

Aus dem Institut für Phytopathologie
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

„Epidemiologische, wachstumsregulatorische und ertragliche Effekte von Fungiziden
gegenüber *Phoma lingam* ([Tode ex Fr.] Desm.) im Winterraps
(*Brassica napus* L. var. *napus*)“

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

M.Sc. Mathis Müller

aus Münster

Kiel, 2007

Aus dem Institut für Phytopathologie
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

„Epidemiologische, wachstumsregulatorische und ertragliche Effekte von Fungiziden
gegenüber *Phoma lingam* ([Tode ex Fr.] Desm.) im Winterraps
(*Brassica napus* L. var. *napus*)“

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

M.Sc. Mathis Müller

aus Münster

Kiel, 2007

Dekan: Prof. Dr. J. Krieter
Erster Berichterstatter: Prof. Dr. J.-A. Verreet
Zweiter Berichterstatter: Prof. Dr. H. Kage
Tag der mündlichen Prüfung: 08. Februar 2007

Gedruckt mit Genehmigung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

1 Einleitung und Literaturübersicht	
1.1 Einleitung	1
1.2 Literaturübersicht	3
1.2.1 Bedeutende pilzliche Krankheitserreger im Winterraps	3
1.2.1.1 <i>Phoma lingam</i> - Erreger der Wurzelhals- und Stengelfäule	3
1.2.1.2 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> - Erreger der Weißstengeligkeit	7
1.2.1.3 <i>Verticillium longisporum</i> - Erreger der Rapswelke	10
1.2.2 Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Winterraps	10
1.2.2.1 Einsatz von Fungiziden im Winterraps	11
1.2.2.2 Einsatz von Wachstumsregulatoren im Winterraps	16
1.2.3 Spezielle Aspekte der Schotenentwicklung und Schotenstabilität im Winterraps	19
2 Material und Methoden	
2.1 Versuchsstandorte und Versuchsanlage 2004/2005 und 2005/2006	22
2.1.1 Versuchsstandorte und Versuchsanlage Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006	22
2.1.2 Versuchsstandort und Versuchsanlage Hohenschulen 2005/2006	22
2.2 Applikationsvarianten und Applikationstechnik 2004/2005 und 2005/2006	23
2.2.1 Applikationsvarianten und Applikationstechnik Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006	23
2.2.2 Applikationsvarianten und Applikationstechnik Hohenschulen 2005/2006	25
2.3 Charakterisierung verwendeter Präparate	25
2.3.1 Charakterisierung verwendeter Fungizide	25
2.3.1.1 Triazole	26
2.3.1.2 Benzimidazole	27
2.3.1.3 Carboxanilide	28
2.3.2 Charakterisierung verwendeter Wachstumsregulatoren	28
2.4 Bestimmung fungizider Wirkungsgrade	30
2.5 Probenahme zur populationsdynamischen Befallserhebung und Bestimmung pflanzenmorphologischer Parameter	30
2.6 Populationsdynamische Befallserhebungen auftretender Krankheitserreger	30
2.7 Bestimmung pflanzenmorphologischer Parameter und der Bestandesdichte	32
2.8 Untersuchung der Schotenstabilität	33
2.9 Quantitative Erfassung des Ascosporenfluges von <i>Leptosphaeria maculans</i>	33

2.10	Parzellenbeerntung und Probenaufbereitung	34
2.11	Erfassung meteorologischer Daten	34
2.12	Statistische Auswertung	35
3	Ergebnisse	
3.1	Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf <i>Phoma lingam</i> (<i>Leptosphaeria maculans</i>) und die Pflanzenmorphologie (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	36
3.1.1	Witterungsverlauf der Versuchsstandorte (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	36
3.1.2	Verlauf der Entwicklungsstadien der Versuchsbestände (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	38
3.1.3	Ascosporenflug von <i>Leptosphaeria maculans</i> und Befallsstärke im Bestand (BSB _{Blatt}) in Abhängigkeit von der Witterung (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	39
3.1.4	Blattbefall (BSB _{Blatt} , BHB _{Blatt}) mit <i>Phoma lingam</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	41
3.1.4.1	Populationsdynamischer Befallsverlauf (BSB _{Blatt} , BHB _{Blatt}) von <i>Phoma lingam</i> in der unbehandelten Kontrolle (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	41
3.1.4.2	Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf den Blattbefall (BSB _{Blatt} , BHB _{Blatt}) mit <i>Phoma lingam</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	43
3.1.4.3	Wirkungsgrade applizierter Fungizide (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	52
3.1.4.4	Zusammenhang zwischen Befallsstärke (BSB _{Blatt}) und Befallshäufigkeit (BHB _{Blatt}) (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	53
3.1.4.5	Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Blattendbefall (BSB _{Blatt} , BHB _{Blatt}) mit <i>Phoma lingam</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	54
3.1.4.6	Einfluß von Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus auf den Blattbefall (BSB _{Blatt} , BHB _{Blatt}) (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	56
3.1.5	Wurzelhals- (BW _{Wh} , BHB _{Wh}) und Stengelbefall (BW _{St} , BHB _{St}) mit <i>Phoma lingam</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	61

3.1.5.1	Populationsdynamischer Befallsverlauf ($BW_{Wh/St}$, $BHB_{Wh/St}$) von <i>Phoma lingam</i> in der unbehandelten Kontrolle (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	61
3.1.5.2	Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf den Wurzelhals- (BW_{Wh} , BHB_{Wh}) und Stengelbefall (BW_{St} , BHB_{St}) mit <i>Phoma lingam</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	62
3.1.5.3	Zusammenhang zwischen Blattbefall (BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt}) und Wurzelhals- (BW_{Wh}) und Stengelbefall (BW_{St}) (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	72
3.1.5.4	Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Wurzelhals- (BW_{Wh} , BHB_{Wh}) und Stengelendbefall (BW_{St} , BHB_{St}) mit <i>Phoma lingam</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	74
3.1.5.5	Einfluß von Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus auf den Wurzelhals- (BW_{Wh}) und Stengelendbefall (BW_{St}) mit <i>Phoma lingam</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	76
3.1.6	Pflanzenmorphogenese: Sproßlänge und Wurzelhalsdurchmesser (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	79
3.1.6.1	Entwicklung der Sproßlänge und des Wurzelhalsdurchmessers in der unbehandelten Kontrolle (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	79
3.1.6.2	Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf die Sproßlänge und den Wurzelhalsdurchmesser (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	80
3.1.6.3	Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf die Sproßlänge und den Wurzelhalsdurchmesser (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	87
3.1.6.4	Einfluß von Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus auf die Sproßlänge und den Wurzelhalsdurchmesser (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	89
3.1.7	Einfluß ausschließlicher Blütenapplikationen von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf die Schotenstabilität (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	94
3.1.8	Ernteparameter: Ertrag und Tausendkorngewicht (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	100

3.1.8.1	Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf den Ertrag und das Tausendkorngewicht (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	100
3.1.8.2	Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Ertrag und das Tausendkorngewicht (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	104
3.1.8.3	Einfluß von Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus auf den Ertrag und das Tausendkorngewicht (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	105
3.1.9	Bewertung von Zusammenhängen zwischen den Befallsparametern BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt} , BW_{Wh} und BW_{St} , der Sproßlänge und Schotenstabilität und dem Ertrag (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	108
3.1.10	Auftreten weiterer Rapspathogene (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	110
3.1.10.1	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	110
3.1.10.2	<i>Peronospora parasitica</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	110
3.1.10.3	<i>Verticillium longisporum</i> (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	111
3.1.11	Ökonomische Bewertung unterschiedlicher Applikationstermine (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)	112
3.2	Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf die Schotenstabilität (Hohenschulen 2005/2006)	114
3.2.1	Witterungsverlauf des Versuchsstandortes (Hohenschulen 2005/2006)	114
3.2.2	Befallserhebung von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Hohenschulen 2005/2006)	115
3.2.3	Einfluß unterschiedlicher Blütenapplikationstermine auf die Schotenstabilität (Hohenschulen 2005/2006)	115
3.2.4	Ernteparameter: Ertrag und Tausendkorngewicht (Hohenschulen 2005/2006)	121
3.2.5	Bewertung von Zusammenhängen zwischen der Schotenstabilität und dem Ertrag (Hohenschulen 2005/2006)	121
4	Diskussion	122
5	Zusammenfassung	135
6	Summary	137
7	Literatur	139

Verwendete Abkürzungen:

a.i.	active ingredient
B	Blütenbehandlung
BBCH	Entwicklungsstadien der Pflanze
bef.	befallen
BHB	Befallshäufigkeit im Bestand
BSB	Befallsstärke im Bestand
BW	Befallswert
cm	Zentimeter
dt	Dezitonnen, 1 dt = 100 kg
EC	Emulsionskonzentrat
EW	Emulsion in wäßriger Lösung
Fa.	Firma
°C	Grad Celsius
gepl.	geplatzt
h	Stunden
ha	Hektar
HB	Herbst-/Blütenbehandlung
HFB	Herbst-/Frühjahrs-/Blütenbehandlung
Hasto	Harnstoff
FB	Frühjahrs-/Blütenbehandlung
K	Kalium
KAS	Kalk-Ammon-Salpeter
K/m ²	Körner/Quadratmeter
Kmf.	Keimfähigkeit
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
max. Anz.	Maximale Anzahl
ME	Mikroemulsion
Mio.	Million
mm	Millimeter
µm	Mycrometer
N	Stickstoff
n.s.	nicht signifikant

P	Phosphor
Pfl.	Pflanze
Pfl./m ²	Pflanzen/Quadratmeter
Pykn.	Pyknidien
S	Schwefel
SC	Lösliches Konzentrat
Sch.	Schoten
Sig.	Signifikanz
sL	sandiger Lehm
SL	Wasserlösliches Konzentrat
Spr.l.	Sproßlänge
SSA	Schwefelsaures Ammoniak
t	Tonnen
TKG	Tausendkorngewicht
Var.	Variante
W.h.d.	Wurzelhalsdurchmesser
WG	Wasserdispergierbares Granulat

1 Einleitung und Literaturübersicht

1.1 Einleitung

Der Rapsanbau in der Bundesrepublik Deutschland erfuhr in den vergangenen Jahren eine stetige Steigerung von 1,150 Mio. ha 1999 (ANONYMUS 2006j) auf 1,323 Mio. ha 2005 (ANONYMUS 2006l). Die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern (22,1 %), Thüringen (18,3 %), Sachsen (17 %) und Schleswig-Holstein (16,7 %) sind mit einem hohen prozentualen Rapsanteil die bedeutendsten Anbauregionen (REUTER 2003). Innerhalb der Europäischen Union (EU-25) steht seitens der Gesamtanbaufläche die Bundesrepublik Deutschland mit 28,7 % gefolgt von Frankreich mit 25 % sowie Großbritannien und Polen mit jeweils 12,5 % an erster Stelle (ANONYMUS 2006k).

Die Steigerung der Anbaufläche in den vergangenen Jahren liegt zum einen in dem steigenden Bedarf des Energiemarktes an Raps-Methyl-Ester (Biodiesel) (ANONYMUS 2005d), zum anderen in dem gestiegenen Interesse der Ernährungsindustrie an dem ernährungsphysiologisch hoch wertvollen Rapsöl begründet (REUTER 2003).

Die Produktion von Biodiesel verzeichnete seit 1998 mit 50.000 t bis 2005 eine Steigerung auf 2,3 Mio. t (ANONYMUS 2006m). Der Bedarf nach biogener Energie wird mit dem Versiegen der fossilen Brennstoffreserven in den kommenden Jahren weiter steigen und die Bedeutung des Rapses zur Erzeugung von Energieprodukten beziehungsweise von regenerativer Energie steigern.

In den 70er und 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts gelang es der Züchtung die 00-Sorten zu generieren, dessen Korn frei von Erucasäure und Glucosinolaten war (ANONYMUS 2006n). Durch die fehlende Erucasäure verlor das Rapsöl seinen bitteren Beigeschmack und gilt seither ernährungsphysiologisch als sehr hochwertig, da es einen hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren besitzt (ANONYMUS 2006o).

Die verstärkte Nachfrage führte in den vergangenen Jahren zu stabilen Marktpreisen, so daß der Rapsanbau eine hohe wirtschaftliche Vorzüglichkeit erlangt hat. Dies ist jedoch nicht zuletzt auch in dem durch lange Bodenbedeckung und tiefe Durchwurzelung hervorgerufenen, besseren Bodengefüge (HONERMEIER et al. 2002) und der daraus resultierenden, hohen Vorfruchtbedeutung des Rapses in den heutigen, engen Getreidefruchtfolgen begründet (CHRISTEN und SIELING 1999). So besitzt der Raps auch aus phytosanitärer Sicht eine hohe Bedeutung als Gesundungsfrucht im heutigen, intensiven Ackerbau (CRAMER 1990, CHRISTEN et al. 1999).

Durch die Intensivierung des Rapsanbaus werden in der Bundesrepublik Deutschland weltweit die höchsten Erträge erzielt (KIEFER 2005). Ertragsleistungen von 50 dt/ha sind in

führenden Betrieben bereits Realität (DIEPENBROCK 1999). Dennoch sind die Ertragsdifferenzen mit Spitzenerträgen von über 50 dt/ha und durchschnittlichen Erträgen von 35 dt/ha relativ hoch und insbesondere abhängig vom Standort, der Witterung und der Bestandesführung (PROCHNOW et al. 2002). Hohe Erträge bedürfen folglich optimaler und intensiver ackerbaulicher Maßnahmen sowie einer angepaßten Pflanzenschutzintensität seitens des Einsatzes von Fungiziden und Wachstumsregulatoren, da die kürzeren Fruchtfolgen und die Ausdehnung der Anbaufläche sich in verstärkten Problemen mit pilzlichen Krankheiten und tierischen Schaderregern niederschlagen (GARBE 2000d, KRÜGER 1983, THÜRWÄCHTER et al. 1995).

Europaweit stellen die pilzlichen Krankheitserreger *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum* und der in den vergangenen Jahren vermehrt in Erscheinung tretende Erreger *Verticillium longisporum* durch ertragsrelevante Befallsgrade Probleme dar (GARBE 1999, CHRISTEN et al. 1999). Bei starken Kalamitäten sind erhebliche Ertragsdepressionen möglich.

In der Bundesrepublik Deutschland zählen *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum* und *Verticillium longisporum* zu den wichtigsten Krankheiten im Winterrapsanbau (HORNIG 1990, LANDSCHREIBER 2005). Insbesondere *Phoma lingam*, der Erreger der Wurzelhals- und Stengelfäule, ist bundesweit von Bedeutung (HORNIG 1990) und tritt unter norddeutschen Anbaubedingungen als Hauptschadpathogen in Erscheinung (KRUSE 2004, SÖCHTING und VERREET 2004, WOHLLEBEN 2001).

In der vorliegenden Arbeit wurden in Untersuchungen die epidemiologischen, wachstumsregulatorischen und ertraglichen Effekte des Einsatzes von Fungiziden und Wachstumsregulatoren im Winterraps unter den gegebenen, intensiven Anbaubedingungen Schleswig-Holsteins in einem experimentellen Freilandversuch untersucht. Bestehende Unterschiede zwischen den Präparaten und verschiedenen Applikationsterminen hinsichtlich ihrer biologischen Wirkung auf die epidemiologische Entwicklung des unter den gegebenen Anbaubedingungen als Hauptschadpathogen in Erscheinung tretenden Erregers *Phoma lingam* sowie ihrer wachstumsregulatorischen Effekte werden herausgearbeitet und seitens der Auswirkungen auf die Ertragsbildung beurteilt. Ergänzend erfolgte eine spezielle Untersuchung der Effekte von Blütenapplikationen auf die Schotenstabilität und die ökonomische Bewertung verschiedener Pflanzenschutzmaßnahmen. Die Parameter Befall mit *Phoma lingam*, Sproßlänge, Schotenstabilität und Applikationstermine werden auf ihre Ertragsrelevanz überprüft und diesbezügliche mit der bestehenden Literatur verglichen.

1.2 Literaturübersicht

1.2.1 Bedeutende pilzliche Krankheitserreger im Winterraps

Die für den norddeutschen Bereich bedeutenden pilzlichen Krankheitserreger werden seitens ihres Stellenwertes und ihrer Biologie im folgenden zum Verständnis und zur Interpretation der in der vorliegenden Arbeit dargelegten Ergebnisse beschrieben. Dabei wird aufgrund ihrer Bedeutung auf den Hauptschaderreger *Phoma lingam* in ausführlicher Form, auf *Sclerotinia sclerotiorum* und *Verticillium longisporum* in Kurzform, auf Begleitpathogene aufgrund der geringen Bedeutung in der vorliegenden Arbeit an dieser Stelle nicht eingegangen.

1.2.1.1 *Phoma lingam* - Erreger der Wurzelhals und Stengelfäule

Die Wurzelhals- und Stengelfäule wird durch den Erreger *Phoma lingam* (Anamorph: *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm.; Teleomorph: *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not.) hervorgerufen (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Der Erreger ist sowohl bundesweit (HORNIG 1990) als auch im restlichen Mitteleuropa, in Australien, Kanada und China von großer Bedeutung (GUGLE und PETRIE 1992) und tritt im gesamten Anbau von Cruciferen auf, wobei eine besondere Bedeutung im Anbau von Winterraps seit der Einführung erucasäurefreier Sorten besteht (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Insbesondere bei starken Kalamitäten werden Ertragsverluste von 10 bis 50 % speziell durch parasitäres Lager erreicht (GARBE 2000c, GUGLE und PETRIE 1992, ZHOU et al. 1999). Als Wirtspflanzen werden Raps, alle Kohlarten, Kohl- und Stoppelrübe sowie zahlreiche Unkräuter, die als grüne Brücke zur Überdauerung dienen, befallen (GARBE 2000c).

Das Teleomorph (sexuelle Hauptfruchtform) *Leptosphaeria maculans* wird der Abteilung der Eumycota, der Unterabteilung der Ascomycotina, der Klasse der Loculoascomycetes und dort der Familie der Pleosporales zugeordnet (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999) und zeichnet sich folglich durch die sexuelle Vermehrung und genetische Rekombination in Form von Ascosporen aus.

Die sexuelle Fortpflanzung des Teleomorph *Leptosphaeria maculans* erfolgt über getrenntgeschlechtlich determinierte Hyphen. Diese Hyphen bilden sich in runden, dunklen Pseudothecien (krugförmige Fruchtkörpern) mit einer Größe von 360 bis 500 µm (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999), die sich aus Pilzmyzel infizierter Pflanzenteile beziehungsweise auf Ernteresten formieren. Bei der sexuellen Fortpflanzung kopulieren die weiblichen (Ascogonien) und die männlichen (Antheridien) Hyphen durch die Ausbildung eines Empfängnisorgans (Trychogyne) am Ascogon, über die die männlichen Zellkerne des Antheridiums in das Ascogon einwandern. Durch die Bildung einer ascogenen Hyphe mit

einem weiblichen und einem männlichen Zellkern wird die Dikaryophase (Zweikernphase) eingeleitet. Die ascogene Hyphe wächst hakenförmig heran. Am oberen Hakenbogen erfolgt durch doppelte Septierung die Bildung einer Scheitelzelle, die zur Ascusinitialen (Ascusmutterzellen) heranwächst. Diese Ascusinitiale stellt die frühe Entwicklungsform eines Ascus (Fruchtkörper) dar. Unterhalb der ersten Ascusinitialen erfolgt die Bildung einer neuen ascogenen Hyphe, aus der erneut eine Ascusinitiale heranwächst. Dies wiederholt sich, bis mehrere Asci gebildet wurden. Erst in den Ascusinitialen erfolgen die Karyogamie und die anschließende Meiose (Reduktionsteilung). Nach doppelter Mitose bilden sich auf diese Weise in jedem der bitunicaten (doppelwandigen) Asci stets acht haploide Ascosporen (BÖRNER 1997, WEBSTER 1983).

Die Ascosporen sind leicht sichelförmig gebogen, haben eine gelblichbraune Färbung und sind, vollständig ausgeifft, fünffach septiert. Ihre Länge beträgt etwa 35 bis 70 µm, ihre Breite etwa 5 bis 8 µm (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, PUNITHALINGAM und HOLLIDAY 1972). Geschützt in den Pseudothecien stellen die Ascosporen die Überdauerungsform der Wurzelhals- und Stengelfäule dar, wodurch der Erreger bis zu drei Jahre saprophytisch an Pflanzenresten überleben kann (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Jedoch werden nach GOSENDE et al. (2003) und MACROFT et al. (2003) die Pseudothecien an den Ernteresten des zurückliegenden Jahres als Hauptquelle für das Inokulum der Primärinfektionen angesehen.

Die Pseudothecienreifung verläuft optimal bei 14 bis 15 °C und hoher (100 %) Luftfeuchtigkeit, wobei ein positiver Zusammenhang zur Niederschlagsfrequenz zu sehen ist (PERES et al. 1999a). Nachdem ungefähr die Hälfte der Ascosporen ausgereift sind, werden die meisten Ascosporen bei 15 °C und hoher Luftfeuchtigkeit (BERNARD et al. 1999, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999) beziehungsweise mit eintretender Feuchtigkeit durch Niederschläge (WOHLLEBEN und VERREET 2002) hauptsächlich im Spätsommer/Herbst (THÜRWÄCHTER et al. 1999), nach GLADDERS und MUSA (1980) September bis November, über Osmose aktiv aus den aufplatzenden Asci herausgeschleudert (BÖRNER 1997), wobei kontinuierlich über das gesamte Jahr Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* nachzuweisen ist (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Nach SCHRAMM und HOFFMANN (1991) findet im September, qualitativ durch Niederschlag und quantitativ durch die Temperatur bestimmt, 60 bis 70 % des jährlichen Ascosporenfluges statt. Die Verbreitung der Ascosporen erfolgt durch Anemochorie (Verbreitung durch Wind) über weite Distanzen, über deren genauen Ausmaße in der bestehenden Literatur keine genauen, annähernd kongruente Angaben gemacht werden.

Treffen die Ascosporen auf Wirtspflanzen, erfolgt die Primärinfektion bereits nach wenigen Stunden Blattbenetzung (BIDDULPH et al. 1999) ohne Bildung eines Appressoriums (HAMMOND et al. 1985). Die Ascosporen werden als Hauptinokulum für die Primärinfektionen im Herbst angesehen (FITT et al. 1999, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, SCHRAMM und HOFFMANN 1992). Die Übertragung mit infiziertem Saatgut hat verglichen dazu eine nur geringe Bedeutung (HUMPHERSON-JONES 1985). Die Infektion der Blätter erfolgt über die Stomata oder über Verletzungen im pflanzlichen Gewebe (HAMMOND et al. 1985, CHEN und HOWLETT 1996). Dafür sind nach BIDDULPH et al. (1999) und TOSCANO-UNDERWOOD et al. (2001) 5 °C bis 24 °C und 4 bis 72 h Blattnässe notwendig, wobei kältere Temperaturen eine längere Blattnässe erfordern beziehungsweise eine kürzere Blattnässedauer wärmere Temperaturen. Bei 18 °C stellten BIDDULPH et al. (1999) die kürzeste benötigte Blattnässedauer für eine erfolgreiche Infektion fest. Die maximale Anzahl an Blattläsionen wurde nach BIDDULPH et al. (1999) bei 20 °C und 48 h Blattnässe erreicht. Für die Inkubationszeit wird ein Zeitraum von 14 bis 17 Tagen bei 8 °C und 5 bis 6 Tagen bei 20 °C angegeben (BIDDULPH et al. 1999, TOSCANO-UNDERWOOD et al. 2001). Die Hyphen verzweigen sich, das Pilzmyzel verbreitet sich im Interzellularraum über das Pflanzengewebe und gelangt über das Mesophyll an die Leitbündel (HAMMOND et al. 1985). Nach dem latenten Wachstum im Blattgewebe geht der Pilz in die Blattläsionsphase über (HAMMOND et al. 1986). Auf dem infizierten Pflanzengewebe bilden sich bleiche, unregelmäßige Flecken mit einem hellbraunen Rand, die sich im weiteren Verlauf zu bis zwei Zentimeter großen chlorotischen Blattläsionen entwickeln, in denen sich Pyknidien, die Fruchtkörper des Anamorph *Phoma lingam*, bilden. Diese Symptome können im Herbst bereits an den Kotyledonen und im weiteren Verlauf bis zum Frühjahr an den Laubblättern in Erscheinung treten (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

Das Anamorph (vegetative Nebenfruchtform) *Phoma lingam* gehört der Abteilung der Eumycota an und wird der Unterabteilung Deuteromycotina, der Klasse der Coelomycetes, und der Familie der Sphaeropsidales zugeordnet (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Die Nebenfruchtform ist im Rahmen ihrer Vermehrung nicht zur genetischen Rekombination befähigt.

Die Pyknidien des Anamorph *Phoma lingam* werden aus Myzel gebildet und enthalten die Pyknidiosporen. Die etwa 3 bis 5 µm langen und 1,5 bis 2 µm breiten, einzelligen, hyalinen Pyknidiosporen werden über rosa Schleimranken durch Quellen und Schrumpfen des Pyknidiums, hervorgerufen durch den Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit,

herausgequetscht. Diese Sporenranken werden bei Niederschlag durch den Spritzeffekt (Splash-Effect) und die kinetische Energie eintreffender Regentropfen (BARBETTI 1976) oder durch Blattkontakt und Insekten im Bestand verbreitet, wodurch neue Infektionen begründet sein können. Auch die Pyknidiosporen können Primärinfektionen verursachen, werden jedoch mehr für die epidemiologische Ausbreitung im Bestand verantwortlich gemacht (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

So untersuchten LI et al. (2004) das Keimungsverhalten von Ascosporen und Pyknidiosporen und fanden verschiedene Verhaltensmuster der beiden Sporenformen während der Keimung heraus. Sie konnten nachweisen, daß die Ascosporen im Vergleich zu den Pyknidiosporen bei identischen Umweltbedingungen erheblich schneller keimten, in das Gewebe eindringen und nach kürzerer Latenzzeit die ersten Symptome verursachen.

Im weiteren Verlauf kann das Pilzmyzel aus dem Blattgewebe, ausgehend von den durch Asco- oder Pyknidiosporen hervorgerufenen Blattläsionen, von den Leitbündeln über den Blattstiel symptomlos in den Wurzelhals- und Stengelbereich einwachsen (HAMMOND et al. 1985). Während dieses latenten Befalls (Oktober bis Mai) ist mit keinen physiologischen Effekten zu rechnen (SCHRAMM und HOFFMANN 1991). Für die Entstehung des Wurzelhalsbefalls werden die herbstlichen Blattinfektionen (BIDDULPH et al. 1999, WEST et al. 2002), für die Entstehung des Stengelbefalls werden die Blattinfektionen im Frühjahr verantwortlich gemacht (GARBE 2000d, WEST et al. 2002). Der latente Wurzelhalsbefall kann im Herbst bereits bis zu 90 % erreichen (SCHRAMM und HOFFMANN 1992). In seltenen Fällen bilden sich im Herbst am Wurzelhals einzelne, dunkle, blaugraue Verfärbungen aus. Mit zunehmender Zeit können sich daraus am Wurzelhals Verbräunungen, Vermorschungen und Verkorkungen, am Stengel dunkelbraune oder fahle, teils stengelumfassende Läsionen entwickeln, die zu parasitärem Lager (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, WILLIAMS und FITT 1999) und, durch die Unterbrechung der Wasserversorgung, zu krankhafter Abreife führen können (KRÜGER 1979, ZHOU et al. 1999), wodurch die eigentlichen Ertragsverluste verursacht werden (SCHRAMM und HOFFMANN 1991). Sowohl am Wurzelhals als auch am Stengel kommt es zur Bildung von Pyknidien sowie im weiteren Verlauf insbesondere an Ernteresten zur Pseudothecienbildung des Teleomorph *Leptosphaeria maculans* (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Eine direkte Infektion der Stengel ist nur über verletzte Pflanzengewebe möglich (HAMMOND et al. 1985)

Für die Zeit zwischen dem Vorhandensein der ersten Blattläsionen und dem Erscheinen von Stengel­läsionen werden nach HAMMOND und LEWIS (1986) bei 15 °C 75 Tage und bei 3

°C 175 Tage angenommen. Unter englischen klimatischen Bedingungen konnte diese Beobachtung anhand des Erscheinens von Blattläsionen Mitte Oktober und des Erscheinens erster Stengelläsionen im April bestätigt werden (WEST et al. 1999a). KRÜGER (1982) berichtet von einer stagnierenden Ausbreitung des Erregers in der Pflanze während Kälteperioden.

In diesem Zusammenhang stellten SCHRAMM und HOFFMANN (1991) eine enge positive Korrelation zwischen der latenten Befallshäufigkeit am Wurzelhals im Herbst und dem durchschnittlichen Befallsgrad zur Ernte fest. Schwerer Befall war auf Infektionen bis Mitte Oktober, leichterer Befall auf Infektionen von Mitte Oktober bis Mitte November zurückzuführen. Auch WOHLLEBEN (2001) stellte einen positiven, signifikanten Zusammenhang ($r^2 = 0,8361$) zwischen dem Befall der unteren Blätter im Herbst anhand der Befallshäufigkeit der unbehandelten Kontrolle und der im Herbst behandelten Varianten mit dem Wurzelhalsbefall im Frühjahr beziehungsweise Sommer anhand des Befallswertes fest. Dies wird durch die Untersuchungen von KRUSE und VERREET (2005) bekräftigt, in denen eine enge positive Korrelation zwischen dem Blattbefall in der unbehandelten Kontrolle im Herbst (Oktober bis November) anhand der Anzahl an Pyknidien auf der Gesamtpflanze und dem Endbefall am Wurzelhals ($r^2 = 0,83$; $p \leq 0,001$) im Sommer anhand des Befallswertes festzustellen war. Dabei scheint sich der Wurzelhals- und Stengelbefall um so ausgeprägter auszubilden, je eher und stärker die Pflanzen im Herbst infiziert werden (WEST et al. 1999a). Insbesondere die Infektion bis zum zehnten Blatt führen nach HAMMOND und LEWIS (1986) sowie McGEE und PETRIE (1979) zu verstärktem, ertragsrelevantem Wurzelhalsbefall, wobei McGEE und PETRIE (1979) frühe Blattinfektionen für darauffolgenden starken Befall verantwortlich machen, da ältere Blätter offensichtlich eine gewisse Altersresistenz besitzen.

Bereits seit 1927 (CUNNINGHAM 1927) und 1933 (HUGHES 1933) sind verschiedene Isolate von *Leptosphaeria maculans* beziehungsweise *Phoma lingam* bekannt, die sich in ihrer Pathogenität unterscheiden; zum einen die aggressiven A-Stämme und zum anderen die weniger aggressiven B-Stämme, die hinsichtlich ihrer Virulenz unterschieden werden (FÜHRER et al. 2000) und folglich auch als virulent/avirulent oder hoch virulent/schwach virulent bezeichnet werden (McGEE und PETRIE 1979). Die aggressiven Isolate rufen die ausgeprägteren Symptome hervor und führen zu stärkeren Epidemien beziehungsweise Verlusten. In Deutschland kommen hauptsächlich die aggressiven Stämme vor (BALESDENT et al. 1992, KOOPMANN und HOPPE 1998, VOLKE et al. 2000a, VOLKE et al. 2000b, WILLIAMS und FITT 1999). Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften der

A- und B-Typen besteht die Diskussion, seitens der Namensgebung für die A-Typen *Leptosphaeria maculans* beizubehalten, die B-Typen hingegen als *Leptosphaeria biglobosum* zu bezeichnen (KOOPMANN et al. 2002).

1.2.1.2 *Sclerotinia sclerotiorum* - Erreger der Weißstengeligkeit

Die Weißstengeligkeit wird durch den pilzlichen Erreger *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary verursacht. Von diesem Erreger ist ausschließlich das Teleomorph (Hauptfruchtform) *Sclerotinia sclerotiorum* bekannt, so daß bisher davon ausgegangen werden kann, daß es sich um einen streng monozyklischen Erreger handelt (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Bei starkem Befallsauftreten können erhebliche Ertragsverluste von bis zu 50 % durch das krankheitsbedingte vorzeitige Aufplatzen der Rapschoten auftreten (GARBE 2000b, LANDSCHREIBER 2005).

Die stärkste Verbreitung des Erregers herrscht in kühlfeuchten Lagen mit wintermilder Witterung und häufigem Rapsanbau vor, wobei Küstenregionen und Flußniederungen aufgrund der feuchten Witterung besonders betroffen sind. Langfristig tritt *Sclerotinia sclerotiorum* jedoch wegen der hohen Witterungsansprüche nur mit stark wechselndem Befall auf. WOHLLEBEN (2001) berichtet von einem nur geringen allgemeinen Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* für den Untersuchungszeitraum von 1998 bis 2002 im Bundesland Schleswig-Holstein. Auch nach SÖCHTING und VERREET (2004) konnte der Erreger gemittelt über den Untersuchungszeitraum mit nur 8 % Befallshäufigkeit nachgewiesen werden, was durch die Beobachtungen von Kruse (2004) im Zeitraum von 2000 bis 2003 unter den Anbaubedingungen Schleswig-Holsteins bekräftigt wird.

Der Erreger besitzt keinen spezifischen Wirtspflanzenkreis (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, LANDSCHREIBER 2005). Er tritt weltweit an über 320 Pflanzenarten auf (GARBE 2000b).

Das Teleomorph *Sclerotinia sclerotiorum* ist der Abteilung der Eumycota, der Unterabteilung der Ascomycotina, der Klasse der Discomycetes und dort der Familie der Helotiales zuzuordnen (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Der Erreger ist folglich zur sexuellen Vermehrung und genetischen Rekombination über Ascosporen fähig.

Sclerotinia sclerotiorum bildet nach oben offene, scheibenförmige Apothecien (Fruchtkörper) aus. Auf diesen Apothecien erfolgt die Entwicklung der 30 µm langen und 10 µm breiten Ascii, die durch sterile Hyphen von einander getrennt werden. Innerhalb jedes Ascus bilden sich stets acht elliptische, hyaline, 9 bis 13 µm lange und 4 bis 7 µm breite

Ascosporen aus (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, WEBSTER 1983).

Die Überdauerung des Erregers erfolgt in Form von Sklerotien (spezielle, aus Pilzmyzel gebildete Überdauerungsorgane) im Boden. Die Sklerotien gelangen nach der Ernte infizierter Pflanzen in den Boden und sind dort über viele Jahre überdauerungsfähig. Ab einer Tiefe von 5 cm beginnen die Sklerotien von April bis Juni, bei 8 bis 14 °C Optimaltemperatur, zu keimen. Aus den Sklerotien wachsen Stielchen bis zur Erdoberfläche aus, an denen sich, induziert durch Lichteinfluß, die kreisrunden, etwa 6 bis 15 mm großen Apothecien bilden (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Dort beginnt die Sporulation, und die Ascosporen werden aktiv über osmotischen Druck ausgeschleudert und anemochor (durch Wind) weit verbreitet.

Die Sporen sind nur zwei bis drei Tage lebensfähig und zur Keimung zwingend auf das Vorhandensein von Blütenblättern angewiesen, die als Nährsubstrat dienen (GARBE 2000b). Daher zeigt sich beginnender Befall auch stets in Blattansatzstellen beziehungsweise Sproßansatzstellen, in denen sich abfallende Blütenblätter sammeln, die bereits mit Sporen besetzt sind oder erst dort infiziert werden. In den Ansatzstellen sammelt sich Wasser, das für die Keimung der Sporen unbedingt notwendig ist, so daß dem Erreger optimale Infektionsbedingungen (16 bis 24 h Nässe, 15 bis 20 °C) gegeben sind (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Aufgrund dieser hohen Feuchtigkeitsansprüche gelten küstennahe Gebiete, Flußniederungen oder taureiche Gebiete als besonders gefährdet.

Im weiteren Verlauf werden die Stengel infiziert, was sich durch lange, weißgraue bis beige, von einem braunen Rand unscharf begrenzte, später stengelumfassende Flecken bemerkbar macht (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999), die jedoch erst etwa fünf Wochen nach der Infektion in Erscheinung treten (GARBE 2000b). Infolge dessen werden die Leitungsbahnen zerstört und die betroffenen Triebe beziehungsweise die gesamte Pflanze stirbt oberhalb der Infektionsstellen ab. Im späteren Verlauf bildet sich im Stengel, dessen Mark sich auflöst, weißes, flockiges Myzel mit schwarzen, 3 bis 15 mm großen Sklerotien (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999), die anschließend bei der Ernte in den Boden gelangen.

Eine weitere Infektionsmöglichkeit besteht durch die direkte Wurzelinfektion mit aus den Sklerotien auswachsendem Myzel (LANDSCHREIBER 2005).

1.2.1.3 *Verticillium longisporum* - Erreger der Rapswelke

Die Rapswelke wird durch den pilzlichen Erreger *Verticillium longisporum* (comb. Nov. Karapapa) hervorgerufen. Der Erreger trat in den vergangenen Jahren vermehrt auf (DUNKER und VON TIEDEMANN 2006, LANDSCHREIBER 2005) und gilt als typische Fruchtfolgekrankheit (GARBE 2000a). Ertragsverluste von 50 % treten durch vorzeitige Abreife und verminderte Kornausbildung auf (GARBE 2000a). *Verticillium longisporum* besitzt einen weiten Wirtspflanzenkreis (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

Der Erreger überdauert in Form von Mikrosklerotien bis zu 13 Jahre im Boden (LUCAS 1998). Nach der Keimung der Mikrosklerotien, induziert durch Wurzelexsudate (WILHELM 1955), werden die Pflanzen sowohl im Herbst als auch im Frühjahr über den Boden infiziert (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999). Die Wurzeln werden befallen und im weiteren Verlauf erfolgt die Ausbreitung als Tracheomykose über die Leitungsbahnen der Pflanze (BÖRNER 1997), die infolge des Befalls verstopfen, wodurch es zur krankhaften, vorzeitigen Abreife kommen kann, da die Nährstoff- und Wasserversorgung unterbrochen wird.

Erste, typische Symptome zeichnen sich anhand von halbseitigen Vergilbungen an den Blättern befallener Pflanzen ab (HOLTSCHULTE 1992, PAUL 1988). Befall an den Stengeln tritt erst zur Abreife (DUNKER und VON TIEDEMANN 2006) in Form von gelblichen, später stengelumfassenden Längsstreifen auf, in denen unter der zum Teil aufreißenden Epidermis Mikrosklerotien zum Vorschein kommen, die jedoch auch im Stengelmark nachzuweisen sind (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

1.2.2 Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Winterraps

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Winterraps zielt auf die Ausschöpfung des genetisch fixierten Ertragspotentials ab. Im Raps kommen Pflanzenschutzmittel im Herbst, Frühjahr und zur Blüte zum Einsatz.

Durch Herbstapplikationen sollen im wesentlichen das Wachstum gebremst sowie die Gesundheit und die Winterfestigkeit der jungen Rapspflanzen erhöht werden. Durch Frühjahrsapplikationen wird die Gesundheit, jedoch insbesondere, nach der Applikation wachstumsregulatorischer Wirkstoffe, die Standfestigkeit gefördert (KÖHLER 2005). Die Blütenbehandlung dient im wesentlichen der Bekämpfung von *Sclerotinia sclerotiorum*. Die Aufwandmengen der applizierten Fungizide und Wachstumsregulatoren sollten sich nach der Standfestigkeit und Anfälligkeit der Sorte richten (LINDENBERG 2003).

Mehrerträge begründet durch die Applikation von Azolen und den daraus resultierenden wachstumsregulatorischen Effekten sowie durch die Reduktion von Erregerpopulationen

(BÖRNER 1997) sind, ebenso wie die gesteigerte Winterfestigkeit (GRAF et al. 2006) und Frühjahrsvitalität durch Assimilateinlagerungen in die Wurzeln nach Herbstapplikationen (PAUL et al. 2001, RADEMACHER et al. 2002), bekannt. Dabei spielen Greening-Effekte durch physiologische Wirkungen einiger Wirkstoffe, wie sie von DUTZMANN und SUTYHEINZE (2004) für Prothioconazol beschrieben werden, die verzögerte Blattseneszens und ein erhöhtes Wurzel/Sproßverhältnis für die Ertragssteigerung eine nicht zu vernachlässigende Rolle (CEYNOWA und KOSTRITZ 1996, GROSSMANN et al. 1989). Bei dem Einsatz fungizid und wachstumsregulatorisch wirkender Präparate ist der kausale Zusammenhang zwischen fungizider und wachstumsregulatorischer Wirkung zum Ertragsanstieg schwer zu trennen.

Nach LANDSCHREIBER (2005) konnten über den Zeitraum von 1995 bis 2004 durchschnittlich durch Herbstapplikationen +1,7 dt/ha, durch Frühjahrsapplikationen +2,3 dt/ha und durch kombinierte Herbst-/Frühjahrsapplikationen +3,3 dt/ha erzielt werden. Auch nach THÜRWÄCHTER et al. (1995) wurde im Mittel der durchgeführten Versuche durch kombinierte Herbst-/Frühjahrsapplikationen gefolgt von Herbst- und den Frühjahrsapplikationen im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (geringste Erträge) der deutlichste Mehrertrag erzielt. WOHLLEBEN (2001) beschreibt die Frühjahrsapplikation im Vergleich zur Herbstapplikation als ertragswirksamer. Im Durchschnitt seiner Untersuchungen wurden durch alleinige Blütenapplikationen +3 dt/ha Mehrertrag erzielt. Auch Kruse (2004) beobachtet im Mittel nach ausschließlichen Blütenapplikationen einen Mehrertrag von +3,3 dt/ha. Nach seinen Ergebnissen waren die alleinigen Blütenapplikationen am wirtschaftlichsten.

Jedoch sollten nach GARBE (1996) insbesondere zunächst acker- und pflanzenbauliche Faktoren ausgeschöpft werden, ehe zu den wirtschaftlich risikohaften chemische Maßnahmen gegriffen wird, die häufig als Versicherungsmaßnahmen einzustufen sind (KAHL 2006). Daher sind nach KAHL (2006) keine pauschalen Bestandesführungen anzustreben, sondern ein dem Bestand angepaßter Pflanzenschutzmitteleinsatz. Der Raps besitzt auch ohne die Unterstützung durch chemische Maßnahmen großes kompensatorisches Potential, wodurch Pflanzenverluste ausgeglichen werden können (KAHL 2006, LEACH et al. 1999).

1.2.2.1 Einsatz von Fungiziden im Winterraps

Innerhalb der Fungizide werden kurative, mit systemischer Wirkung (bedingt Aufnahme in das Blatt), und protektive, mit systemischer oder nicht systemischer Wirkung (Aufnahme in

das Blatt nicht obligat), unterschieden, wobei protektive Fungizide aufgrund ihrer Disposition zum Erreger nur präinfektionell wirken (OERKE und STEINER 2003).

Systemische Fungizide werden passiv über einen Konzentrationsgradienten in die Pflanze aufgenommen und akropetal mit dem Transpirationsstrom über das Xylem beziehungsweise von Zelle zu Zelle in der Pflanze verteilt. Basipetal sind nur geringfügige Verlagerungen festzustellen (BRANDES et al. 1978). Die Aufnahme in die Pflanze wird durch die physikochemischen Eigenschaften (Wasser- und Fettlöslichkeit) bestimmt, wobei die Kutikula die größte Barriere darstellt (OERKE und STEINER 2003). Unterschiedliche Formulierungen sollen die Verteilung im Spritztropfen sowie das Anhaften am Blatt und die Aufnahme in das Blatt verbessern (OERKE und STEINER 2003).

Die Bekämpfung von *Phoma lingam* kann zum einen phytosanitär durch die Auswahl toleranter Sorten erfolgen (GARBE 1996, WEST et al. 1999a), durch die deutliche Befallsunterschiede zu erzielen sind (KRUSE 2004). Jedoch ist die genetisch fixierte Toleranz unter starken Infektionsbedingungen nicht ausreichend, so daß zum anderen zusätzliche chemische Maßnahmen ergriffen werden müssen (LANDSCHREIBER 2005, PERES et al. 1999b), zumal durch Stoppelbearbeitung (schneller Abbau der Erntesterne), der Fruchtfolge, Saatgutbeizung, die weltweit eine hohe Bedeutung haben (WEST et al. 2001), und Bodenbearbeitungsart der Befall mit *Phoma lingam* unter regional begrenzter Anwendung nicht zu beeinflussen ist (SÖCHTING und VERREET 2004). Auch SCHRAMM und HOFFMANN (1992) beschreiben phytosanitäre Maßnahmen gegenüber *Phoma lingam* als wenig effektiv.

Die deutlichsten Bekämpfungserfolge gegenüber dem Befall mit *Phoma lingam* zeigen sich nach der Herbstapplikation von Fungiziden (WEST et al. 1999b), wobei der Blattbefall nicht als ertragsrelevant angesehen wird (GARBE 2000c). Nur durch rechtzeitige Maßnahmen am Blattapparat kann ein Einwachsen des Erregers in den Wurzelhals- und Stengelbereich vermindert werden (BIDDULPH et al. 1999, FESER 1992, GLADDERS et al. 1998, SCHRAMM und HOFFMANN 1992). Der Wurzelhals- und Stengelbefall ist ausschließlich indirekt über den Blattbefall zu bekämpfen (GLADDERS et al. 1999). Deutliche Bekämpfungserfolge zeigen sich jedoch erst bei starkem Befallsdruck (GARBE 2000d). Da *Phoma lingam* durch seine geringen Infektionsansprüche über einen langen Zeitraum die Möglichkeit hat, Pflanzen zu infizieren, können für eine deutliche Befallsreduktion Mehrfachbehandlungen notwendig sein (GLADDERS et al. 1999, FITT et al. 1997), die im Endeffekt in geringeren Befallswerten am Wurzelhals resultieren (KRUSE 2004).

SCHRAMM und HOFFMANN (1992) erzielten durch eine Herbst sowie eine Herbst- und Frühjahrsapplikation Verlustminderungen von 8 bis 20 %. Auch WOHLLEBEN und VERREET (2002) und KRUSE (2004) stellten die deutlichsten Effekte auf den Wurzelhalsbefall nach Herbstapplikationen fest. Über Frühjahrsapplikationen ist nur der Blattbefall, nicht aber der Wurzelhalsbefall zu kontrollieren (WOHLLEBEN 2001). Durch den reduzierten Blattbefall im Frühjahr sind verringerte Befallswerte am Stengel festzustellen (KRUSE 2004).

Ökonomisch sinnvoll ist der Einsatz von Fungiziden wegen der relativ geringen Ertragseffekte nach WEST et al. (2001) jedoch nur in Regionen mit hohen Erträgen. Auch GARBE (1996) berichtet davon, daß durch Fungizidapplikationen zwar deutliche Bekämpfungserfolge erzielt werden können, die Applikationen im Endeffekt jedoch starken ertraglichen und ökonomischen Schwankungen unterliegen (WOHLLEBEN und VERREET 2002) und folglich häufig nicht wirtschaftlich sind. In befallsschwachen Jahren und bei Anbau einer toleranten Sorte sollen Herbstapplikationen auch ausgelassen werden können (ANONYMUS 2004d, ANONYMUS 2005c, GARBE 1996, LANDSCHREIBER 2005). KRUSE (2004) kommt in seinen Untersuchungen zu dem Schluß, daß sich Herbstapplikationen nur unter hohem Befallsdruck von *Phoma lingam* ertraglich auswirken und andernfalls die Ertragszuwächse eher auf die wachstumsregulatorische Wirkung der eingesetzten Präparate zurückzuführen sind.

Die allgemeinen Ertragseffekte von *Phoma*-Infektionen werden von CEYNOWA und KOSTRITZ (1996), SCHMIEDEL und KÖPPL (1996) und WÖPPEL (1995) als gering beschrieben. Aussagekräftige Befalls-Verlust-Relation zum Zeitpunkt der optimalen Bekämpfung im Herbst sind nach THÜR WÄCHTER et al. (1995) bisher nicht gegeben. In eigenen Untersuchungen konnten THÜR WÄCHTER et al. (1995) den Wurzelhalsbefall am effektivsten über Herbstapplikationen beeinflussen. Der Stengelbefall zeigte sich durch Frühjahrsapplikationen am deutlichsten reduziert. Jedoch waren im Mittel über alle in die Untersuchungen einbezogenen Standorte keine Zusammenhänge zwischen dem Wurzelhalsbefall und dem Ertrag ersichtlich und der vorhandene Befall blieb ohne wirtschaftliche Ertragsverluste, so daß vorbeugende Maßnahmen sinnvoller erscheinen (THÜR WÄCHTER et al. 1995). Auch CEYNOWA und KOSTRITZ (1996) konnten für die *Phoma*-Wirkung von Fungizidmaßnahmen keine Ertragsrelevanz feststellen, sondern führten die Ertragseffekte auf die physiologische Wirkung der eingesetzten Fungizide zurück. WOHLLEBEN (2001) konnte nicht einmal für die Untersuchungen an Einzelpflanzen einen Zusammenhang zwischen dem Wurzelhalsbefall mit *Phoma lingam* und dem Ertrag ableiten.

GLADDERS et al. (1999) beschreiben einen nur schwachen, jedoch hoch signifikant negativen Zusammenhang ($r^2 = 0,399$) zwischen Ertrag und Wurzelhalsbefall.

Praktikable Schwellenwerte zur Bekämpfung von *Phoma lingam* bestehen folglich nicht. Alle bisherigen Konzepte beziehen ihre Bekämpfungsschwellen auf den Befall während der Vegetation und nicht auf den Bekämpfungstermin (THÜRWÄCHTER et al. 1995).

Vergleichende Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener Fungizide gegenüber dem Schaderreger *Phoma lingam* sind in der Literatur kaum beschrieben. ANONYMUS (2004d, 2005c) konnten zwischen den Produkten Cantus, Caramba, Folicur, Prosaro, Eria (Score) und Harvesan keine wesentlichen differentiellen Unterschiede für den Wurzelhalsbefall zu BBCH 85 feststellen. Allgemein wird der protektive Zeitraum einer Herbstapplikation nach WEST et al. (2002) mit einem Monat angegeben.

GLADDERS et al. (1999) stellten vergleichende Untersuchungen zwischen den Wirkstoffen Tebuconazol, Difenoconazol und einer Mischung aus Flusilazol und Carbendazim an. Dabei schnitt das Tebuconazol in seiner Wirkung schlechter ab als das Difenoconazol und die Mischung aus Flusilazol und Carbendazim. Die Behandlung mit Difenoconazol zeigte sich gleichwertig gegenüber der Mischung aus Flusilazol und Carbendazim. Nach SCHRAMM und HOFFMANN (1992) ist die Befallskontrolle von *Phoma lingam* weniger durch das eingesetzte Fungizid als vielmehr durch den Behandlungstermin bedingt.

Die Bekämpfung von *Sclerotinia sclerotiorum* kann phytosanitär durch Reduktion des Inokulums bei der wendenden Bodenbearbeitung erfolgen (SÖCHTING und VERREET 2004). Des weiteren ist eine biologische Bekämpfung mit dem Antagonisten *Coniothyrium minitans* (Produkt Contans WG) möglich, der die Sklerotien befällt und abtötet, wobei nur wiederholte Anwendungen in der Fruchtfolge eine tatsächliche Wirkung zeigen (LANDSCHREIBER 2005).

Die effektivste und bei Befallsauftreten bisher einzig wirksame Bekämpfungsmöglichkeit besteht in der Fungizidapplikation zum Zeitpunkt der Vollblüte. Das eigentliche Problem bezüglich der Fungizidapplikation besteht in der nur ungenügend abzuschätzenden Notwendigkeit einer Behandlung, da das Befallsauftreten und insbesondere die Intensität des Befalls nicht ausreichend zu prognostizieren ist, weshalb Blütenapplikationen sehr häufig prophylaktisch aus Versicherungsprinzip erfolgen (LANDSCHREIBER 2005).

Dennoch war in den vergangenen Jahren zu beobachten, daß, obgleich ein Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* ausblieb, deutliche Mehrerträge von durchschnittlich +3,5 dt/ha zu verzeichnen waren, was durch Nebeneffekten auf andere Krankheitserreger während der

Abreife und erhöhte Schotenstabilitäten zurückzuführen ist (ANONYMUS 2004d, LANDSCHREIBER 2005). KLINGENHAGEN (2006) berichtet von durchschnittlich +4,4 dt/ha und auch WOHLLEBEN (2001) stellte in seinen Untersuchungen einen Mehrertrag von durchschnittlich 3 dt/ha fest, KRUSE (2004) sogar von +3,3 dt/ha, der in beiden Fällen nicht auf die Reduktion des Befallsgeschehens von *Sclerotinia sclerotiorum* zurückzuführen war. Als Anhaltspunkt für drohende Kalamitäten kann die Nutzung des Prognosemodells SkleroPro (LANDSCHREIBER 2005) beziehungsweise die Überwachung der Sklerotienkeimung mittels Sklerotiendepots dienen. Die Überwachung der Sklerotienkeimung läßt jedoch keine Rückschlüsse auf mögliche Infektionen und folglich auf eine Bekämpfungsnotwendigkeit zu.

Als optimaler Applikationstermin gilt der Zeitpunkt der Vollblüte zu BBCH 65 (GARBE 2000d, LANDSCHREIBER 2005). Um eine ausreichende Benetzung der zu dem Zeitpunkt vorhandenen Pflanzen zu gewährleisten, sollte eine Aufwandmenge von 300 l/ha Wasser nicht unterschritten werden (LANDSCHREIBER 2005).

Nach LANDSCHREIBER (2005) werden die deutlichsten Bekämpfungserfolge mit dem Fungizid Cantus erzielt, wobei sich der Mehrertrag nicht gegenüber dem von den Vergleichspräparaten Harvesan, Proline und der Kombination Mirage mit Folicur abgrenzte.

Sortenunterschiede hinsichtlich Toleranz gegenüber dem Erreger sind bisher für eine erfolgreiche Bekämpfung nicht ausreichend (GARBE 1996, KRUSE 2004).

Die Bekämpfung von *Verticillium longisporum* kann aktuell nur über die Fruchtfolge und die Bodenbearbeitung in beschränktem Maße erfolgen. Nach SÖCHTING und VERREET (2004) wird durch wendende Bodenbearbeitung der Befall reduziert. Dies ist auf die Reduktion des Inokulums zurück zu führen.

Fungizide Wirkstoffe gegen den Erreger sind bisher nicht zugelassen. Eine erfolgreiche Bekämpfung des Erregers über Fungizidapplikationen scheint auch fragwürdig, da der Wirkstoff basipetal in den Stengel und Wurzelhalsbereich gelangen müßte. Diese Eigenschaft ist bisher von keinem Wirkstoff bekannt (Brandes et al. 1978). Nach WOHLLEBEN (2001) und KRUSE (2004) haben Herbst-, Frühjahrs- und Blütenapplikationen keinen Einfluß auf den Befall mit *Verticillium longisporum*.

Eine Bekämpfungsnotwendigkeit ist bisher auch kritisch zu hinterfragen, da nach DUNKER und VON TIEDEMANN (2006) zwischen unterschiedlich befallenen Varianten keine signifikanten Mehrerträge festzustellen waren. Verwendbare Sortenresistenten konnten von ihnen nicht gefunden werden.

1.2.2.2 Einsatz von Wachstumsregulatoren im Winterraps

Der Einsatz von Wachstumsregulatoren erfolgt im Herbst sowie Frühjahr zur Steuerung des pflanzlichen Wachstums. Jedoch sollten nach GARBE (1996) vor dem Einsatz wachstumsregulatorischer Substanzen zunächst die acker- und pflanzenbaulichen Parameter ausgenutzt werden. Dadurch soll im Herbst der optimale Habitus der Rapspflanzen von sechs bis acht Blättern, einem Wurzelhalsdurchmesser von $> 0,5$ cm, ein nicht gestreckter Sproß von < 2 cm, eine Bestandesdichte von 40 bis 60 Pflanzen/m² und eine dicht am Boden liegende Blattrosette erzielt werden (SCHULZ 1998). Bereits im Rosettenstadium im Herbst erfolgt die Differenzierung der Ertragsanlagen (DIEPENBROCK 1999), so daß bereits hier regulierend eingegriffen werden kann. Insbesondere hohe Pflanzendichten bedingen durch die Lichtkonkurrenz der Pflanzen untereinander die Sproßstreckung (SCHULZ 1998). Durch geringere Bestandesdichten sind kräftige Einzelpflanzen mit geringer Lageranfälligkeit zu erzielen (LINDENBERG 2003).

Die Wirkung von Wachstumsregulatoren erstreckt sich über physiologische Effekte wie Greening-Effekte, verzögerte Seneszenz, erhöhte Streßtoleranz und Sproßachsenstauchung wodurch die nach Applikation eintretenden Ertragszuwächse (DIEPENBROCK et al. 1999) auch bei ausbleibenden Lager (HOFFMANN 1992) erklärt werden können.

SCHULZ (1998) berichtet von einem engen voraussagbaren Zusammenhang zwischen der Temperatursumme von mehr als 500 °C bei einer Basistemperatur von 5 °C und einsetzender Sproßstreckung. Der optimale Einsatzzeitpunkt von Wachstumsregulatoren liegt im Herbst im 6-Blattstadium (LANDSCHREIBER 2005). Der Wachstumsreglereinsatz im Frühjahr erfolgt optimalerweise bei einer Pflanzenlänge von etwa 30 cm (GARBE 2000d, LINDENBERG 2003). Allerdings ist die Witterung zur und nach der Applikation entscheidender als die Pflanzenhöhe. Es sollte wüchsige Witterung herrschen (ANONYMUS 2004d, 2005c). Auch mit Blütenapplikationen können noch gewisse Effekte auf die Pflanzenlänge ausgeübt werden (KLINGENHAGEN 2006). BROSCHEWITZ und STEINBACH (1999) sowie DEUKER-ISERMEYER et al. (1991) berichten von einer einheitlicheren Blüte und daraus resultierender gleichmäßigeren Abreife der Bestände nach dem Einsatz von Wachstumsregulatoren.

Das pflanzliche Wachstum kann durch den Einfluß von Wachstumsregulatoren auf den Phytohormonhaushalt erfolgen. Phytohormonen wie Auxine, Gibberelline, Cytokinine (synergistisch stoffwechselfördernd), Ethylen und Abscisine (antagonistisch stoffwechselhemmend), die dem Sekundärstoffwechsel der Pflanzen entstammen, sind in jeder Pflanze vorhanden (BÖRNER 1997, DIEPENBROCK et al. 1999). Die Regulation des Stoffwechsels steht in sehr engem kausalen Zusammenhang mit der absoluten

Hormonkonzentration des einzelnen beziehungsweise eines bestimmten Konzentrationsverhältnisses der verschiedenen Phytohormone untereinander (DIEPENBROCK et al. 1999). Die Phytohormone werden in bestimmten Geweben gebildet und entsprechend zu ihren Wirkorten verlagert, wobei der Transport im Xylem, Phloem und von Zelle zu Zelle erfolgen kann. Dort können sie bereits in sehr geringen Konzentrationen ihre Aufgabe erfüllen (NULTSCH 1996).

Die Auxine, als typischer Vertreter die Indol-3-yl-essigsäure (IES), werden hauptsächlich in meristematischen Geweben gebildet und steuern folglich insbesondere die apikale Dominanz. Außerdem werden die Zellstreckung und -teilung, die Anlage und Entwicklung von Wurzeln und Sprossen sowie der Blatt- und Fruchtfall beeinflusst (BÖRNER 1997, DIEPENBROCK et al. 1999, NULTSCH 1996).

Die Bildung der Cytokinine, als typische Verbindung dieser Gruppe das Kinetin, erfolgt vorwiegend in Wurzeln. Sie wirken regulierend auf die Zellteilung, die Keimruhe, die Anlage und Entwicklung von Wurzeln und Sprossen, die Seneszenzverzögerung und die Stomataregulation (BÖRNER 1997, DIEPENBROCK et al. 1999, NULTSCH 1996).

Von den Gibberellinen sind mehr als 20 unterschiedliche Verbindungen bekannt. Die wichtigste Verbindung dieser Gruppe ist die Gibberellinsäure GA₃. Sie steuern die Zellstreckung und -teilung und die Samenruhe (BÖRNER 1997, DIEPENBROCK et al. 1999, NULTSCH 1996).

Ethylen liegt in der Gasphase vor und führt in Pflanzen zur Wuchshemmung, leitet Reifungsprozesse ein und reguliert die Stomataöffnung. Der Transport erfolgt über das Interzellularsystem (BÖRNER 1997, DIEPENBROCK et al. 1999, NULTSCH 1996).

Die Abscisine, hauptsächlich die Abscisinsäure, hemmen eine Vielzahl pflanzlicher Entwicklungsprozesse und sind ganz charakteristisch für den Abwurf von Blättern und Früchten verantwortlich (BÖRNER 1997, DIEPENBROCK et al. 1999, NULTSCH 1996).

Mit der Applikation von synthetischen Wachstumsregulatoren wird modifizierend in den Phytohormonhaushalt der Pflanze eingegriffen (DIEPENBROCK et al. 1999). Die Wachstumsregulatoren beeinflussen konzentrationsabhängig die Zellteilungs- und Zellstreckungsprozesse in subapikalen Meristem- und Wachstumsbereichen (GROSSMANN et al. 1989). Eine geringe Dosis scheint ausschließlich die Zellstreckung, eine hohe Dosis die Zellstreckung und die Zellteilungsrate zu hemmen (GRAEBE 1987, NITSCHKE et al. 1985). Dabei ist der Einfluß auf den Gibberellin Gehalt abhängig von der Applikationsart, dem Entwicklungsstadium der Pflanze und dem Behandlungszeitpunkt (HEDDEN et al. 1989). Die Wirkung zeigt eine deutliche Abhängigkeit von der Temperatur, dem Niederschlag und dem

Versorgungszustand der Pflanzen zum Zeitpunkt beziehungsweise nach der Applikation (PAUL et al. 2001), wobei insbesondere die Folgewitterung nach der Applikation schlecht einschätzbar ist (LANDSCHREIBER 2005) und folglich eine Abschätzung des Erfolgs beziehungsweise Mißerfolgs der Applikation schwierig ist. Der elementarste Einfluß der heute bekannten Wachstumsregulatoren wird auf die Gibberellinsynthese ausgeübt (GRAEBE 1987, RADEMACHER 2000). Die ausgelösten Effekte sind nach Zugabe von Gibberellinen umkehrbar (CHILD et al. 1993, GRAEBE 1987). GROSSMANN (1992) und RADEMACHER (2000) beschreiben darüber hinaus steigende Auxin- und Cytokiningehalte sowie sinkende Ethylengehalte nach der Applikation von Wachstumsregulatoren, woraus sich eine erhöhte Streßresistenz ergibt. JABS et al. (2004) wiesen nach der Applikation von Boscalid (Präparat Cantus) eine deutlich reduzierte Ethylenfreisetzung in den behandelten Pflanzen nach.

FISAHN (1993) zeigte in seinen Untersuchungen, daß nach dem Einsatz von Wachstumsregulatoren und deren Einfluß auf den pflanzlichen Hormonhaushalt grundlegende Dominanzmechanismen in der Pflanze gebrochen werden. So wurde die Anlage und Ausbildung von Blütenprimordien positiv beeinflusst, was eine deutlich höhere Anzahl an Blütenprimordien, Blüten und Schoten an rangniedrigeren Pflanzenteilen begründete. Die Reduktion eben dieser Organe wurde zusätzlich vermindert. Der Ertragsanteil verschob sich von den oberen Pflanzenteilen (Haupttrieb bis Nebentrieb dritter Ordnung) auf die darunter liegenden. Das TKG blieb an allen Pflanzenteilen unbeeinflusst. Die Schotenzahl wurde unterhalb des dritten Nebetriebes erhöht. Einkürzungseffekte wurden festgestellt, je eher in das pflanzliche Wachstum eingegriffen wurde.

WOHLLEBEN (2001) wies eine signifikante Sproßeinkürzung nach Anwendung von Folicur im Herbst nach. Der Wurzelhalsdurchmesser blieb in seinen Untersuchungen von der Applikation unbeeinflusst. Für die Frühjahrsanwendung von Folicur konnte ein nur geringer Einfluß auf die Pflanzenlänge bis zur Blüte und verminderte Lagerbildung festgestellt werden. Auch KRUSE (2004) zeigte eine deutlich reduzierte Sproßstreckung für das Produkt Folicur nach Herbst- und Frühjahrsapplikation auf.

Zwischen wachstumsregulatorisch wirkenden Substanzen bestehen offensichtlich prinzipiell keine wesentlichen Unterschiede seitens der Effekte auf die Pflanzenmorphologie. So stellte LINDENBERG (2003) zwischen den Präparaten Folicur und Caramba bei gleicher Aufwandmenge keine ertraglichen beziehungsweise die Standfestigkeit betreffenden Unterschiede fest. Die Kombination der Präparate mit dem Wachstumsregulator Moddus brachte keinen zusätzlichen Effekt. Auch GRAF et al. (2006) stellten nach der Applikation

von Folicur und Caramba keine unterschiedlichen Effekte zwischen den Präparaten auf die Einkürzung im Herbst fest. Mit den Applikationen konnte keine Erhöhung des Wurzelhalsdurchmessers erzielt werden. Teilweise waren sogar geringere Werte nach Applikation festzustellen.

1.2.3 Spezielle Aspekte der Schotenentwicklung und der Schotenstabilität im Winterraps

Ertragsdepressionen in der Rapskultur werden sowohl durch Negativwirkungen biotischer als auch abiotischer Ursachen induziert. Das vorzeitige, pathogeninduzierte Aufplatzen von Rapsschoten durch *Botrytis cinerea* und insbesondere *Alternaria brassicae* ist bekannt (BÖRNER 1993, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, HUMPHERSON-JONES 1983). HUMPHERSON-JONES (1983) wiesen in ihren Untersuchungen nach, daß etwa 20 % der vorhandenen Schoten durch den Befall mit *Alternaria brassicae* vorzeitig aufplatzten und zu Ertragsverlusten führten. Das vorzeitige Aufplatzen der Schoten kann durch reduzierte Separationsprozesse in den Schoten durch rechtzeitiges Schwadlegen beziehungsweise die Anwendung von Sikkationsmitteln vermindert werden (SUMMERS et al. 2003). Die Schotenentwicklung und letztendlich die Schotenstabilität ist wie andere pflanzenmorphologische Parameter vom Phytohormonhaushalt der Pflanze abhängig. Bereits zu BBCH 21-27 differenzieren sich die Ertragsanlagen im Bereich des Vegetationskegels (CRAMER 1990, DIEPENBROCK 1999). Primär werden vom Raps auf diese Weise bei einer normalen Bestandesdichte in etwa 2000 bis 4000 Blütenanlagen/Pflanze gebildet. Allerdings erfolgt die Ausbildung zu befruchtungsfähigen Blüten bedingt durch permanente Reduktionsprozesse nur an etwa 5 bis 20 % der primär angelegten Blütenanlagen. Von diesen 5 bis 20 % potentiellen Blütenanlagen werden nur 40 bis 60 % zu einer Schote ausgebildet. In den Schoten befinden sich etwa 30 potentielle Samenanlagen, von denen sich jedoch nur etwa 15 bis 20 zu Körnern ausbilden (CRAMER 1990, DIEPENBROCK 1999).

Die Schotenentwicklung wird durch Auxin und Cytokinin eingeleitet und ist im weiteren Verlauf von Abscisinsäure, Cytokinin und Auxin abhängig. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Hormonen und der Schotenzahl, Kornzahl/Schote und dem Korngewicht. Die Kornzahl/Schote steht mit Auxin in Zusammenhang (BOUILLE et al. 1989).

Die Schotenalterung wird während der frühen Abreife durch Wachstumsregulatoren verzögert, da durch deren Einfluß auf den Hormonhaushalt die Gehalte an Cytokinin steigen, die der Abscisine sinken. Dabei sind durch die verzögerte Alterung sinkende Kornverluste durch vermindertes Schotenplatzen festzustellen (GROSSMANN 1992). Derartige

Ernteverluste können bis zu 50 % erreichen (BRUCE et al. 2002, ROBERTS et al. 2002) und werden insbesondere bei der Ernte, durch Wind und den Kontakt zwischen Schoten erzeugt (CHILD et al. 1998, CHILD et al. 2003). Stabilitätsunterschiede konnten bisher nur anhand von Verlusten während der Ernte (FISAHN 1993) beziehungsweise optisch im Feld beurteilt werden (CHILD et al. 2003).

Die für das Aufplatzen der Schoten verantwortlichen Zellschichten werden Separationszone „dehiscens zone“ genannt und befinden sich zwischen dem Perikarp und den Schotenhälften. Während der Abreife werden die Zellschichten durch endo-Polygalacturonase aufgelöst (SANDER et al. 2001). Der zelluläre Aufbau der Separationszone ist für die Schotenstabilität entscheidend, weniger die gesamte Schotenmorphologie (CHILD et al. 2003).

Die Schotenentwicklung selbst ist in drei Phasen einzuteilen, wobei die Schoten zunächst heterotroph sind, während der Abreife und dem Verlust der Blätter an der Pflanze jedoch zunehmend autotroph werden (BOUILLE et al. 1989) und in dieser Phase etwa 40 % des Assimilationsbedarfes durch eigene Photosynthese abdecken (DIEPENBROCK 1999). Während der ersten 20 Tage nach der Blüte erreicht die Schote ihre maximale Länge. Das Kornwachstum findet in dieser Phase noch nicht statt. Bis zum 10. Tag nach der Blüte ist noch keine Separationszone ausgebildet (ROBERTS et al. 2002). Erst mit dem 20. Tag nach der Blüte ist eine ein- bis dreizellige Schicht feststellbar (CHILD et al. 2003, ROBERTS et al. 2002).

Während der zweiten Phase, 20. bis 50. Tag nach der Blüte, erfolgt die Einlagerung von Zellwandmaterial. Das Replum lignifiziert. Die Lignifizierung ist mit dem 35. Tag nach der Blüte weitestgehend abgeschlossen. Die Zellen der Separationszone verringern ihr Volumen. Ab dem 40. Tag nach der Blüte degradieren die Mittellamellen in der Separationszone, so daß der zelluläre Zusammenhalt verloren geht. Daran sind hauptsächlich β -1,4-Glucanasen und endo-Polygalacturonasen beteiligt (ROBERTS et al. 2002). Diese Prozesse werden nach bisherigem Kenntnisstand durch sinkende Auxingehalte ausgelöst und durch sinkende Ethylengehalte verzögert (FERRANDIZ 2002, ROBERTS et al. 2002). So konnte gezeigt werden, daß der Gehalt an β -1,4-Glucanasen nach der Verabreichung von Auxin in reifenden Schoten verzögert zunahm.

In der dritten Phase, 50. bis 70. Tag nach der Blüte, unterliegen die lignifizierten Zellen der Seneszenz. Während des Verlustes von Feuchtigkeit entstehen Trocknungsspannungen, die die Zellen der Separationszone nachgeben. Für die Spannungen werden hauptsächlich die lignifizierten Zellen des Endokarp verantwortlich gemacht (ROBERTS et al. 2002).

WOHLLEBEN (2001) wies nach der Anwendung von systemischen Fungiziden (Folicur) eine meßbar signifikant erhöhte Schotenstabilität gegenüber einer unbehandelten Kontrolle nach der Applikation zu BBCH 65 während der Abreifephase nach. Dabei konnte eine abnehmende Schotenstabilität vom ersten zum zweiten Untersuchungstermin (Unterschied vier Tage) aufgezeigt werden. Auch KRUSE (2004) zeigte in seinen Untersuchungen eine signifikant erhöhte Schotenstabilität während der Abreifephase gegenüber einer unbehandelten Kontrolle nach der Applikation von Folicur zur Blüte auf. Der Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die Schotenstabilität wurde von DAVIES und MUNCEY (2004) für das Produkt Proline beobachtet.

Die für die Schotenstabilität verantwortlichen Gene konnten in *Arabidopsis thaliana* gefunden werden. Dabei handelt es sich um die Gene SHATTERPROOF 1 (SHP 1) und SHATTERPROOF 2 (SHP 2) (ROBERTS et al. 2002), die hauptverantwortlich für die Ausbildung der Separationszone sind (FERRANDIZ 2002). Sie sind rezessiv und unterliegen einer hohen Heritabilität (MORGAN et al. 2000). Die Züchtung auf Schotenstabilität ist wegen mangelnder Variation nicht erfolgsversprechend (CHILD und HUTTLY 2005, ROBERTS et al. 2002). Mögliche züchterische Quellen für erhöhte Schotenstabilitäten liegen in *Brassica juncea*, *Brassica carinata*, *Brassica oleracea*, *Brassica rapa*, wobei sich die Züchtung schwer gestaltet, da sie mit deutlich unerwünschten Eigenschaften der verschiedenen Arten verbunden ist (CHILD et al. 2003, MORGAN et al. 2000). Mögliche Ansätze wären die Züchtung von SHATTERPROOF-Mutanten, die keine Separationszone ausbilden, beziehungsweise durch die Unterbindung der Expression von Polygalcturonasen und β -1,4-Glucanasen (ROBERTS et al. 2002). Nach LILJEGREN et al. (2000) ist in SHATTERPROOF-Mutanten (ohne SHATTERPROOF-Gene) kein Schotenplatzen zu beobachten.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchstandorte und Versuchsanlage 2004/2005 und 2005/2006

2.1.1 Versuchsstandorte und Versuchsanlage Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006

Die Versuchsstandorte Sterup 2004/2005 (Lage: 54°44'N, 9°44'E) und Sörup 2005/2006 (Lage: 54°43'N, 9°40'E) liegen im Nordosten des Bundeslandes Schleswig-Holstein. Die Versuchsanlage erfolgte als randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen, welche in jeweils einem gesonderten Block zwischen den Fahrgassen (18 m 2004/2005; 24 m 2005/2006) angelegt wurden. Die Ernteparzellen hatten eine Größe von 1,8 m x 10 m = 18 m² in 2004/2005; 1,8 m x 7 m = 12,6 m² in 2005/2006; die Probenahmeparzellen von 1,8 m x 6 m = 10,8 m²/1,8 m x 10 m = 18 m². Zwischen den Parzellen wurden Wege (0,5 m breit) mit einer Parzellenwegespritze ausgespritzt (3 l/ha Roundup-Ultra, 200 l/ha Wasser, Düsentyp 110-03 Airmix).

Zwecks Erhöhung des Ausgangsinokulums erfolgte die Verteilung Rapsstengel der vorherigen Ernte in den Wegen der Versuche. Die Standorteigenschaften sowie die ackerbaulichen Maßnahmen sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab. 1: Standorteigenschaften und ackerbauliche Maßnahmen; Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006

	Sterup 2004/2005	Sörup 2005/2006
Sorte	Talent, TKG 7,5 g, Kmf. 93 %, 45 K/m ²	Talent, TKG 7,9 g, Kmf. 93 %, 45 K/m ²
Aussaat/Auflauf/Ernte	23.08.2004, 28.08.2004, 16.08.2005	29.08.2005, 06.09.2005, 04.08.2006
Fruchtfolge	Winterweizen/Wintergerste/Winterraps	
Bodenart/-zahl	sL/50	sL/52
	Pflanzenschutz	
Beizung	DMM + Elado	Chinook + DMM + TMTD
Herbizide	23.08.2004 2 l/ha Brasan + 40 g/ha Cirrus	31.08.2005 2 l/ha Brasan + 40 g/ha Cirrus
Insektizide	09.10.2004 0,4 l/ha Agil + 50 ml/ha Karate Zeon	22.05.2006 0,6 l/ha Cercobin
Fungizide	siehe Tabelle 3 und 5	
	Düngung	
Herbst-/Wirtschaftsdüngung	02.08.2004 10 m ³ Schweinegülle	31.08.2005 AHL 30 kg N/ha
	24.03.2005 18 m ³ Schweinegülle	06.10.2005 4 kg/ha Bittersalz + 1 kg/ha B
N-Düngung	20.03.2005 Hasto 100 kg N/ha	24.03.2006 Hasto 130 kg N/ha
	21.03.2005 SSA 40 kg N/ha	17.04.2006 SSA 46 kg N/ha
S-Düngung	21.03.2005 SSA 45 kg S/ha	17.04.2006 SSA 55 kg S/ha
P-, K-, Kalk-Düngung	Fruchtfolge	
Flüssigdüngung	16.04.2005 4 kg/ha Bittersalz + 1 kg/ha B + AHL 6 kg N/ha	24.04.2006 3 kg/ha Bittersalz + 1,5 kg/ha Bor + AHL 8 N kg/ha
	19.05.2005 10 kg/ha Bittersalz + 1,5 kg/ha Bor + AHL 15 kg N/ha	22.05.2006 10 kg/ha Bittersalz + 1 kg/ha Bor + AHL 16 kg N/ha

2.1.2 Versuchsstandort und Versuchsanlage Hohenschulen 2005/2006

In 2005/2006 wurden in einem gesonderten Versuch spezielle Untersuchungen zum Einfluß unterschiedlicher Blütenapplikationstermine auf die Schotenstabilität auf dem Versuchsgut Hohenschulen der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (Institut für Acker- und

Pflanzenbau) in Achterwehr (Lage: 54°19'N, 9°58'E) durchgeführt. Die Versuchsanlage erfolgte als randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen. Die Ernteparzellen hatten eine Größe von 8 m x 3 m = 21 m², die Probenahmeparzellen von 4 m x 3 m = 12 m². Zwischen den Parzellen wurden Wege (0,5 m breit) mit einer Parzellenwegespritze ausgespritzt (3 l/ha Roundup-Ultra, 200 l/ha Wasser, Düsentyp 110-03 Airmix). Die Standorteigenschaften und ackerbaulichen Maßnahmen sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Standorteigenschaften und ackerbauliche Maßnahmen; Hohenschulen 2005/2006

Hohenschulen 2005/2006	
Sorte	Talent, 45 K/m ²
Aussaat/Ernte	23.08.2005, 05.08.2006
Fruchtfolge	Winterweizen/Wintergerste/Winterraps
Bodenart/Bodenzahl	sL/50
Pflanzenschutz	
Herbizide	24.08.2005 2,5 l/ha Nimbus CS
Insektizide	21.04.2006 300 ml/ha Biscaya
Fungizide	siehe Tabelle 7
Düngung	
N-Düngung	22.03.2006 120 kg N/ha KAS 18.04.2006 60 kg N/ha KAS
S-Düngung	21.04.2006 200 kg/ha Kieserit, 3 kg/ha Bittersalz
P-/K-Düngung	Fruchtfolge
Spurenelemente	18.10.2005 Spurenelemente 21.04.2006 200 kg/ha Kieserit + 1 kg/ha Bor + 1 l/ha Manganchelat + 3 kg/ha Bittersalz

2.2 Applikationsvarianten und Applikationstechnik 2004/2005 und 2005/2006

2.2.1 Applikationsvarianten und Applikationstechnik Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006

An den Versuchsstandorten Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006 wurden verschiedene Fungizide sowie die Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus ausgebracht (Tab. 3). Die Ausbringung erfolgte unter reduzierten Aufwandmengen mit 200 l/ha Wasser (Düsentyp 110-03 Airmix).

Tab. 3: Handelspräparate, Wirkstoffe, Aufwand- und ausgebrachte Wirkstoffmengen; Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006

Präparat	Konzentration g a.i./l, g a.i./kg	Aufwandmenge l/ha, kg/ha	Ausgebrachte Wirkstoffmenge g a.i./ha
Folicur	250 g/l Tebuconazol	0,75 l/ha	187,50 g/ha
Proline	250 g/l Prothioconazol	0,53 l/ha	132,50 g/ha
Caramba	60 g/l Metconazol	1,13 l/ha	67,80 g/ha
Cantus	500 g/kg Boscalid	0,38 kg/ha	190,00 g/ha
Harvesan	250 g/l Flusilazol	0,60 l/ha	150,00 g/ha
	125 g/l Carbendazim		75,00 g/ha
Prosaro	125 g/l Prothioconazol	0,75 l/ha	93,75 g/ha
	125 g/l Tebuconazol		93,75 g/ha
Score	250 g/l Difenconazol	0,75 l/ha	187,50 g/ha
Moddus	250 g/l Trinexapac-ethyl	0,50 l/ha	125,00 g/ha

Alle Fungizide und die Kombinationen mit dem Wachstumsregulator Moddus wurden in den Behandlungsvarianten Herbst/Frühjahr/Blüte (HFB-Varianten, dreifache Applikation), Herbst/Blüte (HB-Varianten, zweifach Applikation), Frühjahr/Blüte (FB-Varianten, zweifache Applikation) und Blüte (B-Varianten, einfache Applikation) angewandt (Tab. 4). Die Applikationstermine sind der Tabelle 5 zu entnehmen.

Tab. 4: Definition der Varianten; Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006

	Applikation	Var.	Applikation	Var.	Applikation	Var.	Applikation	Var.
Unbehandelte Kontrolle		1						
Folicur	HFB	2	HB	17	FB	32	B	47
Caramba	HFB	3	HB	18	FB	33	B	48
Cantus	HFB	4	HB	19	FB	34	B	49
Prosaro	HFB	5	HB	20	FB	35	B	50
Proline	HFB	6	HB	21	FB	36	B	51
Score	HFB	7	HB	22	FB	37	B	52
Harvesan	HFB	8	HB	23	FB	38	B	53
Moddus	HFB	9	HB	24	FB	39	B	54
Folicur + Moddus	HFB	10	HB	25	FB	40	B	55
Caramba + Moddus	HFB	11	HB	26	FB	41	B	56
Cantus + Moddus	HFB	12	HB	27	FB	42	B	57
Prosaro + Moddus	HFB	13	HB	28	FB	43	B	58
Proline + Moddus	HFB	14	HB	29	FB	44	B	59
Score+ Moddus	HFB	15	HB	30	FB	45	B	60
Harvesan + Moddus	HFB	16	HB	31	FB	46	B	61

Tab. 5: Applikationstermine; Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006

Varianten	Herbst	Frühjahr	Blüte
	Sterup 2004/2005		
Herbst/Frühjahr/Blüte	06.10.2004	08.04.2005	12.05.2005
Herbst/Blüte	06.10.2004		12.05.2005
Frühjahr/Blüte		08.04.2005	12.05.2005
Blüte			12.05.2005
	Sörup 2005/2006		
Herbst/Frühjahr/Blüte	04.10.2005	18.04.2006	17.05.2006
Herbst/Blüte	04.10.2005		17.05.2006
Frühjahr/Blüte		18.04.2006	17.05.2006
Blüte			17.05.2006

2.2.2 Applikationsvarianten und Applikationstechnik Hohenschulen 2005/2006

Zwecks Gesunderhaltung aller Varianten und Vermeidung von Lager wurden alle Varianten (auch die unbehandelte Kontrolle) zweimal im Herbst mit 0,5 l/ha Caramba behandelt.

Die Blütenapplikationen erfolgten in Abhängigkeit von der Variante zu Beginn der Blüte (BBCH 59/60) beziehungsweise zur Vollblüte (BBCH 65) mit der vollen zugelassenen Aufwandmenge (Tab. 6).

Tab. 6: Handelspräparate, Wirkstoffe, Aufwand- und ausgebrachte Wirkstoffmengen; Hohenschulen 2005/2006

Präparat	Konzentration g a.i./l, g a.i./kg	Aufwandmengen l/ha, kg/ha	Ausgebrachte Wirkstoffmenge g/ha
Folicur	250 g/l Tebuconazol	1,5 l/ha	375 g/ha
Proline	250 g/l Prothioconazol	0,7 l/ha	175 g/ha
Cantus	500 g/kg Boscalid	0,5 kg/ha	250 g/ha
Moddus	250 g/l Trinexapac-ethyl	1,5 l/ha	375 g/ha

Nähere Angaben zu den Varianten sowie den Applikationsterminen sind der Tabelle 7 zu entnehmen. Die Applikation der Präparate erfolgte einheitlich für alle Varianten mit einer Wassermenge von 200 l/ha (Düsentyp 110-03 Airmix) mit der maximalen zugelassenen Aufwandmenge.

Tab. 7: Definition der Varianten; Hohenschulen 2005/2006

Variante	Applikationstermin			
	Herbst, BBCH 14 21.09.2005	Herbst, BBCH 18 18.10.2005	Blüte, BBCH 59/60 08.05.2006	Blüte, BBCH 65 17.05.2006
1	0,5 l/ha Caramba			
2			1,5 l/ha Moddus	
3				1,5 l/ha Moddus
4			0,7 l/ha Proline	
5				0,7 l/ha Proline
6			1,0 l/ha Folicur	
7				1,0 l/ha Folicur
8			0,5 kg/ha Cantus	
9				0,5 kg/ha Cantus

2.3 Charakterisierung verwendeter Präparate

2.3.1 Charakterisierung verwendeter Fungizide

Die verwendeten fungiziden Wirkstoffe entstammen den Wirkstoffklassen der Triazole, Benzimidazole und Carboxanilide. Die Indikation der verwendeten Fungizide sowie des Wachstumsregulators Moddus sind der Tabelle 8 zu entnehmen.

Tab. 8: Indikation der eingesetzten Fungizide (ANONYMUS 2004a, 2005b, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d, 2006e)

Indikation	Folicur	Caramba	Cantus	Proline	Prosaro	Score	Harvesan	Moddus
Phoma lingam					keine Angaben, da Versuchspräparat			
Herbst	1,5 l/ha	1,5 l/ha	0,5 kg/ha			1,0 l/ha		
Frühjahr	1,5 l/ha	1,5 l/ha	0,5 kg/ha					
max. Anz. Anwendung	2	2	2			1		
Sclerotinia sclerotiorum								
BBCH 60-65			0,5 kg/ha				0,8 l/ha	
BBCH 65	1,5 l/ha	1,5 l/ha		0,7 l/ha				
max. Anz. Anwendung	1	1	1	1			1	
Alternaria brassicae								
BBCH 65	1,5 l/ha		0,5 kg/ha					
max. Anz. Anwendung	1		1					
Standfestigkeit								
BBCH 14-18	1,0 l/ha							1,5 l/ha
BBCH 39-55	1,5 l/ha	1,5 l/ha						1,5 l/ha
max. Anz. Anwendung	2	1						1
Winterfestigkeit								
Herbst	1 l/ha							
max. Anz. Anwendung	1							
max. Anz. Anwendung in Kultur	2	2	2	1			1	1

2.3.1.1 Triazole

Die eingesetzten Fungizide Folicur, Caramba, Prosaro, Proline, Score und Harvesan enthalten Wirkstoffe aus der Klasse der Triazole (Tab. 3). Der Wirkungsmechanismus der Triazole beruht auf der Hemmung der Biosynthese von Ergosterol im pilzlichen Stoffwechsel.

Ergosterol stellt einen wichtigen Baustein in pilzlichen Membranen dar. Aufgrund ihrer Eigenschaft als Demethylierungs-Inhibitoren, die Sterol-C₁₄-Demethylase in den Mikrosomen zu hemmen, werden die Triazole als DMI-Fungizide bezeichnet. Der Einfluß hat zur Folge, daß die Synthese von Ergosterol unterbleibt und sich C₁₄-Methylsterole und C₄-Methylsterole anreichern. Aufgrund der hochgradigen Spezifität auf nur einen Wirkungsort sind die Triazole stark resistenzgefährdet (BÖRNER 1997, HEITEFUSS 2000).

Folicur enthält 250 g a.i./l des Wirkstoffes Tebuconazol (nach IUPAC: 1-(4-Chlorphenyl)-4,4-dimethyl-3-[1,2,4]triazol-1-ylmethyl-pentan-3-ol; CAS number: 107534-96-3), der als Racemat vorliegt. Als Lösungsmittel sind H₂O und N,N-Dimethyldecanamid (60 %) zugesetzt (EW-Formulierung). Der Wirkstoff Tebuconazol ist ein systemischer Wirkstoff mit protektiver, kurativer und eradikativer Wirkung und besitzt wachstumsregulatorische Teileffekte (ANONYMUS 2000, ANONYMUS 2006g, BERG et al. 1987, TOMLIN 2000).

Caramba beinhaltet 60 g a.i./l des Wirkstoffes Metconazol (nach IUPAC: (1RS,5RS,1RS,5RS)-5-(4-Chlorbenzyl)-2,2-dimethyl-1-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)cyclopentanol; CAS number: 125116-23-6), der als Mischung aus cis- und trans-Isomeren vorliegt. Als Lösungsmittel ist Amylalkohol, als Zusatzstoffe sind Naphtha und Alkylpolyoxy-

ethenglykolether zugesetzt (SL-Formulierung). Der Wirkstoff Metconazol wirkt lokalsystemisch, akropetal-systemisch und besitzt wachstumsregulatorische Teileffekte (ANONYMUS 2000, ANONYMUS 2005a, GILGENBERG-HARTUNG 1999, TOMLIN 2000).

Score enthält 250 g a.i./l Difenconazol (nach IUPAC: cis,trans-3-chlor-4-[4-methyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2-yl]phenyl-4-chlorphenoxyether; CAS number: 119446-68-3), der Mischung aus cis- und trans-Isomer vorliegt. Als Lösungsmittel ist Naphtha, als Zusatzstoffe sind Oleylpolyglycolether, Tetrapropylbenzolsulfonsäure zugesetzt (EC-Formulierung). Der Wirkstoff Difenconazol wird systemisch akropetal und translaminar verlagert und wirkt protektiv, kurativ (ANONYMUS 2000, ANONYMUS 2006i, TOMLIN 2000).

Harvesan ist ein Mischprodukt aus 250 g a.i./l Flusilazol (nach IUPAC: Bis(4-fluorphenyl)methyl(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)silan; CAS number: 855009-19-9) und 125 g a.i./l Carbendazim (Benzimidazol). Als Zusatzstoffe sind Hexan-1-ol, Polyarylphenyl-Ether-Phosphate, Polyacrylic Polymer, aliphatische Alkanolamine, Ethylenglykol und Calcium-Dodecylbenzulsulphonat zugesetzt (SC-Formulierung). Der Wirkstoff Flusilazol wird systemisch verlagert und wirkt protektiv, kurativ (ANONYMUS 2000, ANONYMUS 2004b, TOMLIN 2000).

Proline enthält 250 g a.i./l Prothioconazol (nach IUPAC: 2-[2-(1-chlorocyclopropyl)-3-(2-chlorophenyl)-2-hydroxypropyl]-2,4-dihydro-3H-1,2,4-triazole-3-thione; CAS number: 178928-70-6). Als Zusatzstoff ist N,N-Dimethylfettsäureamid zugesetzt (EC-Formulierung). Der Wirkstoff Prothioconazol wird systemisch verlagert und wirkt kurativ (ANONYMUS 2000, ANONYMUS 2004c, HÄUSER-HAHN 2004, JAUTELAT et al. 2004).

Prosaro enthält 125 g a.i./l Prothioconazol sowie 125 g a.i./l Tebuconazol. Angaben über die Eigenschaften der beiden Wirkstoffe sind der Beschreibung von Proline für Prothioconazol beziehungsweise von Folicur für Tebuconazol zu entnehmen. Bei dem Produkt Prosaro handelt es sich um ein Versuchspräparat, so daß keine genauen Angaben über die verwendeten Zusatzstoffe gemacht werden können.

2.3.1.2 Benzimidazole

Der Wirkstoff Carbendazim in Harvesan stammt aus der Klasse der Benzimidazole. Diese Wirkstoffe werden hauptsächlich im Xylem verlagert. Der Transport ist allerdings nur nach Umwandlung in die fungizid wirksame Form als Methylbenzimidazolcarbonat (MBC beziehungsweise MCB = Methyl-2-benzimidazolcarbamate) möglich. Carbendazim liegt

jedoch bereits in dieser Form vor und bedarf daher keiner Umwandlung (BÖRNER 1997, FEHRMANN 1976, HEITEFUSS 2000).

Die Wirkung der Benzimidazole beruht auf der Hemmung der Zell- und Kernteilung. Dabei bindet das MBC an das β -Tubulin der Mikrotubuli, die am Aufbau des Spindelapparates während der Zellteilung beteiligt sind. Dadurch wird eine gleichmäßige Verteilung der DNA bei der Zellteilung unterbunden. Des Weiteren kommt es zur desorganisierten Feinstruktur der Pilzzellen. Da diese Wirkstoffklasse nur einen spezifischen Wirkungsort hat, unterliegen die Benzimidazole der Gefahr der monogenen Resistenz (BÖRNER 1997, FEHRMANN 1976, HEITEFUSS 2000).

Harvesan ist ein Mischprodukt aus 125 g a.i./l Carbendazim (nach IUPAC: Methylbenzimidazol-2-ylcarbamat; CAS number: 10605-21-7) und 250 g a.i./l Flusilazol (Triazol). Als Zusatzstoffe sind Hexan-1-ol, Polyarylyphenyl-Ether-Phosphate, Polyacrylic Polymer, Aliphatische Alkanolamine, Ethylenglykol und Calcium-Dodecylbenzulsulphonat enthalten (SC-Formulierung). Der Wirkstoff Carbendazim wird systemisch akropetal verlagert und wirkt protektiv, kurativ. Der Wirkstoff kann auch über die Pflanzenwurzel aufgenommen werden (ANONYMUS 2000, ANONYMUS 2004b, TOMLIN 2000).

2.3.1.3 Carboxanilide

Das Fungizid Cantus enthält den fungiziden Wirkstoff Boscalid aus der Klasse der Carboxanilide. Carboxanilide werden akropetal mit dem Transpirationsstrom in der Pflanze verlagert. Ihr Angriffspunkt liegt im Atmungsstoffwechsel der Pilze. In den Mitochondrien wird der Elektronentransport zwischen Succinat und dem Coenzym Q im Succinat-Ubichinon-Reduktase-Komplex des Tricarbonsäurezyklus gehemmt, so daß es zur Anreicherung von Succinat kommt. Der spezifische Wirkstoffrezeptor ist ein Fe-S-Protein im Succinatdehydrogenasekomplex (HEITEFUSS 2000).

Cantus enthält 500 g a.i./kg Boscalid (Abb. 6) (nach IUPAC: 2-chloro-N-(4'-chlorobiphenyl-2-yl)nicotinamide; CAS number: 188425-85-6) als WG-Formulierung (ANONYMUS 2006f, TOMLIN 2003).

2.3.2 Charakterisierung verwendeter Wachstumsregulatoren

Abgesehen von den Fungiziden Folicur, Caramba und Prosaro, die neben ihrer Wirkungsweise als Fungizide wachstumsregulatorische Teilfunktion besitzen, wurde Moddus als reiner Wachstumsregulator eingesetzt.

Moddus enthält 250 g a.i./l Trinexapac-ethyl (nach IUPAC: 4-(Chlorphenyl- α -hydroxymethylen)-3,5-dioxocyclohexan-carbonsäureethylester); CAS number: 95266-40-3).

Als Lösungsmittel sind 1-Pentanol und H₂O, als Zusatzstoff ist Tristyrylphenoethoxylat zugesetzt (ME-Formulierung). Trinexapac-ethyl wirkt elementar auf die Biosynthese der Gibberellinsäure GA₁ (ADAMS et al. 1992, ANONYMUS 2000, ANONYMUS 2006h, TOMLIN 2000).

Die verwendeten Wirkstoffe Tebuconazol und Metconazol der Fungizide Folicur, Caramba und Prosaro sowie Trinexapac-ethyl des Wachstumsregulators Moddus beeinflussen durch Inhibierung der Biosynthese von Gibberellinen das pflanzliche Wachstum und dabei insbesondere die Zellstreckung und Zellteilung (RADEMACHER 2000). Zwischen der Wirkungsweise von Verbindungen mit Stickstoff-Heterozyklen (Triazole) sowie der Wirkungsweise von strukturellen Nachahmungen der 2-Oxoglutarsäure (Trinexapac-ethyl) ist zu unterscheiden.

Die Wirkung der Stickstoff-Heterozyklen beruht auf der Hemmung der Cytochrom-P₄₅₀-abhängigen Monooxygenasen und der damit verbundenen Inhibierung der Oxidation von ent-Kauren zu ent-Kaurensäure, wodurch die Gehalte an Gibberellinsäure GA₁ abnehmen. Die Hemmung der Monooxygenase erfolgt durch die Interaktion des einzelnen Elektronenpaares (Elektronenhülle sp²) der Stickstoff-Heterozyklen mit der Cytochrom-P₄₅₀-abhängigen Monooxygenase, wodurch diese in ihrer Wirkung gehindert wird (GRAEBE 1987, GROSSMANN 1992, RADEMACHER 2000).

Die der 2-Oxoglutarsäure ähnlichen Stoffe wirken als Co-Substrat von Dioxygenasen, die späte Schritte der Gibberellinsäurebildung katalysieren. Dies begründet sich durch die Inhibierung der 3β- sowie der 2β-Hydroxylierung während der Gibberellinsynthese (GRAEBE 1987, RADEMACHER 2000).

Ferner werden durch die oben genannten Stoffe und deren Auswirkungen auf die Cytochrom-P₄₅₀-abhängigen Monooxygenase Schritte in der Abscisin-, Cytokinin-, Ethylen-, Sterol-, und Flavonoidsynthese beeinflusst, wobei die genauen Gründe noch nicht klar erforscht sind. Bekannt ist, daß nach Einsatz der obigen Substanzen der Abscisingehalt sinkt (sinkende Gehalte sind seneszenzhemmend) und Cytokiningehalt (steigende Gehalte sind seneszenzhemmend) der Pflanzen ansteigt. Dies hat eine gesteigerte Streßresistenz der Pflanzen durch steigende Kaliumgehalte der Zellen zur Folge (GROSSMANN et al. 1989, GROSSMANN 1992, RADEMACHER 2000). Der Ethylengehalt sinkt hingegen, da die ACC-Oxidase in dem Syntheseschritt zwischen ACC und Ethylen blockiert wird (GROSSMANN 1992). Durch den sinkenden Gehalt an Ethylen wird die Seneszenz der Pflanze vermindert. Insbesondere konnte festgestellt werden, daß die Reifung von

Rapsschoten und dadurch Kornverluste durch Platzen der Schoten vermindert werden konnten (GROSSMANN 1992).

2.4 Bestimmung fungizider Wirkungsgrade

Die Bestimmung der fungiziden Wirkungsgrade wurde am ersten Boniturtermin nach der Herbst- beziehungsweise der Fröhjahrsapplikation im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle anhand der BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) nach der Methode von ABBOTT (1925) ermittelt:

$$\text{Wirkungsgrad (\%)} = 100 - \frac{BSB_{\text{Blatt Variante}}}{BSB_{\text{Blatt Kontrolle}}} \times 100$$

2.5 Probenahme zur populationsdynamischen Befallserhebung und Bestimmung pflanzenmorphologischer Parameter

Im Herbst erfolgte die Probenahme ab dem Auftreten erster Krankheitssymptome an den Blättern von Ende September bis zum Vegetationsende, im Fröhjahr ab Vegetationsbeginn bis zur Ernte. Bis BBCH 71 wurden die vollständigen Pflanzen den Parzellen entnommen. Ab BBCH 71 dienten die unteren 30-40 cm der Haupttriebe als Proben zur Stengelbonitur. Ab diesem Zeitpunkt erfolgte keine Bestimmung des Blattbefalls sowie pflanzenmorphologischer Parameter. Die Probennahmen aus der unbehandelten Kontrolle wurden wöchentlich, aus den unterschiedlich behandelten Varianten im Abstand von 14 Tagen durchgeführt.

Pro Variante wurden 30 Pflanzen gezogen (zehn aus jeder Wiederholung). Die Entnahme erfolgte zufallsverteilt diagonal durch die Parzelle. Um Randeffekte zu vermeiden, wurden keine Pflanzen aus dem Randbereich entnommen. Nach der Entfernung von grobem Erdbesatz, gegebenenfalls gewaschen erfolgte die Lagerung bei 4 °C.

2.6 Populationsdynamische Befallserhebung auftretender Krankheitserreger

Die Bonitur aller auftretenden Erreger, ausgenommen *Sclerotinia sclerotiorum*, erfolgte im Labor mittels eines Binokulars (Fa. Zeiss) sowohl für den Blattbefall im Herbst und im Fröhjahr als auch zu späteren Boniturterminen ab BBCH 71 für den Wurzelhals- und Stengelbereich (20 facher bis 80 facher Vergrößerung). Dabei wurde sowohl eine qualitative, anhand der Befallshäufigkeit im Bestand (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen im Bestand), als auch eine quantitative Befallsermittlung, anhand der Befallsstärke im Bestand (BSB = Anzahl erkennbarer Pyknidien pro Pflanze beziehungsweise prozentual befallene Blattfläche), durchgeführt.

Die Befallshäufigkeit im Bestand (BHB) aller Krankheitserreger ergab sich einheitlich aus der Anzahl befallener Pflanzen (Pflanzen mit für den entsprechenden Erreger typischen Symptomen) in Relation zur Anzahl insgesamt untersuchter Pflanzen:

$$\text{BHB (\%)} = \frac{\sum \text{befallene Pflanzen}}{\sum \text{untersuchte Pflanzen}} \times 100$$

Die Bestimmung der Befallsstärke im Bestand (BSB) erfolgte erregerspezifisch auf unterschiedliche Weise. Die BSB (Anzahl an Pyknidien pro Pflanze) für *Phoma lingam* wurde für den gesamten Blattapparat anhand des Auszählens beziehungsweise ab einer bestimmten Anzahl anhand des Schätzens der in den Läsionen und Nekrosen vorhanden typischen Pyknidien (definiert nach PUNITHALINGAM und HOLLIDAY 1972) ermittelt:

$$\text{BSB (n Pyknidien)} = \sum \text{Pyknidien am Blattapparat};$$

die Bestimmung der Befallsstärke im Bestand (BSB) aller übrigen auftretenden Krankheitserreger anhand der Abschätzung der vom Erreger prozentual befallenen Blattfläche:

$$\text{BSB (\%)} = 100 \% \text{ Blattfläche} - \% \text{ befallene Blattfläche}$$

Für den Wurzelhals- und Stengelbereich wurde der Befall mit *Phoma lingam* zusätzlich anhand eines Befallswertes BW (Beschreibung des Verbräunungsfortschrittes und des Vorhandenseins von Pyknidien) nach KRÜGER (1982) definiert (Tab. 9 und 10).

Tab. 9.: Befallswerte (BW 1-9) für *Phoma lingam* am Wurzelhals (nach KRÜGER 1982)

Befallswert	Beschreibung für den Wurzelhalsbefall
1	Kein Befall
2	Einzelne kleine, nicht tief gehende Flecken an der Oberfläche
3	Kleine Flecken an der Oberfläche mit geringer Verkorkung und/oder geringer Verbräunung am Wurzelhals
4	Zwischenwert
5	Verkorkung am Wurzelhals gut sichtbar, Wurzelhals umfassend, aber noch nicht tief oder einseitig tief, etwa die Hälfte des Wurzelhalsumfangs umfassend, und/oder starke Verbräunung am Wurzelhals; Pflanze zur Zeit des Schwadlegens (Stadium 85-87) noch grün
6	Zwischenwert
7	Tiefe Einschnürungen am Wurzelhals, Pyknidien meist reichlich vorhanden; Pflanze beginnt zur Zeit des Schwadlegens zu vergilben
8	Zwischenwert
9	Wurzelhals stark und sehr tief verkorkt, sehr wenige/keine Verbindungen mit der Wurzel; Pflanze ist vorzeitig reif oder bereits abgestorben

Tab. 10: Befallswerte (BW 1-9) für *Phoma lingam* am Stengel (nach KRÜGER 1982)

Befallswert	Beschreibung für den Stengelbefall
1	Kein Befall
2	Kleine Flecken an der Oberfläche
3	Größere Flecken an der Oberfläche
4	Zwischenwert
5	Größere Flecken, die auch tiefer in den Stengel eindringen
6	Zwischenwert
7	Tiefe Befallsstellen mit Pyknidien, Stengel eingetrocknet oder aufgeweicht
8	Zwischenwert
9	Ausgedehnte, tief gehende Befallsstellen am Stengel; Pflanze infolge des Befalls vorzeitig abgestorben

Auch für *Verticillium longisporum* erfolgte die Bestimmung eines Befallswertes BW für den Stengelbereich nach KRÜGER (1986). Die Definition der Befallswerte ist der Tabelle 11 zu entnehmen.

Tab. 11: Befallswerte (BW 1-9) für *Verticillium longisporum* (KRÜGER 1986)

Befallswert	Beschreibung für den Stengelbefall
1	Kein Befall
2	Geringe (1-5 cm) und einseitige Ausbreitung von Mikrosklerotien
3	Noch geringe Ausdehnung der Besiedlung mit Mikrosklerotien (3-10 cm)
4	Zwischenwert
5	Sehr deutliche Symptomausprägung; Sklerotien haben 10-30 cm des Stengels besiedelt
6	Zwischenwert
7	Mehr als die Hälfte des Stengel weist Mikrosklerotien auf
8	Zwischenwert
9	Pflanze völlig mit Mikrosklerotien besiedelt

Das Auftreten von *sclerotinia*-typischen Symptomen und Sklerotien diente der Befallsbestimmung nach PAUL (1988). Die Bonitur erfolgte im stehenden Bestand zu BBCH 85 an 50 Einzelpflanzen in der Parzelle. Der Befall wurde ausschließlich als Befallshäufigkeit im Bestand (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen im Bestand) festgehalten (siehe oben). Die Kontrolle der Sklerotienkeimung von *Sclerotinia sclerotiorum* erfolgte an fünf Sklerotiendepots (5 cm Tiefe) im Feld ab dem Frühjahr wöchentlich anhand des Auswachsens der Apothecien.

2.7 Bestimmung pflanzenmorphologischer Parameter und der Bestandesdichte

Die Bestimmung des Wurzelhalsdurchmessers erfolgte nach Abtrennung der Wurzel unterhalb des Wurzelhalses. Bei den Werten handelte es sich um Mittelwerte zweier um 90° versetzter Messungen.

Die Bestimmung der Sproßlänge (Abstand vom Wurzelhals bis zum Apex) erfolgte nach Abtrennung der Blätter vom Stengel. Nach Einsetzen des Streckungswachstums wurde der Abstand vom Wurzelhals bis zur letzten Knospen- beziehungsweise Blütenverzweigung bestimmt.

Die Entwicklungsstadien wurden nach WEBER und BLEIHOLDER (1990), die Bestandesdichten (Pflanzen/m²) mit einem Zählrahmen (1/4 m²) zu Vegetationsende im Herbst sowie zu Vegetationsbeginn im Frühjahr in der unbehandelten Kontrolle ermittelt.

2.8 Untersuchung der Schotenstabilität

Die Bestimmung der Schotenstabilität der ausschließlich zur Blüte behandelten Varianten sowie der unbehandelten Kontrolle wurde unter mechanischer Belastung der Schoten im Labor im Versuchsjahr 2004/2005 zu BBCH 81 und BBCH 92 sowie im Versuchsjahr 2005/2006 zu BBCH 79, BBCH 81, BBCH 85 und BBCH 92 durchgeführt.

Zur Untersuchung wurden 50 Schoten von 20 Haupttrieben einer jeden Variante (jeweils drei Wiederholungen) gesammelt. Von jedem Haupttrieb erfolgte die Entnahme der Schoten aus dem mittleren Bereich des Triebes, um von einem einheitlichen morphologischen Entwicklungszustand der Schoten ausgehen zu können. Vor der Stabilitätsuntersuchung wurden die Schoten bei 50 °C über 24 Stunden getrocknet.

Die eigentliche Untersuchung der Schotenstabilität erfolgte unter mechanischen Belastung von insgesamt 120 Sekunden in einem Siebschüttler (Analysette 3 Spartan, Fa. Fritsch, Sieb 315 µm, Amplitude 2,5 mm, 50 Hz) unter Zugabe einer Kunststoffkugel (Durchmesser 22 mm, Gewicht 26,62 g). Nach Zeitintervallen von jeweils 15 Sekunden wurde die Anzahl der geplatzen Schoten bestimmt.

Anhand der so ermittelten Datensätze der verschiedenen Varianten wurden Regressionen anhand quadratischer Polynome ($y = ax^2 + bx$) berechnet (fixe Größe: Verlauf durch den Ursprung (0 % geplatze Schoten nach 0 Sekunden mechanischer Belastung)). Anhand der Regressionsgleichungen erfolgte die Berechnung der t₅₀-Werte (Zeit in Sekunden an, nach der 50 % der untersuchten Schoten geplatzt sind).

2.9 Quantitative Erfassung des Ascosporenfluges von *Leptosphaeria maculans*

Der Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* wurde von Aussaat bis zum Auftreten erster Krankheitssymptome von *Phoma lingam* untersucht.

Die Aufzeichnung des Ascosporenfluges von *Leptosphaeria maculans* erfolgte mit einer Burkhard-Sporenfalle (Fa. Thermo-Dux, Wertheim am Main, Ansaughöhe 45 cm über dem Boden, Ansaugvolumen 10 l/min) auf dem mit Vaseline beschichtete Aufzeichnungsband der Spule (sieben-tägiger Wechsel). Für die Auswertung im Labor wurde das Spulenband tageweise mittels einer 24-Stundenschablone zerschnitten und die einzelnen Tagesabschnitte anschließend für fünf Minuten in einer Safranin-Lösung angefärbt (anschließend zur

Lagerung mit einem Tupfer Vaseline auf jeweils einen Objektträger geklebt und bei 4 °C bis zur Bonitur aufbewahrt).

Die Untersuchung der Bandabschnitte erfolgte unter einem Mikroskop (Fa. Zeiss) bei 100 facher Vergrößerung. Dabei wurde die Anzahl an Ascosporen pro Stunde (Definition der Sporenmorphologie nach PUNITHALINGAM und HOLLIDAY 1972) mittels einer in 24-Stundenabschnitte unterteilten Schablone ausgezählt.

2.10 Parzellenbeerntung und Probenaufbereitung

Die Beerntung aller Versuche wurde mit einem Parzellenmähdrescher durchgeführt (Sterup 2004/2005 und Sörup 2005/2006 vollständige Beerntung; Hohenschulen 2005/2006 Kerndrusch). Von jeder Parzelle wurde eine Ernteprobe von etwa 500 g bis 800 g entnommen.

Anhand dieser Proben erfolgte die Bestimmung der Kornfeuchtigkeit (%) an einem Kornfeuchtigkeitsmeßgerät, die Bestimmung des Schmutzanteils (%) im Erntegut und des Tausendkorngewichtes (g/1000 Körner).

Anhand der Ergebnisse für den Parzellenertrag, die Kornfeuchtigkeit, das Tausendkorngewicht (g/1000 Körner) sowie den Schmutzanteil in der Ernteprobe wurden die Hektarerträge (dt/ha) bezogen auf eine Kornfeuchtigkeit von 9 % sowie das Tausendkorngewicht bezogen auf 9 % Feuchtigkeit berechnet.

2.11 Erfassung meteorologischer Daten

Die meteorologischen Daten an den Versuchsstandorten wurden mittels Wetterstationen (Fa. Adolf Thies GmbH & Co. KG Göttingen) kontinuierlich über das gesamte Versuchsjahr aufgezeichnet.

Die erfaßten Witterungsparameter umfaßten den Niederschlag (mm), die Lufttemperatur (°C in 20 cm beziehungsweise 2 m Höhe), die relative Luftfeuchtigkeit (% in 20 cm beziehungsweise 2 m Höhe) sowie die Blattbenetzung (nach Weihofen) im Bestand (% benetzte Blattfläche).

Die Witterungsdaten für die Mittelwerte der letzten 30 Jahre vom Standort Schleswig sowie die Daten des 13-jährigen Durchschnittes am Standort Kiel Holtenau wurden vom Deutschen Wetterdienst in Schleswig zur Verfügung gestellt.

2.12 Statistische Auswertung

Grundlage der statistischen Verrechnung der Daten sämtlicher Parameter bilden die Mittelwerte der drei Wiederholungen beziehungsweise die sich daraus ergebenden Mittelwerte jeder Variante.

Multiple Mittelwertvergleiche wurden anhand des Tuckey-Tests durchgeführt. Der paarweise Mittelwertvergleich erfolgte mittels T-Test. Die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt $\alpha=0,05$, sofern nicht anders angegeben, wobei jeweils gilt:

nicht signifikant ($p>0,05$): n.s.; schwach signifikant ($p\leq 0,05$): * ; signifikant ($p\leq 0,01$): ** ; hoch signifikant ($p\leq 0,001$): ***

3 Ergebnisse

Von 2004 bis 2005 wurden über zwei Vegetationsperioden (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006) Untersuchungen zum Einfluß von Fungizide und des Wachstumsregulators Moddus auf *Phoma lingam* (*Leptosphaeria maculans*) und die Pflanzenmorphologie durchgeführt. In 2005/2006 erfolgten in einem gesonderten Versuch spezielle Untersuchungen zum Einfluß von Fungiziden und Wachstumsregulatoren auf die Schotenstabilität (Hohenschulen 2005/2006). Die Untersuchungen wurden an der Sorte Talent durchgeführt.

3.1 Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf *Phoma lingam* (*Leptosphaeria maculans*) und die Pflanzenmorphologie (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

3.1.1 Witterungsverlauf der Versuchsstandorte (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Der Witterungsverlauf, dargestellt anhand der Temperatur (°C in 2 m Höhe) und des Niederschlages (mm), der Versuchsjahre 2004/2005 sowie 2005/2006 ist der Abbildung 1 zu entnehmen.

Der Temperaturverlauf des Versuchsjahres 2004/2005 lag im Vergleich zum langjährigen Mittel auf einheitlichem Niveau (Abb. 1, oben). Lediglich die Monate August sowie der Januar, April und Juli waren um mehr als ein Grad Celsius wärmer. Dabei verhielt sich der Monat Januar (+2,5 °C) abweichend vom langjährigen Jahresmittel (Tab. 12). Insbesondere aus der im Monat März im Vergleich zum langjährigen Mittel um mehr als ein Grad Celsius kälteren Witterung resultierte ein später Vegetationsbeginn. Trotz der überdurchschnittlichen Wärme des Monats April konnte Anfang bis Mitte des Monats verbreitet Nachtfrost festgestellt werden. Gemittelt über das Versuchsjahr 2004/2005 (September 2004 bis August 2005) ergab sich eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,7 °C. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt von 8,3 °C entsprach dies einer Abweichung von +0,4 °C.

Bezüglich der Niederschlagsverteilung der einzelnen Monate des Versuchsjahres 2004/2005 zeigten sich erhebliche Abweichungen im Vergleich zum langjährigen Mittel (Abb. 1, oben). Insbesondere die Monate November und April wiesen deutliche Niederschlagsdefizite auf. Im September, Mai und Juli konnten starke Niederschlagsüberschüsse gemessen werden; insbesondere im Monat Juli (+68,2 mm) (Tab. 12). Die Niederschlagssumme des Versuchsjahres 2004/2005 (September 2004 bis August 2005) betrug 915 mm und wich somit um +37 mm vom langjährigen Durchschnitt (878 mm) ab.

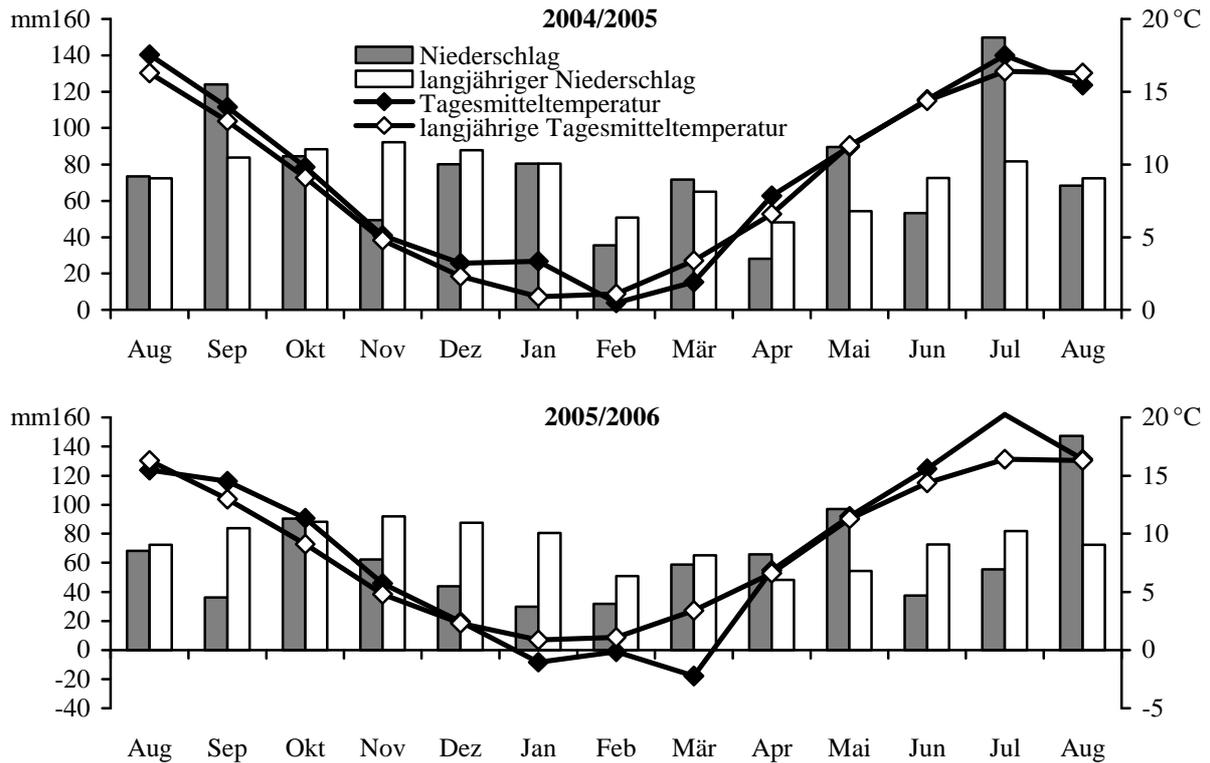


Abb. 1: Durchschnittliche monatliche Niederschlagssummen (mm) und Lufttemperaturen (°C in 2 m Höhe) der Versuchsjahre 2004/2005 (oben) und 2005/2006 (unten) im Vergleich zum langjährigen Mittel (1971-2000)

Der Herbst des Versuchsjahres 2005/2006 war durch überdurchschnittliche Temperaturen gekennzeichnet (Abb. 1, unten). Besonders deutlich zeigte sich dies an den Monaten September (+1,5 °C), Oktober (+2,2 °C) und November (+0,9 °C) (Tab. 12). Im Winter 2005/2006 war überdurchschnittliche Kälte in den Monaten Januar (-1,9 °C), Februar (-1,2 °C) und insbesondere im März (-5,6 °C) zu verzeichnen und bis Mitte März lag am Versuchsstandort eine geschlossene Schneedecke. Daraus resultierte ein sehr verspäteter Vegetationsbeginn. Der weitere Witterungsverlauf im Frühjahr gestaltete sich hinsichtlich der durchschnittlichen Monatstemperaturen im April und Mai weitgehend normal. Ab Juni jedoch begann eine Phase überdurchschnittlicher Temperaturen. So wiesen der Juni +1,2 °C, der Juli sogar +3,9 °C im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt auf. Der August lag im langjährigen Durchschnitt. Die Jahresmitteltemperatur (September 2005 bis August 2006) ergab 8,4 °C und somit eine Abweichung vom langjährigen Mittel (8,3 °C) in Höhe von +0,1 °C.

Neben den ungewöhnlich hohen Temperaturen waren erhebliche Niederschlagsdefizite im Herbst 2005 zu messen (Abb. 1, unten). Dazu trugen insbesondere die Monate September (-47,4 mm), November (-29,9 mm) und der Dezember (-43,8 mm) bei (Tab. 12). Diese Niederschlagsdefizite setzten sich im Januar (-50,7 mm), Februar (-19,1 mm) und März (-6,3

mm) fort. Ein gewisser Ausgleich war im April (+17,5 mm) und insbesondere Mai (+42,7 mm) festzustellen. Neben den überdurchschnittlichen Temperaturen waren hohe Niederschlagsdefizite in den Monaten Juni (-34,9 mm) und Juli (-26,1 mm) zu verzeichnen. Ab Mitte August setzte eine lange Regenperiode mit zum Teil ergiebigen Niederschlägen ein, die mit einer Niederschlagssumme von +147,3 mm im Monat August eine eingeschränkte Kompensation der jahresspezifischen Niederschlagsdefizite bewirkte. Der Jahresdurchschnitt von 757 mm (September 2005 bis August 2006) wich um -121 mm vom langjährigen Durchschnitt (878 mm) ab.

Tab. 12: Abweichung der durchschnittlichen monatlichen Niederschlagssummen (mm) und der Lufttemperaturen (°C in 2 m Höhe) der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 vom langjährigen Mittel (1971-2000)

Monat	2004/2005		2005/2006	
	Niederschlag (mm)	Temperatur (°C)	Niederschlag (mm)	Temperatur (°C)
August	+1,1	+1,3	-4,1	-0,8
September	+40,3	+1,0	-47,4	+1,5
Oktober	-3,8	+0,7	+2,3	+2,2
November	-42,7	+0,3	-29,9	+0,9
Dezember	-7,7	+0,9	-43,8	+0,2
Januar	-0,1	+2,5	-50,7	-1,9
Februar	-15,3	-0,6	-19,1	-1,2
März	+6,5	-1,5	-6,3	-5,6
April	-20,0	+1,3	+17,5	+0,3
Mai	+35,1	-0,1	+42,7	+0,2
Juni	-19,3	+0,1	-34,9	+1,2
Juli	+68,2	+1,1	-26,1	+3,9
August	-4,1	-0,8	+74,9	+0,1

3.1.2 Verlauf der Entwicklungsstadien der Versuchsbestände (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 2) erfolgte die Aussaat am 23.08.2004. Das Saatgut lief bis zum 28.08.2004 sehr gleichmäßig auf. Bis zum Vegetationsende erreichte der Bestand das Entwicklungsstadium BBCH 18-19. Die Bestandesdichte betrug am 29.11.2005 39 Pflanzen/m². Nach spätem Vegetationsbeginn Ende März, hervorgerufen durch die kalte Witterung dieses Monats, und ohne Auswinterungsverluste (40 Pflanzen/m² am 04.04.2005) durchlief der Bestand zügig die Schoßphase und ging Ende April bis Anfang Mai in die Blühphase über. Die Blüte zog sich aufgrund kühler Witterung über einen langen Zeitraum bis Ende Mai/Anfang Juni hin. Nach zügiger Schotenbildung verzögerte sich die Abreifephase bis Ende Juni/Anfang Juli. Die Ernte erfolgte aufgrund der feuchten Witterung erst am 16.08.2005.

Die Aussaat im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 2) erfolgte am 29.08.2005 mit anschließendem deutlich verzögertem, ungleichmäßigem Auflauf (06.09.2005). Im weiteren

Verlauf glichen sich die Unterschiede an, so daß sich bis zum Vegetationsende ein gleichmäßiger, kräftiger Bestand (BBCH 19-20) entwickelte. Die Bestandesdichte betrug am 14.12.2005 49 Pflanzen/m². Trotz des sehr langen und strengen Winters waren zu Vegetationsbeginn Anfang April keine Auswinterungsverluste (47 Pflanzen/m² am 05.04.2006) zu verzeichnen. Verstärktes Wachstum konnte nach anhaltend kalter Witterung erst Ende April bis Anfang Mai festgestellt werden. Der Entwicklungsrückstand von etwa 14 Tagen im Vergleich zum Versuchsjahr 2004/2005 wurde bis Ende Mai aufgeholt. Die Blühphase setzte erst Anfang Mai ein. Das Ende der Blüte war, abgesehen von einigen nachblühenden Seitentrieben, bereits Ende Mai erreicht. Die Schotenbildungsphase verlief annähernd parallel wie im Versuchsjahr 2005/2006. Die Abreifephase hingegen setzte aufgrund der sehr warmen Witterung und der defizitären Niederschlagsverteilung der Monate Juni und Juli um etwa eine bis zwei Wochen früher ein. Die Vollreife war aufgrund der trockenen, warmen Witterung bereits am 27.07.2006 erreicht, jedoch konnte die Ernte wegen einsetzender Niederschläge Ende Juli erst Anfang August (04.08.2006) erfolgen.

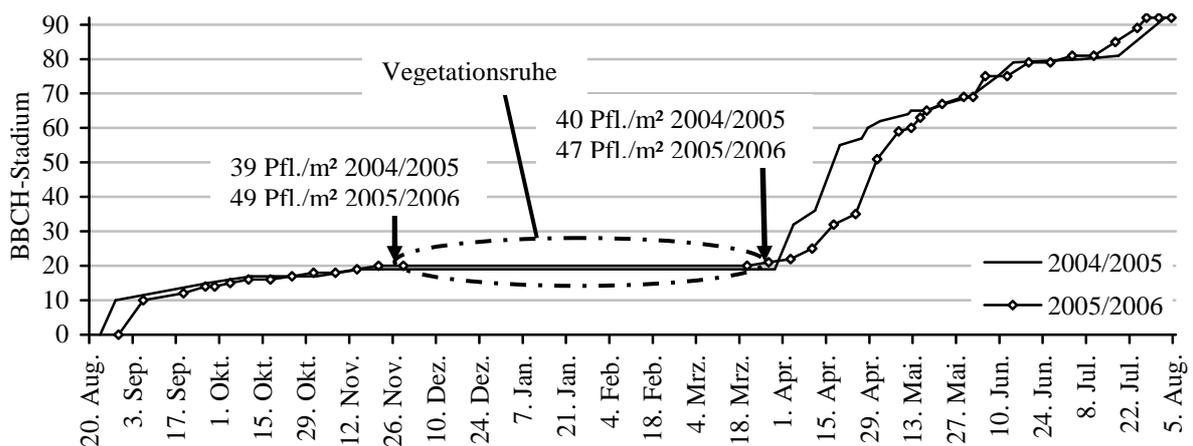


Abb. 2: Verlauf der BBCH-Stadien in der unbehandelten Kontrolle der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006

3.1.3 Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* und Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt}) in Abhängigkeit von der Witterung (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Im Herbst der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 (Abb. 3) erfolgte die Dokumentation des Ascosporenfluges von *Leptosphaeria maculans* im Zusammenhang mit den Witterungsparametern Lufttemperatur (°C in 20 cm Höhe) und Blattbenetzung (% benetzte Blattfläche) als Basis zur zeitlichen Bestimmung der Primärfektion.

Im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 3, oben) konnte über den gesamten Untersuchungszeitraum der Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* nachgewiesen werden. Verstärkter Ascosporenflug war jedoch erst mit einsetzenden stärkeren Niederschlägen und daraus resultierenden hohen Blattbenetzungsgraden ab Mitte September zu verzeichnen. Ein enger Zusammenhang zwischen dem Ascosporenausstoß und dem Einsetzen von Niederschlägen war über den gesamten Untersuchungszeitraum gegeben.

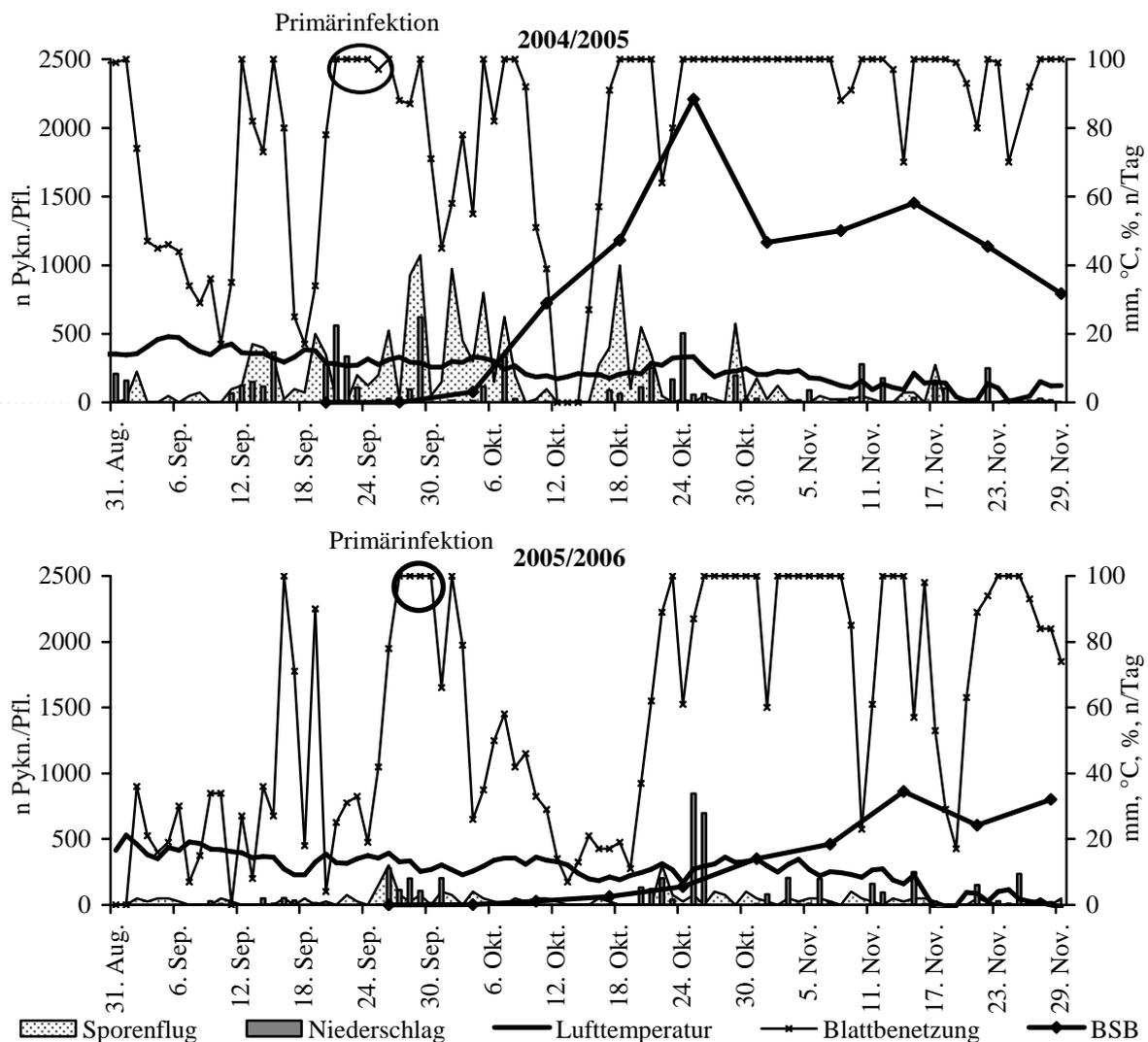


Abb. 3: Ascosporenflug (n/Tag), BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze), Niederschlag (mm), Tagesmitteltemperatur (°C in 20 cm Höhe) und Blattbenetzungsgrad (% benetzte Blattfläche) im Herbst der Versuchsjahre 2004/2005 (oben) und 2005/2006 (unten)

Erster Blattbefall mit *Phoma lingam* wurde am 27.09.2004 festgestellt. Die Primärinfektion fand, ausgehend von vier bis sieben Tagen Inkubationszeit, offensichtlich zwischen dem 20.09.2004 und dem 23.09.2004 statt. Während dieser Zeit konnten zeitnah zum Ansteigen des Blattbefalls infektionsgünstige Blattbenetzungsgrade von über 80 % gemessen werden. Ferner lagen im Zeitraum 05.10.2004 bis 09.10.2004, 17.10.2004 bis 21.10.2004 sowie ab dem 24.10.2004 günstige Blattnässekonstellationen für weitere potentielle Infektions-

ereignisse vor. Folglich konnte ab dem 04.10.2004 bis zum 25.10.2004 eine Progression des Blattbefalls (BSB_{Blatt}) auf bis zu 2210 Pyknidien/Pflanze (25.10.2004) beobachtet werden. In der Folge nahm der Befall, resultierend aus der Seneszenz und dem Abwurf alter, infizierter Blätter, bis Ende des Boniturzeitraumes (29.11.2004) ab und wies einen Blattbefall von 793 Pyknidien/Pflanze (BSB_{Blatt}) auf.

Im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 3, unten) lag im Vergleich zu 2004/2005 ein schwächerer Ascosporenflug vor, zurückzuführen auf eine ungleichmäßige und defizitäre Niederschlagsverteilung von September bis Mitte Oktober.

Erster Blattbefall mit *Phoma lingam* wurde am 04.10.2005 festgestellt. Die Primärinfektion lag folglich, unter Annahme einer Latenzzeit von vier bis sieben Tagen, im Zeitraum 26.09.2005 bis 29.09.2005. Ausschließlich in diesem Zeitraum waren vor Anstieg des Blattbefalls erhebliche, infektionsbegünstigende Blattbenutzungsgrade zu verzeichnen. Vergleichend zum Vegetationsjahr 2004/2005 führten in 2005/2006 die Niederschlagsdefizite von Ende September bis Mitte Oktober 2005 zu ungünstigen Infektionsbedingungen und in der Folge zu einer geringeren Befallsausprägung ($BSB_{\text{Blatt}} = 802$ Pyknidien/Pflanze).

3.1.4 Blattbefall (BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt}) mit *Phoma lingam* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Nachfolgend wird das populationsdynamische Befallsgeschehen von *Phoma lingam* bezogen auf den gesamten Blattapparat anhand der Befallsstärke im Bestand ($BSB_{\text{Blatt}} = n$ Pyknidien/Pflanze) und der Befallshäufigkeit im Bestand ($BHB_{\text{Blatt}} = \% \text{ befallene Pflanzen im Bestand}$) in der unbehandelten Kontrolle vergleichend in den behandelten HFB- (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB- (Herbst/Blüte) und FB-Varianten (Frühjahr/Blüte) für die Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 beschrieben.

3.1.4.1 Populationsdynamischer Befallsverlauf (BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt}) von *Phoma lingam* in der unbehandelten Kontrolle (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

In der unbehandelten Kontrolle entwickelte sich im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005 (Abb. 4, oben), bedingt durch einen hohen Infektionsdruck, ein starker Blattbefall mit *Phoma lingam*. Die BSB_{Blatt} (22.10.2004) stieg auf 2210 Pyknidien/Pflanze an. Dieser hohe Befallswert wurde bereits fünf Wochen nach der Primärinfektion (20.09.2004 bis 23.09.2004) erreicht. Bis zum Ende der Bonituren (29.11.2005) nahm die BSB_{Blatt} auf 793

Pyknidien/Pflanze ab. Dies ist zurückzuführen auf die Seneszenz und den Abwurf alter, infizierter Blätter.

Auch der Verlauf der BHB_{Blatt} deutet im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005 auf eine progressive epidemiologische Ausbreitung des Erregers im Bestand hin. So konnte bereits vier Wochen nach Boniturbeginn (11.10.2004) eine vollständige ($BHB_{\text{Blatt}} = 100\%$) Infektion des Bestandes festgestellt werden.

Im Frühjahr des Versuchsjahres 2004/2005 war ausgangs des Winters (21.03.2005) nach weiterem pathogen- und seneszenzinduziertem Blattverlust ein Ausgangsbefall (BSB_{Blatt}) in Höhe von 151 Pyknidien/Pflanze festzustellen. Dieses Ausgangsinokulum führte nach vier Wochen zu einem Befallsgrad (BSB_{Blatt}) von über 2210 Pyknidien/Pflanze (19.04.2005), der wiederum bis Ende der Frühjahrsbonituren (02.05.2005) auf einen Wert von 1079 Pyknidien/Pflanze zurück ging.

Die BHB_{Blatt} der unbehandelten Kontrolle erreichte nach dem Winter (21.03.2005) einen Wert von 86 % und stieg bis zum Boniturende (02.05.2005) auf 93 % an.

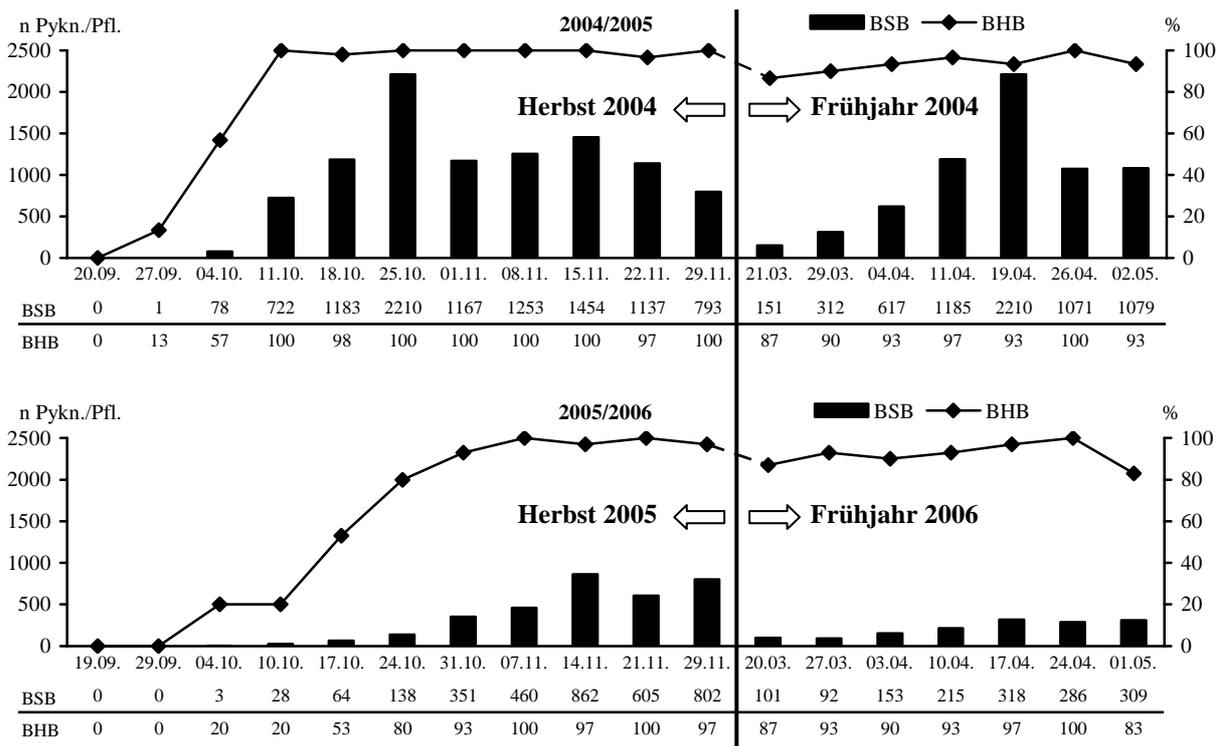


Abb. 4: Befallsverlauf von *Phoma lingam* am Blattapparat in der unbehandelten Kontrolle dargestellt anhand der BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) und BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der Versuchsjahre 2004/2005 (oben) und 2005/2006 (unten)

Im Herbst des Versuchsjahres 2005/2006 (Abb. 4, unten) konnte eine nur verzögert einsetzende epidemiologische Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* aufgrund des geringeren Infektionsdruckes festgestellt werden. Dies war sowohl anhand des verzögerten

Verlaufes der BSB_{Blatt} (Maximum 862 Pyknidien/Pflanze) als auch der BHB_{Blatt} zu beobachten, die sich im Vergleich zum Vorjahr nur sehr zögerlich auf 100 % (BHB_{Blatt}) (07.11.2005) entwickelte. Allgemein etablierte sich im Herbst 2005 vergleichend zum Herbst 2004 ein deutlich geringerer Blattbefall (BSB_{Blatt}). Erstbefall wurde am 04.10.2005 bonitiert. Im weiteren Verlauf fand eine sehr zögerliche Zunahme des Blattbefalls (BSB_{Blatt}) auf 862 Pyknidien/Pflanze (14.11.2005) statt. Bis zum Ende des Boniturzeitraumes (29.11.2005) stagnierte das Befallsniveau.

Im Frühjahr 2006 konnte ein nur geringer Blattbefall mit *Phoma lingam* nachgewiesen werden (BSB_{Blatt} 101 Pyknidien/Pflanze am 20.03.2006), womit ein ähnlich geringes Ausgangsinokulum wie im Vorjahr vorlag. Im weiteren Verlauf des Frühjahres 2006 wurden hingegen bedeutend geringere Werte für die BSB_{Blatt} (Maximum 318 Pyknidien/Pflanze) als im Frühjahr 2005 (Maximum 2210 Pyknidien/Pflanze) erreicht.

3.1.4.2 Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf den Blattbefall (BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt}) mit *Phoma lingam* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Nachfolgend werden die Auswirkungen zeitlich differenzierter Fungizidmaßnahmen (HFB = Herbst/Frühjahr/Blüte, HB = Herbst/Blüte, FB = Frühjahr/Blüte, B = Blüte) auf den populationsdynamischen Befallsverlaufes am Blattapparat von *Phoma lingam* vergleichend zur unbehandelten Kontrolle getrennt nach Herbst und Frühjahr beschrieben. Der Blattbefall der ausschließlich zur Blüte behandelten B-Varianten entspricht bis zur Blütenapplikation dem der unbehandelten Kontrolle und ist folglich nicht dargestellt.

In allen im Herbst (06.10.2004) mit Fungiziden behandelten HFB- und HB-Varianten (Abb. 5, Tab. 13) konnten im Versuchsjahr 2004/2005 deutliche Befallsreduktionen im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle anhand der Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt}) festgestellt werden. Die Reihenfolge der Wirkungspotenzen der einzelnen Fungizide war zu jedem der drei Boniturtermine im Herbst gleich, wobei sich Unterschiede zwischen den Varianten als hoch signifikant ($p \leq 0,001$) erwiesen. Die Boniturergebnisse der HFB-Varianten entsprechen aufgrund gleicher Applikationsterminierung denen der HB-Varianten.

Die mit Proline beziehungsweise Prosaro im Herbst behandelten Varianten (HFB, HB) wiesen zu allen Boniturterminen die geringste BSB_{Blatt} auf und unterschieden sich an allen drei Boniturterminen hoch signifikant ($p \leq 0,001$) zur unbehandelten Kontrolle ($\emptyset = 1268$ Pyknidien/Pflanze) und den mit Moddus ($\emptyset = 1487$ Pyknidien/Pflanze) behandelten Varianten. Die Applikation von Moddus zeigte keinen Effekt. Im Rahmen der

Herbstapplikation wiesen Prosaro (\bar{X} = 39 Pyknidien/Pflanze) und Proline (\bar{X} = 41 Pyknidien/Pflanze) die höchsten, signifikanten Befallsreduktionen auf. Die Effekte waren zum letzten Boniturtermin (15.11.2004) hoch signifikant gegenüber den übrigen Fungizidvarianten abzusichern. Die mit Folicur (\bar{X} = 225 Pyknidien/Pflanze), Caramba (\bar{X} = 124 Pyknidien/Pflanze), Score (\bar{X} = 116 Pyknidien/Pflanze) und Harvesan (\bar{X} = 150 Pyknidien/Pflanze) behandelten Varianten lagen zu allen Boniturterminen auf einem einheitlichen, höheren Befallsniveau und unterschieden sich zu keinem Boniturtermin voneinander signifikant. Im Vergleich der Fungizide wies das Präparat Cantus die geringsten Effekte auf das Befallsgeschehen (BSB_{Blatt}) auf.

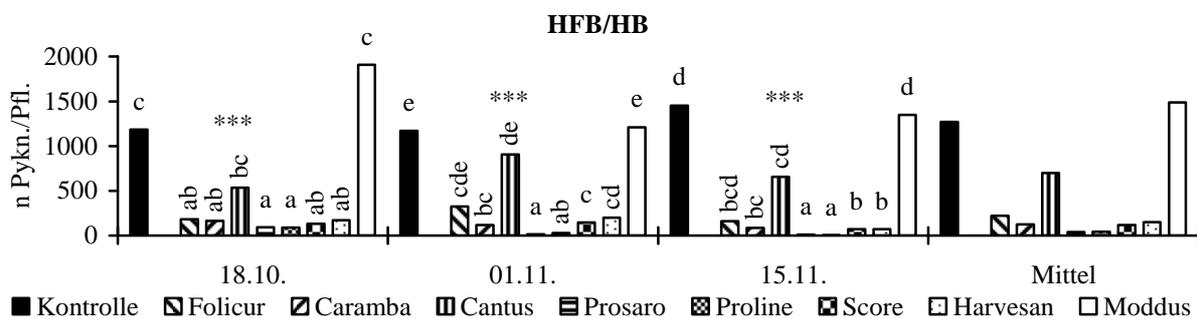


Abb. 5: BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) der HFB- und HB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Applikation (06.10.2004) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckey-Test, n=3

Die Befallshäufigkeit am Blatt (BHB_{Blatt}), welche den prozentualen Anteil befallener Organe beschreibt, wurde durch die Fungizidmaßnahmen in geringerem Maße als die Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt}) beeinflusst (Abb. 6, Tab. 13). Signifikante Einflüsse auf die BHB_{Blatt} waren lediglich durch die Fungizide Prosaro und Proline an den letzten beiden Boniturterminen hoch signifikant festzustellen.

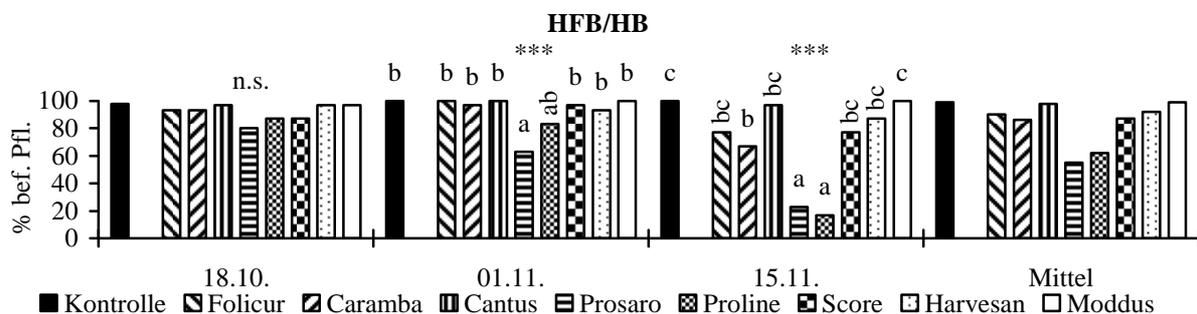


Abb. 6: BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der HFB- und HB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbstapplikation (06.10.2004) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckey-Test, n=3

Anhand der Frühjahrsbonituren (Abb. 7, Tab. 13) wird ersichtlich, daß die Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt}) über die Termine 19.04.2005 und 02.05.2005 in der unbehandelten

Kontrolle aufgrund abiotischer (Seneszenz) und biotischer (Pathogen) Ursachen abnimmt. Die Betrachtung der HFB-, HB- und FB-Varianten verdeutlicht, daß die im Herbst beschriebenen Unterschiede verglichen zur unbehandelten Kontrolle bestehen bleiben. Hingegen ist die Differenzierung zwischen den Fungizidvarianten hinsichtlich des Wirkungsgrades nicht signifikant gegeben. Bezogen auf die Befallsstärke im Blattbereich (BSB_{Blatt}) unterschieden sich die Befallsreduktionen der HFB- zur HB-Varianten dadurch, daß der Einfluß der Frühjahrsapplikation (Applikationstermin 08.04.2005) eine geringfügige Reduktion der Anzahl an Pyknidien bewirkte (Boniturtermin 02.05.2005). Verglichen zur reinen Frühjahrsapplikation (FB-Varianten) reduzierte die Herbstbehandlung (HFB-, HB-Varianten) den Befallsgrad im Blattbereich in gleicher Weise.

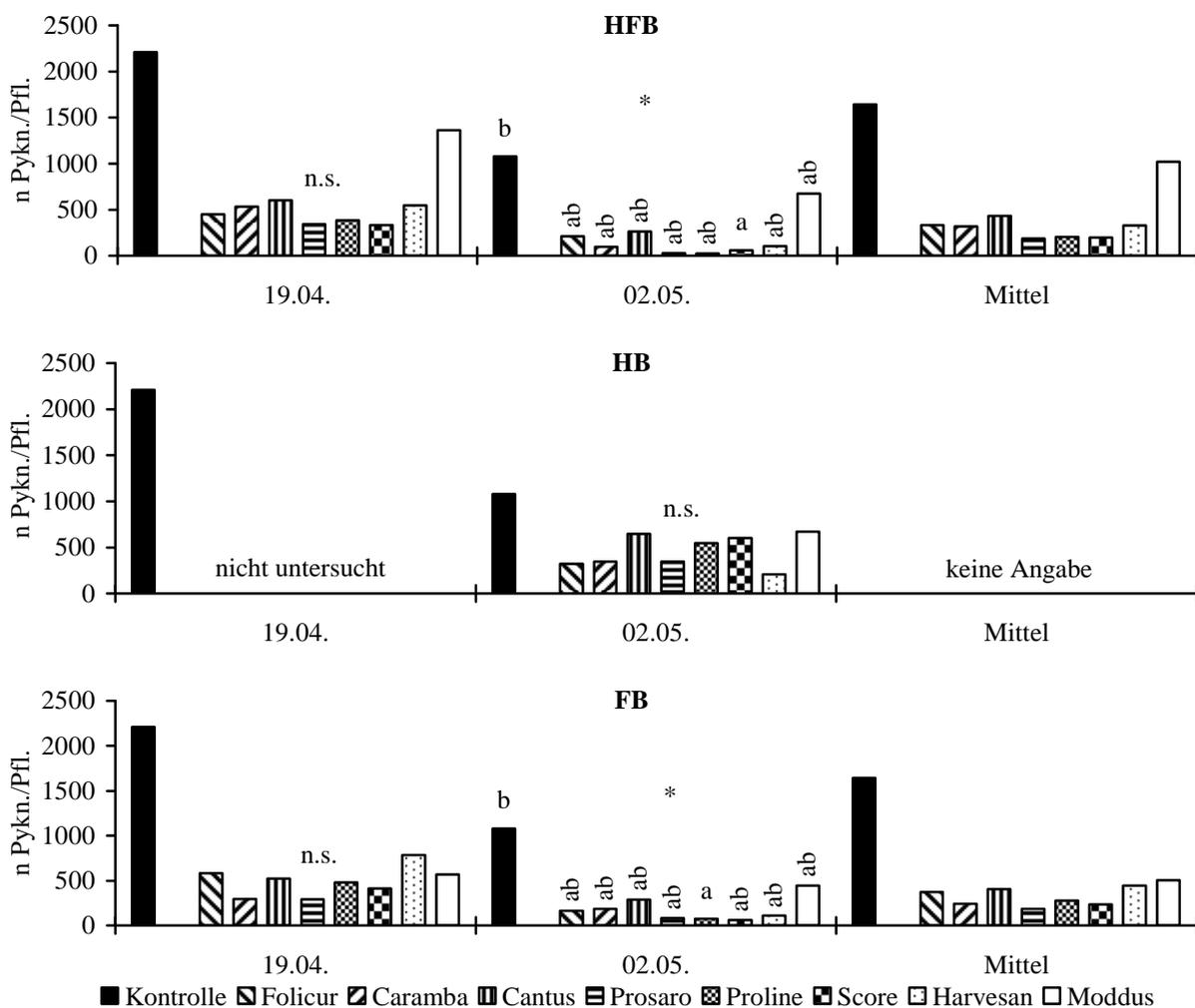


Abb. 7: BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbstapplikation (06.10.2004) beziehungsweise/und Frühjahrsapplikation (08.04.2005) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Frühjahr des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckey-Test, $n=3$

Die Befallshäufigkeit im Bestand (BHB_{Blatt}) (Abb. 8, Tab. 13) wird durch die unterschiedlichen Fungizidmaßnahmen nur unwesentlich beeinflusst. Eine Ausnahme stellen

die HFB-Varianten zum Boniturtermin am 02.05.2005 mit einer signifikanten Reduktion der BHB_{Blatt} verglichen zur unbehandelten Kontrolle durch das Präparat Prosaro dar.

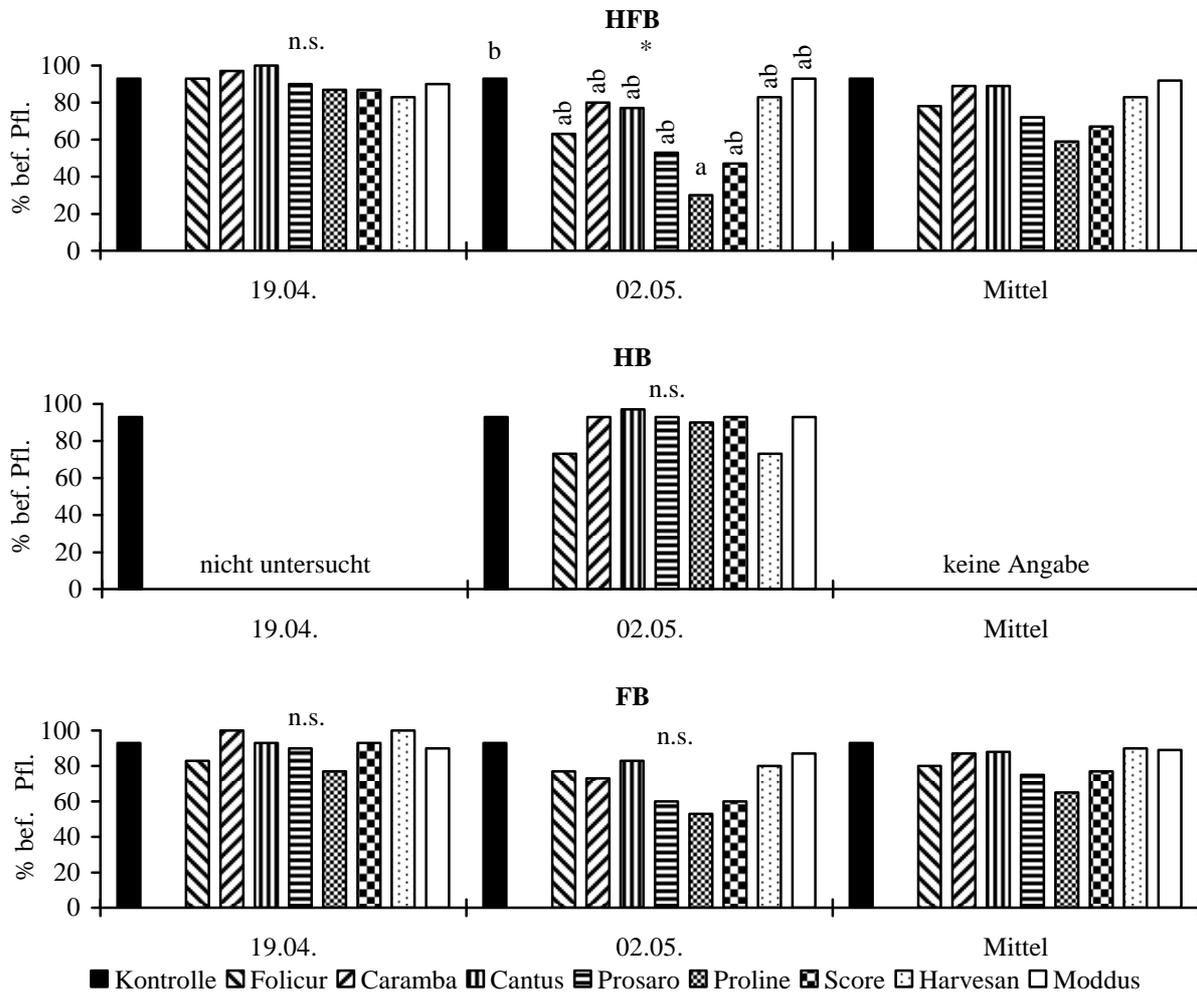


Abb. 8: BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbstapplikation (06.10.2004) beziehungsweise/und Frühjahrsapplikation (08.04.2005) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Frühjahr des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckey-Test, n=3

Tab. 13: BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) und BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen im Herbst und Frühjahr des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckey-Test, n=3

Variante	BSB _{Blatt}						BHB _{Blatt}					
	Herbst 2004			Frühjahr 2005			Herbst 2004			Frühjahr 2005		
	18.10.	01.11.	15.11.	29.03.	19.04.	02.05.	18.10.	01.11.	15.11.	29.03.	19.04.	02.05.
HFB												
Kontrolle	1183c	1167e	1454d	312	2210	1079b	98	100b	100c	90	93	93b
Folicur	186ab	326cde	163bcd	179	453	209ab	93	100b	77bc	77	93	63ab
Caramba	168ab	119bc	85bc	208	536	96ab	93	97b	67b	80	97	80ab
Cantus	535bc	906de	658cd	260	605	263ab	97	100b	97bc	87	100	77ab
Prosaro	93a	14a	9a	306	343	28ab	80	63a	23a	80	90	53ab
Proline	89a	30ab	4a	410	386	23ab	87	83ab	17a	93	87	30a
Score	132ab	145c	70b	373	330	60a	87	97b	77bc	83	87	47ab
Harvesan	174ab	204cd	72b	420	547	104ab	97	93b	87bc	90	83	83ab
Moddus	1906c	1208e	1348d	434	1362	675ab	97	100b	100c	93	90	93ab
Sig.	***	***	***	n.s.	n.s.	*	n.s.	***	***	n.s.	n.s.	*
HB												
Kontrolle	1183c	1167e	1454d	312	2210	1079	98	100b	100c	90	93	93
Folicur	186ab	326cde	163bcd	179	nicht untersucht	319	93	100b	77bc	77	nicht untersucht	73
Caramba	168ab	119bc	85bc	208		346	93	97b	67b	80		93
Cantus	535bc	906de	658cd	260		648	97	100b	97bc	87		97
Prosaro	93a	14a	9a	306		346	80	63a	23a	80		93
Proline	89a	30ab	4a	410		549	87	83ab	17a	93		90
Score	132ab	145c	70b	373		605	87	97b	77bc	83		93
Harvesan	174ab	204cd	72b	420		207	97	93b	87bc	90		73
Moddus	1906c	1208e	1348d	434		674	97	100b	100c	93		93
Sig.	***	***	***	n.s.		n.s.	n.s.	***	***	n.s.		n.s.
FB												
Kontrolle	1183	1167	1454	312	2210	1079b	96	100	100	90	93	93
Folicur	1183	1167	1454	312	583	165ab	96	100	100	90	83	77
Caramba	1183	1167	1454	312	296	189ab	96	100	100	90	100	73
Cantus	1183	1167	1454	312	523	289ab	96	100	100	90	93	83
Prosaro	1183	1167	1454	312	293	83ab	96	100	100	90	90	60
Proline	1183	1167	1454	312	482	74a	96	100	100	90	77	53
Score	1183	1167	1454	312	414	61ab	96	100	100	90	93	60
Harvesan	1183	1167	1454	312	784	108ab	96	100	100	90	100	80
Moddus	1183	1167	1454	312	568	444ab	96	100	100	90	90	87
Sig.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Im Herbst des Versuchsjahres 2005/2006 (Abb. 9, Tab. 14) entwickelte sich der Erreger verglichen zum Vorjahr in deutlich geringerem Befallsausmaß. Erst Mitte November (14.11.2005) stieg die Epidemie von *Phoma lingam* merklich an. Die eingesetzten Fungizide der Herbstbehandlung (HFB, HB) am 04.10.2005 reduzierten den Befallsgrad (BSB_{Blatt}) signifikant verglichen zur unbehandelten Kontrolle. Zwischen den Fungiziden waren die Befallsgrade nicht statistisch abzusichern.

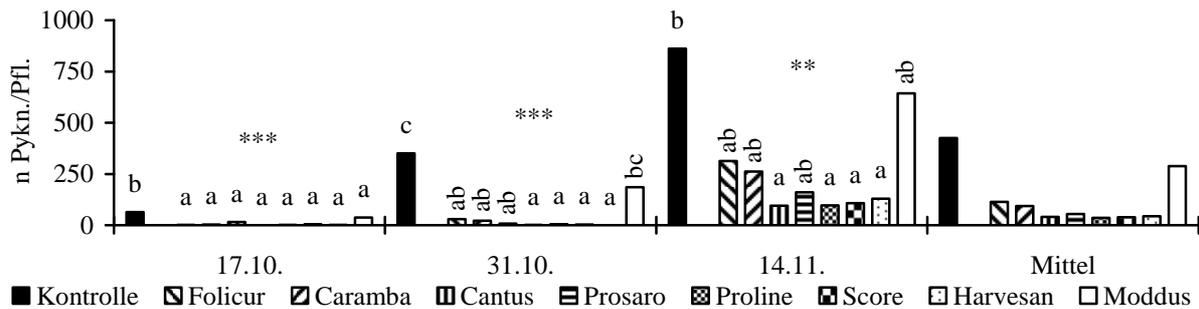


Abb. 9: BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) der HFB- und HB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbstapplikation (04.10.2005) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Herbst des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Die Häufigkeit des Blattbefalls (BHB_{Blatt}) (Abb. 10, Tab. 14) stieg vom 17.10.2005 bis zum 14.11.2005 in der unbehandelten Kontrolle auf 100 % an. Der Einfluß der Herbstapplikation (04.10.2005) auf die BHB_{Blatt} war an den Boniturterminen 17.10.2005 und 31.10.2005 signifikant zur unbehandelten Kontrolle gegeben. Hingegen war am 14.11.2005 kein signifikanter Einfluß sowohl zwischen den Fungizidvarianten und zur unbehandelten Kontrolle festzustellen.

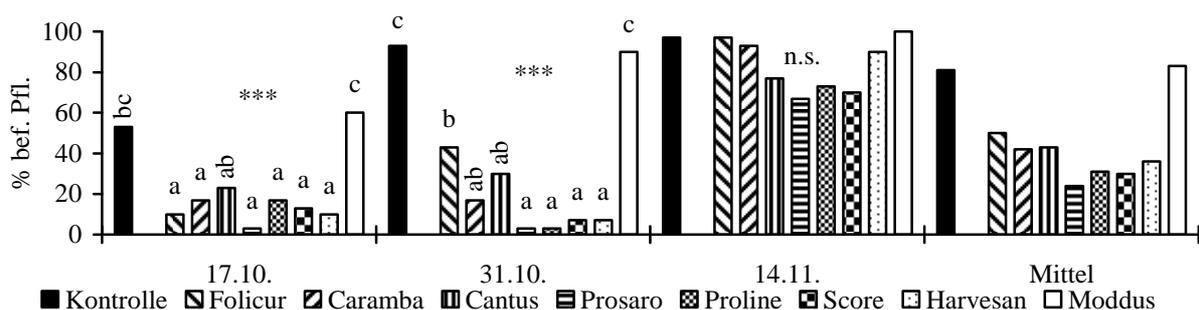


Abb. 10: BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der HFB- und HB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbstapplikation (04.10.2005) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Herbst des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Ausgangs des Winters am 24.04.2006 (Abb. 11, Tab. 14) lag aufgrund des Absterbens unterer Blattetagen ein geringeres Befallsniveau (286 Pyknidien/Pflanze) in der unbehandelten Kontrolle verglichen zum Herbstbefall (862 Pyknidien/Pflanze am 14.11.2005) vor. Bezogen auf die Herbstapplikation (HFB, HB; 04.10.2005) waren im Frühjahr 2006 an

den Boniturterminen 24.04.2006 und 08.05.2006 keine signifikanten Befallsminderungen zur unbehandelten Kontrolle nachzuweisen. Die erstmalige Frühjahrsapplikation (FB; 18.04.2006) zeigte signifikante Auswirkungen hinsichtlich einer Befallsminderung im Blattapparat verglichen zur unbehandelten Kontrolle (08.05.2006). Zwischen den Fungizidvarianten waren keine Unterschiede gegeben. In ähnlicher Weise reduzierte die kombinierte Herbst-/Frühjahrsapplikation (HFB) den Befallsgrad (BSB_{Blatt}) in hohem Maße, wobei sich der Wirkungsgrad zwischen den Fungizidvarianten nicht unterschied.

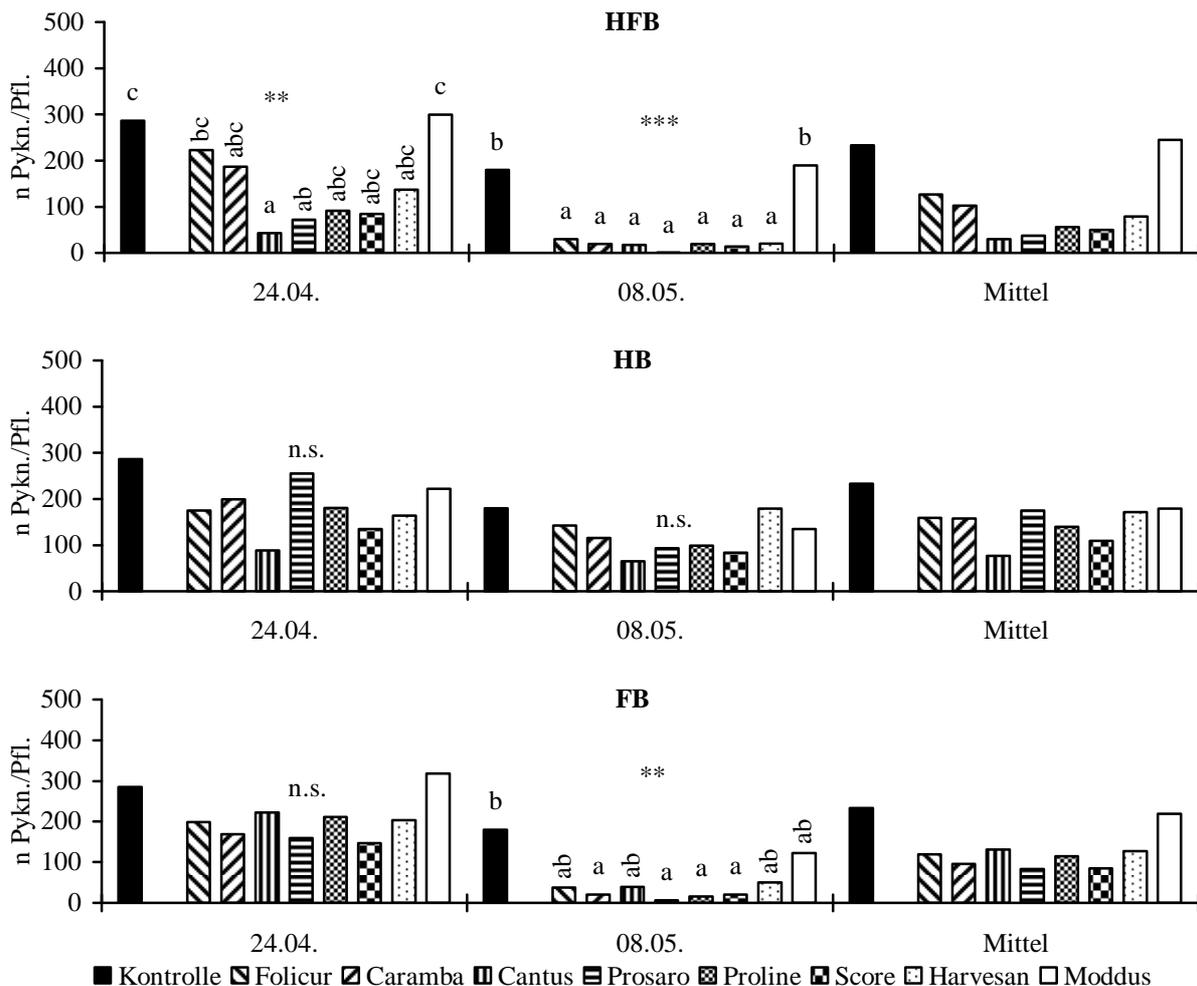


Abb. 11: BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbstapplikation (04.10.2005) beziehungsweise/und Frühjahrsapplikation (18.04.2006) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Frühjahr des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, $n=3$

Der Einfluß der Fungizide auf die Befallshäufigkeit (BHB_{Blatt}) ist in Abbildung 12 und Tabelle 14 dargestellt. Lediglich die Frühjahrsapplikationen (18.04.2006) der Varianten HFB und FB wiesen zum Boniturtermin 08.05.2006 signifikanten Einfluß eingesetzter Fungizide auf. So wird die Häufigkeit des Befalls durch den Einsatz des Fungizids Prosauro ($BHB_{\text{Blatt}} = 7\%$) in der HFB-Variante in höchstem Maße und in der FB-Variante durch Prosauro ($BHB_{\text{Blatt}} =$

3 Ergebnisse

17 %) und Proline (BHB_{Blatt} = 27 %) verglichen zur unbehandelten Kontrolle (BHB_{Blatt} = 77 %) in höchstem Maße reduziert.

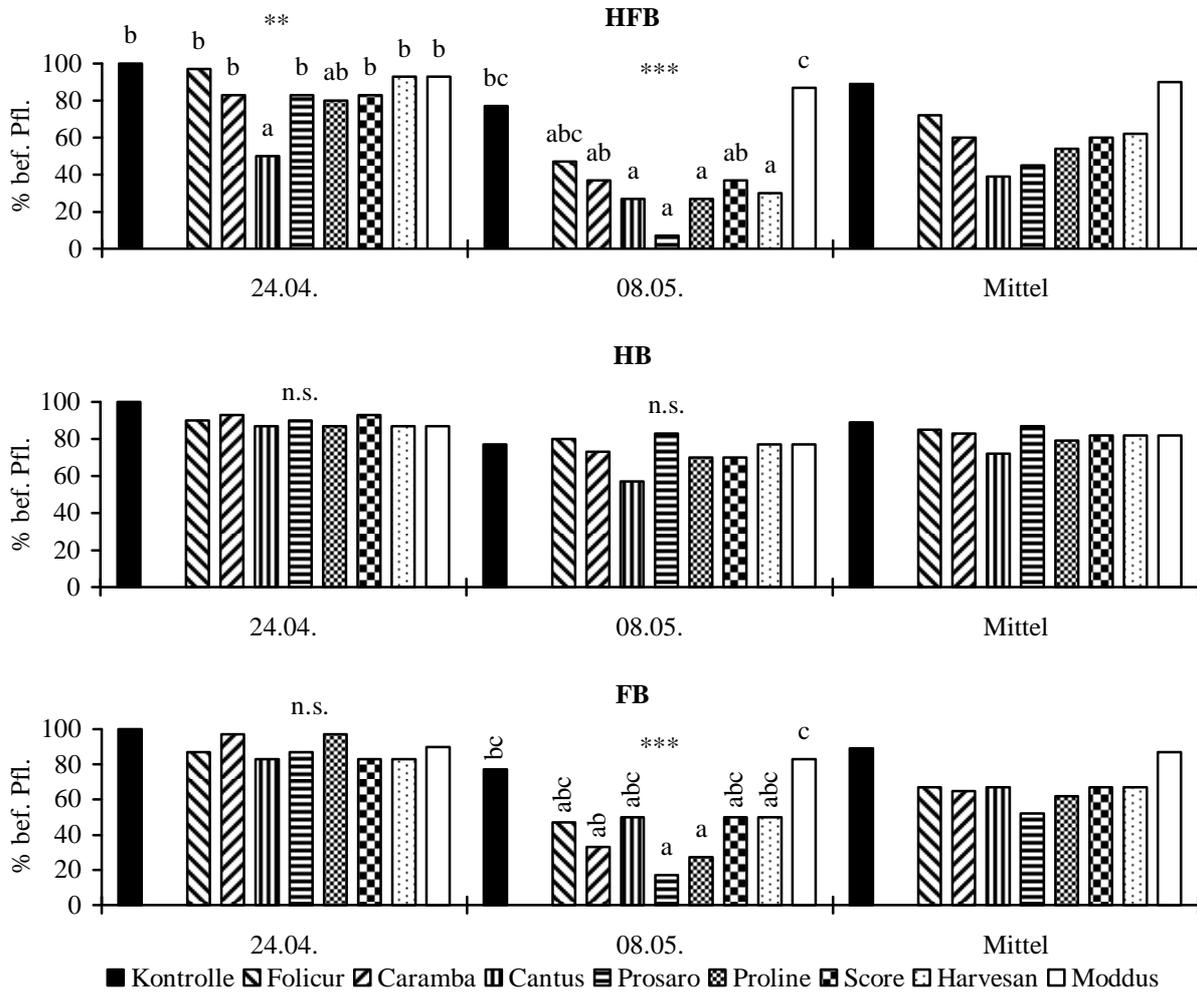


Abb. 12: BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbstapplikation (04.10.2005) beziehungsweise/und Frühjahrsapplikation (18.04.2006) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Frühjahr des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Tab. 14: BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) und BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen im Herbst und Frühjahr des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Variante	BSB _{Blatt}						BHB _{Blatt}					
	Herbst 2004			Frühjahr 2005			Herbst 2004			Frühjahr 2005		
	17.10.	31.10.	14.11.	10.04.	24.04.	08.05.	17.10.	31.10.	14.11.	10.04.	24.04.	08.05.
HFB												
Kontrolle	64b	351c	862b	215c	286c	180b	53bc	93c	97	93	100b	77bc
Folicur	2a	30ab	313ab	133abc	223bc	30a	10a	43b	97	83	97b	47abc
Caramba	3a	21ab	262ab	121abc	187abc	19a	17a	17ab	93	83	83b	37ab
Cantus	16a	8ab	97a	61ab	43a	17a	23ab	30ab	77	77	50a	27a
Prosaro	0,1a	1a	162ab	73abc	72ab	1a	3a	3a	67	87	83b	7a
Proline	0,9a	5a	98a	89abc	92abc	19a	17a	3a	73	83	80ab	27a
Score	4a	3a	109a	156bc	85abc	14a	13a	7a	70	73	83b	37ab
Harvesan	2a	0,4a	131a	56a	137abc	20a	10a	7a	90	73	93b	30a
Moddus	37a	186bc	645ab	188c	299c	190b	60c	90c	100	100	93b	87c
Sig.	***	***	**	**	**	***	***	***	n.s.	n.s.	**	***
HB												
Kontrolle	64b	351c	862b	215c	286	180	53bc	93c	97	93	100	77
Folicur	2a	30ab	313ab	133abc	175	143	10a	43b	97	83	90	80
Caramba	3a	21ab	262ab	121abc	199	116	17a	17ab	93	83	93	73
Cantus	16a	8ab	97a	61ab	89	65	23ab	30ab	77	77	87	57
Prosaro	0,1a	1a	162ab	73abc	255	94	3a	3a	67	87	90	83
Proline	0,9a	5a	98a	89abc	181	99	17a	3a	73	83	87	70
Score	4a	3a	109a	156bc	135	84	13a	7a	70	73	93	70
Harvesan	2a	0,4a	131a	56a	164	179	10a	7a	90	73	87	77
Moddus	37a	186bc	645ab	188c	222	135	60c	90c	100	100	87	77
Sig.	***	***	**	**	n.s.	n.s.	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FB												
Kontrolle	64	351	862	215	286	180b	53	93	97	93	100	77bc
Folicur	64	351	862	215	199	38ab	53	93	97	93	87	47abc
Caramba	64	351	862	215	170	21a	53	93	97	93	97	33ab
Cantus	64	351	862	215	223	39ab	53	93	97	93	83	50abc
Prosaro	64	351	862	215	160	6a	53	93	97	93	87	17a
Proline	64	351	862	215	212	16a	53	93	97	93	97	27a
Score	64	351	862	215	147	20a	53	93	97	93	83	50abc
Harvesan	64	351	862	215	204	50ab	53	93	97	93	83	50abc
Moddus	64	351	862	215	318	122ab	53	93	97	93	90	83c
Sig.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***

3.1.4.3 Wirkungsgrade applizierter Fungizide (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Berechnung der Wirkungsgrade erfolgte in den Versuchsjahren 2004/2005 und 2005/2006 anhand der Werte für die Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt}) am ersten Blattboniturtermin nach der Applikation im Herbst und im Frühjahr und gibt die relative Reduktion des Befalls in den behandelten Varianten vergleichend zur unbehandelten Kontrolle wider. Für den Herbst erfolgte die Berechnung anhand der Daten der HFB- (Herbst/Frühjahr/Blüte), für das Frühjahr anhand der FB-Varianten (Frühjahr/Blüte).

Im Versuchsjahr 2004/2005 (Tab. 15) zeigten die Fungizide nach Herbstapplikation (06.10.2004) zum Boniturtermin 18.10.2004 Wirkungsgrade von über 80 % (Cantus unter 60 %). Die mit Proline und Prosaro behandelten Varianten wiesen sogar Wirkungsgrade von über 92 % auf. Im Herbst des Versuchsjahres 2005/2006 konnte die grundsätzliche Abstufung der Wirkungsgrade des Vorjahres bestätigt werden. Allgemein lagen die Wirkungsgrade jedoch auf einem höheren Niveau. Das Fungizid Cantus wies vergleichend die geringsten Effekte auf. Im Mittel der Versuchsjahre lagen im Herbst für die Fungizide Prosaro (96 %) und Proline (95 %) die höchsten Wirkungsgrade vor, wobei die Unterschiede zu den Fungiziden Folicur, Caramba, Score und Harvesan (90 % bis 92 %) nur sehr gering waren. Der maximale Reduktionseffekt von Cantus lag im Mittel bei 65 % und damit deutlich unter dem Potential der Vergleichsprodukte. Die Applikation von Moddus blieb ohne Effekte auf das Befallsgeschehen.

Tab. 15: Wirkungsgrade (%) der eingesetzten Fungizide zum ersten Boniturtermin (18.10.2004/17.10.2005) nach Herbstapplikation (06.10.2004/04.10.2005) sowie nach ausschließlicher Frühjahrsapplikation (08.04.2005/18.04.2006) am 19.04.2005/24.04.2006 im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006

	Herbst			Frühjahr		
	2004/2005	2005/2006	Mittel	2004/2005	2005/2006	Mittel
Folicur	84	98	91	74	30	52
Caramba	86	95	90	87	41	64
Cantus	55	75	65	76	22	49
Prosaro	92	100	96	87	44	66
Proline	92	99	95	78	26	52
Score	89	95	92	81	48	65
Harvesan	85	97	91	65	29	47
Moddus	-61	43	-9	74	-11	32

Die Wirkungsgrade bemessen anhand der Frühjahrsapplikation des Jahres 2004/2005 wiesen für Caramba, Prosaro und Score Wirkungsgrade in Höhe von über 80 % auf. Mit den Fungiziden Folicur, Cantus und Proline wurden Wirkungsgrade zwischen 74 % und 78 % erreicht. Deutlich schlechtere Effekte wurden im Frühjahr 2005 durch das Fungizid Harvesan mit 65 % erzielt. Die Ergebnisse bestätigten sich im Frühjahr 2006, auch wenn die

Wirkungsgrade aufgrund des allgemein geringeren Befalls auf deutlich niedrigerem Niveau im Vergleich zum Frühjahr des Vorjahres verliefen. Im Mittel der beiden Versuchsjahre zeigte sich für die Wirkungsgrade im Frühjahr die gleiche Abstufung zwischen den Fungizidvarianten.

3.1.4.4 Zusammenhang zwischen Befallsstärke (BSB_{Blatt}) und Befallshäufigkeit (BHB_{Blatt}) (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Sowohl für den Blattbefall im Herbst, bemessen anhand der unbehandelten Kontrolle und der HFB-Varianten (Herbst/Frühjahr/Blüte), als auch für den Blattbefall im Frühjahr, bemessen anhand der unbehandelten Kontrolle und der HFB- (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB- (Herbst/Blüte) und FB-Varianten (Frühjahr/Blüte), konnte gemittelt über die Boniturtermine der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 ein Zusammenhang zwischen der BSB_{Blatt} und der BHB_{Blatt} festgestellt werden. Dieser Zusammenhang erwies sich für den Herbstblattbefall (Abb. 13) mit $p \leq 0,001$ und $r^2 = 0,92$ und den Frühjahrsblattbefall (Abb. 14) mit $p \leq 0,001$ und $r^2 = 0,69$ als hoch signifikant.

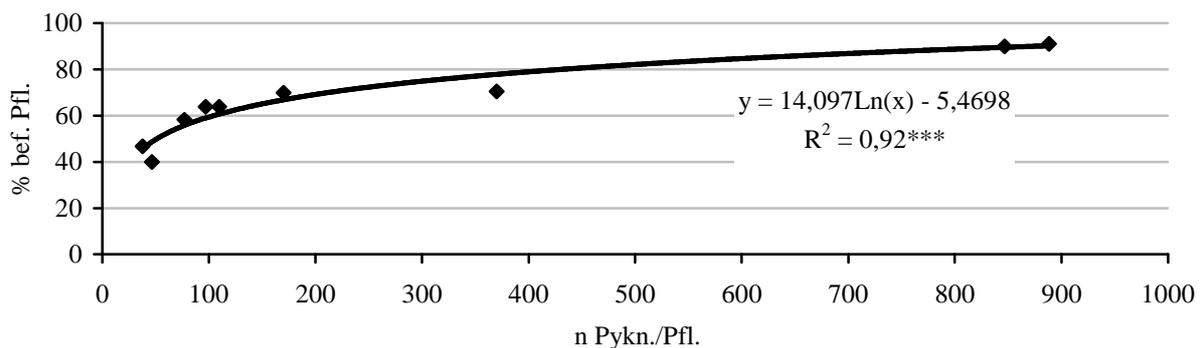


Abb.13: Zusammenhang zwischen der mittleren BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) und BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der unbehandelten Kontrolle sowie der HFB-Varianten im Herbst der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006; n=9

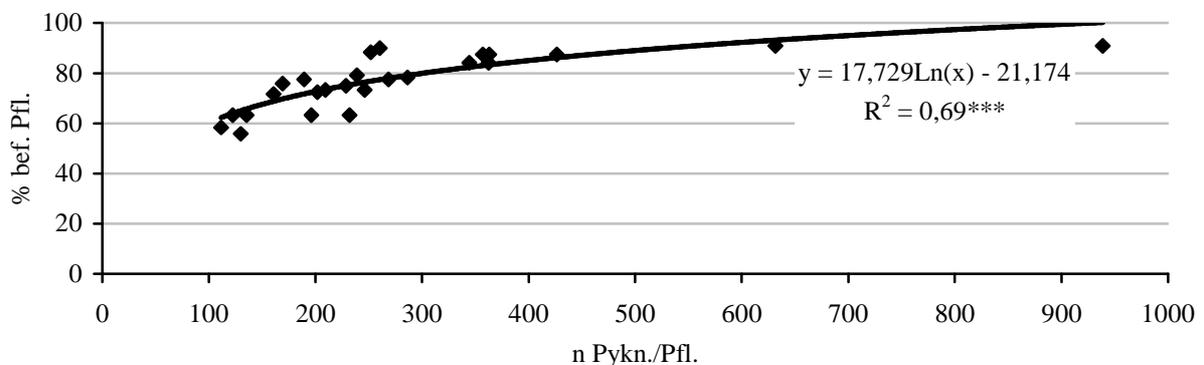


Abb. 14: Zusammenhang zwischen der mittleren BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) und BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der unbehandelten Kontrolle sowie der HFB-, HB- und FB-Varianten im Frühjahr der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006; n=25

3.1.4.5 Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Blattendbefall (BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt}) mit *Phoma lingam* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Mittelwerte aus den Varianten der verschiedenen Applikationsvarianten HFB (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB (Herbst/Blüte) und FB (Frühjahr/Blüte) wurden hinsichtlich der Auswirkungen auf den Blattendbefall mit *Phoma lingam* zum jeweils letzten Boniturtermin untereinander sowie mit der unbehandelten Kontrolle anhand der Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt}) und Befallshäufigkeit im Bestand (BHB_{Blatt}) verglichen. Der Blattendbefall der ausschließlich zur Blüte behandelten Varianten (B) entsprach der unbehandelten Kontrolle und findet aus diesem Grunde keine Darstellung.

Im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 15) reduzierten die Herbstindikationen (HFB, HB) den Blattendbefall ($BSB_{\text{Blatt}} = 301$ Pyknidien/Pflanze, $BHB_{\text{Blatt}} = 68$ %) gegenüber der unbehandelten Kontrolle ($BSB_{\text{Blatt}} = 1454$ Pyknidien/Pflanze, $BHB_{\text{Blatt}} = 100$ %) um 79,3 % (BSB_{Blatt}) beziehungsweise 32 % (BHB_{Blatt}). Die dargestellten Effekte erwiesen sich für die BSB_{Blatt} als hoch signifikant beziehungsweise für die BHB_{Blatt} als signifikant. Aufgrund der in der FB-Variante (Frühjahr/Blüte) erst im Frühjahr stattfindenden Erstapplikation wies der Befallsgrad dieser Variante ein identisches Niveau gegenüber der unbehandelten Kontrolle auf. Die Befallsauswirkungen der gemittelten Fungizidvarianten, bemessen an den Herbstbonituren, schlugen sich im Folgejahr in ähnlicher Weise nieder. So wies die BSB_{Blatt} der HB-Applikation mit 462 Pyknidien/Pflanze vergleichend zur unbehandelten Kontrolle (1079 Pyknidien/Pflanze) einen um 57,2 % reduzierten und signifikanten Befallsgrad auf. Die im Frühjahr 2005 durchgeführten Frühjahrsindikationen (HFB, HB) verringerten den Blattbefall (HFB: $BSB_{\text{Blatt}} = 182$ Pyknidien/Pflanze, $BHB_{\text{Blatt}} = 66$ % beziehungsweise FB: $BSB_{\text{Blatt}} = 177$ Pyknidien/Pflanze, $BHB_{\text{Blatt}} = 72$ %) gegenüber der unbehandelten Kontrolle ($BSB_{\text{Blatt}} = 1079$ Pyknidien/Pflanze, $BHB_{\text{Blatt}} = 93$ %) hoch signifikant um 83,1 % (BSB_{Blatt}) beziehungsweise 27 % (BHB_{Blatt}) für die HFB- und 83,6 % (BSB_{Blatt}) beziehungsweise 21 % (BHB_{Blatt}) für die FB-Variante.

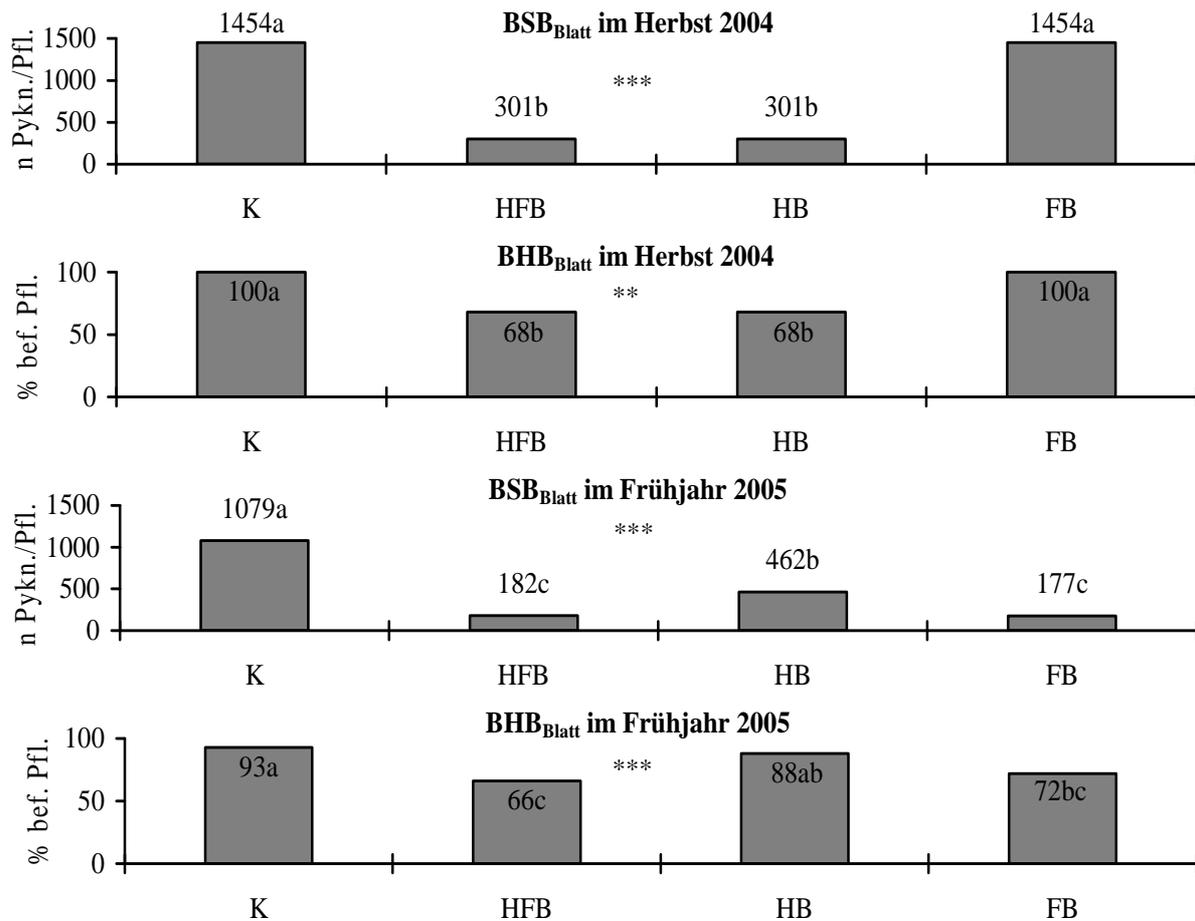


Abb. 15: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Blattbefall mit *Phoma lingam* jeweils zur Abschlußbonitur im Herbst (15.11.2004) und Frühjahr (02.05.2005) des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckey-Test, n=8

Die Herbstindikationen (HFB, HB) des Versuchsjahres 2005/2006 (Abb. 16) führten zu einer Reduktion des Blattbefalls ($BSB_{\text{Blatt}} = 227$ Pyknidien/Pflanze, $BHB_{\text{Blatt}} = 83$ %) vergleichend zur unbehandelten Kontrolle ($BSB_{\text{Blatt}} = 862$ Pyknidien/Pflanze, $BHB_{\text{Blatt}} = 97$ %) um 73,7 % (BSB_{Blatt}) beziehungsweise 14 % (BHB_{Blatt}). Die Reduktion der Befallsstärke ist hoch signifikant gesichert. Die Befallswerte der FB-Behandlung entsprechen aufgrund der erst im Frühjahr stattfindenden Applikation denen der unbehandelten Kontrolle. Obwohl sich die Entwicklung der Befallsstärke (BSB_{Blatt}) der unbehandelten Kontrolle im Frühjahr durch ein geringeres Befallsniveau auszeichnet, dokumentieren die Herbstindikationen (HFB, HB) eine anhaltende und signifikante Befallskontrolle. In ähnlicher Weise sind die Auswirkungen der FB-Behandlung zu interpretieren.

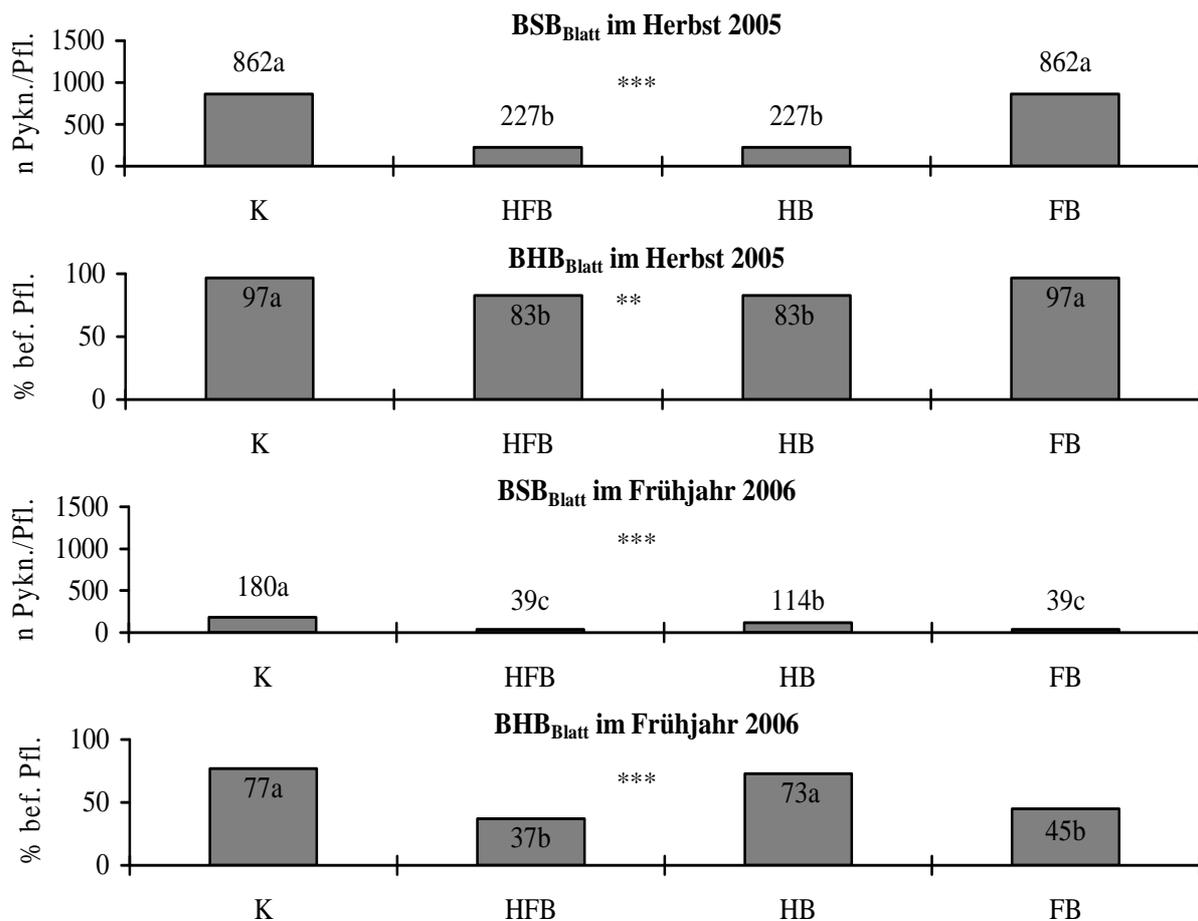


Abb. 16: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Blattbefall mit *Phoma lingam* jeweils zur Abschlußbonitur im Herbst (14.11.2005) und Frühjahr (08.05.2006) des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, n=8

3.1.4.6 Einfluß von Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus auf den Blattbefall (BSB_{Blatt}, BHB_{Blatt}) (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Nachfolgend werden die Versuchsergebnisse der Jahre 2004/2005 und 2005/2006 bezüglich der populationsdynamischen Auswirkungen auf *Phoma lingam* in den ausschließlich mit Fungiziden behandelten vergleichend zu den mit Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus behandelten HFB- (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB- (Herbst/Blüte) und FB-Varianten Frühjahr/Blüte) für den Blattbefall anhand der Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt}) und Befallshäufigkeit im Bestand (BHB_{Blatt}) beschrieben. Der Blattbefall der ausschließlich zur Blüte behandelten Varianten (B) entsprach bis zum Abschluß der Blattbonituren der unbehandelten Kontrolle.

Die Erhebungen zum Einfluß der Fungizide sowie ihrer Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus (Tab. 16, 17, 18, 19) wiesen hinsichtlich der Befallsreduktion (BSB_{Blatt} und BHB_{Blatt}) im gesamten Untersuchungszeitraum keine wesentlichen, statistisch abzusichernden Unterschiede auf.

Tab. 16: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf die BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) zu unterschiedlichen Boniturterminen im Versuchsjahr 2004/2005; T-Test, n=3

Variante	Herbst 2004									Frühjahr 2005								
	18.10.			01.11.			15.11.			29.03.			19.04.			02.05.		
	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.
HFB																		
Folicur	186	262	n.s.	326	299	n.s.	163	234	n.s.	179	285	n.s.	453	724	n.s.	209	289	n.s.
Caramba	168	225	n.s.	119	91	n.s.	85	82	n.s.	208	403	n.s.	536	460	n.s.	96	120	n.s.
Cantus	535	292	n.s.	906	503	n.s.	658	623	n.s.	260	506	n.s.	605	765	n.s.	263	308	n.s.
Prosaro	93	46	n.s.	14	54	*	9	23	n.s.	306	223	n.s.	343	214	n.s.	28	52	n.s.
Proline	89	61	n.s.	30	50	n.s.	4	18	n.s.	410	338	n.s.	386	203	n.s.	23	54	n.s.
Score	132	203	n.s.	145	159	n.s.	70	79	n.s.	373	304	n.s.	330	367	n.s.	60	107	n.s.
Harvesan	174	84	n.s.	204	162	n.s.	72	50	n.s.	420	201	n.s.	547	802	n.s.	104	105	n.s.
HB																		
Folicur	186	262	n.s.	326	299	n.s.	163	234	n.s.	179	285	n.s.				319	369	n.s.
Caramba	168	225	n.s.	119	91	n.s.	85	82	n.s.	208	403	n.s.				346	307	n.s.
Cantus	535	292	n.s.	906	503	n.s.	658	623	n.s.	260	506	n.s.				648	426	n.s.
Prosaro	93	46	n.s.	14	54	*	9	23	n.s.	306	223	n.s.	nicht untersucht			346	328	n.s.
Proline	89	61	n.s.	30	50	n.s.	4	18	n.s.	410	338	n.s.				549	404	n.s.
Score	132	203	n.s.	145	159	n.s.	70	79	n.s.	373	304	n.s.				605	320	n.s.
Harvesan	174	84	n.s.	204	162	n.s.	72	50	n.s.	420	201	n.s.				207	283	n.s.
FB																		
Folicur	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												583	1081	n.s.	165	110	n.s.
Caramba	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												296	971	n.s.	189	141	n.s.
Cantus	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												523	435	n.s.	289	127	n.s.
Prosaro	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												293	433	n.s.	83	34	n.s.
Proline	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												482	303	n.s.	74	41	n.s.
Score	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												414	289	n.s.	61	36	n.s.
Harvesan	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												784	519	n.s.	108	137	n.s.

3 Ergebnisse

Tab. 17: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf die BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) zu unterschiedlichen Boniturterminen im Versuchsjahr 2004/2005; T-Test, n=3

Variante	Herbst 2004									Frühjahr 2005								
	18.10.			01.11.			15.11.			29.03.			19.04.			02.05.		
	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.
HFB																		
Folicur	93	93	n.s.	100	97	n.s.	77	93	n.s.	77	80	n.s.	93	87	n.s.	63	87	n.s.
Caramba	93	87	n.s.	97	83	n.s.	67	93	*	80	83	n.s.	93	83	n.s.	80	73	n.s.
Cantus	97	97	n.s.	100	97	n.s.	97	100	n.s.	87	97	n.s.	100	100	n.s.	77	87	n.s.
Prosaro	80	80	n.s.	63	83	n.s.	23	63	*	80	87	n.s.	90	83	n.s.	53	60	n.s.
Proline	87	77	n.s.	83	67	n.s.	17	50	*	93	80	n.s.	87	90	n.s.	30	50	n.s.
Score	87	87	n.s.	97	93	n.s.	77	80	n.s.	83	80	n.s.	87	87	n.s.	47	53	n.s.
Harvesan	97	87	n.s.	93	90	n.s.	87	83	n.s.	90	73	n.s.	83	100	n.s.	83	63	n.s.
HB																		
Folicur	93	93	n.s.	100	97	n.s.	77	93	n.s.	77	80	n.s.	nicht untersucht			73	77	n.s.
Caramba	93	87	n.s.	97	83	n.s.	67	93	*	80	83	n.s.				93	67	n.s.
Cantus	97	97	n.s.	100	97	n.s.	97	100	n.s.	87	97	n.s.				97	80	n.s.
Prosaro	80	80	n.s.	63	83	n.s.	23	63	*	80	87	n.s.				93	87	n.s.
Proline	87	77	n.s.	83	67	n.s.	17	50	*	93	80	n.s.				90	97	n.s.
Score	87	87	n.s.	97	93	n.s.	77	80	n.s.	83	80	n.s.				93	90	n.s.
Harvesan	97	87	n.s.	93	90	n.s.	87	83	n.s.	90	73	n.s.				73	97	n.s.
FB																		
Folicur	entsprechen der unbehandelten Kontrolle											83	97	n.s.	77	60	n.s.	
Caramba												100	97	n.s.	73	70	n.s.	
Cantus												93	93	n.s.	83	57	n.s.	
Prosaro												90	97	n.s.	60	37	n.s.	
Proline												77	97	n.s.	53	57	n.s.	
Score												93	97	n.s.	60	43	n.s.	
Harvesan												100	100	n.s.	80	70	n.s.	

Tab. 18: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf die BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) zu unterschiedlichen Boniturterminen im Versuchsjahr 2005/2006; T-Test, n=3

Variante	Herbst 2005									Frühjahr 2006								
	17.10.			31.10.			14.11.			10.04.			24.04.			08.05.		
	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.
HFB																		
Folicur	2	5	n.s.	30	22	n.s.	313	340	n.s.	133	94	n.s.	223	218	n.s.	30	35	n.s.
Caramba	3	11	n.s.	21	2	*	262	199	n.s.	121	105	n.s.	187	116	n.s.	19	10	n.s.
Cantus	16	12	n.s.	8	6	n.s.	97	56	n.s.	61	52	n.s.	43	79	n.s.	17	26	n.s.
Prosaro	0,1	2	n.s.	1	0	n.s.	162	94	n.s.	73	60	n.s.	72	101	n.s.	1	7	*
Proline	0,9	1	n.s.	5	1	n.s.	98	170	n.s.	89	58	n.s.	92	72	n.s.	19	18	n.s.
Score	4	5	n.s.	3	6	n.s.	109	76	n.s.	156	93	n.s.	85	93	n.s.	14	9	n.s.
Harvesan	2	5	n.s.	0,4	1	n.s.	131	210	n.s.	56	104	n.s.	137	146	n.s.	20	16	n.s.
HB																		
Folicur	2	5	n.s.	30	22	n.s.	313	340	n.s.	133	94	n.s.	175	172	n.s.	143	99	n.s.
Caramba	3	11	n.s.	21	2	*	262	199	n.s.	121	105	n.s.	199	202	n.s.	116	75	n.s.
Cantus	16	12	n.s.	8	6	n.s.	97	56	n.s.	61	52	n.s.	89	78	n.s.	65	175	n.s.
Prosaro	0,1	2	n.s.	1	0	n.s.	162	94	n.s.	73	60	n.s.	255	186	n.s.	94	134	n.s.
Proline	0,9	1	n.s.	5	1	n.s.	98	170	n.s.	89	58	n.s.	181	204	n.s.	99	205	n.s.
Score	4	5	n.s.	3	6	n.s.	109	76	n.s.	156	93	n.s.	135	183	n.s.	84	131	n.s.
Harvesan	2	5	n.s.	0,4	1	n.s.	131	210	n.s.	56	104	n.s.	164	172	n.s.	179	63	n.s.
FB																		
Folicur	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												199	164	n.s.	38	39	n.s.
Caramba													170	168	n.s.	21	26	n.s.
Cantus													223	150	n.s.	39	30	n.s.
Prosaro													160	180	n.s.	6	26	n.s.
Proline													212	237	n.s.	16	19	n.s.
Score													147	260	n.s.	20	31	n.s.
Harvesan													204	213	n.s.	50	10	n.s.

3 Ergebnisse

Tab. 19: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf die BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) zu unterschiedlichen Boniturterminen im Versuchsjahr 2005/2006; T-Test, n=3

Variante	Herbst 2005									Frühjahr 2006								
	17.10.			31.10.			14.11.			10.04.			29.04.			08.05.		
	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.
HFB																		
Folicur	10	20	n.s.	43	40	n.s.	97	90	n.s.	83	77	n.s.	97	83	n.s.	47	43	n.s.
Caramba	17	20	n.s.	17	7	n.s.	93	77	n.s.	83	90	n.s.	83	97	n.s.	37	33	n.s.
Cantus	23	20	n.s.	30	33	n.s.	77	70	n.s.	77	47	*	50	73	n.s.	27	27	n.s.
Prosaro	3	3	n.s.	3	0	n.s.	67	73	n.s.	87	67	n.s.	83	90	n.s.	7	33	n.s.
Proline	17	7	n.s.	3	3	n.s.	73	77	n.s.	83	63	n.s.	80	77	n.s.	27	37	n.s.
Score	13	20	n.s.	7	13	n.s.	70	47	n.s.	73	80	n.s.	83	80	n.s.	37	27	n.s.
Harvesan	10	13	n.s.	7	3	n.s.	90	83	n.s.	73	70	n.s.	93	83	n.s.	30	30	n.s.
HB																		
Folicur	10	20	n.s.	43	40	n.s.	97	90	n.s.	83	77	n.s.	90	93	n.s.	80	83	n.s.
Caramba	17	20	n.s.	17	7	n.s.	93	77	n.s.	83	90	n.s.	93	80	n.s.	73	57	n.s.
Cantus	23	20	n.s.	30	33	n.s.	77	70	n.s.	77	47	*	87	77	n.s.	57	73	n.s.
Prosaro	3	3	n.s.	3	0	n.s.	67	73	n.s.	87	67	n.s.	90	87	n.s.	83	63	n.s.
Proline	17	7	n.s.	3	3	n.s.	73	77	n.s.	83	63	n.s.	87	93	n.s.	70	83	n.s.
Score	13	20	n.s.	7	13	n.s.	70	47	n.s.	73	80	n.s.	93	80	n.s.	70	90	n.s.
Harvesan	10	13	n.s.	7	3	n.s.	90	83	n.s.	73	70	n.s.	87	83	n.s.	77	57	n.s.
FB																		
Folicur													87	83	n.s.	47	40	n.s.
Caramba													97	90	n.s.	33	50	n.s.
Cantus													83	97	n.s.	50	50	n.s.
Prosaro	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												87	87	n.s.	17	30	n.s.
Proline													97	100	n.s.	27	17	n.s.
Score													83	93	n.s.	50	47	n.s.
Harvesan													83	83	n.s.	50	23	n.s.

3.1.5 Wurzelhals- (BW_{Wh} , BHB_{Wh}) und Stengelbefall (BW_{St} , BHB_{St}) mit *Phoma lingam* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Ergebnisse des populationsdynamischen Befallsgeschehens von *Phoma lingam* bezogen auf den Wurzelhals- und Stengelbereich sind im folgenden anhand des Befallswertes (BW_{Wh} , BW_{St} = Boniturnote 1-9) und der Befallshäufigkeit im Bestand (BHB_{Wh} , BHB_{St}) für die Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 dargestellt.

3.1.5.1 Populationsdynamischer Befallsverlauf ($BW_{Wh/St}$, $BHB_{Wh/St}$) von *Phoma lingam* in der unbehandelten Kontrolle (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Der Wurzelhalsbefall in der unbehandelten Kontrolle entwickelte sich im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 17, oben) ab dem ersten Befallsauftreten (02.05.2005) bis zur Abschlußbonitur (02.08.2005) von einem nur geringen Befall mit einem BW_{Wh} von 1,4 gleichmäßig auf einen verstärkten Wurzelhalsendbefall mit einem BW_{Wh} von 7,00. Die BHB_{Wh} stieg ab Mitte Mai kontinuierlich auf über 90 % an.

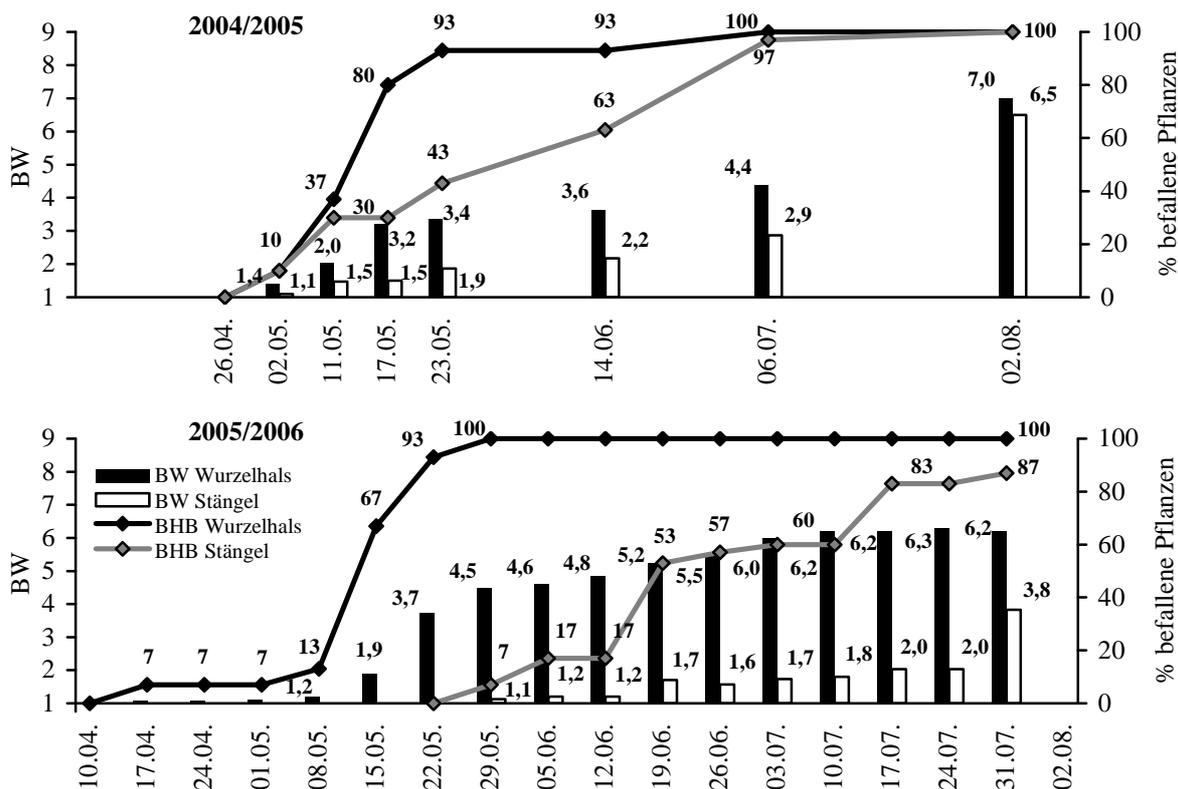


Abb. 17: Befallsverlauf von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stengel dargestellt anhand des BW (1-9) und der BHB (% befallene Pflanzen) in der unbehandelten Kontrolle der Versuchsjahre 2004/2005 (oben) und 2005/2006 (unten)

Der Stengelbefall im Versuchsjahr 2004/2005 entwickelte sich im Vergleich zum Wurzelhalsbefall anhand der Parameter BW_{St} und der BHB_{St} verzögert. So stieg der BW_{St} erst zum Ende des Boniturzeitraumes (06.07.2005 bis 02.08.2005) verstärkt an und erreichte einen

Wert von 6,50. Die verzögerte Entwicklung des Stengelbefalls spiegelte sich auch in den Werten für die BHB_{St} wider. Erst im Juli konnten über 90 % befallene Stengel in der unbehandelten Kontrolle bonitiert werden.

Im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 17, unten) setzte der Wurzelhalsbefall im Vergleich zum Vorjahr drei Wochen früher (17.04.2006) mit einem BW_{Wh} von 1,07 und einer BHB_{Wh} von 7 % ein. Bis zum 08.05.2006 stagnierte der Wurzelhalsbefall über vier Wochen auf diesem geringeren Niveau. Binnen 14 Tagen erfolgte dann jedoch ein progressiver Anstieg des BW_{Wh} auf 3,73 (22.05.2006). Insbesondere die BHB_{Wh} nahm innerhalb dieses kurzen Zeitraumes auf 93 % zu und erreichte sieben Tage später bereits 100 % Befallshäufigkeit. Der weitere Anstieg des BW_{Wh} verlief wie im Jahr zuvor gleichmäßig und erreichte ab dem 10.07.2006 einen BW_{Wh} von 6,20. Bis zum Abschluß der Bonituren (31.07.2006) stagnierte der Wurzelhalsbefall auf diesem Niveau und lag somit 0,8 Boniturnoten niedriger als im Vorjahr.

Im Vergleich zum Vorjahr setzte der erste Stengelbefall in 2004/2005 vier Wochen später ein. Erst am 29.05.2006 konnte mit einem BW_{St} von 1,13 und einer BHB_{St} 7 % Erstbefall bonitiert werden. Bis zum 10.07.2006 blieb der BW_{St} (1,80) auf diesem geringen Befallsniveau und erreichte erst zur Abschlußbonitur einen höheren BW_{St} von 3,83, der erheblich unter dem Vorjahreswert von 6,50 lag. Auch die BHB_{St} stieg bis zum 12.06.2006 nur zögerlich auf 17 % an, wobei es innerhalb von sieben Tagen zu einem Anstieg auf 53 % (19.06.2006) kam. In den folgenden vier Wochen (19.06.2006 bis 10.07.2006) erfolgte eine nur sehr geringe Zunahme auf 60 % BHB_{Wh} , die sich bis zur Abschlußbonitur nur geringfügig (87 %) erhöhte.

3.1.5.2 Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf den Wurzelhals- (BW_{Wh} , BHB_{Wh}) und Stengelbefall (BW_{St} , BHB_{St}) mit *Phoma lingam* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Versuchsjahre 2004/2005 sowie 2005/2006 bezüglich der populationsdynamischen Auswirkungen auf der Behandlungsvarianten Herbst/Frühjahr/Blüte (HFB), Herbst/Blüte (HB), Frühjahr/Blüte (FB) und Blüte (B) auf *Phoma lingam* vergleichend zur unbehandelten Kontrolle für den Wurzelhals- (BW_{Wh} , BHB_{Wh}) und Stengelbefall (BW_{St} , BHB_{St}) beschrieben.

Bemessen anhand des Wurzelhalsbefallswertes (BW_{Wh}) des Jahres 2004/2005 (Abb. 18, Tab. 20) ergaben sich statistisch betrachtet nur in wenigen Fällen biologische Differenzierungen zwischen dem Befallsgrad der unbehandelten Kontrolle und den

Fungizidvarianten. Danach blieben die Herbst/Blüten- (HB) und Herbst/Frühjahr/Blüten-Indikationen (HB) ohne signifikanten Einfluß auf das Befallsgeschehen (BW_{wh}) von *Phoma lingam* am Wurzelhals. Die eingesetzten Fungizide übten ebenso keinen Einfluß auf die Befallshäufigkeitswerte (BHB_{wh}) aus (Tab. 20).

Vergleichend zu 2004/2005 übten die Fungizidmaßnahmen des Versuchjahres 2005/2006 (Abb. 19, Tab. 21) insbesondere nach Herbstindikation gegenüber der unbehandelten Kontrolle Reduktionen auf den Wurzelhalsbefall (BW_{wh}) aus. Hingegen sind zwischen den Varianten keine signifikanten Unterschiede nachweisbar. Die Frühjahrsindikation (FB) zeigte sowohl gegenüber der unbehandelten Kontrolle als auch zwischen den Fungizidvarianten keine Beeinflussung des Wurzelhalsbefalles. Die Blütenbehandlungen (B) blieben ebenfalls ohne Einfluß auf den Wurzelhalsbefall. Alle Fungizidmaßnahmen (HFB, HB, FB, B) blieben ohne Effekt auf die Befallshäufigkeit (BHB_{wh}) des Wurzelhalses (Tab. 21).

In Abbildung 20, Tabelle 22 sind die Auswirkungen differenzierter Fungizidmaßnahmen auf den Stengelbefall (BW_{st}) dargestellt. Sowohl die Herbst- (HFB, HB) als auch die Frühjahrs- (FB) und Blütenapplikationen (B) wiesen über die Vegetationsphase (Mai bis August) keinen signifikanten Einfluß auf das Befallsgeschehen (BW_{st} , BHB_{st}) von *Phoma lingam* am Stengel auf. Im Folgejahr 2005/2006 (Abb. 21, Tab. 23) blieben die fungiziden Maßnahmen unabhängig einer verzögerten und auf niederem Niveau verlaufenden Befallsentwicklung ohne signifikante Auswirkungen am Stengel.

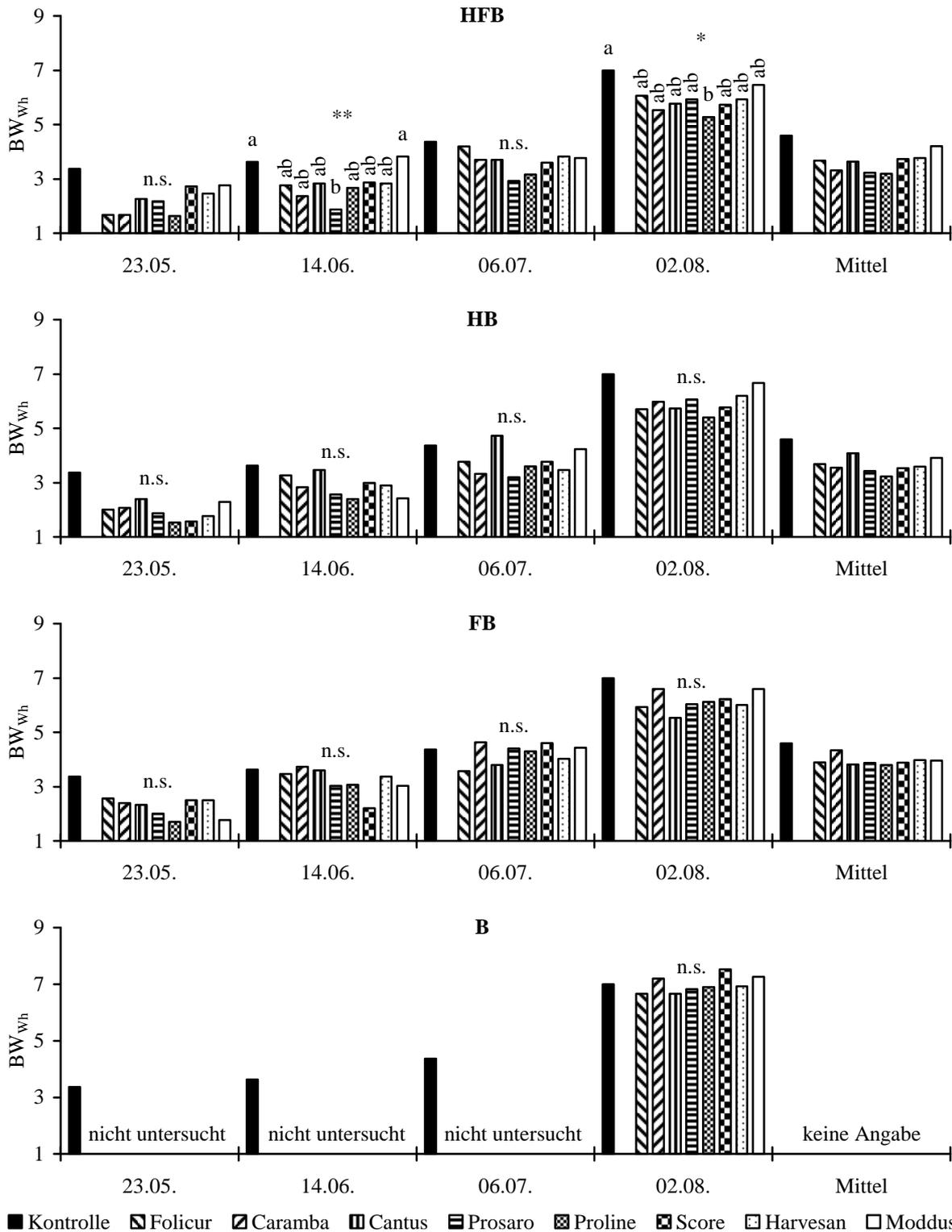
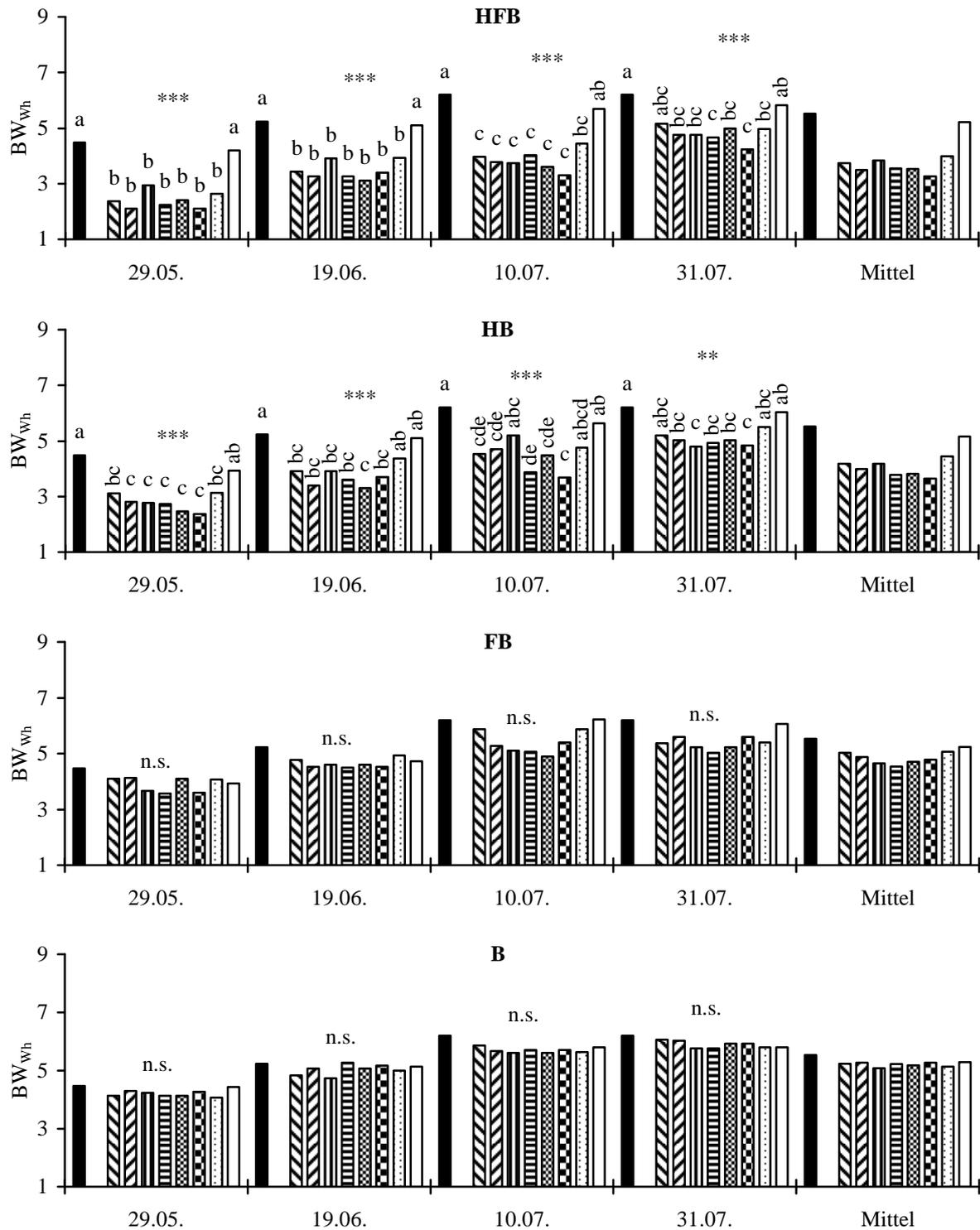


Abb. 18: BW_{Wh} (1-9) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbst- (06.10.2004), Frühjahrs- (08.04.2005) und Blütenapplikation (12.05.2005) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Versuchsjahr 2004/2005; Tuckey-Test, $n=3$

Tab. 20: BW_{wh} (1-9) und BHB_{wh} (% befallene Pflanzen) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen im Versuchsjahr 2004/2005; Tuckey-Test, $n=3$

Variante	BW_{wh}				BHB_{wh}			
	23.05.	14.06.	06.07.	02.08.	23.05.	14.06.	06.07.	02.08.
HFB								
Kontrolle	3,37	3,63a	4,37	7,00a	93	93	100	100
Folicur	1,67	2,77ab	4,20	6,07ab	40	83	100	100
Caramba	1,67	2,37ab	3,70	5,53ab	47	73	90	100
Cantus	2,27	2,83ab	3,70	5,77ab	87	90	87	97
Prosaro	2,17	1,87b	2,93	5,93ab	70	57	83	97
Proline	1,63	2,67ab	3,17	5,27b	43	87	90	97
Score	2,73	2,87ab	3,60	5,73ab	63	80	97	100
Harvesan	2,47	2,83ab	3,83	5,93ab	67	80	87	97
Moddus	2,77	3,83a	3,77	6,47ab	70	97	100	100
Signifikanz	n.s.	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
HB								
Kontrolle	3,37	3,63	4,37	7,00	93	93	100	100
Folicur	2,00	3,27	3,77	5,70	63	97	97	100
Caramba	2,07	2,83	3,33	5,97	60	87	83	100
Cantus	2,40	3,47	4,73	5,73	93	97	97	100
Prosaro	1,87	2,57	3,20	6,07	50	87	100	100
Proline	1,53	2,40	3,60	5,40	43	80	100	100
Score	1,57	3,00	3,77	5,77	40	87	90	100
Harvesan	1,77	2,90	3,47	6,20	60	87	97	100
Moddus	2,30	2,43	4,23	6,67	83	87	97	100
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FB								
Kontrolle	3,37	3,63	4,37	7,00	93	93	100	100
Folicur	2,57	3,47	3,57	5,93	73	97	97	100
Caramba	2,40	3,73	4,63	6,60	70	100	100	100
Cantus	2,33	3,60	3,80	5,53	67	93	93	93
Prosaro	2,00	3,03	4,40	6,03	70	90	100	100
Proline	1,70	3,07	4,30	6,13	43	90	100	100
Score	2,50	2,20	4,60	6,23	73	60	100	97
Harvesan	2,50	3,37	4,03	6,00	67	93	97	100
Moddus	1,77	3,03	4,43	6,60	57	87	90	100
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
B								
Kontrolle	3,37	3,63	4,37	7,00	93	93	100	100
Folicur	nicht untersucht			6,67	nicht untersucht			100
Caramba				7,20				100
Cantus				6,67				100
Prosaro				6,83				100
Proline				6,90				100
Score				7,53				100
Harvesan				6,93				100
Moddus				7,27				100
Signifikanz				n.s.				n.s.



■ Kontrolle ▨ Folicur ▩ Caramba ▪ Cantus ▫ Prosaro ▬ Proline ▭ Score ▮ Harvesan □ Moddus

Abb. 19: BW_{Wh} (1-9) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbst- (04.10.2005), Frühjahrs- (18.04.2006) und Blütenapplikation (17.05.2006) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Versuchsjahr 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Tab. 21: BW_{wh} (1-9) und BHB_{wh} (% befallene Pflanzen) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen im Versuchsjahr 2005/2006; Tuckey-Test, $n=3$

Variante	BW_{wh}				BHB_{wh}			
	29.05.	19.06.	10.07.	31.07.	29.05.	19.06.	10.07.	31.07.
HFB								
Kontrolle	4,47a	5,23a	6,20a	6,20a	100	100	100	100
Folicur	2,37b	3,43b	3,97c	5,17abc	83	100	93	100
Caramba	2,10b	3,27b	3,77c	4,77bc	70	97	100	100
Cantus	2,93b	3,90b	3,73c	4,77bc	77	100	97	100
Prosaro	2,23b	3,27b	4,03c	4,67c	73	90	97	100
Proline	2,40b	3,10b	3,60c	5,00bc	77	97	90	100
Score	2,10b	3,40b	3,30c	4,23c	60	83	90	97
Harvesan	2,63b	3,93b	4,43bc	4,97bc	80	97	97	100
Moddus	4,20a	5,10a	5,70ab	5,83ab	100	100	100	100
Signifikanz	***	***	***	***	*	n.s.	n.s.	n.s.
HB								
Kontrolle	4,47a	5,23a	6,20a	6,20a	100	100	100	100
Folicur	3,10bc	3,90bc	4,53cde	5,20abc	93	93	100	100
Caramba	2,80c	3,40bc	4,70cde	5,03bc	70	90	100	100
Cantus	2,77c	3,90bc	5,20abc	4,80c	83	100	100	100
Prosaro	2,73c	3,60bc	3,87de	4,93bc	87	93	100	100
Proline	2,47c	3,30c	4,47cde	5,03bc	73	90	100	100
Score	2,37c	3,70bc	3,67c	4,83c	80	93	93	100
Harvesan	3,13bc	4,37ab	4,77abcd	5,50abc	87	100	100	100
Moddus	3,93ab	5,10a	5,63ab	6,03ab	100	100	100	100
Signifikanz	***	***	***	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FB								
Kontrolle	4,47	5,23	6,20	6,20	100	100	100	100
Folicur	4,10	4,77	5,87	5,37	100	100	100	100
Caramba	4,13	4,53	5,27	5,60	100	97	100	100
Cantus	3,67	4,60	5,10	5,23	100	100	97	100
Prosaro	3,57	4,50	5,07	5,03	97	100	100	100
Proline	4,10	4,60	4,90	5,23	100	100	100	100
Score	3,60	4,53	5,40	5,60	100	100	100	100
Harvesan	4,07	4,93	5,87	5,40	100	100	100	100
Moddus	3,93	4,73	6,23	6,07	100	100	100	100
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
B								
Kontrolle	4,47	5,23	6,20	6,20	100	100	100	100
Folicur	4,13	4,83	5,87	6,07	100	100	100	100
Caramba	4,30	5,07	5,67	6,03	100	100	100	100
Cantus	4,23	4,73	5,60	5,77	100	100	100	100
Prosaro	4,13	5,27	5,70	5,77	100	100	100	100
Proline	4,13	5,07	5,60	5,93	100	100	100	100
Score	4,27	5,17	5,70	5,93	100	100	100	100
Harvesan	4,07	5,00	5,63	5,80	100	100	100	100
Moddus	4,43	5,13	5,80	5,80	100	100	100	100
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

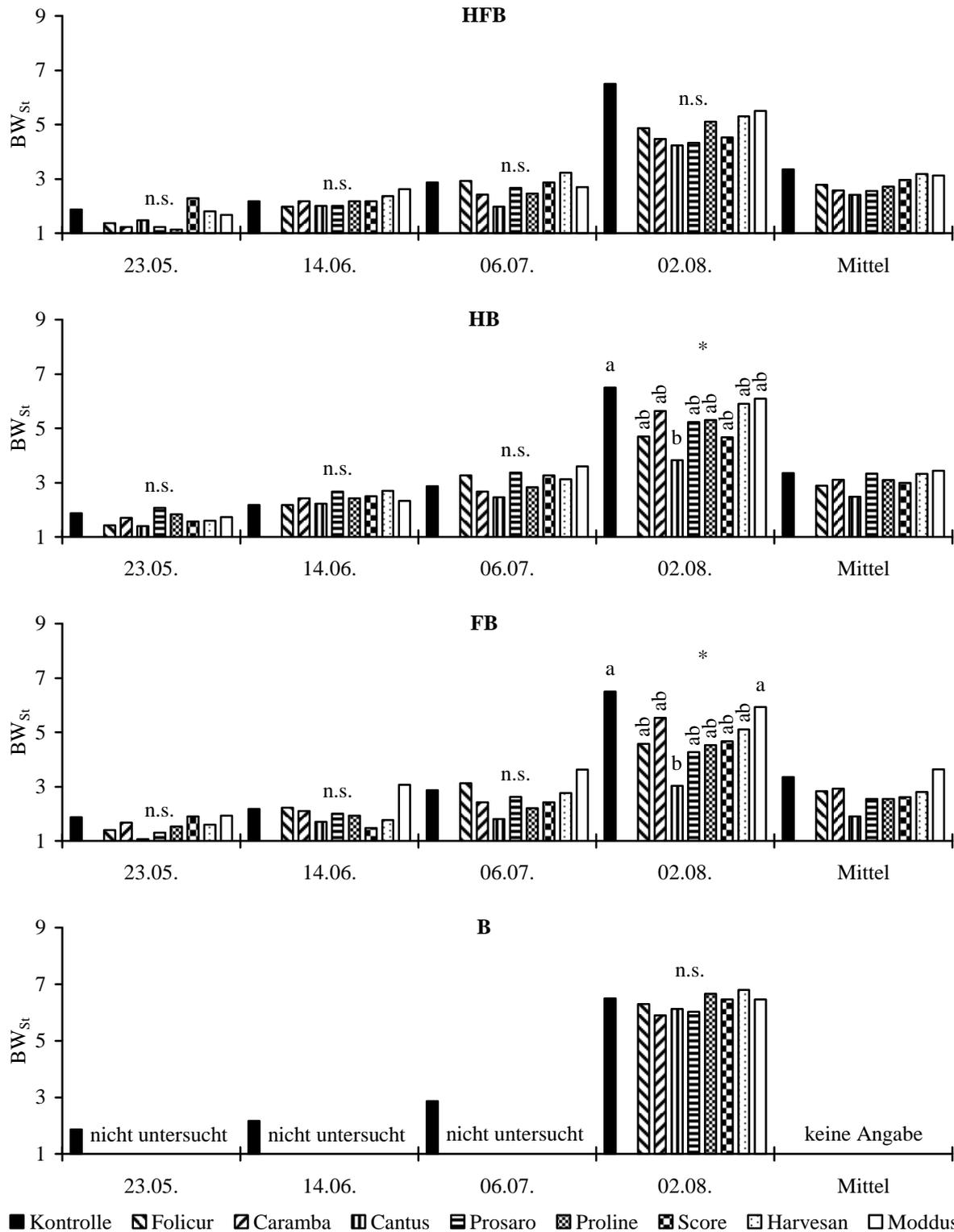


Abb. 20: BW_{St} (1-9) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbst- (06.10.2004), Frühjahrs- (08.04.2005) und Blütenapplikation (12.05.2005) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Versuchsjahr 2004/2005; Tuckey-Test, $n=3$

Tab. 22: BW_{St} (1-9) und BHB_{St} (% befallene Pflanzen) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen im Versuchsjahr 2004/2005; Tuckey-Test, n=3

Variante	BW _{St}				BHB _{St}			
	23.05.	14.06.	06.07.	02.08.	23.05.	14.06.	06.07.	02.08.
HFB								
Kontrolle	1,87	2,17	2,87	6,50	43	63	97	100
Folicur	1,37	1,97	2,93	4,87	33	73	90	100
Caramba	1,23	2,17	2,43	4,47	20	63	77	83
Cantus	1,47	2,00	1,97	4,23	33	67	60	83
Prosaro	1,23	2,00	2,67	4,33	20	57	80	73
Proline	1,13	2,17	2,47	5,10	13	63	67	100
Score	2,30	2,17	2,87	4,53	53	77	90	83
Harvesan	1,80	2,37	3,23	5,30	50	77	87	97
Moddus	1,67	2,63	2,70	5,50	43	87	97	100
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
HB								
Kontrolle	1,87	2,17	2,87	6,50a	43	63	97	100
Folicur	1,43	2,17	3,27	4,70ab	33	77	100	97
Caramba	1,70	2,43	2,67	5,63ab	47	77	83	100
Cantus	1,40	2,23	2,47	3,83b	30	73	70	87
Prosaro	2,07	2,67	3,37	5,23ab	57	83	100	100
Proline	1,83	2,43	2,83	5,30ab	57	93	83	97
Score	1,57	2,50	3,27	4,67ab	43	90	93	97
Harvesan	1,60	2,70	3,13	5,90ab	43	80	93	100
Moddus	1,73	2,33	3,60	6,10ab	47	90	100	100
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FB								
Kontrolle	1,87	2,17	2,87	6,50a	43	63	97	100a
Folicur	1,40	2,23	3,13	4,57ab	23	80	80	97a
Caramba	1,67	2,10	2,43	5,53ab	50	67	70	100a
Cantus	1,07	1,70	1,80	3,03b	7	57	53	57b
Prosaro	1,30	2,00	2,63	4,27ab	27	63	87	93ab
Proline	1,53	1,93	2,20	4,53ab	30	63	60	90ab
Score	1,90	1,47	2,43	4,67ab	57	47	90	90ab
Harvesan	1,60	1,77	2,77	5,10ab	43	50	77	97a
Moddus	1,93	3,07	3,63	5,93a	40	100	100	100a
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*
B								
Kontrolle	1,87	2,17	2,87	6,50	43	63	97	100
Folicur	nicht untersucht			6,30	nicht untersucht			100
Caramba				5,90				100
Cantus				6,13				100
Prosaro				6,03				100
Proline				6,67				100
Score				6,47				100
Harvesan				6,80				100
Moddus				6,47				100
Signifikanz				n.s.				n.s.

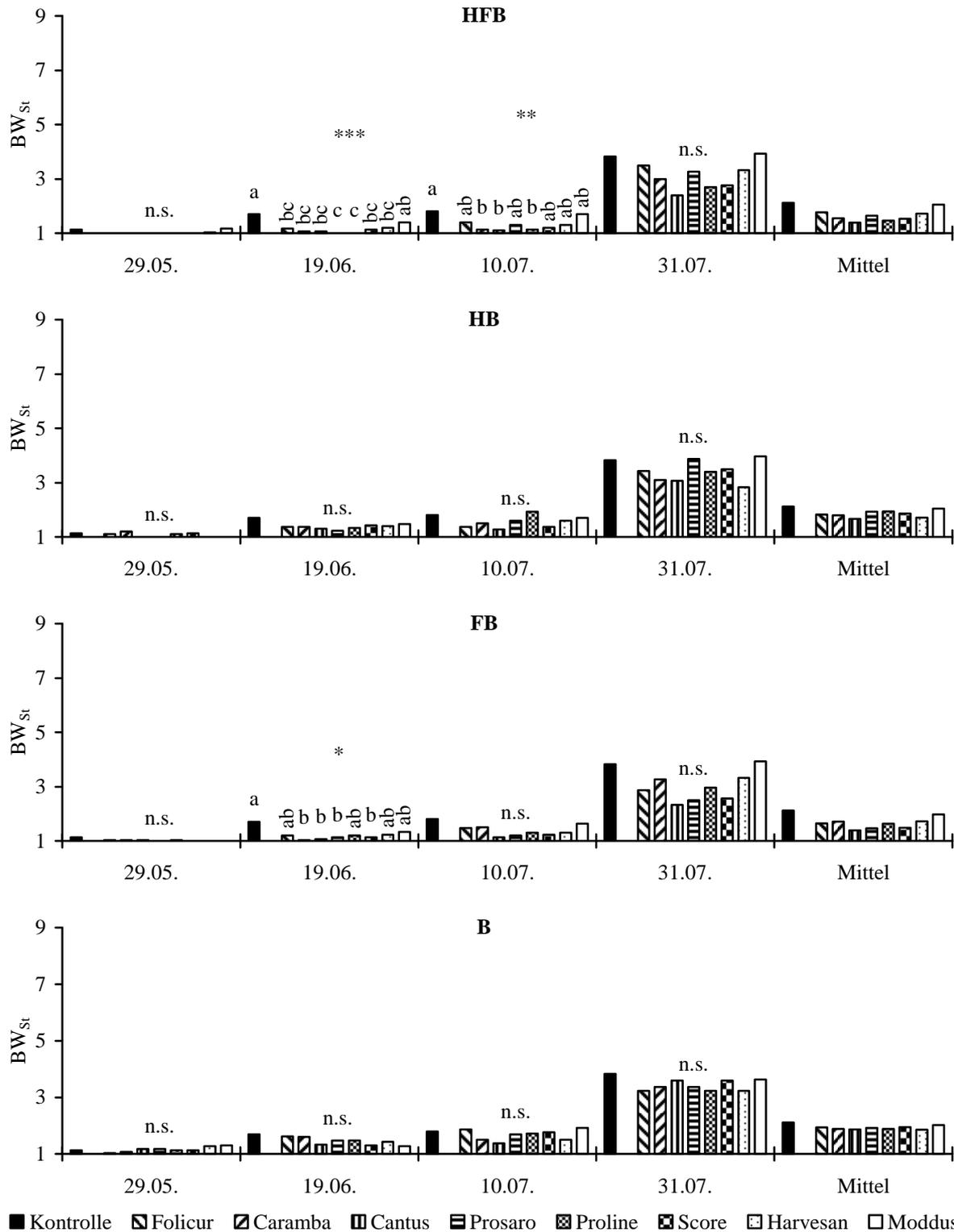


Abb. 21: BW_{St} (1-9) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbst- (04.10.2005), Frühjahrs- (18.04.2006) und Blütenapplikation (17.05.2006) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Versuchsjahr 2005/2006; Tuckey-Test, $n=3$

Tab. 23: BW_{St} (1-9) und BHB_{St} (% befallene Pflanzen) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen im Versuchsjahr 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Variante	BW _{St}				BHB _{St}			
	29.05.	19.06.	10.07.	31.07.	29.05.	19.06.	10.07.	31.07.
HFB								
Kontrolle	1,13	1,70a	1,80a	3,83	7ab	53a	60	87
Folicur	1,00	1,17bc	1,40ab	3,50	0b	13bc	33	90
Caramba	1,00	1,07bc	1,13b	3,00	0b	7bc	13	77
Cantus	1,00	1,07bc	1,10b	2,40	0b	7bc	10	47
Prosaro	1,00	1,00c	1,30ab	3,27	0b	0c	23	73
Proline	1,00	1,00c	1,13b	2,70	0b	0c	13	73
Score	1,00	1,13bc	1,20ab	2,77	0b	10bc	13	73
Harvesan	1,03	1,20bc	1,30ab	3,33	3ab	20bc	20	93
Moddus	1,17	1,40ab	1,70ab	3,93	17a	30ab	53	87
Signifikanz	n.s.	***	**	n.s.	**	***	n.s.	n.s.
HB								
Kontrolle	1,13	1,70	1,80	3,83	7	53	60	87
Folicur	1,10	1,37	1,37	3,43	7	33	33	73
Caramba	1,20	1,37	1,50	3,10	17	30	40	70
Cantus	1,00	1,30	1,27	3,07	0	27	23	67
Prosaro	1,00	1,23	1,60	3,87	0	23	47	90
Proline	1,10	1,33	1,93	3,40	10	30	60	83
Score	1,13	1,43	1,37	3,50	13	37	27	90
Harvesan	1,00	1,40	1,60	2,83	0	23	50	53
Moddus	1,00	1,47	1,70	3,97	0	37	57	90
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FB								
Kontrolle	1,13	1,70a	1,80	3,83	7	53a	60	87
Folicur	1,03	1,20ab	1,47	2,87	3	17ab	37	67
Caramba	1,03	1,03b	1,50	3,27	3	3b	37	83
Cantus	1,03	1,07b	1,13	2,33	3	7b	10	60
Prosaro	1,00	1,13b	1,20	2,50	0	10b	20	63
Proline	1,03	1,20ab	1,30	2,97	3	17ab	27	83
Score	1,00	1,13b	1,23	2,57	0	13ab	13	60
Harvesan	1,00	1,23ab	1,30	3,33	0	17ab	27	87
Moddus	1,00	1,33ab	1,63	3,93	0	23ab	50	87
Signifikanz	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
B								
Kontrolle	1,13	1,70	1,80	3,83	7	53	60	87
Folicur	1,03	1,63	1,87	3,23	20	53	63	77
Caramba	1,07	1,60	1,50	3,37	7	50	43	77
Cantus	1,17	1,33	1,37	3,60	17	27	33	87
Prosaro	1,17	1,47	1,70	3,37	13	33	57	80
Proline	1,13	1,47	1,73	3,23	10	40	47	73
Score	1,13	1,30	1,77	3,60	13	27	63	80
Harvesan	1,27	1,43	1,50	3,23	23	33	40	70
Moddus	1,30	1,27	1,93	3,63	23	27	60	80
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

3.1.5.3 Zusammenhang zwischen Blattbefall (BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt}) und Wurzelhals- (BW_{Wh}) und Stengelbefall (BW_{St}) (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Für den Blattbefall im Herbst und Frühjahr wurde über die Jahre die zu jeweils drei (im Herbst) beziehungsweise zwei (im Frühjahr) Boniturterminen nach den entsprechenden Applikationen ermittelten Werte (BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt}) der fungizid und mit Moddus behandelten HB-Varianten (Herbst/Blüte) beziehungsweise HFB- (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB- (Herbst/Blüte) und FB-Varianten (Frühjahr/Blüte) sowie der unbehandelten Kontrolle mit den an vier Boniturterminen ermittelten Werten des Wurzelhals- (BW_{Wh}) und Stengelbefalls (BW_{St}) gemittelt verrechnet. Für die B-Varianten (Blüte) fanden lediglich die Ergebnisse der Frühjahrsbonituren Verwendung.

Abbildung 22 repräsentiert einen engen Zusammenhang ($r^2 = 0,86$; $p \leq 0,001$) zwischen dem im Blattbereich sich etablierten Primärbefall (BSB_{Blatt}) im Herbst durch *Phoma lingam* und dem daraus resultierenden Sekundärbefall des Wurzelhalses (BW_{Wh}) im Sommer. Eine enge Beziehung ($r^2 = 0,83$; $p \leq 0,001$) spiegelt sich auch in der Berechnung zwischen der Häufigkeit des Blattbefalls (BHB_{Blatt}) und des Befallswertes (BW_{Wh}) wider (Abb.23).

In gleichem Maße konnte für den Ausgangsbefall von *Phoma lingam* am Blattapparat im Frühjahr und dem Sekundärbefall am Stengel im Sommer ein enger Zusammenhang ($r^2 = 0,83$; $p \leq 0,001$) abgeleitet werden (Abb. 24). Entsprechend signifikant stellte sich der Zusammenhang ($r^2 = 0,53$; $p \leq 0,001$) zwischen der Befallshäufigkeit im Blattbereich (BHB_{Blatt}) und dem Stengelbefall (BW_{St}) dar (Abb. 25).

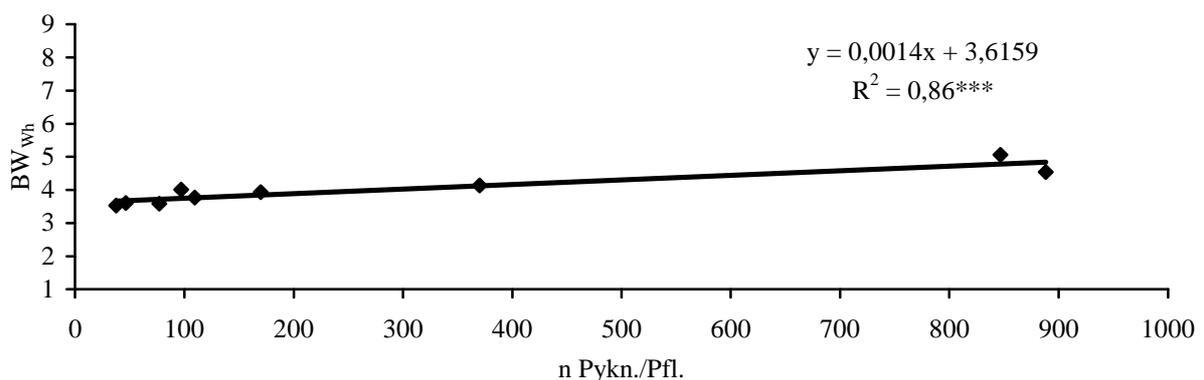


Abb. 22: Zusammenhang zwischen mittlerer BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) der drei Boniturtermine nach Applikation im Herbst und dem mittleren BW_{Wh} (1-9) der vier Stengelbonituren der HB-Varianten sowie der unbehandelten Kontrolle gemittelt über die Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006; $n=9$, $\alpha=0,05$

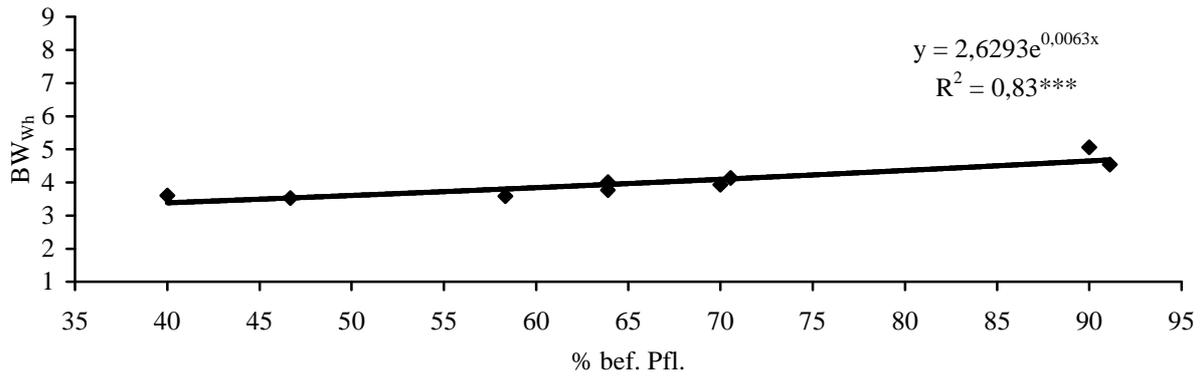


Abb. 23: Zusammenhang zwischen mittlerer BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der drei Boniturtermine nach Applikation im Herbst und dem mittleren BW_{Wh} (1-9) der vier Stengelbonituren der HB-Varianten sowie der unbehandelten Kontrolle gemittelt über die Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006; $n=9$, $\alpha=0,05$

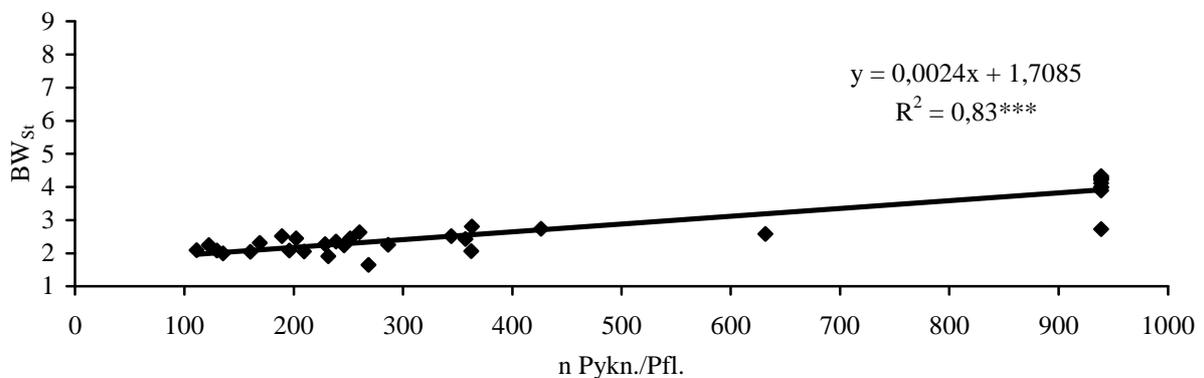


Abb. 24: Zusammenhang zwischen mittlerer BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze) der Boniturtermine nach Applikation im Frühjahr und dem mittleren BW_{St} (1-9) der vier Stengelbonituren der behandelten HFB-, HB-, FB- und B-Varianten sowie der unbehandelten Kontrolle gemittelt über die Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006; $n=33$, $\alpha=0,05$

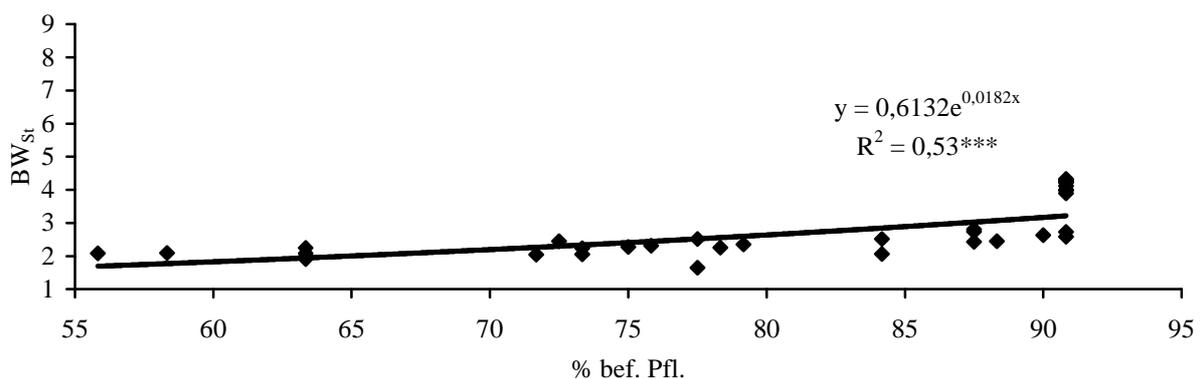


Abb. 25: Zusammenhang zwischen mittlerer BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen) der Boniturtermine nach Applikation im Frühjahr und dem mittleren BW_{St} (1-9) der vier Stengelbonituren der behandelten HFB-, HB-, FB- und B-Varianten sowie der unbehandelten Kontrolle gemittelt über die Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006; $n=33$, $\alpha=0,05$

3.1.5.4 Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Wurzelhals- (BW_{Wh} , BHB_{Wh}) und Stengelendbefall (BW_{St} , BHB_{St}) mit *Phoma lingam* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Mittelwerte aus den verschiedenen Varianten der Applikationsvarianten HFB (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB (Herbst/Blüte), FB (Frühjahr/Blüte) und B (Blüte) wurden hinsichtlich der Auswirkungen auf den Wurzelhals- und Stengelendbefall mit *Phoma lingam* zum jeweils letzten Boniturtermin als Summe der biologischen Folgereaktionen untereinander sowie mit der unbehandelten Kontrolle vergleichend analysiert und dargestellt.

Der Wurzelhalsendbefall im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 26) bemessen am BW_{Wh} wurde sowohl durch eine kombinierte HFB-Applikation ($BW_{Wh} = 5,84$) als auch durch eine einfache HB-Behandlung ($BW_{Wh} = 5,94$) beziehungsweise FB-Applikation ($BW_{Wh} = 6,13$) hoch signifikant ($p \leq 0,001$) gegenüber der unbehandelten Kontrolle ($BW_{Wh} = 7,00$) reduziert. Auch wenn die HFB- und HB-Applikationen einen tendenziell stärkeren Einfluß auf den Wurzelhalsendbefall aufwiesen, so war dies statistisch nicht gegenüber der FB-Applikation abzusichern. Eine ausschließliche Blütenapplikation ($BW_{Wh} = 7,00$) hatte keinen Einfluß auf den Wurzelhalsendbefall. Die BW_{Wh} -Werte sanken jedoch tendenziell mit steigender Applikationsintensität in der Reihenfolge B-, FB-, HB-, HFB-Applikation ab. Die Befallshäufigkeitswerte (BHB_{Wh}) lagen an allen Applikationsterminen zwischen 99 % und 100 % und blieben demnach von fungiziden Maßnahmen unbeeinflusst.

Der Stengelendbefall im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 26) wurde in der Reihenfolge abnehmend durch die HB- ($BW_{St} = 5,17$), HFB- ($BW_{St} = 4,79$) und der FB-Applikation ($BW_{St} = 4,53$) gegenüber der unbehandelten Kontrolle ($BW_{St} = 6,50$) hoch signifikant ($p \leq 0,001$) reduziert. Zwischen den Varianten HFB, HB und FB konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Eine ausschließliche Blütenapplikation ($BW_{St} = 6,28$) hatte keinen Effekt auf den Stengelendbefall. Die Befallshäufigkeit (BHB_{St}) lag für alle Applikationstermine zwischen 90 % und 100 % BHB_{St} und blieb demnach als Befallsparemeter von den Fungizidmaßnahmen unbeeinflusst.

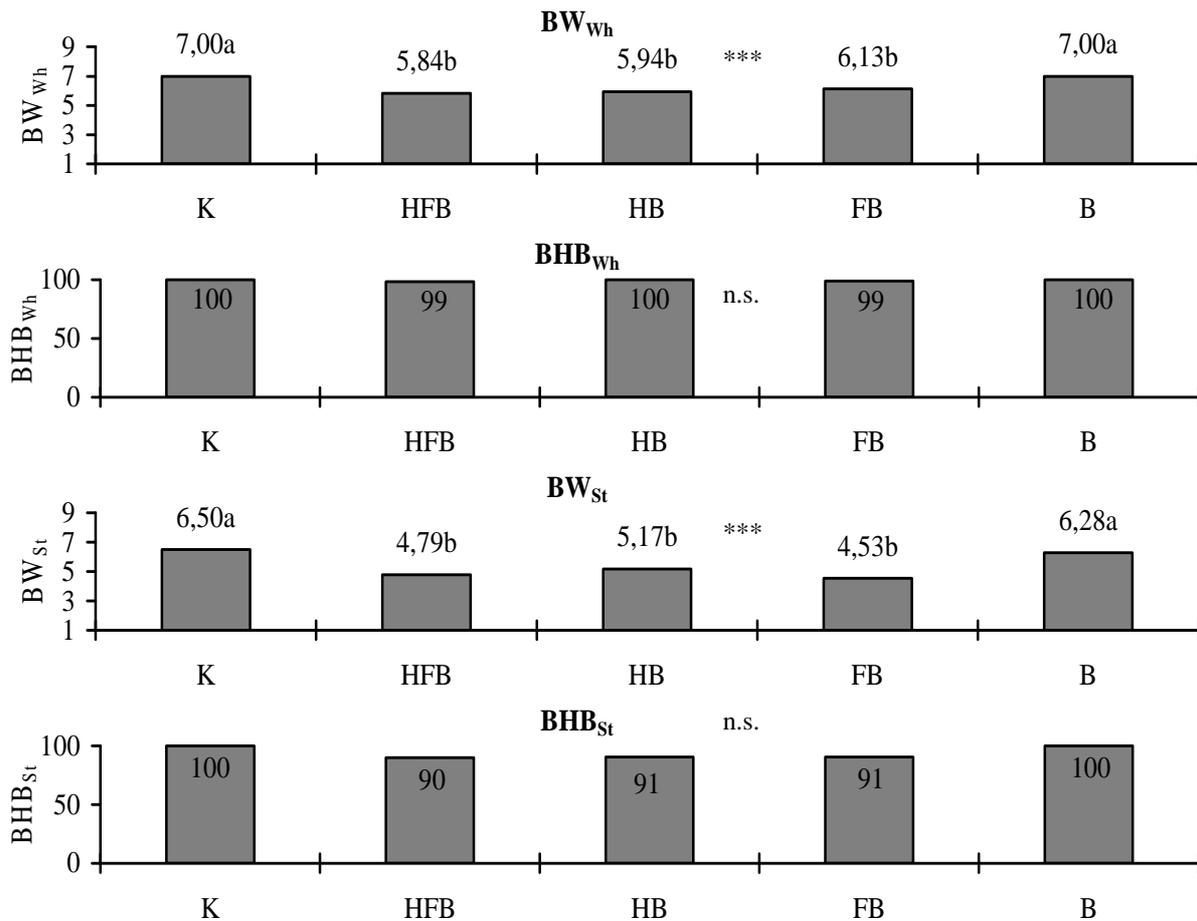


Abb. 26: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Wurzelhals- (BW_{wh} , BHB_{wh}) und Stengelendbefall (BW_{st} , BHB_{st}) mit *Phoma lingam* im Versuchsjahr 2004/2005; Tuckey-Test, $n=8$

Im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 27) waren ebenfalls hoch signifikante ($p \leq 0,001$) Unterschiede bezüglich des Wurzelhalsendbefalls bemessen am BW_{wh} festzustellen. Somit ergaben sich mit steigender Applikationsintensität abnehmende BW_{wh} -Werte (Reihenfolge B, FB, HB, HFB). Allerdings zeigten sich zwischen den Applikationsterminen zum Teil keine signifikanten Unterschiede. So konnte sowohl der BW_{wh} -Wert der B- ($BW_{wh} = 5,89$) als auch der FB-Applikation ($BW_{wh} = 5,44$) nicht signifikant gegenüber der unbehandelten Kontrolle ($BW_{wh} = 6,2$) abgesichert werden. Die HFB- ($BW_{wh} = 4,93$), HB- ($BW_{wh} = 5,17$) und FB-Applikation konnten statistisch gegenüber der unbehandelten Kontrolle abgesichert werden, jedoch unterschied sich die HB-Applikation im Vergleich zur FB- und HFB-Indikation nicht signifikant voneinander. Die BHB_{wh} -Werte aller Applikationstermine (99,6 % bis 100 %) blieben vergleichend zur unbehandelten Kontrolle (100 %) ohne Einfluß auf diesen Häufigkeitsbefallsparameter.

Auf den Stengelendbefall übten bemessen am BW_{st} -Wert des Jahr 2005/2006 (Abb. 27) lediglich die HFB- ($BW_{st} = 3,11$) und FB-Applikationen ($BW_{st} = 2,83$) einen hoch

signifikanten ($p \leq 0,001$) Einfluß vergleichend zur unbehandelten Kontrolle ($BW_{St} = 3,83$) aus. Untereinander waren die Applikationstermine nicht statistisch abzusichern. Auch führten die HB- ($BW_{St} = 3,40$) und die B-Applikationen ($BW_{St} = 3,45$) zu keinem signifikanten Befallsrückgang gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Die Befallshäufigkeitswerte am Stengel (BHB_{St}) blieben durch alle Applikationstermine (alle Varianten zwischen 74 % und 78 % BHB_{St}) gegenüber der unbehandelten Kontrolle ($BHB_{St} = 87$ %) weitestgehend unbeeinflusst.

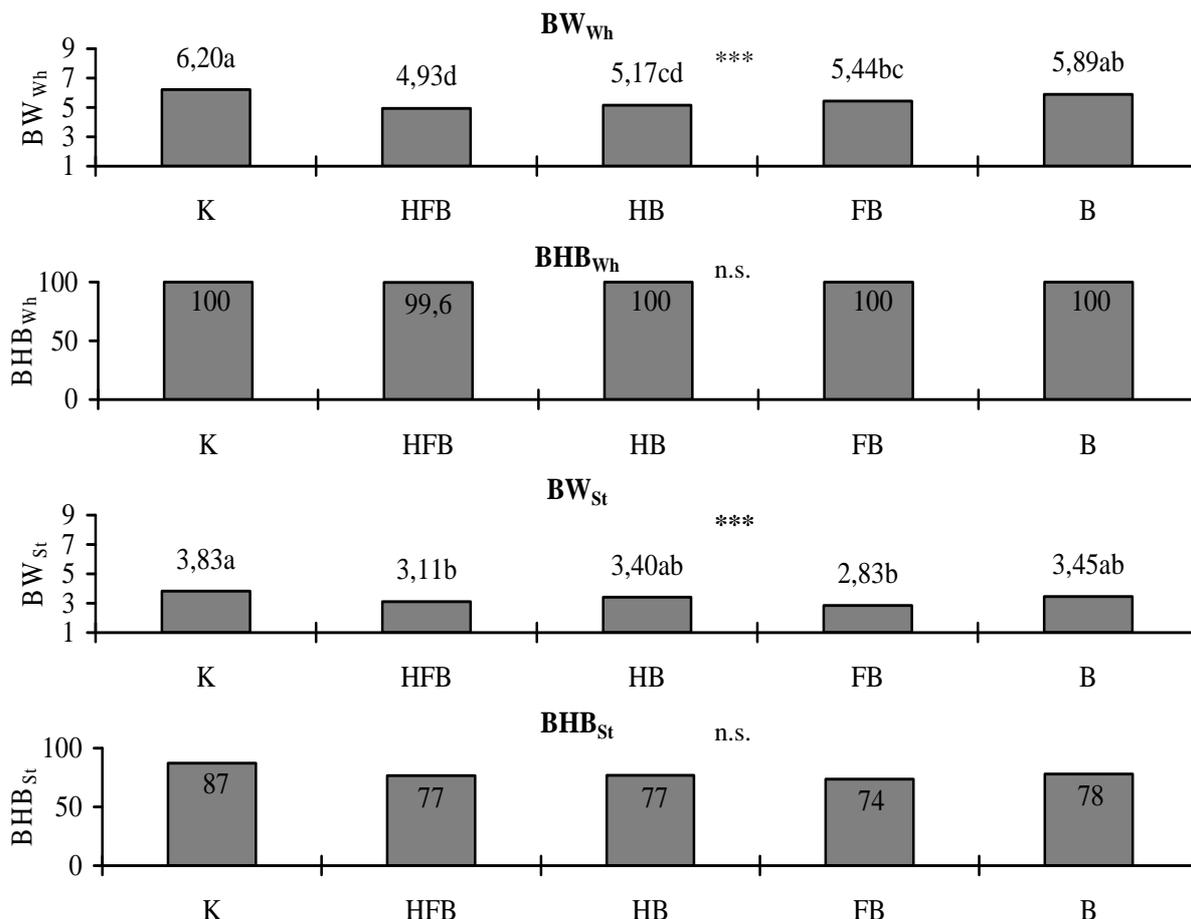


Abb. 27: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Wurzelhals- (BW_{Wh} , BHB_{Wh}) und Stengelendbefall (BW_{St} , BHB_{St}) mit *Phoma lingam* im Versuchsjahr 2005/2006; Tuckey-Test, $n=8$

3.1.5.5 Einfluß von Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus auf den Wurzelhals- (BW_{Wh}) und Stengelendbefall (BW_{St}) mit *Phoma lingam* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Nachfolgend werden die Versuchsergebnisse der Jahre 2004/2005 sowie 2005/2006 bezüglich des Wurzelhals- und Stengelendbefalls mit *Phoma lingam* in den ausschließlich mit Fungiziden behandelten HFB- (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB- (Herbst/Blüte), FB-

(Frühjahr/Blüte) und B-Varianten (Blüte) vergleichend zu den mit Fungiziden in Kombination mit Moddus behandelten Varianten beschrieben.

In den Versuchsjahren 2004/2005 (Tab. 24) und 2005/2006 (Tab. 25) waren sowohl für den Wurzelhals- als auch für den Stengelbereich die Differenzen der BW_{Wh} und BW_{St} zwischen den ausschließlich mit Fungiziden behandelten Varianten im Vergleich zu den Kombinationsvarianten (Fungizid mit Moddus) gering, so daß keine eindeutigen Aussagen hinsichtlich der Wirkungspotenz im Wurzelhals- und Stengelbereich getroffen werden konnten. Die Unterschiede waren für den Wurzelhals- wie auch für den Stengelendbefall nicht signifikant.

Tab. 24: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf den Wurzelhals- und Stengelendbefall (BW 1-9) im Versuchsjahr 2004/2005; T-Test, n=3

Variante	BW_{Wh}			BW_{St}		
	F	F+M	Signifikanz	F	F+M	Signifikanz
HFB						
Folicur	6,07	6,00	n.s.	4,87	5,00	n.s.
Caramba	5,53	5,00	n.s.	4,47	4,53	n.s.
Cantus	5,77	5,33	n.s.	4,23	3,50	n.s.
Prosaro	5,93	4,80	n.s.	4,33	4,33	n.s.
Proline	5,27	5,33	n.s.	5,10	4,77	n.s.
Score	5,73	4,20	n.s.	4,53	2,77	n.s.
Harvesan	5,93	6,00	n.s.	5,30	5,13	n.s.
HB						
Folicur	5,70	5,83	n.s.	4,70	5,67	n.s.
Caramba	5,97	5,30	n.s.	5,63	5,30	n.s.
Cantus	5,73	5,93	n.s.	3,83	5,10	n.s.
Prosaro	6,07	5,67	n.s.	5,23	4,73	n.s.
Proline	5,40	5,23	n.s.	5,30	4,70	n.s.
Score	5,77	5,43	n.s.	4,67	5,60	n.s.
Harvesan	6,20	6,10	n.s.	5,90	5,93	n.s.
FB						
Folicur	5,93	6,83	n.s.	4,57	5,80	n.s.
Caramba	6,60	6,17	n.s.	5,53	4,90	n.s.
Cantus	5,53	5,23	n.s.	3,03	3,43	n.s.
Prosaro	6,03	5,83	n.s.	4,27	4,90	n.s.
Proline	6,13	5,47	n.s.	4,53	4,10	n.s.
Score	6,23	5,73	n.s.	4,67	3,50	n.s.
Harvesan	6,00	6,37	n.s.	5,10	5,17	n.s.
B						
Folicur	6,67	7,03	n.s.	6,30	6,40	n.s.
Caramba	7,20	6,57	*	5,90	6,60	n.s.
Cantus	6,67	6,93	n.s.	6,13	6,27	n.s.
Prosaro	6,83	6,77	n.s.	6,03	6,37	n.s.
Proline	6,90	7,20	n.s.	6,67	7,20	n.s.
Score	7,53	7,00	n.s.	6,47	6,00	n.s.
Harvesan	6,93	6,90	n.s.	6,80	6,10	n.s.

Tab. 25: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf den Wurzelhals- und Stengelendbefall (BW 1-9) im Versuchsjahr 2005/2006; T-Test, n=3

Variante	BW _{Wh}			BW _{St}		
	F	F+M	Signifikanz	F	F+M	Signifikanz
HFB						
Folicur	5,17	4,90	n.s.	3,50	3,20	n.s.
Caramba	4,77	4,93	n.s.	3,00	3,37	n.s.
Cantus	4,77	4,60	n.s.	2,40	2,43	n.s.
Prosaro	4,67	4,23	n.s.	3,27	2,93	n.s.
Proline	5,00	4,20	n.s.	2,70	2,43	n.s.
Score	4,23	4,33	n.s.	2,77	2,87	n.s.
Harvesan	4,97	5,13	n.s.	3,33	3,73	n.s.
HB						
Folicur	5,20	5,13	n.s.	3,43	4,27	n.s.
Caramba	5,03	5,30	n.s.	3,10	3,67	n.s.
Cantus	4,80	4,47	n.s.	3,07	3,03	n.s.
Prosaro	4,93	4,60	n.s.	3,87	3,17	n.s.
Proline	5,03	4,53	n.s.	3,40	3,23	n.s.
Score	4,83	4,90	n.s.	3,50	3,67	n.s.
Harvesan	5,50	5,23	n.s.	2,83	3,53	n.s.
FB						
Folicur	5,37	5,50	n.s.	2,87	3,43	n.s.
Caramba	5,60	5,33	n.s.	3,27	3,13	n.s.
Cantus	5,23	5,47	n.s.	2,33	1,90	n.s.
Prosaro	5,03	5,53	n.s.	2,50	3,10	n.s.
Proline	5,23	5,30	n.s.	2,97	2,30	n.s.
Score	5,60	5,50	n.s.	2,57	2,60	n.s.
Harvesan	5,40	5,20	n.s.	3,33	2,60	n.s.
B						
Folicur	6,07	6,13	n.s.	3,23	3,10	n.s.
Caramba	6,03	5,97	n.s.	3,37	3,77	n.s.
Cantus	5,77	5,73	n.s.	3,60	3,47	n.s.
Prosaro	5,77	5,73	n.s.	3,37	3,50	n.s.
Proline	5,93	5,83	n.s.	3,23	3,43	n.s.
Score	5,93	5,90	n.s.	3,60	3,23	n.s.
Harvesan	5,80	6,03	n.s.	3,23	3,73	n.s.

3.1.6 Pflanzenmorphogenese: Sproßlänge und Wurzelhalsdurchmesser (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Nachfolgend werden die Versuchsergebnisse der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 bezüglich der wachstumsregulatorischen Auswirkungen von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf die Sproßlänge (cm) und den Wurzelhalsdurchmesser (cm) in den behandelten HFB- (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB- (Herbst/Blüte), FB- (Frühjahr/Blüte), und in den B-Varianten (Blüte) (nur Sproßlänge) vergleichend zur unbehandelten Kontrolle beschrieben.

3.1.6.1 Entwicklung der Sproßlänge und des Wurzelhalsdurchmessers in der unbehandelten Kontrolle (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Das Sproßlängenwachstum der unbehandelten Kontrolle zeigte im Boniturzeitraum (27.09.2004 bis 29.11.2004) des Herbstes des Versuchsjahres 2004/2005 (Abb. 28, oben) einen nur verhaltenen Anstieg von 1,15 cm zu Boniturbeginn auf 1,59 cm zu Boniturrende. Über Winter nahm die Sproßlänge bis zum Boniturbeginn im Frühjahr (21.03.2005) auf 3,8 cm zu und erreichte zu Boniturrende (02.05.2005) eine Sproßlänge von 104,3 cm auf.

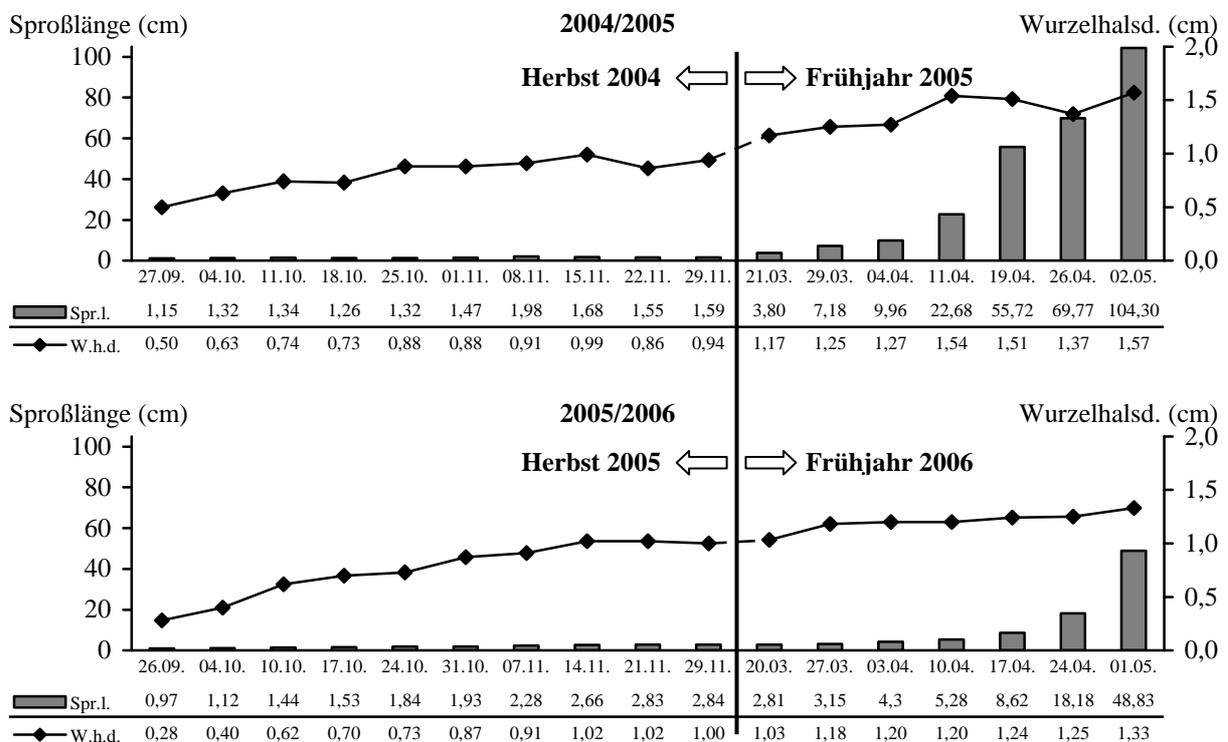


Abb. 28: Verlauf von Sproßlänge (cm) und Wurzelhalsdurchmesser (cm) in der unbehandelten Kontrolle der Versuchsjahre 2004/2005 (oben) und 2005/2006 (unten)

Im Herbst 2005 (Abb. 28, unten) wies die unbehandelte Kontrolle durch den verzögerten Aufbruch des Rapses mit Boniturbeginn (26.09.2005) eine Sproßlänge von 0,97 cm auf und

erreichte bis Boniturrende (29.11.2005) eine Länge von 2,84 cm. Bedingt durch den langen Winter wiesen die Pflanzen im Frühjahr 2006 eine etwa um einen Zentimeter kürzere Sproßlänge auf. Durch die fortdauernde Kälte blieben die Pflanzen bis zum 01.05.2006 (48,83 cm) im Vergleich zum Frühjahr des Versuchsjahres 2004/2005 (104,3 cm) deutlich im Wachstum zurück.

Der Wurzelhalsdurchmesser in der unbehandelten Kontrolle (Abb. 28, oben) betrug im Herbst 2004 bis Boniturrende 0,94 cm und nahm über Winter auf 1,17 cm zu. Zur letzten Bonitur im Frühjahr (02.05.2005) erreichte der Wurzelhals einen Durchmesser von 1,57 cm.

Im Herbst 2005 (Abb. 28, unten) wiesen die Pflanzen der unbehandelten Kontrolle mit 0,28 cm Durchmesser geringere Werte als im Vorjahr auf. Bis Boniturrende (29.11.2005) erreichten die Pflanzen mit 0,94 cm einen identischen Wurzelhalsdurchmesser wie im Herbst 2004. Im Frühjahr 2006 entwickelten die Rapspflanzen in der unbehandelten Kontrolle einen Durchmesser von 1,33 cm.

3.1.6.2 Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf die Sproßlänge und den Wurzelhalsdurchmesser (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Ergebnisse fungizider und wachstumsregulatorischer Einflüsse der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 bezüglich der Entwicklung der Sproßlänge und des Wurzelhalsdurchmessers in den behandelten HFB- (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB- (Herbst/Blüte), FB- (Frühjahr/Blüte) sowie in den B-Varianten (Blüte) (nur Sproßlänge) werden nachfolgend dargelegt.

Im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005 (Abb. 29, Tab. 26) blieben die fungiziden und wachstumsregulatorischen Maßnahmen ohne signifikanten Einfluß auf das Sproßlängenwachstum.

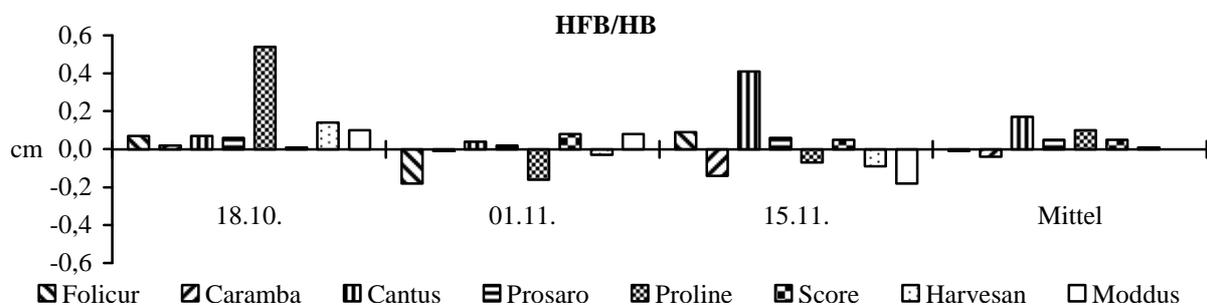


Abb. 29: Sproßlängeneinkürzung (+/- cm) der HFB- und HB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Applikation (06.10.2004) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005

Im Frühjahr des Versuchsjahres 2004/2005 (Tab. 26) wurden zum ersten Boniturtermin (29.03.2005) einheitliche Sproßlängen in allen Varianten und der unbehandelten Kontrolle festgestellt. Deuten sich unter den HFB-Varianten in den mit Caramba und den mit Prosaro behandelten Varianten, sowie unter den FB-Varianten in der mit Folicur behandelten Variante tendenzielle Unterschiede vergleichend zur unbehandelten Kontrolle am letzten Boniturtermin 02.05.2005 an (Abb. 30, Tab. 26), so waren diese statistisch nicht abzusichern. Die in den HB-Varianten bemessenen Sproßlängenunterschiede zur unbehandelten Kontrolle waren ebenfalls statistisch nicht abzusichern. Obwohl in 2004/2005 tendenzielle Wirkungen spezieller Fungizide erkennbar waren, wiesen die Bemessungen des Sproßlängenwachstums über alle Varianten keinen signifikanten Einfluß fungizider und wachstumsregulatorischer Maßnahmen auf.

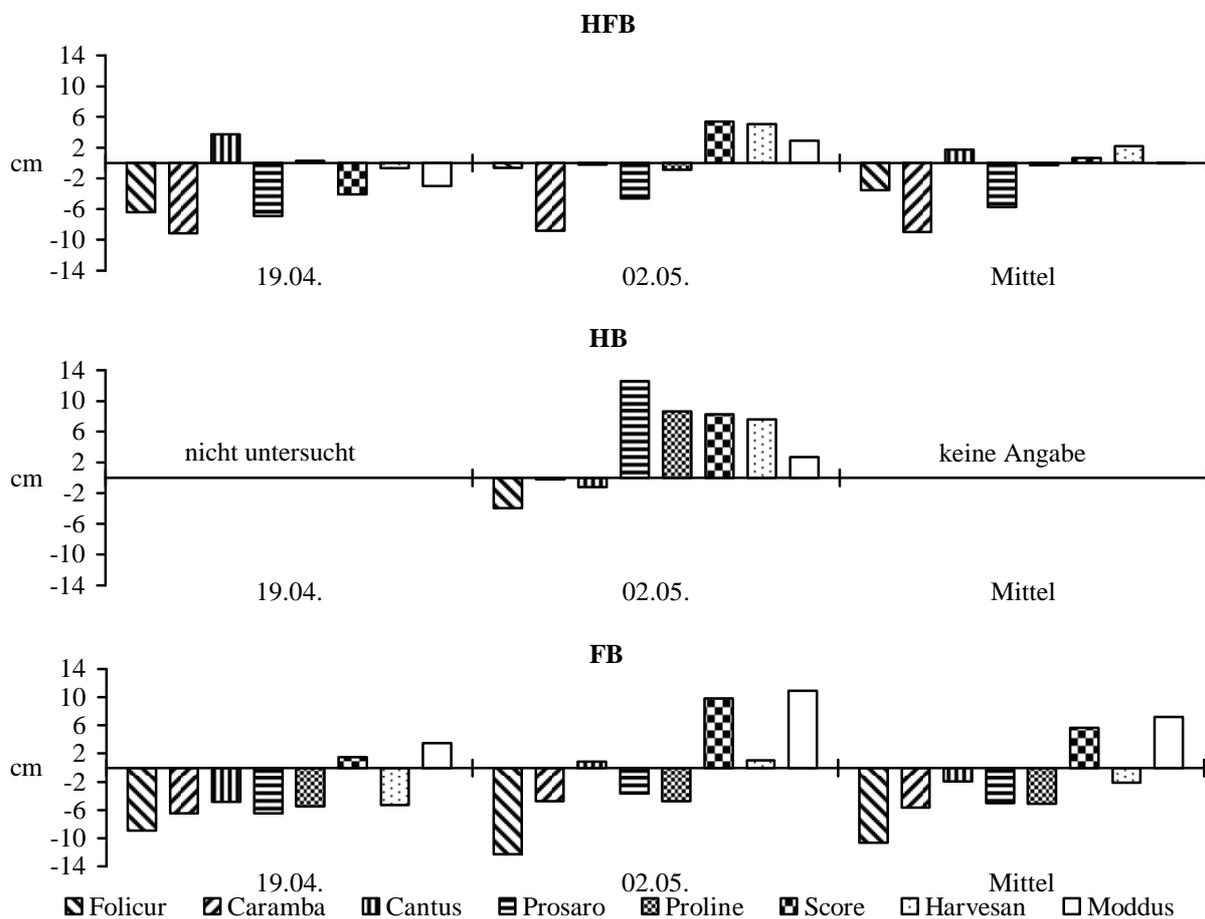


Abb. 30: Sproßlängeneinkürzung (+/- cm) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbstapplikation (06.10.2004) beziehungsweise/und Frühjahrsapplikation (08.04.2005) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Frühjahr des Versuchsjahres 2004/2005

Die alleinig in den HFB-Varianten untersuchten Effekte (09.06.2005) einer Blütenapplikation auf die Sproßlänge (Tab. 26) wiesen für die Fungizide Folicur, Caramba,

3 Ergebnisse

Prosaro, Proline und Harvesan sowie den Wachstumsregulator Moddus einen statistisch nicht abzusichernden Einkürzungseffekt nach.

Tab. 26: Sproßlänge (cm) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen im Herbst und Frühjahr des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckey-Test, n=3

Variante	Herbst 2004			Frühjahr 2005			
	18.10.	01.11.	15.11.	29.03.	19.04.	02.05.	09.06.
HFB							
Kontrolle	1,26	1,47	1,68	7,18	55,72	104,30	170,75
Folicur	1,33	1,29	1,77	6,64	49,30	103,67	165,00
Caramba	1,28	1,46	1,54	6,19	46,58	95,48	163,50
Cantus	1,33	1,51	2,09	7,07	59,43	104,10	169,50
Prosaro	1,32	1,49	1,74	6,72	48,82	99,70	162,33
Proline	1,80	1,31	1,61	6,81	56,01	103,43	161,25
Score	1,27	1,55	1,73	6,60	51,68	109,68	168,42
Harvesan	1,40	1,44	1,59	6,23	55,07	109,37	165,83
Moddus	1,36	1,55	1,50	6,21	52,72	107,22	163,42
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
HB							
Kontrolle	1,26	1,47	1,68	7,18	55,72	104,30	170,75
Folicur	1,33	1,29	1,77	6,64	nicht untersucht	100,37	nicht untersucht
Caramba	1,28	1,46	1,54	6,19		104,09	
Cantus	1,33	1,51	2,09	7,07		103,10	
Prosaro	1,32	1,49	1,74	6,72		116,88	
Proline	1,80	1,31	1,61	6,81		112,97	
Score	1,27	1,55	1,73	6,60		112,57	
Harvesan	1,40	1,44	1,59	6,23		111,87	
Moddus	1,36	1,55	1,50	6,21		106,98	
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	
FB							
Kontrolle	1,26	1,47	1,68	7,18	55,72	104,30	170,75
Folicur	1,26	1,47	1,68	7,18	46,75	91,98	nicht untersucht
Caramba	1,26	1,47	1,68	7,18	49,23	99,52	
Cantus	1,26	1,47	1,68	7,18	50,88	105,17	
Prosaro	1,26	1,47	1,68	7,18	49,27	100,67	
Proline	1,26	1,47	1,68	7,18	50,24	99,57	
Score	1,26	1,47	1,68	7,18	57,22	114,15	
Harvesan	1,26	1,47	1,68	7,18	50,38	105,33	
Moddus	1,26	1,47	1,68	7,18	59,23	115,18	
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

Im Herbst des Versuchsjahres 2005/2006 konnten zum letzten Boniturtermin am 14.11.2005 einkürzende Effekte insbesondere zwischen den mit Folicur, Caramba, Prosaro und Moddus behandelten Variante gegenüber der unbehandelten Kontrolle festgestellt werden (Abb. 31, Tab. 27). Dabei unterschieden sich die einzelnen behandelten Varianten nicht signifikant voneinander. Lediglich die mit Folicur und Caramba behandelten Varianten wiesen signifikante ($p \leq 0,01$) Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle auf.

Im Mittel aller drei Boniturtermine zeigten sich die deutlichsten Sproßeinkürzungen nach der Applikation von Folicur (-0,52 cm), Caramba (-0,57 cm), Prosaro (-0,42 cm) sowie Moddus (-0,35 cm).

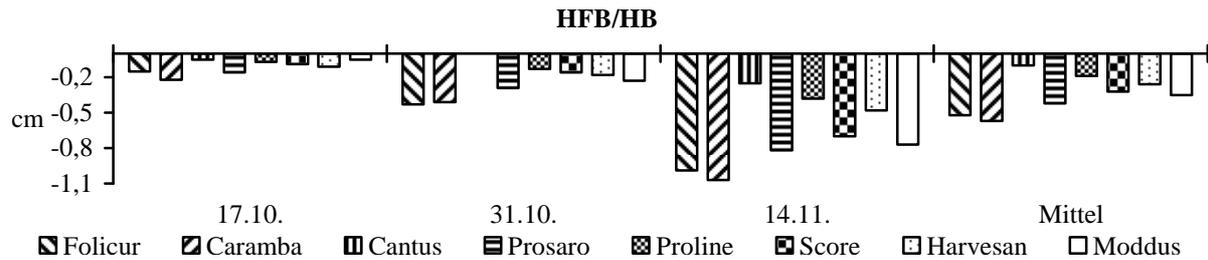


Abb. 31: Sproßlängeneinkürzung (+/- cm) der HFB- und HB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Applikation (04.10.2005) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Herbst des Versuchsjahres 2005/2006

Im Frühjahr des Versuchsjahres 2005/2006 (Tab. 27) konnten zum ersten Boniturtermin (10.04.2006) die durch Herbstapplikationen erzielten Sproßeinkürzungen nur noch tendenziell in den Varianten Folicur, Caramba und Prosaro nachgewiesen werden. Die Frühjahrsapplikation blieb ohne signifikante sproßeinkürzende Effekte (Abb. 32, Tab. 27). Gemittelt über alle Boniturtermine zeichneten sich jedoch für die Fungizide Folicur, Caramba, Prosaro und den Wachstumsregulator Moddus einkürzende Effekte ab.

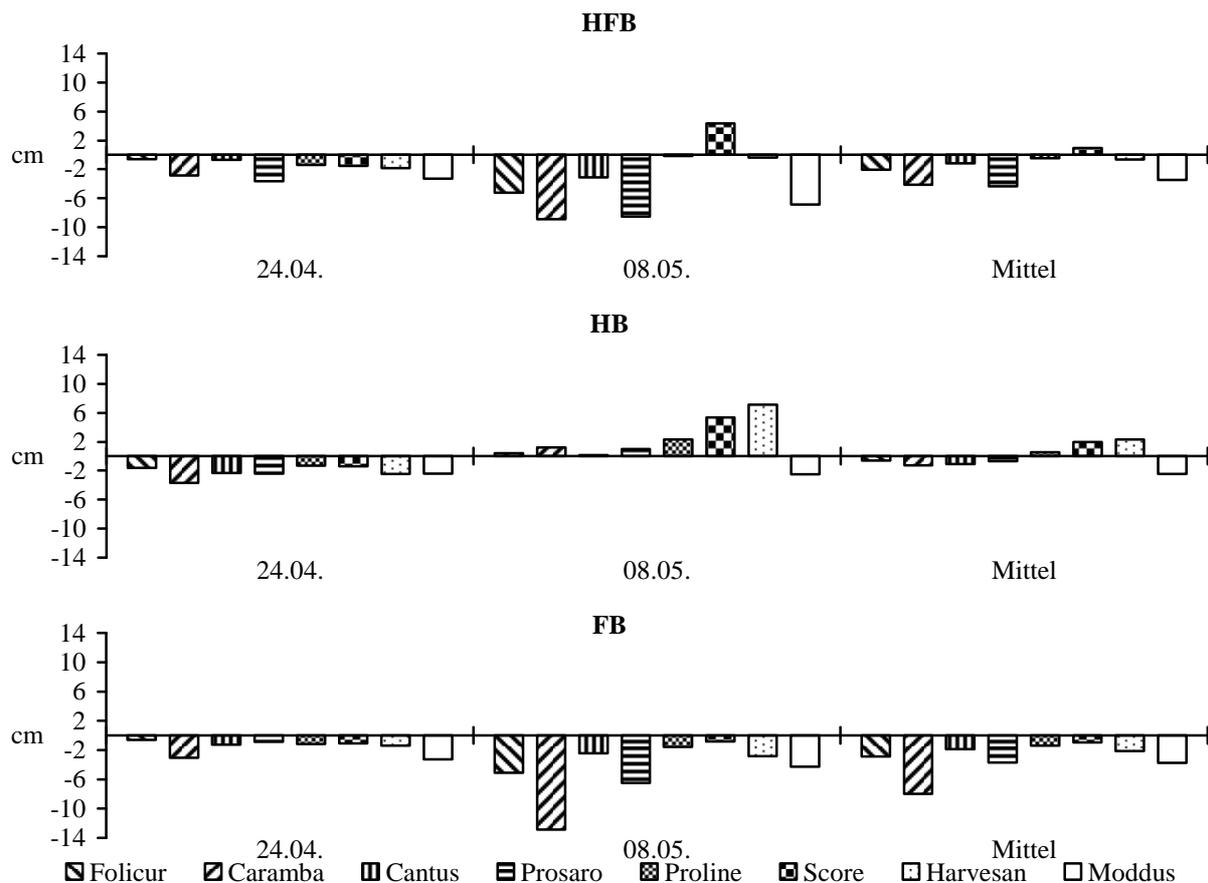


Abb. 32: Sproßlängeneinkürzung (+/- cm) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen nach Herbst- (04.10.2005) beziehungsweise/und Frühjahrsapplikation (18.04.2006) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Frühjahr des Versuchsjahres 2005/2006

Zur Endbonitur (01.06.2006) nach erfolgter Blütenapplikation (Tab. 27) war für fast alle Varianten, mit Ausnahme der HFB-Variante Cantus und B-Variante Proline, eine Einkürzung der Sproßlängen gegenüber der unbehandelten Kontrolle nachzuweisen. Statistisch abzusichern ($p \leq 0,001$) waren die Differenzen jedoch nur für die HFB-Varianten Caramba (-16,33 cm) und Harvesan (-12,57 cm), wobei auch die Varianten Folicur (-11,10 cm) und Moddus (-8,53 cm) kürzere Sproßlängen aufwiesen. In den FB-Varianten zeigten die Varianten Folicur (-14,20 cm), Caramba (-9,27 cm), Prosaro (-11,47 cm) und Moddus (-7,30 cm) deutliche, jedoch nicht signifikante Einkürzungen. In den HB- und B-Varianten bestanden zwischen den Präparaten nur geringe Differenzen.

Tab. 27: Sproßlänge (cm) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen im Herbst und Frühjahr des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Variante	Herbst 2005			Frühjahr 2006			
	17.10.	31.10.	14.11	10.04.	24.04.	08.05.	01.06.
HFB							
Kontrolle	1,53	1,93	2,66b	5,28	18,18	89,29ab	171,50cd
Folicur	1,38	1,50	1,67a	4,84	17,58	84,06ab	160,40abc
Caramba	1,31	1,52	1,59a	4,60	15,33	80,39b	155,17a
Cantus	1,48	1,93	2,41ab	5,57	17,47	86,18ab	174,50d
Prosaro	1,37	1,64	1,84ab	4,45	14,52	80,74b	167,07bcd
Proline	1,46	1,80	2,28ab	5,34	16,78	89,12ab	171,17cd
Score	1,44	1,77	1,96ab	5,14	16,65	93,67a	165,83bcd
Harvesan	1,42	1,75	2,18ab	5,53	16,32	88,90ab	158,93ab
Moddus	1,48	1,70	1,89ab	5,09	14,87	82,41ab	162,97abc
Signifikanz	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	***
HB							
Kontrolle	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	171,50
Folicur	1,38	1,50	1,67a	4,84	16,53	89,69	162,90
Caramba	1,31	1,52	1,59a	4,60	14,46	90,47	166,37
Cantus	1,48	1,93	2,41ab	5,57	15,86	89,43	166,13
Prosaro	1,37	1,64	1,84ab	4,45	15,75	90,28	166,60
Proline	1,46	1,80	2,28ab	5,34	16,85	91,64	167,90
Score	1,44	1,77	1,96ab	5,14	16,76	94,65	165,97
Harvesan	1,42	1,75	2,18ab	5,53	15,72	96,44	170,50
Moddus	1,48	1,70	1,89ab	5,09	15,77	86,77	167,87
Signifikanz	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FB							
Kontrolle	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	171,50
Folicur	1,53	1,93	2,66	5,28	17,57	84,20	157,30
Caramba	1,53	1,93	2,66	5,28	15,13	76,42	162,23
Cantus	1,53	1,93	2,66	5,28	16,91	86,86	168,37
Prosaro	1,53	1,93	2,66	5,28	17,29	82,83	160,03
Proline	1,53	1,93	2,66	5,28	17,00	87,71	167,20
Score	1,53	1,93	2,66	5,28	17,10	88,45	170,97
Harvesan	1,53	1,93	2,66	5,28	16,80	86,45	168,07
Moddus	1,53	1,93	2,66	5,28	14,93	85,03	164,20
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
B							
Kontrolle	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	171,50
Folicur	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	165,67
Caramba	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	163,03
Cantus	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	165,40
Prosaro	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	165,13
Proline	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	172,23
Score	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	168,90
Harvesan	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	166,00
Moddus	1,53	1,93	2,66	5,28	18,18	89,29	168,00
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

3 Ergebnisse

Die Einflüsse der zeitlich differenzierten Applikationstermine unterschiedlicher Fungizide und des Wachstumsregulators Moddus auf den Wurzelhalsdurchmesser (Tab. 28) waren sowohl in 2004/2005 als auch in 2005/2006 äußerst geringfügig und führten zum Teil zu Verringerungen, zum Teil zu Erhöhungen des Durchmessers.

Tab. 28: Wurzelhalsdurchmesser (cm) der HFB-, HB- und FB-Varianten zu unterschiedlichen Boniturterminen im Herbst und Frühjahr des Versuchsjahres 2004/2005 und 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Variante	2004/2005						2005/2006						
	Herbst 2004			Frühjahr 2005			Herbst 2005			Frühjahr 2006			
	18.10.	01.11.	15.11.	29.03.	19.04.	02.05.	17.10.	31.10.	14.11.	10.04.	24.04.	08.05.	
HFB													
Kontrolle	0,73	0,88	0,99	1,25	1,51	1,57	0,70	0,87	1,02	1,20	1,25abc	1,34	
Folicur	0,73	0,85	0,88	1,15	1,47	1,56	0,68	0,85	0,94	1,29	1,48c	1,44	
Caramba	0,77	0,89	0,90	1,23	1,51	1,58	0,66	0,90	0,99	1,31	1,46bc	1,41	
Cantus	0,79	0,83	0,93	1,16	1,34	1,55	0,71	0,82	0,95	1,12	1,13a	1,37	
Prosaro	0,83	0,86	1,01	1,29	1,32	1,54	0,69	0,84	0,93	1,20	1,20abc	1,42	
Proline	0,77	0,84	1,00	1,22	1,50	1,58	0,72	0,85	0,94	1,26	1,33abc	1,48	
Score	0,75	0,90	0,99	1,21	1,30	1,59	0,69	0,84	0,94	1,27	1,29abc	1,33	
Harvesan	0,75	0,89	0,99	1,21	1,38	1,66	0,71	0,85	0,99	1,31	1,29abc	1,44	
Moddus	0,81	0,88	1,01	1,24	1,44	1,60	0,74	0,73	0,99	1,29	1,20ab	1,41	
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	
HB													
Kontrolle	0,73	0,88	0,99	1,25	1,51	1,57	0,70	0,87	1,02	1,20	1,25	1,34	
Folicur	0,73	0,85	0,88	1,15	nicht untersucht	1,45	0,68	0,85	0,94	1,29	1,26	1,50	
Caramba	0,77	0,89	0,90	1,23		1,52	0,66	0,90	0,99	1,31	1,20	1,54	
Cantus	0,79	0,83	0,93	1,16		1,51	0,71	0,82	0,95	1,12	1,22	1,29	
Prosaro	0,83	0,86	1,01	1,29		1,66	0,69	0,84	0,93	1,20	1,37	1,52	
Proline	0,77	0,84	1,00	1,22		1,59	0,72	0,85	0,94	1,26	1,30	1,45	
Score	0,75	0,90	0,99	1,21		1,63	0,69	0,84	0,94	1,27	1,33	1,46	
Harvesan	0,75	0,89	0,99	1,21		1,66	0,71	0,85	0,99	1,31	1,27	1,50	
Moddus	0,81	0,88	1,01	1,24		1,65	0,74	0,73	0,99	1,29	1,21	1,37	
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FB													
Kontrolle	0,73	0,88	0,99	1,25	1,51	1,57	0,70	0,87	1,02	1,20	1,25	1,34	
Folicur	0,73	0,88	0,99	1,25	1,42	1,54	0,70	0,87	1,02	1,20	1,38	1,41	
Caramba	0,73	0,88	0,99	1,25	1,43	1,62	0,70	0,87	1,02	1,20	1,26	1,41	
Cantus	0,73	0,88	0,99	1,25	1,25	1,61	0,70	0,87	1,02	1,20	1,29	1,34	
Prosaro	0,73	0,88	0,99	1,25	1,42	1,70	0,70	0,87	1,02	1,20	1,25	1,42	
Proline	0,73	0,88	0,99	1,25	1,43	1,57	0,70	0,87	1,02	1,20	1,39	1,53	
Score	0,73	0,88	0,99	1,25	1,47	1,68	0,70	0,87	1,02	1,20	1,22	1,49	
Harvesan	0,73	0,88	0,99	1,25	1,52	1,66	0,70	0,87	1,02	1,20	1,29	1,43	
Moddus	0,73	0,88	0,99	1,25	1,49	1,65	0,70	0,87	1,02	1,20	1,31	1,36	
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

3.1.6.3 Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf die Sproßlänge und den Wurzelhalsdurchmesser (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Mittelwerte aus den verschiedenen Varianten der Applikationsvarianten Herbst/Frühjahr/Blüte (HFB), Herbst/Blüte (HB) und Frühjahr/Blüte (FB) wurden hinsichtlich der Auswirkungen auf die Sproßlänge und den Wurzelhalsdurchmesser untereinander und mit der unbehandelten Kontrolle verglichen. Die ausschließlich zur Blüte behandelten Varianten (B) entsprachen der unbehandelten Kontrolle und werden folglich nicht dargestellt.

Die gemittelten Werte des Sproßlängenwachstums (Abb. 33) und des Wurzelhalsdurchmessers (Abb. 34) dokumentieren den geringfügigen, nicht signifikanten Einfluß der in 2004/2005 im Herbst und im Frühjahr durchgeführten fungiziden und wachstumsregulatorischen Maßnahmen auf die Pflanzenmorphologie.

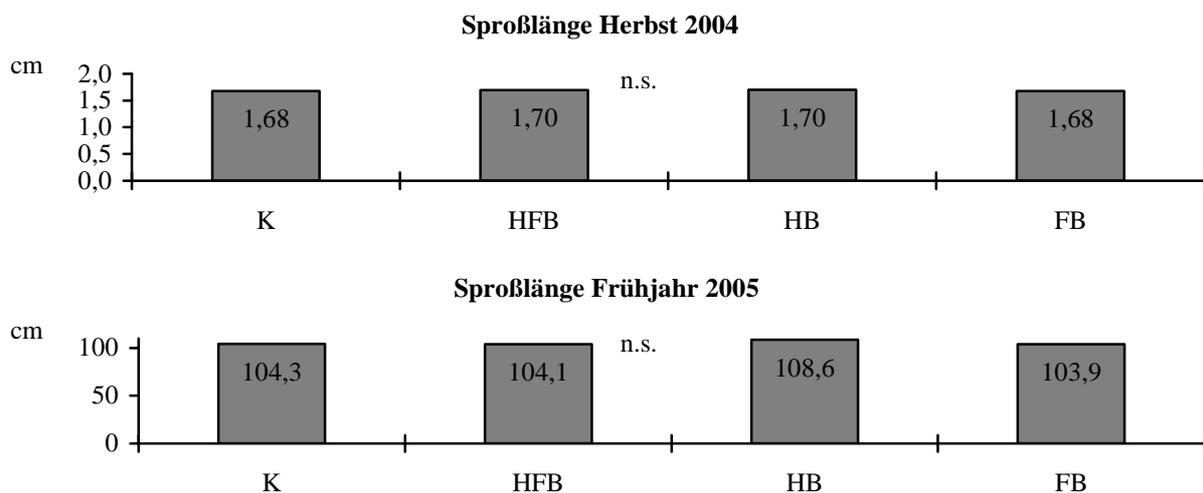


Abb. 33: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf die Sproßlänge (cm) zur Abschlußbonitur im Herbst (15.11.2004, oben) und Frühjahr (02.05.2005, unten) des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckey-Test, n=8

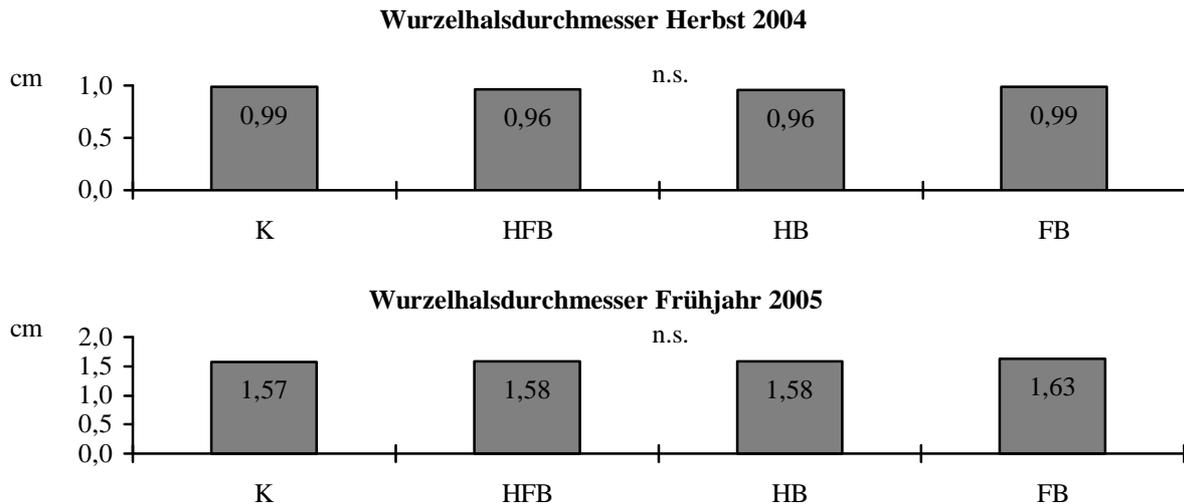


Abb. 34: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Wurzelhalsdurchmesser (cm) zur Abschlußbonitur im Herbst (15.11.2004, oben) und Frühjahr (02.05.2005, unten) des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckev-Test. n=8

Hingegen zeigten die im Versuchsjahr 2005/2006 zeitlich differenziert durchgeführten Applikationstermine (Abb. 35, 36) Effekte auf die Pflanzenmorphogenese. Durch die Herbstapplikationen (HFB, HB) konnte bezogen auf das Sproßlängenwachstum vor Winter (Abb. 35, oben) mit 1,98 cm vergleichend zur unbehandelten Kontrolle mit 2,66 cm bereits eine hoch signifikante ($p \leq 0,001$) Einkürzung erzielt werden. Die Frühjahrs-/Blütenapplikation (FB) entsprach im Herbst wegen der erst im Frühjahr erfolgten Erstapplikation der unbehandelten Kontrolle. Die Analyse der Einkürzungseffekte im Frühjahr nach Durchführung der Herbst- und Frühjahrsmaßnahmen dokumentieren den wachstumsregulatorischen Effekt der Frühjahrsbehandlung vergleichend zur unbehandelten Kontrolle (Abb. 35, unten).

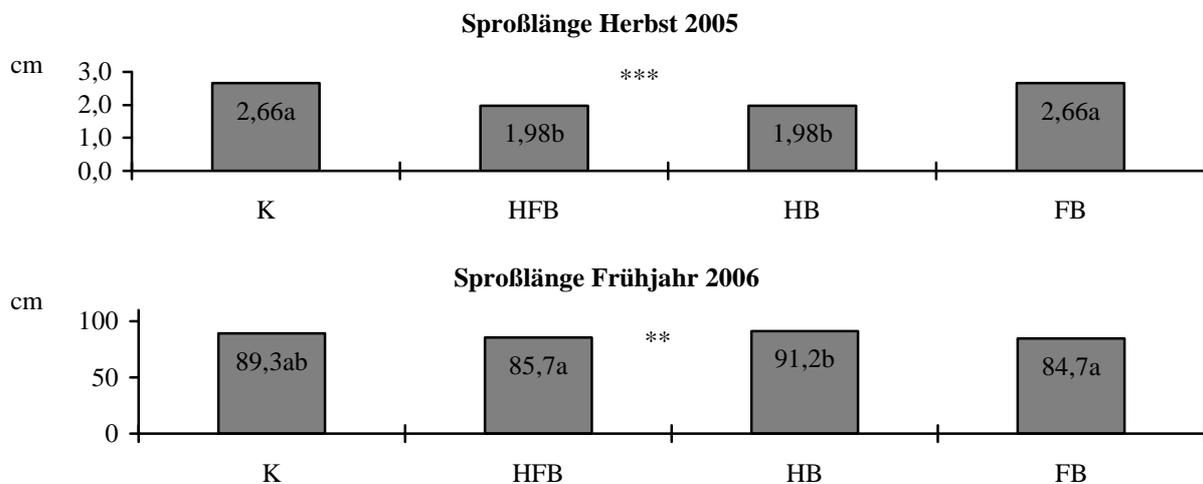


Abb. 35: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf die Sproßlänge (cm) zur Abschlußbonitur im Herbst (14.11.2005, oben) und Frühjahr (08.05.2006, unten) des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, n=8

Die Ergebnisse fungizider und wachstumsregulatorischer Maßnahmen auf den Wurzelhalsdurchmesser im Herbst (Abb. 36, oben) wiesen keine Auswirkungen der Herbstbehandlungen (HFB, HB) auf den Durchmesser vergleichend zur unbehandelten Kontrolle auf. Die fortgesetzten Bonituren im Frühjahr (Abb. 36, unten) verdeutlichen, daß der Wurzelhalsdurchmesser von fungiziden und wachstumsregulatorischen Maßnahmen weitestgehend unbeeinflusst blieb.

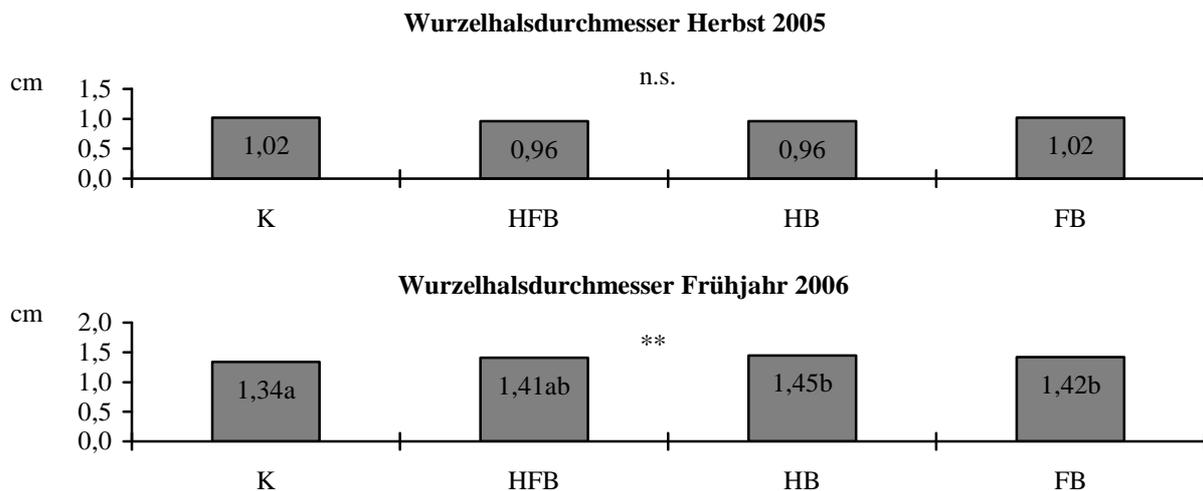


Abb. 36: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Wurzelhalsdurchmesser (cm) zur Abschlußbonitur im Herbst (14.11.2005, oben) und Frühjahr (08.05.2006, unten) des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, n=8

3.1.6.4 Einfluß von Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus auf die Sproßlänge und den Wurzelhalsdurchmesser (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Nachfolgend werden die Versuchsergebnisse der Versuchsjahre 2004/2005 sowie 2005/2006 bezüglich der Auswirkungen auf die Sproßlänge und den Wurzelhalsdurchmesser in den ausschließlich mit Fungiziden behandelten vergleichend zu den mit Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus behandelten Herbst/Frühjahr/Blüten- (HFB), Herbst/Blüten- (HB) und Frühjahr/Blüten-Varianten (FB) beschrieben.

Die Erhebungen zum Einfluß der Fungizide sowie ihrer Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus (Tab. 29, 30, 31, 32) wiesen hinsichtlich der wachstumsregulatorischen Effekte im gesamten Untersuchungszeitraum keine wesentlichen, statistisch abzusichernden Unterschiede auf.

3 Ergebnisse

Tab. 29: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf die Sproßlänge (cm) zu verschiedenen Boniturterminen im Versuchsjahr 2004/2005; T-Test, n=3

Variante	Herbst 2004									Frühjahr 2005								
	18.10.			01.11.			15.11.			29.03.			19.04.			02.05.		
	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.
HFB																		
Folicur	1,33	1,54	n.s.	1,29	1,41	n.s.	1,77	1,55	n.s.	6,64	6,15	n.s.	49,30	44,47	n.s.	103,67	100,92	n.s.
Caramba	1,28	1,62	n.s.	1,46	1,48	n.s.	1,54	1,56	n.s.	6,19	5,63	n.s.	46,58	46,82	n.s.	95,48	93,68	n.s.
Cantus	1,33	1,18	n.s.	1,51	1,39	n.s.	2,09	1,57	n.s.	7,07	6,63	n.s.	59,43	45,47	*	104,10	93,42	*
Prosaro	1,32	1,47	n.s.	1,49	1,50	n.s.	1,74	1,50	n.s.	6,72	6,08	n.s.	48,82	50,67	n.s.	99,70	106,90	n.s.
Proline	1,80	1,22	n.s.	1,31	1,48	n.s.	1,61	1,66	n.s.	6,81	6,63	n.s.	56,01	55,10	n.s.	103,43	107,25	n.s.
Score	1,27	1,43	n.s.	1,55	1,43	n.s.	1,73	1,50	n.s.	6,60	6,26	n.s.	51,68	49,43	n.s.	109,68	107,60	n.s.
Harve- san	1,40	1,19	n.s.	1,44	1,47	n.s.	1,59	1,46	n.s.	6,23	6,52	n.s.	55,07	50,05	n.s.	109,37	99,72	n.s.
HB																		
Folicur	1,33	1,54	n.s.	1,29	1,41	n.s.	1,77	1,55	n.s.	6,64	6,15	n.s.	nicht untersucht			100,37	109,97	n.s.
Caramba	1,28	1,62	n.s.	1,46	1,48	n.s.	1,54	1,56	n.s.	6,19	5,63	n.s.				104,09	113,15	n.s.
Cantus	1,33	1,18	n.s.	1,51	1,39	n.s.	2,09	1,57	n.s.	7,07	6,63	n.s.				103,10	108,27	n.s.
Prosaro	1,32	1,47	n.s.	1,49	1,50	n.s.	1,74	1,50	n.s.	6,72	6,08	n.s.				116,88	105,30	n.s.
Proline	1,80	1,22	n.s.	1,31	1,48	n.s.	1,61	1,66	n.s.	6,81	6,63	n.s.				112,97	105,47	n.s.
Score	1,27	1,43	n.s.	1,55	1,43	n.s.	1,73	1,50	n.s.	6,60	6,26	n.s.				112,57	113,90	n.s.
Harve- san	1,40	1,19	n.s.	1,44	1,47	n.s.	1,59	1,46	n.s.	6,23	6,52	n.s.				111,87	111,67	n.s.
FB																		
Folicur	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												46,75	50,47	n.s.	91,98	105,93	n.s.
Caramba													49,23	52,20	n.s.	99,52	105,72	n.s.
Cantus													50,88	52,01	n.s.	105,17	100,05	n.s.
Prosaro													49,27	47,68	n.s.	100,67	103,08	n.s.
Proline													50,24	51,27	n.s.	99,57	107,45	n.s.
Score													57,22	45,90	n.s.	114,15	93,58	*
Harve- san													50,38	48,00	n.s.	105,33	99,87	n.s.

Tab. 30 : Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf die Sproßlänge (cm) zu verschiedenen Boniturterminen im Versuchsjahr 2005/2006; T-Test, n=3

Variante	Herbst 2005									Frühjahr 2006								
	17.10.			31.10.			14.11.			10.04.			24.04.			08.05.		
	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.
HFB																		
Folicur	1,38	1,31	n.s.	1,50	1,31	n.s.	1,67	1,51	n.s.	4,84	4,12	*	17,58	13,76	*	84,06	80,78	n.s.
Caramba	1,31	1,29	n.s.	1,52	1,45	n.s.	1,59	1,37	n.s.	4,60	4,07	n.s.	15,33	12,85	n.s.	80,39	79,66	n.s.
Cantus	1,48	1,40	n.s.	1,93	1,77	n.s.	2,41	1,91	n.s.	5,57	4,42	*	17,47	14,01	n.s.	86,18	82,02	n.s.
Prosaro	1,37	1,30	n.s.	1,64	1,35	n.s.	1,84	1,50	n.s.	4,45	4,47	n.s.	14,52	14,57	n.s.	80,74	77,58	n.s.
Proline	1,46	1,38	n.s.	1,80	1,52	n.s.	2,28	1,72	n.s.	5,34	4,20	n.s.	16,78	14,57	n.s.	89,12	82,38	n.s.
Score	1,44	1,36	n.s.	1,77	1,60	n.s.	1,96	1,82	n.s.	5,14	4,95	n.s.	16,65	14,95	n.s.	93,67	82,54	n.s.
Harve-san	1,42	1,38	n.s.	1,75	1,63	n.s.	2,18	1,83	n.s.	5,53	4,58	n.s.	16,32	14,46	n.s.	88,90	84,01	n.s.
HB																		
Folicur	1,38	1,31	n.s.	1,50	1,31	n.s.	1,67	1,51	n.s.	4,84	4,12	*	16,53	14,22	n.s.	89,69	84,32	n.s.
Caramba	1,31	1,29	n.s.	1,52	1,45	n.s.	1,59	1,37	n.s.	4,60	4,07	n.s.	14,46	15,23	n.s.	90,47	85,83	n.s.
Cantus	1,48	1,40	n.s.	1,93	1,77	n.s.	2,41	1,91	n.s.	5,57	4,42	*	15,86	15,40	n.s.	89,43	90,15	n.s.
Prosaro	1,37	1,30	n.s.	1,64	1,35	n.s.	1,84	1,50	n.s.	4,45	4,47	n.s.	15,75	15,88	n.s.	90,28	90,22	n.s.
Proline	1,46	1,38	n.s.	1,80	1,52	n.s.	2,28	1,72	n.s.	5,34	4,20	n.s.	16,85	16,63	n.s.	91,64	87,90	n.s.
Score	1,44	1,36	n.s.	1,77	1,60	n.s.	1,96	1,82	n.s.	5,14	4,95	n.s.	16,76	15,26	n.s.	94,65	89,74	n.s.
Harve-san	1,42	1,38	n.s.	1,75	1,63	n.s.	2,18	1,83	n.s.	5,53	4,58	n.s.	15,72	14,10	n.s.	96,44	87,10	*
FB																		
Folicur	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												17,57	15,23	n.s.	84,20	80,79	n.s.
Caramba													15,13	15,35	n.s.	76,42	79,73	n.s.
Cantus													16,91	15,34	n.s.	86,86	84,33	n.s.
Prosaro													17,29	17,79	n.s.	82,83	80,55	n.s.
Proline													17,00	16,14	n.s.	87,71	86,72	n.s.
Score													17,10	16,37	n.s.	88,45	88,28	n.s.
Harve-san													16,80	15,82	n.s.	86,45	87,30	n.s.

Tab. 31: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf den Wurzelhalsdurchmesser (cm) zu verschiedenen Boniturterminen im Versuchsjahr 2004/2005; T-Test, n=3

Variante	Herbst 2004									Frühjahr 2005								
	18.10.			01.11.			15.11.			29.03.			19.04.			02.05.		
	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.
HFB																		
Folicur	0,73	0,80	n.s.	0,85	0,94	n.s.	0,88	1,00	n.s.	1,15	1,20	n.s.	1,47	1,31	n.s.	1,56	1,79	n.s.
Caramba	0,77	0,76	n.s.	0,89	0,85	n.s.	0,90	0,95	n.s.	1,23	1,15	n.s.	1,51	1,43	n.s.	1,58	1,57	n.s.
Cantus	0,79	0,76	n.s.	0,83	0,79	n.s.	0,93	0,98	n.s.	1,16	1,30	n.s.	1,34	1,48	n.s.	1,55	1,50	n.s.
Prosaro	0,83	0,73	n.s.	0,86	0,86	n.s.	1,01	0,95	n.s.	1,29	1,20	n.s.	1,32	1,32	n.s.	1,54	1,60	n.s.
Proline	0,77	0,82	n.s.	0,84	0,87	n.s.	1,00	0,96	n.s.	1,22	1,22	n.s.	1,50	1,40	n.s.	1,58	1,65	n.s.
Score	0,75	0,78	n.s.	0,90	0,88	n.s.	0,99	0,95	n.s.	1,21	1,23	n.s.	1,30	1,37	n.s.	1,59	1,77	n.s.
Harvesan	0,75	0,82	n.s.	0,89	0,92	n.s.	0,99	0,97	n.s.	1,21	1,22	n.s.	1,38	1,42	n.s.	1,66	1,50	n.s.
HB																		
Folicur	0,73	0,80	n.s.	0,85	0,94	n.s.	0,88	1,00	n.s.	1,15	1,20	n.s.	nicht untersucht			1,45	1,76	*
Caramba	0,77	0,76	n.s.	0,89	0,85	n.s.	0,90	0,95	n.s.	1,23	1,15	n.s.				1,52	1,65	n.s.
Cantus	0,79	0,76	n.s.	0,83	0,79	n.s.	0,93	0,98	n.s.	1,16	1,30	n.s.				1,51	1,55	n.s.
Prosaro	0,83	0,73	n.s.	0,86	0,86	n.s.	1,01	0,95	n.s.	1,29	1,20	n.s.				1,66	1,58	n.s.
Proline	0,77	0,82	n.s.	0,84	0,87	n.s.	1,00	0,96	n.s.	1,22	1,22	n.s.				1,59	1,59	n.s.
Score	0,75	0,78	n.s.	0,90	0,88	n.s.	0,99	0,95	n.s.	1,21	1,23	n.s.				1,63	1,70	n.s.
Harvesan	0,75	0,82	n.s.	0,89	0,92	n.s.	0,99	0,97	n.s.	1,21	1,22	n.s.				1,66	1,54	n.s.
FB																		
Folicur	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												1,42	1,44	n.s.	1,54	1,58	n.s.
Caramba													1,43	1,57	n.s.	1,62	1,80	*
Cantus													1,25	1,39	n.s.	1,61	1,54	n.s.
Prosaro													1,42	1,46	n.s.	1,70	1,59	n.s.
Proline													1,43	1,37	n.s.	1,57	1,55	n.s.
Score													1,47	1,30	*	1,68	1,44	*
Harvesan													1,52	1,44	n.s.	1,66	1,63	n.s.

Tab. 32: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid (F) auf den Wurzelhalsdurchmesser (cm) zu verschiedenen Boniturterminen im Versuchsjahr 2005/2006; T-Test, n=3

Variante	Herbst 2005									Frühjahr 2006								
	17.10.			31.10.			14.11.			10.04.			29.04.			08.05.		
	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.	F	F+M	Sig.
HFB																		
Folicur	0,68	0,69	n.s.	0,85	0,78	n.s.	0,94	0,97	n.s.	1,29	1,19	*	1,48	1,37	n.s.	1,44	1,50	n.s.
Caramba	0,66	0,70	n.s.	0,90	0,78	*	0,99	0,97	n.s.	1,31	1,27	n.s.	1,46	1,39	n.s.	1,41	1,67	n.s.
Cantus	0,71	0,69	n.s.	0,82	0,83	n.s.	0,95	0,90	n.s.	1,12	1,21	n.s.	1,13	1,27	n.s.	1,37	1,44	n.s.
Prosaro	0,69	0,67	n.s.	0,84	0,75	n.s.	0,93	0,94	n.s.	1,20	1,24	n.s.	1,20	1,37	n.s.	1,42	1,53	n.s.
Proline	0,72	0,71	n.s.	0,85	0,82	n.s.	0,94	0,87	n.s.	1,26	1,18	n.s.	1,33	1,38	n.s.	1,48	1,37	*
Score	0,69	0,69	n.s.	0,84	0,85	n.s.	0,94	0,85	n.s.	1,27	1,22	n.s.	1,29	1,26	n.s.	1,33	1,37	n.s.
Harvesan	0,71	0,70	n.s.	0,85	0,79	n.s.	0,99	1,02	n.s.	1,31	1,26	n.s.	1,29	1,34	n.s.	1,44	1,47	n.s.
HB																		
Folicur	0,68	0,69	n.s.	0,85	0,78	n.s.	0,94	0,97	n.s.	1,29	1,19	*	1,26	1,21	n.s.	1,50	1,39	n.s.
Caramba	0,66	0,70	n.s.	0,90	0,78	*	0,99	0,97	n.s.	1,31	1,27	n.s.	1,20	1,30	n.s.	1,54	1,37	n.s.
Cantus	0,71	0,69	n.s.	0,82	0,83	n.s.	0,95	0,90	n.s.	1,12	1,21	n.s.	1,22	1,19	n.s.	1,29	1,52	n.s.
Prosaro	0,69	0,67	n.s.	0,84	0,75	n.s.	0,93	0,94	n.s.	1,20	1,24	n.s.	1,37	1,26	n.s.	1,52	1,45	n.s.
Proline	0,72	0,71	n.s.	0,85	0,82	n.s.	0,94	0,87	n.s.	1,26	1,18	n.s.	1,30	1,40	n.s.	1,45	1,51	n.s.
Score	0,69	0,69	n.s.	0,84	0,85	n.s.	0,94	0,85	n.s.	1,27	1,22	n.s.	1,33	1,27	n.s.	1,46	1,38	n.s.
Harvesan	0,71	0,70	n.s.	0,85	0,79	n.s.	0,99	1,02	n.s.	1,31	1,26	n.s.	1,27	1,19	n.s.	1,50	1,26	n.s.
FB																		
Folicur													1,38	1,28	n.s.	1,41	1,59	n.s.
Caramba													1,26	1,33	n.s.	1,41	1,46	n.s.
Cantus													1,29	1,24	n.s.	1,34	1,38	n.s.
Prosaro	entsprechen der unbehandelten Kontrolle												1,25	1,38	n.s.	1,42	1,47	n.s.
Proline													1,39	1,31	n.s.	1,53	1,48	n.s.
Score													1,22	1,32	n.s.	1,49	1,52	n.s.
Harvesan													1,29	1,30	n.s.	1,43	1,44	n.s.

3.1.7 Einfluß ausschließlicher Blütenapplikationen von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf die Schotenstabilität (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Auswirkungen der ausschließlich zur Blüte applizierten Fungizide und des Wachstumsregulators Moddus (B-Varianten) auf die Schotenstabilität zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Abreifephase von BBCH 79 bis BBCH 92 finden nachfolgend Darstellung.

Im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 37, Tab. 33) zeigten sich für alle ausschließlich zur Blüte behandelten Varianten (B) zum Untersuchungstermin am 18.07.2005 (BBCH 81) zum Teil erhebliche Effekte auf die Schotenstabilität. Für alle Präparate waren über den gesamten Zeitraum mechanischer Belastung gesteigerte Schotenstabilitäten festzustellen, wobei die deutlichsten Effekte mit dem Produkt Cantus zu erzielen waren.

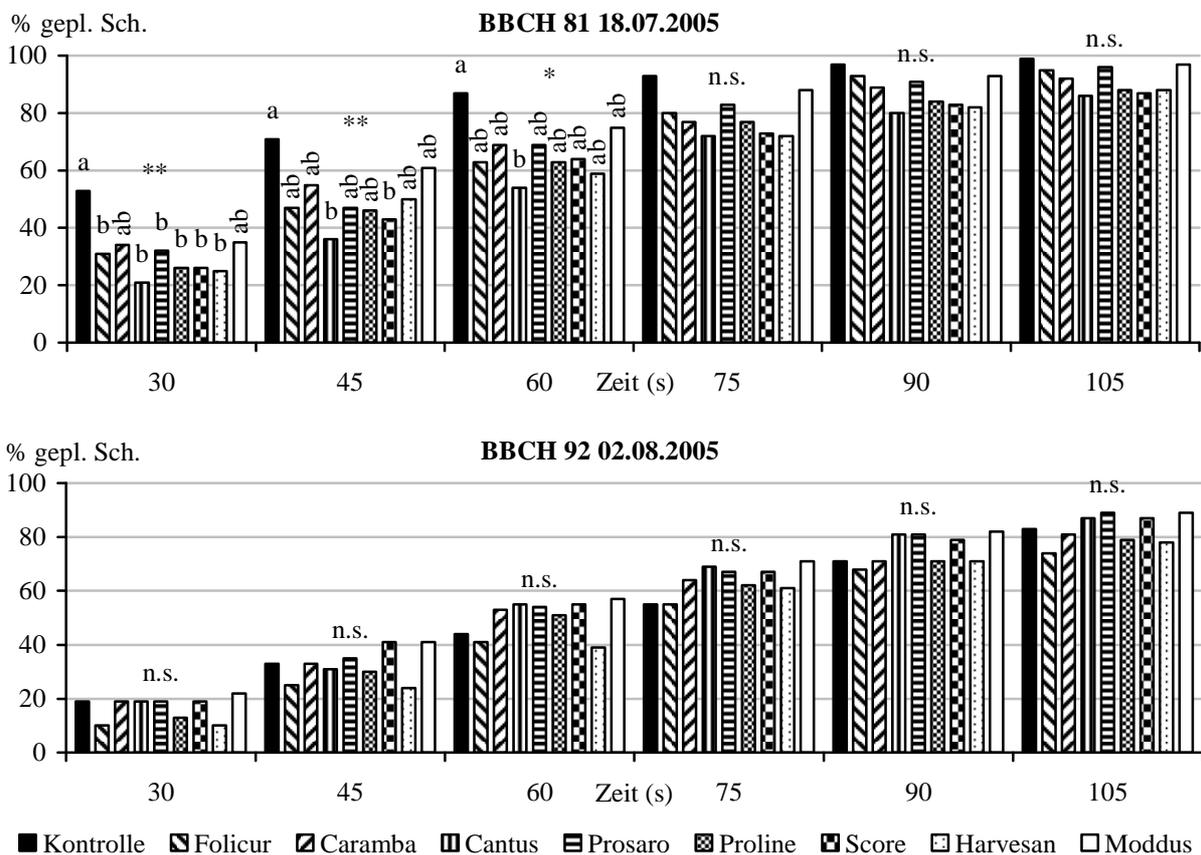


Abb. 37: Anteil geplatzter Schoten (%) zu den Zeitintervallen von 30 bis 105 Sekunden an verschiedenen Untersuchungsterminen im Versuchsjahr 2004/2005; Tuckey-Test, n=3

Die gemessenen Differenzen zwischen den Varianten waren zu den Zeitintervallen 30, 45 und 60 Sekunden statistisch gesichert. Nach 30 Sekunden wiesen alle Varianten, mit Ausnahme von Caramba und Moddus, signifikant erhöhte Schotenstabilitäten ($p \leq 0,01$) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle auf. Untereinander unterschieden sich die Varianten

nicht signifikant voneinander. Nach 45 Sekunden waren statistisch ($p \leq 0,01$) gesicherte Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle nur noch durch die mit Cantus und Score behandelten Varianten gegeben. Nach dem 60-Sekundenintervall wies lediglich Cantus eine erhöhte Schotenstabilität auf. Innerhalb der Varianten waren keine signifikanten Unterschiede gegeben. Die zu BBCH 81 (18.07.2005) nachgewiesenen stabilisierenden Effekte konnten zum letzten Untersuchungstermin BBCH 92 (02.08.2005) nicht bestätigt werden. Zwischen den Varianten waren zum Abschluß der Untersuchungen keine signifikant unterschiedlichen Wirkungen nachweisbar.

Tab. 33: Anteil geplatzter Schoten (%) gemessen nach Zeitintervallen von jeweils 15 Sekunden an verschiedenen Untersuchungsterminen des Versuchsjahres 2004/2005; Tuckey-Test, $n=3$

Zeit in s	15	30	45	60	75	90	105	120	15	30	45	60	75	90	105	120
	BBCH 81 18.07.2005								BBCH 92 02.08.2005							
Kontrolle	23	53a	71a	87a	93	97	99	100	5	19	33	44	55	71	83	89
Folicur	13	31b	47ab	63ab	80	93	95	97	3	10	25	41	55	68	74	80
Caramba	15	34ab	55ab	69ab	77	89	92	94	2	19	33	53	64	71	81	89
Cantus	9	21b	36b	54b	72	80	86	89	7	19	31	55	69	81	87	93
Prosaro	15	32b	47ab	69ab	83	91	96	98	6	19	35	54	67	81	89	94
Proline	9	26b	46ab	63ab	77	84	88	90	3	13	30	51	62	71	79	86
Score	9	26b	43b	64ab	73	83	87	89	6	19	41	55	67	79	87	94
Harvesan	11	25b	50ab	59ab	72	82	88	93	2	10	24	39	61	71	78	84
Moddus	19	35ab	61ab	75ab	88	93	97	98	9	22	41	57	71	82	89	97
Sig.	n.s.	**	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Die Effekte zur Schotenstabilität wurden im Folgejahr 2005/2006 durch zusätzliche Analysen an erweiterten Terminen (Abb. 38, Tab. 34) untersucht. Die Ergebnisse von 2004/2005 bestätigten sich im Versuchsjahr 2005/2006. Bei Betrachtung aller vier Meßtermine von BBCH 79 bis BBCH 92 zeigte sich, daß sich die stabilisierenden Effekte der ausschließlichen Blütenapplikation (B) am deutlichsten während der Schotenabreife auswirkten und bis zur Ernte relativierten. So lagen alle Varianten unmittelbar vor der Ernte am 27.07.2006 zu BBCH 92 in etwa auf dem gleichen Niveau wie die unbehandelte Kontrolle. Dies zeigten auch die Ergebnisse der statistischen Auswertung. Zu den Meßterminen BBCH 85 am 17.07.2006 sowie BBCH 92 am 27.07.2006 konnten die Differenzen zwischen den Varianten und der unbehandelten Kontrolle statistisch, vergleichbar dem Vorjahr nicht mehr abgesichert werden.

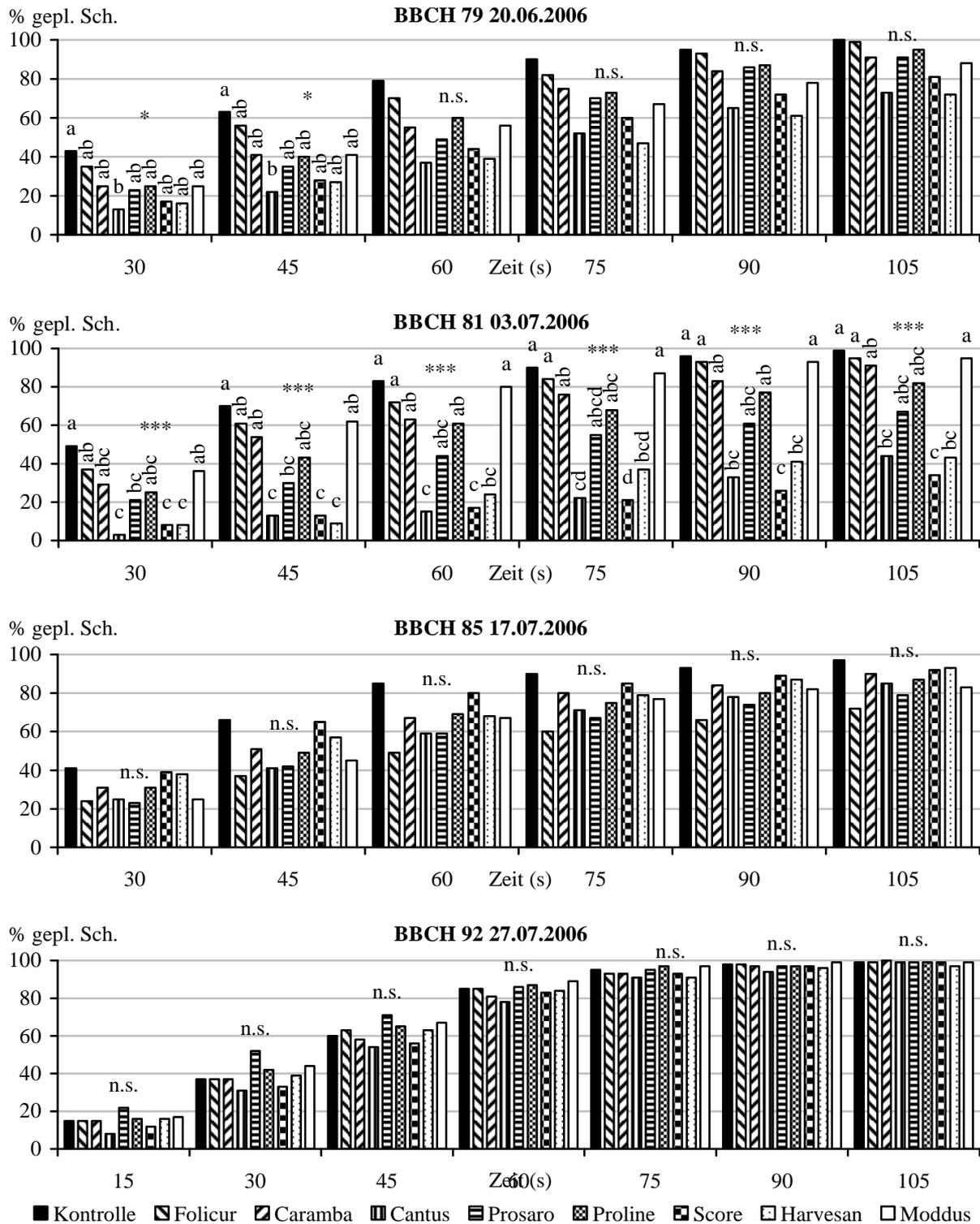


Abb. 38: Anteil geplatzter Schoten (%) zu den Zeitintervallen 30 bis 105 Sekunden an verschiedenen Untersuchungsterminen im Versuchsjahr 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Bereits zu BBCH 79 und dem Zeitintervall von 15 Sekunden konnte der Unterschied zwischen der unbehandelten Kontrolle und der mit Cantus, Prosaro sowie der mit Harvesan behandelten Variante schwach signifikant ($p \leq 0,05$) abgesichert werden. Im weiteren Verlauf zeigte nur noch die Variante Cantus in den Zeitintervallen 30 und 45 Sekunden schwach

signifikante ($p \leq 0,05$) Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle. Untereinander differierten die behandelten Varianten zu BBCH 79 (20.06.2006) in keinem Zeitintervall signifikant, obgleich sich die tendenziell erhöhten Schotenstabilitäten der Varianten Cantus, Prosaro, Score und Harvesan über den gesamten Zeitraum mechanischer Belastung bestätigten.

Mit beginnender Abreife (BBCH 81, 03.07.2006) vergrößerten sich die Differenzen zwischen den Varianten Cantus, Prosaro, Score und Harvesan im Vergleich zu den übrigen Varianten und der unbehandelten Kontrolle am deutlichsten. Für die übrigen Intervalle 15 und 120 Sekunden ließen sich signifikante ($p \leq 0,01$), zu den übrigen Zeitintervallen hoch signifikante ($p \leq 0,001$) Effekte für die Varianten Cantus, Score und Harvesan und der unbehandelten Kontrolle feststellen.

Tab. 34: Anteil geplatzter Schoten (%) gemessen nach Zeitintervallen von jeweils 15 Sekunden an verschiedenen Untersuchungsterminen des Versuchsjahres 2005/2006; Tuckey-Test, $n=3$

Zeit in s	15	30	45	60	75	90	105	120	15	30	45	60	75	90	105	120
	BBCH 79 20.06.2006								BBCH 81 03.07.2006							
Kontrolle	20a	43a	63a	79	90	95	100	100	23a	49a	70a	83a	90a	96a	99a	100a
Folicur	13ab	35ab	56ab	70	82	93	99	100	15abc	37ab	61ab	72a	84a	93a	95a	97ab
Caramba	6ab	25ab	41ab	55	75	84	91	94	11abc	29abc	54ab	63ab	76ab	83ab	91ab	93abc
Cantus	4b	13b	22b	37	52	65	73	81	1c	3c	13c	15c	22cd	33bc	44bc	53bcd
Prosaro	5b	23ab	35ab	49	70	86	91	93	7abc	21bc	30bc	44abc	55abcd	61abc	67abc	74abcd
Proline	7ab	25ab	40ab	60	73	87	95	96	10abc	25abc	43abc	61ab	68abc	77ab	82abc	86abcd
Score	7ab	17ab	28ab	44	60	72	81	90	3bc	8c	13c	17c	21d	26c	34c	40d
Harvesan	5b	16ab	27ab	39	47	61	72	80	3bc	8c	9c	24bc	37bcd	41bc	43bc	48cd
Moddus	11ab	25ab	41ab	56	67	78	88	94	17ab	36ab	62ab	80a	87a	93a	95a	96ab
Sig.	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	***	***	***	***	***	***	**
	BBCH 85 17.07.2006								BBCH 92 27.07.2006							
Kontrolle	15	41	66	85	90	93	97	100	15	37	60	85	95	98	99	100
Folicur	11	24	37	49	60	66	72	80	15	37	63	85	93	98	99	99
Caramba	14	31	51	67	80	84	90	93	15	37	58	81	93	97	100	100
Cantus	9	25	41	59	71	78	85	87	8	31	54	78	91	94	99	100
Prosaro	10	23	42	59	67	74	79	82	22	52	71	86	95	97	99	99
Proline	15	31	49	69	75	80	87	91	16	42	65	87	97	97	99	99
Score	19	39	65	80	85	89	92	95	12	33	56	83	93	97	99	99
Harvesan	17	38	57	68	79	87	93	94	16	39	63	84	91	96	97	98
Moddus	10	25	45	67	77	82	83	87	17	44	67	89	97	99	99	100
Sig.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

In den übrigen Varianten fiel der Einfluß der Blütenbehandlung auf die Schotenstabilität geringer aus, so daß die Unterschiede zu den Varianten Cantus, Score und Harvesan und der unbehandelten Kontrolle nicht signifikant waren. Somit bestätigte sich die stabilisierende Wirkung der Produkte Cantus, Prosaro, Score und Harvesan über den gesamten Untersuchungszeitraum anhand der zu Grunde gelegten Methode der mechanischen Belastung. Zu BBCH 85 (17.07.2006) verringerten sich die Differenzen jedoch, so daß die Unterschiede aller Varianten weder untereinander noch zur unbehandelten Kontrolle statistisch abzusichern waren. Zu diesem Zeitpunkt wies die Variante Folicur die stabilsten

Schoten auf. Zur Ernte (BBCH 92, 27.07.2006) bestanden keine signifikanten Differenzen zwischen den Varianten und der unbehandelten Kontrolle.

Zum einheitlicheren Vergleich der zeitlichen Entwicklung der Schotenstabilitäten der verschiedenen Varianten über die unterschiedlichen Meßtermine wurden über Regressionsgleichungen der Meßdaten t_{50} -Werte (Zeit in Sekunden, nach der 50% der Schoten geplatzt sind) berechnet. Für die Regressionsgleichungen wurden quadratische Polynome der allgemeinen Form $y = ax^2 + bx$ gewählt.

In allen Varianten konnten im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 39, Tab. 35) mit Ausnahme von Cantus bemessen anhand der t_{50} -Werte eine Zunahme der Schotenstabilitäten von BBCH 81 (18.07.2005) bis BBCH 92 (02.08.2005) beobachtet werden. Im Entwicklungsstadium BBCH 81 wies die Variante Cantus die stabilsten Schoten auf.

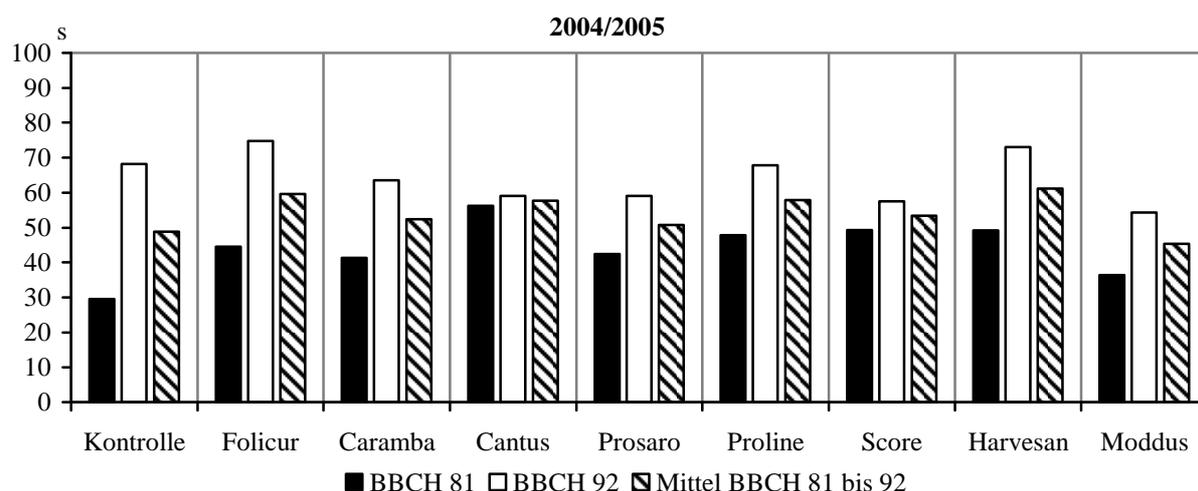


Abb. 39: Entwicklung der t_{50} -Werte (Zeit (s), nach der 50% der Schoten geplatzt sind) zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Versuchsjahres 2004/2005

Tab. 35: Regressionsgleichung, r^2 , Signifikanzniveau sowie t_{50} -Wert (Zeit (s), nach der 50% der Schoten geplatzt sind) für die Meßwerte der verschiedenen Varianten zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Versuchsjahres 2004/2005

Variante	Gleichung	r^2	Sig.	t_{50} (s)	Gleichung	r^2	Sig.	t_{50} (s)
				BBCH 81 18.07.2005				
Kontrolle	$y = -0,0097x^2 + 1,9790x$	0,995	***	29,54				
Folicur	$y = -0,0036x^2 + 1,2824x$	0,987	**	44,56				
Caramba	$y = -0,0052x^2 + 1,4251x$	0,993	***	41,31				
Cantus	$y = -0,0016x^2 + 0,9787x$	0,978	n.s.	56,26				
Prosaro	$y = -0,0043x^2 + 1,3602x$	0,987	**	42,46				
Proline	$y = -0,0036x^2 + 1,2173x$	0,979	**	47,84				
Score	$y = -0,0034x^2 + 1,1816x$	0,982	**	49,31				
Harvesan	$y = -0,0031x^2 + 1,1675x$	0,988	**	49,27				
Moddus	$y = -0,0065x^2 + 1,6110x$	0,991	***	36,38				
				BBCH 92 02.08.2005				
Kontrolle	$y = +0,0007x^2 + 0,6857x$	0,992	n.s.	68,17				
Folicur	$y = +0,0011x^2 + 0,5867x$	0,971	n.s.	74,75				
Caramba	$y = -0,0004x^2 + 0,8121x$	0,977	n.s.	63,56				
Cantus	$y = -0,0004x^2 + 0,8695x$	0,976	n.s.	59,11				
Prosaro	$y = -0,0004x^2 + 0,8706x$	0,983	n.s.	59,03				
Proline	$y = -0,0001x^2 + 0,7431x$	0,971	n.s.	67,84				
Score	$y = -0,0009x^2 + 0,9212x$	0,983	n.s.	57,51				
Harvesan	$y = +0,0015x^2 + 0,5750x$	0,962	n.s.	73,04				
Moddus	$y = -0,0014x^2 + 0,9958x$	0,989	n.s.	54,37				

Im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 40, Tab. 36) wiesen die behandelten Varianten eine deutliche Abnahme der Schotenstabilitäten von BBCH 81 (03.07.2006) bis BBCH 92 (27.07.2006) auf. In der unbehandelten Kontrolle blieben die Schotenstabilitäten bemessen am t_{50} -Wert über alle Untersuchungstermine auf einheitlich geringem Stabilitätsniveau. Über den Untersuchungszeitraum konnten in einigen Varianten erhebliche Zunahmen der Schotenstabilität festgestellt werden. Dies war insbesondere zwischen den Terminen BBCH 79 und 81 für die Varianten Cantus, Prosaro, Score und Harvesan sowie zwischen BBCH 81 und BBCH 85 für die Variante Folicur festzustellen. Für die Varianten Caramba und Proline ergaben sich über die Untersuchungstermine konstant sinkende Schotenstabilitäten.

In 2005/2006 lagen bemessen anhand der über die Termine gemittelten t_{50} -Werte die höchsten Schotenstabilitäten in der Reihenfolge abnehmend, wie folgt vor: Cantus (71,0 s), Score (70,2 s), Harvesan (66,4 s), Prosaro (53,4 s), Proline (45,1 s), Caramba (44,1 s), Folicur (43,6 s), Moddus (41,9 s).

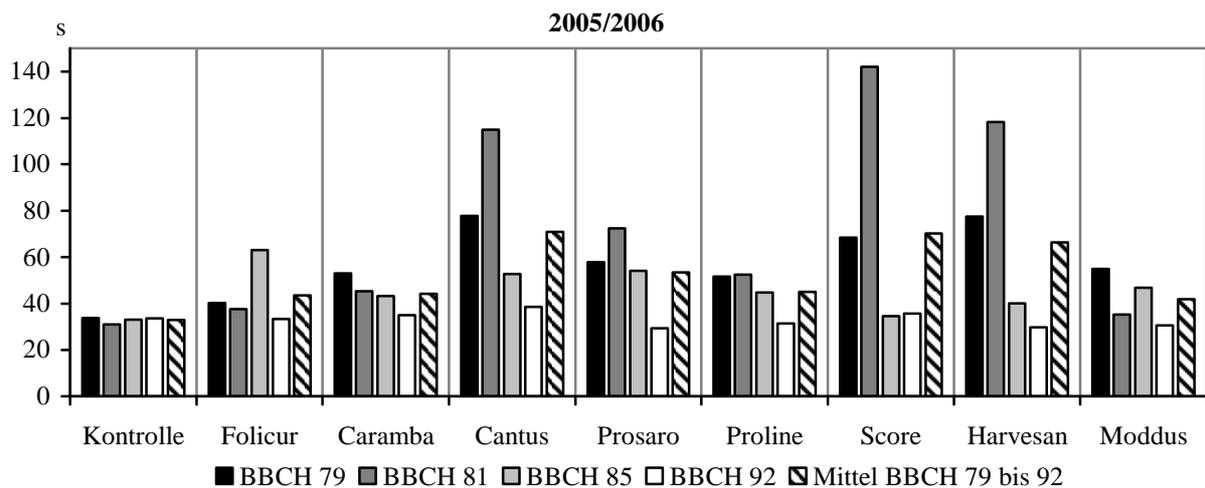


Abb. 40: Entwicklung der t_{50} -Werte (Zeit (s), nach der 50% der Schoten geplatzt sind) zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Versuchsjahres 2005/2006

Tab. 36: Regressionsgleichung, r^2 , Signifikanzniveau sowie t_{50} -Wert (Zeit (s), nach der 50% der Schoten geplatzt sind) für die Meßwerte der verschiedenen Varianten zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Versuchsjahres 2005/2006

Variante	Gleichung	r^2	Sig.	t_{50} (s)	Gleichung	r^2	Sig.	t_{50} (s)	
BBCH 79 20.06.2006					BBCH 81 03.07.2006				
Kontrolle	$y=-0,0074x^2+1,7294x$	0,997	***	33,80	$y=-0,0089x^2+1,8900x$	0,997	***	30,97	
Folicur	$y=-0,0048x^2+1,4354x$	0,992	***	40,25	$y=-0,0062x^2+1,5636x$	0,991	***	37,58	
Caramba	$y=-0,0018x^2+1,0401x$	0,980	n.s.	52,92	$y=-0,0041x^2+1,2891x$	0,987	**	45,32	
Cantus	$y=+0,0017x^2+0,5102x$	0,984	n.s.	77,82	$y=+0,0031x^2+0,0792x$	0,993	***	114,87	
Prosaro	$y=-0,0005x^2+0,8952x$	0,973	n.s.	57,71	$y=-0,0013x^2+0,7841x$	0,992	*	72,48	
Proline	$y=-0,0017x^2+1,0557x$	0,981	n.s.	51,66	$y=-0,0033x^2+1,1276x$	0,986	**	52,37	
Score	$y=+0,0009x^2+0,6692x$	0,989	n.s.	68,42	$y=+0,0009x^2+0,2243x$	0,997	***	142,00	
Harvesan	$y=+0,0011x^2+0,5592x$	0,995	*	77,58	$y=+0,0007x^2+0,3403x$	0,947	n.s.	118,19	
Moddus	$y=-0,0016x^2+0,9979x$	0,996	**	54,95	$y=-0,0072x^2+1,6724x$	0,987	***	35,25	
BBCH 85 17.07.2006					BBCH 92 27.07.2006				
Kontrolle	$y=-0,0078x^2+1,7672x$	0,983	***	33,14	$y=-0,0073x^2+1,7342x$	0,978	***	33,58	
Folicur	$y=-0,0022x^2+0,9306x$	0,997	***	63,16	$y=-0,0076x^2+1,7547x$	0,980	***	33,30	
Caramba	$y=-0,0047x^2+1,3586x$	0,991	***	43,28	$y=-0,0067x^2+1,6628x$	0,983	***	35,01	
Cantus	$y=-0,0029x^2+1,1008x$	0,985	*	52,75	$y=-0,0053x^2+1,5009x$	0,968	**	38,57	
Prosaro	$y=-0,0033x^2+1,1033x$	0,984	**	54,06	$y=-0,0098x^2+1,9891x$	0,995	***	29,39	
Proline	$y=-0,0048x^2+1,3328x$	0,991	***	44,72	$y=-0,0085x^2+1,8562x$	0,982	***	31,47	
Score	$y=-0,0078x^2+1,7138x$	0,989	***	34,63	$y=-0,0064x^2+1,6279x$	0,970	**	35,73	
Harvesan	$y=-0,0057x^2+1,4745x$	0,998	***	40,14	$y=-0,0078x^2+1,7525x$	0,984	***	29,80	
Moddus	$y=-0,0043x^2+1,2694x$	0,971	**	46,81	$y=-0,0090x^2+1,9104x$	0,984	***	30,58	

3.1.8 Ernteparameter: Ertrag und Tausendkorngewicht (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Nachfolgend finden die Ergebnisse der Ernteparameter Ertrag (dt/ha) und Tausendkorngewicht (g/1000 Körner) der Varianten Herbst/Frühjahr/Blüte (HFB), Herbst/Blüte (HB), Frühjahr/Blüte (FB) und Blüte (B) für die Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 Darstellung.

3.1.8.1 Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf den Ertrag und das Tausendkorngewicht (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 41, oben; Tab. 37) wurden in allen Applikationsvarianten Verlustminderungen in Form eines Ertragsanstieges gegenüber der unbehandelten Kontrolle erzielt. Durch die Applikationen konnten zwischen der unbehandelten Kontrolle (44,17 dt/ha) und der HB-Variante Proline (55,95 dt/ha) ein Mehrertrag in Höhe von 11,78 dt/ha erzielt werden. Durch die HB-Applikation mit dem Präparat Proline (55,95 dt/ha) war die höchste und durch die FB-Applikation des Präparates Prosaro (44,44 dt/ha) war der geringste

Ertragsdifferenz verglichen zur unbehandelten Kontrolle zu erzielen. Trotz dieser Differenzen waren die Ertragsunterschiede nicht signifikant. Die mit Cantus behandelten HFB-, FB- und die mit Cantus beziehungsweise Folicur behandelten B-Varianten wiesen besonders positive, die mit Prosaro behandelten HFB-, FB- und B-Varianten besonders negative Ertragseffekte auf. Innerhalb der HB-Varianten wurden mit Folicur die geringsten und mit Proline die höchsten Ertragszuwächse erzielt.

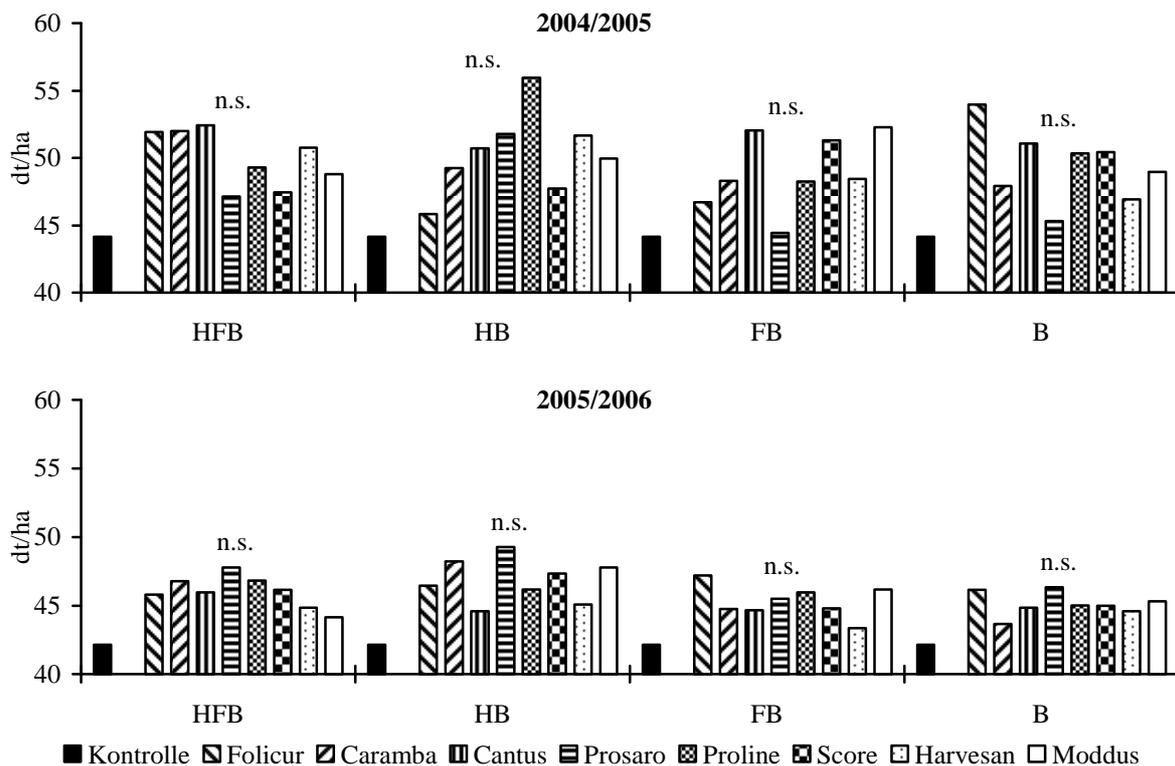


Abb. 41: Erträge (dt/ha) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten der Versuchsjahre 2004/2005 (oben) und 2005/2006 (unten); Tuckey-Test, $n=3$

Im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 41, unten; Tab. 37) fielen vergleichend zu 2004/2005 die Differenzen gegenüber der unbehandelten Kontrolle erheblich geringer aus. So lag zwischen der durch Höchstertrag charakterisierten HB-Variante Prosaro (49,26 dt/ha) und der B-Variante Caramba (43,66 dt/ha, Minimalertrag) eine Differenz von 5,6 dt/ha vor. Zwischen der unbehandelten Kontrolle und der HB-Variante Prosaro ergab sich eine Ertragsdifferenz von 7,1 dt/ha. Das Produkt Prosaro wies darüber hinaus in den HFB- (47,79 dt/ha) und B-Varianten (46,33 dt/ha) die höchsten Erträge auf.

Tab. 37: Ertrag (dt/ha) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten im Versuchsjahr 2004/2005 und 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Variante	HFB	HB	FB	B
2004/2005				
Kontrolle	44,17			
Folicur	51,92	45,84	46,72	53,96
Caramba	51,99	49,25	48,30	47,93
Cantus	52,41	50,72	52,03	51,07
Prosaro	47,15	51,77	44,44	45,32
Proline	49,28	55,95	48,25	50,32
Score	47,44	47,72	51,29	50,43
Harvesan	50,76	51,65	48,43	46,93
Moddus	48,79	49,95	52,27	48,96
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2005/2006				
Kontrolle	42,16			
Folicur	45,81	46,46	47,19	46,16
Caramba	46,79	48,23	44,77	43,66
Cantus	45,96	44,60	44,67	44,86
Prosaro	47,79	49,26	45,50	46,33
Proline	46,83	46,19	45,96	45,01
Score	46,15	47,35	44,81	44,99
Harvesan	44,85	45,08	43,36	44,60
Moddus	44,15	47,79	46,18	45,33
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Das Tausendkorngewicht wurde im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 42, oben; Tab. 38) durch keine der Varianten wesentlich beeinflusst. Tendenziell führten die Applikationen, abgesehen von der HFB-Variante Caramba (4,83 g) und der HB-Variante Harvesan (4,83 g), zu einer Verringerung des Tausendkorngewichtes vergleichend zur unbehandelten Kontrolle (4,81 g); zwischen den Varianten bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Das Tausendkorngewicht lag im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 42, unten; Tab. 38) allgemein auf geringerem Niveau als im Vorjahr. In den mit Moddus behandelten HFB- (4,29 g), HB- (4,27 g) und FB-Varianten (4,23 g) wurde das jeweils höchste Tausendkorngewicht erreicht. Diese Unterschiede waren für die HFB-Varianten statistisch ($p \leq 0,05$) gegenüber der unbehandelten Kontrolle (4,08 g) gesichert. Innerhalb der B-Varianten konnte die Variante Caramba (4,32 g) signifikant ($p \leq 0,05$) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle abgesichert werden. Tendenzielle Verringerungen des Tausendkorngewichtes gegenüber der unbehandelten Kontrolle (4,08 g) ergaben sich für die HFB-Varianten Proline (4,07 g) und Harvesan (4,06 g) sowie die FB- (4,06 g) und B-Variante (4,03 g) Cantus.

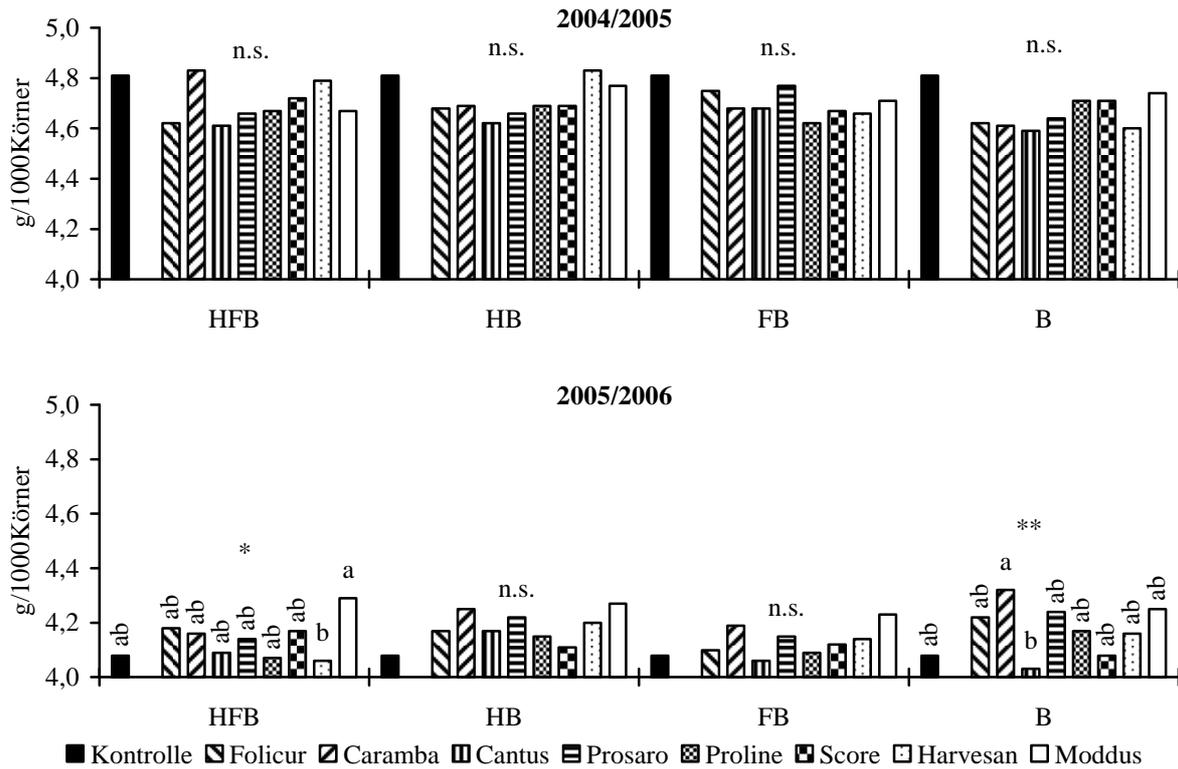


Abb. 42: Tausendkorngewicht (g/1000Körner) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Tab. 38: Tausendkorngewicht (g/1000 Körner) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten im Versuchsjahr 2004/2005 und 2005/2006; Tuckey-Test, n=3

Variante	HFB	HB	FB	B
2004/2005				
Kontrolle	4,81			
Folicur	4,62	4,68	4,75	4,62
Caramba	4,83	4,69	4,68	4,61
Cantus	4,61	4,62	4,68	4,59
Prosaro	4,66	4,66	4,77	4,64
Proline	4,67	4,69	4,62	4,71
Score	4,72	4,69	4,67	4,71
Harvesan	4,79	4,83	4,66	4,60
Moddus	4,67	4,77	4,71	4,74
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2005/2006				
Kontrolle	4,08ab	4,08	4,08	4,08ab
Folicur	4,18ab	4,17	4,10	4,22ab
Caramba	4,16ab	4,25	4,19	4,32a
Cantus	4,09ab	4,17	4,06	4,03b
Prosaro	4,14ab	4,22	4,15	4,24ab
Proline	4,07ab	4,15	4,09	4,17ab
Score	4,17ab	4,11	4,12	4,08ab
Harvesan	4,06b	4,20	4,14	4,16ab
Moddus	4,29a	4,27	4,23	4,25ab
Signifikanz	*	n.s.	n.s.	**

3.1.8.2 Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Ertrag und das Tausendkorngewicht (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Mittelwerte der unterschiedlichen Applikationsvarianten HFB (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB (Herbst/Blüte), FB (Frühjahr/Blüte) und B (Blüte) wurden hinsichtlich der Auswirkungen auf den Ertrag (Abb. 43) und das Tausendkorngewicht (Abb. 44) untereinander sowie mit der unbehandelten Kontrolle verglichen.

Der Ertrag wurde im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 43, oben) mit allen Applikationsterminen hoch signifikant ($p \leq 0,001$) gegenüber der unbehandelten Kontrolle (44,17 dt/ha) gesteigert. Zwischen den verschiedenen Applikationsterminen bestehen allerdings keinerlei signifikante Unterschiede. Maximale Erträge wurden im Mittel durch die HB- (50,36 dt/ha) und HFB-Varianten (49,97 dt/ha) erzielt. Die FB-Applikationen erreichten im Mittel einen Ertrag von 48,97 dt/ha und lagen tendenziell noch unter den B-Varianten mit 49,37 dt/ha. Die Ertragsdifferenz zwischen der unbehandelten Kontrolle (44,17 dt/ha) und den Maximalerträgen der HB-Varianten (50,36 dt/ha) betrug 6,19 dt/ha.

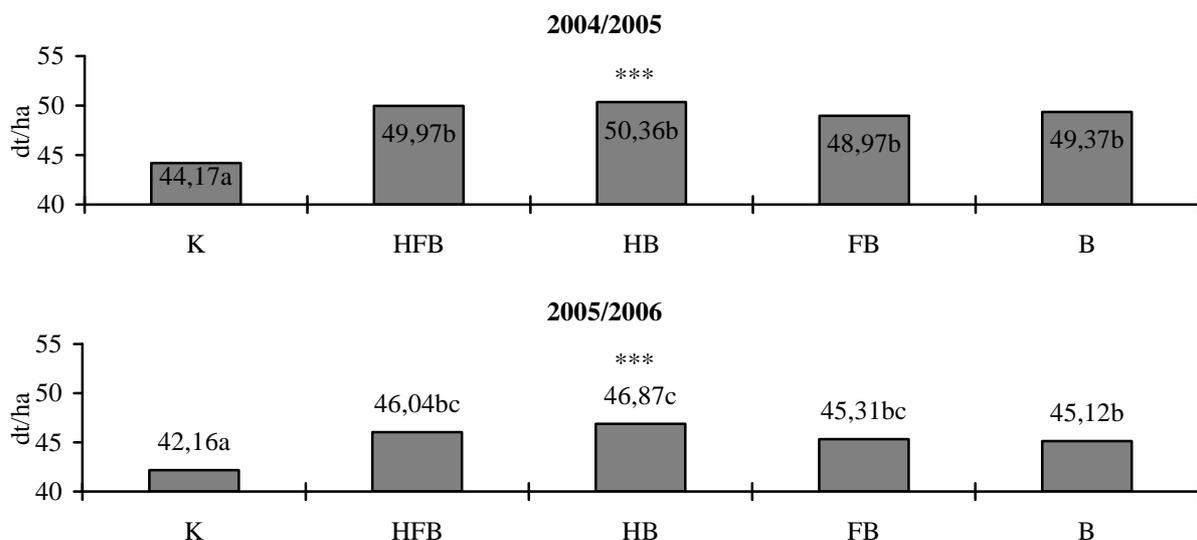


Abb. 43: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf den Ertrag (dt/ha) der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006; Tuckey-Test, $n=8$

Im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 43, unten) bestanden hoch signifikante ($p \leq 0,001$) Ertragsunterschiede zwischen den Applikationsterminen und der unbehandelten Kontrolle. Allerdings fiel die Ertragsdifferenz von 4,62 dt/ha zwischen der unbehandelten Kontrolle (42,16 dt/ha) und den Maximalerträgen der HB-Varianten (46,78 dt/ha) im Vergleich zum Vorjahr geringer aus. Durch die HFB-Applikationen (46,04 dt/ha) wurden tendenziell geringere Erträge im Vergleich zu dem Mittel der HB-Varianten erzielt. Wie im Vorjahr wurden in den FB- (45,31 dt/ha) und B-Varianten (45,12 dt/ha) die geringsten Erträge der

behandelten Varianten erreicht. Unter den behandelten Varianten unterschieden sich nur die Erträge der HB- und B-Applikationen hoch ($p \leq 0,001$) signifikant.

Auch das für die Applikationstermine aus den verschiedenen Varianten gemittelte Tausendkorngewicht des Versuchsjahres 2004/2005 (Abb. 44, oben) zeigte hoch signifikant ($p \leq 0,001$) geringere Werte im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (4,81 g), wobei zwischen den einzelnen Applikationsterminen keine signifikanten Unterschiede bestanden. Die HFB- und HB-Applikationen lagen mit 4,70 g auf einheitlichem Niveau und unterschieden sich von den FB- (4,69 g) und B-Varianten (4,65 g) nur sehr gering.

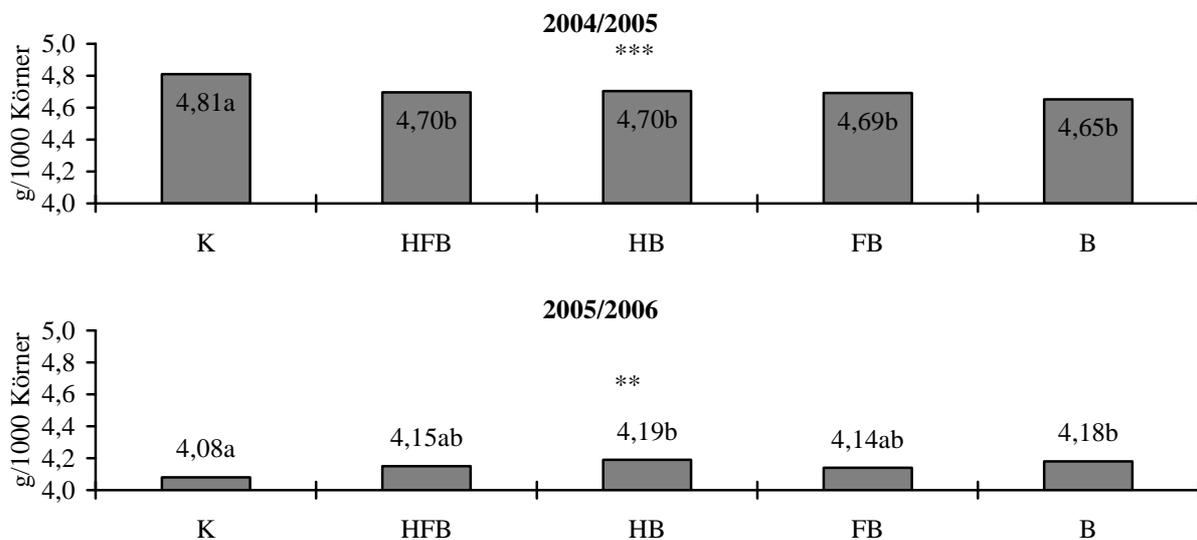


Abb. 44: Einfluß unterschiedlicher Applikationstermine auf das Tausendkorngewicht (g/1000 Körner) der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006; Tuckey-Test, $n=8$

Im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 44, unten) wurden im Mittel durch HB- (4,19 g) und B-Applikationen (4,18 g) signifikant ($p \leq 0,01$) erhöhte Tausendkorngewichte im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (4,08 g) erzielt. Die HFB- (4,15 g) und FB-Applikationen (4,14 g) unterschieden sich untereinander sowie gegenüber der unbehandelten Kontrolle sowie den HB- und B-Applikationen nicht signifikant.

3.1.8.3 Einfluß von Fungiziden in Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus auf den Ertrag und das Tausendkorngewicht (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Untersuchungen zum Einfluß von Fungiziden und deren Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus auf den Ertrag und das Tausendkorngewicht sind nachfolgend dargestellt.

3 Ergebnisse

Seitens des Ertrages für das Versuchsjahr 2004/2005 (Tab. 39) sind keine eindeutigen Aussagen hinsichtlich der Effekte der Einzelfungizide und ihrer Kombination mit dem Wachstumsregulator Moddus zu treffen. Einzelne signifikante ($p \leq 0,05$) Unterschiede waren nur für die mit Folicur beziehungsweise Folicur und Moddus sowie die mit Score beziehungsweise Score und Moddus behandelten HB-Varianten und für die mit Prosaro beziehungsweise Prosaro und Moddus behandelten FB-Varianten nachzuweisen.

Auch für das Versuchsjahr 2005/2006 (Tab. 40) waren keine einheitlichen Unterschiede von Fungiziden und deren Kombination mit Moddus auf den Ertrag zu erzielen.

Tab. 39: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid auf den Ertrag (dt/ha) im Versuchsjahr 2004/2005 und 2005/2006; T-Test, n=3

Variante	HFB			HB			FB			B		
	F	F+M	Sig.									
2004/2005												
Folicur	51,92	50,62	n.s.	45,84	54,16	*	46,72	51,62	n.s.	53,96	56,11	n.s.
Caramba	51,99	48,57	n.s.	49,25	53,68	n.s.	48,30	54,31	n.s.	47,93	53,76	n.s.
Cantus	52,41	47,18	n.s.	50,72	50,64	n.s.	52,03	51,49	n.s.	51,07	49,82	n.s.
Prosaro	47,15	52,84	n.s.	51,77	55,52	n.s.	44,44	52,92	*	45,32	47,36	n.s.
Proline	49,28	54,22	n.s.	55,95	51,65	n.s.	48,25	49,64	n.s.	50,32	47,95	n.s.
Score	47,44	55,14	n.s.	47,72	54,12	*	51,29	49,53	n.s.	50,43	53,34	n.s.
Harvesan	50,76	52,31	n.s.	51,65	52,20	n.s.	48,43	49,10	n.s.	46,93	49,42	n.s.
2005/2006												
Folicur	45,81	43,90	n.s.	46,46	47,40	n.s.	47,19	43,99	n.s.	46,16	47,41	n.s.
Caramba	46,79	45,70	n.s.	48,23	45,33	n.s.	44,77	44,90	n.s.	43,66	45,10	n.s.
Cantus	45,96	46,15	n.s.	44,60	42,97	n.s.	44,67	44,55	n.s.	44,86	46,53	n.s.
Prosaro	47,79	47,26	n.s.	49,26	46,39	n.s.	45,50	45,93	n.s.	46,33	47,21	n.s.
Proline	46,83	46,28	n.s.	46,19	46,71	n.s.	45,96	45,22	n.s.	45,01	46,40	n.s.
Score	46,15	47,08	n.s.	47,35	47,61	n.s.	44,81	47,12	n.s.	44,99	45,28	n.s.
Harvesan	44,85	46,20	n.s.	45,08	46,15	n.s.	43,36	46,40	n.s.	44,60	42,82	n.s.

Für alle Fungizide wurde nach Kombination mit Moddus im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 45, oben; Tab. 40) ein erhöhtes Tausendkorngewicht gegenüber der Einzelwirkung der Präparate gemessen. Diese Unterschiede waren jedoch nur zwischen den mit Folicur beziehungsweise Folicur und Moddus behandelten HFB-Varianten, den mit Prosaro beziehungsweise Prosaro und Moddus behandelten HB-Varianten und den mit Proline beziehungsweise Proline und Moddus behandelten FB-Varianten statistisch ($p \leq 0,05$) gesichert. Unter den ausschließlich zur Blüte behandelten B-Varianten grenzten sich nur die mit Caramba beziehungsweise Caramba und Moddus, die mit Prosaro beziehungsweise Prosaro und Moddus sowie die mit Harvesan beziehungsweise Harvesan und Moddus behandelten Varianten voneinander signifikant ($p \leq 0,01$) ab.

Auch im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 45, unten; Tab. 40) zeigten sich nach der Kombination der einzelnen Fungizide mit dem Wachstumsregler Moddus in allen Varianten erhöhte Werte für das Tausendkorngewicht, die jedoch nur für die HFB-Varianten Cantus

beziehungsweise Cantus und Moddus und die FB-Varianten Harvesan beziehungsweise Harvesan und Moddus signifikant ($p \leq 0,01$) sowie die HFB-Varianten Proline beziehungsweise Proline und Moddus, Harvesan beziehungsweise Harvesan und Moddus, die HB-Varianten Folicur beziehungsweise Folicur und Moddus, die FB-Varianten Prosaro beziehungsweise Prosaro und Moddus, Score beziehungsweise Score und Moddus sowie die B-Varianten Folicur beziehungsweise Folicur und Moddus gering signifikant ($p \leq 0,05$) verschieden waren.

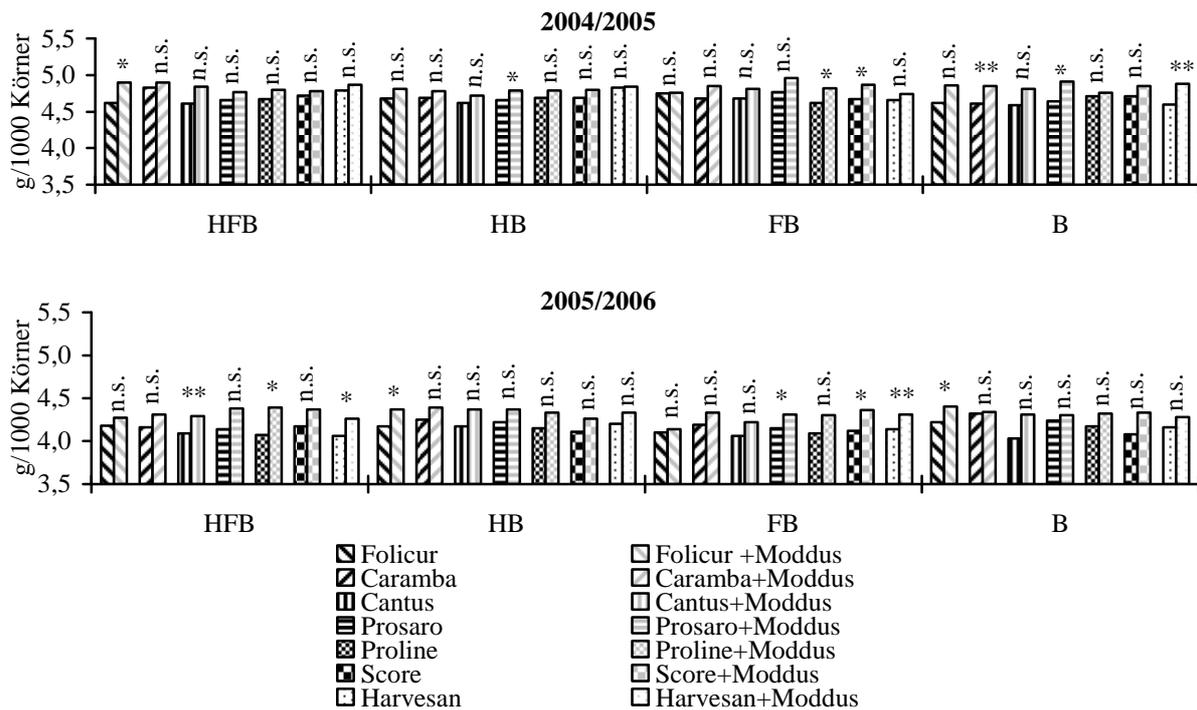


Abb. 45: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus auf das Tausendkorngewicht (g/1000 Körner) der Versuchsjahre 2004/2005 (oben) und 2005/2006 (unten); T-Test, $n=3$

Tab. 40: Einfluß der Kombination aus Fungizid mit Moddus (F+M) im Vergleich zum alleinig eingesetzten Fungizid auf das Tausendkorngewicht (g/1000 Körner) im Versuchsjahr 2004/2005 und 2005/2006; T-Test, n=3

Variante	HFB			HB			FB			B		
	F	F+M	Sig.									
2004/2005												
Folicur	4,62	4,90	*	4,68	4,81	n.s.	4,75	4,76	n.s.	4,62	4,86	n.s.
Caramba	4,83	4,90	n.s.	4,69	4,78	n.s.	4,68	4,85	n.s.	4,61	4,85	**
Cantus	4,61	4,84	n.s.	4,62	4,72	n.s.	4,68	4,81	n.s.	4,59	4,81	n.s.
Prosaro	4,66	4,77	n.s.	4,66	4,79	*	4,77	4,96	n.s.	4,64	4,91	*
Proline	4,67	4,80	n.s.	4,69	4,79	n.s.	4,62	4,82	*	4,71	4,76	n.s.
Score	4,72	4,78	n.s.	4,69	4,80	n.s.	4,67	4,87	*	4,71	4,85	n.s.
Harvesan	4,79	4,87	n.s.	4,83	4,84	n.s.	4,66	4,74	n.s.	4,6	4,88	**
2005/2006												
Folicur	4,18	4,27	n.s.	4,17	4,37	*	4,10	4,14	n.s.	4,22	4,40	*
Caramba	4,16	4,31	n.s.	4,25	4,39	n.s.	4,19	4,33	n.s.	4,32	4,34	n.s.
Cantus	4,09	4,29	**	4,17	4,37	n.s.	4,06	4,22	n.s.	4,03	4,31	n.s.
Prosaro	4,14	4,38	n.s.	4,22	4,37	n.s.	4,15	4,31	*	4,24	4,30	n.s.
Proline	4,07	4,39	*	4,15	4,33	n.s.	4,09	4,30	n.s.	4,17	4,32	n.s.
Score	4,17	4,37	n.s.	4,11	4,26	n.s.	4,12	4,36	*	4,08	4,33	n.s.
Harvesan	4,06	4,26	*	4,20	4,33	n.s.	4,14	4,31	n.s.	4,16	4,28	n.s.

3.1.9 Bewertung von Zusammenhängen zwischen den Befallsparametern BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt} , BW_{Wh} und BW_{St} , der Sproßlänge und Schotenstabilität und dem Ertrag (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Die Befallsparameter Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt}), Befallshäufigkeit im Bestand (BHB_{Blatt}), Befallswert Wurzelhals (BW_{Wh}) und Befallswert Stengel (BW_{St}) wurden auf bestehende Korrelationen mit dem Ertrag überprüft. Dies erfolgte sowohl für die beiden einzelnen Versuchsjahre (2004/2005, 2005/2006) als auch gemittelt für beide Versuchsjahre (Tab. 41). Für die Parameter BSB_{Blatt} und BHB_{Blatt} wurden für den Herbstbefall die über die jeweils drei Boniturtermine nach Herbstapplikation gemittelten Werte der HFB- (Herbst/Frühjahr/Blüte), HB- (Herbst/Blüte), FB- (Frühjahr/Blüte) und B-Varianten (Blüte) und der unbehandelten Kontrolle verwendet. Für den Frühjahrsbefall gingen die über die zwei Boniturtermine nach Frühjahrsapplikation gemittelten Werte in die Rechnung mit ein. Die Werte des BW_{Wh} und des BW_{St} generierten sich aus den Ergebnissen der jeweiligen vier Stengelbonituren. Anhand der ermittelten Boniturergebnisse und der Erträge der jeweiligen Varianten konnten weder für die Einzeljahre 2004/2005 und 2005/2006 noch gemittelt über die beiden Versuchsjahre Zusammenhänge zwischen dem Befall mit *Phoma lingam* (BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt} , BW_{Wh} , BW_{St}) und dem Ertrag ermittelt werden.

Tab. 41: Korrelation (r^2) zwischen den Befallsparametern BSB_{Blatt} (n Pyknidien/Pflanze), BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen), BW_{WH} (1-9), BW_{St} (1-9) und den Erträgen (dt/ha) der HFB-, HB-, FB-, B-Varianten und der unbehandelten Kontrolle der Versuchsjahre 2004/2005, 2005/2006 und der zweijährigen Mittelwerte

	BSB_{Pflanze}		BHB_{Pflanze}		BW_{WH}	BW_{St}
	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr		
2004-2005	0,05	0,01	0,04	0,04	0,00	0,01
2005-2006	0,24	0,10	0,27	0,03	0,29	0,01
Mittel 2004-2006	0,19	0,09	0,22	0,00	0,09	0,05

Die Ertragsrelevanz von Fungizid- und Wachstumsregulatoreinflüssen auf die Sproßlänge wurde anhand der Ergebnisse der Bestandesvermessung am 09.06.2005 und 01.06.2006 analysiert. Zur Abschätzung des Einflusses unterschiedlicher Applikationstermine wurde dies für die gemittelten Werte der Sproßlänge und Erträge der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten durchgeführt. Zwischen der Sproßlängeparametern (06.09.2005, 01.06.2006) konnte im Allgemeinen kein Zusammenhang zum Ertrag festgestellt werden (Tab. 42).

Tab. 42: Korrelation (r^2) zwischen der Sproßlänge (cm) (09.06.2005/01.06.2006) und dem Ertrag (dt/ha) der HFB-, HB-, FB- und B-Varianten der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006

	HFB	HB	FB	B
2004/2005	0,079	nicht untersucht	nicht untersucht	nicht untersucht
2005/2006	0,059	0,039	0,406	0,021

Weder im Versuchsjahr 2004/2005 noch 2005/2006 konnte zwischen der Schotenstabilität bemessen an den t_{50} -Werten der einzelnen untersuchten B-Varianten und deren Erträgen ein unmittelbarer Zusammenhang festgestellt werden (Tab. 43). Gemittelt über die gesamten Untersuchungstermine ergab sich für keines der beiden Versuchsjahre (2004/2005 $r^2 = 0,24$; 2005/2006 $r^2 = 0,10$) sowie für das Mittel aus beiden Versuchsjahren ($r^2 = 0,15$) ein Zusammenhang.

Tab. 43: Korrelation (r^2) zwischen der Schotenstabilität (t_{50} -Wert = Zeit (s), nach der 50% der Schoten geplatzt sind) zu unterschiedlichen Untersuchungsterminen und dem Ertrag der unbehandelten Kontrolle sowie der behandelten B-Varianten der Versuchsjahre 2004/2005, 2005/2006 und der zweijährigen Mittelwerte

	BBCH 79	BBCH 81	BBCH 85	BBCH 92	Mittel Termine
2004/2005	nicht untersucht	0,32	nicht untersucht	0,01	0,24
2005/2006	0,07	0,03	0,55	0,09	0,10
Mittel 2004-2005	keine Angabe	0,05	keine Angabe	0,02	0,15

3.1.10 Auftreten weiterer Rapspathogene (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

3.1.10.1 *Sclerotinia sclerotiorum* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

In den Versuchsjahren 2004/2005 und 2005/2006 wurde die Sklerotienkeimung anhand von Sklerotiendepots überwacht. Die unterschiedlichen Varianten wurden zu BBCH 85 auf den Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* im stehenden Bestand kontrolliert.

Die Apothecienkeimung wurde im Versuchsjahr 2004/2005 zwischen dem 02.05.2005 und dem 11.05.2005, in 2005/2006 zwischen dem 24.04.2006 und 02.05.2006 festgestellt. Im weiteren Vegetationsverlauf beider Jahre war kein Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* nachzuweisen.

3.1.10.2 *Peronospora parasitica* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Der populationsdynamische Befallsverlauf von *Peronospora parasitica* bemessen an der Befallsstärke im Bestand ($BSB_{\text{Blatt}} = \% \text{ befallene Blattfläche}$) und der Befallshäufigkeit im Bestand ($BHB_{\text{Blatt}} = \% \text{ befallene Pflanzen}$) der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 ist für die unbehandelten Kontrollen in der Abbildung 46 dargestellt.

Im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005 (Abb. 46, oben) wurde nur in der unbehandelten Kontrolle geringer Befall mit *Peronospora parasitica* festgestellt. Die BHB_{Blatt} erreichte einen Wert von 37 %, die BSB_{Blatt} blieb hingegen mit 0,44 % sehr gering. Im Frühjahr 2005 konnte nur zu den drei letzten Boniturterminen ansteigender Blattbefall nachgewiesen werden; die BSB_{Blatt} erreichte am 02.05.2005 einen Werte von maximal 0,6 % und die BHB_{Blatt} von 53 %.

In 2005/2006 (Abb. 46, unten) kam es seitens der BHB_{Blatt} mit 67 % zu deutlich höherem Blattbefall, der bis zum 10.10.2005 auf Werte von 23 % absank und am 17.10.2005 noch einmal einen hohen Befallshäufigkeitswert von 63 % erreichte. Ab dem 31.10.2005 war eine Befallshäufigkeit von 0 % erreicht. Abgesehen vom einem als gering einzustufenden Befallsstärkewert lag am 26.09.2005 vergleichend zum Vorjahr die BSB_{Blatt} mit 1,2 % im Herbst 2005 auf geringerem Niveau. Im Frühjahr des Versuchsjahres 2005/2006 (Abb. 46, unten) zeigte sich kaum Blattbefall. Erst an den letzten beiden Boniturterminen traten Befallshäufigkeiten von 7 % (24.04.2006) sowie 10 % (01.05.2006) auf. Die Werte für die BSB_{Blatt} blieben mit jeweils 0,01 % zu beiden Terminen auf äußerst geringem Niveau.

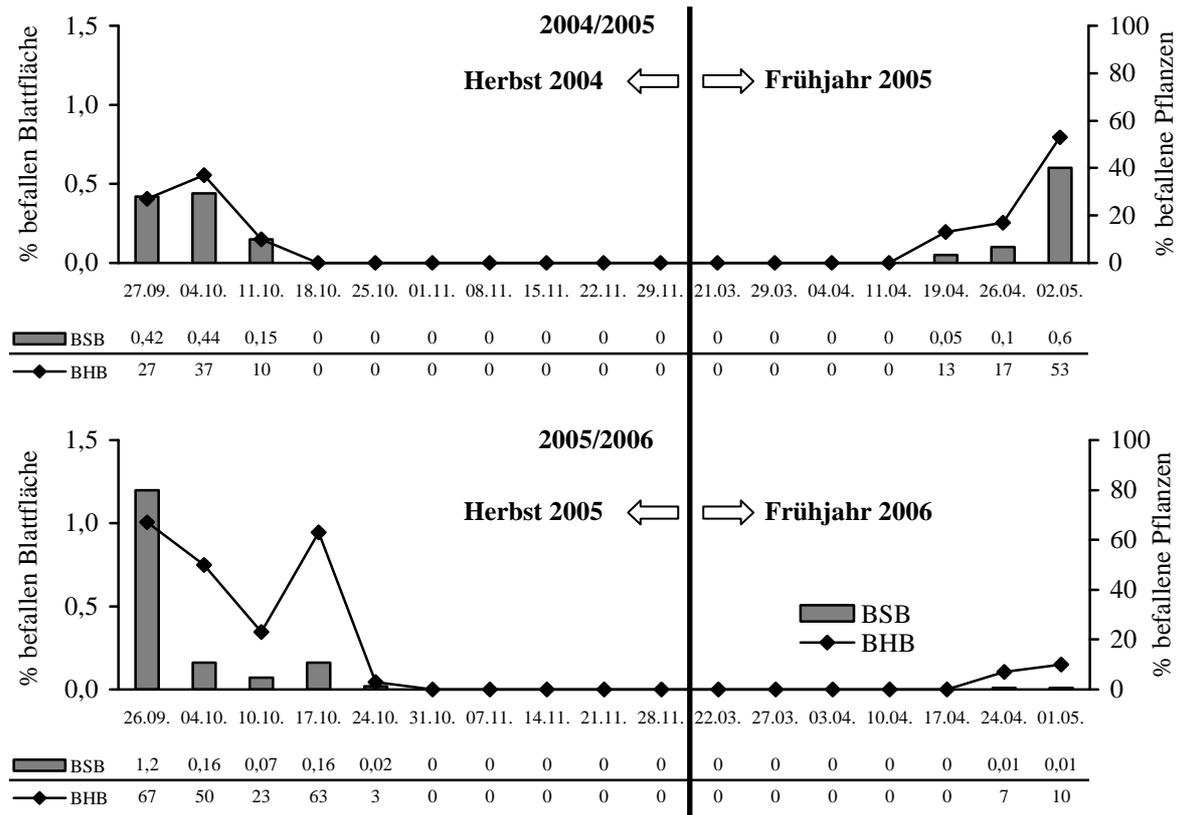


Abb. 46: BSB_{Blatt} (% befallenen Blattfläche) und BHB_{Blatt} (% befallene Pflanzen im Bestand) der unbehandelten Kontrolle mit *Peronospora parasitica* der Versuchsjahre 2004/2005 (oben) und 2005/2006 (unten)

3.1.10.3 *Verticillium longisporum* (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Der Befall mit *Verticillium longisporum* der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 (Tab. 44 und 45) wird für die einzelnen Fungizid- sowie für die Kombinationsvarianten aus den einzelnen Fungiziden und dem Wachstumsregulator Moddus anhand des Befallswertes (BW = 1-9) und der Befallshäufigkeit im Bestand (BHB = % befallenen Pflanzen) dargestellt.

In beiden Versuchsjahren war ausschließlich zum letzten Termin der Stengelbonitur (02.08.2005, 31.07.2006) Befall mit *Verticillium longisporum* festzustellen. Dabei blieben sowohl die BW- als auch die BHB-Werte sehr gering und ließen keinerlei Differenzierung zwischen den Varianten wie auch vergleichend zur unbehandelten Kontrolle zu.

Tab. 44: BW (1-9) und BHB (% befallene Pflanzen) der unterschiedlichen Varianten für den Befall mit *Verticillium longisporum* (02.08.2005) im Versuchsjahr 2004/2005

Variante	BW				BHB			
	HFB	HB	FB	B	HFB	HB	FB	B
Kontrolle	1,50				7			
Folicur	1,03	1,00	1,00	1,00	3	0	0	0
Caramba	1,20	1,27	1,23	1,97	3	3	3	13
Cantus	1,00	1,20	1,00	1,00	0	3	0	0
Prosaro	1,50	1,00	1,00	1,27	7	0	0	3
Proline	1,23	1,00	1,00	1,67	3	0	0	10
Score	1,20	1,00	1,00	1,00	3	0	0	0
Harvesan	1,00	1,23	1,00	1,17	0	3	0	0
Moddus	1,27	1,43	1,17	1,00	3	7	3	0
Folicur+Moddus	1,47	1,43	1,27	1,00	7	7	3	0
Caramba+Moddus	1,00	1,23	1,00	1,20	0	3	0	3
Cantus+Moddus	1,17	1,00	1,03	1,27	3	0	3	3
Prosaro+Moddus	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0
Proline+Moddus	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0
Score+Moddus	1,27	1,00	1,50	1,77	3	0	7	10
Harvesan+Moddus	1,00	1,00	1,17	1,00	0	0	3	0

Tab. 45: BW (1-9) und BHB (% befallene Pflanzen) der unterschiedlichen Varianten für den Befall mit *Verticillium longisporum* (31.07.2006) im Versuchsjahr 2005/2006

Variante	BW				BHB			
	HFB	HB	FB	B	HFB	HB	FB	B
Kontrolle	1,53				10			
Folicur	1,53	1,13	1,00	1,00	13	3	0	0
Caramba	1,33	1,27	1,13	1,07	10	7	3	3
Cantus	1,00	1,13	1,03	1,00	0	3	3	0
Prosaro	1,10	1,20	1,00	1,13	3	7	0	3
Proline	1,00	1,13	1,00	1,13	0	3	0	3
Score	1,07	1,27	1,10	1,00	3	7	3	0
Harvesan	1,07	1,13	1,00	1,00	3	3	0	0
Moddus	1,37	1,03	1,13	1,00	10	3	3	0
Folicur+Moddus	1,03	1,17	1,70	1,13	3	7	10	3
Caramba+Moddus	1,00	1,20	1,17	1,00	0	3	7	0
Cantus+Moddus	1,00	1,13	1,13	1,13	0	3	3	3
Prosaro+Moddus	1,00	1,13	1,13	1,00	0	3	3	0
Proline+Moddus	1,27	1,00	1,00	1,27	7	0	0	7
Score+Moddus	1,27	1,00	1,37	1,00	7	0	10	0
Harvesan+Moddus	1,10	1,33	1,00	1,17	3	17	0	3

3.1.11 Ökonomische Bewertung unterschiedlicher Applikationstermine (Sterup 2004/2005, Sörup 2005/2006)

Zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Herbst/Frühjahr/Blüten- (HFB), Herbst/Blüten- (HB), Frühjahr/Blüten- (FB) und Blüten-Varianten (B) der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 wurden ein mittlerer Rapspreis von 21 €/dt, sowie Arbeitskosten von 8 €/ha zur Ausbringung der Pflanzenschutzmittel angenommen. Für die Präparate wurden 28,45 €/l (Folicur), 24,70 €/l (Caramba), 80,85 €/kg (Cantus), 58,15 €/l (Proline), 73,40 €/l (Score), 32,75 €/l (Harvesan) und 46,45 €/l (Moddus) zu Grunde gelegt

(ANONYMUS 2006q). Für das Versuchspräparat Prosaro konnte, da es sich um ein Versuchspräparat handelte, kein Preis ermittelt werden, so daß von einer Preisgleichheit mit dem Produkt Proline ausgegangen wurde.

Gemittelt über alle Varianten erwies sich im Versuchsjahr 2004/2005 (Abb. 47, oben) eine ausschließliche Blütenapplikation mit +69,55 €/ha als die wirtschaftlichste Maßnahme. Mit einer HB-Applikation (+50,83 €/ha) konnten gefolgt von einer FB-Applikation (+21,64 €/ha) auch noch zusätzliche Gewinne im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle erwirtschaftet werden. Eine HFB-Applikation erzielte im Mittel noch einen Gewinn von 3,12 €/ha.

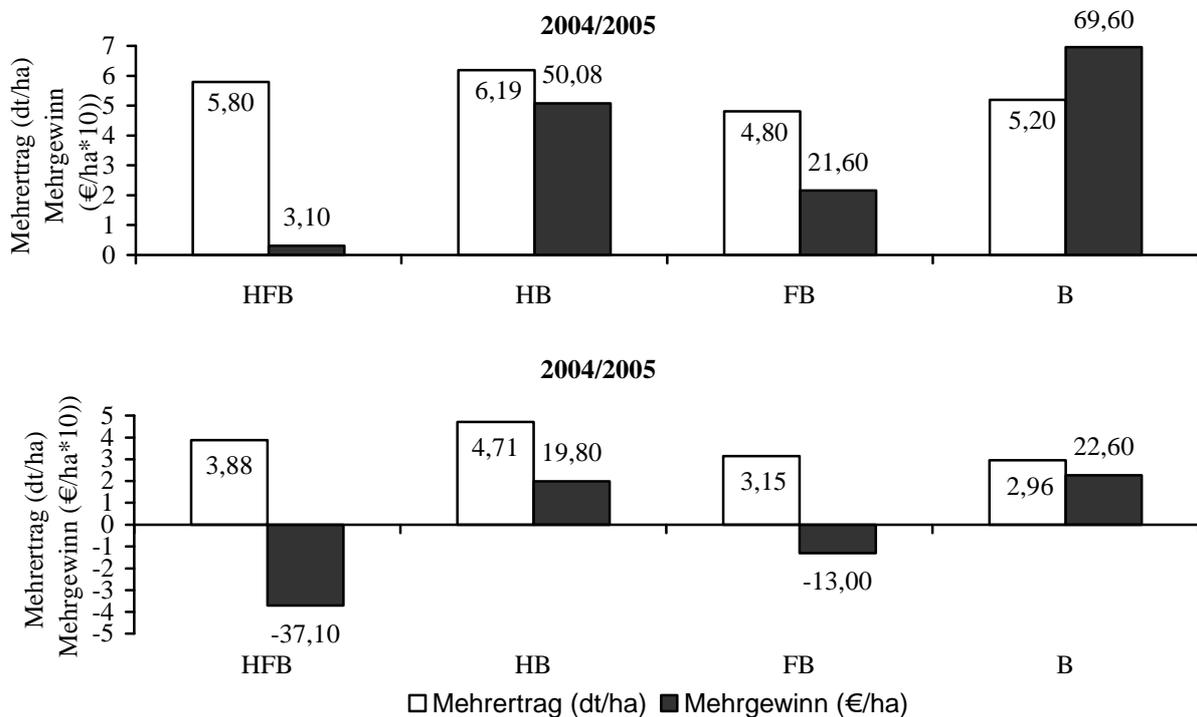


Abb. 47: Mehrertrag (dt/ha) und Mehrgewinn (€/ha) verschiedener Applikationstermine im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle im Versuchsjahr 2004/2005 (oben) und 2005/2006 (unten)

Im Versuchsjahr 2005/2006 (Abb. 47, unten) resultierten aufgrund der geringeren Verlustminderungen in Form eines Ertragsanstieges zum Teil negative Gewinne. Jedoch wurde im Mittel einer ausschließlichen B-Applikation (+22,57 €/ha) der größte Erzeugererlös erzielt. Mit einer HB-Applikation wurden vergleichend zur unbehandelten Kontrolle Mehrerlöse von +19,83 €/ha erzielt. In den FB- (-13,04 €/ha) und insbesondere in den HFB-Applikationsvarianten (-37,12 €/ha) resultierten, bedingt durch die durch erhöhte Applikationsfrequenzen hervorgerufenen hohen Pflanzenschutzkosten, deutliche Verluste.

3.2 Einfluß von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus auf die Schotenstabilität (Hohenschulen 2005/2006)

3.2.1 Witterungsverlauf des Versuchsstandortes (Hohenschulen 2005/2006)

Der Herbst des Versuchsjahres 2005/2006 war durch überdurchschnittliche Temperaturwerte insbesondere der Monate September (+1,5 °C), Oktober (+2,4 °C) und November (+0,8 °C) charakterisiert (Abb. 48, Tab. 46). Die Monate Januar (-2,2 °C), Februar (-0,5 °C) und März (-3,0 °C) lagen deutlich unter dem langjährigen Mittel. Die kühle Witterung hielt bis in den April (-0,6 °C) an, woraus ein später Vegetationsbeginn resultierte. Ab Juni (+1,2 °C) setzte bis Ende Juli (+4,0 °C) eine Phase überdurchschnittlicher Temperaturen ein. Die Jahresdurchschnittstemperatur (9,2 °C) lag um +0,2 °C über dem langjährigen Mittel (8,9 °C).

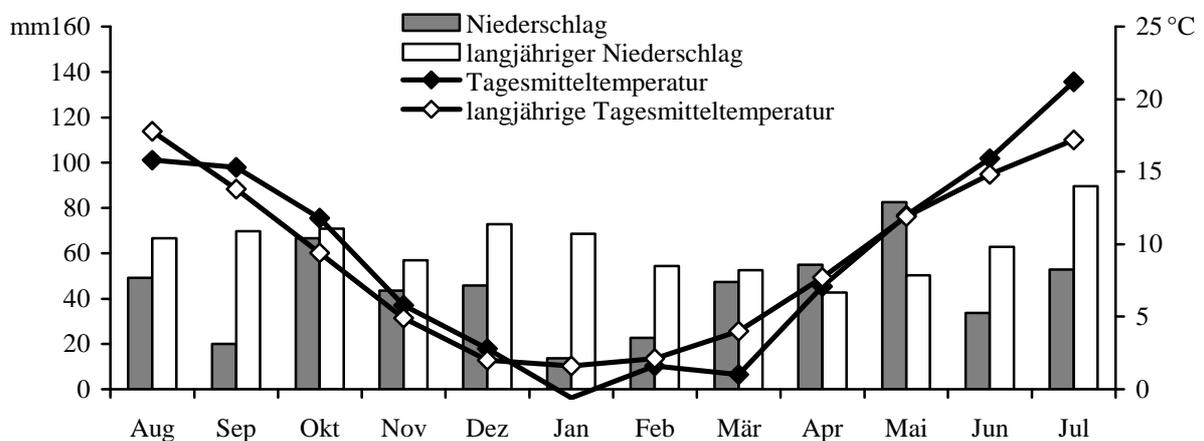


Abb. 48: Durchschnittliche monatliche Niederschlagssummen (mm) und Lufttemperaturen (°C in 2 m Höhe) im Vergleich zum langjährigen Mittel (1992-2004)

Seitens des Niederschlages waren größtenteils deutliche Defizite vergleichend zum langjährigen Durchschnitt festzustellen. Besonders ausgeprägt zeigte sich dies im Herbst anhand der Monate August (-17,5 mm), September (-49,8 mm) und November (-13,3 mm). Auch die Niederschlagsverteilung des Winters gestaltete sich stark defizitär. Erst im April (+12,2 mm) und Mai (+32,3 mm) war ein gewisser Ausgleich festzustellen. In den Monaten Juni (-29,1 mm) und Juli (-36,6 mm) herrschte erneut eine deutlich trockene Witterung vor. Die Niederschlagssumme betrug am Versuchsstandort Hohenschulen 533 mm und wich um -225 mm vom langjährigen Mittel (758 mm) ab.

Tab. 46: Abweichung der durchschnittlichen monatlichen Niederschlagssummen (mm) und der Lufttemperaturen (°C in 2 m Höhe) vom langjährigen Mittel (1992-2004)

Monat	Niederschlag (mm)	Temperatur (°C)
August	-17,5	-1,9
September	-49,8	+1,5
Oktober	-4,2	+2,4
November	-13,3	+0,8
Dezember	-27,0	+0,8
Januar	-54,9	-2,2
Februar	-31,8	-0,5
März	-5,2	-3,0
April	12,2	-0,6
Mai	32,3	+0,2
Juni	-29,1	+1,2
Juli	-36,6	+4,0

3.2.2 Befallserhebung von *Sclerotinia sclerotiorum* (Hohenschulen 2005/2006)

Zu BBCH 85 wurden alle behandelten Varianten sowie die unbehandelte Kontrolle auf den Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* untersucht. Ein Befall konnte nicht festgestellt werden.

3.2.3 Einfluß unterschiedlicher Blütenapplikationstermine auf die Schotenstabilität (Hohenschulen 2005/2006)

Die Auswirkungen der Blütenindikation von Fungiziden und des Wachstumsregulators Moddus nach unterschiedlichen Blütenapplikationsterminen (BBCH 59/60, BBCH 65) auf die Schotenstabilität während der Abreife (BBCH 79 bis BBCH 92) werden im folgenden dargestellt.

Nach dem frühen Applikationstermin BBCH 59/60 (Abb. 49, Tab. 47) wiesen mit Ausnahme der Variante Moddus zum Stadium BBCH 81 die behandelten Varianten an allen Untersuchungsterminen gegenüber der unbehandelten Kontrolle erhöhte Schotenstabilitäten auf, wobei sich die Unterschiede bis zur Ernte (BBCH 92, 27.07.2006) relativierten. Die stabilsten Schoten waren durchweg in der Variante Cantus nachzuweisen. Die Varianten Proline und Folicur lagen auf einheitlichem Niveau. Statistisch signifikant abzusichern waren diese Ergebnisse hingegen nur an den Untersuchungsterminen BBCH 79 (Zeitintervall 45 und 60 Sekunden) und BBCH 85 (Zeitintervall 45 bis 90 Sekunden). Zu BBCH 79 wiesen die Varianten Moddus und Cantus über den gesamten Zeitraum mechanischer Belastung die stabilsten Schoten auf. Die Unterschiede in den beiden Varianten waren nach dem Zeitintervall von 45 Sekunden gegenüber der unbehandelten Kontrolle und der Variante Folicur signifikant ($p \leq 0,01$). Die sich tendenziell abzeichnenden erhöhten Schotenstabili-

täten der Varianten Proline und Folicur konnten statistisch nicht gegenüber der unbehandelten Kontrolle abgesichert werden. Nach 60 Sekunden waren ausschließlich die Unterschiede der Varianten Moddus und Cantus signifikant ($p \leq 0,01$) gegenüber der unbehandelten Kontrolle gesichert. Zwischen den behandelten Varianten lagen keine Differenzen vor. In BBCH 85 waren lediglich in den Meßintervallen 45 bis 90 Sekunden erhöhte Schotenstabilitäten der Variante Cantus gegenüber der unbehandelten Kontrolle signifikant gegeben.

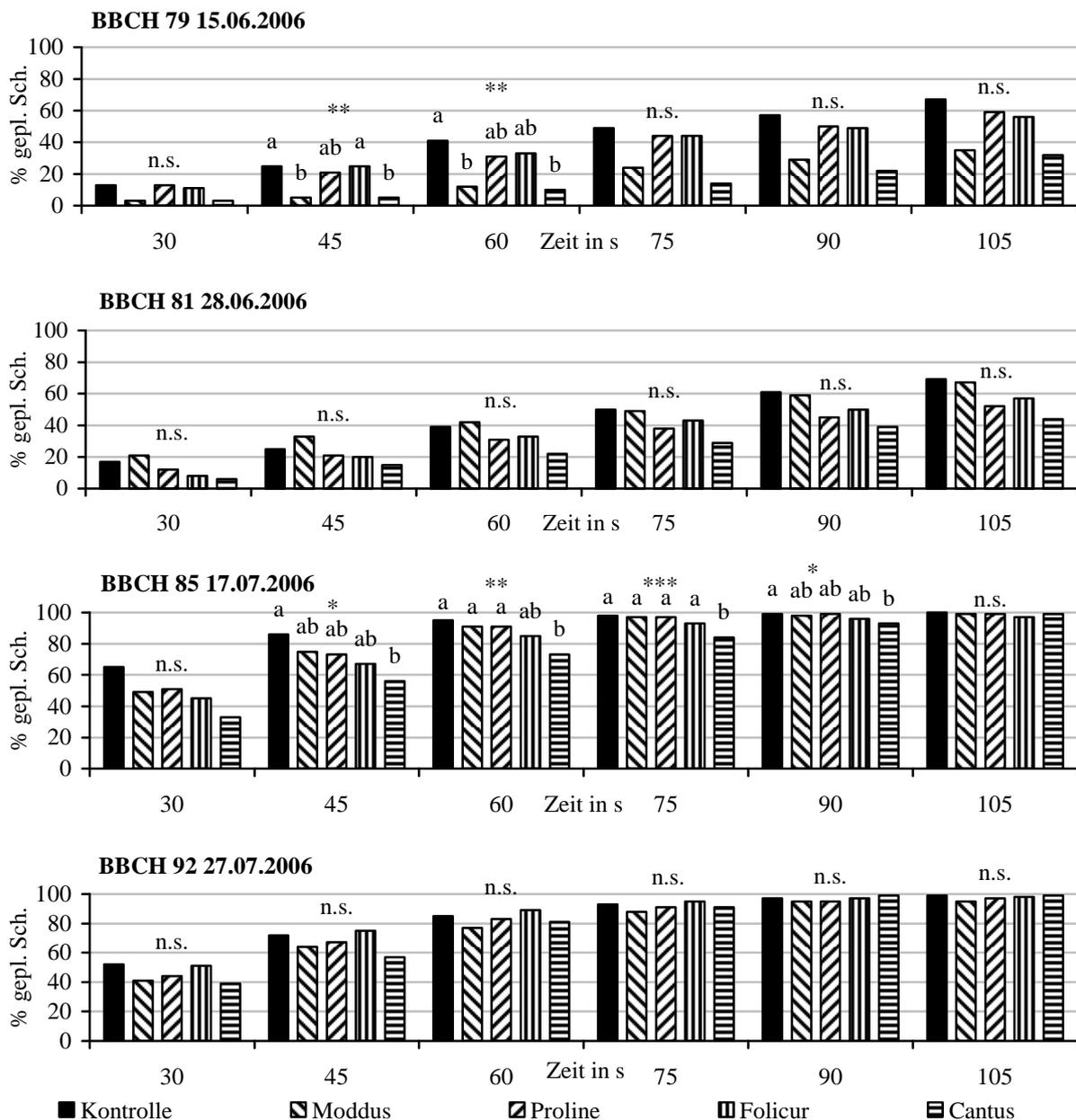


Abb. 49: Anteil geplatzter Schoten (%) zu den Zeitintervallen 30, 45, 60 und 75 Sekunden an verschiedenen Untersuchungsterminen nach früher Blütenapplikation (BBCH 59/60, 08.05.2006); Tuckey-Test, n=3

Tab. 47: Anteil geplatzter Schoten (%) gemessen nach Zeitintervallen von jeweils 15 Sekunden an verschiedenen Untersuchungsterminen nach früher Blütenapplikation (BBCH 59/60, 08.05.2006); Tuckey-Test, n=3

Zeit in s	15	30	45	60	75	90	105	120	15	30	45	60	75	90	105	120
	BBCH 79 15.06.2006								BBCH 81 28.06.2006							
Kontrolle	4	13	25a	41a	49	57	67	77	5	17	25	39	50	61	69	75
Moddus	0	3	5b	12b	24	29	35	39	9	21	33	42	49	59	67	71
Proline	5	13	21ab	31ab	44	50	59	68	4	12	21	31	38	45	52	64
Folicur	5	11	25a	33ab	44	49	56	60	2	8	20	33	43	50	57	63
Cantus	3	3	5b	10b	14	22	32	41	0	6	15	22	29	39	44	51
Sig.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	BBCH 85 17.07.2006								BBCH 92 28.07.2006							
Kontrolle	36	65	86a	95a	98a	99a	100	100	22	52	72	85	93	97	99	100
Moddus	24	49	75ab	91a	97a	98ab	99	99	14	41	64	77	88	95	95	98
Proline	18	51	73ab	91a	97a	99ab	99	99	19	44	67	83	91	95	97	99
Folicur	16	45	67ab	85ab	93a	96ab	97	97	23	51	75	89	95	97	98	99
Cantus	14	33	56b	73b	84b	93b	99	99	20	39	57	81	91	99	99	99
Sig.	n.s.	n.s.	*	**	***	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Auch nach dem späten Blütenapplikationstermin (BBCH 65) (Abb. 50, Tab. 48) waren über den gesamten Untersuchungszeitraum in allen behandelten Varianten erhöhte Schotenstabilitäten gegeben. Die deutlichsten und gegenüber der unbehandelten Kontrolle signifikanten Effekte waren nach der Applikation von Cantus nachweisbar. Die Varianten Proline und Folicur lagen auf einem instabileren Niveau. Durch Moddus wurden die geringsten Effekte erzielt.

Tab. 48: Anteil geplatzter Schoten (%) gemessen nach Zeitintervallen von jeweils 15 Sekunden an verschiedenen Untersuchungsterminen nach später Blütenapplikation (BBCH 65, 17.05.006); Tuckey-Test, n=3

Zeit in s	15	30	45	60	75	90	105	120	15	30	45	60	75	90	105	120
	BBCH 79 15.06.2006								BBCH 81 28.06.2006							
Kontrolle	4	13	25	41a	49a	57a	67a	77a	5	17	25	39	50	61	69	75
Moddus	3	10	21	29ab	38ab	49ab	57ab	67ab	3	9	19	27	38	45	52	63
Proline	3	7	16	24ab	32ab	42ab	53ab	61ab	2	11	18	25	33	42	49	58
Folicur	3	9	16	19ab	27ab	33ab	47ab	59ab	3	13	19	26	37	42	51	60
Cantus	2	7	11	14b	21b	29b	35b	42b	4	9	16	23	32	40	49	56
Sig.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	BBCH 85 17.07.2006								BBCH 92 28.07.2006							
Kontrolle	36	65	86	95	98	99	100	100	22	52	72	85	93	97	99	100
Moddus	19	45	64	81	91	95	97	99	13	35	57	79	88	96	99	99
Proline	15	39	57	79	87	95	97	98	15	41	58	72	85	92	97	99
Folicur	15	32	54	77	83	91	97	98	23	45	63	80	91	95	97	98
Cantus	13	29	53	69	86	95	99	99	19	34	55	72	81	90	95	97
Sig.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

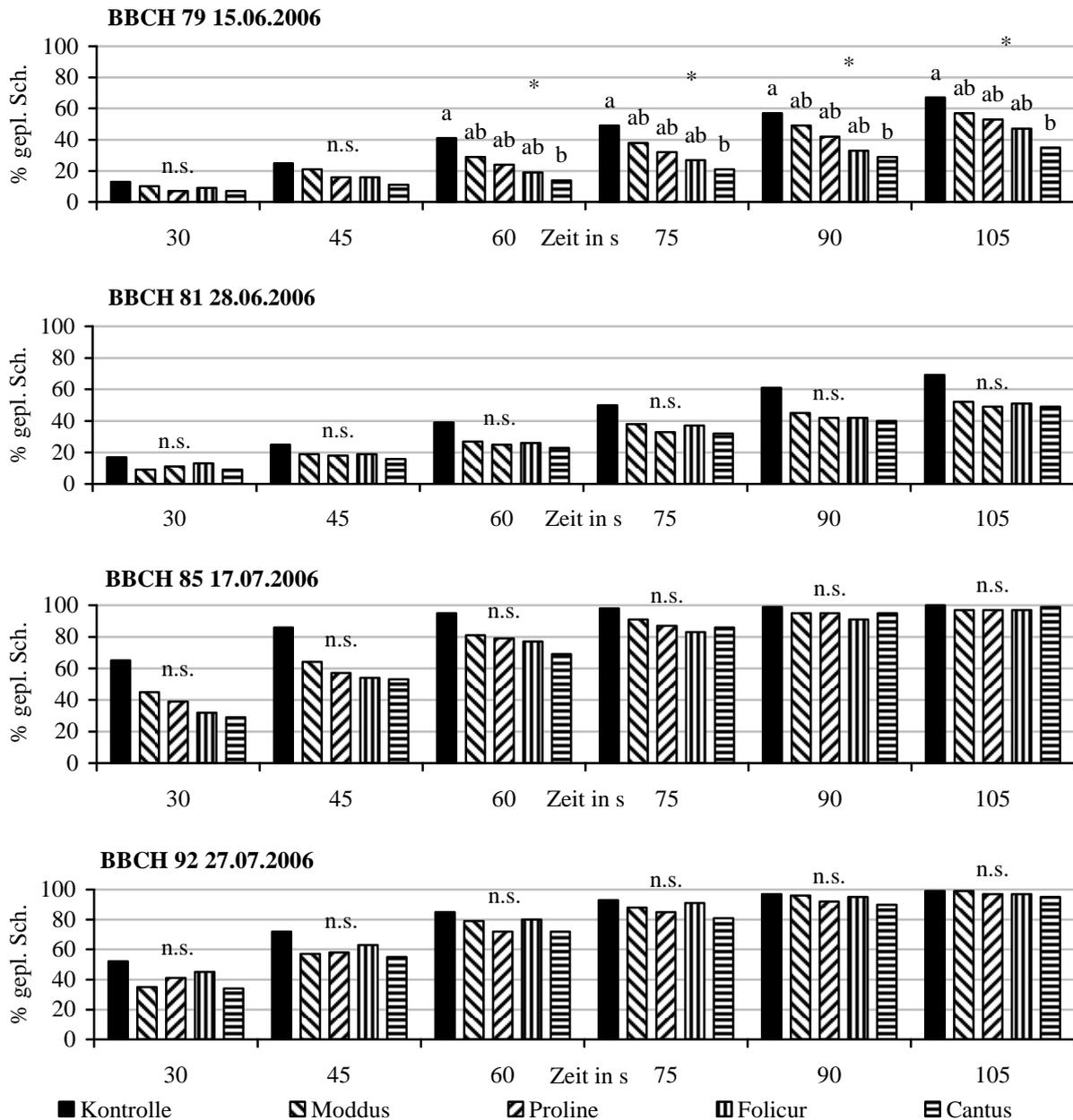


Abb. 50: Anteil geplatzter Schoten (%) zu den Zeitintervallen 30 bis 105 Sekunden an verschiedenen Untersuchungsterminen nach später Blütenapplikation (BBCH 65, 17.05.2006); Tuckey-Test, n=3

Zum einheitlicheren Vergleich der temporären Entwicklung der Schotenstabilität wurden über Regressionen t_{50} -Werte (Zeit in Sekunden, nach der 50 % der Schoten geplatzt sind) für die unterschiedlichen Varianten berechnet. Bei den Regressionen handelt es sich um quadratische Polynome der allgemeinen Form $y = ax^2 + bx$.

In allen behandelten Varianten und in der unbehandelten Kontrolle konnte sowohl nach früher (BBCH 59/60) (Abb. 51, oben; Tab. 49) als auch nach später (BBCH 65) (Abb. 51, unten; Tab. 50) Blütenapplikation von BBCH 79 bis zur Ernte (BBCH 92) eine Abnahme der

Schotenstabilität bemessen am t_{50} -Wert festgestellt werden. Besonders deutlich war diese Abnahme zwischen den Untersuchungsterminen BBCH 81 und BBCH 85 nachzuweisen. Gemittelt über die Untersuchungstermine BBCH 79 bis 92 wies das Präparat Cantus die deutlichsten Effekte auf die Schotenstabilität auf.

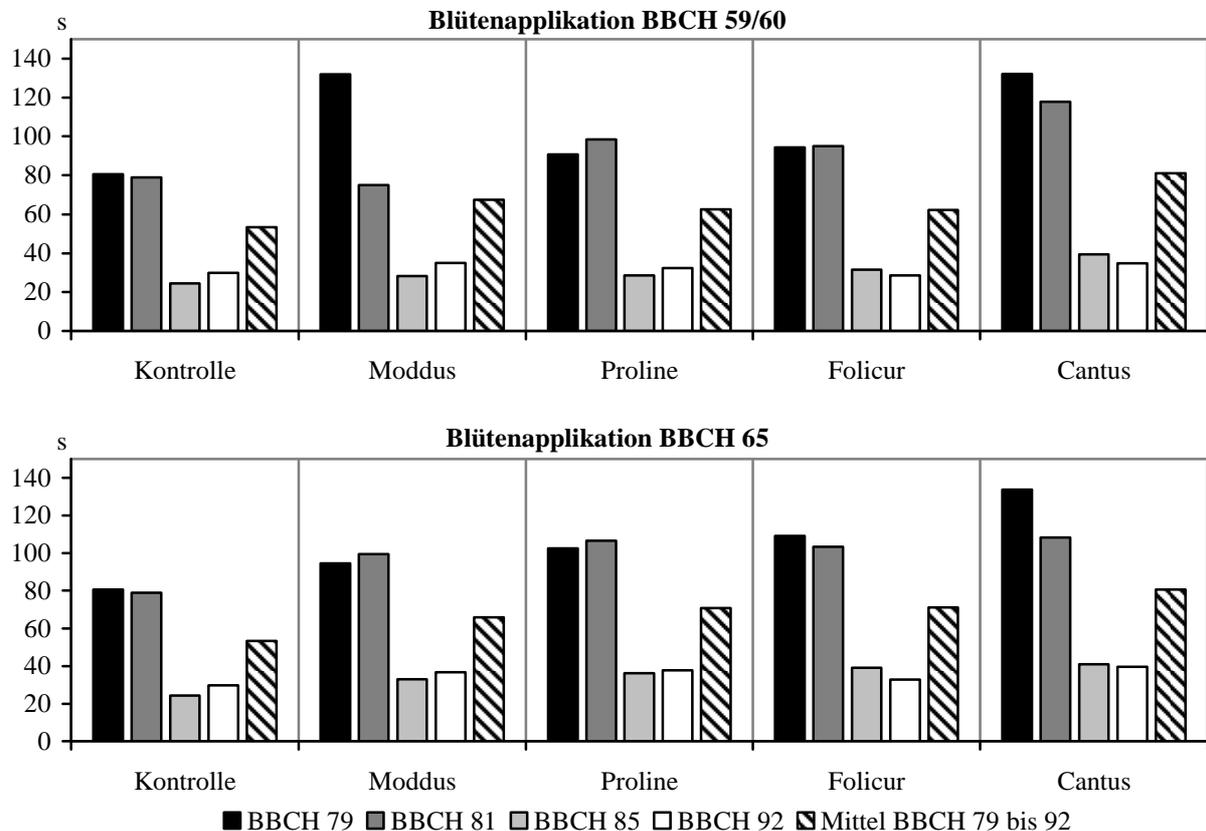


Abb. 51: Entwicklung der t_{50} -Werte (Zeit (s), nach der 50 % der Schoten geplatzt sind) zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien nach früher Blütenapplikation zu BBCH 59/60 (08.05.2006, oben) und später Blütenapplikation zu BBCH 65 (17.05.2006, unten)

Tab. 49: Regressionsgleichung, r^2 , Signifikanzniveau sowie t_{50} -Wert (Zeit (s), nach der 50 % der Schoten geplatzt sind) der verschiedenen Varianten zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien nach früher Blütenapplikation zu BBCH 59/60 (08.05.2006)

Variante	Gleichung	r^2	Sig.	t_{50} (s)	Gleichung	r^2	Sig.	t_{50} (s)
	BBCH 79				BBCH 81			
Kontrolle	$y=0,0008x^2+0,5565x$	0,990	n.s.	80,53	$y=0,0004x^2+0,6017x$	0,991	n.s.	78,95
Moddus	$y=0,0021x^2+0,1013x$	0,968	**	132,06	$y=-0,0014x^2+0,7715x$	0,997	**	75,02
Proline	$y=0,0010x^2+0,4606x$	0,994	*	90,70	$y=0,0008x^2+0,4289x$	0,994	n.s.	98,49
Folicur	$y=-0,0003x^2+0,5586x$	0,984	n.s.	94,28	$y=0,0008x^2+0,4508x$	0,976	n.s.	94,92
Cantus	$y=0,0030x^2-0,0182x$	0,994	***	132,17	$y=0,0015x^2+0,2587x$	0,986	*	117,97
BBCH 85								
Kontrolle	$y=-0,0134x^2+2,3817x$	0,980	***	24,32	$y=-0,0095x^2+1,9632x$	0,995	***	29,75
Moddus	$y=-0,0106x^2+2,0752x$	0,992	***	28,14	$y=-0,0072x^2+1,6854x$	0,988	***	34,86
Proline	$y=-0,0104x^2+2,0534x$	0,986	***	28,45	$y=-0,0083x^2+1,8178x$	0,992	***	32,26
Folicur	$y=-0,0088x^2+1,8687x$	0,987	***	31,40	$y=-0,0104x^2+2,0541x$	0,993	***	28,44
Cantus	$y=-0,0051x^2+1,4698x$	0,989	***	39,41	$y=-0,0070x^2+1,6845x$	0,989	***	34,68

Tab. 50: Regressionsgleichung, r^2 , Signifikanzniveau sowie t_{50} -Wert (Zeit (s), nach der 50 % der Schoten geplatzt sind) der verschiedenen Varianten zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien nach später Blütenapplikation zu BBCH 65 (17.05.2006)

Variante	Gleichung	r^2	Sig.	t_{50} (s)	Gleichung	r^2	Sig.	t_{50} (s)
	BBCH 79				BBCH 81			
Kontrolle	$y=0,0008x^2+0,5565x$	0,990	n.s.	80,53	$y=0,0004x^2+0,6017x$	0,991	n.s.	78,95
Moddus	$y=0,0016x^2+0,3787x$	0,995	**	94,39	$y=0,0014x^2+0,3629x$	0,992	*	99,55
Proline	$y=0,0023x^2+0,2509x$	0,997	***	102,66	$y=0,0012x^2+0,3408x$	0,996	**	106,66
Folicur	$y=0,0026x^2+0,1738x$	0,990	***	109,22	$y=0,0009x^2+0,3900x$	0,995	*	103,49
Cantus	$y=0,0016x^2+0,1601x$	0,996	***	133,69	$y=0,0015x^2+0,2994x$	0,997	***	108,27
	BBCH 85				BBCH 91			
Kontrolle	$y=-0,0134x^2+2,3817x$	0,980	***	24,32	$y=-0,0095x^2+1,9632x$	0,995	***	29,75
Moddus	$y=-0,0080x^2+1,7811x$	0,995	***	32,95	$y=-0,0061x^2+1,5851x$	0,983	***	36,74
Proline	$y=-0,0065x^2+1,6160x$	0,990	***	36,22	$y=-0,0060x^2+1,5489x$	0,994	***	37,82
Folicur	$y=-0,0054x^2+1,4874x$	0,984	***	39,19	$y=-0,0082x^2+1,7930x$	0,998	***	32,81
Cantus	$y=-0,0045x^2+1,406x$	0,982	**	40,92	$y=-0,0054x^2+1,4742x$	0,995	***	39,69

Der unmittelbare Vergleich der Ergebnisse nach früher (BBCH 59/60) und später (BBCH 65) Blütenapplikation (Abb. 52) wies an allen Untersuchungsterminen (BBCH 79 bis 92) für die spät vergleichend zu den früh behandelten Varianten tendenziell höhere Schotenstabilitäten auf.

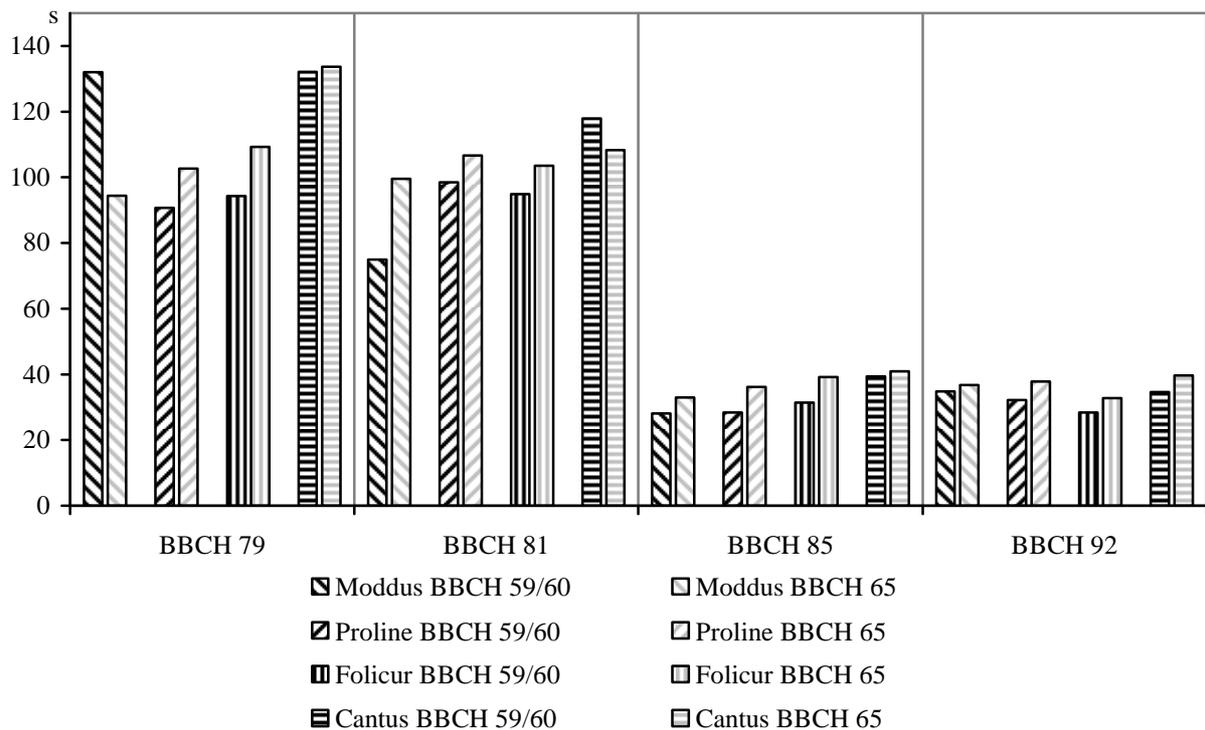


Abb. 52: Einfluß eines frühen (BBCH 59/60) und eines späten Blütenapplikationstermins (BBCH 65) auf den t_{50} -Wert (Zeit (s), nach der 50 % der Schoten geplatzt sind) zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien (BBCH 79 bis 92)

3.2.4 Ernteparameter: Ertrag und Tausendkorngewicht (Hohenschulen 2005/2006)

Die höchsten Erträge wurden nach früher Blütenapplikation (BBCH 59/60) durch das Präparat Folicur (44,38 dt/ha) erzielt (Tab. 51). Die Differenzen zwischen den behandelten Varianten und der unbehandelten Kontrolle (40,73 dt/ha) blieben jedoch wegen der trockenwarmen Witterung während der Abreifephase gering, so daß die bemessenen Erträge der behandelten Varianten weder untereinander noch gegenüber der unbehandelten Kontrolle statistisch abgesichert werden konnten.

Nach später Blütenapplikation (BBCH 65) wurde der Höchstertrag (+3,23 dt/ha) mit dem Präparat Proline erzielt. Eine statistische Abgrenzung zwischen den Varianten und der unbehandelten Kontrolle war nicht gegeben.

Tab. 51: Ertrag (dt/ha) und Tausendkorngewicht (g/1000 Körner) nach früher (BBCH 59/60) und später Blütenapplikation (BBCH 65); Tuckey-Test, n=3

	Ertrag (dt/ha)		TKG (g/1000 Körner)	
	BBCH 59/60	BBCH 65	BBCH 59/60	BBCH 65
Unbehandelte Kontrolle	40,73		5,47	
Moddus	42,71	43,27	5,38	5,93
Proline	43,97	43,96	5,63	5,88
Folicur	44,38	43,56	5,62	5,58
Cantus	43,24	42,04	5,58	5,77
Signifikanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Das Tausendkorngewicht (Tab. 51) wurde mit Ausnahme der zu BBCH 59/60 mit dem Wachstumsregulator Moddus behandelten Variante sowohl durch eine frühe (BBCH 59/60) als auch durch eine späte Blütenapplikation (BBCH 65) gegenüber der unbehandelten Kontrolle (5,47 g) erhöht. Jedoch waren die Differenzen zwischen den Varianten und der unbehandelten Kontrolle aufgrund der nur geringen Unterschiede nicht abzusichern. Die größten nicht abzusichernden Differenzen waren nach Applikation des Wachstumsregulators Moddus (5,93 g) zu BBCH 65 festzustellen.

3.2.5 Bewertung von Zusammenhängen zwischen Schotenstabilität und Ertrag (Hohenschulen 2005/2006)

Zwischen der Schotenstabilität bemessen am t_{50} -Wert (Zeit in Sekunden, nach der 50 % der Schoten geplatzt sind) und dem Ertrag (dt/ha) konnte zu keinem Untersuchungszeitpunkt ein unmittelbarer Zusammenhang festgestellt werden (Tab. 52).

Tab. 52: Korrelation (r^2) zwischen dem Ertrag (dt/ha) und der Schotenstabilität (t_{50} -Wert = Zeit (s), nach der 50 % der Schoten geplatzt sind)

BBCH 79	BBCH 81	BBCH 85	BBCH 92
$r^2 = 0,002$	$r^2 = 0,179$	$r^2 = 0,076$	$r^2 = 0,002$

4 Diskussion

Die Ergebnisse der Blattnässewerte und die biologischen Parameter im Herbst beider Versuchsjahre lassen die Ableitung des Primärinfektionstermins von *Phoma lingam* zu. Bisherige Untersuchungen zur Blattnässe und des Einflußfaktors Temperatur beschränken sich hauptsächlich auf Klimakammerversuche, können aber als Anhaltspunkte zur Ableitung einer Infektion unter Freilandbedingungen Verwendung finden (BIDDULPH et al. 1999, TOSCANO-UNDERWOOD et al. 2001). Der Faktor Ascosporenflug spielt offensichtlich nur eine qualitative Rolle, da nach den Erkenntnissen der eigenen Untersuchungen sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse von WOHLLEBEN (2001) und KRUSE (2004) unter schleswig-holsteinischen Bedingungen im Herbst zwar quantitativ unterschiedlicher, jedoch kontinuierlicher Ascosporenflug stattfindet und Primärinfektionen unabhängig von der Anzahl der Ascosporen erfolgen. Dies wird dadurch bekräftigt, daß nach SCHRAMM und HOFFMANN (1991) gerade im September 60 bis 70 % des jährlichen Ascosporenfluges stattfinden.

Im Versuchsjahr 2004/2005 wurde der erste sichtbare Blattbefall am 27.09.2004, in 2005/2006 am 04.10.2005 festgestellt. Die Betrachtung der zurückliegenden Blattnässewerte läßt eine Eingrenzung des Zeitraumes potentieller Infektionen unter Zugrundelegung eines aus den Witterungsdaten abgeleiteten Schwellenwertes von 80 % tägliche Blattnässe, der mit dem Erscheinen primärer Blattsymptome in engem Zusammenhang steht, zu.

Im Herbst 2004 wurde ab dem 21.09.2004 eine permanente tägliche Blattbenetzung von 100 % festgestellt. Am 20.09.2004 lag die Blattnässe (78 %) hingegen noch unter dem Schwellenwert von 80 %. Im Zeitraum zuvor wurde die Blattnässe von 80 % nur an zwei voneinander unabhängigen Tagen überschritten und war folglich für eine erfolgreiche Infektion nicht ausreichend. Der Zeitraum für die Primärinfektion fällt somit unter Annahme einer Inkubationszeit von fünf bis sechs Tagen (Primärbefall 27.09.2004) nach BIDDULPH et al. (1999) und TOSCANO-UNDERWOOD et al. (2001) auf den 21.09.2004/22.09.2004 und steht in engem Zusammenhang mit dem Überschreiten der Blattnässe von 80 %.

Im Herbst 2005 konnte ab dem 27.09.2005, am Tag zuvor (26.09.2005) lag die Blattnässe (78 %) unter 80 %, eine durchgehende tägliche Blattbenetzung von 100 % festgestellt werden, wobei am 01.10.2005 (66 %) für einen Tag der Schwellenwert von 80 % unterschritten wurde. Dies könnte zu einer eventuell verzögerten Inkubationszeit geführt haben. Wie im Herbst des vorherigen Versuchsjahres gab es im Zeitraum vor dem ersten Überschreiten des Schwellenwertes von 80 % nur zwei unabhängige Ereignisse, an denen der Grenzwert überschritten wurde. Folglich fällt für das Versuchsjahr 2005/2006 die Primärinfektion unter

Annahme einer Inkubationszeit von fünf bis sechs Tagen (Primärbefall 04.10.2005) nach BIDDULPH et al. (1999) und TOSCANO-UNDERWOOD et al. (2001) auf den 28.09.2005/29.09.2005, so daß wie im Jahr zuvor ein Zusammenhang zwischen dem primären, durch Ascosporen induzierten Blattbefall und dem Überschreiten von 80 % Blattnässe und der Blattnässedauer hergestellt werden kann.

Bei der Festlegung der Primärinfektion ist jedoch zu berücksichtigen, daß in den eigenen Untersuchungen der Blattbefall in einem langen zeitlichen Abstand von sieben Tagen bonitiert wurde und somit ein eventuell vorzeitiger Primärbefall nicht erfaßt werden konnte. Daß die Verteilung von Rapsstengeln auf den Infektionsverlauf einen Einfluß hatte, ist unwahrscheinlich. Vielmehr besteht die Möglichkeit, daß dadurch das Ausgangsinokulum erhöht und somit der epidemiologische Befallsverlauf beeinflusst wurde.

Die allgemeine epidemiologische Ausbreitung von *Phoma lingam* im Herbst am Blattapparat der unbehandelten Kontrolle unterschied sich in den beiden Versuchsjahren 2004/2005 und 2005/2006 grundlegend. In 2004/2005 war eine progressive Ausbreitung in der unbehandelten Kontrolle anhand der Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt} maximal 2210 Pyknidien/Pflanze) und Befallshäufigkeit im Bestand (BHB_{Blatt}) festzustellen. Das Folgejahr 2005/2006 war durch ein wesentlich geringeres Befallsniveau (BSB_{Blatt} maximal 862 Pyknidien/Pflanze) geprägt.

Im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005 lag eine relativ gleichmäßige Niederschlags- und Blattnässeverteilung bei ausgeglichenen Temperaturen vor, so daß über den gesamten herbstlichen Zeitraum permanent potentielle Infektionen stattfanden, infolge derer der Blattbefall hohe Befallsstärkewerte (BSB_{Blatt}) erreichte. Im Versuchsjahr 2005/2006 hingegen lagen bei überdurchschnittlich hohen Temperaturen deutlich geringere Niederschlagsmengen verbunden mit kurzen Blattnässeperioden vor. Nach Primärbefall folgte von Anfang bis Ende Oktober ein Zeitraum defizitärer Niederschlagsverteilung mit einhergehend geringer Blattnässe, so daß potentielle Infektionen ausblieben. Die im Herbst 2004 in der unbehandelten Kontrolle zu beobachtenden, abnehmenden Befallsstärkewerte (BSB_{Blatt}) sind durch den seneszenzbedingten Verlust erkrankter unterer Blätter, die aufgrund des epidemiologischen Befallsverlaufs von *Phoma lingam* die größte Anzahl an Pyknidien tragen, zu erklären. Das Ausgangsinokulum hat in beiden Versuchsjahren durch das Einstreuen erregerspezifisch befallener Stengel fördernden Infektionseinfluß dahingehend erfahren, daß der Zuflug sexuell gebildeter Ascosporen unmittelbar aus dem Versuchsschlag erfolgte. Obgleich entsprechendes Ausgangsinokulum in beiden Jahren gegeben war, verhinderte die

im Herbst 2005 vorherrschende Witterungskonstellation einen entsprechenden Herbst-Blattbefall.

Die fungiziden Bekämpfungsmaßnahmen waren in beiden Versuchsjahren, bemessen anhand der biologischen Befallstärkeparameter, nachzuweisen. Im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005 nach erstem Primärbefall (27.09.2004) erfolgte die Applikation am 06.10.2004. Der als hoch einzustufende Blattbefall im Herbst wurde durch alle Fungizidmaßnahmen (Wirkungsgrade größer 84 %), mit Ausnahme des Präparates Cantus (Wirkungsgrad 55 %), kontrolliert. Im Herbst des Versuchsjahres 2005/2006 erfolgte die Applikation der Präparate annähernd zeitgleich mit dem ersten sichtbaren Blattbefall. Aufgrund des allgemein geringeren Befalls in 2005/2006 konnten sich die Unterschiede bezüglich der Wirkungspotenz zwischen den Präparaten nicht so deutlich wie im Vorjahr ausprägen.

Die mit Proline und die mit Prosaro behandelten Varianten zeigten im Herbst des Versuchsjahres 2004/2005 die deutlichsten und zum letzten Boniturtermin auch gegenüber den restlichen Varianten hoch signifikante Befallsreduktion der Parameter Befallsstärke im Bestand (BSB_{Blatt}) und Befallshäufigkeit im Bestand (BHB_{Blatt}). Beide Präparate erreichten zur ersten Bonitur nach Applikation mit über 90 % die höchsten Wirkungsgrade und zeigten bis Boniturrende das längste protektive Wirkungspotential gegenüber Neuinfektionen und der Ausbreitung von *Phoma lingam* im Blattapparat. Da der Wirkstoff im Produkt Prosaro in geringerer Konzentration (125 g a.i./l) vorliegt und somit die ausgebrachte Wirkstoffmenge (93,75 g a.i./ha) geringer war, wäre aufgrund der Dosis-Wirkungs-Beziehung eine schlechtere Wirkung des Produktes Prosaro im Vergleich zu Proline (250 g a.i./l; 132,5 g a.i./ha) zu erwarten gewesen. Jedoch konnten weder für die BSB_{Blatt} noch für die BHB_{Blatt} Unterschiede zwischen beiden Präparaten festgestellt werden, so daß anzunehmen ist, daß die mögliche, durch die geringere Konzentration begründete, schlechtere Wirkung des Produktes Prosaro durch das zusätzlich enthaltene Tebuconazol (125 g a.i./l) kompensiert wird (gesamt ausgebrachte Wirkstoffmenge 187,5 g a.i./ha). Zwischen den Produkten Folicur (187,5 g a.i./ha Tebuconazol), Caramba (67,8 g a.i./ha Metconazol), Score (187,5 g a.i./ha Difenconazol) und Harvesan (150 g a.i./ha Flusilazol und 75 g a.i./ha Carbendazim) bestanden, trotz deutlicher Unterschiede in den ausgebrachten Wirkstoffmengen, keine Unterschiede in ihrer Wirkungspotenz. Der beobachtete Effekt kann jedoch auch in Zusammenhang mit der von der Pflanze tatsächlich aufgenommenen Wirkstoffmenge stehen, die nach OERKE und STEINER (2003) maßgeblich von der Formulierung der Präparate abhängt. Auch GLADDERS et al. (1999) fanden zwischen Fungizidanwendungen mit Tebuconazol (Folicur), Difenconazol (Score) und der Mischung aus Flusilazol und

Carbendazim (Harvesan) keine Wirkungsunterschiede. Sie sprachen den Fungiziden nur eingeschränkte Kurativleistungen zu.

Im Herbst des Versuchsjahres 2005/2006 waren wegen des deutlich geringeren Blattbefalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Produkten feststellbar. Auffällig ist jedoch, daß der Wirkungsgrad des Produktes Cantus (75 %) geringer war als der der übrigen Produkte.

Auch im Frühjahr der Versuchsjahre 2004/2005 und 2005/2006 war ein unterschiedliches epidemiologisches Ausbreitungsmuster von *Phoma lingam* im Blattapparat nachzuweisen. Zwar waren zwischen den Werten der BHB_{Blatt} keine Unterschiede festzustellen, jedoch konnte für die Entwicklung der BSB_{Blatt} im Frühjahr 2004 als Folge des jahresspezifisch höheren Herbstbefalles eine deutlich progressivere Ausbreitung des Erregers festgestellt werden, die in einem maximalen Befall von 2210 Pyknidien/Pflanze ihren Niederschlag fand. Dagegen blieb der Blattbefall nach nur sehr zögerlicher Entwicklung im Frühjahr 2006 mit maximal 318 Pyknidien/Pflanze auf sehr geringem Niveau, zurückzuführen auf das geringere Befallsniveau des Herbstes 2005.

Die Bekämpfungserfolge gegenüber dem Blattbefall mit *Phoma lingam* im Frühjahr weisen Parallelitäten zu den festgestellten Ergebnissen für den Herbstbefall in 2004/2005 und 2005/2006 auf. Im Frühjahr 2005 (starker Blattbefall) konnten die Präparate Proline und Prosaro ebenfalls ihre herausragende Wirkungspotenz dokumentieren, jedoch waren die Ergebnisse wegen der aus dem starken Infektionsdruck resultierenden hohen Varianz nicht signifikant. Im Frühjahr 2006 bestanden wegen des sehr geringen Infektionsdruckes sowie der weitestgehenden Etablierung des Erregers im Blattapparat vor Applikation keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Präparaten. Die deutlichen Effekte der Fungizide Proline und Prosaro beschränkten sich im Frühjahr 2006 auf die Wirkung seitens der BHB_{Blatt} . Dieser Befallsparameter kann jedoch nicht für die Bewertung fungizider Leistung herangezogen werden. Letztlich ist lediglich die BSB_{Blatt} derjenige Parameter zur Bewertung des Einflusses auf den Befallsgrad.

Der Wachstumsregulator Moddus hatte in allen Untersuchungen sowohl in Einzelanwendung als auch in Kombination mit den entsprechenden Fungiziden keinen Effekt auf den Blattbefall. Somit waren zusätzliche synergistische Effekte von Moddus auszuschließen.

Gemittelt über alle behandelten Varianten zog die Herbstindikation, bemessen an der BSB_{Blatt} , eine hoch signifikante Befallsreduktion des Blattendbefalles im Frühjahr vergleichend zur unbehandelten Kontrolle nach sich. Die kombinierte Herbst-

/Frühjahrsapplikation führte gegenüber der Frühjahrsapplikation zu keinen weiteren Vorteilen. Eine ausschließliche Frühjahrsapplikation resultierte, gemittelt über alle behandelten Varianten, in einem signifikant reduzierten Blattbefall. WOHLLEBEN (2001) und KRUSE (2004) konnten zwischen dem Blattbefall (BSB_{Blatt} , BHB_{Blatt}) mit *Phoma lingam* im Herbst sowie im Frühjahr und dem Ertrag keine Zusammenhänge feststellen. Auch nach GARBE (2000c) ist der Blattbefall im Herbst nicht ertragsrelevant.

Der Befallsverlauf von *Phoma lingam* und insbesondere der Befallsbeginn an Wurzelhals und Stengel sind in Zusammenhang mit dem Witterungsverlauf über Winter beziehungsweise Frühjahr der beiden Versuchsjahre zu interpretieren.

Im Frühjahr 2005 entwickelte sich der Wurzelhalsbefall (BW_{Wh} , BHB_{Wh}) ab Ende April, gefördert durch die erhöhten Temperaturen des Aprils und den niederschlagsreichen Mai schnell. Zeitgleich, aber in der Entwicklung verzögert, setzte der Stengelbefall (BW_{St} , BHB_{St}) ein. Im Frühjahr 2006 lag trotz des langen Winters vergleichend zum Vorjahr bereits vier Wochen früher sichtbarer Primärbefall am Wurzelhals vor. Dies mag damit zusammenhängen, daß der Herbst 2005 vergleichend zum langjährigen Mittel ungewöhnlich warm war und folglich der Erreger *Phoma lingam* schnell aus dem Blatt in den Wurzelhals einwachsen konnte (HAMMOND et al. 1985). Auch der darauf folgende lange und strenge Winter vermochte den latenten Befallsverlauf am Wurzelhals nicht erfolgreich zu begrenzen, dokumentiert an den erhöhten Befallsgraden im Frühjahr. Dies steht im Widerspruch zu den Berichten von KRÜGER (1982), der einen auf den Befallverlauf verzögernden Einfluß von Kälteperioden beschrieb. Der Stengelbefall setzte im Frühjahr 2006 hingegen deutlich zeitversetzt zum Wurzelhalsbefall ein. In ähnlicher Weise wurde im Frühjahr 2006 ein deutlich verzögert einsetzender Blattbefall registriert. Dementsprechend konnte eine enge Korrelation zwischen dem Blattbefall im Herbst/Frühjahr und dem Wurzelhals- und Stengelbefall (Frühjahr/Sommer) nachgewiesen werden. Der Stengelendbefall blieb in Folge der außergewöhnlich trockenen und warmen Witterung des Sommers 2006 und des daraus resultierenden geringeren Blattbefalls auf deutlich niedrigerem Niveau (BHB_{St} 87 %; BW_{St} 3,83) im Vergleich zum Vorjahr (BHB_{St} 100 %; BW_{St} 6,50).

Der differenzierte Wurzelhals- und Stengelbefall im Frühjahr/Sommer ist in beiden Versuchsjahren in einem engen Zusammenhang mit dem Blattbefall im Herbst und im Frühjahr zu interpretieren (KRUSE und VERREET 2005 sowie WOHLLEBEN 2001). Nach GLADDERS et al. (1999) ist eine Bekämpfung des Wurzelhals- und Stengelbefalls nur indirekt über die Reduktion des Blattbefalls im Herbst und im Frühjahr möglich, wodurch

nach BIDDULPH et al. (1999), FESER (1992), GLADDERS et al. (1998) und SCHRAMM und HOFFMANN (1992) ein frühzeitiges Einwachsen des Erregers aus dem Blattbereich unterbunden wird.

Die eigenen Ergebnisse belegen eindeutig die Bedeutung eines reduzierten Blattbefalls für den daraus nach BIDDULPH et al. (1999), GARBE (2000d) und WEST et al. (2002) resultierenden Wurzelhals- und Stengelbefall. WOHLLEBEN (2001) sowie KRUSE und VERREET (2005) stellten bereits enge Zusammenhänge zwischen den Befallsparametern Blattbefall, bemessen an der Befallshäufigkeit (BHB) beziehungsweise der Anzahl an Pyknidien (BSB), und dem Wurzelhals- (BW_{Wh}) und Stengelbefall (BW_{St}), bemessen am Befallswert (1-9), für Herbst- und Frühjahrsapplikationen fest. Darüber hinaus konnte in den eigenen Untersuchungen die Bedeutung sowohl des quantitativen Blatt- (BSB_{Blatt}) als auch des qualitativen Blattbefalls (BHB_{Blatt}) für die Ausprägung des Wurzelhals- (BW_{Wh}) beziehungsweise Stengelbefalls (BW_{St}) durch unterschiedliche Fungizidapplikationen dargestellt werden. Sowohl zwischen dem Wurzelhalsbefall (BW_{Wh}) und dem Blattbefall im Herbst (BSB_{Blatt} , $r^2 = 0,86^{***}$; BHB_{Blatt} , $r^2 = 0,83^{***}$) als auch zwischen dem Stengelbefall (BW_{St}) und dem Blattbefall im Frühjahr (BSB_{Blatt} , $r^2 = 0,83^{***}$; BHB_{Blatt} , $r^2 = 0,53^{***}$) konnte ein deutlicher, hoch signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Allerdings waren die Unterschiede seitens des ausgeprägten Wurzelhals- und Stengelbefalls zwischen den Varianten nicht so gravierend wie für den Blattbereich, was sich in den geringen Steigungen der Regressionsgeraden widerspiegelt und in Zusammenhang mit dem Toleranzgrad der Versuchssorte Talent stehen könnte. Aus den Ergebnissen läßt sich dennoch ableiten, daß nicht nur die Bekämpfung des Blattbefalls an sich (Bekämpfungstermin), sondern vielmehr auch der quantitative Erfolg einer Bekämpfung im Blattbereich eine wesentliche Bedeutung zur Kontrolle des Wurzelhals- und Stengelbefalls besitzt. Bei der Fungizidapplikation kommt somit der Präparatauswahl, aufgrund der oben dargelegten differentiellen Wirkungspotenzen, eine nicht unbedeutende Rolle zu, auch wenn in den eigenen Untersuchungen und denen von ANONYMUS (2004d) und ANONYMUS (2005c) keine wesentlichen Unterschiede zwischen verschiedenen Präparaten seitens der Ausprägung der Wurzelhalsfäule zu BBCH 85 festzustellen war.

Auch gemittelt über alle behandelten Varianten zeigt sich, daß Herbstindikationen den deutlichsten Einfluß auf den Wurzelhalsbefall (BW_{Wh}) ausüben. Ein Effekt der Frühjahrsapplikation ist aufgrund der erzielten Ergebnisse sowie der akropetal-systemisch wirkenden Eigenschaften der eingesetzten Präparate (ANONYMUS 2004b, 2004c, 2005a, 2006f, 2006g, 2006h, 2006i) unwahrscheinlich, da der Wirkstoff aus den über dem

Wurzelhals liegenden Blättern basipetal in den Wurzelhals verlagert werden müßte. Solch ein basipetales Verteilungsmuster schließen BRANDES et al. (1978) nach Untersuchungen mit Triademefon weitestgehend aus. Dagegen konnte der Stengelbefall (BW_{St}) am deutlichsten durch Frühjahrsapplikationen reduziert werden. Die eigenen Erkenntnisse über den Einfluß des Applikationstermins auf den Wurzelhals- und Stengelbefall stimmen mit den Erkenntnissen von BIDDULPH et al. (1999), GARBE (2000d), KRUSE und VERREET (2005), WEST et al. (2002) sowie WOHLLEBEN (2001) überein, die der Herbstindikation den bedeutendsten Einfluß auf die Reduktion des Wurzelhalsbefalls und der Frühjahrsapplikation auf die Reduktion des Stengelbefalls zusprechen.

Anhand der eigenen Ergebnisse ist ein Einfluß der Blütenapplikationen auf den Wurzelhals- und Stengelbefall mit *Phoma lingam* auszuschließen. KRUSE (2004) kam diesbezüglich zu der gleichen Erkenntnis. Eine direkte Bonitur des Wurzelhalsbefalles ausschließlich zur Blüte behandelter Varianten erfolgte im Gegensatz zu den eigenen Untersuchungen jedoch nicht.

Die von SCHRAMM und HOFFMANN (1992) mit Herbst- beziehungsweise Herbst-/Frühjahrsapplikationen erzielten Verlustminderungen von 8 bis 20 % konnten in den eigenen Untersuchungen mit Ergebnissen von 9 bis 14 % bestätigt werden. Diese Verlustminderung ist in den eigenen Untersuchungen aufgrund der gewonnenen Ergebnisse im Rahmen des Zusammenhanges zwischen Wurzelhals- (BW_{Wh}), Stengelbefall (BW_{St}) und dem Ertrag eindeutig nicht direkt auf den Bekämpfungserfolg von *Phoma lingam* zurückzuführen. Gestützt durch die Aussagen von CEYNOWA und KOSTRITZ (1996), THÜR WÄCHTER et al. (1995) und WOHLLEBEN (2001) besteht, trotz fungizider Befallskontrolle an Wurzelhals und Stengel, kein unmittelbarer Einfluß auf die Ertrags-Verlust-Relation.

Bereits die Bemessung des Wurzelhals- und Stengelbefalls mit *Phoma lingam* nach KRÜGER (1982) läßt vermuten, daß ertragsrelevanter Wurzelhals- und Stengelbefall erst ab Befallswerten von etwa 7 eintritt, da erst oberhalb dieses Wertes von vorzeitig abreifenden beziehungsweise absterbenden Pflanzen auszugehen ist. Da diese hohen Werte in den eigenen Untersuchungen sowie auch bei WOHLLEBEN (2001) und KRUSE (2004) erst sehr spät in der Vegetation während der späten Abreife und nur bei starkem Infektionsdruck erreicht werden, ist die Ertragsrelevanz von *Phoma lingam* in durchschnittlichen Befallsjahren grundsätzlich in Frage zu stellen. Gravierende Ertragsverluste werden dem Erreger *Phoma lingam* erst bei Eintreten von wurzelhals- und stengelfäule-induziertem parasitärem Lager zugesprochen (GARBE 2000c, GUGLE und PETRIE 1992, ZHOU et al. 1999). Es ist somit festzuhalten, daß das momentan verfügbare Sortenspektrum, bedingt die Züchtung standfester

und *phoma*-toleranter Sorten (Versuchssorte Talent), die Ertragsrelevanz von *Phoma lingam* bei moderatem Infektionsdruck minimiert (GARBE 1996, KRUSE 2004, WEST et al. 1999a).

Ertragseinflüsse durch den Befall mit *Verticillium longisporum*, *Peronospora parasitica* und *Sclerotinia sclerotiorum* sind in den beiden Versuchsjahren auszuschließen.

Das Befallsgeschehen durch *Verticillium longisporum* blieb wie in den Untersuchungen von WOHLLEBEN (2001) und KRUSE (2004) von allen Fungizidmaßnahmen unberührt. Die grundsätzliche Ertragsrelevanz (GARBE 2000a) ist nach den eigenen Ergebnissen und von WOHLLEBEN (2001), KRUSE (2004), DUNKER und VON TIEDEMANN (2006) in Frage zu stellen. Der sichtbare Befall tritt in der Regel erst zu einem sehr späten Zeitpunkt während der Abreifephase ein.

Befall mit *Peronospora parasitica* war in beiden Versuchsjahren nachzuweisen. Das geringe Befallsausmaß und der zeitliche stagnierende Befallsverlauf lassen keinen ertragsrelevanten Einfluß zu.

Ein Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* trat in beiden Versuchsjahren an keinem der Standorte auf, obwohl die Sklerotien der Sklerotiendepots mit Apothecien keimten. Es ist daher zu vermuten, daß entweder aufgrund ungünstiger Witterungsbedingungen oder einer Sortentoleranz eine erfolgreiche Stengelinfektion ausgeblieben ist. Die in der Regel bemessenen Ertragszuwächse in den ausschließlich zur Blüte behandelten Varianten sind daher nicht auf die biologische Kontrolle dieses Krankheiserreger zurückzuführen, sondern sind durch Nebeneffekte auf weitere Schadpathogene wie *Alternaria brassicae* und *Botrytis cinerea* beziehungsweise auf erhöhte Schotenstabilitäten (ANONYMUS 2004d, ANONYMUS 2005c, KRUSE 2004, WOHLLEBEN 2001), einen gleichmäßigeren Blühverlauf (DEUKER-ISERMEYER et al. 1991, BROSCHEWITZ und STEINBACH 1999) und verminderte Reduktionsprozesse an den Ertragsorganen (FISAHN 1993) zu interpretieren.

Die Sproßstreckung setzte im Herbst 2005 aufgrund der höheren Temperaturen früher und schneller vergleichend zum Herbst 2004 ein. Die Entwicklung des Wurzelhalsdurchmessers unterschied sich zwischen den beiden Versuchsjahren nicht. In beiden Versuchsjahren waren seitens der Bestandesdichte selbst in der unbehandelten Kontrolle keine Auswinterungsverluste festzustellen. Die Pflanzen lagen zu Beginn des Winters in beiden Versuchsjahren nicht wesentlich über dem von SCHULZ (1998) definierten optimalen Entwicklungszustand (< 2 cm Sproßlänge, > 0,5 cm Wurzelhalsdurchmesser).

Aufgrund des sehr langen und kalten Winters begann die Streckungsphase der Pflanzen im Frühjahr 2006 bedeutend später, wobei sich dieser Rückstand bis zu den Abschlußmessungen nach Blütenapplikation (09.06.2005, 01.06.2006) relativiert hatte. Die Frühjahrsapplikationen müssen in beiden Jahren unter Berücksichtigung der Tatsache interpretiert werden, daß sowohl fungizide als auch wachstumsregulatorische Effekte durch Frühjahrsindikationen induziert werden, die zeitlich nicht zu der für die Wachstumsregulation optimalen Pflanzenlänge von etwa 30 cm Sproßlänge (GARBE 2000d und LINDENBERG 2003) und unter nicht sonderlich wüchsigen Bedingungen (ANONYMUS 2004d, 2005c) stattfanden.

Im Herbst des Versuchsjahres 2004/2006 waren durch die Applikationen der Fungizide und des Wachstumsregulators Moddus kaum Veränderungen seitens der Sproßlängen feststellbar. Dies liegt maßgeblich in der ausgeglichenen Witterung begründet, die kein übermäßiges Längenwachstum der Pflanzen induzierte. Im Gegensatz hierzu konnten im Herbst 2005, der durch überdurchschnittliche Wärme und damit verbundenem starken Längenwachstum der Pflanzen gekennzeichnet war, deutliche und auch signifikante Unterschiede festgestellt werden. Die Einkürzungen der Sproßlänge waren für die Produkte Folicur und Caramba gegenüber der unbehandelten Kontrolle am deutlichsten ausgeprägt und nur für diese Varianten signifikant. Auch mit dem Produkt Prosaro konnte ein Einkürzungseffekt, wenn auch nicht signifikant vergleichend zur unbehandelten Kontrolle, festgestellt werden, der weniger auf dem Wirkstoff Prothioconazol als vielmehr auf dem Wirkstoff Tebuconazol beruhen dürfte. Bedeutende Längenunterschiede zwischen den drei Präparaten (Folicur, Caramba, Prosaro) waren, wie sie auch von ANONYMUS (2004d) und ANONYMUS (2005c) beschrieben werden, nicht feststellbar. Ein Einfluß der übrigen Triazolwirkstoffe auf den Phytohormonhaushalt, wie er für Stickstoffheterozyklen allgemein nach GRAEBE (1987), GROSSMANN (1992) und RADEMACHER (2000) beschrieben wird, kann allerdings nach bisherigem Kenntnisstand und den eigenen Untersuchungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Auch im Frühjahr 2005 zeigten sich für die typischen Fungizide mit wachstumsregulatorischer Eigenschaft (Folicur, Tebuconazol; Caramba, Metconazol; Prosaro, Tebuconazol mit Prothioconazol) Einkürzungseffekte. Die Einkürzungseffekte im Frühjahr 2006 waren weniger deutlich ausgeprägt, was mit dem allgemein geringeren und rückständigen Wachstum der Pflanzen im Zusammenhang steht. Auch hier wiesen insbesondere zur ersten Messung nach Frühjahrsapplikation alle Varianten reduzierte Sproßlängen gegenüber der unbehandelten Kontrolle auf. Deutlichste Auswirkungen zeigten die Präparate Folicur, Caramba, Prosaro und Moddus, von denen wachstumsregulatorische

Wirkungen bekannt sind (ANONYMUS 2004d, 2005c, 2006a, 2006b, 2006c, GRAF et al. 2006, LINDENBERG 2003). Sowohl 2004/2005 als auch 2005/2006 war zur letzten Längenmessung nach erfolgter Blütenapplikation in den eigenen Untersuchungen der von KLINGENHAGEN (2006) beschriebene einkürzende Effekt einer Blütenapplikation auf die Sproßlänge feststellbar.

Hinsichtlich wachstumsregulatorischer Effekte bestehen zwischen den Produkten keine statistisch abzusichernden Unterschiede (ANONYMUS 2004d, ANONYMUS 2005c, LINDENBERG 2003, GRAF et al. 2006). Der Vergleich der Sproßlängen im Frühjahr zeigt, daß einkürzende Effekte aus dem Herbst nicht bis ins Frühjahr erhalten bleiben und folglich nur dem Zweck der erhöhten Winterresistenz und Frühjahrsvitalität dienen, wie es von GRAF et al. (2006), KÖHLER (2005), RADEMACHER et al. (2002) und PAUL et al. (2001) beschrieben wird. Allerdings könnten auch die nach FISAHN (1993) erhöhte Anzahl an Seitensprossen beziehungsweise das erhöhte Wurzel-/Sproßverhältnis (CEYNOWA und KOSTRITZ 1996 sowie GROSSMANN et al. 1989) eine nicht unbedeutende ertragliche Rolle spielen, da nach DIEPENBROCK (1999) bereits im Herbst zum Zeitpunkt des Rosettenstadium die Anlage beziehungsweise Reduktion wesentlicher Ertragsorgane erfolgt.

Die Kombination des Wachstumsregulators Moddus mit den Fungiziden wies nur unter deutlich wüchsigen Bedingungen, wie im Herbst 2005, geringe und nicht signifikante Einkürzungseffekte auf.

Die Sproßlängen und Erträge der verschiedenen Varianten wurden auf bestehende Zusammenhänge hin überprüft. Ein Effekt der Sproßlänge und somit ein indirekt daraus abgeleiteter Lagereffekt auf die Ertragsleistung konnte nicht festgestellt werden.

Über die Auswirkungen der Präparate auf den Wurzelhalsdurchmesser sind aufgrund variierender Daten keine eindeutigen Aussagen zu treffen. Auch GRAF et al. (2006) und WOHLLEBEN (2001) kommen nach ihren Untersuchungen zu dem Schluß, daß der Effekt durchgeführter Applikationen auf den Wurzelhalsdurchmesser zu vernachlässigen ist.

Mittels der Blütenapplikationen waren die Schotenstabilitäten in den behandelten Varianten gegenüber der unbehandelten Kontrolle positiv zu beeinflussen. Alle behandelten Varianten wiesen während der Abreifephase, speziell zum Entwicklungsstadium BBCH 81, erhöhte Schotenstabilitäten auf. Dies konnte auch von WOHLLEBEN (2001) und KRUSE (2004) nach der Applikation von Folicur beobachtet werden. In den eigenen Untersuchungen nahmen diese Stabilitätseffekte bis zur Ernte wieder ab. Es konnte ein Einfluß des Applikationstermins auf den zeitlichen Verlauf der Schotenstabilität nachgewiesen werden.

Zu allen Untersuchungsterminen wiesen die zur Vollblüte (BBCH 65) behandelten Varianten höhere Schotenstabilitäten auf als vergleichende Maßnahmen zu Beginn der Blüte (BBCH 59/60). Daraus läßt sich ableiten, daß sich durch Applikationen zur Vollblüte mit dem Ziel einer erhöhten Schotenstabilität die Stabilitätseffekte zeitlich verschoben positiv auswirken. Die deutlichste und signifikanteste Wirkung war mit dem Präparat Cantus zu erzielen.

Der Einfluß wachstumsregulatorisch wirkender Substanzen auf die Pflanzenmorphologie ist bekannt (GRAEBE 1987, GROSSMANN et al. 1987, RADEMACHER 2000). Es ist folglich nicht auszuschließen, daß mit der Applikation von Pflanzenschutzmitteln zum Zeitpunkt der Blüte wachstumsregulatorische Effekte in den Phasen der Schotenentwicklung und der Schotenabreife erzielt werden.

Untersuchungen von CHILD et al. (2003), FERRANDIZ (2002), ROBERTS et al. (2002) und SANDER et al. (2001) belegen die spezielle hormonelle Steuerung der Schotenentwicklung und Schotenabreife. Aus den beschriebenen Untersuchungen geht jedoch nicht hervor, inwiefern die hormonellen Steuerungsprozesse durch die Applikation von Fungiziden und Wachstumsregulatoren beeinflusst werden können.

Ein Grund für die erhöhten Schotenstabilitäten könnte der Einfluß der applizierten Wirkstoffe auf die hormonell gesteuerte Auflösung der Zellverbände in der Separationszone sein, die nach SANDER et al. (2001) maßgeblich für die Stabilität von Schoten verantwortlich sind. Diese Auflösungsprozesse sind hauptsächlich von der Synthese von endo-Polygalacturonasen und β -1,4-Glucanasen abhängig, die nach FERRANDIZ (2002) und ROBERTS et al. (2002) durch die Konzentration an Auxinen (sinkende Konzentrationen induzieren) und Ethylen (steigende Konzentrationen fördern) gesteuert wird. Auf die Konzentration an Auxinen und Ethylen wiederum kann, wie bereits nach GROSSMANN (1992) und RADEMACHER (2000) bekannt ist, mit wachstumsregulatorischen Substanzen Einfluß genommen werden. Die Applikation wachstumsregulatorischer Substanzen führt zu gering steigenden Auxin-, hingegen deutlich sinkenden Ethylengehalten. Es ist folglich zu vermuten, daß die Auflösungsvorgänge durch die applizierten Präparate verzögert beziehungsweise temporär während der Abreife unterbunden werden und so die erhöhten Schotenstabilitäten (BBCH 81 und 85) zustande kommen. Dies würde auch die zur Ernte (BBCH 92) abnehmenden Schotenstabilitäten erklären, da im Laufe der Abreifephase die applizierten Wirkstoffe metabolisiert werden, wodurch die Konzentrationen im pflanzlichen Material sinken und somit der Einfluß auf den Phytohormonhaushalt abnimmt. Ferner werden nach GROSSMANN (1992) und RADEMACHER (2000) die Abscingehalte nach der Applikation von wachstumsregulatorisch wirkenden Substanzen herabgesetzt und die

Cytokiningehalte erhöht, womit eine Seneszenzverzögerung der Schoten und daraus resultierend eine erhöhte Schotenstabilität einhergeht. Da das Präparat Cantus (Wirkstoff Boscalid) in allen Untersuchungen die stabilsten Schoten bewirkte, ist zu vermuten, daß der Einfluß dieses Fungizides auf den Phytohormonhaushalt, insbesondere auf die Auxin- und Ethylenkonzentration, zumindest für die Phase der Schotenentwicklung und Schotenabreife am größten ist. JABS et al. (2004) konnten einen Zusammenhang zwischen der Applikation von Boscalid und einer deutlich verminderten Ethylenfreisetzung in den behandelten Pflanzen feststellen. Diesbezügliche detaillierte pflanzenphysiologische Untersuchungen wurden in der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt.

Die insbesondere zu BBCH 81 bemessenen signifikant erhöhten Schotenstabilitäten stehen in keinem Zusammenhang mit dem Ertrag, da die Effekte nicht bis unmittelbar zum Erntezeitpunkt nachgewiesen werden konnten. Folglich können die Ergebnisse erhöhter Schotenstabilitäten nur einen partiellen Beitrag zur Ertragssteigerung durch verminderte Vorernteverluste bewirken. Dies kann sich jedoch in Jahren ändern, in denen sich während der Abreifephase der Schoten erhöhte biotische und abiotische Einflüsse (Starkregen, Hagel, krankheitsbedingte Abreife) einstellen, die ein vorzeitiges Aufplatzen der Schoten induzieren und dadurch zu Ernteverlusten führen.

Durch die Applikation der fungiziden Wirkstoffe werden pilzliche Krankheitserreger (unter anderem *Botrytis cinerea* und *Alternaria brassicae*) in ihrem Befallsaufreten reduziert und parasitäres Schotenplatzen verhindert (BÖRNER 1997, HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999, HUMPHERSON-JONES 1983, SCHÖNBERGER 2002). HUMPHERSON-JONES 1983 stellten in ihren Untersuchungen fest, daß durch den Schotenbefall mit *Alternaria brassicae* etwa 20 % der vorhandenen Schoten bereits vor der Ernte geplatzt sind. Darüber hinaus resultiert aus dem verminderten Krankheitsbefall eine höhere und längere Assimilationsleistung während der Kornfüllungsphase (BILSBORROW und NORTON 1984, DIEPENBROCK 1999) und in folge dessen ein erhöhter Ertrag. Eine Blütenapplikation verschiedener Präparate beeinflusst auf unterschiedliche Art und Weise die Reduktionsprozesse während der Schotenentwicklung und der Schotenabreife, woraus ein höheres Ertragspotential resultiert. So konnte FISAHN (1993) gravierende, ertragsstrukturelle Veränderungen durch die verminderte Reduktion von ertragsrelevanten Organen (Blüten und Schoten) nach der Anwendung von Wachstumsregulatoren nachweisen, was durch die Beeinflussung des Phytohormonhaushaltes zu erklären ist.

GROSSMANN (1992) und RADEMACHER (2000) stellten fest, daß sinkende Ethylenkonzentrationen, ausgelöst durch Anwendung wachstumsregulatorischer Präparate,

mit einer verzögerten Seneszenz der Pflanze einhergehen. Dadurch verzögert sich die Schotenabreife, wodurch ein längerer Zeitraum zur Assimilation zur Verfügung steht sowie vorzeitiges Schotenplatzen vermindert wird. Derartige „Greening-Effekte“ sind von DUTZMANN und SUTY-HEINZE (2004) nach der Anwendung von Prothioconazol im Winterraps beobachtet worden. Für den Wirkstoff Boscalid (Präparat Cantus) wiesen JABS et al. (2004) einen verzögernden Effekt auf die Alterung nach.

Die Ertragsergebnisse der einzelnen Varianten konnten wegen der hohen Varianz der Daten nicht statistisch abgesichert werden. Gemittelt über alle Varianten jedoch führten die unterschiedlichen Applikationstermine zu einem signifikanten Mehrertrag gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Die höchsten Erträge waren nach Herbst-/Blütenapplikationen (2004/2005 +6,19 dt/ha, 2005/2006 +4,71 dt/ha) zu erzielen. Die kombinierte Herbst-/Frühjahrs-/Blütenapplikation (2004/2005 +5,8 dt/ha, 2005/2006 +3,88 dt/ha) hatte tendenziell nicht signifikante Ertragsnachteile gegenüber der Herbst-/Blütenapplikation zur Folge. Zwischen der Frühjahrs-/Blütenapplikation (2004/2005 +4,80 dt/ha, 2005/2006 +3,15 dt/ha) und der einzelnen Blütenapplikation (2004/2005 +5,20 dt/ha, 2005/2006 +2,96 dt/ha) bestehen keine signifikanten Unterschiede. Höchste Ertragseffekte sind folglich gegenüber der unbehandelten Kontrolle nach Blütenapplikationen festzustellen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen KRUSE und VERREET (2005) (HFB +5,6 dt/ha, HB +3,1 dt/ha, FB +4,6 dt/ha, B +3,0 dt/ha).

In allen Varianten, insbesondere aber in den ausschließlich zur Blüte behandelten, sind die Ertragseffekte nicht auf die biologische Kontrolle von *Sclerotinia sclerotiorum* zurückzuführen, da ein Befall in den Untersuchungen nicht nachweisbar war. Jedoch stellt die Blütenapplikation die Maßnahme einer *sclerotinia sclerotiorum*-spezifischen Indikation dar. Der Einfluß einer Blütenapplikation auf den Befall mit *Phoma lingam* und *Verticillium longisporum* sind anhand der eigenen Untersuchungen nachweislich auszuschließen.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden in einem zweijährigen Feldexperiment (2004/2005, 2005/2006) die epidemiologischen, wachstumsregulatorischen und ertraglichen Effekte des Einsatzes von Fungiziden und Wachstumsregulatoren im Winterraps untersucht. Bestehende Unterschiede zwischen den Präparaten und deren Applikationstermine hinsichtlich ihrer biologischen Wirkung gegenüber *Phoma lingam* sowie ihrer wachstumsregulatorischen Effekte wurden ermittelt und im Zusammenhang mit den Auswirkungen auf die Ertragsbildung analysiert. Die Untersuchung der Effekte von Blütenapplikationen auf die Schotenstabilität erfolgte in speziellen Stabilitätsmessungen.

Die primären, durch Ascosporenflug induzierten Blattinfektionen mit *Phoma lingam* im Herbst konnte mit dem Überschreiten von 80 % Blattnässe in Verbindung gebracht werden. Zur genaueren Prognose eines Infektionstermins sind weitergehende Untersuchungen über die notwendige Blattnässedauer sowie des Einflusses der Temperatur notwendig.

Die Kontrolle des epidemiologischen Befallsverlaufes von *Phoma lingam* war mit der Applikation von prothioconazolhaltigen Präparaten (Proline, Prosaro) am deutlichsten und nachhaltigsten, begründet durch eine überdurchschnittliche protektive und kurative Leistung. Gravierende Unterschiede seitens der Wirkungspotenz der Präparate Folicur, Caramba, Score und Harvesan bestanden nicht. Das Produkt Cantus zeigte ein nur bedingt kuratives Leistungsvermögen. Der Wachstumsregulator Moddus sowie die Kombination mit den unterschiedlichen Fungiziden hatten keinen Effekt auf den Blattbefall.

Zwischen dem Blattbefall im Herbst und dem Wurzelhalsbefall sowie dem Blattbefall im Frühjahr und dem Stengelbefall bestanden enge Zusammenhänge. Der Wurzelhals- und Stengelbefall war folglich nur über einen reduzierten Blattbefall im Herbst und Frühjahr zu kontrollieren.

Wachstumsregulatorische Effekte hinsichtlich der Sproßlänge zeigten sich nur unter deutlich wüchsigen Bedingungen. Die deutlichsten Effekte wurden nach der Applikation von Folicur und Caramba erzielt. Auch die Präparate Prosaro und Moddus wiesen einkürzende Effekte auf. Die Kombination der unterschiedlichen Fungizide mit dem Wachstumsregulator Moddus wies ausschließlich unter wüchsigen Bedingungen zusätzliche einkürzende Effekte auf. Der Wurzelhalsdurchmesser blieb durch die Applikationen unbeeinflusst.

Die Schotenstabilität konnte während der Abreifephase insbesondere durch die Applikation von Cantus zum Zeitpunkt der Vollblüte (BBCH 65) signifikant erhöht werden. Zur Ernte bestanden keine differenzierten Stabilitätseffekte. Gestaffelte Blütenapplikationen wiesen zeitlich verschobene Positivwirkungen auf die Stabilität auf.

Der Ertrag wurde durch alle Applikationen gesteigert; die Erträge der einzelnen Varianten waren jedoch nicht signifikant. Ertragseffekte durch das Befallsgeschehen von *Verticillium longisporum*, *Peronospora parasitica* und *Sclerotinia sclerotiorum* waren auszuschließen. Die anhand biologischer Daten durch die Applikationsterminierungen nachgewiesene Befallskontrolle des Hauptschadpathogens *Phoma lingam* fand in Bezug auf die statistische Absicherung keinen Niederschlag hinsichtlich der Ertragseffekte.

Im Mittel beider Versuchsjahre wurde mit den Applikationsterminen Herbst/Frühjahr/Blüte (\emptyset +4,84 dt/ha), Herbst/Blüte (\emptyset +5,45 dt/ha), Frühjahr/Blüte (\emptyset +3,98 dt/ha) und Blüte (\emptyset +4,08 dt/ha) der Ertrag hoch signifikant gegenüber der unbehandelten Kontrolle (\emptyset 43,17 dt/ha) gesteigert. Durch die Herbst-/Blütenapplikationen wurden die höchsten Verlustminderungen in Form eines Ertragsanstieges erzielt. Der deutlichste Ertragseffekt resultierte aus der Blütenapplikation.

6 Summary

The epidemiological, growth-regulating and yield effects of fungicides and growth regulators on winter oilseed rape were determined over two years (2004/2005, 2005/2006) in the field. Differences between the compounds and application times with respect to their biological effects on *Phoma lingam* and plant growth regulation were investigated and their effect on yield was then analysed. The effect of applications at flowering on pod stability was additionally determined.

The primary leaf infections with *Phoma lingam* ascospores in autumn correlated with 80 % leaf wetness, but more data on leaf wetness duration and the effect of temperature are required for a reliable forecast of primary infections.

The epidemiological spread of *Phoma lingam* was controlled most effectively and prolonged after an application of prothioconazole-containing fungicides (Proline, Prosaro) due to their outstanding protective and curative performance. Significant differences between Folicur (tebuconazole), Caramba (metconazole), Score (difenoconazole) and Harvesan (flusilazole plus carbendazim) could not be detected. Cantus (boscalid) had only a limited curative effect. The growth regulator Moddus (trinexapac-ethyl) and its combination with the different fungicides did not affect leaf infection.

Leaf infection in autumn and root collar infection as well as leaf infection in spring and stem infection were correlated. Reducing leaf infection in autumn and spring is the only measure for controlling root collar and stem infection.

Growth-regulating effects on stem length were only observed in times of increased plant growth, especially after application of Folicur (tebuconazole) and Caramba (metconazole). Prosaro (tebuconazole plus prothioconazole) and Moddus (trinexapac-ethyl) caused shortening effects. Combinations of fungicides with the growth regulator Moddus caused an extra shortening effect in times of increased plant growth. The root collar diameter was not affected by the applications tested.

Pod stability significantly increased during ripening particularly after application of Cantus (boscalid) at mid-flowering (GS 65) but the effect had disappeared at harvest. Splitted applications at flowering postponed the positive effect on pod stability.

All applications increased yield but differences between application were not significant. The epidemiology of *Verticillium longisporum*, *Peronospora parasitica* and *Sclerotinia*

sclerotiorum did not affect yield. According to biological data, *Phoma lingam*, the major pathogen, was efficiently controlled by the applications tested but yield was not significantly affected.

In average of all years the applications autumn/spring/flowering ($\emptyset + 0.48$ t/ha), autumn/flowering ($\emptyset + 0.55$ t/ha), spring/flowering ($\emptyset + 0.40$ t/ha) and flowering ($\emptyset + 0.41$ t/ha) increased yield highly significant compared to the untreated control (4.32 t/ha). The highest reduction of yield loss resulted from applications at autumn/flowering whereas the highest effect on yield resulted from applications at flowering.

7 Literatur

ABBOTT, W.S. 1925

A method of computing the effectiveness of an insecticide
Journal of Economic Entomology **18**, 265-267

ADAMS, R.; KERBER, E.; PFISTER, K.; WEILER, E.W. 1992

Studies on the action of the new growth retardant CGA 163`935 (Cimectacarb)
In: In: KARSSSEN, C.M.; VAN LOON, C.C.; VRENGDENHIL, D.
Progress in Plant Growth Regulation, 818-827

ANONYMUS 2000

Wirkstoffe in Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln: Physikalisch-chemische
und toxikologische Daten
Industrieverband Agrar e.V., BLV Verlagsgesellschaft mbH

ANONYMUS 2004a

Gebrauchsanweisung, Produkt: Harvesan
DuPont de Nemours GmbH, Bad Homburg, 16.06.2004

ANONYMUS 2004b

Sicherheitsdatenblatt, Produkt: Harvesan
DuPont de Nemours GmbH, Bad Homburg, 19.07.2004

ANONYMUS 2004c

Sicherheitsdatenblatt, Produkt: Proline
Bayer CropScience AG, Monheim, 18.06.2004

ANONYMUS 2004d

Versuchsbericht 2004 Ackerbau
Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein

ANONYMUS 2005a

Sicherheitsdatenblatt, Produkt: Caramba
BASF AG, Ludwigshafen, 18.08.2005

ANONYMUS 2005b

Gebrauchsanweisung, Produkt: Cantus
BASF AG, Ludwigshafen, 24.01.2005

ANONYMUS 2005c

Versuchsbericht 2005 Ackerbau
Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein

ANONYMUS 2005d

Markt für Rapsöl wächst
Rapool Feb. 2005, 4-5

ANONYMUS 2006a

Gebrauchsanweisung, Produkt: Caramba
BASF AG, Ludwigshafen, 06.09.2006

ANONYMUS 2006b

Gebrauchsanweisung, Produkt: Folicur
Bayer CropScience AG, Monheim, 09.10.2006

ANONYMUS 2006c

Gebrauchsanweisung, Produkt: Moddus
Syngenta Agro GmbH, Maintal, 09.05.2006

ANONYMUS 2006d

Gebrauchsanweisung, Produkt: Proline
Bayer CropScience AG, Monheim, 09.10.2006

ANONYMUS 2006e

Gebrauchsanweisung, Produkt: Score
Syngenta Agro GmbH, Maintal, 09.10.2006

ANONYMUS 2006f

Sicherheitsdatenblatt, Produkt: Cantus
BASF AG, Ludwigshafen, 11.07.2006

ANONYMUS 2006g

Sicherheitsdatenblatt, Produkt: Folicur
Bayer CropScience AG, Monheim, 10.02.2006

ANONYMUS 2006h

Sicherheitsdatenblatt, Produkt: Moddus
Syngenta Agro GmbH, Maintal, 17.01.2006

ANONYMUS 2006i

Sicherheitsdatenblatt, Produkt: Score
Syngenta Agro GmbH, Maintal, 16.01.2006

ANONYMUS 2006j

UFOP, <http://www.ufop.de/1622.php>, 20.09.2006

ANONYMUS 2006k

UFOP, <http://www.ufop.de/1675.php>, 20.09.2006

ANONYMUS 2006l

Statistische Bundesamt, <http://www.destatis.de/basis/d/forst/forsttab7.php> ; 20.09.2006

ANONYMUS 2006m

<http://www.biosicherheit.de/de/raps/landwirtschaft/50.doku.html>; 20.09.2006

ANONYMUS 2006n

<http://www.biosicherheit.de/de/raps/landwirtschaft/47.doku.html>; 20.09.2006

ANONYMUS 2006o

<http://www.biosicherheit.de/de/raps/landwirtschaft/48.doku.html>; 20.09.2006

- ANONYMUS 2006q
ATR Landhandel, Preisliste Frühjahr 2006
- BARBETTI, M.J. 1976
The role of pykno spores of *Leptosphaeria maculans* in the spread of black-leg disease in rape
Australian Journal of Experimental Agriculture **16**, 911-914
- BALESDENT, M.H.; GALL, C.; ROBIN, P.; ROUXEL, T. 1992
Intraspecific variation in soluble mycelial protein and esterase patterns of *Leptosphaeria maculans* french isolates
Mycological Research **96**, 677-684
- BERG, D.; BORN, L.; BÜCHEL, K.H.; HOLMWOOD, G.; KAULEN, J. 1987
HWG 1608 - Chemie und Biochemie eines neuen Azolfungizids
Pflanzenschutznachrichten Bayer **40**, 111-132
- BERNARD, C.; MAISONNEUVE, C.; POISSON, B.; PERES, A.; PENAUD, A.; PILGORE, E.; VAN DE PUTTE, B. 1999
Leptosphaeria maculans (*Phoma lingam*): First results of development of a forecasting climatological system
Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 26.-29. September 1999, Canberra, Australia
- BIDDULPH, J.E.; FITT, B.D.L.; LEECH, P.K.; GLADDERS, P. 1999
Effect of temperature and wetness duration on infection of oilseed rape leaves by ascospores of *Leptosphaeria maculans* (stem canker)
European Journal of Plant Pathology **105**, 769-781
- BILSBORROW, J.; NORTON, H. 1984
A consideration of factors affecting the yield of oilseed
Aspects of Applied Biology **6**, 91-100
- BÖRNER, H. 1997
Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
7. Auflage, Stuttgart, Ulmer
- BOUILLE, P.; SOTTA, B.; MIGINIAC, E.; MERRIEN, A. 1989
Hormones and pod development in oilseed rape (*Brassica napus*)
Plant Physiology **90**, 876-880
- BRANDES, W.; STEFFENS, W.; FRÜH, F.; SCHEINPFLUG, H. 1978
Weitere Untersuchungen von (14C)-Triademefon in Gurkenpflanzen
Pflanzenschutznachrichten Bayer **31**, 132-144
- BROSCHEWITZ, B.; STEINBACH, P. 1999
Einsatz von Wachstumsreglern im Winterraps
Raps **17**, 12-15
- BRUCE, D.M.; FARRENT, J.W.; MORGAN, C.L.; CHILD, R.D. 2002
Determining the oilseed rape pod strength needed to reduce seed loss due to pod shatter
Biosystems Engineering **81**, 179-184

- CEYNOWA, J.; KROSTITZ, J. 1996
Fungizidbehandlung im Herbst - Klare Sache?
Sonderdruck, Bauernblatt für Schleswig-Holstein und Hamburg, 28.09.1996
- CHEN, C.Y.; HOWLETT, B.J. 1996
Rapid necrosis of guard cells is associated with the arrest of fungal growth in leaves of Indian mustard (*Brassica juncea*) inoculated with avirulent isolates of *Leptosphaeria maculans*
Physiological and Molecular Plant Pathology **48**, 73-81
- CHILD, R.D.; EVANS, D.E.; ALLEN, J.; ARNOLD, G.M. 1993
Growth responses in oilseed rape (*Brassica napus* L.) to combined applications of the triazole chemicals triapenthenol and tebuconazole and interactions with gibberellin
Plant Growth Regulation **13**, 203-212
- CHILD, R.D.; CHAUVAUX, N.; JOHN, K.; ULVSKOV, P.; VAN ONCKELEN, H.A. 1998
Ethylene biosynthesis in oilseed rape pods in relation to pod shatter
Journal of Experimental Botany **49**, 829-838
- CHILD, R.D.; SUMMERS, J.E.; BABIJ, J.; FARRENT, J.W.; BRUCE, D.M. 2003
Increased resistance to pod shatter is associated with changes in the vascular structure in pods of a resynthesized *Brassica napus* line
Journal of Experimental Botany **54**, 1919-1930
- CHILD, R.; HUTTLY, A. 2005
Anatomical variation in the dehiscence zone of oilseed rape pods and its relevance to pod shatter
Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26.-29, 1999, Canberra, Australia
- CHRISTEN, O.; EVANS, E.; NIELSSON, C.; HALDRUP, C. 1999
Oilseed rape cropping systems in NW Europe
Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26.-29, 1999, Canberra, Australia
- CHRISTEN, O.; SIELING, K. 1999
Vorfruchtwert von Winterraps - Ist nach der Agenda 2000 eine Neubewertung nötig?
Raps **17**, 65-67
- CRAMER, N. 1990
Raps: Anbau und Verwertung
Stuttgart, Ulmer
- CUNNINGHAM, G.H. 1927
Dry-rot of swedes and turnips: Its cause and control
New Zealand Department of Agriculture Bulletin, 133
- DAVIES, P.; MUNCEY, M. 2004
Prothioconazole for control of *Sclerotinia sclerotiorum* in oilseed rape/canola
Pflanzenschutznachrichten Bayer **57**, 283-293

-
- DEUKER-ISERMAYER, B.; KELLNER, G.; HOPPE, H.H. 1991
Einsatz von Wachstumsreglern in Winterraps
Gesunde Pflanzen **43**, 294-299
- DIEPENBROCK, W. 1999
Das Ertragspotential von Winterraps
Raps **17**, 166-169
- DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.U.; KNAUER, N. 1999
Spezieller Pflanzenbau
3. neubearbeitete und ergänzte Auflage, Stuttgart, Ulmer
- DUNKER, S.; VON TIEDEMANN, A. 2006
Verticillium longisporum - Eine neue Krankheit im Rapsanbau
Raps **24**, 194-197
- DUTZMANN, S.; SUTY-HEINZE, A. 2004
Prothioconazole: a broad spectrum demethylation-inhibitor (DMI) for arable crops
Pflanzenschutznachrichten Bayer **57**, 249-264
- FEHRMANN, H. 1976
Systemische Fungizide - Ein Überblick
Phytopathologische Zeitschrift **86**, 67-89
- FERRANDIZ, C. 2002
Regulation of fruit dehiscence in *Arabidopsis*
Journal of Experimental Botany **53**, 2031-2038
- FESER, M. 1992
Die Integration chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen gegen *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. (Imperfektstadium *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm.), dem Erreger der Wurzelhals- und Stengelfäule an Winterraps
Dissertation TU München
- FISAHN, J. 1993
Beeinflussbarkeit der Ontogenese von Raps (*Brassica napus* L.) durch exogen applizierte Wachstumsregulatoren (Gibberelline - Dominanzbeziehungen - Ertragsstrukturen)
Dissertation Universität Giessen
- FITT, B.D.L.; GLADDERS, P.; TURNER, J.A.; SUTHERLAND, K.G.; WELHAM, S.J.; DAVIES, J.M. 1997
Prospects for developing a forecasting scheme to optimise use of fungicides for disease control on winter rape in UK
Aspects of Applied Biology **48**, 135-142
- FITT, B.D.L.; GLADDERS, P.; SUTHERLAND, K.G.; TURNER, J.A.; WELHAM, S.J. 1999
Epidemiology, forecasting and management of winter oilseed rape diseases in the UK
Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 26.-29. September, Canberra, Australia

- FÜHRER, M.E.; HOPPE, H.H.; KOOPMANN, B. 2000
Genetische Diversität von *Leptosphaeria maculans* innerhalb einer internationalen Isolatensammlung des „International Blackleg of Crucifers Network“ (IBCN)
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **376**, 548
- GARBE, V. 1996
Krankheiten im Raps-Was tun?
Raps **14**, 156-159
- GARBE, V. 1999
Krankheiten im Winterraps in Europa. Wo steht der integrierte Pflanzenschutz?
Raps **17**, 68-71
- GARBE, V. 2000a
Rapswelke oder *Verticillium*-Stengelfäule
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **373**, 46-47
- GARBE, V. 2000b
Weißstengeligkeit
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **373**, 47-48
- GARBE, V. 2000c
Wurzelhals- und Stengelfäule
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **373**, 44-45
- GARBE, V. 2000d
Fungizide im Winterraps
Raps **18**, 60-65
- GILGENBERG-HARTUNG, A. 1999
Metconazol - Ein neues Fungizid zur Bekämpfung von Blatt- und Ährenkrankheiten in Getreide und Raps
Gesunde Pflanzen **51**, 55-57
- GLADDERS, P.; MUSA, T.M. 1980
Observations on the epidemiology of *Leptosphaeria maculans* stem canker in winter oilseed rape
Plant Pathology **29**, 28-37
- GLADDERS, P.; SYMONDS, B.V.; HARDWICK, N.V.; SANSFORD, C.E. 1998
Opportunities to control canker (*Leptosphaeria maculans*) in winter oilseed rape by improved spray timing
International Organization for Biological Control Bulletin **21**, 111-120
- GLADDERS, P.; FITT, B.D.L.; TURNER, J.A. 1999
Improving strategies to control canker in the UK
Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 26.-29. September 1999, Canberra, Australia

GOSENDE, S.; PENAUD, A.; AUBERTOT, J.N.; SCHNEIDER, O.; PINOCHET, X. 2003
Evolution of soil surface rape stubbles and their ability to produce spores of *Leptosphaeria maculans*: preliminary results
Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress, 6.-10. July 2003, Copenhagen, Denmark

GRAEBE, J. 1987
Gibberellin biosynthesis and control
Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology **38**, 419-465

GRAF, T.; BIERTÜPFEL, A.; HEYDRICH, R.; RUDEL, H. 2006
Möglichkeiten zur Verbesserung der Überwinterungsfähigkeit bei Winterraps
Raps **24**, 180-185

GROSSMANN, K.; SAUERBREY, E.; JUNG, J. 1989
Synthetische Wachstumsretardenzien - Was sie bewirken
Biologie in unserer Zeit **19**, 112-120

GROSSMANN, K. 1992
Plant growth retardants: Their mode of action and benefit for physiological research
In: KARSSSEN, C.M.; VAN LOON, C.C.; VRENGDENHIL, D.
Progress in Plant Growth Regulation, 788-797

GUGLE, R.A.; PETRIE, G.A. 1992
History, occurrence, impact and control of blackleg of rapeseed
Canadian Journal of Plant Pathology **14**, 36-45

HAMMOND, K.E.; LEWIS, B.G.; MUSA, T.M. 1985
A systemic pathway in the infection of oilseed rape plants by *Leptosphaeria maculans*
Plant Pathology **34**, 557-565

HAMMOND, K.E.; LEWIS, B.G. 1986
The timing and sequence of events leading to stem canker disease in populations of *Brassica napus* var. *oleifera* in the field
Plant Pathology **35**, 551-564

HÄUSER-HAHN, I.; BAUR, P.; SCHMITT, W. 2004
Prothioconazole - a new dimension DMI. Biochemistry, mode of action, systemic effects
Pflanzenschutznachrichten Bayer **57**, 237-248

HEDDEN, P.; GROKER, S.J.; RADEMACHER, W.; JUNG, J. 1989
Effects of triazole plant growth retardant BAS111.W on gibberellin levels in oilseed rape
Brassica napus
Plant Physiology **75**, 445-451

HEITEFUSS, R. 2000
Pflanzenschutz: Grundlagen der praktischen Phytomedizin
3. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart, Thieme

HOFFMANN, G. 1992

Use of plant growth regulators in arable crops: survey and outlook

In: KARSSSEN, C.M.; VAN OON, L.C.; VRENGDENHIL, D.

Progress in Plant Growth Regulation, 798-808

HOFFMANN, G.M.; SCHMUTTERER, H. 1999

Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen

2. erweiterte und ergänzte Auflage, Stuttgart, Ulmer

HOLTSCULTE, B. 1992

Untersuchungen zur Biologie und Bedeutung von *Verticillium dahliae* Kleb. und *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. (Anamorph: *Phoma lingam* (Tode ex Fr.))

innerhalb des Erregerkomplexes der krankhaften Abreife von Raps

Dissertation Universität Göttingen

HONERMEIER, B.; BEHLE-SCHALK, L.; GANDCHAU, M. 2002

Vorfruchtwirkung von Winterraps

Raps **20**, 108-110

HORNIG, H. 1990

Krankheiten und Schädlinge im Rapsanbau aus norddeutscher Sicht

Raps **8**, 202-206

HUGHES, W. 1933

A study of *Phoma lingam* (Tode) Desm. and of the dry-rot it causes, particularly in swede turnips

Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, N.S. **29**, 495-530

HUMPHERSON-JONES, F.M. 1983

The occurrence of *Alternaria brassicicola*, *Alternaria brassicae* and *Leptosphaeria maculans* in brassica seed crops in south-east England between 1976 and 1980

Plant Pathology **32**, 33-39

HUMPHERSON-JONES, F.M. 1985

The incidence of *Alternaria* spp. and *Leptosphaeria maculans* in commercial brassica seed in the United Kingdom

Plant Pathology **34**, 385-390

JABS, T.; GUNKEL, C.; PFIRRMANN, J.; SCHERER, M.; YPEMA, H.L. 2004

Physiological effects of the new fungicide boscalid on crop quality

Phytopathology **94**, 45

JAUTELAT, M.; ELBE, H.J.; BENET-BUCHHOLZ, J.; ETZEL, W. 2004

Chemistry of Prothioconazole (JAU 6476)

Pflanzenschutznachrichten Bayer **57** (2), 145-162

KAHL, R. 2006

Winterraps: Effektive Bestandesführung im Frühjahr 2006

Raps **24**, 4-9

- KIEFER, H.J. 2005
Trend und Chancen von Ölsaaten
10. Thüringer Rapstag, Schriftenreihe Heft 5/2005, 27-31
- KLINGENHAGEN, G. 2006
Lohnt die Blütenbehandlung im Raps
Raps **24**, 64-67
- KÖHLER, T. 2005
Angepaßte Empfehlungen und Strategien des Pflanzenschutzes zur Winterrapsproduktion in Thüringen
10. Thüringer Rapstag, Schriftenreihe Heft 5/2005, 54-60
- KOOPMANN, B.; HOPPE, H.H. 1998
Beobachtungen zur Verbreitung aggressiver und nicht-aggressiver *Phoma lingam* – Isolate an regional unterschiedlichen Standorten
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **357**, 63
- KOOPMANN, B.; SOCK, J.; HOPPE, H.H. 2002
Aggressive und nicht-aggressive Isolate von *Phoma lingam*, dem Erreger der Wurzelhals- und Stengelfäule des Rapses - Handelt es sich um verschiedene Arten?
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **390**, 352-353
- KRÜGER, W. 1979
Verbreitung der Wurzelhals- und Stengelfäule (verursacht durch *Phoma lingam*) bei Raps in der Bundesrepublik Deutschland
Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **31**, 145-148
- KRÜGER, W. 1982
Die Wurzelhals- und Stengelfäule des Rapses, verursacht durch *Phoma lingam* (stat. Gen. *Leptosphaeria maculans*), eine schwer bekämpfbare Krankheit
Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **89**, 498-507
- KRÜGER, W. 1983
Raps, Krankheiten und Schädlinge
Semundo Saatzucht GmbH, Hamburg
- KRÜGER, W. 1986
Verticillium dahliae Kleb., Auftreten und Beurteilung bei Raps in Schleswig-Holstein
Raps **4**, 14-16
- KRUSE, T. 2004
Epidemiologie, Bedeutung und integrierte Bekämpfungsmöglichkeiten von *Leptosphaeria maculans* (*Phoma lingam*) sowie weiterer pilzlicher Krankheitserreger im Schleswig-Holsteinischen Winterrapsanbau
Dissertation Universität Kiel

KRUSE, T.; VERREET, J.-A. 2005

Epidemiological studies on winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *napus*) infected by *Phoma lingam* (Teleomorph *Leptosphaeria maculans*) and the effects of different fungicide applications with Folicur® (tebuconazole)

Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **112**, 17-41

LANDSCHREIBER, M. 2005

Wichtige Krankheiten, die den Raps gefährden können

Raps **23**, 52-57

LEACH, J.E.; STEVENSON, H.J.; RAINBOW, A.J.; MULLEN, L.A. 1999

Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*)

Journal of Agricultural Science **132**, 173-180

LI, H.; SIVASITHAMPARAM, K.; BARBETTI, M.J.; KUO, J. 2004

Germination and invasion by ascospores and pycnidiospores of *Leptosphaeria maculans* on spring-type *Brassica napus* canola varieties with varying susceptibility to blackleg

Journal of General Plant Pathology **70**, 261-269

LILJEGREN, S.J.; DITTA, G.S.; ESHED, Y.; SAVIDGE, B.; BOWMAN, J.L.; YANOFSKY, M.F. 2000

SHATTERPROOF MADS-box genes control seed dispersal in *Arabidopsis*

Nature **404**, 766-770

LINDENBERG, H. 2003

Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz im Frühjahr

Raps **21**, 60-65

LUCAS, J.A. 1998

Plant Pathology and Plant Pathogens

3rd Edition, Oxford, London, Edinburgh, Blackwell Science

McGEE, D.C.; PETRIE, G.A. 1979

Seasonal patterns of ascospore discharge by *Leptosphaeria maculans* in relation to blackleg of oilseed rape

Phytopathology **69**, 586-589

MACROFT, S.; SPRAGUE, S.; SALISBURY, P.; HOWLETT, B. 2003

Survival and dissemination of *Leptosphaeria maculans* in south-eastern Australia

Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress, 6.-10. July 2003, Copenhagen, Denmark

MORGAN, C.L.; LADBROOKE, Z.L.; BRUCE, D.M.; CHILD, R.; ARTHUR, A.E. 2000

Breeding oilseed rape for pod shattering resistance

Journal of Agricultural Science **135**, 347-359

NITSCHKE, K.; GROSSMANN, K.; SAUERBREY, E.; JUNG, J. 1985

Influence of the growth retardant tetcyclacis on cell division and cell elongation in plants and cell cultures of sunflower, soyabean and maize

Plant Physiology **118**, 209-218

- NULTSCH, W. 1996
Allgemeine Botanik
10. neubearbeitete Auflage, Stuttgart, Thieme
- OERKE, E.K.; STEINER, U. 2003
Wie funktionieren Fungizide
<http://www.agrarcourier.com/medien/pages/1486/fungizide.pdf>
- PAUL, V.H. 1988
Krankheiten und Schädlinge des Rapses
Gelsenkirchen-Buer, Verlag Th. Mann
- PAUL, V.H.; DAPPRICH, P.; LIU, Y.; SCHULZE-WIETIS, F. 2001
Einsatz von Wachstumsregulatoren. Möglichkeiten zur Verbesserung der Rapsanbauverfahren mit Triazolen
Raps **19**, 184-189
- PERES, A.; POISSON, B., LE SOURNE, V.; MAISONNEUVE, C. 1999a
Leptosphaeria maculans: Effect of temperature, rainfall and humidity on the formation of pseudothecia
Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 26.-29. September 1999, Canberra, Australia
- PERES, A.; POISSON, B.; PENAUD, A.; JAIN, L.; PILORGE, E. 1999b
Leptosphaeria maculans (*Phoma lingam*) on oilseed rape: A summary of three years of epidemiological studies
Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 26.-29. September 1999, Canberra, Australia
- PROCHNOW, J.; SCHÖNHAMMER, A.; FESER, M. 2002
Effiziente Bestandesführung durch gezielten Pflanzenschutz
7. Thüringer Rapstag, Schriftenreihe HEFT 6/2002, 33-40
- PUNITHALINGAM, E.; HOLLIDAY, P. 1972
Leptosphaeria maculans, CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 331
In: Commonwealth Mycological Institute (Edit.) Kew, Surrey, England, Set 34
- RADEMACHER, W. 2000
Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways
Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology **51**, 501-531
- RADEMACHER, W.; GROSSMANN, K.; GÜNTHER, S. 2002
Bestandesführung im Herbst
Raps **20**, 132-135
- REUTER, L.B. 2003
Der Rapsmarkt auf einen Blick
RAPS **21**, 192-193

ROBERTS, J.A.; ELLIOT, K.A.; GONZALEZ-CARRANZA, Z.H. 2002
Abscission, Dehiscence, And Other Cell Separation Processes
Annual Review of Plant Biology **53**, 131-158

SANDER, L.; CHILD, R.; ILVSKOV, P.; ALBRECHTSEN, M.; BORKHARDT, B. 2001
Analysis of a dehiscence zone endo-polygalacturonase in oilseed rape (*Brassica napus*) and *Arabidopsis thaliana*: evidence for roles in cell separation in dehiscence and abscission zones, and in stelar tissues during pollen tube growth
Plant Molecular Biology **46**, 469-479

SCHMIEDEL, J.; KÖPPL, H. 1996
Lohnt sich der Fungizideinsatz im Raps?
Raps **14**, 16-19

SCHÖNBERGER, H. 2002
Rapskrankheiten und Strategien der Bekämpfung
Raps **20**, 60-65

SCHRAMM, H.; HOFFMANN, G.M. 1991
Biologische Grundlagen zur integrierten Bekämpfung von *Phoma lingam* (Teleomorph: *Leptosphaeria maculans* (Desmaz.) Ces. et de Not.), dem Erreger der Wurzelhals- und Stengelfäule an Winterraps
Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **98**, 581-596

SCHRAMM, H.; HOFFMANN, G.M. 1992
Der Einfluß von Fungizidapplikationen auf die Entwicklung des Befalls durch *Phoma lingam* an Winterraps
Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **99**, 145-158

SCHULZ, R.R. 1998
Möglichkeiten zur Vermeidung einer vorzeitigen Sproßstreckung
Raps **16**, 98-101

SÖCHTING, H.P.; VERREET, J.A. 2004
Effects of different cultivation systems (soil management, nitrogen fertilization) on the epidemics of fungal diseases in oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *napus*)
Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **111**, 1-29

SUMMERS, J.E.; BRUCE, D.M.; VACANNEYT, G.; REDIG, P.; WERNER, C.P.; MORGAN, C.; CHILD, R.D. 2003
Pod shatter resistance in the resynthesized *Brassica napus* line DK142
Journal of Agricultural Science **140**, 43-52

THÜRWÄCHTER, F.; GARBE, V.; HOPPE, H.H. 1995
Zum Auftreten und zur Bedeutung verschiedener Rapskrankheiten in Norddeutschland und zur Wirtschaftlichkeit von Fungizidmaßnahmen in Winterraps (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)
Gesunde Pflanzen **47**, 217-221

- THÜRWÄCHTER, F.; GARBE, V.; HOPPE, H.H. 1999
Ascospore discharge, leaf infestation variations in pathogenicity as criteria to predict impact of *Leptosphaeria maculans* on oilseed rape
Journal of Phytopathology **147**, 215-222
- TOMLIN, C.D.S. 2000
The Pesticide Manual
12th Edition, Farnham, Surrey, British Crop Protection Council
- TOSCANO-UNDERWOOD, C.; WEST, J.S.; FITT, B.D.L.; TODD, A. D.; JEDRYCZKA, M. 2001
Development of phoma lesions on oilseed rape leaves inoculated with ascospores of A-group or B-group *Leptosphaeria maculans* (stem canker) at different temperatures and wetness duration
Plant Pathology **50**, 28-41
- VOLKE, B.; KOOPMANN, B.; HOPPE, H.H. 2000a
Verbreitung der Pathogenitätsgruppen von *Leptosphaeria maculans* in Europa
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **376**, 345
- VOLKE, B.; KUSEINANTI, T.; KOOPMANN, B.; HOPPE, H.H. 2000b
Verbreitung der Pathogenitätsgruppen von *Leptosphaeria maculans* in Deutschland.
Zusammenfassung der Ergebnisse von 1986-1999
Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **376**, 344-345
- WEBER, E.; BLEIHOLDER, H. 1990
Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume, und Erbse
Gesunde Pflanzen **42**, 308-321
- WEBSTER, J. 1983
Pilze: Eine Einführung
Oxford, Springer-Verlag
- WEST, J.S.; BIDDULPH, J.E., FITT, B.D.L.; GLADDERS, P. 1999a
Epidemiology of *Leptosphaeria maculans* in relation to forecasting stem canker severity on winter oilseed rape in the UK
Annals of Applied Biology **135**, 535-546
- WEST, J.S.; LEECH, P.K.; FITT, B.D.L.; WELHAM, S.J.; PENAUD, A.; PERES, A.; POISSON, B. 1999b
Optimising the use of fungicides to control stem canker of oilseed rape
Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 26.-29. September 1999, Canberra, Australia
- WEST, J.S.; KHARBANDA, P.D.; BARBETTI, M.J.; FITT, B.D.L. 2001
Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (*phoma* stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe
Plant Pathology **50**, 10-27

WEST, J.S.; FITT, B.D.L.; LEECH, P.K.; BIDDULPH, J.E.; HUANG, Y.J.; BALESSENT, M.H. 2002

Effects of timing of *Leptosphaeria maculans* ascospore release and fungicide regime on phoma leaf spot and phoma stem canker development on winter oilseed rape (*Brassica napus*) in southern England

Plant Pathology **51**, 454-463

WILHELM, S. 1955

Longevity of *Verticillium*-wilt fungus in the laboratory and in the field

Phytopathology **45**, 180-181

WILLIAMS, R.H.; FITT, B.D.L. 1999

Differentiating A and B groups of *Leptosphaeria maculans*, causal agent of stem canker (blackleg) of oilseed rape

Plant Pathology **48**, 161-175

WOHLLEBEN, S. 2001

Epidemie- und Schadensdynamik von pilzlichen Krankheitserregern (*Leptosphaeria maculans*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium dahliae*) an Winterraps (*Brassica napus* L. var. *napus*) in Schleswig-Holstein

Dissertation Universität Kiel

WOHLLEBEN, S.; VERREET, J.A. 2002

Epidemiologie, Schadrelevanz und Bekämpfung von *Phoma lingam* (Teleomorph *Leptosphaeria maculans*) an Winterraps (*Brassica napus* L. var. *napus*)

Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **109**, 227-242

WÖPPEL, H.J. 1995

Ist der Einsatz von Fungiziden in Raps noch wirtschaftlich?

Raps **13**, 62-63

ZHOU, Y.; FITT, B. D. L.; WELHAM, S. J.; GLADDERS, P.; STANSFORD, C. E.; WEST, J. S. 1999

Effects of severity and timing of stem canker (*Leptosphaeria maculans*) symptoms on yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*) in the UK

European Journal of Plant Pathology **105**, 715-728

Curriculum vitae

Persönliche Daten

Name Mathis Müller
geboren 28.09.1979, Münster (Westfalen)
Familienstand verheiratet mit Bianka Müller, geb. Krohn, eine Tochter
Staatsangehörigkeit deutsch

Schulbildung

1986 bis 1987 Peter-Wust-Schule, Münster
1987 bis 1990 Grundschule Kaltenweide, Elmshorn
1990 bis 1999 Elsa-Brändström-Schule Elmshorn, Abschluß: Abitur (Note: 3,2)

Studium/Promotion

2000 bis 2004 Studium der Agrarwissenschaften, Fachrichtung Pflanzenproduktion, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
2000 bis 2001 Diplomstudium (2 Semester)
2001 bis 2003 Bachelor of Science (5 Semester, Note: 1,8)
2003 bis 2004 Master of Science (2 Semester, Note: 1,3)
2004 bis 2007 Promotion am Institut für Phytopathologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Tätigkeiten/Praktika

Seit 1995 Landwirtschaftliches Lohnunternehmen Kühl, Groß Offenseth-Aspern
1997 Dölling GmbH&Co.KG, Elmshorn
1999 bis 2000 Lill-Bonnhoff, Klein Offenseth-Sparrieshoop, Ackerbau/Milcherzeugung
Saß-Hauschildt, Hemdingen, Rinderzucht/Milcherzeugung
Salvana Tiernahrung, Klein Offenseth-Sparrieshoop

Wehrersatzdienst

Seit 1999 Katastrophenschutz des Landes Schleswig-Holstein, Freiwillige Feuerwehr

Mathis Müller

Groß Offenseth-Aspern, 09.01.2007