


Großversuch 2010



Untersuchungen zu physiologischen Effekten bei der Abreife von Winterraps nach Einsatz des Blütenfungizids Ortiva



Erarbeitet von:

 feiffer consult
An der Adlerskerbe 13
99706 Sondershausen

Tel. 03632 / 757000
Fax 03632 / 757002
beratung@feiffer-consult.de

für:


Syngenta Agro GmbH
Am Technologiepark 1-5
63477 Maintal



Inhalt	Seite
1. Problemstellung	4
2. Ziel	9
3. Versuchsdurchführung	10
3.1 Auswahl des Betriebes	10
3.2 Anlage der Versuchspartzellen	12
3.3 Einmessen und Vorbereiten der Partzellen	15
3.4 Behandlung der Partzellen	16
3.5 Bonituren der Partzellen	19
3.6 Chlorophyllgehalt der Schoten und Körner	23
3.7 Spektralanalyse	25
3.8 YARA N-Sensor zur Biomasseermittlung	26
3.9 Überflug für Foto- und Infrarotaufnahmen	27
3.10 Messung der Schotenfrischmasse	28
3.11 Ausfalltester	28
3.12 Beerntung der Varianten	30
4. Produktionstechnische Maßnahmen	37
5. Vegetationsverlauf 2009/2010	39
6. Sortencharakteristika	42
7. Bewertung der Boniturergebnisse	43
7.1 Anzahl der Pflanzen je Quadratmeter	43
7.2 Schotentragende Triebe je Pflanze	44
7.3 Anzahl der Schoten je Pflanze	45
7.4 Entwicklung der Wuchshöhe	46

7.5	Abreife der Schoten	51
7.6	Reiferunterschiede aus der Luft	63
7.7	YARA N- Sensor zur Biomasseermittlung	65
7.8	Chlorophyllgehalt der Schoten und Körner	66
7.9	Trockensubstanz der Schoten	70
7.10	Spektralanalyse der Schoten	74
7.11	Schotenausfallmaschine	77
7.12	Kornfeuchte	86
7.13	Korn- und Ölertrag	88
7.14	Leistung, Verlust und Kraftstoffbedarf bei Beerntung	93
8.	Monetäre Bewertung	101
9.	Zusammenfassung	106
10.	Schlussfolgerung	109
11.	Danksagung	111
12.	Quellen	112
13.	Anlagen	

1. Problemstellung

Raps ist ein Multitalent mit beeindruckender Erfolgsgeschichte. Züchter attestieren ihm ein Ertragspotential von bis zu 7 t/ha. Der Landwirt unternimmt seinerseits alles, um dieses Potential auszureizen. Möglichst punktgenau werden Dünger, Herbizide, Insektizide und Fungizide für einen hohen Ertragsaufbau ausgebracht. Doch gerade wenn die Pflanze ihr letztes Zehntel machen will wird sie abgeschnitten.

Was sind die Gründe und Zusammenhänge?

Moderne Sortengenerationen verzweigen tiefer und durch die dünne Aussaat intensiver. Neue Behandlungsstrategien in Pflanzenernährung und Pflanzenschutz erhöhen und verlängern die Assimilationsleistung. Die Bestände sind länger vital. Das ist deutlich am Greeningeffect der Stängel zu sehen. Die Abreife verzögert sich bei älteren Sorten um drei bis sechs Tage und bei neueren Sorten sogar um 10 bis über 14 Tage. Raps verlässt sein angestammtes Erntefenster zwischen Wintergerste und Weizen und verschiebt es zusehends in die Weizenernte.

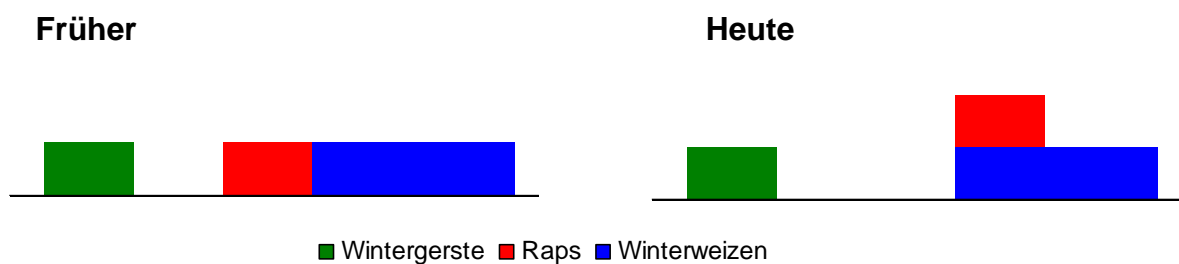
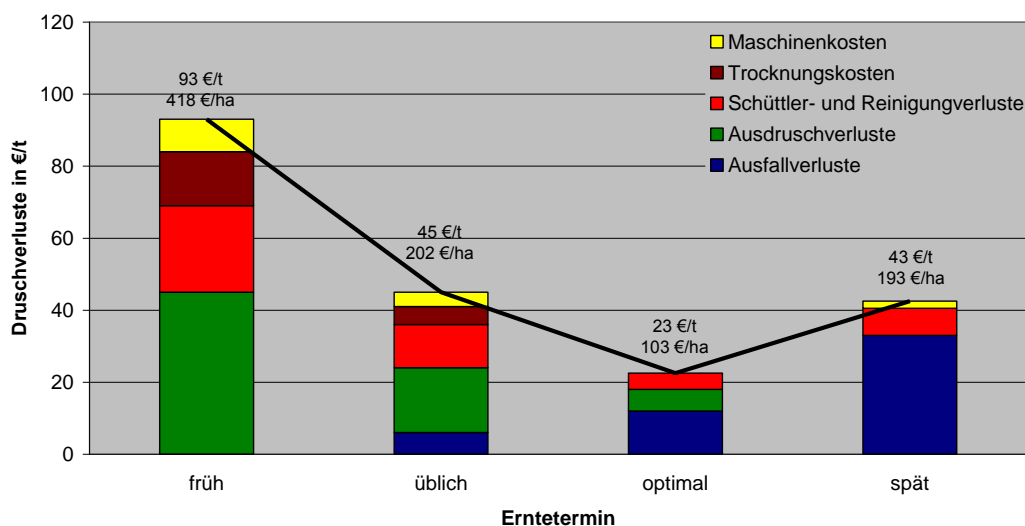


Abb.: Neue Rapssorten verzögern den Erntetermin

Wartete man eine gute Ausreife ab potenzieren sich die Vorteile. Die Korn- und Ölerträge sind höher, die Kornfeuchte sinkt, die Mährescherleistung steigt, die Druschverluste sinken.

Tab.: Erträge, Kornfeuchten und Mähdrescherleistungen bei unterschiedlichen Ernteterminen jeweils 10 Tage später (Versuch 2009)

Erntetermin	Standort 1			Standort 2		
	Ertrag in t/ha	Korn- feuchte in %	MD-Leistung bei 1,5 % Verlust	Ertrag in t/ha	Korn- feuchte in %	MD-Leistung bei 1,5 % Verlust
1. Erntetermin	4,03	8,9	12 t/h	4,53	10,2	10 t/h
2. Erntetermin	4,76	7,8	28 t/h	4,76	8,0	12 t/h
3. Erntetermin	4,72	5,8	25 t/h	4,95	5,5	21 t/h



Ertrag: 45 dt/ha; Erlös: 300 €/t

Abb.: Kostenentwicklung beim Rapsdrusch zu verschiedenen Ernteterminen (FEIFFER 2006)

Auch wenn viele Landwirte mitunter die Erfahrung gemacht haben, dass nach einer witterungsbedingten Erntepause das Rapsergebnis deutlich besser war, getrauen sie sich meist nicht den späteren Erntetermin als Strategie umzusetzen.

Ein großer Hinderungsgrund ist dabei der Anblick des ersten Ausfalls im oberen Schotendrittel. Dieser Verlust ist emotional sehr aufgeladen. Schaut man über die Oberfläche eines Rapsbestandes, so ragen meist nur die oberen 8 – 10 Schoten heraus. Wenn davon jeweils 2 Schoten je Pflanze aufplatzen, so erscheint der Bestand weiß. Man nennt das „optische Täuschung“, weil der Ausfallverlust in diesem Beispiel nur weniger als 1 % beträgt, vom Landwirt jedoch in der Regel stark überschätzt wird.

Ebenso ergeht es, wenn man die ausgefallenen, bereits aufgelaufenen Körner auf dem Boden entdeckt. Selbst wenn ein Quadratmeter mit 1.000 aufgelaufenen Pflanzen begrünt ist, liegt der Ausfall bei etwa 1%. Dagegen werden die noch unreifen Gummischoten im unteren Schotenbereich massiv unterschätzt.

Die Schotenpakete der modernen Sorten sind auch durch die intensive Verzweigung fast doppelt so mächtig geworden. Die oberen Schoten haben die kürzeste Vegetationszeit und sind Sonne und Wind ausgesetzt. Sie platzen deshalb zuerst auf. Die Schoten im unteren Drittel werden beschattet und somit viel später reif. Das verzögert deren Abreife, sie sind elastisch und grün und werden als Gummischoten bezeichnet. Wenn man diese Schoten zwischen den Händen nicht aufreißen kann, werden sie auch im Dreschwerk nicht ausgedroschen.



„Gummischoten“ werden im Dreschwerk nicht geöffnet

Das ist sozusagen der abgeschnittene Ertrag, weil sie als Ausdruschverluste im Schwad landen. 20 grüne Schoten an einer Pflanze sind bereits etwa 10 % Ertragsverlust.



Rapsstroh wird zur Kontrolle von Ausdruschverlusten ins Schwad gelegt

Unausgedroschene Schoten im Schwad

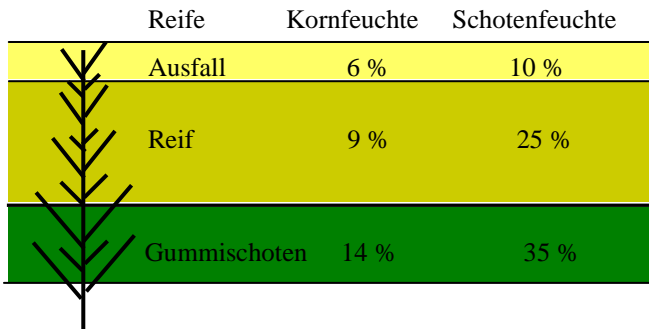
Tab.: Ausdruschverluste beim Raps (nach Feiffer 2006)

Grüne „Gummischoten“ je Pflanze, die beim Drusch nicht geöffnet werden ^{*1}	Ausdruschverluste ^{*2}	
	in %	in kg/ha
5	2,5	112
10	5	225
15	7,5	338
20	10	450
30	15	675

^{*1} ca. 200 Schoten je Pflanze

^{*2} ca. 45 dt/ha Ertrag

Es fehlt demnach eine Methode bzw. Maßnahme zur Reifesynchronisation des Schotenpaketes.



	Reife	Kornfeuchte	Schotenfeuchte
Ausfall		6 %	10 %
Reif		9 %	25 %
Gummischoten		14 %	35 %

Abb.: Abreife (nach Alpmann 2007)

Halten die oberen Schoten länger zusammen, kann man auf die Abreife der unteren Gummischoten warten und alle Vorteile vom Ertrag bis zum Drusch nutzen.



2. Ziel

Die Schote ist botanisch gesehen ein ungeformtes Blatt. Folglich sind alle Einflüsse von blattaktiven Fungiziden auch auf der Schote wirksam. Die beteiligten Auxine verhindern den Schotenabwurf und halten das Trenngewebe länger frisch. Dieser Mechanismus ist aus dem Obstbau bekannt, wobei der Fruchtsiel intakt gehalten wird und somit das vorzeitige Abfallen der Frucht verhindert.

Ziel des Versuches war es mit einer fungiziden Blütenbehandlung den Reifeverlauf der Schoten innerhalb der Etagen zu verändern. Bei Vollblütenbehandlung werden vornehmlich die oberen Pflanzenteile, Blüten bzw. Schötchen benetzt. Gerade in diesem Bereich möchte man einen gewissen Greeningeffekt erzielen, um die Abreife und damit die Aufplatzneigung zu verzögern. Es sollte untersucht werden, ob eine verzögerte Abreife der oberen Schoten eintritt und somit eine bessere Abreifesynchronisation mit den unteren Schoten erreicht werden kann.

Weiterhin sollte untersucht werden, ob auch bei längerer Standzeit des Rapses die Ausfallverluste in der oberen Schotendecke gebremst werden können und so dem Landwirt mehr Zeit und Ruhe geben, auf eine gute Gesamtabreife mit höherem Ertragspotential bei Korn und Öl zu warten.

Von Interesse war weiterhin, ob sich die Druscheignung innerhalb der Behandlungsvarianten verändern.

3. Versuchsdurchführung

3.1 Auswahl des Betriebes

Die Versuchsanlage wurde in einem Thüringer Betrieb in Westerengel angelegt, der hervorragend wirtschaftet und gute Bedingungen für die Versuchsanlage bot. Die Flächen mussten eben sein und gleichmäßige Bodenbeschaffenheiten bieten.

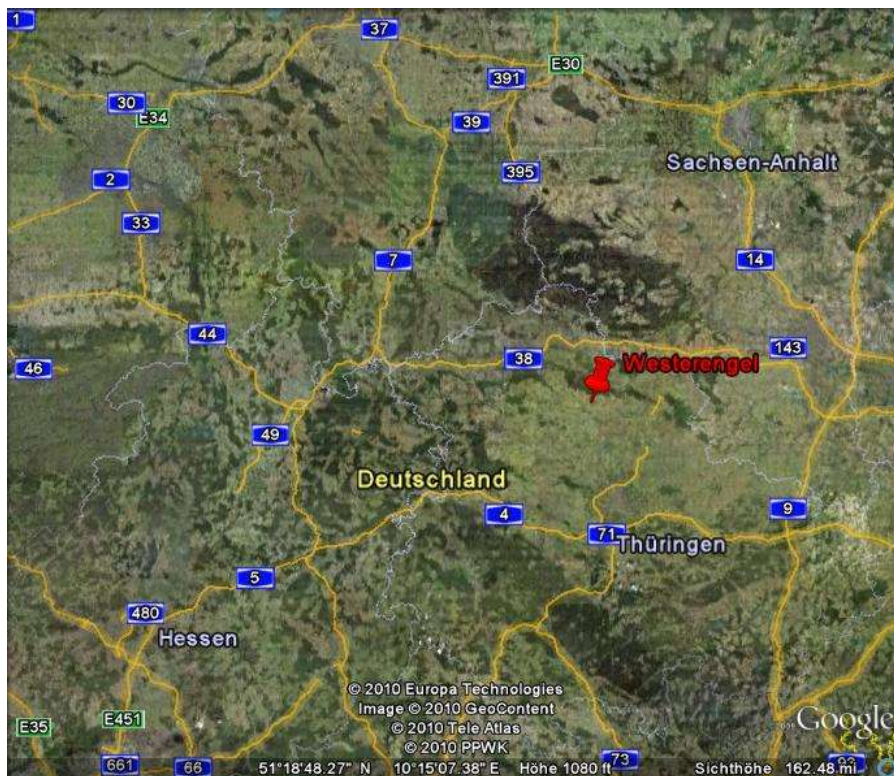


Abb. Versuchsstandort Westerengel in Nordthüringen

Der Geschäftsführer, Herr Wickenhagen, ist bekannt für seine Aufgeschlossenheit gegenüber Innovationen.



Geschäftsführer,
Mathias Wickenhagen,
der Agrar GmbH
Westerengel

Tab.: Standortcharakteristik

Angaben zum Standort	Westerengel
Höhe über NN	325 m
Langjährige Jahresdurchschnittstemperatur	7,6 °C
mittlere Niederschlagsmenge	557 mm
Bodenentstehung	Kalksteinverwitterungs- böden (V ₂)
Bodenform	Löss-Rendzina
Bodenart	Lehm
Ackerzahl	60-65

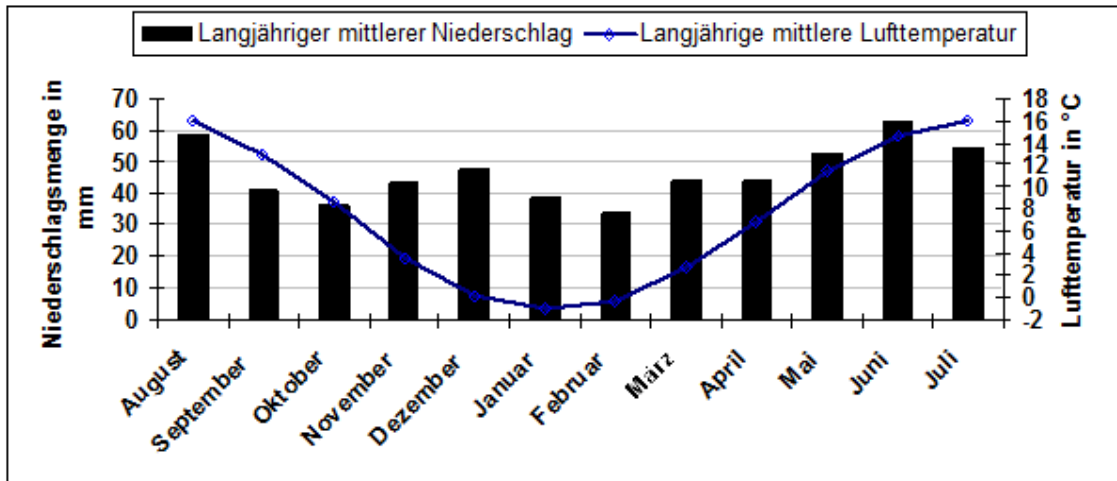


Abb.: Durchschnittliche Temperatur und Niederschläge des Standorts

3.2 Anlage der Versuchspartellen

Es wurden zwei Parzellen angelegt. Die größere Parzelle mit ca. 20 ha als Hauptversuch in der Sorte Excalibur und eine Ersatzparzelle mit ca. 10 ha der Sorte Visby.



Versuchsstandort mit Sorte Excalibur



Versuchsstandort mit Sorte Visby

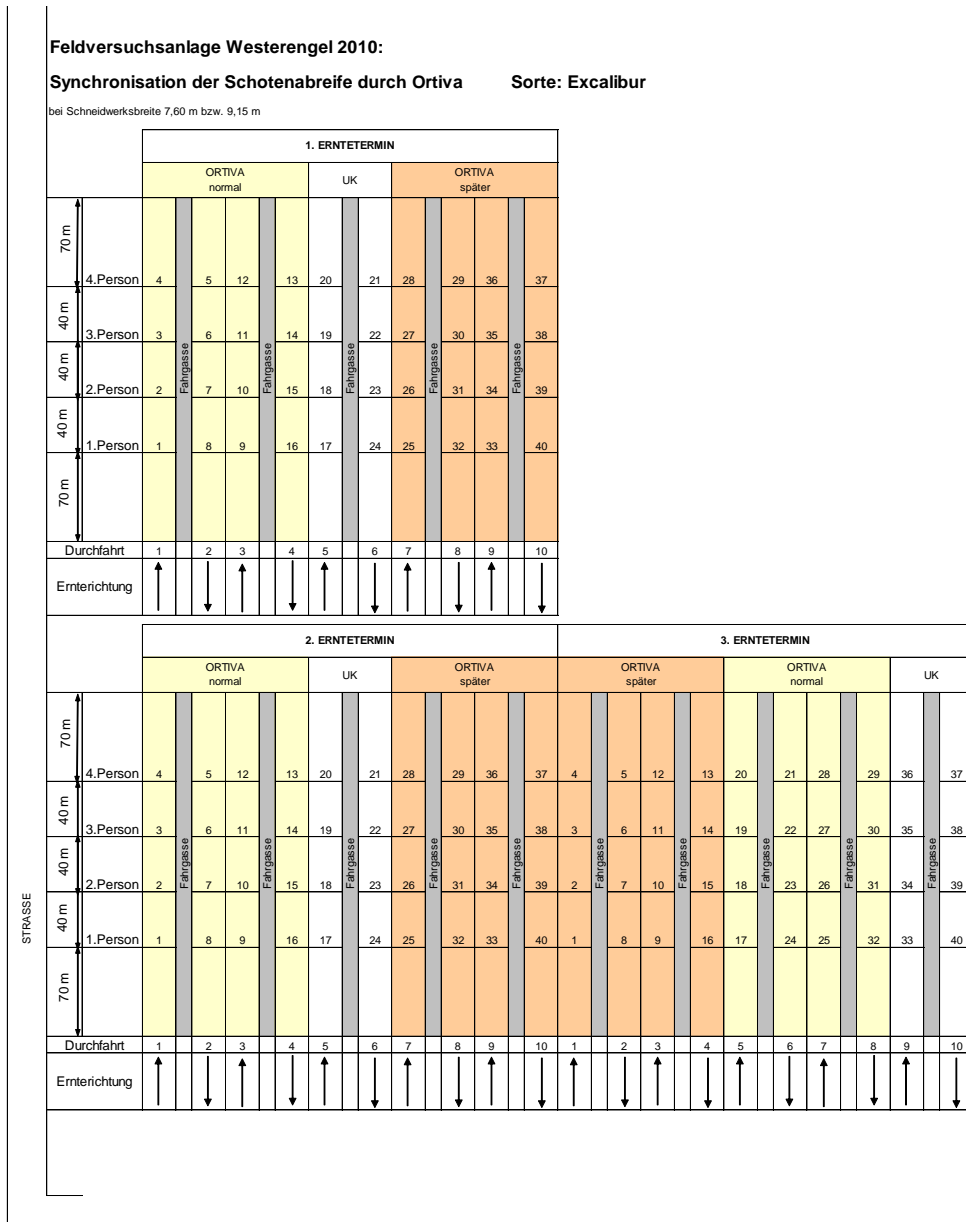


Abb.: Feldversuchsplan; Standort mit Sorte Excalibur

Feldversuchsanlage Westerengel 2010:

Synchronisation der Schotenabreife durch Ortiva Sorte: Visby

bei Schneidwerksbreite 7,60 m bzw. 9,15 m

		2. ERNTETERMIN						3. ERNTETERMIN						1. ERNTETERMIN						
		ORTIVA Doppelbehandlung		ORTIVA Einfachbehandlung		UK		UK		ORTIVA Einfachbehandlung		ORTIVA Doppelbehandlung		UK		ORTIVA Einfachbehandlung		ORTIVA Doppelbehandlung		
80 m	1. Person	1	8	9	16	17	24	24	17	16	9	8	1	24	17	16	9	8	1	
	50 m	2	Fahrigasse	7	10	15	18	23	23	Fahrigasse	18	15	Fahrigasse	10	7	Fahrigasse	2	23	18	15
	50 m	3	Fahrigasse	6	11	Fahrigasse	14	19	Fahrigasse	22	22	Fahrigasse	19	14	Fahrigasse	11	6	Fahrigasse	3	
	50 m	4	4	5	12	13	20	21	21	20	13	12	5	4	21	20	13	12	5	4
80 m	Durchfahrt	1	2	3	4	5	6	6	5	4	3	2	1	6	5	4	3	2	1	
	Ernterichtung	↓		↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	

Abb.: Feldversuchsplan; Standort mit Sorte Visby

Die Parzellen wurden so angelegt, dass 3 aufeinanderfolgende Termine der Beerntung möglich waren.

3.3 Einmessen und vorbereiten der Parzellen

Im Frühjahr wurden die Parzellen mit Hilfe eines Geodäten zentimetergenau eingemessen und exakt abgesteckt.



Exaktes Ausmessen mit Geodät

Bei der Leistungs- und Verlustmessung im Mähdrusch müssen 4 Versuchspersonen bei jeder Durchfahrt Prüfschalen im Feld ablegen. Diese Ablageplätze wurden ebenfalls eingemessen und mehrmals freigeschnitten.



Freilegen der Prüfschalenablageplätze



Trennen der Parzellen mit unterschiedlichen Beerntungsterminen

3.4 Behandlung der Parzellen

Hauptversuch:

Im Hauptversuch wurden 3 Behandlungsvarianten angelegt:

- Unbehandelte Kontrolle
- Ortiva in beginnender Vollblüte
- Ortiva in abgehender Vollblüte

Eine Blütenbehandlung fand zum betriebsüblichen Termin statt. Die zweite Variante erfolgte 9 Tage später, um die Auswirkungen einer späten Behandlung auf den Abreifeverlauf zu ermitteln.

Nebenversuch:

Im Nebenversuch wurden ebenfalls 3 Behandlungsvarianten angelegt:

- Unbehandelte Kontrolle
- Einfachbehandlung: Ortiva in beginnender Vollblüte
- Doppelbehandlung: Ortiva in beginnender Vollblüte sowie in später abgehender Vollblüte.

Da der Hauptversuch sicher war (keine Mäuse oder andere Probleme) war im Nebenversuch Platz für eine Sondervariante. Hier wurde neben der betriebsüblichen Einfachbehandlung auch eine Doppelvariante gefahren. Die Erstbehandlung erfolgte in der beginnenden Vollblüte und die Doppelbehandlung nochmals 19 Tage später. Auch wenn diese Variante nicht praxisüblich ist, war es interessant, ob sich eventuelle Effekte herausarbeiten lassen.

1. Spritztermin (09.05.2010)



2. Spritztermin (21.05.2010)



3. Spritztermin (28.05.2010)

Hier liegen keine Fotos vor.



Tab.: Boniturmerkmale und Termine

Boniturmerkmale	Boniturtermine											
	21. 05.	26. 06.	02. 07.	07. 07.	09. 07.	10. 07.	12. 07.	14. 07.	15. 07.	16. 07.	19. 07.	21. 07.
Schotenanzahl je Pflanze [an 5 Pflanzen á 5 x je Variante]							X					
Schotentragende Triebe je Pflanze [an 5 Pflanzen á 5 x je Variante]	X						X					
Pflanzenzahl je m ² [nach der Ernte; 4 x 1 m ² je Variante]												
Anteil grüner Schoten in oberer, mittlerer, unterer Schotendecke (%) [1 m ² an 10 Stellen je Variante]					X	X			X	X	X	X
Wuchshöhe [an 5 Stellen je Variante]									X	X		
Befallshäufigkeit (Pfl.) und Befallsstärke (%) von Phoma [10 Pflanzen an 10 Stellen je Variante]					X	X			X	X		
Befallshäufigkeit (Pfl.) und Befallsstärke (%) von Sklerotinia [10 Pflanzen an 10 Stellen je Variante]					X	X			X	X		
Befallshäufigkeit (Pfl.) und Befallsstärke (%) von Verticillium [10 Pflanzen an 10 Stellen je Variante]												
Anzahl der Ausfallschoten [1 m ² an 10 Stellen je Variante]												
Anzahl der Gummischoten [5 Pflanzen an 10 Stellen je Variante]												
Chlorophyllgehalt der Schoten mit N-Tester [je 90 Schoten aus oberer, mittlerer, unterer Schotendecke je Variante]		X	X		X		X	X				
Chlorophyllgehalt der Körner mit N-Tester [je 90 Körner aus oberer, mittlerer, unterer Schotendecke je Variante]		X	X									
Trockensubstanzbestimmung				X	X		X	X		X	X	X
Anteil grüner Stängel je m ² nach Beerntung [1 m ² an 4 Stellen je Variante]												
Lageranteil (%) [Einschätzung zum jeweiligen Beerntungstermin]												



Tab.: Boniturmerkmale und Termine

Boniturmerkmale												
	22. 07.	23. 07.	25. 07.	30. 07.	31. 07.	01. 08.	02. 08.	09. 08.	10. 08.	11. 08.	20. 08.	21. 08.
Schotenanzahl je Pflanze [an 5 Pflanzen á 5 x je Variante]												
Schotentragende Triebe je Pflanze [an 5 Pflanzen á 5 x je Variante]												
Pflanzenzahl je m ² [nach der Ernte; 4 x 1 m ² je Variante]	X	X		X	X	X				X		X
Anteil grüner Schoten in oberer, mittlerer, unterer Schotendecke (%) [1 m ² an 10 Stellen je Variante]	X	X		X	X			X	X			
Wuchshöhe [an 5 Stellen je Variante]								X	X		X	
Befallshäufigkeit (Pfl.) und Befallsstärke (%) von Phoma [10 Pflanzen an 10 Stellen je Variante]												
Befallshäufigkeit (Pfl.) und Befallsstärke (%) von Sklerotinia [10 Pflanzen an 10 Stellen je Variante]						X				X		X
Befallshäufigkeit (Pfl.) und Befallsstärke (%) von Verticillium [10 Pflanzen an 10 Stellen je Variante]						X				X		X
Anzahl der Ausfallschoten [1 m ² an 10 Stellen je Variante]					X			X	X		X	
Anzahl der Gummischoten [5 Pflanzen an 10 Stellen je Variante]	X	X		X	X			X	X			
Chlorophyllgehalt der Schoten mit N-Tester [je 90 Schoten aus oberer, mittlerer, unterer Schotendecke je Variante]												
Chlorophyllgehalt der Körner mit N-Tester [je 90 Körner aus oberer, mittlerer, unterer Schotendecke je Variante]												
Trockensubstanzbestimmung			X	X			X	X			X	
Anteil grüner Stängel je m ² nach Beerntung [1 m ² an 4 Stellen je Variante]						X				X		X
Lageranteil (%) [Einschätzung zum jeweiligen Beerntungstermin]					X				X		X	





3.6 Chlorophyllgehalt der Schoten und Körner

Um den Abreifeverlauf der Schoten in den jeweiligen Varianten festzustellen, wurde eine subjektive Bonitur vorgenommen. Diese Bonitur sollte durch technische Messungen unterstützt und abgesichert werden. Dazu wurde der N-Tester der Fa. Agri Con genutzt, um einen Wert für den Chlorophyllgehalt zu erhalten.

In bestimmten zeitlichen Abständen wurden Schoten aus der oberen, mittleren sowie unteren Etage gepflückt. Die Schoten wurden geöffnet und die Körner entnommen. Anschließend wurden jeweils dreißig Schotenhälften mit dem N-

Tester „geknipst“ bis ein Wert angezeigt wurde. Dies wurde dreimal in jeder Variante wiederholt, so dass je Variante und Schotenetage 90 Schoten getestet wurden. Der N-Tester kam solange zum Einsatz bis der angezeigte Wert bei Null blieb.

Anfangs wurden die Körner probeweise „geknipst“, hier ergaben sich jedoch keine plausiblen Werte.



Schoten aus den Etagen pflücken



Je Variante und Schotenetage:
100 Schoten



Trennen der Schoten und Körner



Messung des Chlorophyll-
gehalts der Körner



Messung des Chlorophyll-
gehalts der Schoten

3.7 Spektralanalyse

Wenn Schoten durch bestimmte Behandlungen später abreifen, müsste dies am Chlorophyllgehalt nachweisbar sein. Da man beim N-Tester nicht genau weiß, was der angezeigte Wert tatsächlich abbildet, wurde mit der Friedrich Schiller Universität in Jena Kontakt aufgenommen. Das Institut für Geoinformatik und Fernerkundung verfügt über ein Spektrometer, welches für eine begrenzte Anzahl von Proben zur Verfügung gestellt wurde.



Dr. Hese untersucht
die Probenauswahl



Spektrometer der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Für einen Test wurden am 21. Juli 2010 Schoten aus den oberen Etagen der Behandlungsvarianten gepflückt und die Unterschiede in der Chlorophyll- und Wasserabsorption ermittelt.

3.8 Yara N-Sensor zur Biomasseermittlung

Über die subjektive Bonitur der grünen Schoten innerhalb der Etagen waren die Abreifeunterschiede in den Varianten wahrnehmbar. Durch Einsatz des Yara N-Sensors sollte die Biomasse in den unterschiedlichen Behandlungsvarianten sichtbar gemacht werden.

Dazu wurde der N-Sensor auf das Dach der Hochradspritze montiert und in etwa wöchentlichen Abständen durch die Varianten gefahren und eine Biomassekarte erstellt. Trotz der Überfahrverluste im Raps hat sich der Betrieb dazu bereit erklärt.

Durchfahrtermine: 02. Juli 2010
09. Juli 2010
14. Juli 2010
22. Juli 2010
30. Juli 2010



Überfahrt 02.07.2010



Überfahrt 09.07.2010



Überfahrt 14.07.2010



Überfahrt 30.07.2010

3.9 Überflug für Foto- und Infrarotaufnahmen

Beim Übergang von der Gelb- in die Grünreife kann man mögliche Reifeunterschiede auch aus der Luft beurteilen.

Am 14. Juli 2010 wurden die Versuchspartellen überflogen und fotografiert.



Überflug der Parzellen am 14.07.2010

Etwa 10 Tage später erfolgte eine Infrarotaufnahme der Parzellen aus der Luft.

3.10 Messung der Schotenfrischmasse

Abreifeunterschiede zeigen sich nicht nur im Chlorophyllgehalt der Schoten, sondern auch in der Frischmasse. Ab 26. Juni 2010 wurden im Rhythmus von 2 – 3 Tagen, sofern es die Niederschlagsverhältnisse zuließen, Schoten aus der oberen, mittleren und unteren Etage gepflückt und im Trockenschrank 2 Tage lang bei ca. 50 °C getrocknet. Anschließend wurde aus der Differenz der Frisch- sowie Trockenmasse der Feuchtigkeitsanteil festgestellt.



Feststellung der Trockenmasse der Schoten

3.11 Ausfalltester

Das Ziel des Feldversuches bestand unter anderem darin, herauszufinden, ob durch eine Behandlung mit Ortiva die Abreife synchronisiert werden kann und ob sich die Platzfestigkeit der oberen Schoten erhöht. Man kann die Platzfestigkeit der Schoten über den zunehmenden Ausfall bei längerer Standzeit bonitieren. Mitunter tritt jedoch der Ausfall nicht auf (sortenbedingt, witterungsbedingt o.a.). Deshalb wurde eine Vorrichtung gebaut, die die Schoten einer mechanischen Belastung aussetzt. Die Platzfestigkeit bzw. Ausfallneigung wurde in jeder Variante in den drei Schotenetagen ermittelt. Je 50 Schoten wurden zusammen mit zwei Golfbällen in ein Glas gelegt und eine Minute einer definierten Drehbewegung ausgesetzt. Im Glas befanden sich zwei

Stege, die die Golfbälle bei jeder Drehbewegung ein Stück anheben und dann auf die Schoten fallen lassen. Für jede Variante und Schotenetage wurde die Beprobung dreimal wiederholt. Die aufgeplatzten Schoten wurden anschließend gezählt.



Praktikermethode zur Feststellung der Aufplatzgefahr



3 x 50 Schoten je Variante
wurden beprobt



Zwei Golfbälle erhöhen die
mechanische Belastung



Für jeweils 1 Minute werden die Schoten mit den Golfbällen im Glas mittels Rollen gedreht



Die aufgeplatzten Schoten werden aussortiert



Die Mittellamellen zeigen die Anzahl der aufgeplatzten Schoten



Ausfalltests bedeuten einen enormen Aufwand

3.12 Beerntung der Varianten

Drei Erntetermine

Die Blütenbehandlung bringt neben der Gesunderhaltung noch weitere physiologische Vorteile mit. So erhöht sie die Platzfestigkeit der Schoten. Das ist wiederum eine Voraussetzung für ein längeres Stehenlassen des Rapses, um das mögliche Ertragspotential auszuschöpfen. Gewöhnlich platzen die

oberen Schoten auf, während die unteren Schoten noch nicht reif sind. Mit der Blütenbehandlung kann man eine Synchronisation der Schotenabreife in den Etagen erzielen. Um das mögliche Aufplatzen der Schoten sowie die ertraglichen Veränderungen über eine längere Standzeit zu beobachten, wurden die Varianten zu drei Terminen beerntet.

1. Erntetermin:	betriebsüblich	31.07.2010
2. Erntetermin:	10 Tage später	10.08.2010
3. Erntetermin:	20 Tage später	20.08.2010

Die Erntetermine wurden bewusst mit großem Abstand gewählt, um die Platzfestigkeit bzw. andere Gegebenheiten zu beobachten, die sich aus der unterschiedlichen Vitalität mitunter erst später zeigen.

Ermittlung von Korn- und Ölertrag

Es war interessant zu sehen, ob sich Unterschiede im Korn- und Ölertrag innerhalb der Varianten ergeben und wie sich die Erträge im Verlaufe einer längeren Standzeit mit drei Ernteterminen verändern.

Die Varianten wurden im Kerndrusch beerntet und der Ertrag separat ermittelt. Aus jeder Variante wurden zwei Proben gezogen, die auf Kornfeuchte und Ölgehalt untersucht wurden.



Beerntung der Versuchspartzen im Kerndrusch



Separates Abbunkern und Wiegen



Zwei Probenahmen je Variante



Bestimmung von Kornfeuchte und Ölgehalt im Labor

Ermittlung von Mähdrescherleistung und –Verlust sowie Kraftstoffverbrauch beim Drusch

Es wurde vermutet, dass eine unterschiedliche Vitalität innerhalb der Varianten auch zu einer anderen Druscheignung führen wird. Um dies zu testen, wurden in jeder Durchfahrt 4 Versuchstechniker in den zuvor freigeschnittenen Löchern platziert. Dort wurden 3 Prüfschalen abgelegt, um das aus dem Mähdrescher herausfallende Stroh-Spreugemisch mit den Verlusten aufzufangen.



Aufsuchen der Standplätze



Ausrichten der Versuchstechniker
für eine gerade Durchfahrt

Nach jedem Passieren der drei Verlustprüfschalen wurde die Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers in festgelegten Stufen angehoben und für den nächsten 50 m Abschnitt beibehalten. Das heißt, die Versuchsstrecke wurde mit abschnittsweise steigender Fahrgeschwindigkeit durchfahren, um eine Leistungs-Verlust-Kurve zu ermitteln.



Versuchstechniker auf
seinem Standplatz



Auslegen von 3 Verlust-
prüfschalen



Absacken des Stroh-
Verlustgemisches

Der Kraftstoffverbrauch ist ein guter Anzeiger für eine leichte oder schwere Beerntbarkeit. Es gibt elektronische Durchflußmessgeräte, um Kraftstoffverbräuche zu messen. Diese sind für Versuche jedoch zu ungenau. Deshalb wurde per Messbecher nachgelitert.



Versuchsmähdrescher John Deere T 560 i (Schüttlersystem)

Um den Kraftstoffverbrauch in den Durchfahrten vergleichbar zu machen, wurde jeweils der gleiche Weg zurückgelegt und ebenso eine gleiche Wende- und Wartezeit per Stoppuhr eingehalten.



Nachlitern bei jeder Variante



Einhaltung gleich langer Wartezeiten



Die Fa. John Deere stellte in großzügiger Weise den Versuchsmähdrescher über den gesamten Zeitraum der drei Erntetermine zur Verfügung. So war man in der Wahl der Erntetermine sehr flexibel, was gerade in diesem Erntejahr, mit hohen Niederschlägen, außerordentlich wichtig war. Mit Hilfe des Versuchsmähdreschers musste nicht auf die betriebseigene Technik zurückgegriffen werden und hat allen Partnern viel Stress erspart.

4. Produktionstechnische Maßnahmen

Vorfrucht auf beiden Versuchsflächen war Durumweizen. Nach der Ernte erfolgte der Stoppelsturz. Die Grundbodenbearbeitung wurde mit dem Pflug durchgeführt. Die Saatbettbereitung erfolgte mit einer Kurzscheibenegge von Amazone.

Tab.: Produktionstechnische Maßnahmen

Maßnahme	Datum	Geräte
Stoppelbearbeitung	10.08.2009	Kurzscheibenegge Amazone
Grundbodenbearbeitung	19.08.09/20.08.2009	Beetpflug Kverneland
Saatbettbereitung	21.08.2009	Kurzscheibenegge Amazone
Aussaat	24.08.09/25.08.2009	Sämaschine Horsch Pronto
Walzen	25.08.2009	Walze Dalbo Maxirol

Die Düngung am Versuchsstandort erfolgte mit einem Schleuderdüngerstreuer. Dieser wurde durch einen Yara N-Sensor gesteuert, sodass eine teilflächenspezifische Stickstoffdüngung realisiert werden konnte. Die eingesetzten Düngemittel sowie deren Ausbringungstermine sind der Tabelle zu entnehmen. Weiterhin sind die aus Bodenuntersuchungen festgestellten Nährstoffgehalte an Phosphor, Kalium und Magnesium aufgeführt.

Tab.: Düngung

Düngung	Visby	Excalibur
N-Düngung	05.03.10 2,0 dt/ha KAS 22.03.10 2,5 dt/ha SSA 14.04.10 2,0 dt/ha Harnstoff-Piagran	19.08.09 2,5 dt/ha PK-Dünger 04.03.10 2,0 dt/ha KAS 23.03.10 2,5 dt/ha SSA 14.04.10 2,0 dt/ha Harnstoff-Piagran
N gesamt	198,5 kg N/ha	216 kg N/ha
P-Düngung		21.10.09 3,1 dt/ha Superphosphat 40

Tab.: Nährstoffuntersuchung

Nährstoffuntersuchung	Visby	Excalibur
Phosphor (0-30 cm)	7,8 mg/100 g Boden	5,3 mg/100 g Boden
Kalium (0-30 cm)	29,2 mg/100 g Boden	18,9 mg/100 g Boden
Magnesium (0-30 cm)	19,7 mg/100 g Boden	16,1 mg/100 g Boden
pH - Wert	7,2	6,8

Die Applikation der Pflanzenschutzmittel erfolgte durch eine selbstfahrende Pflanzenschutzspritze von Tecnomat. Für die Blütenbehandlung in den einzelnen Varianten wurde ausschließlich das Fungizid Ortiva verwendet.

(weitere Details siehe Anlage 13)



5. Vegetationsverlauf 2009/2010

Nach der Aussaat beider Sorten, Ende August, konnte sich der Raps auf Grund der günstigen Herbstbedingungen, verbunden mit hohen Niederschlägen im September, die über dem langjährigen Mittelwert lagen, bis Oktober gut entwickeln. Durch die ebenso erhöhten durchschnittlichen Monatstemperaturen im August und September war zu befürchten, dass die Bestände schon vor Wintereinbruch die Schossphase erreichten. Der Temperatureinbruch in der zweiten Oktoberdekade kam gerade noch rechtzeitig, damit sich die Bestände nicht überwuchsen. Ende Oktober stiegen die Temperaturen wieder deutlich an und die Vegetation blieb über November bis Anfang Dezember in Gang. Der Winter 2009/2010 war durch eine lange Kälteperiode gekennzeichnet. Anfang Januar war eine geschlossene Schneedecke vorhanden, die bis etwa Ende Februar erhalten blieb. Die Temperaturen der Wintermonate lagen deutlich unter dem langjährigen Mittel. Die Vegetation setzte etwa Mitte März ein und führte zu einer guten Entwicklung der Bestände in den Versuchsanlagen. Ab April setzte jedoch eine Trockenperiode ein, die in dem gesamten Monat andauerte und weniger Niederschlag als im langjährigen Mittel brachte. Der Mai war geprägt durch eine kühle, feuchte Witterung, mit hohen Niederschlägen. Dadurch kam es zu einer verlängerten Blütephase der Bestände, die bis Ende Mai anhielt. Ab der zweiten Junidekade setzte trockenes Wetter mit hohen Temperaturen ein, das bis zum Ende der zweiten Julidekade andauerte. Die Niederschlagsmenge im Juni war mit 16,9 mm deutlich unter dem 30 jährigen Mittel von 63,1 mm.



Hohe Temperaturen und
Trockenheit im Juni/Juli

Höhere Niederschläge über die gesamte
Erntezeit

Auf Grund der wasserhaltenden Eigenschaft des Bodens, konnten die Bestände die trockene Phase in der Fruchtentwicklung gut kompensieren, jedoch erfolgte durch die langanhaltenden, hohen Temperaturen eine etwas beschleunigte Abreife.

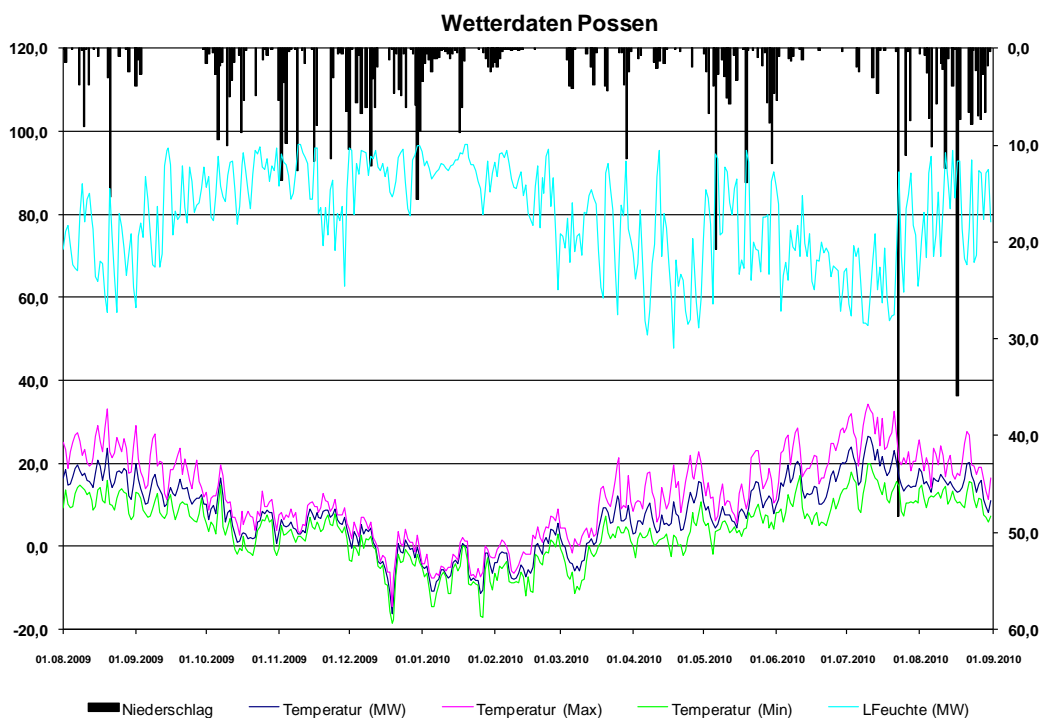


Abb.: Witterungsdaten 2009/2010 am Versuchsstandort



Die verwendeten Wetterdaten entstammen der Wetterstation Kirchengel/Possen. Die Jahresdurchschnittstemperatur lag im Versuchsjahr mit 8,6 °C etwa ein Grad über den langjährigen Durchschnitt. Mit 569 mm fiel für diesen Standort eine durchschnittliche Niederschlagsmenge.

Die Rapsernte begann lokal Ende der zweiten Julidekade. Sie wurde immer wieder durch Niederschläge unterbrochen und dauerte bis etwa Ende August an [Entrich 2010].

6. Sortencharakteristika

Die Sorten der Versuchsstandorte weisen bestimmte charakteristische Eigenschaften auf:

Tab.: Sortencharakteristika von Excalibur und Visby

Sorte:	Excalibur	Visby
Pflanzenlänge ⁽¹⁾	4	5
Blühbeginn ⁽²⁾	2	3
Reife ⁽²⁾	4	4
Kornertrag ⁽³⁾	9	9
TKM ⁽³⁾	5	5
Ölgehalt ⁽³⁾	7	6
Lagerneigung ⁽⁴⁾	3	3
Phomaanfälligkeit ⁽⁴⁾	5	4
Sclerotiniaanfälligkeit ⁽⁴⁾	5	5
Mulchsaateignung ⁽⁵⁾	+++	+++

(1) 1 = sehr kurz, 5 = mittel, 9 = sehr lang

(2) 1 = sehr früh, 5 = mittel, 9 = sehr spät

(3) 1 = sehr niedrig, 5 = mittel, 9 = sehr hoch

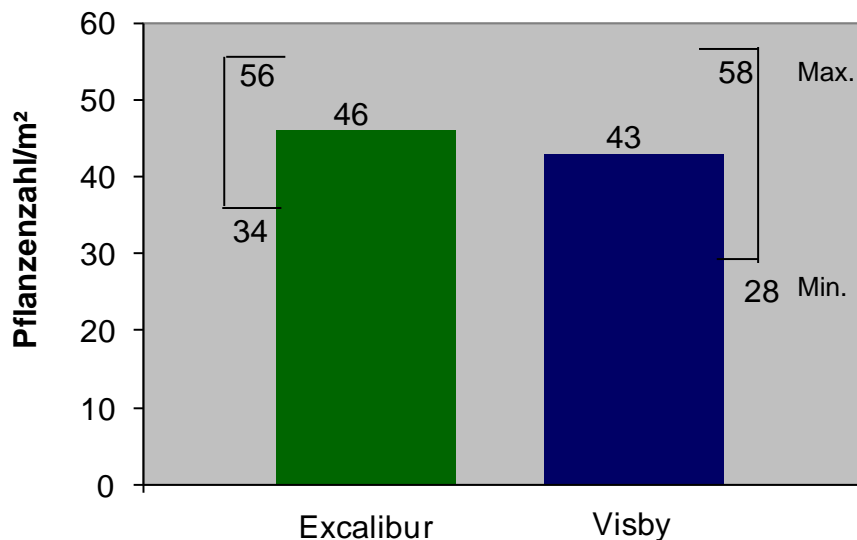
(4) 1 = sehr gering, 5 = mittel, 9 = sehr stark

(5) +++ = sehr gut geeignet, ++ = geeignet, + = bedingt geeignet

7. Bewertung der Boniturergebnisse

7.1 Anzahl der Pflanzen je Quadratmeter

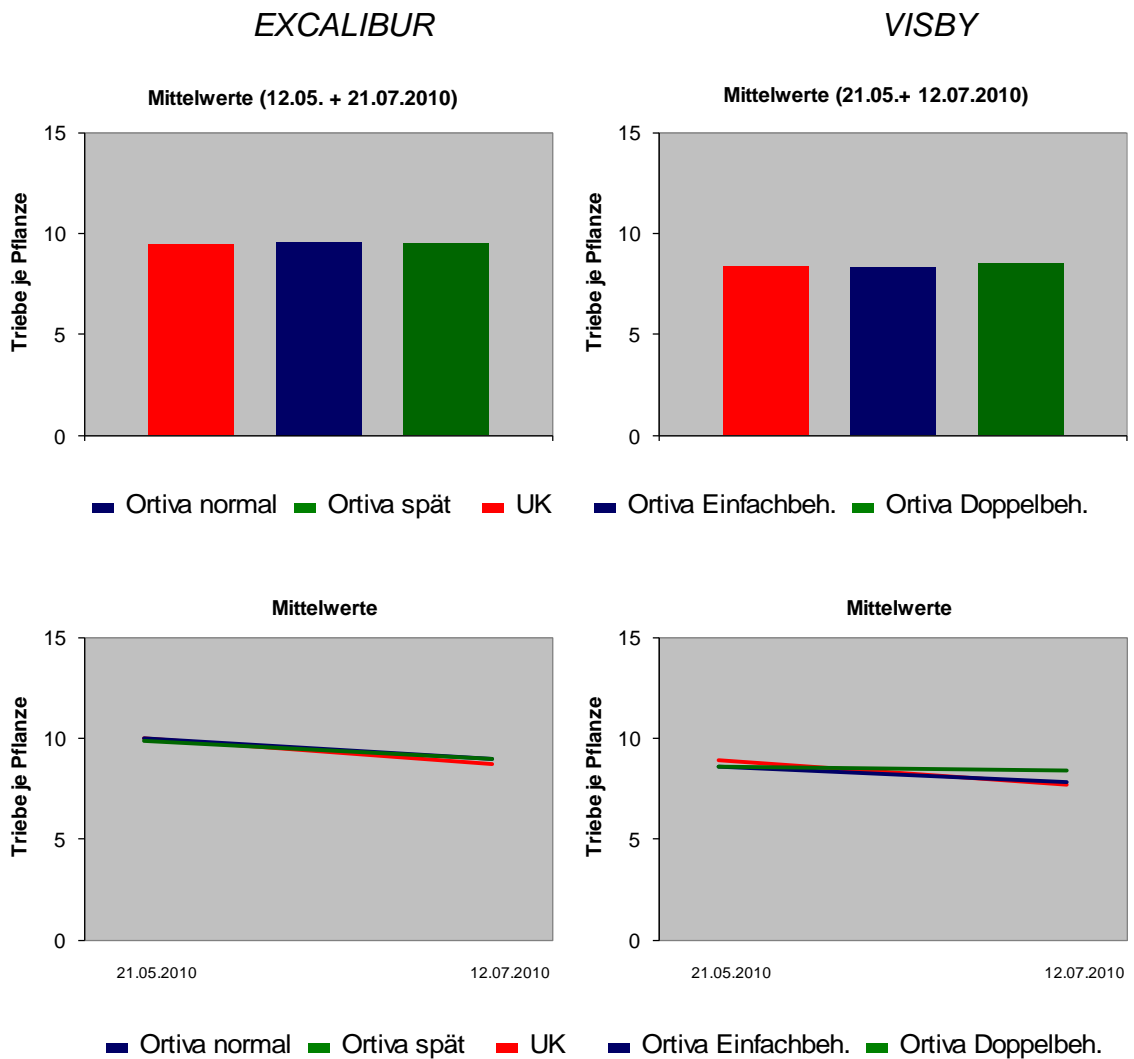
Die Anzahl der Pflanzen je Quadratmeter sowie der Schoten je Pflanze wurden ermittelt, um im Falle von Ausfall eine monetäre Bewertung der Varianten vornehmen zu können.



Die Blütenbehandlung hat keinen Einfluss auf die Pflanzenzahl je Quadratmeter. Zu diesem Zeitpunkt ist der Bestand bereits etabliert. Excalibur stand etwas dichter und gleichmäßiger, Visby etwas ungleichmäßiger, was auf größere Bodenunterschiede zurückzuführen ist.

7.2 Schotentragende Triebe je Pflanze

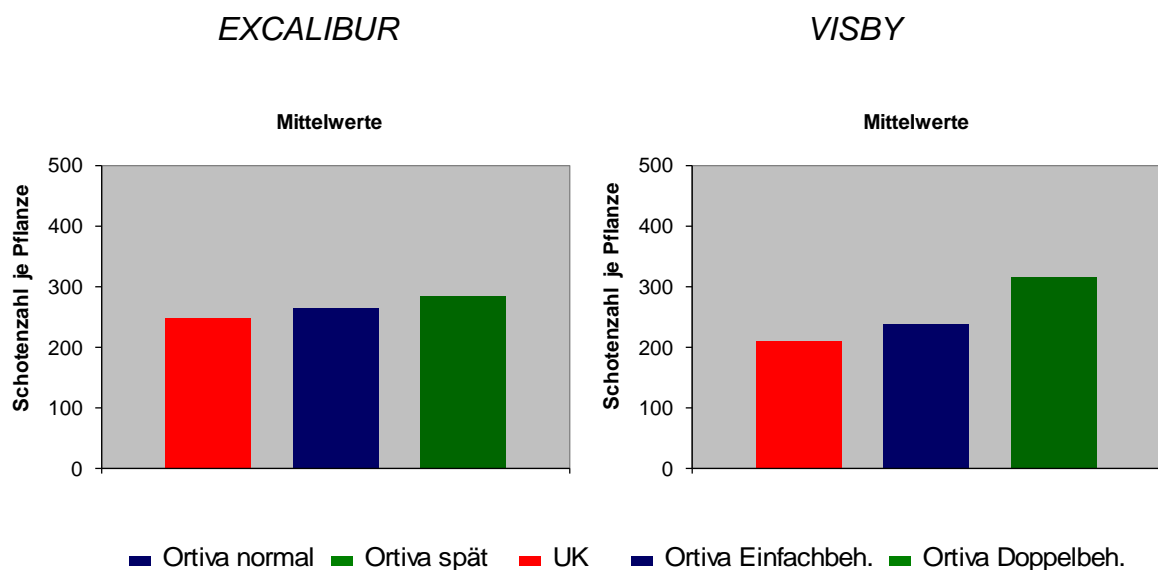
Auf die Anzahl der Triebe hatte die Blütenbehandlung keinen Einfluss. Sie bleibt im Gesamtdurchschnitt über alle Varianten gleich.



Die Triebe wurden jedoch von der ersten zur zweiten Bonitur innerhalb von drei Wochen leicht reduziert.

7.3 Anzahl der Schoten je Pflanze

Die Anzahl der Schoten hat sich innerhalb der Varianten unterschieden. Der Boniturumfang war jedoch nicht hoch genug, um diese Werte statistisch abzusichern.



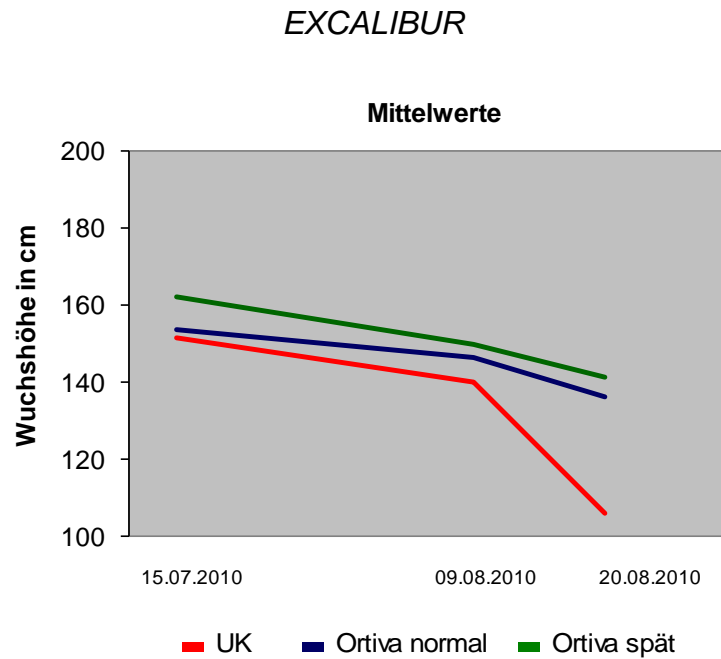
Im Zeitraum der Blüte werden Schotenzahl je Pflanze und Samenzahl je Schote ausgeprägt. Innerhalb der Blühphase wird die ertragsbestimmende Schotenzahl gebildet [Diepenbrock et al. 2009].

Von den gebildeten Knospen an den einzelnen Trieben entwickeln sich nur ungefähr 10 bis 20 % zu fertilen Blüten. Von diesen befruchtungsfähigen Blüten gehen ca. 50 % kurz vor oder nach der Bestäubung verloren. Dies ist ein normaler Reduktionsprozess. Nach erfolgreicher Befruchtung kommt es zur Schotenentwicklung. Von den gebildeten Schoten wird ebenfalls ein gewisser Teil abgeworfen [Geisler 1988, Entrich 2010].

Die späte Behandlung und die Doppelbehandlung wiesen die höchsten Schotenzahlen auf. Man kann in Erwägung ziehen, dass durch das Azoxystrobin der Schotenabwurf gebremst wird und je später man behandelt umso mehr Blütenanlagen bzw. bereits angesetzte Schoten trifft.

7.4 Entwicklung der Wuchshöhe

Die Verabreichung eines Azoxystrobins zur Blüte greift in den Stoffwechselhaushalt ein, was auch an der Pflanzenlänge erkennbar ist.



Wuchshöhe am 30.07.2010 im Bestand

Ortiva normal

Ortiva spät



Die späte Gabe im Excalibur hatte dabei die höchsten Effekte. Schon vor der Hitzeperiode, die Ende Juni einsetzte, wies diese Variante das größte Längenwachstum auf. Durch den direkten Einfluss der Blütenbehandlung auf den Metabolismus der Pflanze bleibt diese länger vital. Auch nach der Hitzeperiode und bis hin zum dritten Erntetermin am 20. August 2010 bleibt diese erhöhte Vitalität in der Pflanzenlänge sichtbar.

Die unbehandelte Variante und die „normal“ behandelte Variante erschienen bei den Bonituren stets sehr ähnlich. Das kann auch daran liegen, dass der Termin für die „normale“ Blütenbehandlung recht früh in die beginnende Vollblüte gesetzt wurde und die Effekte deshalb nicht so deutlich wurden.

Bis zum ersten Erntetermin, am 31.07.2010 haben alle Parzellen gestanden.

Zum zweiten Erntetermin konnte man in der unbehandelten Variante schon leichtes Lager beobachten. Bei längerer Standzeit, bis zum 20. August 2010, ist die unbehandelte Variante dann voll ins Lager gegangen.



Kein Lager zum ersten Erntetermin bei UK

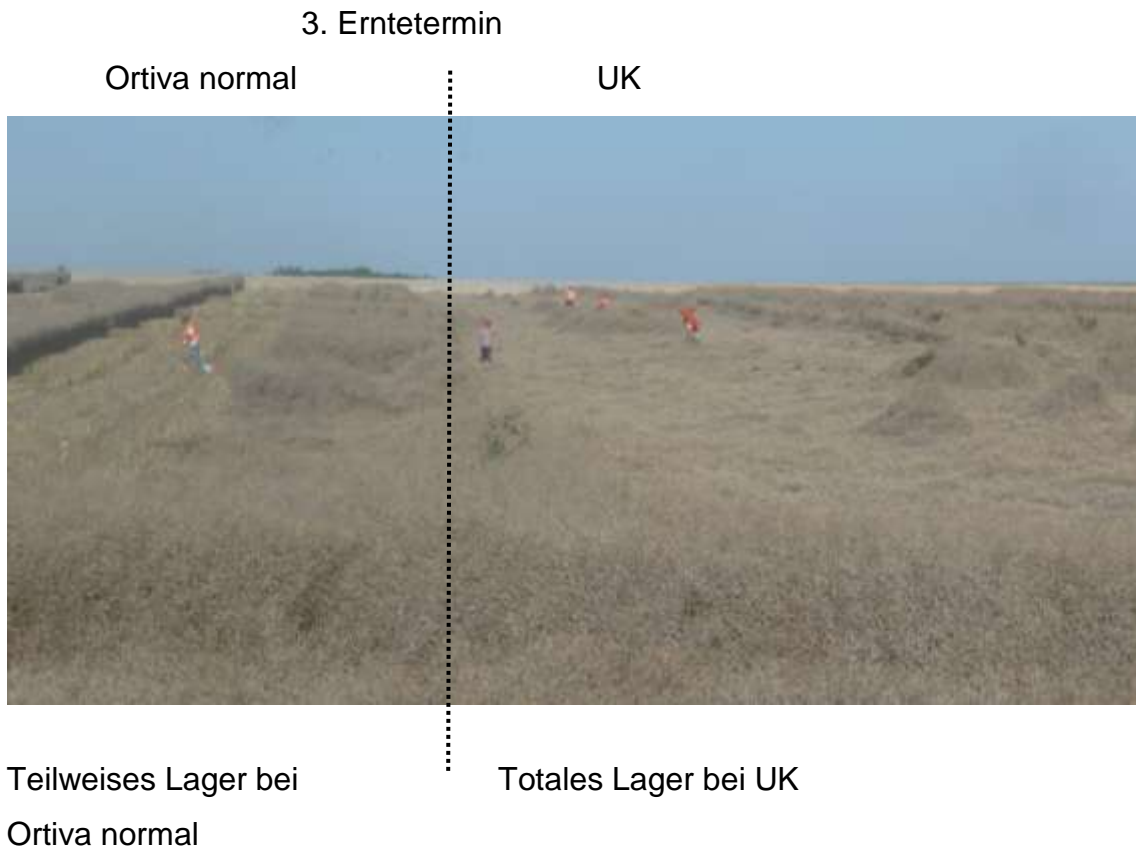


Leichtes Lager zum zweiten Erntetermin bei UK



Totales Lager zum dritten Erntetermin bei UK

Die früh behandelte Variante hat zum zweiten Erntetermin (10. August 2010) noch voll gestanden und erst zum dritten Erntetermin trat teilweise Lager auf.



Tab.: Bonitur des Lageranteils in den Varianten

	EXCALIBUR		
	UK	Ortiva normal	Ortiva spät
	Lageranteil in %		
1. Erntetermin	0	0	0
2. Erntetermin	25	0	0
3. Erntetermin	85	25	5

Die spät behandelte Variante stand dagegen bis zum dritten Erntetermin.



Dritter Erntetermin
UK



Dritter Erntetermin
Ortiva normal



Dritter Erntetermin
Ortiva spät

Das ist ein Ausdruck der erhöhten Vitalität. Sie gibt dem Landwirt mehr Sicherheit, einen späteren Erntetermin zum besseren Ausschöpfen des Ertragspotentials abzuwarten.

Die bessere Vitalität zeigte sich noch deutlicher bei der Fahrgasse. Insbesondere durch die erste Überfahrt mit dem N-Sensor wurden, trotz Selbstfahrer, die Pflanzen zwischen den Rädern leicht niedergedrückt. Im Verlaufe der Standzeit sanken die Pflanzen der unbehandelten Variante in der Fahrgasse am weitesten zusammen, während die Pflanzen in der spät behandelten Variante stehen blieben. Sie hatten die höchste Widerstandskraft gegenüber diesem mechanischen Ereignis.

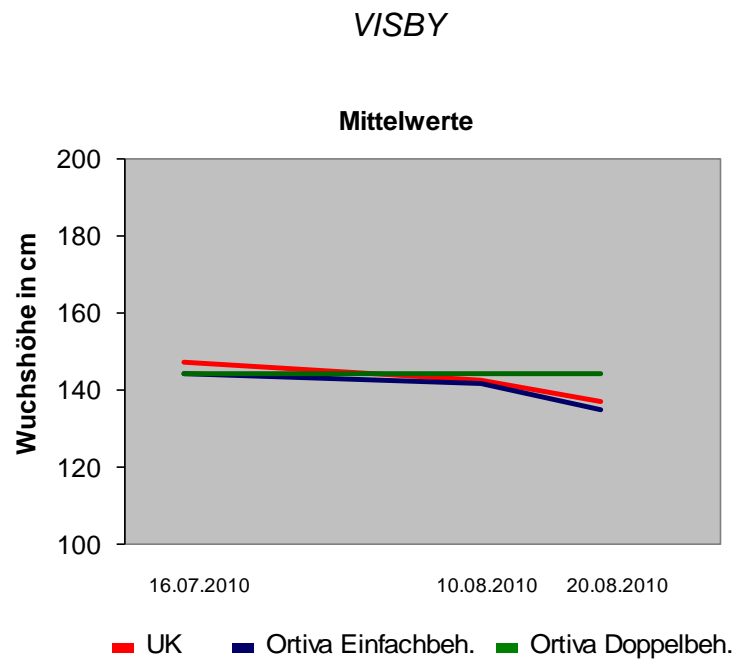
12.07.2010: Wuchshöhe in der Fahrgasse



30.07.2010: Wuchshöhe in der Fahrgasse



Die Ersatzvariante mit der Sorte Visby ist generell nicht so aussagefähig durch die unruhigen Bodenverhältnisse.

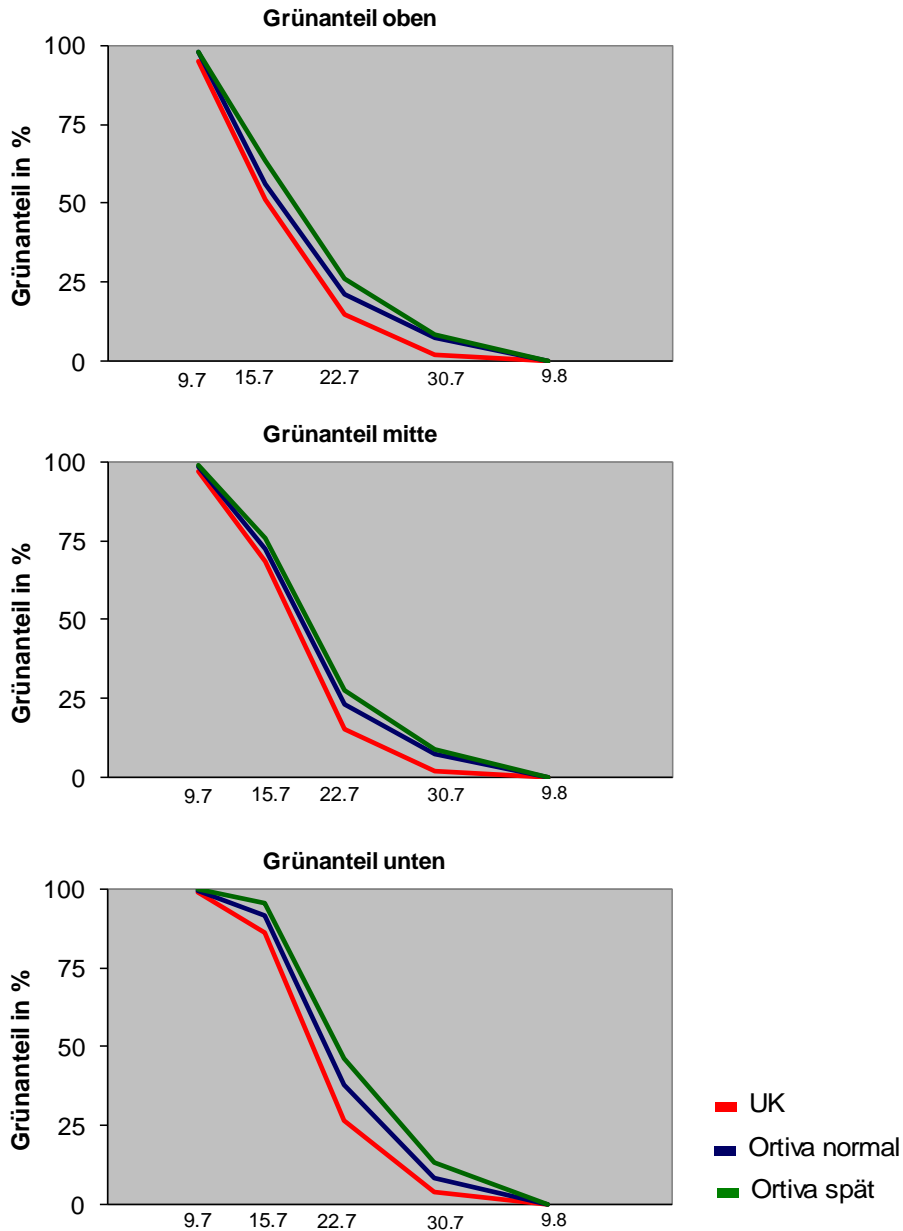


Bei der Doppelbehandlung zeigt sich ebenfalls eine erhöhte Vitalität, wobei sich die Pflanzenlänge bis zum dritten Erntetermin gehalten hat, während die beiden anderen Varianten etwas zusammengesunken sind. Lager trat dagegen bis zum dritten Erntetermin nicht auf.

7.5 Abreife der Schoten

Im Zeitraum Juli / August wurden die Abreife der Schoten bonitiert. Um Unterschiede in den Varianten herauszuarbeiten, wurde der prozentuale Anteil der grünen Schotenfläche jeweils im oberen, mittleren und unteren Schotenpaket erfasst. Diese Bonitur erfolgte durch einen Studenten der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Herr Entrich, der im Rahmen seiner Masterarbeit an diesem Thema arbeitete.

EXCALIBUR

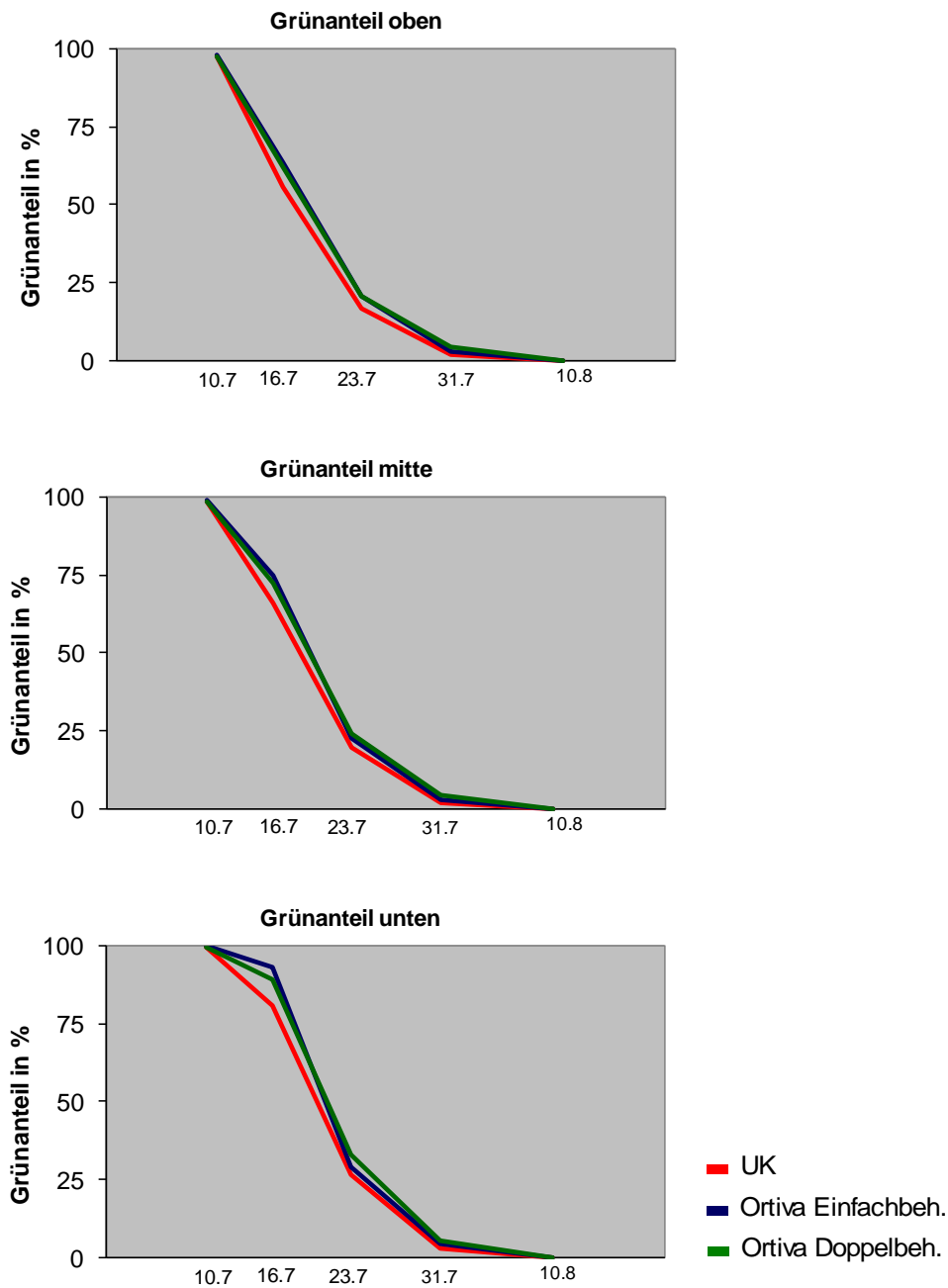


Die erhöhte Vitalität zeigt sich auch im Greeningeffekt bei den Schoten. Bei Applikation von Ortiva im späten Bereich bleiben die Schoten über den gesamten Zeitraum länger grün. Das betraf insbesondere auch die oberen Schoten, so dass sich eine gewisse Reifesynchronisation innerhalb des Schotenpaketes einstellt.



Eine Standzeitverlängerung zur besseren Ausschöpfung des Ertragspotentials bzw. zum Überstehen einer Schlechtwetterperiode ist bei dieser Behandlungsvariante kein Problem. Auch die Einfach- und Doppelbehandlung bei Visby zeigt diese Effekte.

VISBY



Die Abreife des Bestandes wurde neben der Bonitur auch fotografisch begleitet. Hier hat man sich wegen des hohen Zeitaufwandes vornehmlich auf den Hauptstandort mit der Sorte Excalibur gestützt, zumal sich der Zweitversuch mit der Sorte Visby auf nicht so homogenen Standort befand.

Bestandesentwicklung



12.07.2010

UK



Ortiva normal



Ortiva spät



16.07.2010

Alle drei Varianten



Ortiva normal



Ortiva spät



19.07.2010

UK



Ortiva normal



Ortiva spät



19.07.2010

UK

Ortiva normal

Ortiva spät



29.07.2010

UK

Ortiva normal

Ortiva spät



30.07.2010
UK

Ortiva normal

Ortiva spät



09.08.2010
UK

Ortiva normal

Ortiva spät



20.08.2010
UK

Ortiva normal

Ortiva spät

Die Unterschiede in der Abreife waren bis zum dritten Erntetermin sichtbar.
Die Variante mit einer späten Gabe von Ortiva blieb am längsten vital. Die unbehandelte Kontrolle war in der Abreife stets früher, obwohl keine nennenswerten Unterschiede bei der Krankheitsbonitur vorlagen. Die längere Gesunderhaltung ist auf physiologische Nebeneffekte zurückzuführen.

Die höhere Vitalität der normal und besonders der spät behandelten Variante zeigt sich auch in der längeren Assimilation der Schoten.

Abreife der Schoten



09.07.2010



16.07.2010





19.07.2010



21.07.2010



29.07.2010



09.08.2010



09.08.2010



20.08.2010



20.08.2010, Visby

Auch beim Stängel wurde eine unterschiedliche Vitalität beobachtet.

Abreife der Stängel



16.07.2010



19.07.2010



30.07.2010



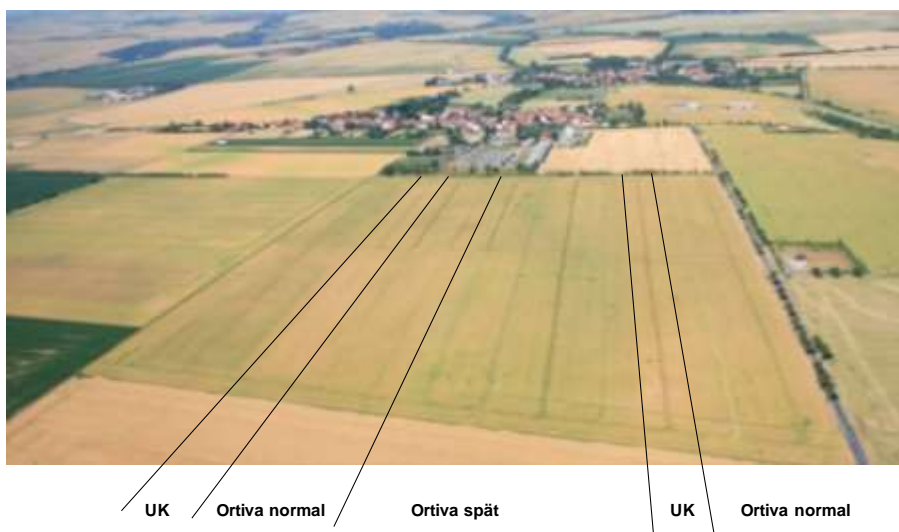
09.08.2010



20.08.2010

7.6 Reifeunterschiede aus der Luft

Beim Übergang von der Grün- in die Gelbreife wurden die Versuchspartellen überflogen und fotografiert, um eventuelle Behandlungsunterschiede sichtbar zu machen. Aus der Luft sind die Behandlungsvarianten ausgezeichnet zu erkennen.





Das was am Boden bonitiert wurde, zeigt sich ebenso deutlich aus der Vogelperspektive.

Die unbehandelte Variante (im Hauptversuch mit Excalibur) sticht mit früherer Abreife hervor, die Ortivabehandlung zur beginnenden Vollblüte ist etwas später und die Ortivabehandlung zur abgehenden Blüte an der dunklen Färbung deutlich sichtbar. Offensichtlich haben die Parzellen mit der späten Behandlung die höchste Vitalität. Obwohl keine Indikation durch Krankheiten zum Behandlungstermin vorlag und die protektive Wirkung quasi verpuffte, haben sich die physiologischen Nebeneffekte eingestellt. Sie äußern sich in verzögerter Abreife mit längerer Assimilation und höherer Leistungsfähigkeit.

7.7 Yara N-Sensor zur Biomasseermittlung

Man hat nach Möglichkeiten gesucht, die physiologischen Effekte der Blütenbehandlung auch technisch darzustellen. Für das Auge sichtbar äußern sie sich zunächst über den verstärkten Greeningeffekt der Pflanze.

Mit Hilfe des N-Sensors sollte der Versuch unternommen werden, die Unterschiede aufzuzeichnen. Beim N-Sensor wird durch eine eigene Lichtquelle bzw. die Sonne Licht auf den Pflanzenbestand ausgesendet. Fotosensoren messen das reflektierte Lichtspektrum und errechnen den Chlorophyllgehalt. Der Chlorophyllgehalt ist dabei die Messgröße für die Biomasse und die N-Aufnahme.

Am 02. Juli 2010 erfolgte die erste Überfahrt.



In dieser Reifephase waren die Schoten noch komplett grün und man konnte subjektiv keine Unterschiede in den Behandlungsvarianten feststellen. Über den N-Sensor konnten die Behandlungsvarianten jedoch nachvollzogen werden.

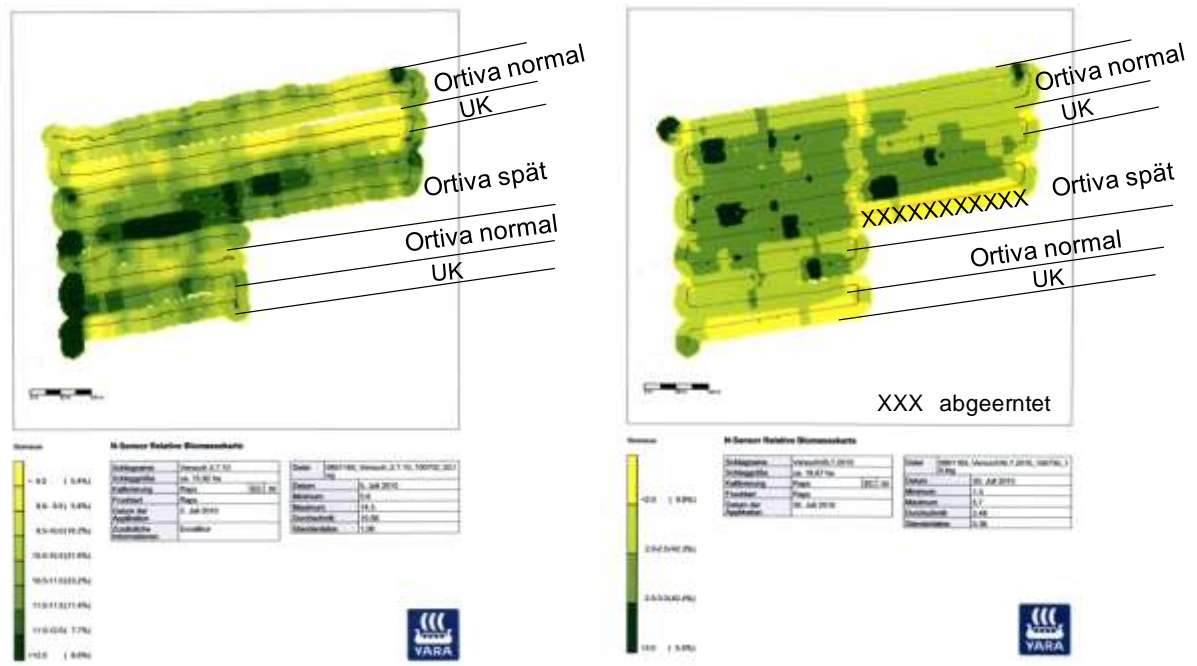


Abb.: 02.07.2010

30.07.2010

Einen Tag vor dem ersten Erntetermin erfolgte die letzte Überfahrt.

Für das Auge war kein Grün mehr sichtbar und der Bestand war aus subjektiver Sicht abgereift. Trotzdem wurden vom Sensor Chlorophyllwerte gemessen. Sie bilden zwar nicht mehr getreu die erste Aufnahme ab, sind jedoch sehr ähnlich. Das heißt, auch über den Stickstoffsensoren kann man die physiologischen Veränderungen in den unterschiedlichen Behandlungsvarianten nachweisen.

7.8 Chlorophyllgehalt der Schoten und Körner

Ein weiterer Versuch, die physiologischen Abreifeunterschiede auf technischer Basis nachzuweisen, wurde mit dem N-Tester unternommen.



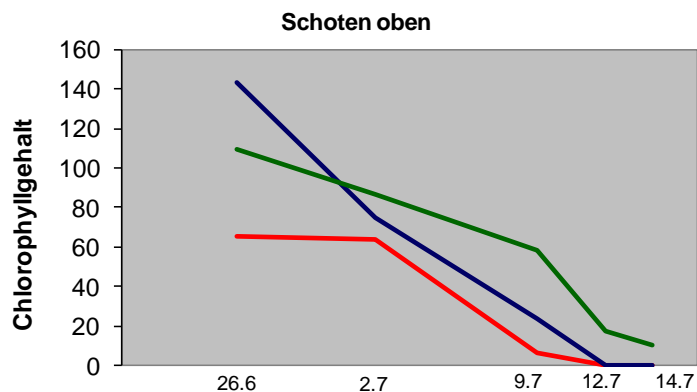
Messung des Chlorophyllgehaltes der Schoten mit Hilfe des N-Testers

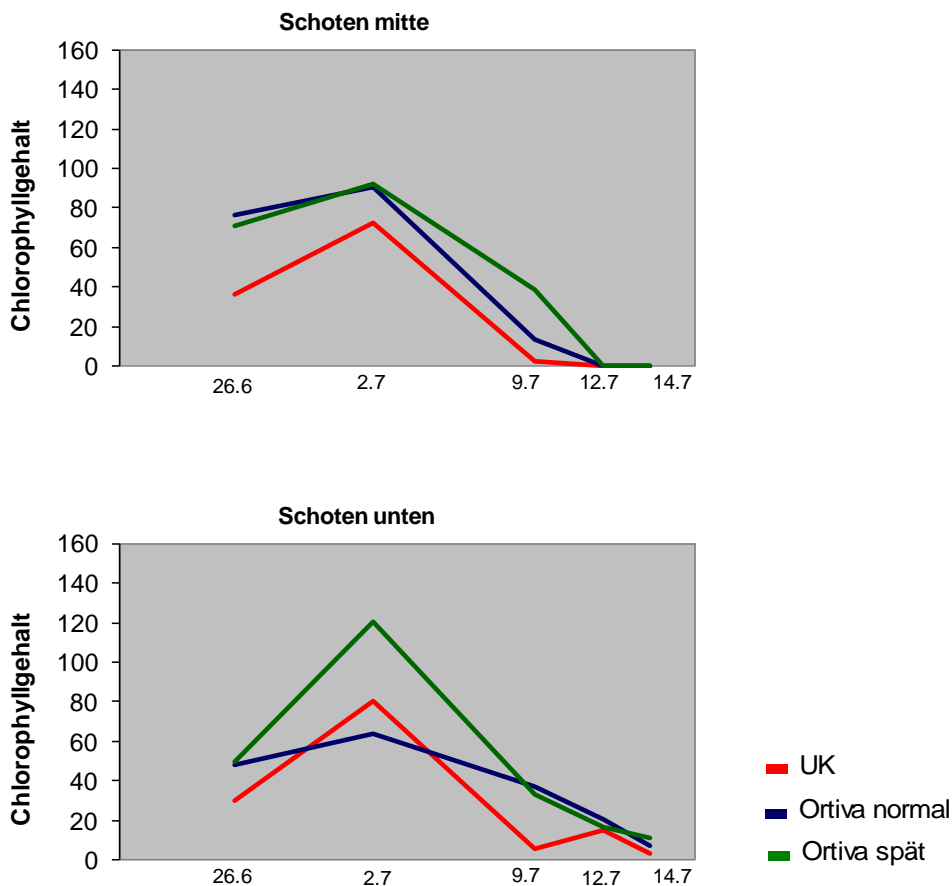
Drei mal 30 Schotenhälften wurden für einen Wert „geknipst“. Der Test wurde solange fortgesetzt bis der Wert beim N-Tester Null blieb. Das war ab dem 16.07.2010 der Fall. Auch bei den unteren Schoten blieb der Wert bei Null.



Ab 16.07.2010 erfolgte keine Anzeige mehr

Beim Hauptstandort mit Excalibur ergibt sich eine deutliche Unterscheidung zwischen den Varianten.

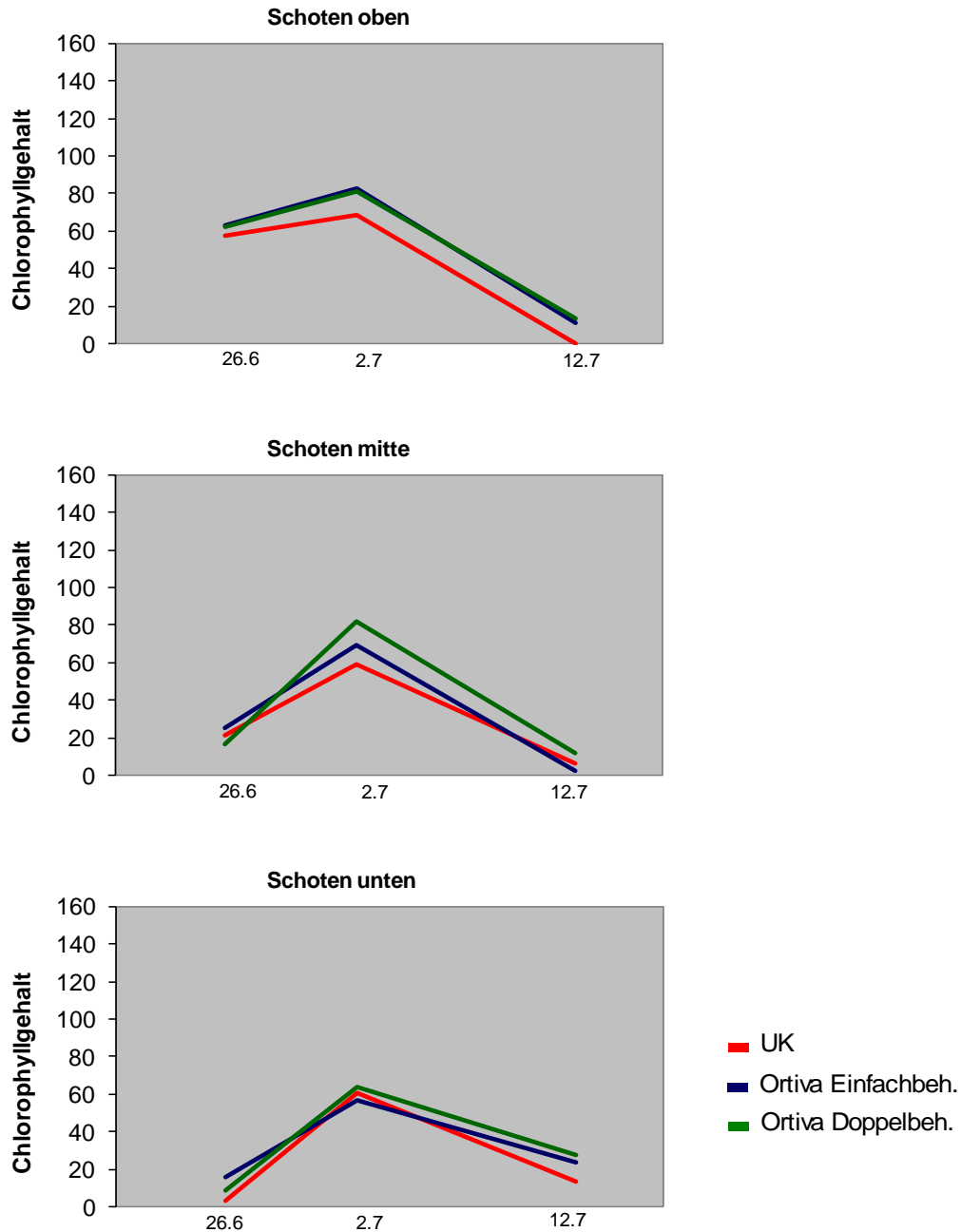




Die Ortiva-Spätbehandlung hatte in allen Schotenetagen den höchsten Wert, die unbehandelte Kontrolle den niedrigsten Wert. Das lässt auf einen höheren Greeningeffekt bzw. auf einen höheren Chlorophyllgehalt schließen. Darüber hinaus bleiben in der Ortiva-Variante die Schoten der oberen Etage länger grün, wobei sie dann in der unteren Etage am 12. und 14. Juli gleiche Werte erreichen. Das stützt die Beobachtung und die These, dass innerhalb des Schotenpaktes eine Reifesynchronisation stattfindet. Das heißt, die oberen Schoten bleiben länger frisch und gleichen sich in der Abreife der unteren Schoten an. Die Ausfallneigung wird gebremst, man kann die gute Gesamtabreife sicherer abwarten und die Ertragsvorteile ausschöpfen. Der Chlorophyllgehalt ist in den oberen Schoten deutlich höher als in den unteren Schoten. Bei subjektiver Bonitur waren jedoch die unteren Schoten grüner.



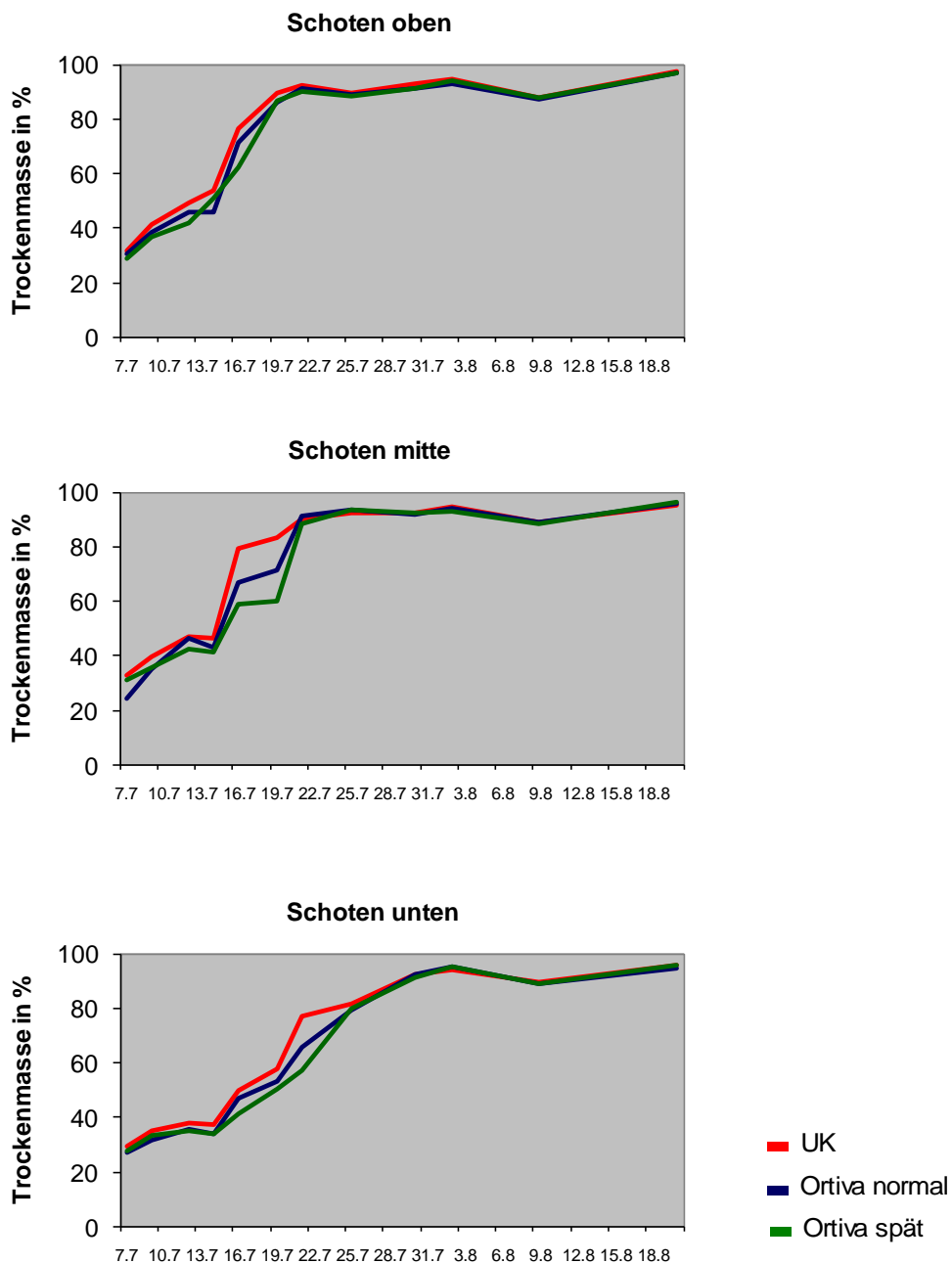
In der Ersatzvariante mit der Sorte Visby sind die Unterschiede innerhalb der Varianten wesentlich geringer ausgeprägt.



Zu beobachten ist, dass sowohl bei Excalibur als auch bei Visby die Werte am 02.07.2010 noch einmal angestiegen sind, um erst danach abzufallen.

7.9 Trockensubstanz der Schoten

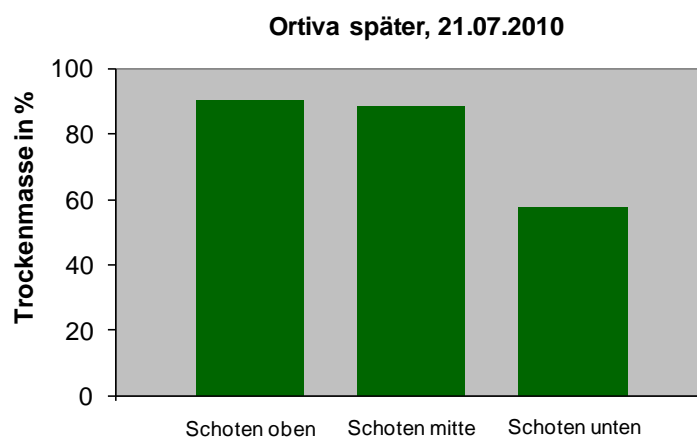
Im Zeitraum vom 07. Juli bis zum dritten Erntetermin wurden in regelmäßigen Abständen Schoten aus dem oberen, mittleren und unteren Bereich gepflückt und die Trockenmasse bestimmt.



Auch die Trockenmasse der Schoten spiegelt die Unterschiede im Reifeverlauf wieder. Die späte Blütenbehandlung im Excalibur zeigt den geringsten Trockenmasseanteil. Die Schoten sind bis zu diesem Zeitpunkt noch grüner und feuchter, was auf eine höhere Assimilation schließen lässt. Die Schoten im mittleren Bereich differenzieren am deutlichsten.

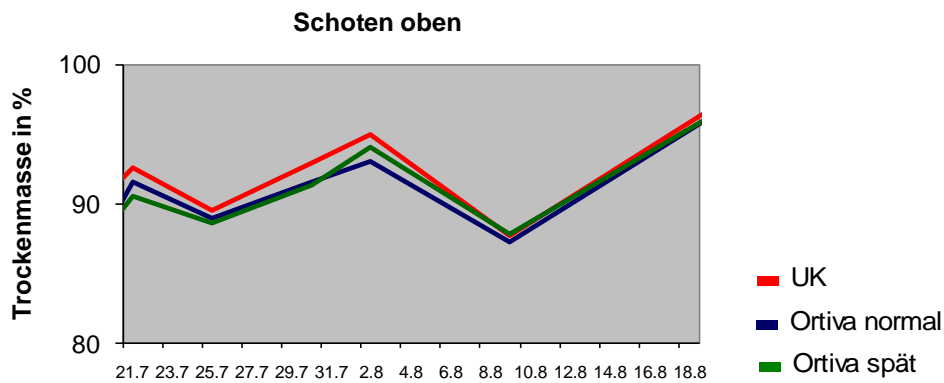
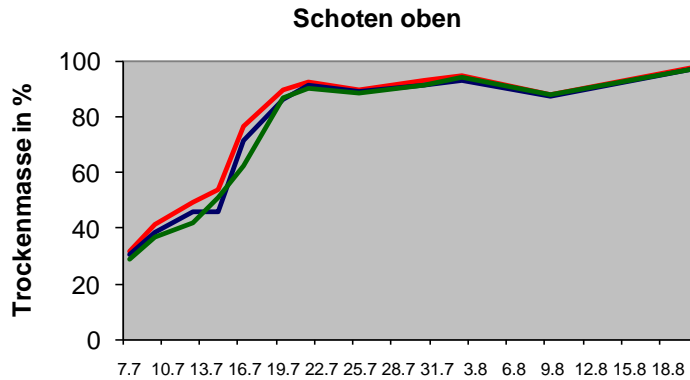
Man erkennt innerhalb der Schotenetagen die Reifeverzögerung von oben nach unten. Die oberen und mittleren Schoten erscheinen am 21. Juli bereits reif.

EXCALIBUR



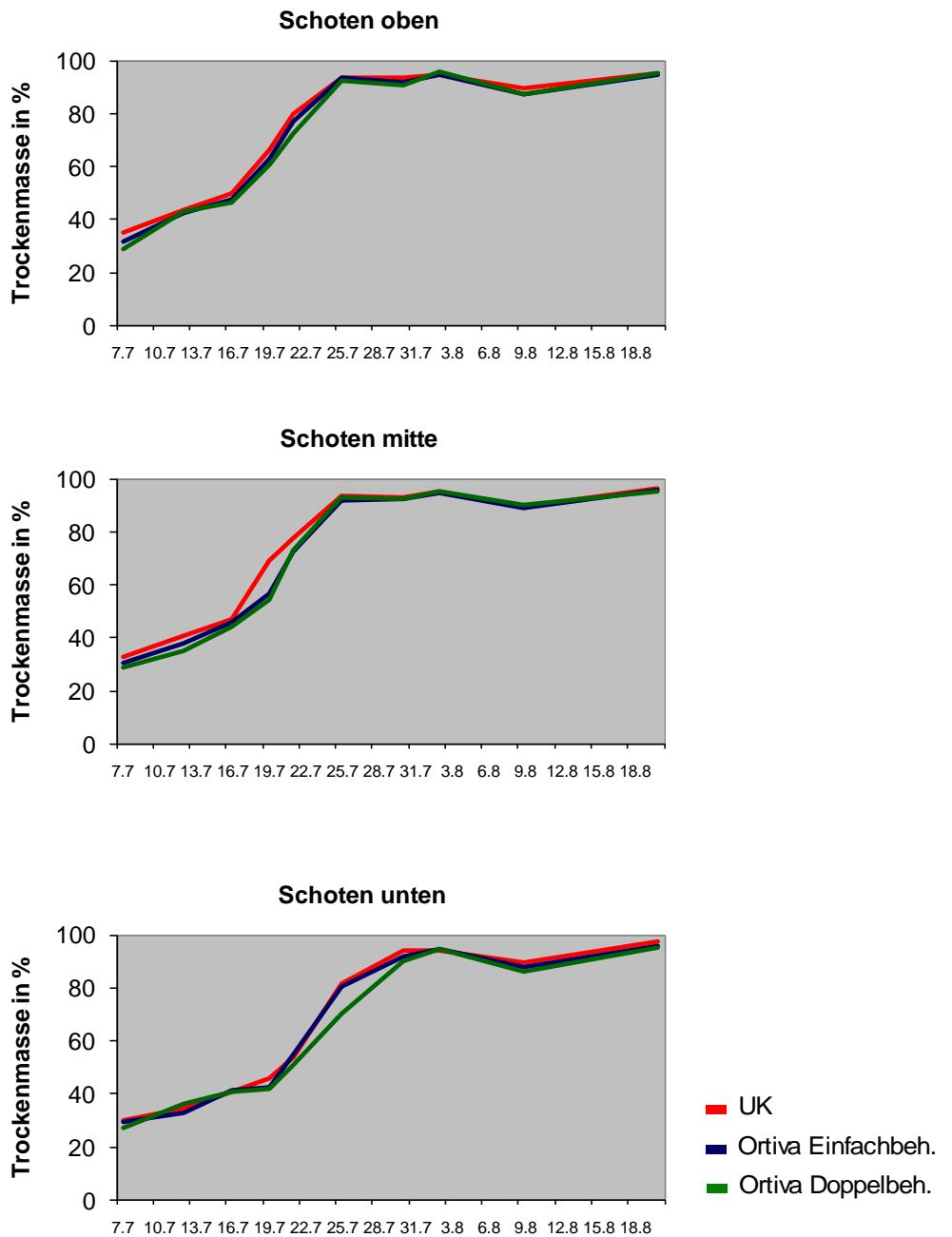
Bis zum 18.08. erfolgte keine große Veränderung mehr, abgesehen von der Befeuchtung durch zwischenzeitliche Niederschläge. Die Annahme, dass die oberen Schoten deutlich trockener als die mittleren Schoten sind, trifft sowohl bei Excalibur als auch bei Visby nicht ganz zu. Die unteren Schoten gleichen sich erst 10 Tage später der Trockenmasse der oberen und mittleren Schoten an.

Auf den ersten Blick ergeben sich ab dem 21.07. fast keine Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten.



Betrachtet man sich nur den Zeitraum vom 21.07. bis 18.08. und zieht die Skala auf, werden die Unterschiede deutlich. Die Schoten der unbehandelten Variante haben die höchsten und die Schoten der spät behandelten Variante die niedrigsten Werte bei der Trockenmasse. Das deckt sich mit allen anderen Untersuchungen und man kann von einer Reifesynchronisation ausgehen.

Bei Visby zeigt sich ein analoges Bild mit geringen Differenzen.



Sowohl die Einfach- als auch die Doppelbehandlung haben eine geringe Trockenmasse, was auf Reifeverzug bzw. längere Assimilation schließen lässt.

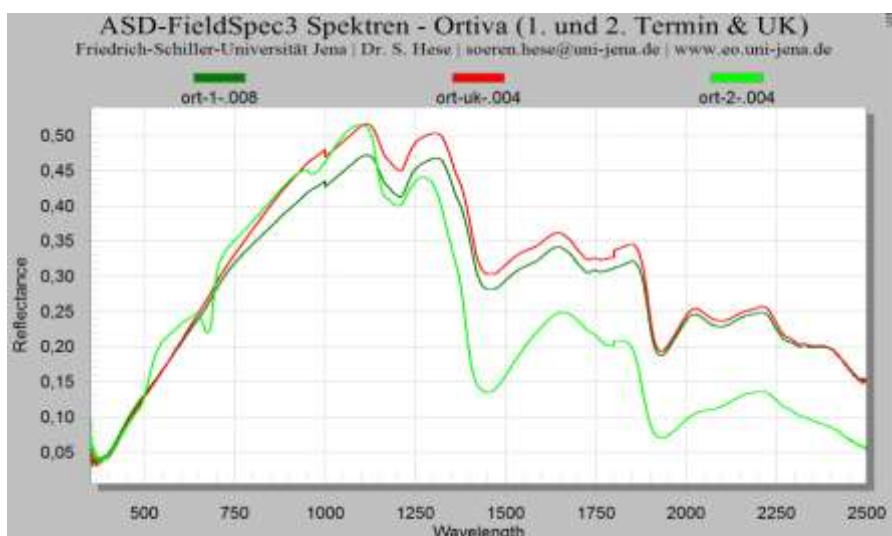
7.10 Spektralanalyse der Schoten

Am 21. Juli 2010 wurden gepflückte Schoten aus der oberen Schotenetage zur Spektralanalyse in die Friedrich-Schiller-Universität nach Jena gebracht. Es war von Interesse, ob sich mit einer solchen Analyse unterschiedliche Behandlungsvarianten aufzeigen lassen.



feiffer consult fehlen die Kenntnisse zur Interpretation der Ergebnisse. Deshalb wird die schriftliche Ersterläuterung, die Dr. Hese per E-Mail gesandt hat, beigefügt.

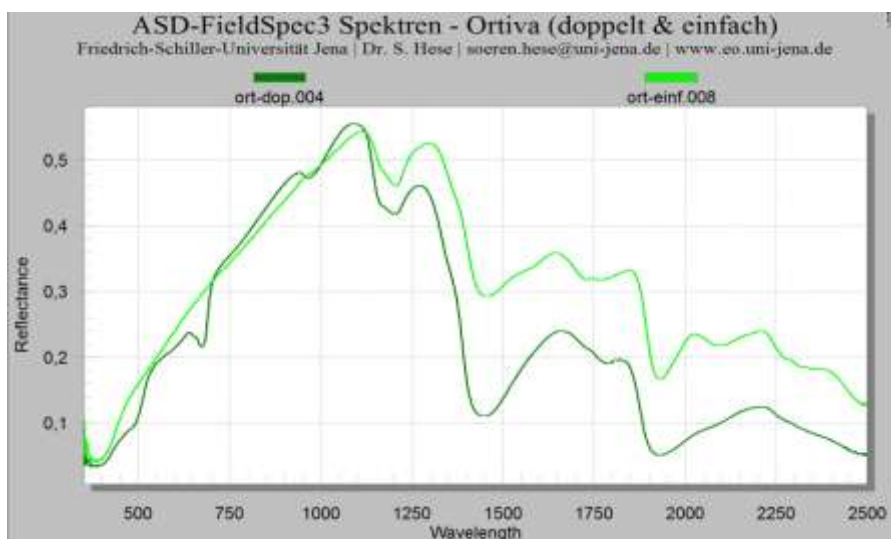
EXCALIBUR



ort-uk-004 ■ UK ort-1-008 ■ Ortiva normal ort-2-004 ■ Ortiva spät

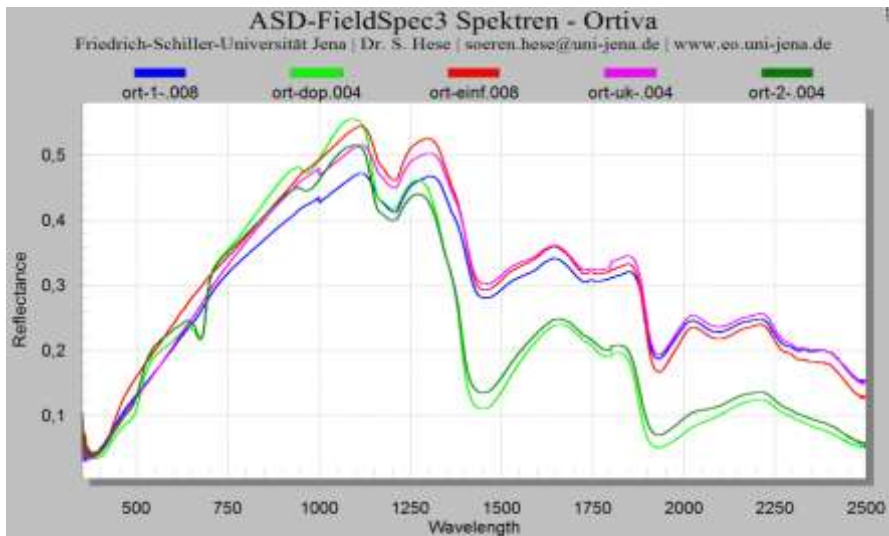
In der Grafik sind die deutlichen Chlorophyll-Absorptionen bei 650 nm und die grün Reflexion bei 550 nm zu erkennen (ort-2), außerdem deutlich sind die stärkeren Wasserabsorptionen bei 1450 nm und 1900 nm zu erkennen. Ort-uk und Ort-1 zeigen keine rot-Absorption und keine grün-Reflektion. Ort-uk zeigt eine etwas stärkere Wasserabsorption bei 1900 als ort-1, aber wahrscheinlich nicht signifikant.

VISBY



ort-dop.004 ■ Ortiva Doppelbeh. ort-einf.008 ■ Ortiva Einfachbeh.

In dieser Grafik ist die grün-Reflektion und rot-Absorption ebenfalls gut zu erkennen bei ort-dop. Auch die Wasserabsorption ist erheblich stärker in ort-dop als in ort-einf ausgeprägt. Ort-dop zeigt bei 1000nm auch eine kleine Delle, die darauf hinweist, dass Komponenten mit intakter Zellstruktur existieren (NIR Plateaubildung).



Excalibur

ort-uk-004 ■ UK ort-1-008 ■ Ortiva normal ort-2-004 ■ Ortiva spät

Visby

ort-einf.008 ■ Ortiva Einfachbeh. ort-dop.004 ■ Ortiva Doppelbeh.

Eindeutig differenzierbar sind also ort-dop und ort-2 vom Rest, wobei ort-dop nochmals vitaler ist als ort-2.

Offensichtlich ist auch mit der Spektralanalyse ein Greeningeffekt nachweisbar. Die spät behandelte sowie die doppelt behandelte Variante haben sich abgehoben, sowohl in der Chlorophyll- als auch in der Wasserabsorption. Auch diese Werte decken sich mit den Ergebnissen aus anderen Untersuchungsmethoden.

7.11 Schotenausfallmaschine

Neben der fungiziden Wirkung einer Blütenbehandlung beobachten die Praktiker auch eine erhöhte Platzfestigkeit bei den Schoten. Dies wird auf physiologische Nebenwirkungen zurückgeführt. Die Effekte waren bisher nur „gefühl“, konnten jedoch nicht bewiesen werden.

Über Langzeitversuche mit gestaffelten Ernteterminen könnte man den zunehmenden Ausfall bonitieren.

Die Platzfestigkeit kann man aber auch mit technischen Mitteln testen, indem die Schoten einer mechanischen Belastung ausgesetzt werden (siehe Abschnitt 3.11).

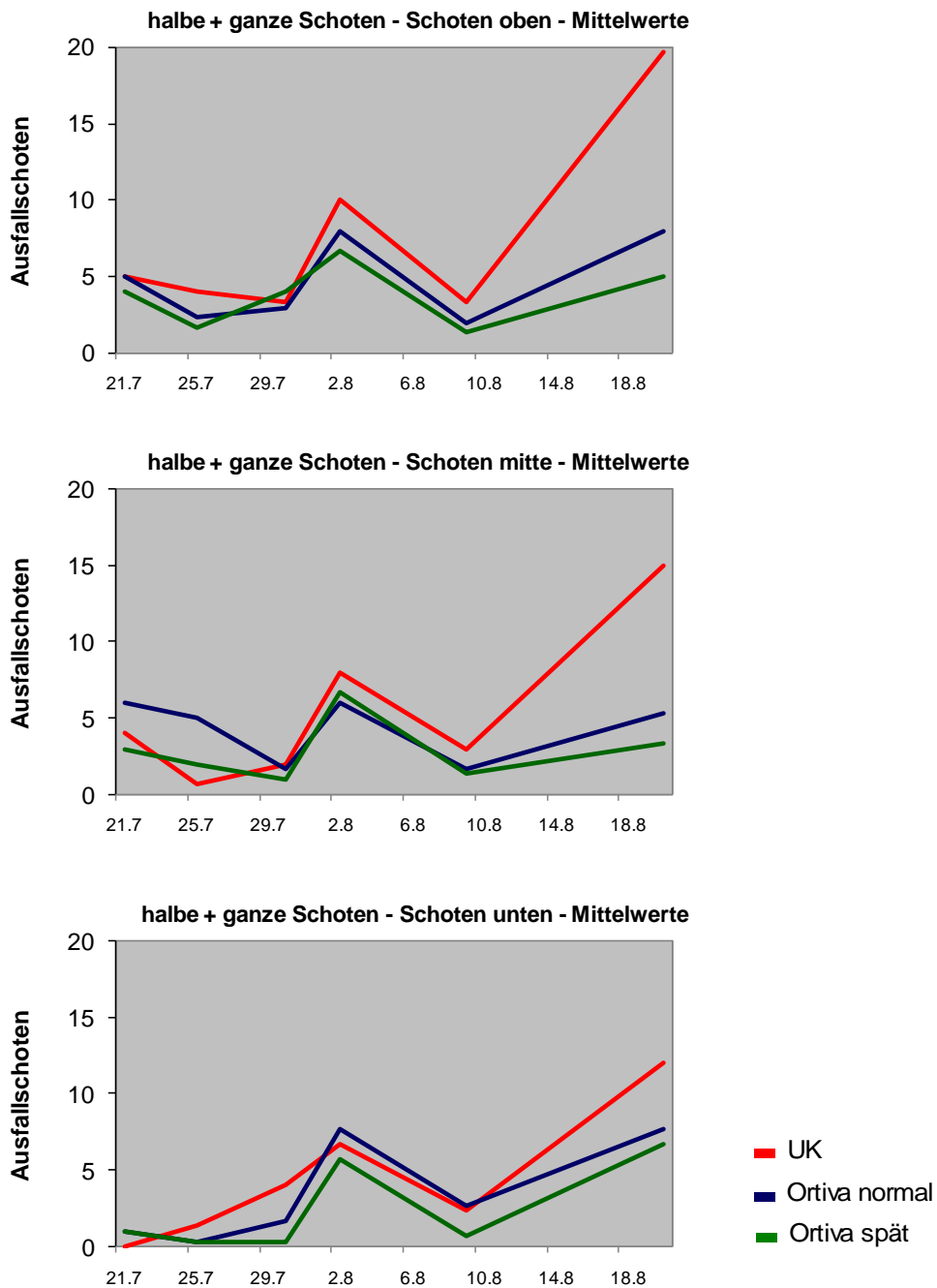


Es wurden zwei Verfahren gewählt:

- Die Schoten aus der oberen, mittleren und unteren Etage wurden frisch, sofort nach dem Pflücken, auf Platzfestigkeit getestet.
- Die Schoten wurden einer zweitägigen Trocknung im Trockenschrank unterzogen, um definierte Bedingungen herzustellen und erst danach auf Platzfestigkeit getestet.

EXCALIBUR

Schoten frisch gepflückt



Tendenziell schneidet die Variante „Ortiva spät“ besser ab. Die unbehandelte Variante schneidet dagegen deutlich schlechter ab. Über den mechanischen Ausfalltest kann man die physiologischen Nebenwirkungen der erhöhten Platzfestigkeit nach Blütenbehandlung nachweisen.

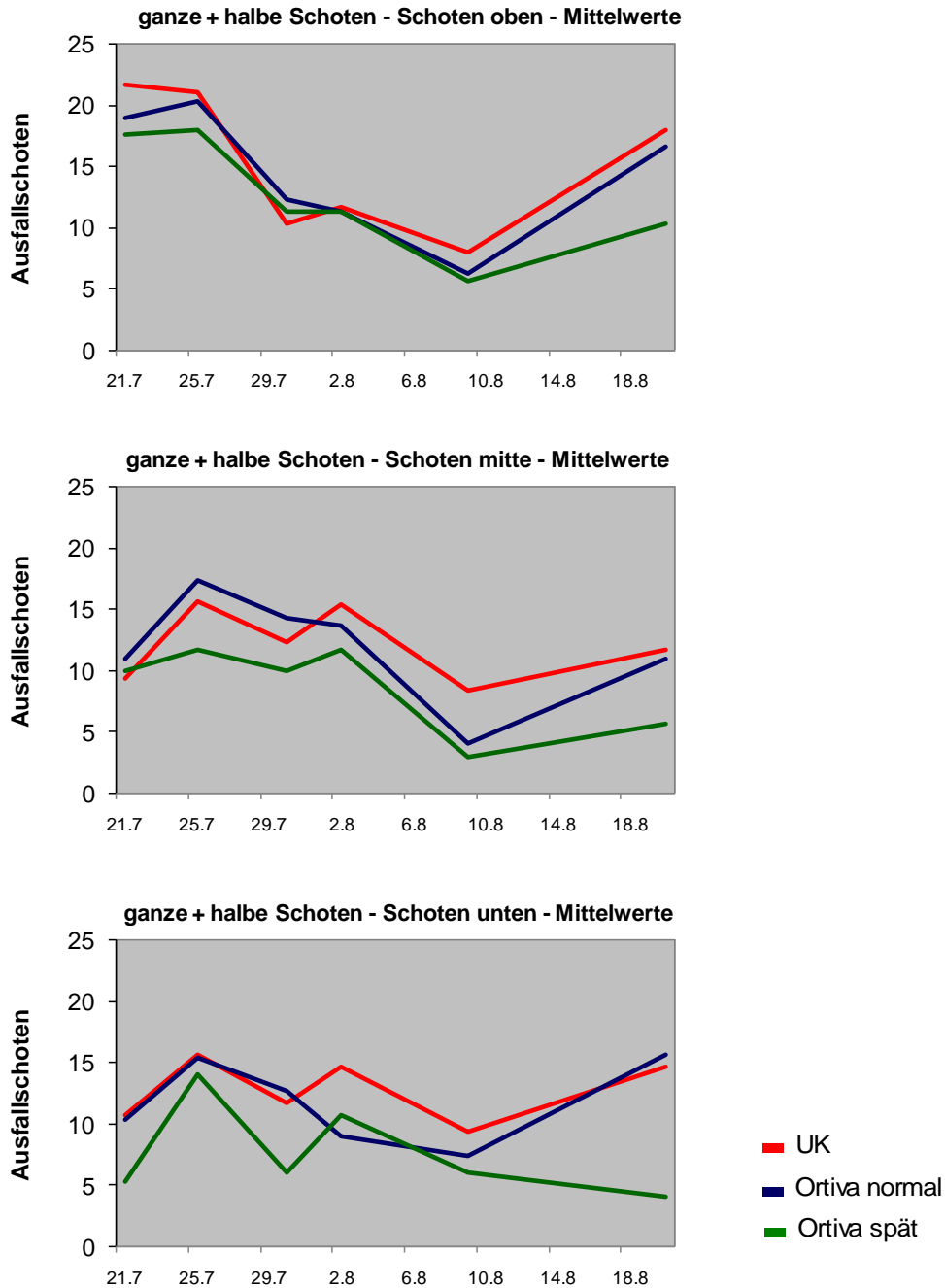
Betrachtet man den Verlauf, so nimmt die Ausfallgefahr nicht, wie angenommen, stetig zu. Bis zum 10.08. ist sie etwa gleichbleibend. Sie wird vielmehr bestimmt von den Witterungseinflüssen. Am 02.08. steigt in allen Varianten die Ausfallgefahr kurzzeitig an. Das ist wahrscheinlich auf die Witterung insbesondere die Luftfeuchte zurückzuführen. Danach sinkt die Ausfallgefahr am 10.08. wieder auf das vorherige Maß ab. Bis zu diesem Zeitpunkt haben sich die Schoten, insbesondere bei Excalibur, verhärtet. Trotz stark wechselnder Verhältnisse von Wiederbefeuchtung und Abtrocknung erschienen die Schoten wie zementiert bzw. lederartig.



Schoten werden „zementiert“

Das kann durchaus eine Sorteneigenschaft sein. Erst nach dem 09.08. stieg die Ausfallgefahr massiv an. Am 20.08. zeigen sich ganz klar die Unterschiede in den Behandlungsvarianten. In der Praxis war jedoch noch keinerlei Ausfall zu verzeichnen.

Die Variante Trockenschrank ergibt ein anderes Bild.



Auch hier finden sich die Spitzen und Täler am 02.08. bzw. 09.08., obwohl die Witterungseinflüsse durch die Trocknung eigentlich egalisiert sein sollten. Besonders bei den oberen Schoten erkennt man eine rückläufige Ausfallgefahr bis 09.08. obwohl der Praktiker eine zunehmende Ausfallgefahr im Bestand

anzutreffen meint. Die Ursache könnte in der noch nicht so fortgeschrittenen „Zementierung“ der Schoten liegen. Die Schotenwände sind noch nicht so hart und fest.



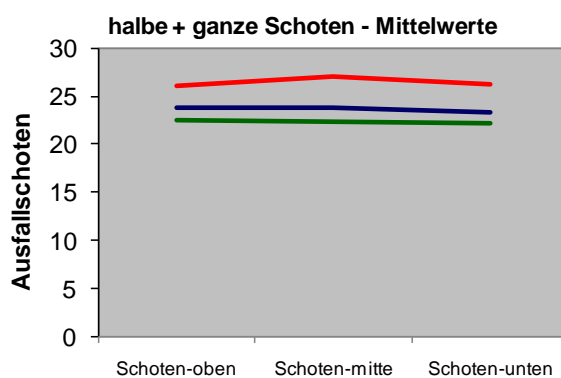
Schotenwände noch nicht so hart

Wenn diese Schoten dann zurückgetrocknet werden, erhöht sich deren Ausfallgefahr.

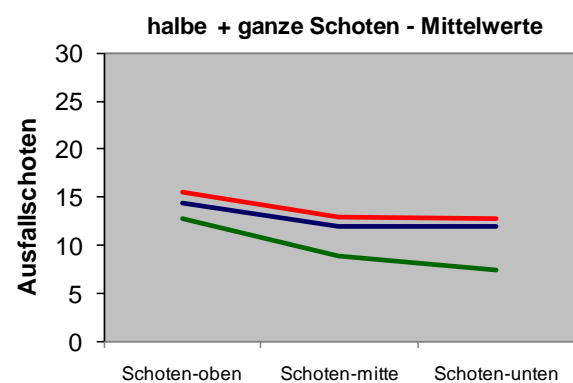
Ab 09.08. ergibt sich ein ähnlicher Verlauf wie bei den frisch getesteten Schoten mit deutlich steigender Ausfallgefahr. Auch bei der Trockenschrankvariante hebt sich tendenziell die Variante Blütenbehandlung von der Unbehandelten Kontrolle ab.

Die Sorte Visby hat eine deutlich höhere Aufplatzneigung als die Sorte Excalibur.

VISBY

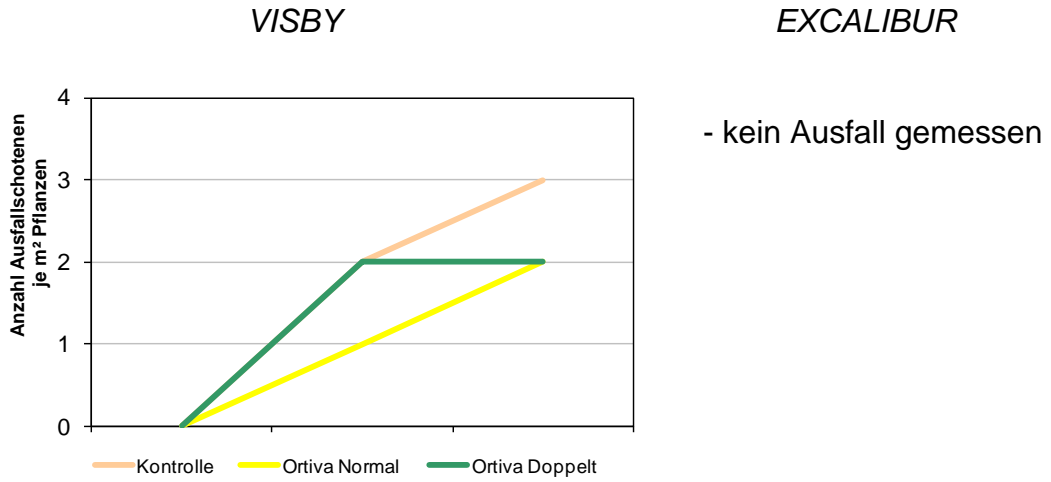


EXCALIBUR



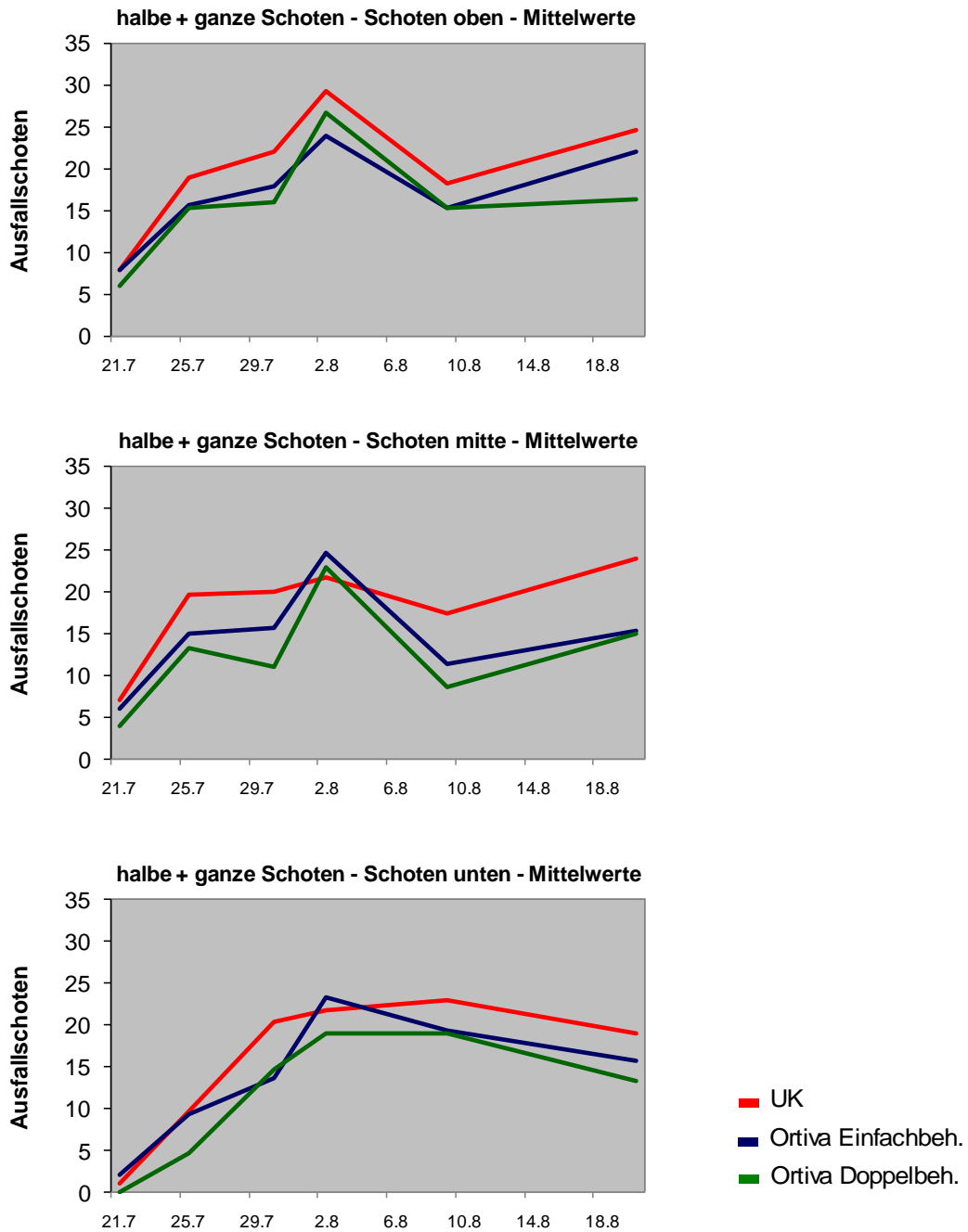
■ Ortiva normal ■ Ortiva spät ■ UK ■ Ortiva Einfachbeh. ■ Ortiva Doppelpelbeh.

Tatsächlich war im Bestand aber der Ausfall je Quadratmeter gering.



VISBY

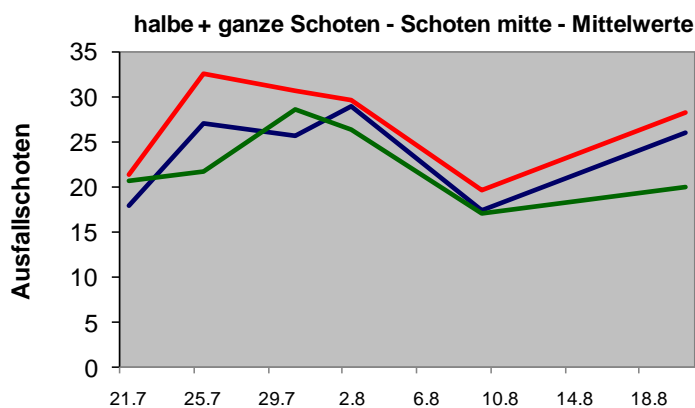
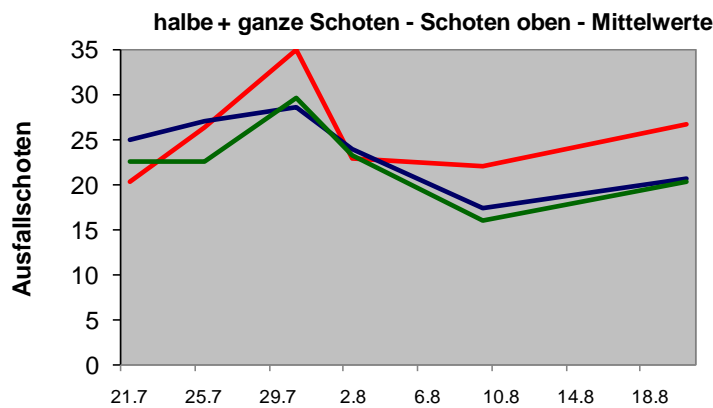
Schoten frisch gepflückt



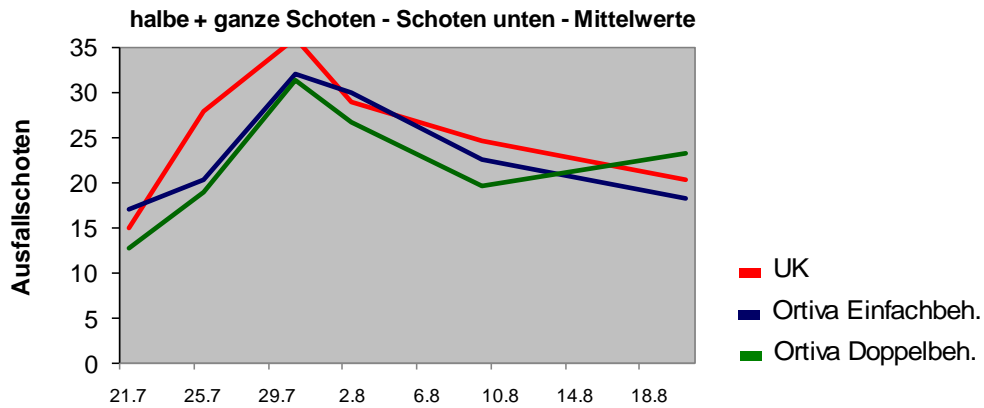


Bei der Sorte Visby hatten die vorangegangenen Untersuchungsparameter (Bonitur, Überflug, N-Sensor u.a.) keine eindeutigen Ergebnisse gebracht. Beim Ausfalltest erkennt man jedoch auch bei Visby eine tendenziell verbesserte Platzfestigkeit nach Blütenbehandlung. Auch hier sind die Witterungseinflüsse am 02.08. bzw. 09.08. zu erkennen. Nach dem 09.08. steigt die Ausfallgefahr deutlich an. Die völlige Ausreife und beginnende Überreife ist erreicht. Obwohl im Visby eine Doppelbehandlung mit Ortiva gefahren wurde, hebt sie sich nicht übermäßig ab.

Die Variante Trockenschrank zeigt ebenfalls tendenziell eine bessere Platzfestigkeit als bei der Blütenbehandlung.



UK
Ortiva Einfachbeh.
Ortiva Doppelbeh.

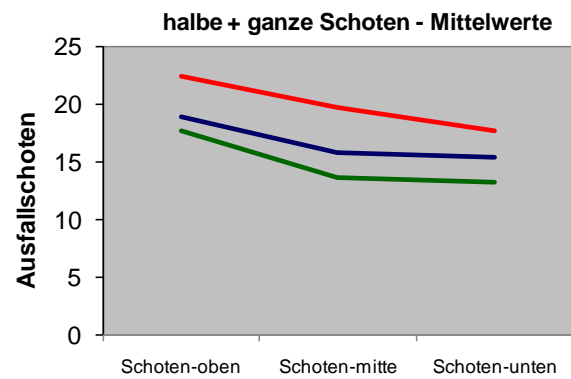
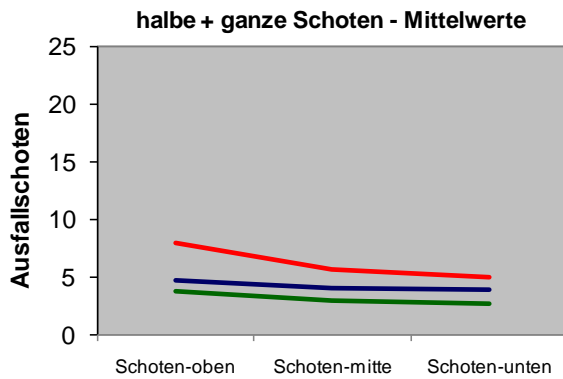


Fasst man die Einzelwerte zusammen, so ist nach Blütenbehandlung die Platzfestigkeit stets höher.

EXCALIBUR

VISBY

Schoten frisch gepflückt



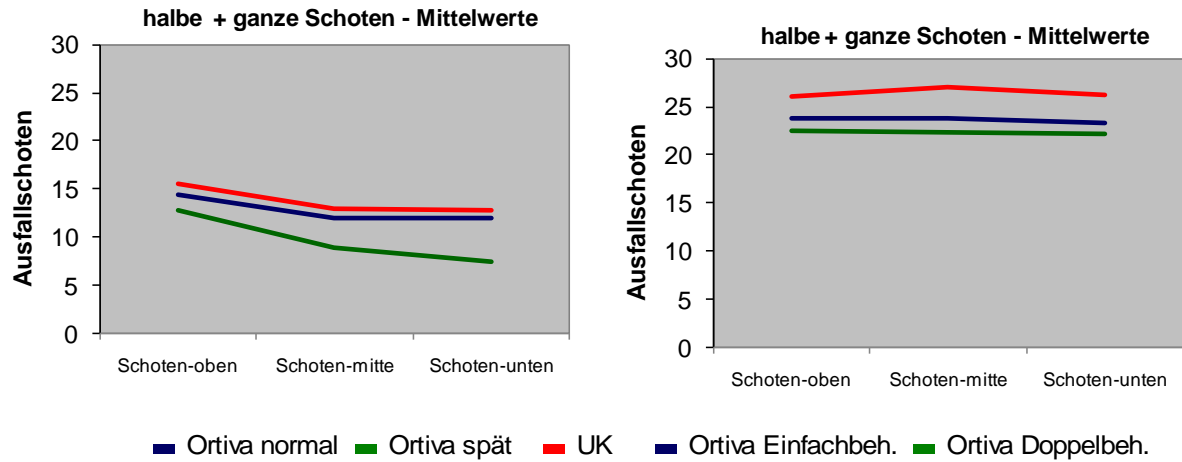
■ Ortiva normal ■ Ortiva spät ■ UK ■ Ortiva Einfachbeh. ■ Ortiva Doppelbeh.



EXCALIBUR

VISBY

Schoten aus Trockenschrank

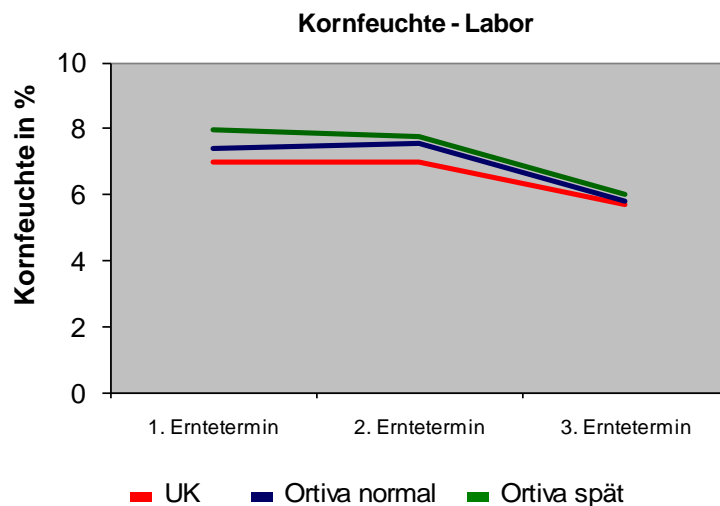


Dies konnte zwar nicht durch tatsächlichen Ausfall im Feld bewiesen werden, wohl aber über den mechanischen Ausfalltest.

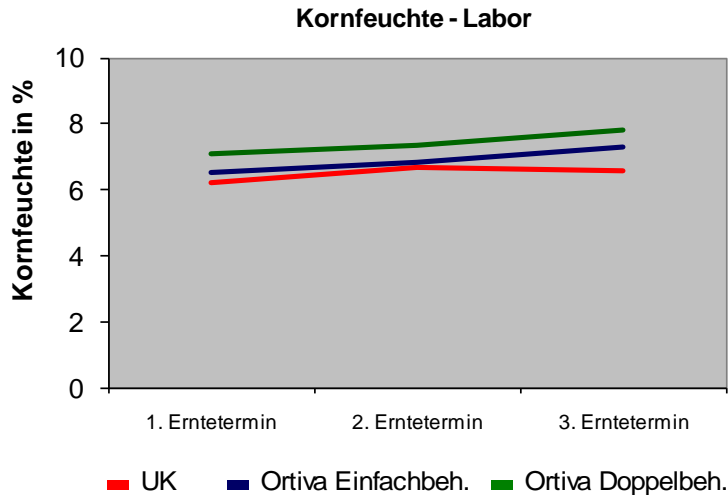
7.12 Kornfeuchte

Nach separater Beerntung der Varianten wurde die Kornfeuchte der Proben im Labor gemessen.

EXCALIBUR



VISBY



Ganz klar unterscheidet sich die Kornfeuchte bei den Varianten. Die unbehandelte Kontrolle ist bei beiden Sorten stets trockener, die spät bzw. doppelt behandelte Variante ist stets feuchter. Die Differenzen sind nicht sehr groß aber gleichmäßig ausgeprägt. Beim Excalibur egalisiert sich alles zum dritten Erntetermin. Eventuell wären auch hier die Differenzen erhalten geblieben, wenn die unbehandelte Kontrolle nicht ins Lager gegangen wäre. So erhöht die Nähe zum feuchten Boden die Kornfeuchte.

Die erhöhte Kornfeuchte bei den Varianten mit Blütenbehandlung kann als stärkere Vitalität gewertet werden.

Beim Excalibur nimmt die Kornfeuchte vom ersten zum zweiten Termin nur wenig ab. Das lag einerseits an der noch nicht abgeschlossenen Reife sowie an den ständigen Niederschlägen zwischen den Ernteterminen.

Beim Visby nimmt sogar noch die Kornfeuchte leicht zu. Vom ersten zum zweiten Erntetermin ist dies auch durch die noch grünen Stängel in Verbindung mit Niederschlägen zu sehen.

Zum dritten Erntetermin war auch der Visby völlig in Schoten und Stängel abgereift, so dass die erhöhte Kornfeuchte nur auf die Niederschläge und die noch nicht ganz vollzogene Abtrocknung des Bestandes zurückzuführen ist.

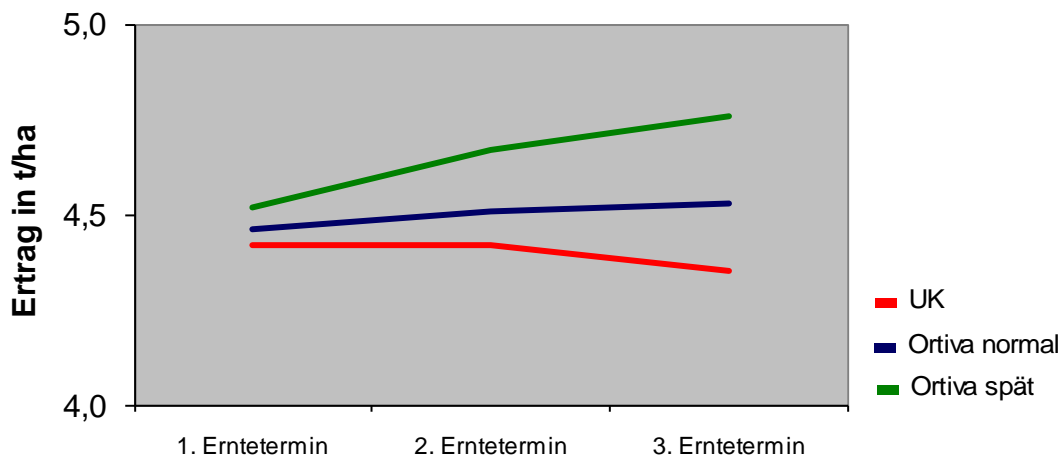


7.13 Korn- und Ölertrag

Der Kornertrag im Hauptversuch mit der Sorte Excalibur spiegelt eindeutig die Behandlungsvarianten wieder.

EXCALIBUR

Erträge um Kornfeuchte 8 % bereinigt



Die unbehandelte Variante liegt im Kornertrag unter den Varianten mit Blütenbehandlung, obwohl es in der Blüte und auch danach keine Behandlungsindikation gegeben hat (siehe Krankheitsbonituren Anlage 2.4). Diese Mehrerträge kann man zum größten Teil den physiologischen Zusatzeffekten der Blütenbehandlung zuschreiben, die sich insgesamt in höherer Vitalität zeigten (siehe Bonituren Anlage 2). Auch Trocken- sowie Hitzephase, wie im Juni/Juli 2010, werden besser überwunden.

Am ersten und zweiten Erntetermin bleibt der Ertrag in der Unbehandelten Kontrolle stabil und fällt zum dritten Erntetermin ab. Teilweise zum zweiten und massiv nach dem zweiten Erntetermin ging die Unbehandelte Kontrolle ins Lager. Dies könnte den Ertragsabfall mit verursacht haben.



Lager bei UK (3. Erntetermin)



Ortiva spät steht (3. Erntetermin)

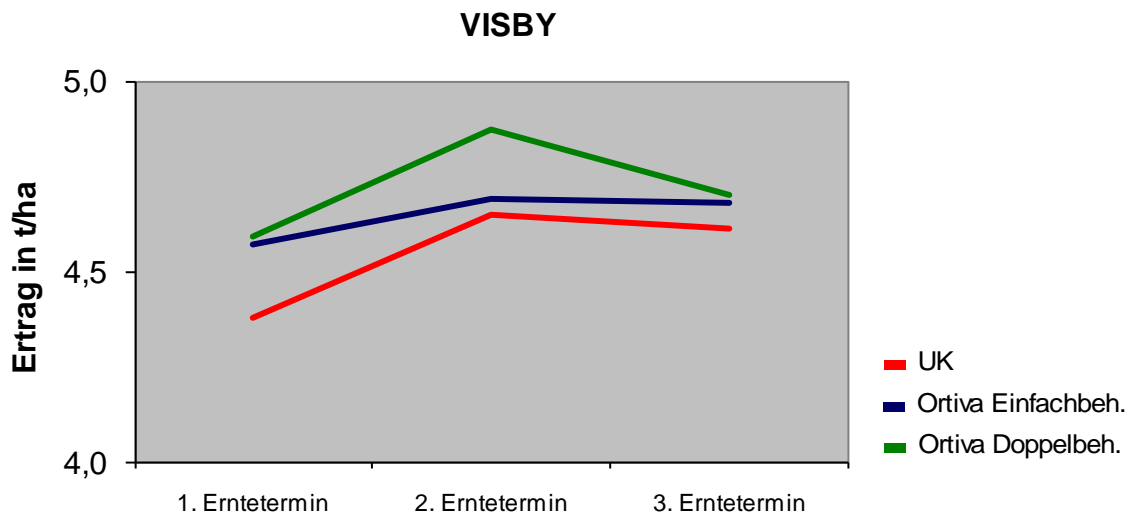
Die Blütenbehandlung in der beginnenden Vollblüte hebt sich ertraglich von der unbehandelten Kontrolle mit 0,6 bis 4 % ab. Der Ertrag steigt zum zweiten Erntetermin hin an und bleibt trotz nochmaliger Standzeit von 10 Tagen auch bis zum dritten Erntetermin stabil.

Die späte Behandlung in der abgehenden Blüte brachte die größten ertraglichen Effekte. Gegenüber der unbehandelten Kontrolle ist der Ertrag um etwa 2 bis 9,5 % höher. Gegenüber der frühen Behandlung immerhin noch um 1,5 bis 5,3 %. Der Ertrag nahm vom ersten bis zum dritten Erntetermin stetig zu. Das lässt auf eine spätere Ausreife durch längere Assimilation schließen, was sich auch durch die zuvor beschriebenen Boniturparameter bestätigt. Die späte Behandlung mit Ortiva brachte die besten Ergebnisse und schafft eine zusätzliche Erntesicherheit. Die Bestände können nicht nur schadlos, sondern gewinnbringend länger stehen bleiben.

Auch auf dem Ersatzstandort mit der Sorte Visby ergeben sich ähnliche Verhältnisse.

VISBY

Erträge um Kornfeuchte 8 % bereinigt



Auch hier heben sich beide Blütenbehandlungen deutlich von der unbehandelten Kontrolle mit 2 bis 4,7 % ab. Ebenso steigen die Erträge bei längerer Ausreifezeit mit späteren Ernteterminen.

Zum dritten Erntetermin fällt der Ertrag der doppelten Behandlung ab. Dies ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Bodenverhältnisse zurückzuführen. In dieser Parzelle befand sich eine größere Sandlinse.



Sonst hätte sich wahrscheinlich auch in der Doppelvariante der höchste Ertrag beim dritten Erntetermin ergeben.



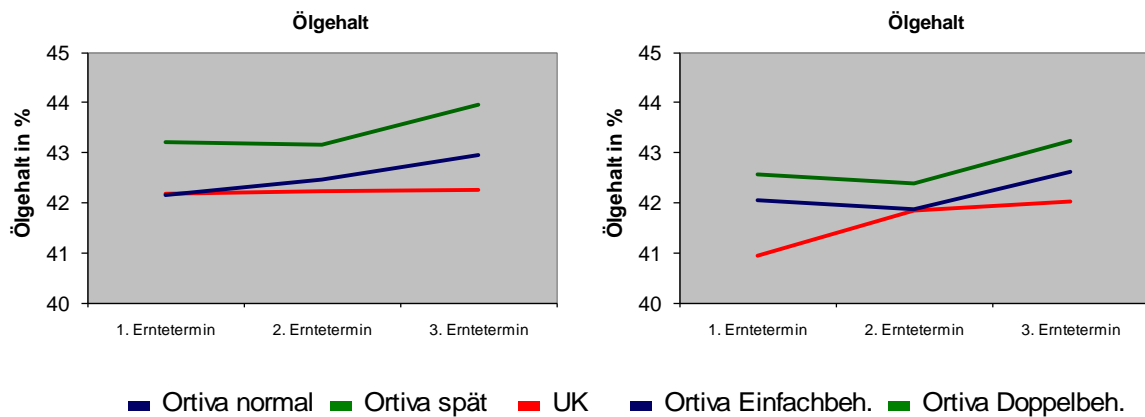
Die doppelt behandelte Variante weist, mit Ausnahme des dritten Erntetermins, die höchsten Erträge auf. Die Mehrerträge sind jedoch nicht gravierender als im Vergleich früher und später Behandlung im Excalibur. Ein doppelter Aufwand bringt im Ergebnis nicht den entsprechenden Nutzen.

Ebenso wie die Kornerträge heben sich auch die Ölerträge der unterschiedlichen Behandlungsvarianten ab.

EXCALIBUR

VISBY

Ölgehalt um Kornfeuchte 9 % bereinigt



Die spät behandelte Variante im Excalibur zeigt zu allen Ernteterminen die höchsten Ölgehalte. Gegenüber der Unbehandelten Kontrolle steigen sie um etwa 1 bis 1,7 %, gegenüber der früh behandelten Variante um etwa 1 %. Jedes zusätzliche Prozent Ölgehalt wird mit 1,5 % Mehrertrag entgolten und umgekehrt.

Da es keine Behandlungsindikation gegeben hat, kann man auch den höheren Ölgehalt der physiologischen Nebenwirkung der Blütenbehandlung zuordnen. In den Varianten mit Blütenbehandlung steigt der Ölgehalt zum dritten Erntetermin. Die Praktiker wissen, dass der Ölgehalt bei längerer Standzeit noch einmal ansteigt. Die Ausreife der Körner ist besser, es gibt weniger „Füchse“.



Noch unreife „Füchse“ zum ersten Erntetermin



Abgereifte Körner; bei UK beginnender Auswuchs

In der Unbehandelten Kontrolle steigt der Ölgehalt nicht mehr deutlich an. Die Ursache kann im beginnenden Auswuchs liegen, der mit der diesjährigen feuchten Witterung, in Verbindung mit langer Standzeit, auftrat. Hierbei sind unbehandelte Varianten stärker betroffen.



Auswuchs reduziert den Ölgehalt

Neue Sorten-, Ernährungs- und Behandlungsstrategien erfordern eine längere Ausreifezeit für den Raps. Die Blütenbehandlung führt, auch ohne Indikation, nicht nur zu höheren Erträgen und Ölgehalten, sondern auch zu einer abgesicherten, längeren Standzeit. Das gibt dem Landwirt die Möglichkeit die höchsten Erträge auch tatsächlich abwarten zu können ohne einen Anstieg des befürchteten Ausfalls, Lager, Auswuchs o.a.

Eine späte Behandlung, in abgehender Blüte, hat bei gleichem Aufwand eine deutlich höhere vitalisierende Wirkung, vorausgesetzt, dass Krankheitsdruck nicht einen früheren Behandlungstermin erzwingen. Durch die späte Applikation erhöht sich die Ernteflexibilität.

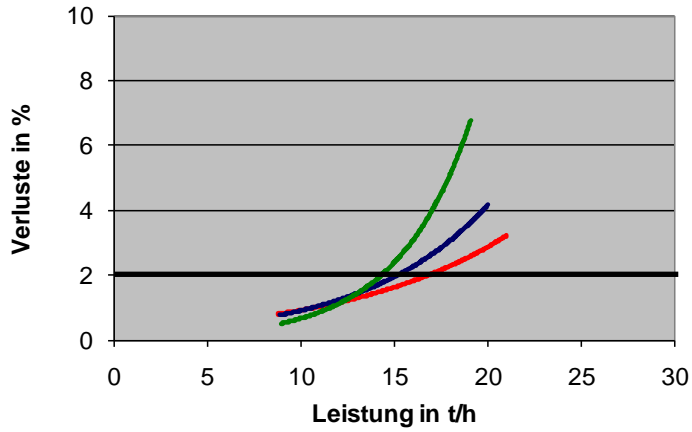
7.14 Leistung, Verlust und Kraftstoffbedarf bei Beerntung

Die Varianten wurden zu drei Ernteterminen beerntet, um eventuelle Auswirkungen der physiologischen Effekte der Blütenbehandlung auf den Mähdrusch zu ermitteln.

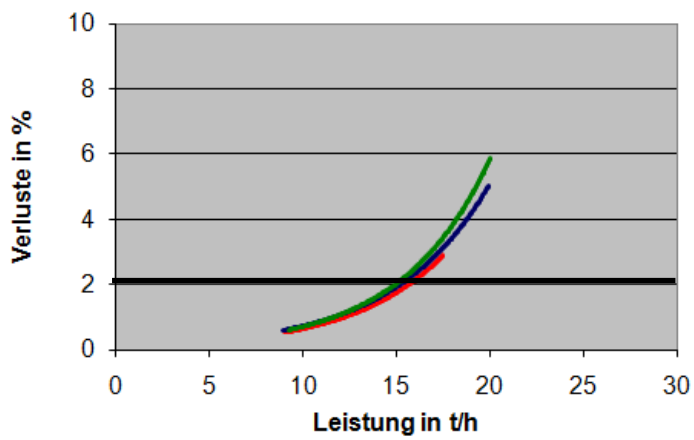


EXCALIBUR

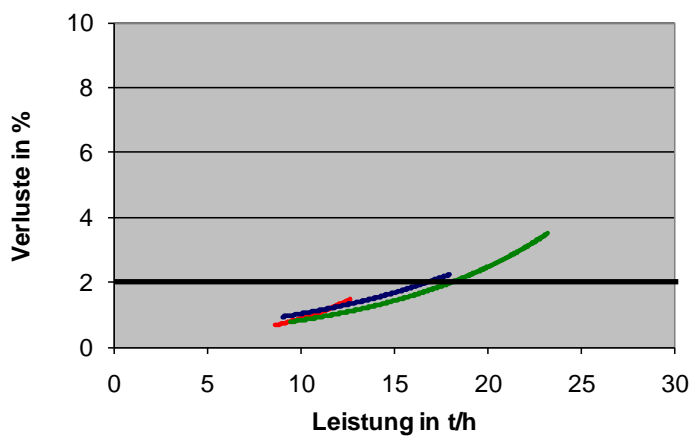
1. Erntetermin



2. Erntetermin



3. Erntetermin



■ UK
■ Ortiva normal
■ Ortiva spät

Zu jedem Beerntungstermin erkennt man die Unterschiede. Man schaut sich dabei die Entwicklung der Leistung bei etwa 2 % Verlustniveau an. Dieses Verlustniveau wird in der Praxis akzeptiert.

Zum ersten Erntetermin schneidet die Unbehandelte Kontrolle am besten, mit höheren Leistungen bei geringeren Verlusten ab. Sie hatte das beste Reifestadium zu diesem Zeitpunkt erreicht. Auch ertraglich hatte die Unbehandelte Kontrolle zum ersten Termin den höchsten Wert. Am schwierigsten ließ sich die Variante mit der späten Blütenbehandlung dreschen. Durch die noch grüneren Stängel und die höhere Vitalität war die Ausreife noch nicht abgeschlossen. Das erkennt man auch daran, dass die Erträge in Korn und Öl zum zweiten und dritten Erntetermin noch angestiegen sind.

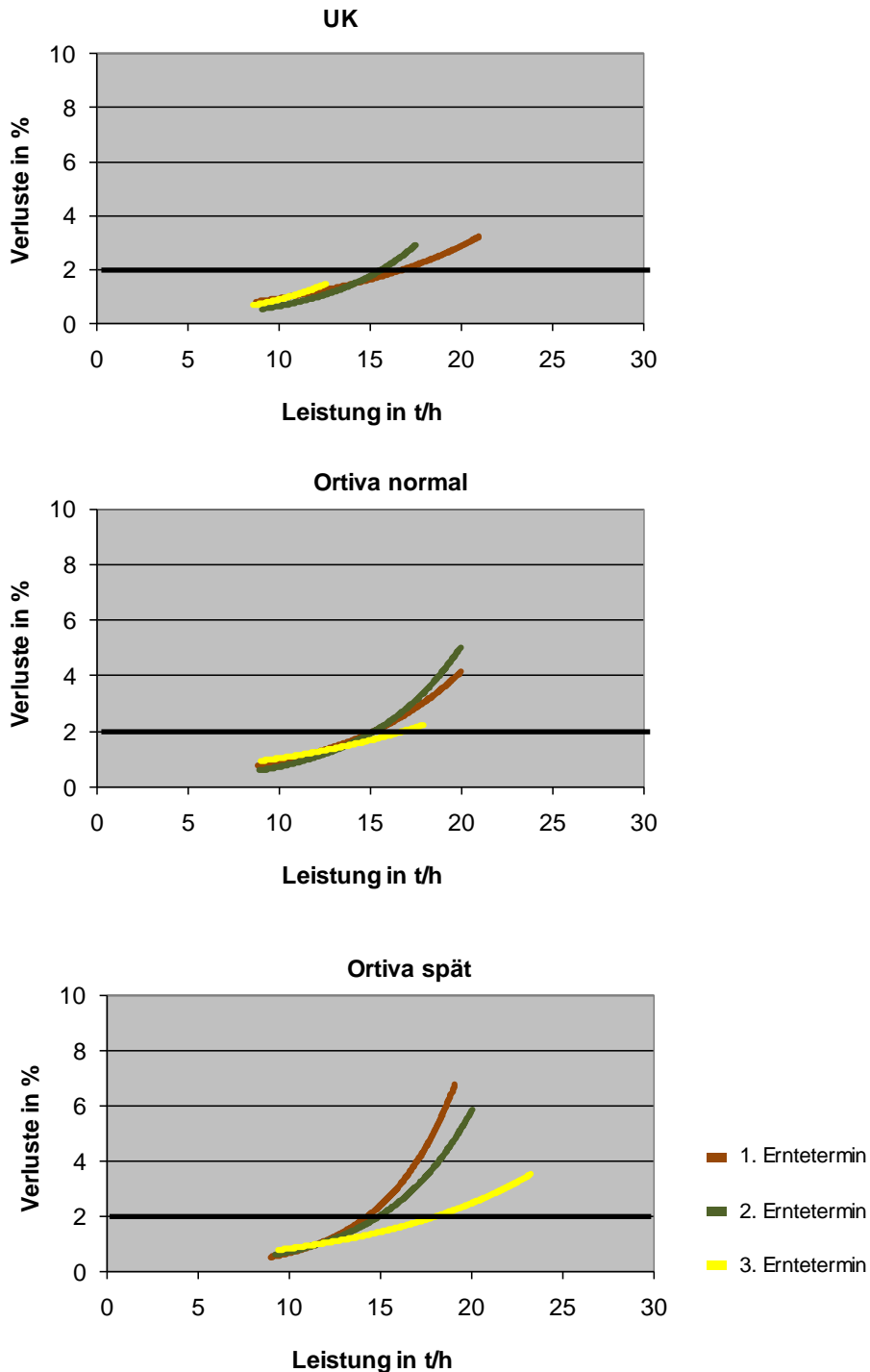
Die Variante der Behandlung zur beginnenden Blüte liegt zwischen Unbehandelter Kontrolle und später Blütenbehandlung.

Zum zweiten Erntetermin – 10 Tage später – dreschen sich alle Varianten bis 2 % Verlust etwa gleich gut. Insgesamt ist die Leistung höher als beim ersten Erntetermin. Bei der Unbehandelten Kontrolle ist die Leistung schon begrenzt durch das teilweise Lager.

Zum dritten Erntetermin vertauschen die Behandlungsvarianten ihre Position im Vergleich zum ersten Erntetermin. Die Unbehandelte Kontrolle lässt sich jetzt nur noch schwierig und mit geringer Leistung beernten auf Grund des massiv aufgetretenen Lagers. Auch die Variante mit früher Blütenbehandlung lässt sich mit deutlich geringen Verlusten beernten, jedoch ist die Leistung auch hier durch das teilweise Lager nach oben begrenzt. Die Variante mit später Blütenbehandlung hat sich im Druschverhalten im Vergleich zum ersten und zweiten Erntetermin deutlich verbessert durch die fortgeschrittene Reife. Auch die Erträge in Korn und Öl waren am dritten Erntetermin am höchsten. Die höhere Vitalität durch die spätere Blütenbehandlung erfordert einen späteren Erntetermin nicht nur zur Erzielung der höchsten Korn- und Ölerträge, sondern

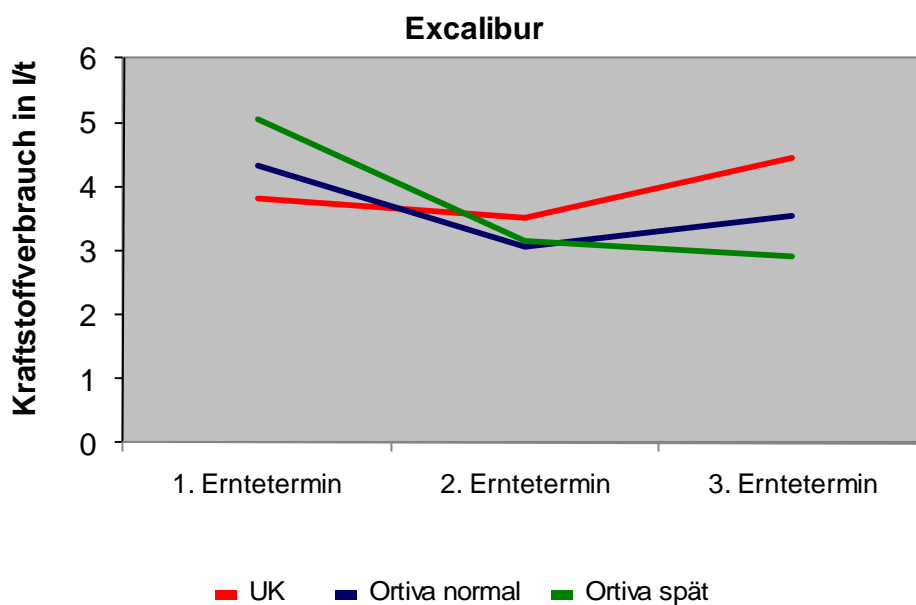
auch zum verlustarmen und leistungsstarken Drusch. Es kommt zu einer Synchronisation von Ertrag und Drusch.

Betrachtet man sich die Entwicklung der Druscheignung innerhalb der Erntetermine, so ergeben sich starke Veränderungen.



Die unbehandelte Variante verschlechtert sich in der Druscheignung um 30 % und die spät behandelte Variante verbessert sich in der Beerntbarkeit in der Zeit vom ersten zum letzten Erntetermin. Die Mähdrescherleistung fällt bzw. steigt um gut 30 %.

Auch der Kraftstoffverbrauch spiegelt die Druscheignung der Varianten über die Erntetermine wieder.



Die späte behandelte Variante hat zum ersten Erntetermin den höchsten Kraftstoffverbrauch. Das ist auf die erschwerte Verarbeitung der noch nicht abgereiften Stängel mit höherer Vitalität zurückzuführen. Zum dritten Erntetermin nimmt der Kraftstoffverbrauch stetig ab. Die Variante reift gut ab ohne ins Lager zu gehen.

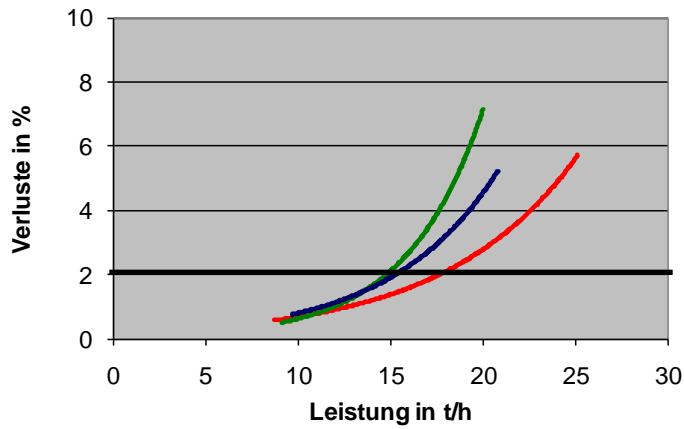
Die früh behandelte Variante zeigt am dritten Erntetermin einen leichten Anstieg des Kraftstoffverbrauchs, was sicher auf den 25 %-igen Lageranteil zurückzuführen ist.

Die Unbehandelte Kontrolle hat anfangs den geringsten Kraftstoffverbrauch. Er steigt trotz verbesserter Abreife zum zweiten und dritten Erntetermin stark an. Der Lageranteil hat sich zu beiden Ernteterminen stetig erhöht und verursacht den steigenden Kraftstoffbedarf.

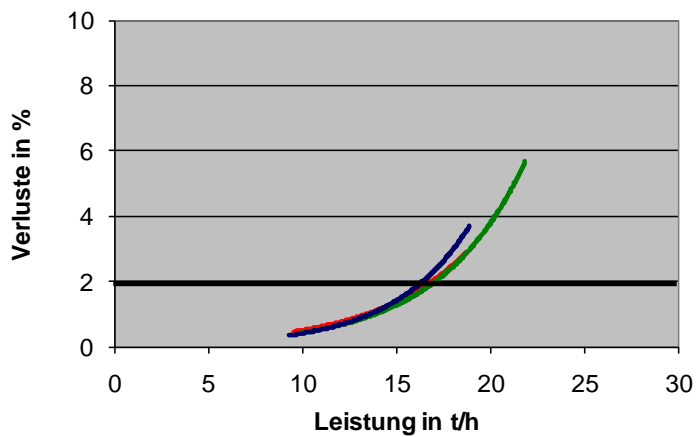
Beim Visby unterscheiden sich die Varianten nur beim ersten Erntetermin.

VISBY

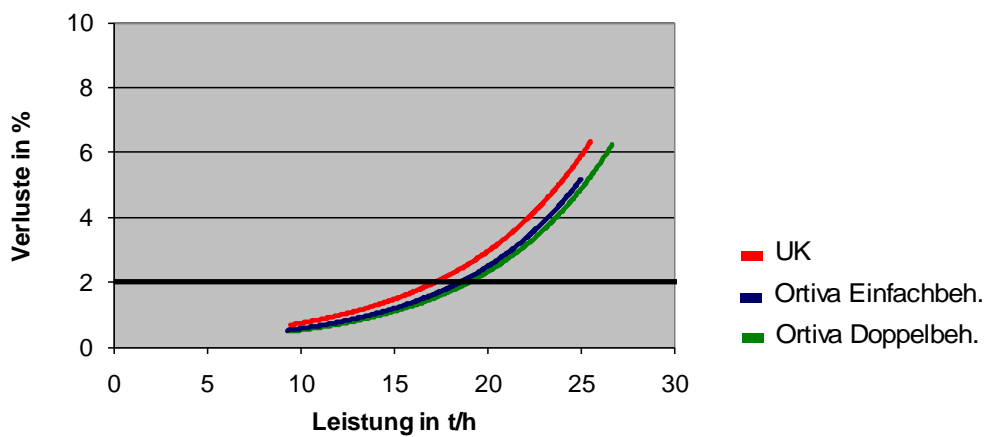
1. Erntetermin



2. Erntetermin



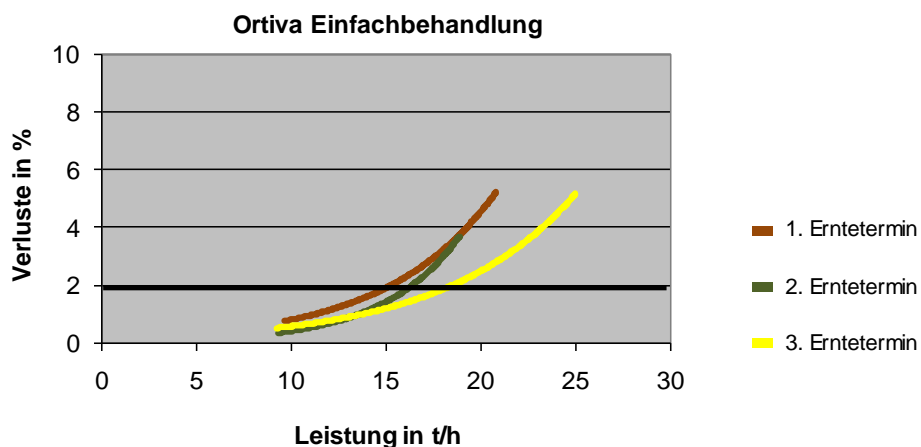
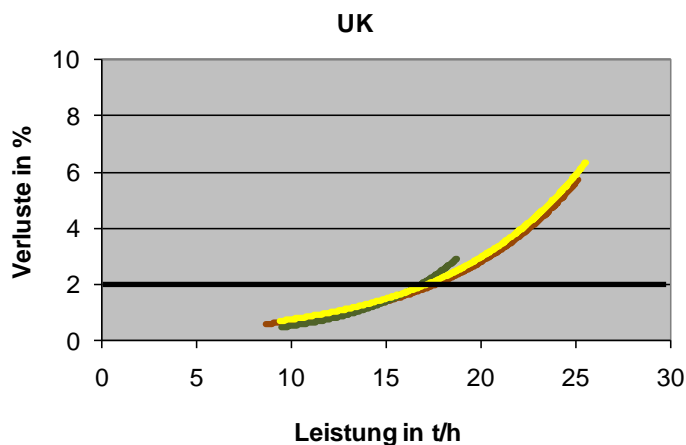
3. Erntetermin

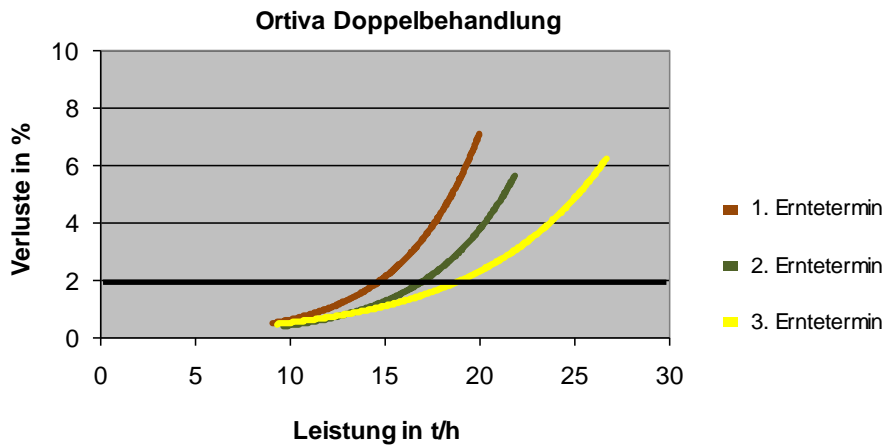


— UK
— Ortiva Einfachbeh.
— Ortiva Doppelbeh.

Zum frühen Beerntungstermin ist die doppelt behandelte Variante auf Grund ihrer Vitalität am schwersten vom Mähdrescher zu verarbeiten und die Unbehandelte Kontrolle infolge fortgeschrittener Reife am einfachsten zu beernten. Zum zweiten Erntetermin ist die Druscheignung bei allen Varianten gleich. Zum dritten Erntetermin verbessert sich die Beerntung mit zunehmender Reife und Abtrocknung. Keine Variante ist ins Lager gegangen.

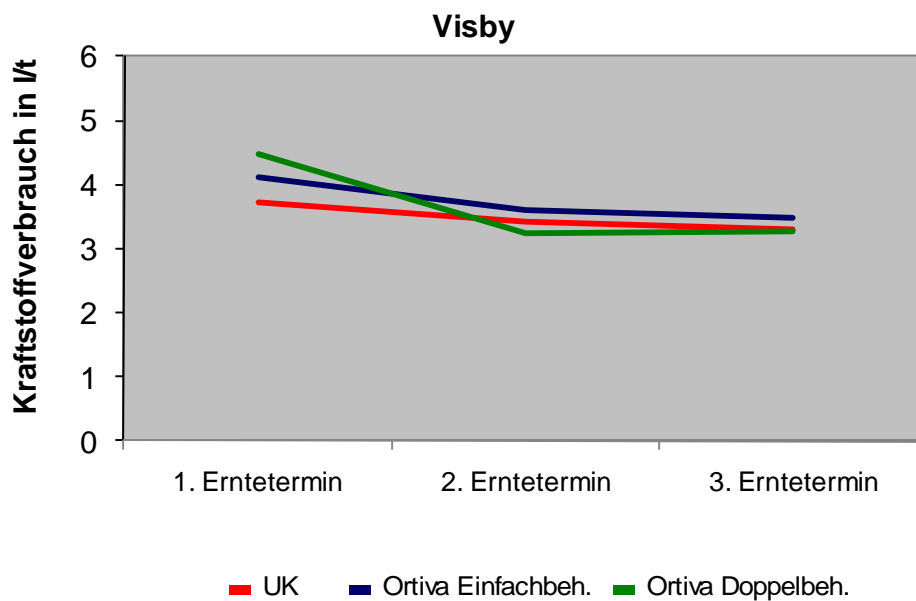
Vergleicht man die Erntetermine innerhalb einer Behandlung, so hat sich die Unbehandelte Kontrolle über den Beerntungszeitraum in der Druscheignung nicht verbessert oder verschlechtert.





Die Mähdrescherleistung bei Einfachbehandlung steigert sich vom ersten zum dritten Erntetermin um ca. 20 % und bei der Doppelbehandlung um ca. 30 %

Beim Kraftstoffverbrauch gab es nur zum ersten Erntetermin Unterschiede in den Varianten, die sich mit der Druscheignung decken.



8. Monetäre Bewertung

Die Unterschiede in Ertrag, Öl und Kraftstoffverbrauch lassen sich monetär bewerten. Zugrunde gelegt wurden dabei die jeweils besten Erntetermine. Bei der Unbehandelten Kontrolle handelt es sich um den ersten Erntetermin und bei den Blütenbehandlungen um den dritten Erntetermin.

Tab.: Monetäre Bewertung der Behandlungsvarianten

Versuchsstandort mit Excalibur			
Parameter	Unbehandelte Kontrolle	Ortiva normal	Ortiva spät
Ertrag [dt/ha]	44,2	45,3	47,6
Öl [%]	42,2	42,9	44,0
Mähdrescherleistung [t/h]	16,5	16,5	18,5
Kraftstoffverbrauch [l/t]	3,82	3,55	2,91

Setzt man die Unbehandelte Kontrolle zu 100 % ergeben sich folgende Vorteile.

Tab.: Monetäre Bewertung der Behandlungsvarianten

Versuchsstandort mit Excalibur			
Parameter	Unbehandelte Kontrolle	Ortiva normal	Ortiva spät
Ertrag [dt/ha]	100 %	+ 1,1	+ 3,4
Öl [%]	100 %	+ 0,7	+ 1,8
Mähdrescherleistung [t/h]	100 %	+ 0	+ 2
Kraftstoffverbrauch [l/t]	100 %	- 0,3	- 0,9

Tab.: Monetäre Bewertung der Behandlungsvarianten

Monetäre Mehrerlöse – Ertrag			
Parameter	Unbehandelte Kontrolle	Ortiva normal	Ortiva spät
Ertrag ^{*1}	1.326 €/ha	1.359 €/ha	1.428 €/ha
Öl ^{*2}	+ 45 €/ha	+ 59 €/ha	+ 86 €/ha
Gesamt	1.368 €/ha	1.418 €/ha	1.514 €/ha
Mehrerlös	Basis	50 €/ha	146 €/ha
Monetäre Mehrerlöse – Drusch			
MD-Leistung ^{*3}	16,5 t/h = 100 %	16,5 t/h = 0 % 0 €/ha	18,5 t/h = 112 % 10,80 €/ha
Kraftstoff ^{*4}	16,9 l/ha = 100 %	15,4 l/ha 1,50 €/ha	12,8 l/ha 4,10 €/ha
Mehrerlös	100 %	1,50 €/ha	14,90 €/ha
Gesamt	0	51,50 €/ha	160,90 €/ha

^{*1} UK: 4,42 t/ha x 300 €/t = 1.326 €/ha
 Ortiva normal: 4,53 t/ha x 300 €/t = 1.359 €/ha
 Ortiva spät: 4,76 t/ha x 300 €/t = 1.428 €/ha

^{*2} UK: 42,2 % Öl – 40 % Basis = 2,2 % x 1,5 Pkte Zuschlag = 3,3 % Ertragszuschlag
 4,42 t/ha x 3,3 % Zuschlag = 4,56 t/ha x 300 €/t Erlös = 1.368 €/ha = 45 €/ha Ölzuschlag

^{*3} 90 €/ha Druschkosten/Ortiva normal zu UK = 0 % Mehrleistung
 Ortiva spät zu UK = 12 % Mehrleistung
 90 €/ha x 12 % = 10,80 €/ha

^{*4} 1 l Diesel = 1 €/l

Würde man bei der Unbehandelten Kontrolle ebenfalls den dritten Erntetermin zur monetären Bewertung hinzuziehen, wären die Mehrerlöse im Drusch wesentlich höher, mit etwa 30 €/ha im Vergleich von Ortiva normal zur Unbehandelten Kontrolle und mit etwa 47 €/ha im Vergleich mit Ortiva spät zur Unbehandelten Kontrolle. Das resultiert aus dem Lager der Unbehandelten Kontrolle zum dritten Erntetermin, der die Mähdrescherleistung sehr beschränkte und den Kraftstoffverbrauch erhöhte. Da der Praktiker jedoch eine unbehandelte Variante nicht so lange stehen gelassen hätte, sondern zum besten Erntetermin gedroschen hätte, der mit dem ersten Erntetermin erreicht war. Deshalb wurde dieser Erntetermin herangezogen.

Vergleicht man die Behandlung zur beginnenden Blüte mit der Behandlung zur abgehenden Blüte, schneidet die späte Behandlung deutlich besser ab. Dies ist natürlich unter den Voraussetzungen zu sehen, dass zur Blüte kein Sklerotinbefall vorlag, der zur schnellen Handlung gezwungen hätte.

Tab.: Monetäre Bewertung der Behandlungsvarianten

Monetärer Vergleich		
EXCALIBUR		
Parameter	Ortiva normal	Ortiva spät
Ertrag	1.359 €/ha	1.428 €/ha
Öl	+ 59 €/ha	+ 86 €/ha
Gesamt	1.418 €/ha	1.514 €/ha
Mehrerlös	100 % ± 0	6,7 % 96 €/ha
Bonus Mähdrescherleistung	16,5 t/h	18,5 t/h 10,80 €/ha
Verringerung Kraftstoffverbrauch	15,4 l/ha	12,8 l/ha 2,60 €/ha
Gesamt Mehrerlös	± 0	109,40 €/ha

Wenn keine Behandlungsindikation zur Blüte vorgelegen hat, kann man der Blütenbehandlung im Vergleich zur Unbehandelten Kontrolle mit 51 bis 160 €/ha an physiologischen Effekten zuschreiben. Vergleicht man die frühe und späte Behandlung heben sich die Mehrerlöse bei der späten Behandlung noch deutlicher mit ca. 110 €/ha ab. Dies ist relativ sicher den physiologischen Effekten zuzuschreiben, weil in beiden Fällen eine Behandlung erfolgte. Die Effekte verstärken sich je länger man die Behandlung hinauszögern kann.

Tab.: Monetäre Bewertung der Behandlungsvarianten

Monetäre Mehrerlöse – Ertrag			
VISBY			
Parameter	Unbehandelte Kontrolle	Einfachbehandlung	Doppelbehandlung
Ertrag ^{*1}	1.395 €/ha	1.407 €/ha	1.461 €/ha
Öl ^{*2}	+ 38 €/ha	+ 40 €/ha	+ 53 €/ha
Gesamt	1.432 €/ha	1.447 €/ha	1.514 €/ha
Mehrerlös	± 0	15 €/ha	82 €/ha
Monetäre Mehrerlöse - Drusch			
MD-Leistung ^{*3}	16 t/h	16 t/h	16 t/h
Kraftstoff ^{*4}	15 l/ha	15,8 l/ha	14,3 l/ha
Mehrerlös	± 0	± 0	± 0
Gesamt	± 0	15 €/ha	82 €/ha

*1 UK: 4,65 t/ha x 300 €/t = 1.395 €/ha
Einfachbehandlung: 4,69 t/ha x 300 €/t = 1.407 €/ha
Doppelbehandlung: 4,87 t/ha x 300 €/t = 1.461 €/ha

*2 UK: 41,8 % Öl – 40 % Basis = 1,8 % x 1,5 Pkte Zuschlag = 2,7 % Ertragszuschlag
UK:
4,65 t/ha x 2,7 % Zuschlag = 4,77 t/ha x 300 €/t Erlös = 1.432 €/ha = 38 €/ha Ölzuschlag

Einfachbehandlung: 41,9 % Öl – 40 % Basis = 1,9 % x 1,5 Pkte = 2,85 % Ertragszuschl.
4,69 t/ha x 2,85 % Zuschlag = 4,82 t/ha x 300 €/t Erlös = 1.447 €/ha = 40 €/ha Ölzuschlag

Doppelbehandlung: 42,4 % Öl – 40 % Basis = 2,4 % x 1,5 Pkte = 3,6 % Ertragszuschl.
4,87 t/ha x 3,6 % Zuschlag = 5,04 t/ha x 300 €/t Erlös = 1.514 €/ha = 53 €/ha Ölzuschlag

Vergleicht man den monetären Mehrwert der Doppelbehandlung so deckt er zumindest die Aufwandskosten.

Tab.: Monetäre Bewertung der Behandlungsvarianten

Monetärer Vergleich		
VISBY		
Parameter	Einfachbehandlung	Doppelbehandlung
Erlös	1.447 €/ha	1.514 €/ha
Mehrerlös	± 0	67 €/ha

9. Zusammenfassung

Bei der fungiziden Blütenbehandlung werden die physiologischen Nebeneffekte meist unterschätzt. In der Praxis werden eine verlängerte Abreife mit letztlich höheren Korn- und Ölerträgen, eine gebremste Ausfallneigung bzw. eine Reifesynchronisation erfahren.

Ziel der Arbeit war es diese Effekte mit unterschiedlichsten Methoden nachzuweisen. Zwei Versuchsstandorte wurden angelegt, mit einer frühen und einer späten Applikation des Azoxystrobins Ortiva sowie einer unbehandelten Kontrolle. Der zweite Versuchsstandort wurde genutzt, um statt der späten eine Doppelbehandlung zu fahren. Um die Auswirkungen über den zeitlichen Verlauf beobachten zu können, wurden die Varianten zu drei Terminen im Abstand von jeweils 10 Tagen beerntet.

Die Krankheitsbonitur bei Phoma und Sklerotinia ergaben nicht notwendigerweise eine Behandlungsindikation. Die Versuchsergebnisse sind deshalb größtenteils den physiologischen Effekten zuzuschreiben und weniger der fungiziden Wirkung.

Die bonitierte Anzahl der Schoten nahm von der unbehandelten über die früh behandelte zur spät behandelten Variante zu und war bei der Doppelbehandlung am höchsten. Man kann in Erwägung ziehen, dass durch das Azoxystrobin der Schotenabwurf gebremst wird und je später man behandelt, desto mehr Blütenanlagen bzw. bereits angesetzte Schoten trifft. Eine erhöhte Vitalität der behandelten Varianten zeigte sich ebenfalls in der Wuchshöhe. Die späte bzw. doppelt behandelte Variante war um 5 – 10 cm länger. Über die gestaffelten Erntetermine blieb die Vitalität erhalten. Die unbehandelte Kontrolle ging zum zweiten Erntetermin mit 25 % und zum dritten Erntetermin mit 85 % ins Lager.

Die grüne Schotenfläche, bonitiert in der oberen, mittleren sowie unteren Schotenetage, zeigte stets einen höheren Greeningeffekt in den behandelten Varianten, der sich in der späten bzw. doppelten Behandlung verstärkte. Auch



die Stängel wiesen diesen stärkeren Greeningeffekt auf, was auf erhöhte Vitalität und verlängerte Assimilation schließen lässt.

Der Greeningeffekt bei den Schoten führt jedoch nicht zu einem weiteren Auseinanderdriften der Abreife innerhalb der Etagen, so dass die oberen Schoten überreif sind und aufplatzen, während die unteren Schoten noch gummiartig sind. Im Gegenteil, ab einem bestimmten Zeitpunkt ist das Schotenpaket gleichmäßig durchgereift. Es dauert nur etwas länger im Gegensatz zur unbehandelten Kontrolle.

Die Ermittlung der Trockensubstanz der Schoten über eng gestaffelte Termine bestätigte die Bonituren der grünen Schotenfläche. Die behandelten Varianten waren länger feuchter als die Unbehandelte Kontrolle.

Ein Versuch die physiologischen Abreifeunterschiede auf technischen Wege nachzuweisen, wurde mit dem N-Tester unternommen. Schotenhälften wurden „geknipst“ und deren Chlorophyllgehalt ermittelt. Auch hier zeigten die spät bzw. doppelt behandelten Varianten die höchsten Werte. Darüber hinaus blieben die Schoten in den oberen Etagen länger grün und erreichten dann zeitgleich mit den unteren Schoten gleiche Werte. Hier kann man von einer Reifesynchronisation ausgehen.

Was man mit Hilfe des N-Testers ermitteln konnte, sollte mit mehreren Überfahrten des YARA N-Sensor bestätigt werden. Fotosensoren messen das reflektierte Lichtspektrum und errechnen den Chlorophyllgehalt. Besonders bei der ersten (02.07.2010) und letzten (30.07.2010) Überfahrt deckte sich die erstellte Biomasse-/Chlorophyllkarte mit der Versuchsanlage. Die spät behandelte Variante hatte deutlich höhere Werte als die früh behandelte. Die Unbehandelte Kontrolle war mit den geringsten Werten leicht zu identifizieren. Dieser Versuch gelang nur ausgezeichnet auf dem ersten Versuchsstandort, versagte jedoch auf dem zweiten Versuchsstandort durch größere Bodeneinflüsse.

Was über den YARA N-Sensor am Boden aufgenommen wurde, konnte durch Luftbildaufnahmen voll bestätigt werden. Die Fotos belegen eine eindeutige

Abgrenzung der Varianten durch die Reifeunterschiede mit ihren unterschiedlichen Grünfärbungen.

Bei einem weiteren Versuch wurden die Schoten einer Spektralanalyse unterzogen. Eine erhöhte Chlorophyll- und Wasserabsorption konnte bei der späten bzw. der doppelt behandelten Variante nachgewiesen werden.

Da sich auch über den langgestreckten Ernteverlauf kein natürlicher Ausfall einstellte, wurden die Schoten mit Hilfe eines Ausfalltesters einer mechanischen Belastung ausgesetzt. Das erfolgte sowohl im frisch gepflückten Zustand, als auch im definierten Zustand der Schoten nach Rücktrocknung. Hier reagierte die Unbehandelte Kontrolle mit der höchsten Ausfallneigung und die spät bzw. doppelt behandelte Variante mit der geringsten Ausfallneigung.

Bei der Beerntung zeigte sich, dass die Erträge der Unbehandelten Kontrolle vom ersten bis zum dritten Erntetermin abfielen. Das kann auf das zunehmend stärker werdende Lager zurückzuführen sein. Die Erträge der früh behandelten Variante nahmen vom ersten zum zweiten Erntetermin zu und blieb bis zum dritten Erntetermin konstant. Der Ertrag der spät behandelten Variante nahm vom ersten bis zum dritten Erntetermin zu.

Bei allen Varianten stiegen die Ölerträge über die drei Erntetermine an. Durch die langanhaltende Feuchte zur Ernte 2010 trat zum dritten Erntetermin latenter Auswuchs auf, der sich jedoch nicht negativ auf den Ölgehalt ausgewirkt hat.

Die unterschiedliche Vitalität der Varianten zeigte sich auch in der Druscheignung. Die Unbehandelte Kontrolle wies zum ersten Erntetermin die beste Druscheignung auf. Die Reife war am weitesten fortgeschritten. Zum zweiten bis hin zum dritten Erntetermin nahm sie aufgrund des zunehmenden Lagers rapide ab. Die spät behandelte Variante war zum ersten Erntetermin am schwierigsten zu dreschen. Die Druscheignung verbesserte sich zum dritten Erntetermin und steigerte die Mähdreschleistung um ca. 30 %. Die höhere Vitalität durch die spätere Blütenbehandlung erforderte einen späteren Drusch, um Ertrag und Beerntbarkeit auf höchstem Niveau zu synchronisieren.

10. Schlussfolgerung

Die Blütenbehandlung mit einem Strobilurin hat eine Reihe von physiologischen Nebeneffekten, die im Großversuch in Westerengel nachgewiesen werden konnten:

1. Reifesynchronisation

Dem Einsatz von Strobilurinen wird ein Greeningeffekt nachgesagt. Dieser entsteht tatsächlich durch die höhere und längere Vitalität der Pflanzen. Der optimale Erntetermin wird etwas später erreicht. Die Blütenbehandlung führt jedoch nicht zu einem Auseinanderdriften der Reife in den Schotenetagen. Im Gegenteil, die oberen Schoten bleiben länger grün, werden aber zum gleichen Termin mit den unteren Schoten reif. (Je später man appliziert je mehr Schotenansätze trifft man, die später zur oberen Schotendecke gehören.)

Bei der Unbehandelten Kontrolle war die Reife weiter aufgespreizt und das obere Schotendrittel viel früher reif als das untere Drittel. So kann frühzeitiger Ausfall auftreten, der die Landwirte zum Drusch zwingt, obwohl das untere Drittel noch nicht ausgereift ist.

Durch eine Reifesynchronisation erzielt man zugleich eine Erntesynchronisation, weil die Gesamtreife mit den höchsten Korn- und Ölertrag, der besten Druscheignung und den geringsten Druschverlusten zusammentrifft.

2. Ernteflexibilität

Man kann das Erntefenster beim Raps weiter aufziehen. Durch die höhere Schotenplatzfestigkeit übersteht er auch witterungsbedingte Zwangspausen besser. Auch zu einem frühen Erntezeitpunkt war der Ertrag der behandelten Varianten stets höher als bei der Unbehandelten Kontrolle. Das heißt, auch wenn man zu einem frühzeitigen Termin dreschen will, wo das Höchstmaß an Ertrag und Öl noch nicht kommt, drischt man immer noch besser als bei einer unbehandelten Variante. Dagegen kann man den Drusch des Rapses sehr



flexibel nach hinten schieben, ohne Nachteile, aber mit zunehmenden Ertragsvorteilen. Das erhöht die Erntesicherheit nicht nur für den Raps sondern zugleich für den Weizen. Man kann dem Drusch des qualitätsgefährdeten Weizens den Vorrang geben und den behandelten Raps gefahrlos schieben. Diese Flexibilität passt gut in das heutige enggestrickte Erntemanagement.

3. Reifestaffelung

Die strobilurinbetonte Blütenbehandlung ist ein Instrument zur Reifestaffelung. Frühreife Sorten werden durch die Blütenbehandlung in der Abreife nicht stark konterkariert. Man kann sie weiterhin früh dreschen. Mittlere und späte Sorten kann man noch bewusster in die Reifestaffelung einordnen.

4. Flexibles Spritzfenster

Wenn man nicht durch Krankheitsdruck zum sofortigen Handeln gezwungen ist, kann man den Applikationstermin auf einen späteren Zeitpunkt verlegen. Je später man appliziert und dabei die ersten Schötchen trifft, desto höher sind die physiologischen Nebeneffekte. Ein flexibler Spritztermin sichert zugleich auch die punktgenaue Behandlung im Weizen. Oft muss der Weizen warten, weil man im Raps unbedingt zur Vollblüte applizieren möchte. Von der Verlängerung des Applikationszeitraumes profitieren Raps und Weizen zugleich.

5. Ertragsversicherung

Auch wenn keine Krankheitsindikation vorliegt, ist eine Blütenbehandlung eine Ertragsversicherung. Man weiß nie was zu einem späteren Zeitpunkt noch auftreten kann. Man sichert zunächst ab, was man hat und trägt zur Stabilität des Betriebsergebnisses bei. Die physiologischen Nebeneffekte mit höherer Schotenplatzfestigkeit, höherer Vitalität, höheren Korn- und Ölerträgen, geringerer Lagerneigung, Ernteflexibilität u.a. wiegen die Aufwendungen meist mehr als auf.

11. Danksagung

Ein Feldversuch in dieser Größenordnung ist nicht nur vom Geld abhängig, sondern auch von der tatkräftigen Unterstützung vieler Partner.

Unser Dank gilt besonders Herrn Wickenhagen und Herrn Briesner, Agrar GmbH Westerengel, die auf ihren Flächen den Versuch ermöglichten, die zusätzliche Belastung auf sich genommen haben und sehr großzügig mit Technik und Arbeitskräften ausgeholfen haben.



Vielen Dank für den Versuchsmähdrescher der Firma John Deere. Herr Rottmann hat alles in die Wege geleitet. Die Maschine stand uns für die gesamte Beerntungszeit zur Verfügung, so dass wir die Erntetermine ohne Stress mit Maschinenbeschaffung sehr flexibel planen konnten. Diesen Komfort wussten wir sehr zu schätzen.



Die Versuchsmannschaft hat wieder Verlässlichkeit und Stehvermögen bewiesen und an den heißen Druschtagen, ohne Schatten auf dem Feld, einen kühlen Kopf bewahrt. Sie übernahm alle Arbeiten vom Freischneiden über die Bonituren bis zur Beerntung.



Herr Entrich, Student an Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, hat im Rahmen seiner Masterarbeit bienenfleißig bonitiert und bei allen Ernteterminen geholfen.



12. Quellen

DIEPENBROCK, W.; ELLMER, F. und LEON, J. (2009): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Eugen Ulmer Verlag Stuttgart

ENTRICH, M. (2010): Einfluss der Blütenbehandlung auf die Abreife von Winterraps. Masterarbeit Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau: Ein Lehrbuch – Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion, Paul Parey Verlag Berlin und Hamburg