischen Feuchtebestimmung Messungen, wobei je Rohr (Wiederholung) 3 Messungen nach Drehung der Sonde um jeweils ca. 120° durchgeführt wurden. Bei späteren Messungen wurde die Sonde auch 10 cm aus dem Rohr herausgezogen, so dass auch für die Tiefe 45 und 85 cm Messwerte vorliegen.

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 angenommenen Bodendichte von $1,5 \text{ g/cm}^3$ 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 $1,5 \text{ g/cm}^3$) 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 des Spinats (BBCH 09) am 12. August wurde ein Ausgangs-Bodenwassergehalt in 0-30 cm Tiefe von knapp 100 % nFK ermittelt. Nach einer zunächst feuchten Periode herrschen dann bis etwa Anfang Oktober wechselnde Witterungsbedingungen. Der Oktober war mit 8,6 mm Niederschlag sehr trocken (Abb. 1 und 2).

Da bis Ende Oktober die Bodenfeuchte nach 'Agrowetter' allenfalls nur kurzzeitig unter 60 % nFK sank, wurden keine Bewässerungsgaben notwendig bzw. durchgeführt. Damit lagen keine unterschiedlichen Bewässerungsvarianten vor, so dass auf eine Ertragsauswertung des Spinates verzichtet wurde. Der Bestand wurde aber bis in den November hinein weiter kultiviert, um die Verdunstung bzw. den Bodenwassergehalt weiterhin zu beobachten.

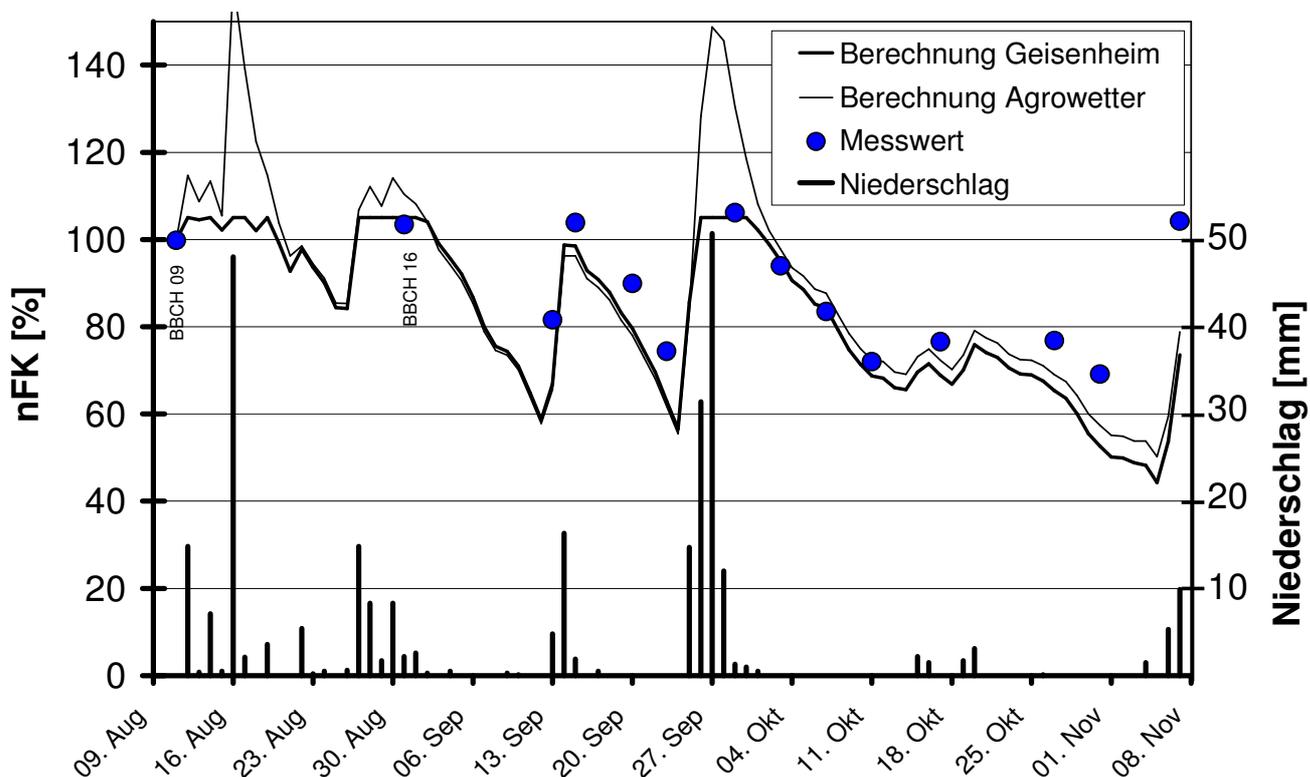


Abb. 1: Niederschlagsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von ET_0 bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-30 cm bei einer angenommenen Durchwurzelungstiefe von 30 cm

Die auf Basis der ET_0 -Werte berechneten täglichen Verdunstungswerte nach 'Geisenheim' stimmten weitgehend mit dem 'Agrowetter'-Ansatz überein (da rechnerisch praktisch nie eine Bodenfeuchte von 60 % nFK unterschritten wurde, war hier die berechnete $ET_{c \text{ adj}} \approx ET_c$) (Abb. 2, dargestellt nur $ET_{c \text{ adj}}$). Mit einer berechneten Verdunstung von 129,3 mm wies 'Agrowetter' einen nahezu identischen Wert für die Kulturzeit aus als die eigene Berechnung nach 'Geisenheim', die auf 129,2 mm kam (Tab. 3).

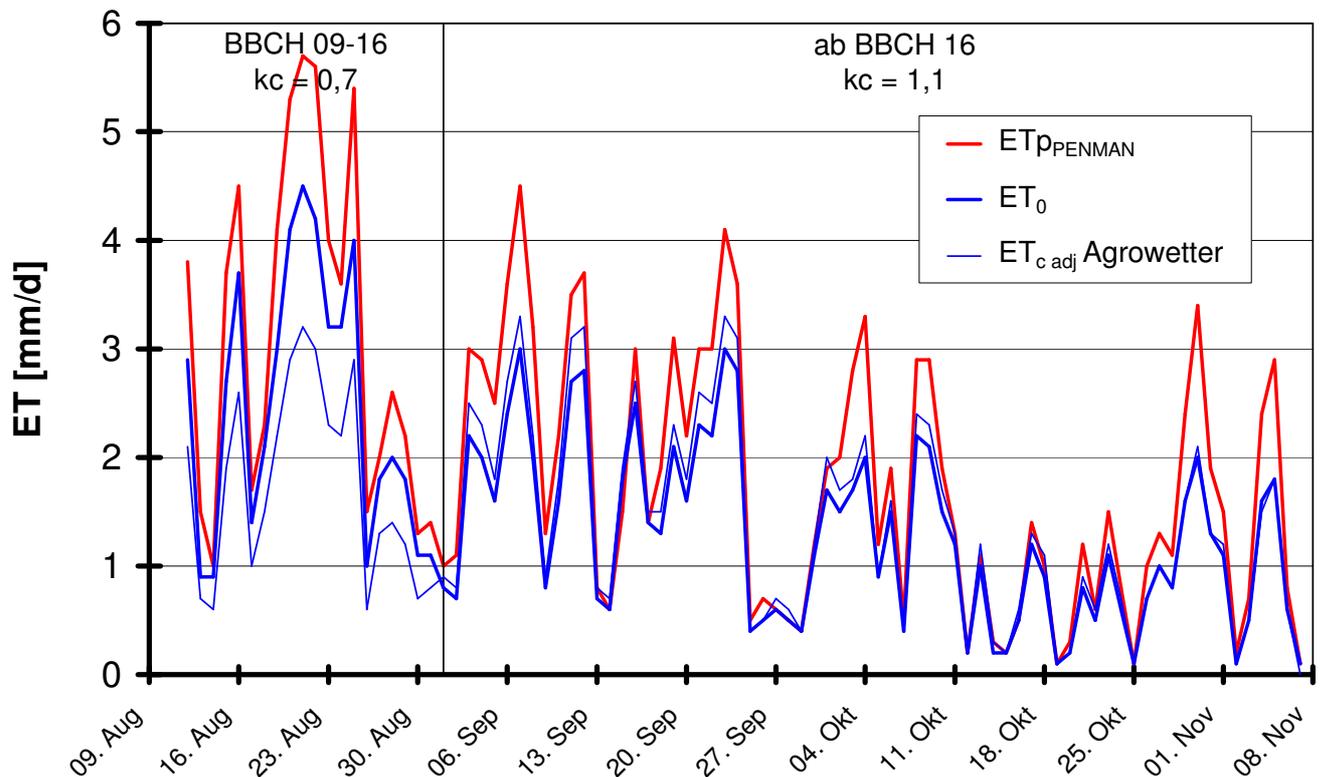


Abb. 2: Evapotranspiration nach PENMAN (ET_{PENMAN}) und FAO Gras-Referenzverdunstung (ET_0) sowie aktuelle Evapotranspiration ($ET_{c\ adj}$) laut 'Agrowetter' (auf Basis ET_0)

Entsprechend den nahezu identischen Verdunstungswerten verliefen die berechneten Bodenfeuchtegehalte zumeist nahezu deckungsgleich (Abb. 1). Nur nach starken Niederschlägen führten die unterschiedlichen Modellansätze für die Versickerungsberechnung zu einem unterschiedlich Verlauf: Während sich nach dem modifizierten 'Geisenheimer Modell' der Boden auf maximal 105 % nFK auffüllte (und die darüber hinaus gehende Menge von insgesamt 167,4 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 163,6 mm (Tab. 3).

Die beim Erreichen des 6-Blatt-Stadiums (BBCH 16) gezogene Bodenprobe zeigte eine sehr gute Übereinstimmung der gemessenen und der mit beiden Modellen auf Basis der ET_0 -Werte berechneten Bodenfeuchte (Abb. 1). Im weiteren Verlauf bis zur nächsten Sickerperiode Ende September wurde der Bodenwassergehalt aber von beiden Modellen unterschätzt. Nach dem Wiederauffüllen des Bodens Anfang Oktober auf FK (bzw. darüber hinaus) prognostizierten beide Modelle zunächst den Bodenwassergehalt recht gut, nach weiterhin ausbleibenden Niederschlägen ab Mitte Oktober aber wiederum zu gering ein.

Die Ursache für die Unterschätzung der Bodenfeuchtigkeit liegt in der Beschränkung der Modelle auf eine angenommenen Durchwurzelungstiefe von 30 cm (der Feuchtegehalt der Schicht 30-60 cm sinkt bei 'Agrowetter' durch Versickerung auf minimal 100 % nFK ab), während tatsächlich auch der Bodenwassergehalt der Schicht 30-60 cm auf zum Teil unter 80 % nFK abnahm (Abb. 3, Tab. 2); der Spinat also offensichtlich auch diese Bodenschicht bereits ab etwa dem 10. Sep., also 5 Wochen nach der Aussaat, verstärkt nutzte.

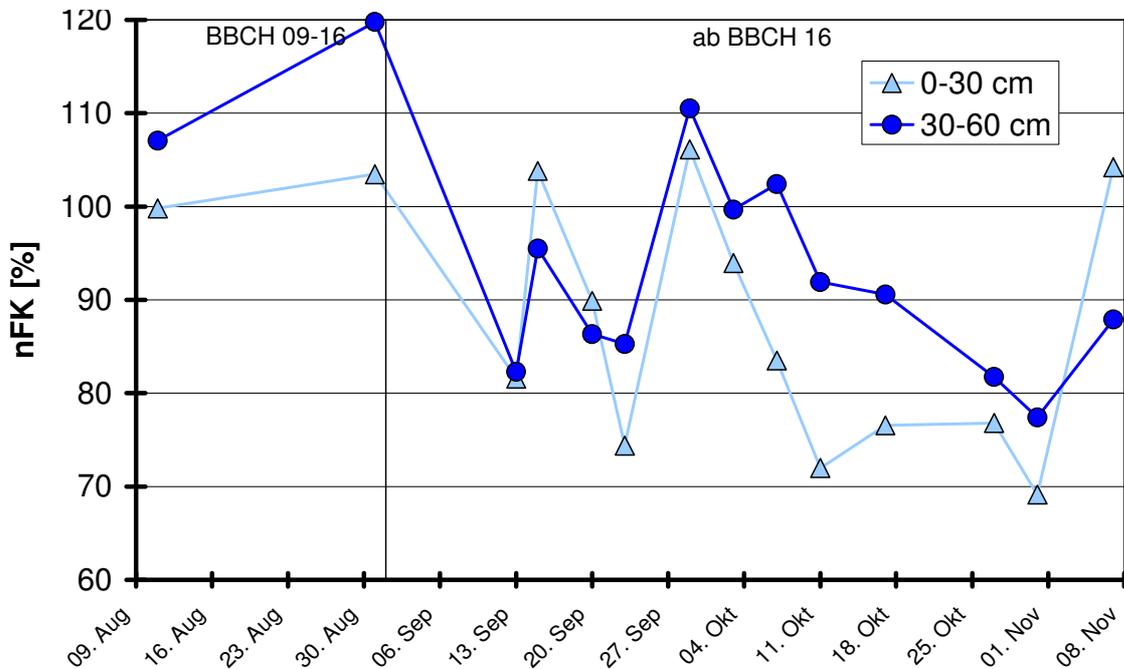


Abb. 3: Verlauf der Bodenwassergehalte in 0-30 und 30-60 cm Tiefe (gravimetische Bestimmung)

Kalkuliert man von daher mit einer Durchwurzelungstiefe von 60 cm, so zeigt sich eine deutlich bessere Übereinstimmung zwischen kalkulierte[m] und tatsächlichem Bodenwassergehalt als bei einer angenommenen Durchwurzelungstiefe von 30 cm (Abb. 4). Hier wird allerdings sichtbar, dass im Laufe des Oktobers der Bodenwassergehalt etwas überschätzt, die Verdunstung somit etwas unterschätzt wurde.

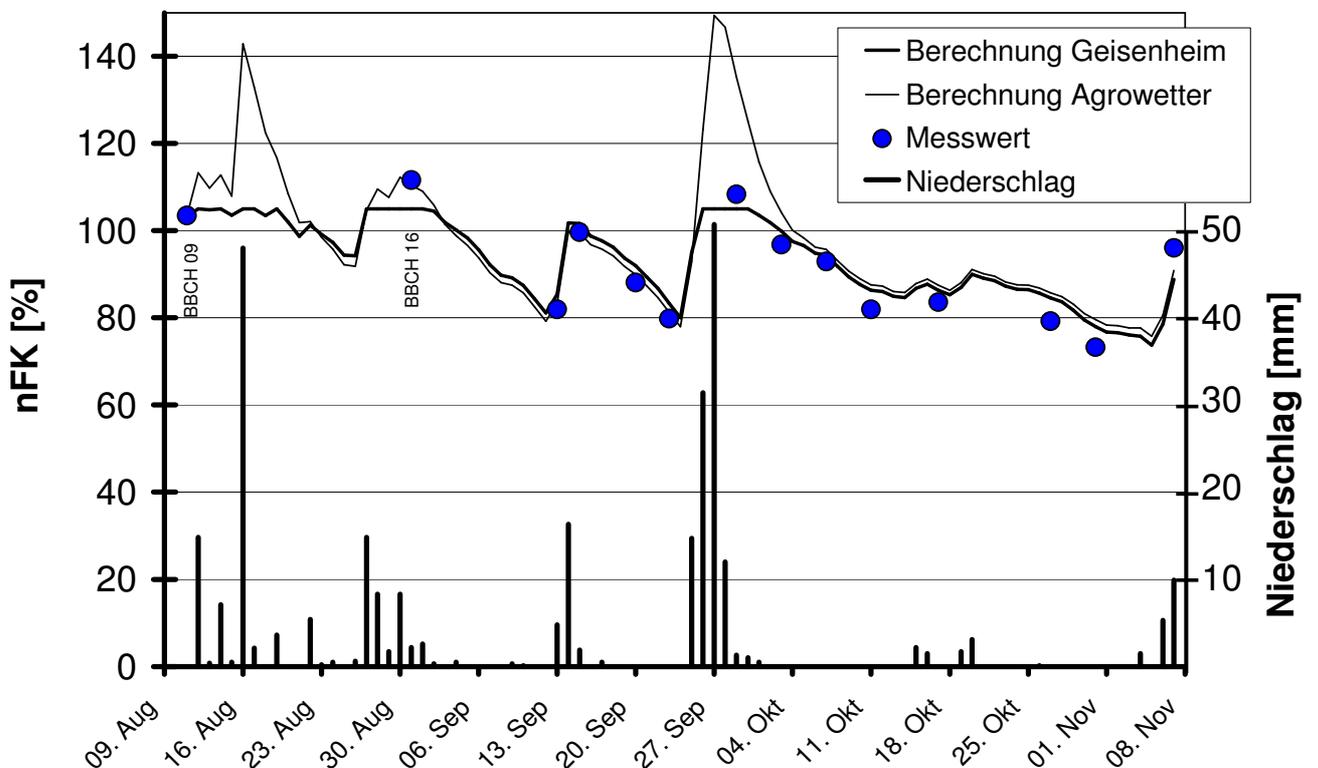


Abb. 4: Niederschlagsmengen sowie Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von ET_0 bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-60 cm bei einer angenommenen Durchwurzelungstiefe von 60 cm (Bodenwassergehalt 'Agrowetter' = Mittelwert der separat berechneten Werte für 0-30 cm und 30-60 cm Tiefe)

Berechnet man (wie vom 'Geisenheimer Modell' vorgesehen) die Verdunstung auf Basis der ET_{PENMAN} -Verdunstungswerte (für die Kulturzeit des Spinates um Faktor 1,32 höher als ET_0), so ergibt sich bei einer angenommenen Durchwurzelungstiefe von 30 cm eine massive Unterschätzung der Bodenwassergehalte (Abb. 5).

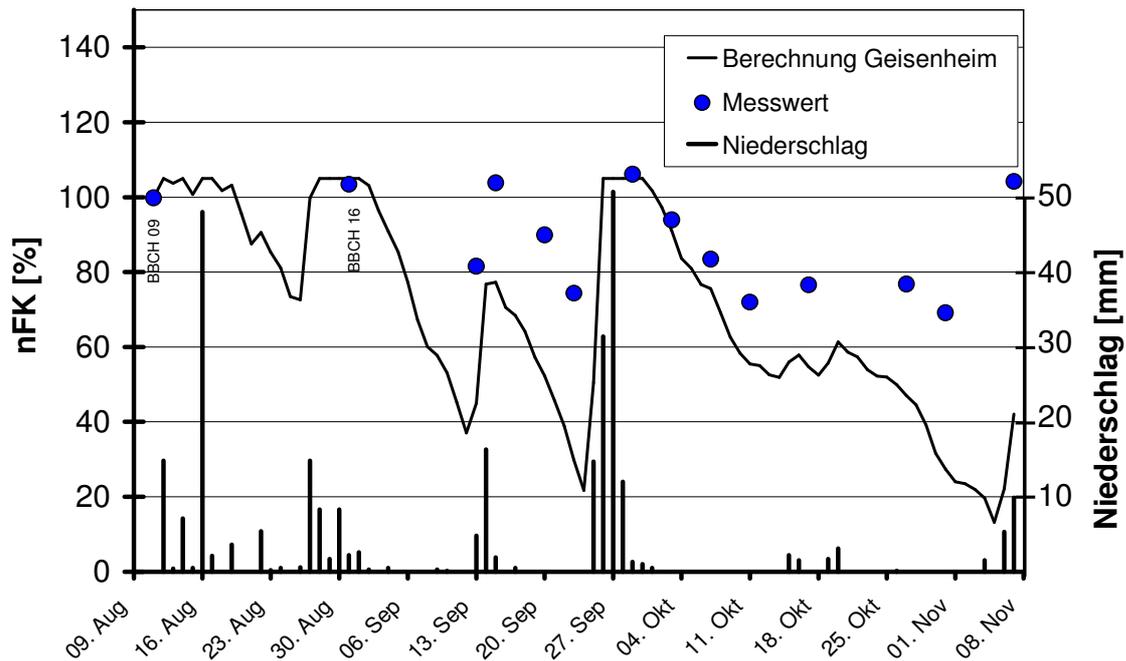


Abb. 5: Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von ET_{PENMAN} bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-30 cm bei einer angenommenen Durchwurzelungstiefe von 30 cm

Bei Einbeziehung der Schicht 30-60 cm zeigt sich entsprechend der um den Faktor 1,3 höheren Verdunstung gegenüber ET_0 zunächst eine Unterschätzung der Bodenwassergehalte (Abb. 6); im Laufe des Oktobers ergibt sich durch diese höhere Verdunstung dann eine recht gute Prognose der Bodenwassergehalte.

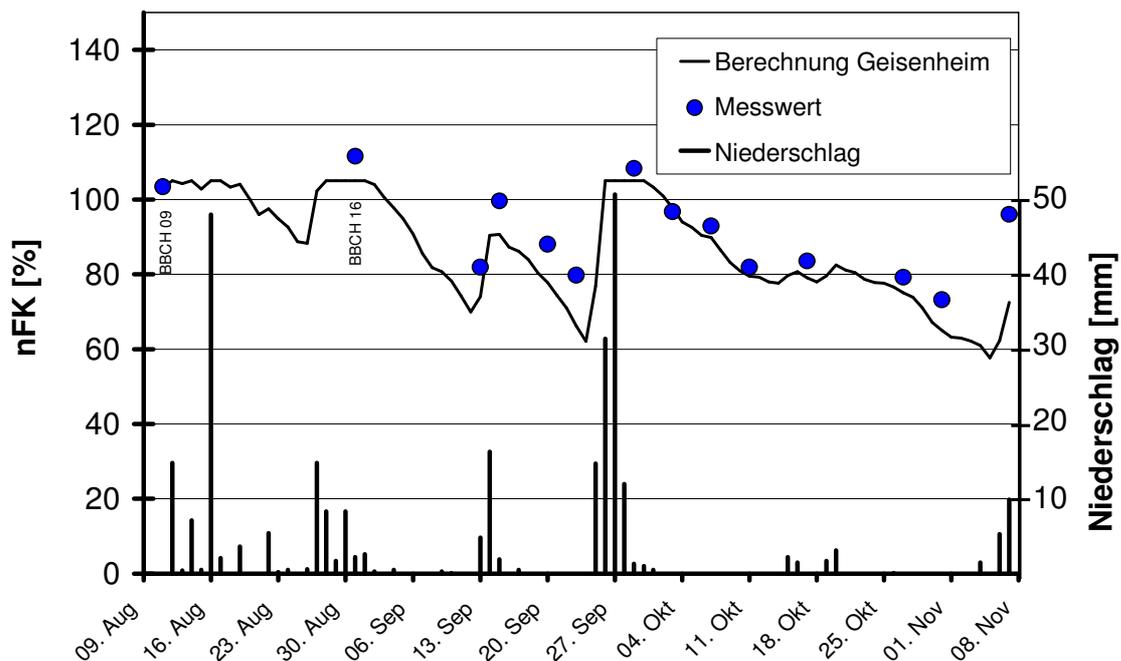


Abb. 6: Bodenwassergehalt (kalkuliert auf Basis von ET_{PENMAN} bzw. gravimetrisch bestimmt) der Schicht 0-60 cm bei einer angenommenen Durchwurzelungstiefe von 60 cm

Bei den ab dem 13. Sep. durchgeführten Messungen der Bodenfeuchte mit der FDR-Rohrsonde zeigten sich für die obere Bodenschicht im Mittel 1,5 Vol.-% höhere Werte als bei der gravimetrischen Bestimmung (Abb. 7). Dabei betrug die maximale Abweichung 3,2 Vol.-%, so dass die angegebene Messgenauigkeit von ± 4 Vol.-% eingehalten wurde.

Gravierend waren die Abweichungen in der Schicht 30-60 cm, hier wurde im Mittel ein um 7,9 %-Punkte zu hoher volumetrischer Bodenwassergehalt gemessen. (Diese 'Fehlmesung' setzte sich in der Bodentiefe 85 und 95 cm fort, wo mit durchschnittlich 43 Vol.-% und Maximalwerten von über 50 Vol.-% offensichtlich 'überhöhte' Bodenfeuchtegehalte gemessenen wurden [gravimetrisch bestimmte Bodenfeuchtegehalte unterhalb 60 cm liegen allerdings nicht vor].)

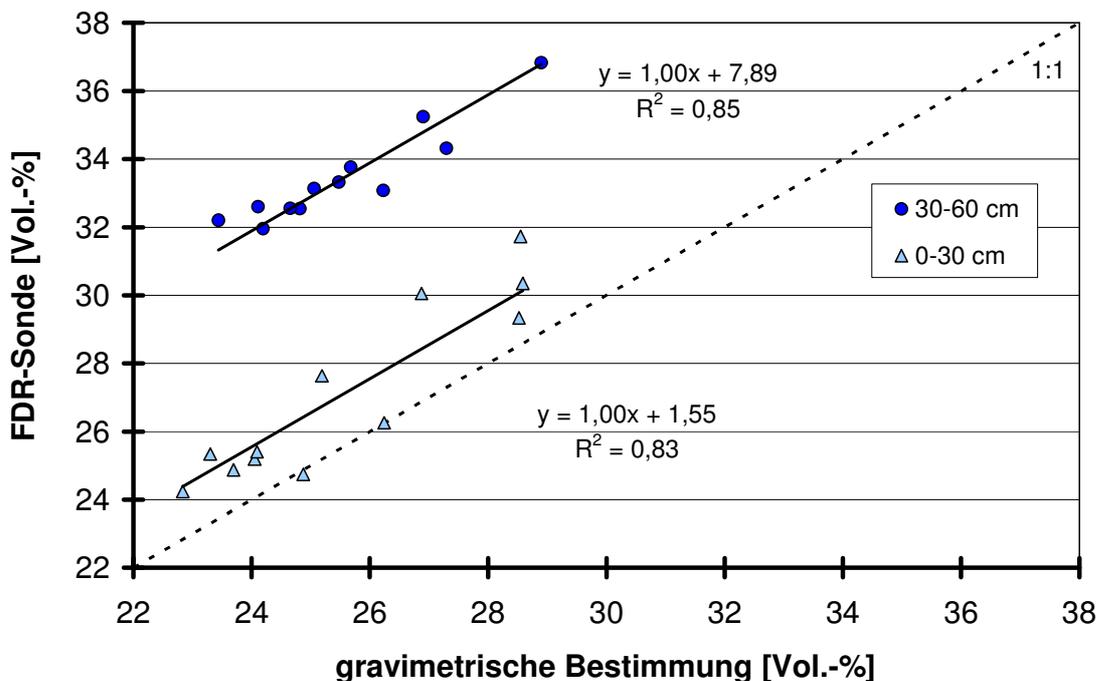


Abb. 7: Mittels FDR-Rohrsonde ermittelte Bodenwassergehalte versus gravimetrisch bestimmten Bodenwassergehalte (die Steigung der Regressionsgraden wurde auf 1,0 festgelegt)

Fazit

Auf Grund der hohen Niederschläge während der Kulturzeit des Spinates konnten zur ursprüngliche 'Hauptversuchsfrage' der Ertragseffekte einer Beregnung und etwaiger Wechselwirkungen zwischen Sorte und Bewässerungsintensität keine Ergebnisse erarbeitet werden.

Die mit Hilfe des 'Geisenheimer Modells' prognostizierten Bodenwassergehalte stimmten mit den tatsächlich vorgefundenen Werten gut überein, wenn die Berechnung für die Bodenschicht 0-60 cm erfolgte, da der Spinat offensichtlich auch unterhalb 30 cm Tiefe größere Mengen an Bodenwasser nutzt.

Die mit der FDR-Sonde ermittelten Bodenfeuchtegehalte wiesen (aus noch nicht geklärten Gründen) insbesondere für die unteren Bodenschichten zu hohe Werte aus. Nach einer entsprechenden boden- bzw. standortspezifischen Kalibrierung dürfte die Sonde aber für eine kontinuierliche 'Überprüfung' der Bodenfeuchte geeignet sein und soll daher in den Bewässerungsversuchen der kommenden Jahre am Standort Dresden-Pillnitz verstärkt eingesetzt und weiter überprüft werden.

Tab. 2: Gravimetrisch bestimmte Bodenwassergehalte und % nutzbare Feldkapazität

Datum	BBCH	Bodenwassergehalt [Vol.-%]				% nFK ⁴⁾ [mm]	
		gravimetrische Best. ²⁾		FDR-Sonde ³⁾		0-30 cm	30-60 cm
		0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm		
18. Mrz ¹⁾		27,9	26,9			100	100
11. Aug ⁵⁾	09	27,9	28,0			99,8	107,1
31. Aug	16	28,5	30,0			103,5	119,8
13. Sep		24,9	24,2	24,8	32,0 ⁶⁾	81,6	82,3
15. Sep		28,5	26,2	29,3	33,1	103,8	95,5
20. Sep		26,2	24,8	26,3	32,5	89,9	86,3
23. Sep		23,7	24,7	24,9	32,6	74,4	85,3
29. Sep		28,9	28,5	31,7	36,8	106,1	110,5
03. Okt		26,9	26,9	30,1	35,2	93,9	99,7
07. Okt		25,2	27,3	27,6	34,3	83,5	102,4
11. Okt		23,3	25,7	25,3	33,8	72,0	91,9
17. Okt		24,1	25,5	25,2	33,3	76,6	90,6
27. Okt		24,1	24,1	25,4	32,6	76,8	81,7
31. Okt		22,8	23,4	24,2	32,2	69,1	77,4
07. Nov		28,6	25,1	30,4	33,1	104,2	87,9

- 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 in den Sorten 'Emu' und 'Toucan'), Trocknung bei 105°C);
³⁾: Mittelwerte der Messwerte aus 5, 15 und 25 cm bzw. 35, 45 und 55 cm Tiefe;
⁴⁾: auf Basis der gravimetrisch bestimmten Wassergehalte. Zugrunde gelegter Todwassergehalt: 11,0 Vol.-%;
⁵⁾: Die Proben bzw. Messungen wurden jeweils am frühen Morgen des Folgetages durchgeführt und geben somit den Bodenwassergehalt am Ende des angegebenen Tages wieder;
⁶⁾: Mittelwert der Messwerte aus 35 und 55 cm Tiefe

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

Phase BBCH	ETp ¹⁾	ET ₀ ²⁾	ET _c ³⁾		ET _{c adj} ⁴⁾ Agrowetter	Nieder schlag	Versickerung ⁵⁾					
			Geisenheim				Agrowetter		Geisenheim ⁶⁾		Agrowetter	
			ETp	ET ₀			0-30	0-60	0-30	0-60		
09-16	63,2	49,6	44,2	34,7	35,1	118,5	81,2	82,2	78,1	76,6		
ab 16	116,2	85,9	127,8	94,5	94,2	163,7	86,2		85,5	87,9		
ab 09	179,4	135,5	172,1	129,2	129,3	282,2	167,4	168,3	163,6	164,5		

- ¹⁾: ETp_{PENMAN} = potentielle Verdunstung nach modifizierter PENMAN-Gleichung;
²⁾: FAO Gras-Referenzverdunstung; ³⁾: potentielle Evapotranspiration des Spinatbestandes, berechnet nach dem 'Geisenheimer Modell' auf Basis ETp_{PENMAN} (ursprünglicher Ansatz) als auch ET₀;
⁴⁾: aktuelle Evapotranspiration des Spinatbestandes laut 'Agrowetter';
⁵⁾: berechnet für die Bodenschicht 0-30 bzw. 0-60 cm; ⁶⁾: auf Basis der ET₀-Verdunstung;

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)
- 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)

