

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

Epidemiologie, Bedeutung und integrierte Bekämpfungsmöglichkeiten von
Leptosphaeria maculans (*Phoma lingam*) sowie weiterer pilzlicher
Krankheitserreger im schleswig-holsteinischen Winterrapsanbau
(*Brassica napus* L. var. *napus*)

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

vorgelegt von

Dipl.-Ing. agr. Torben Kruse

aus Österdeichstrich

Kiel 2004

Dekan: Prof. Dr. F. Taube
Erster Berichterstatter: Prof. Dr. J.-A. Verreet
Zweiter Berichterstatter: Prof. Dr. H. Karge
Tag der mündlichen Prüfung: 19.02.04

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

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Material und Methoden	10
2.1	Rapsmonitoring Schleswig-Holstein	10
2.1.1	Versuchsstandorte und Versuchsanlagen	10
2.1.2	Fungizidvarianten	13
2.1.3	Probenahme	14
2.1.4	Datenerhebung zur Morphogenese und Bestandesdichte der Rapsbestände	14
2.1.5	Datenerhebung zur Populationsdynamik der Rapspatogene	15
2.1.5.1	Krankheitserreger des Blattapparates	15
2.1.5.2	Krankheitserreger des Wurzelhals- und Stängelbereiches	16
2.1.6	Quantifizierung des Ascosporenflugs von <i>Leptosphaeria maculans</i>	18
2.2	Prüfung von Fungizidapplikationen hinsichtlich einer optimierten Befalls- und Ertragskontrolle	18
2.2.1	Versuchsstandorte und Versuchsanlagen	18
2.2.2	Anpassung der Herbstapplikation an die Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i>	22
2.2.3	Anpassung der Frühjahrsapplikation an die Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i>	23
2.2.4	Differenzierte Blütenapplikationen	24
2.3	Prognosemodelle zur Vorhersage des Auftretens von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	25
2.3.1	Prognosemodell aufgrund der Infektion der Blütenblätter mit Ascosporen von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	25
2.3.1.1	Durchführung in den eigenen Untersuchungen	25
2.3.2	Prognosemodell aufgrund der Witterung (SKLERO)	26
2.3.2.1	Durchführung in den eigenen Untersuchungen	27
2.3.3	Quantifizierung des Ascosporenflugs von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	27
2.4	Winterraps Sortenversuch 2000-2003	28
2.5	Angabe meteorologischer Daten.....	30
2.6	Statistische Verrechnung der erhobenen Daten	30

3	Ergebnisse.....	31
3.1	Überregionale Analyse des Befallsauftreten und der Schadens- dynamik von Rapspathogenen (Rapsmonitoring) in Schleswig- Holstein 2000-2003.....	31
3.1.1	Witterungsverlauf	31
3.1.2	Epidemiologie von <i>Leptosphaeria maculans</i> bzw. <i>Phoma lingam</i>	34
3.1.2.1	Ascosporenflug (<i>Leptosphaeria maculans</i>) und Blattbefall (<i>Phoma lingam</i>), September bis November	34
3.1.2.2	Ascosporenflug (<i>Leptosphaeria maculans</i>) und Blattbefall (<i>Phoma lingam</i>), Dezember bis April.....	38
3.1.2.3	Wurzelhals- und Stängelbefall durch <i>Phoma lingam</i>	41
3.1.3	Epidemiologische Zusammenhänge	44
3.1.3.1	Standort- und Witterungseinfluss auf den Ascosporenflug von <i>Leptosphaeria maculans</i>	44
3.1.3.2	Zusammenhang zwischen dem Ascosporenflug von <i>Leptosphaeria maculans</i> und dem Blattbefall von <i>Phoma lingam</i>	48
3.1.3.3	Zusammenhang zwischen dem <i>Phoma lingam</i> -Blatt- und Wurzelhalsbefall.....	49
3.1.3.4	Zusammenhang zwischen dem <i>Phoma lingam</i> -Blatt- und Stängelbefall	51
3.1.3.5	Zusammenhang zwischen dem Winterraps-Fruchtfolgeanteil und dem <i>Phoma lingam</i> -Blatt-, Wurzelhals- und Stängelbefall.....	53
3.1.4	Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf die Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i>	55
3.1.4.1	Effekte auf den <i>Phoma lingam</i> -Blattbefall.....	55
3.1.4.2	Effekte auf den <i>Phoma lingam</i> -Wurzelhalsbefall	61
3.1.4.3	Effekte auf den <i>Phoma lingam</i> -Stängelbefall.....	66
3.1.4.4	Effekte auf die vertikale Ausbreitung von <i>Phoma lingam</i> auf den Blättern	70
3.1.5	Auftreten von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	81
3.1.5.1	Auftreten des <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> -Stängelbefalls in Abhängigkeit der Fungizidvariante	81
3.1.5.2	Epidemiologische Untersuchungen von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	82
3.1.6	Auftreten von <i>Verticillium dahliae</i>	82

3.1.6.1	Auftreten von <i>Verticillium dahliae</i> in Abhängigkeit der Fungizidvariante	82
3.1.6.2	Auftreten von <i>Verticillium dahliae</i> in Abhängigkeit der Fruchtfolge	84
3.1.7	Auftreten von <i>Peronospora parasitica</i>	85
3.1.7.1	Auftreten von <i>Peronospora parasitica</i> in Abhängigkeit der Fungizidvariante	85
3.1.7.2	Auftreten von <i>Peronospora parasitica</i> in Abhängigkeit von Niederschlag und Temperatur	88
3.1.8	Auftreten pilzlicher Rapspathogene mit geringer Bedeutung	92
3.1.9	Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf die Pflanzenmorphogenese	93
3.1.9.1	Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf das Sprosslängenwachstum	93
3.1.9.2	Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf die prozentuale Lagerbildung	96
3.1.10	Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf den Ernteertrag	97
3.1.11	Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf das Tausendkorngewicht	99
3.1.12	Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf den monetären Mehrerlös	99
3.1.13	Einfluss der fungiziden und pflanzenmorphologischen Effekte auf den Ernteertrag	101
3.2	Effekte von Fungizidapplikationen hinsichtlich einer optimierten Befalls- und Ertragskontrolle	102
3.2.1	Witterungsverlauf	102
3.2.2	Effekte differenzierter Herbstapplikationen	104
3.2.2.1	Effekte differenzierter Herbstapplikationen auf den <i>Phoma lingam</i> -Befall	104
3.2.2.2	Effekte differenzierter Herbstapplikationen auf das Sprosslängenwachstum	109
3.2.2.3	Effekte differenzierter Herbstapplikationen auf den Ernteertrag	110
3.2.3	Effekte differenzierter Frühjahrsapplikationen	111
3.2.3.1	Ascosporenflug von <i>Leptosphaeria maculans</i> und Blattbefall von <i>Phoma lingam</i>	111
3.2.3.2	Effekte differenzierter Frühjahrsapplikationen auf den	

	<i>Phoma lingam</i> -Befall.....	111
3.2.3.3	Effekte differenzierter Frühjahrsapplikationen auf das Sprosslängenwachstum und die prozentuale Lagerbildung.....	116
3.2.3.4	Effekte differenzierter Frühjahrsapplikationen auf den Ernteertrag.....	117
3.2.4	Effekte differenzierter Blütenapplikationen.....	118
3.2.4.1	Effekte differenzierter Blütenapplikationen auf den <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> -Befall.....	118
3.2.4.2	Effekte differenzierter Blütenapplikationen auf die Schotenstabilität.....	118
3.2.4.3	Effekte differenzierter Blütenapplikationen auf den Ernteertrag.....	119
3.3	Prognose und Auftreten von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>.....	120
3.3.1	Ascosporenflug von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	120
3.3.2	Infektion der Blütenblätter mit Ascosporen von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	122
3.3.3	Vergleich der Angaben des Modells SKLERO mit den erhobenen Daten..	124
3.3.3.1	Aufwuchszeitpunkt der Apothecien.....	124
3.3.3.2	Vergleich der meteorologischen Daten mit den Modellangaben zur Infektion.....	125
3.4	Winterraps Sortenversuch.....	129
3.4.1	<i>Phoma lingam</i> -Befall in Abhängigkeit der Sorte.....	129
3.4.2	<i>Verticillium dahliae</i> -Befall in Abhängigkeit der Sorte.....	133
3.4.3	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> -Befall in Abhängigkeit der Sorte.....	134
3.4.4	Lagerbildung in Abhängigkeit der Sorte.....	135
3.4.5	Ernteertrag in Abhängigkeit der Sorte.....	136
3.4.6	Tausendkorngewicht in Abhängigkeit der Sorte.....	137
4	Diskussion.....	139
4.1	<i>Leptosphaeria maculans</i> und <i>Phoma lingam</i>	139
4.1.1	Epidemiologie.....	139
4.1.2	Bekämpfung und Prognose.....	146
4.2	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	152
4.3	<i>Verticillium dahliae</i>	157
4.4	<i>Peronospora parasitica</i> und weitere pilzliche Krankheitserreger.....	159
4.5	Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf die Pflanzenmorphogenese, Lagerbildung und Schotenstabilität.....	160
4.6	Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf den Ernteertrag.....	161

5	Zusammenfassung	165
6	Summary	169
7	Literaturverzeichnis	172

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

%	Prozent
°C	Grad Celsius
ALR	Amt für ländliche Räume
ASS	Ammonsulfatsalpeter
B	Blütenbehandlung
BBCH	BBCH-Code (WEBER & BLEIHOLDER 1990)
BHB	Befallshäufigkeit im Bestand
BSB	Befallsstärke im Bestand
BW	Befallswert (KRÜGER 1982)
cm	Zentimeter
dt	Dezitonne
DWD	Deutscher Wetterdienst
FB	Frühjahrs- Blütenbehandlung
g	Gramm
H	Hybridsorte
ha	Hektar
HB	Herbst- Blütenbehandlung
HFB	Herbst-, Frühjahrs- Blütenbehandlung
hS	humoser Sand
HS	Harnstoff
K	Kalium
KAS	Kalkammonsalpeter
Kg	Kilogramm
km	Kilometer
l	Liter
lS	lehmiger Sand
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
N	Stickstoff
n.s.	nicht signifikant
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
P	Phosphor

S	Schwefel
sL	sandiger Lehm
SSA	schwefelsaures Ammoniak
tU	toniger Schluff
uL	schluffiger Lehm
z.T.	zum Teil

1 Einleitung

Die Geschichte des Rapsanbaus in Deutschland ist durch starke Schwankungen in der Vergangenheit geprägt. So wurden bereits im 18. Jahrhundert über 400.000 ha Raps und Rübsen angebaut, Anfang der 30er Jahre hingegen, bedingt durch Krisenzustände und politische Entscheidungen, nur noch einige tausend Hektar (FRANKE 1989, LANGBEHN 1983, CRAMER 1990). In den 60er Jahren kam es dann zu einem erneuten Anstieg der Rapsanbaufläche, der insbesondere durch die züchterische Bearbeitung des Fettsäuremusters des Rapsöls in den 70er und 80er Jahren verstärkt wurde. Diese bewirkte, dass die so genannten 00-Sorten weitgehend erucasäurefrei und glucosinolatarm sind, wodurch das Öl seinen kratzigen und scharfen Beigeschmack verloren hat und die Rückstände der Ölgewinnung problemlos in der Tierernährung eingesetzt werden können.

Trotz der Agenda 2000, die durch die Aufkündigung des Blair-House-Abkommens eine Reduzierung der Ausgleichszahlungen um 40 % für Ölsaaten bewirkte (BERTRAM 1999), hat der Winterrapsanbau in seiner Bedeutung keine Einbußen erleiden müssen. In der Europäischen Union stieg die Rapsanbaufläche in den letzten 10 Jahren um 20 %, wobei in Deutschland ein ähnlicher Trend verzeichnet werden konnte und im Jahr 2002 mit 1.297.000 ha Anbaufläche die stärkste Ausbreitung der Rapsanbauflächen erreicht wurde (FAO 2003). Winteraps ist ein wichtiger Öllieferant sowohl für Nahrungsmittel als auch für den industriellen Gebrauch (SCHRAMER 1991, SCHÖNE-WARNEFELD 1994). Aufgrund eines gestiegenen Gesundheitsbewusstseins der Verbraucher, welches eine steigende Nachfrage nach Speiseölen bewirkt (REUTR 2003), sowie der besonders positiven Entwicklung der Biokraftstoffe im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe (MARTINI & SCHELL 1998, BOCKEY 2003, GRUNERT 2003) kann auch zukünftig von einer hohen Bedeutung dieser Kulturpflanze ausgegangen werden. Die einzigartige Bedeutung des Rapses innerhalb der Fruchtfolge auf Grund seiner unübertroffenen Vorfruchtwirkung, die auf der langen Bodenbedeckung und der intensiven Durchwurzelung beruht, sowie die unter phytosanitären Aspekten als Gesundungsfrucht zu bezeichnende Rapskultur (GEISLER 1988, JANINHOFF 1998, CRAMER 1990, CHRISTEN & SIELING 1999), bestätigen diese Annahme.

Weltweit betrachtet sind neben Europa (4,8 Mio. ha) weitere wichtige Anbauregionen vor allem China (7,0 Mio. ha), Indien (5,0 Mio. ha), Kanada (3,2 Mio. ha) und Australien (1,2 Mio. ha) (FAO 2003).

In Schleswig-Holstein ist der Winterraps nach dem Winterweizen die bedeutendste Fruchtart und wird bei einem prozentualen Anteil an der Ackerfläche von 16,7 % hauptsächlich im

Rahmen einer dreigliedrigen Fruchtfolge Winterraps, Winterweizen, Wintergerste angebaut. Weitere Bundesländer mit einem hohen prozentualen Rapsanbauanteil sind vor allem Mecklenburg-Vorpommern (22,1 %), Thüringen (18,3 %) und Sachsen (17,0 %) (REUTER 2003). Unter den Anbau- und Klimabedingungen Mittel- und Westeuropas treten Rapspathogene in Abhängigkeit jährlich variierender Witterungsgegebenheiten in unterschiedlichen Befallsdynamiken auf, die mitunter zu erheblichen Ertragsdepressionen führen können, wobei Ergebnisse von GARBE (1996) sowie der zeitliche Vergleich der in den Bundessortenlisten (ANONYM 1990, 2002) eingetragenen Sorten verdeutlichen, dass sowohl der Anteil wie auch die Anzahl der krankheitstoleranten Sorten, insbesondere der *Phoma-lingam*-toleranten Sorten, gestiegen ist.

Bundesweit kommt dem Erreger *Leptosphaeria maculans* (Teleomorph)(Desm.) Ces. Et de Not. (Anamorph: *Phoma lingam* (Tode ex FR.) Desm.) die größte Bedeutung im Rapsanbau zu (HORNIG 1990, PAUL et al. 1991, GERDIKEN & GÜNZELMANN 1991), wobei die Wurzelhals- und Stängelfäule auch in anderen Rapsanbaugebieten wie Mitteleuropa, Australien, Kanada und China stark verbreitet ist (McGEE 1977, SCHRAMM 1989, GUGEL & PETRIE 1992, PÉRÈS et al. 1999a, ZHOU et al. 1999, WEST et al. 2000). *Leptosphaeria maculans* bildet an den Ernterückständen infizierter Pflanzen innerhalb von Pseudothecien 30-70 µm lange, mehrfach septierte, zylindrische Ascosporen (PUNITHALINGAM & HOLLIDAY 1972), die in Mitteleuropa hauptsächlich von September bis November ausgeschleudert werden (McGEE 1977, DAEBELER et al. 1992, KRÜGER & WITTERN 1985, SCHRAMM 1989, THÜRWÄCHTER 1995, PÉRÈS et al. 1999a) und nach wenigen Stunden Blattfeuchtigkeit die Pflanzen infizieren (BIDDULPH et al. 1999) und so die primäre Infektion der jungen Rapspflanzen verursachen (McGEE 1977, HAMMOND et al. 1985, SCHRAMM 1989, SCHRAMM & HOFFMANN 1992), welche in Form von Blattläsionen, in denen sich die charakteristischen asexuellen Fruchtkörper, sog. Pyknidien bilden, sichtbar werden (PAUL 1988, PUNITHALINGAM & HOLLIDAY 1972). Die auf die Pyknidien auftreffenden Regentropfen bewirken die sekundäre Verbreitung der asexuell gebildeten Pyknosporen im Rapsbestand, die zur Ausbildung von Läsionen auf allen Pflanzenorganen (Stängel, Blatt und Schoten) im Frühjahr und Sommer führen können (SMITH 1996). Im weiteren Verlauf besiedelt der Erreger durch systemisches Wachstum Blattstiel, Wurzelhals und Stängel (HAMMOND et al. 1985) und verursacht zur Abreife hin zunehmend Verbräunung, Vermorschung und Verkorkung, die im Extremfall den Verlust der Standfestigkeit und eine vorzeitige Abreife bewirken (KRÜGER 1979, ZHOU et al. 1999).

Hinsichtlich der Pathogenität, Sirodesminbildung oder Schadsymptome können die Isolate von *Phoma lingam* in zwei Hauptgruppen unterteilt werden, die als A- und B-Typ (JOHNSON & LEWIS 1994), Tox⁺ und Tox⁻ (BALESDENT et al. 1992), virulent und avirulent (McGEE & PETRIE 1978) oder aggressiv und nicht-aggressiv (KOCH et al. 1989) bezeichnet werden. In Norddeutschland treten vornehmlich aggressive Isolate auf (KOOPMANN & HOPPE 1998, VOLKE et al. 2000a, VOLKE et al. 2000b).

Die Krankheit Weißstängeligkeit oder auch Rapskrebs genannt, wird durch das pilzliche Pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary hervorgerufen, welches befähigt ist, eine Vielzahl von Pflanzenarten weltweit zu befallen, so dass empfindliche Wirtspflanzen zu 64 Familien und 361 Spezies gehören (PURDY 1979). Dementsprechend zählt die Weißstängeligkeit zu den bedeutsamsten Pilzkrankheiten in Europa (GARBE 1999) und ist in küstennahen, feuchten Lagen mit wintermildem Klima zu finden (KRÜGER 1975, 1976b, HORNIG 1983). Nach dem Drusch infizierter Pflanzen gelangen die gebildeten Sklerotien mit den Ernteresiduen in den Boden, wo sie bis zu 12 Jahre überdauern können (SMITH 1996). Eine zunehmende Ablagetiefe und eine geringe Bodenaktivität üben einen konservierenden Effekt auf die Sklerotien aus (MITCHELL & WHEELER 1990). Die Sklerotien, die sich in der optimalen Bodentiefe von zwei Zentimetern befinden, keimen im Frühjahr bei optimalen Temperaturen von 7°C bis 11°C (KRÜGER 1975, KRÜGER 1976b, MITCHELL & WHEELER 1990) unter Bildung eines Keimschlauchs aus und bilden oberhalb der Erdoberfläche durch Lichtinduktion tellerförmige, hellbraune Apothecien mit einem Durchmesser von 6-15 mm (LE TOURNEAU 1979, AHLERS 1986, PAUL 1988, FRÖHLICH 1991). Innerhalb der Apothecien differenzieren sich die schlauchförmigen Asci, die jeweils acht einzellige, elliptische Ascosporen enthalten (KOHN 1979, BÖRNER & ZUNKE 1992). Temperaturen unterhalb des optimalen Bereichs, trockene Böden sowie ein pH-Wert im sauren Bereich haben einen negativen Einfluss auf die Apothecienentwicklung (KRÜGER 1975, 1976b). Ebenso wirkt eine N-Zugabe wie auch eine ansteigende Ablagetiefe der Sklerotien negativ auf die Apothecienbildung, wobei zusätzlich auch die Bodenart einen Einfluss auf die Keimungsrate haben kann (KRÜGER 1976b, MITCHELL & WHEELER 1990). Die sich in den Asci befindenden Ascosporen, welche bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit zwei bis drei Tage lebensfähig (KAPPOOR et al. 1983) sind, werden bei nachfolgender trockener Witterung meist zur Zeit der Rapsblüte über mehrere Wochen aktiv ausgeschleudert und durch Anemochorie verbreitet (ABAWI & GROGAN 1979). JAMAUX et al. (1995) konnten durch elektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen, dass Ascosporen nur in der Gegenwart von Rapsblütenblättern in der

Lage waren, die Laubblätter sowie den Stängel mit Hilfe eines Appressoriums zu penetrieren. KRÜGER (1975) bezeichnete die Blütenblätter als Nahrungsquelle für keimende Sporen, die nach dreistündiger Wasserbenetzung das Blütenblatt infizieren können (HERAN et al. 1999, JAMAUX et al. 1995). Optimale Bedingungen für eine von einem Blütenblatt ausgehende Infektion des Laubblattes sind eine 48- bis 72-stündige Luftfeuchtigkeit von 92 % bis 94 % (ABAWI & GROGAN 1979) sowie Temperaturen von mindestens 10°C (LAMARQUE 1983), wobei weitere Autoren eine optimale Temperatur in einem Bereich zwischen 20°C und 25°C feststellten (ABAWI & GROGAN 1979, JAMAUX et al. 1995, McCARTNEY et al. 1999). Oft kann der Befallsbeginn in den Blattachsen beobachtet werden, da sich dort abfallende Blütenblätter und Feuchtigkeit sammeln (TWENGSTRÖM & SIGVALD 1993), wobei Blätter und Stängel ebenso infiziert werden können (JAMAUX & SPIRE 1994). Nach dem Erreichen des stabilen parasitischen Verhältnisses breitet sich das Pathogen durch intra- und intercelluläres Wachstum des gebildeten Mycel mit Hilfe von Enzymen (Pektinasen und Polygalakturonasen) innerhalb der Wirtspflanze aus (LUMSDEN 1979, HOFFMANN et al. 1994). Innerhalb der Rapsstängel, die in einem 5 bis 30 cm umfassenden Bereich äußerlich von einem weißen Mycel überzogen sind, bilden sich nach der Rapsblüte eng verflochtene Hyphenmassen in Form von anfangs hellen, später dunkel gefärbten 5 bis 15 mm langen Sklerotien (FRÖHLICH 1991, LE TOURNEAU 1979, PAUL 1988). Ein epidemisches Ausbreiten der Krankheit findet nicht statt, da das asexuelle Pilzstadium in der Evolution verloren gegangen ist. Eine Übertragung während der Vegetationsperiode kann jedoch bei Kontakt von Pflanzen durch pilzliches Mycel geschehen (KRÜGER 1980). Durch das Verstopfen der Leitungsbahnen kommt es zu einem reduzierten Tausendkorngewicht bzw. frühzeitigem Absterben darüber liegender Pflanzenteile mit einhergehendem, vorzeitigem Aufplatzen der Schoten. Befallshäufigkeit von 20 % bis 25 % können bei optimalen Umweltbedingungen Ertragsverluste von bis zu 50 % bewirken (AHLERS & HORNIG 1986).

Verticillium dahliae Kleb. befällt neben dem Raps weltweit weitere Kulturpflanzen und stellt somit einen plurivoren Erreger dar (u.a. Baumwolle, Hopfen, Melone, Gurke, Luzerne, Tomate, Erdbeere und Kartoffeln). In Deutschland kann der Erreger im gesamten Bundesgebiet nachgewiesen werden, hat im Norden jedoch die stärkste Verbreitung (KRÜGER 1989, GÜNZELMANN & PAUL 1990). Der Pilz bildet an abgestorbenem Pflanzengewebe Mikrosklerotien, mit denen er bis zu 14 Jahre im Boden überdauern kann (ZEISE & SEIDEL 1990). Durch das Auskeimen der Mikrosklerotien kann eine Infektion über das Wurzelsystem bereits im Herbst stattfinden (AHLERS 1989, ZEISE & SEIDEL 1990, HOLTSCULTE

1992, GARBE 1996). Das Mycel wächst inter- und intrazellulär bis zum Zentralzylinder, wo sich der Pilz mit Hilfe des Wasserstroms in der Pflanze ausbreitet. Die Schädigung wird zum einen durch Verstopfen der Gefäße mit Mycel bzw. Konidien, zum anderen durch die Stoffwechselprodukte der Wirt-Parasit-Interaktion, die eine Zerstörung der Gefäße verursachen, hervorgerufen (DAEBLER et al. 1988, NIEDERLEITNER et al. 1991, LUCAS 1998, HOFFMANN et al. 1994). Anfangssymptome im Mai sind einseitige, streifige, gelbliche bis hellbraune Verfärbungen an dem Stängel, wie auch an den Blättern. Später verfärbt sich dann der Stängel dunkelgrau mit bläulichen Tönen, wobei sich die Rinde leicht ablösen lässt (DAEBLER et al. 1988, HOLTSCULTE 1992, SCHÖNBERGER 2000). Kurz vor der Ernte kommt es, ausgelöst durch die Seneszenzvorgänge in der Pflanze (GÜNZELMANN & PAUL 1990), zur Bildung der charakteristischen Mikrosklerotien, die sowohl am Stängel wie auch im Mark festzustellen sind, welches aussieht, als wäre es mit „Eisenpulver“ bestreut (KRÜGER 1986, ZEISE & SEIDEL 1999, HOLTSCULTE 1992, AMELUNG 1996). Die Pflanzen lassen sich leicht aus dem Boden ziehen und neigen zum Umkippen (SCHÖNBERGER 2000). Mehrere Autoren weisen daraufhin, dass die Bedeutung des bodenbürtigen Erregers, bedingt durch enge Fruchtfolgen und ansteigende Anbaudichten, zunimmt (AHLERS & HORNIG 1986, PAUL & GÜNZELMANN 1989, ZEISE & SEIDEL 1990). Zur direkten Schädigung von *Verticillium dahliae* an Winterraps liegen nur wenige Ergebnisse vor, da der Erreger oft gemeinsam mit *Phoma lingam* auftritt. Bei starkem Befall werden Verluste von bis zu 50 % nicht ausgeschlossen (DAEBLER et al. 1988, SCHÖNBERGER 2000). ZEISE & SEIDEL (1990) berichten von einem Absinken des Einzelpflanzenenertrages um über 30 % bei starkem Befall, wobei GÜNZELMANN & PAUL (1990) nach künstlicher Infektion Ertragsverluste von 10 % bei einer Befallshäufigkeit von 24-27 % feststellten.

Der Erreger des Falschen Mehltaus *Peronospora parasitica* (Pers. ex Fr.) Fries kommt in allen Rapsanbaugebieten vor und überdauert in Form von Oosporen an abgestorbenen Pflanzenresten, wobei neben Raps insbesondere Kohlarten befallen werden (SHERRIFF & LUCAS 1990, ACHAR 1998). Die Keimung und Infektion erfolgt bei 15°C bis 20°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 90% und 100% innerhalb von 24 Stunden, wobei die Keimschläuche des obligat biotrophen Erregers vorwiegend über die Stomata in die Pflanze eindringen (PAUL 1992, METHA et al. 1995, ACHAR 1998). Insbesondere auf der Blattunterseite ist als typisches Schadbild das weiße, aus Sporangioophoren bestehende Mycel erkennbar, das mit Chlorosen und feinen Nekrosen einhergeht (WEBSTER 1983, KRÜGER 1983, PAUL 1988). Endständig gebildete Konidien werden abgeschürt und infizieren durch Wind- oder Nieder-

schlagsverbreitung weitere Pflanzen. Die ertragliche Bedeutung von *Peronospora parasitica* ist ungewiss (HORNIG 1990), wobei im Allgemeinen davon ausgegangen wird, dass ein später Befall in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien keine wirtschaftlichen Schäden verursacht (THÜRWÄCHTER 1995, GARBE 1996, 2000b) und nur ein Befall im Jugendstadium zu Ertragsverlusten führen kann.

Die Rapsschwärze (*Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., *Alternaria brassicicola* (Schwein.) Wiltsh.) tritt vor allem an *Brassica*-Arten auf, wie Raps, Kohl und kreuzblütigen Unkräutern, wobei eine ausschließliche Wirtsspezifität nicht existiert (DAEBLER et al. 1981, KÖHLE 1989). Der Pilz überdauert an infizierten Ernterückständen oder an Saatgut (ELLIS 1968a, ELLIS 1968b, HUMPHERSON-JONES 1985, HUMPHERSON-JONES 1989), an welchen sich die keulenförmigen und gekammerten Konidien bilden, die durch Regen und Wind verbreitet werden. Erste Symptome können in Form von schwarzen Nekrosen an den Keimblättern entstehen (DAEBLER et al. 1981). Optimale Bedingungen für die Infektion über die Spaltöffnungen sind für beide Pathogene mit mindestens 87 % relativer Luftfeuchtigkeit über 12 Stunden und bei Temperaturen von 18°C bis 24°C gegeben (KENNEDY et al. 1999), wobei Untersuchungen von HONG & FITT (1996) zeigten, dass steigende Temperaturen, eine verlängerte Blattbenetzung sowie eine ansteigende Inokulumkonzentration die Inkubationsperiode reduzieren. Eine Phase relativer Jugendresistenz bei Winterraps bewirkt stärkere Infektioserfolge an älteren Pflanzenorganen (KÖHLE 1989, HONG & FITT 1996). Eine epidemische Verbreitung tritt im Zusammenhang mit hohen Temperaturen und Niederschlägen auf, weshalb der Befall erst spät auf die Fruchtstände greift, so dass im Juni bis Juli Stängel, Blätter und Schoten schwarz-braune, scharf abgegrenzte Flecken zeigen, die häufig von einem gelblichen Rand umgeben und von einem dunklen Sporenrasen überzogen sind. Während die Blätter braun werden und abfallen, platzen infizierte Schoten vorzeitig auf, wobei eine Verzögerung der Ernte durch schlechtes Wetter eine weitere Erregerprogression fördert (DAEBLER et al. 1981).

Über wirtschaftliche Verluste durch *Alternaria* ssp. in Deutschland wird selten berichtet (THÜRWÄCHTER 1995, GARBE 1996).

Die *Cylindrosporium*-Weißfleckigkeit (Teleomorph: *Pyrenopeziza brassicae* B. Sutton et Rawlinson (Anamorph: *Cylindrosporium concentricum* Grev.)) tritt vorwiegend nach milden Wintern in größerem Umfang auf und befällt hauptsächlich Kohlgewächse, aber auch Wildcruciferen wie Hirtentäschel oder Ackerhellerkraut (DAEBLER et al. 1992).

Ausgehend von den Ernterückständen befallener Pflanzen erfolgt im Herbst eine Infektion durch Konidien und in Apothecien gebildeten Ascosporen. Bei hoher Luft- und Wechselfeuchtigkeit im Herbst keimt der Erreger auf der Wirtspflanze aus und dringt mit dem Keimschlauch in die Pflanzen ein, welches zur Acervulibildung auf den Blättern führt, in welchen sich die Konidiosporen bilden, die die weitere Ausbreitung im Bestand verursachen (LUNN et al. 2002). Über kurze Distanzen werden die Konidiosporen dabei mit dem Niederschlag, bei größeren Entfernungen mit dem Wind transportiert (McCARTNEY et al. 1986). Charakteristisch ist die Ausbildung von weiß-grauen bis braunen Blattläsionen und sichelartigen Blattdeformationen im Herbst. Befallene Stängel weisen wässrige Flecken auf (PAUL 1988, GARBE 1996, McCARTNEY & LACEY 1990). Die abgestorbenen Blätter bleiben am Stängel hängen und rascheln metallisch bei Kontakt (KRÜGER 1983, CEYNOWA & LINDENBERG 1991). Befallene Pflanzen sind im Wuchs gestaucht, wobei die Schoten bei Befall ebenso weiße, später braune Flecken aufweisen und notreif werden (PAUL 1988). Laut ZINKERNAGEL & BERGMANN (1994) erhöht sich mit steigendem Alter die Anfälligkeit der Pflanzen für das Pathogen.

Aufgrund der hohen Bedeutung werden insbesondere in England große Anstrengungen zur Ableitung optimaler Bekämpfungsstrategien unternommen (FITT et al. 1998, McCARTNEY & LACEY 1989, McCARTNEY & LACEY 1990). JEFFREY (1994) schließt Ernteverluste bis zu 46 % nicht aus, wobei THÜRWÄCHTER (1995) in seinen zweijährigen, deutschlandweiten Untersuchungen zu dem Schluss kommt, dass die Cylindrosporiose in Deutschland keine wirtschaftlichen Schäden verursacht.

Die Grauschimmelfäule (Teleomorph: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel (Anamorph: *Botrytis cinerea* Pers.)) besitzt einen großen Wirtspflanzenkreis, der sich über Cruciferen wie Raps und Kohl, Sonnenblumen, Erdbeeren, Weinreben sowie viele weitere Pflanzenarten erstreckt (DAEBLER et al. 1981, DIEHL 1988, STINDT 1990, KANYION 1991, BEDLAN 1998). *Botrytis cinerea* überdauert saprophytisch an Ernterückständen, von wo aus eine windbürtige Verbreitung mittels Konidien erfolgt (CHASTAGNER et al. 1978, HARRISON & LOWE 1987). Da der Erreger vor allem weniger leistungsfähiges bzw. mechanisch beschädigtes Pflanzengewebe der Rapspflanzen befällt, wird er als Schwächeparasit bezeichnet (PAUL 1988). Eine enzymatische Penetration intakter Gewebe verschiedenster Kulturpflanzen konnte aber ebenso festgestellt werden (GARCIA-ARENAL & SAGASTA 1980, BARKAI-GOLAN et al. 1987). Hohe Luftfeuchtigkeit sowie intensive Stickstoffdüngung fördern das Auftreten des Erregers (GARBE 1996, SAUERMAN 1999, SÖCHTING 2001), wobei

primäre Symptome in Form von weißgrauen Läsionen auftreten. Bei ausreichender Feuchtigkeit kommt es zur Bildung eines charakteristischen weißgrauen bis beigebraunen Sporenrasens auf den befallenen Blättern, Seitentrieben, Schoten oder Pflanzen. Dieses kann ein Umknicken der Pflanzen, sowie ein vorzeitiges Aufplatzen der Schoten bewirken (PAUL 1988), wobei der Befall unter deutschen Anbaubedingungen selten bekämpfungswürdig ist (PAUL 1988, GARBE 1996).

Die Fruchtfolgekrankheit Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) kommt vor allem an Kultur- und Wildarten von Cruciferen wie verschiedenen Kohlarten, Raps, Senf, Radieschen sowie Ackerhellerkraut und Hederich vor (KRÜGER 1976a, KRÜGER 1983, CAMPBELL 1985, NAIKI & DIXON 1987, MAPPES et al. 1989). Der Erreger kann mit seinen Dauersporen bis zu 20 Jahren im Boden überleben. Stimuliert durch Wurzelausscheidungen von Brassica-Arten in Verbindung mit Staunässe und pH-Werten im sauren Bereich entlassen die Dauersporen begeißelte, primäre Zoosporen, welche mit Hilfe von Wasser als Transportmedium an die Wurzel ihres Wirtes gelangen. Dort dringen diese in eine Wurzelhaarzelle ein und bilden ein primäres Plasmodium, aus welchem sich Zoosporangien bilden, die wiederum sekundäre Zoosporen entlassen. Diese Zoosporen verschmelzen paarweise und infizieren nun Epidermis- und Rindenzellen der Wurzeln, wo es zur Bildung eines sekundären Plasmodiums kommt. Durch die hohe Anzahl an Zellteilungen werden zwangsläufig Verschmelzungen beziehungsweise Vergrößerungen von Zellen hervorgerufen, so dass sich Wurzelgallen bilden, in denen sich die neuen Dauersporen befinden (KRÜGER 1983, Paul 1988, MAPPES et al. 1989, AMELUNG & SCHULZ 1996).

Die Schadsymptome äußern sich im Herbst bei warmer Witterung durch Welkeerscheinungen, die im Bestand nesterweise auftreten. Zum Zeitpunkt der Knospen- und Blütenbildung erscheint der Bestand lückenhaft und die Pflanzen sind oft im Wuchs gestaut.

An Haupt- und Nebenwurzeln bilden sich knollenartige Verdickungen mit anfangs weißem, dann rot-braunem Gewebe (Klumpfuskrankheit), welches im Innern weichfaul ist (KRÜGER 1983). Der örtlich begrenzte Befall kann hohe Ertragsschäden verursachen (DAEBELER et al. 1980, PAUL 1988, AMELUNG & SCHULZ 1996, GARBE 1996).

Der Erreger der *Pseudocercospora*-Weißfleckigkeit (Teleomorph: *Mycosphaerella capsellae* (Anamorph: *Pseudocercospora capsellae* (Ell. et Ev.) Deighton)) ist vor allem an Rüben, Raps und Senf zu finden (INMAN et al. 1991, BEDLAN 1998). Die Überdauerung von *Pseudocercospora capsellae* erfolgt an Ernterückständen, von wo aus der Erreger mit den

gebildeten Konidien Stängel und Blätter der Raps­pflanze infizieren kann. Die Konidien gelangen durch Spritzwasser an die Pflanze (PENAUD 1986, FITT et al. 1992), so dass eine Infektion durch Regen und Temperaturen zwischen 14°C und 20°C positiv beeinflusst wird. Innerhalb der von einem dunklen Rand umgebenen, hellen Blatt- und Stängelläsionen bilden sich die hyalinen, länglichen Konidien, die einen Schotenbefall verursachen können (PAUL 1988, KRÜGER 1983, AMELUNG et al. 1995, INMAN et al. 1999). Eine weitere Infektionsmöglichkeit besteht in der Ausbildung von Pseudothecien, die im Herbst Ascosporen freilassen, welche den Winterraps befallen können. Nach heutigem Wissensstand wird davon ausgegangen, dass die entlassenen Ascosporen für die Primärinfektion und die Konidien für die Sekundärinfektion verantwortlich sind (INMAN et al. 1999).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Epidemiologie und Bedeutung der Wurzelhals- und Stängelfäule (Teleomorph: *Leptosphaeria maculans* (Anamorph: *Phoma lingam*)) sowie weiterer pilzlicher Krankheitserreger im Winterrapsanbau unter schleswig-holsteinischen Witterungs- und Anbaubedingun­gen zu analysieren. Zeitlich gestaffelte Fungizidmaßnahmen und ihre Kombinationen sollten in Hinblick auf die Ertragswirksamkeit Aufschluss über die Schaddynamik der Erreger sowie pflanzenregulatorischer Effekte geben.

Im Rahmen integrierter Bekämpfungsmöglichkeiten erfolgte die Prüfung weiterer Fungizidapplikationen hinsichtlich einer optimierten Befalls- und Ertragskontrolle sowie die Analyse von zwei *Sclerotinia sclerotiorum*-Prognosemodellen. Neben der gezielten Anwendung von chemischen Maßnahmen sind in integrierten Anbausystemen auch die Gestaltung der Fruchtfolge und die Sortenwahl zur Verminderung des Pathogenauf­tretens von Bedeutung. Dementsprechend wurde ein Sortenversuch durchgeführt, um die Einflussnahme des Genotyps auf die Erregerprogression zu erfassen.

2 Material und Methoden

2.1 Rapsmonitoring Schleswig-Holstein

2.1.1 Versuchsstandorte und Versuchsanlagen

Die Untersuchung der epidemiologischen Ausbreitung der wichtigsten Krankheitserreger in Schleswig-Holstein erfolgte in den Versuchsjahren 2000-2003 an drei Versuchsstandorten der Ämter für ländliche Räume (ALR) Kiel sowie Husum, wobei die Versuchsstandorte die durch Eiszeit und Landgewinnung geprägten Naturräume Schleswig-Holsteins, Marsch, Geest und ostholsteinisches Hügelland, repräsentieren. Hierbei standen der im ostholsteinischen Hügelland, 15 km nördlich von Kiel gelegene Versuchsstandort Birkenmoor sowie der Geeststandort Tolk, 10 km nordwestlich von Schleswig, zur Verfügung. Der dritte Versuchsstandort Ehst befindet sich ca. 30 km südlich von Husum auf der Halbinsel Eiderstedt (Abb. 1).

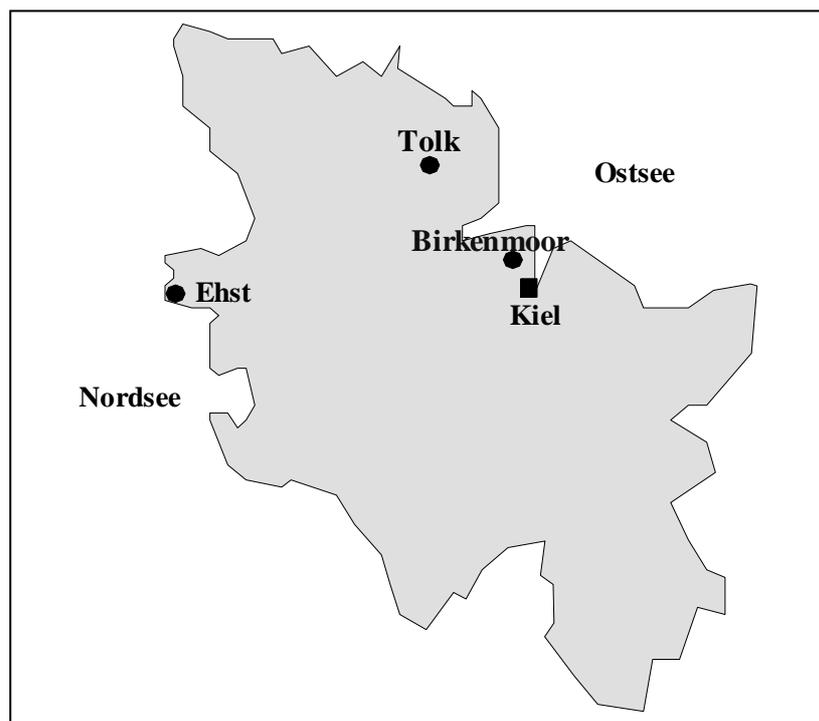


Abb. 1: Versuchsstandorte zur überregionalen Analyse des Befallsauftretens und der Schadensdynamik von Rapspathogenen (Rapsmonitoring) in Schleswig-Holstein 2000-2003

An allen Standorten wurden die Versuche in Form einer randomisierten Blockanlage, bestehend aus Ernte- und Probenahmeparzelle mit 4 Wiederholungen je Variante, angelegt, wobei die Beschreibung der Versuchsflächen, welche sich im Rahmen der Fruchtfolgegestaltung leicht änderten, in der Tabelle 1 dargestellt ist.

Tab. 1: Beschreibung der Versuchsfelder an den Monitoringstandorten, 2000-2003

Standort	Birkenmoor	Tolk	Ehst
2000/2001			
Ackerzahl	56	50	70
Bodenart	sL	sL	tU
Vorfrucht	Wintergerste	Wintergerste	Winterweizen
Raps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten 5 Jahre	40 %	20 %	20 %
2001/2002			
Ackerzahl	56	55	65
Bodenart	sL	sL	sL
Vorfrucht	Wintergerste	Wintergerste	Winterweizen
Raps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten 5 Jahre	40 %	40 %	20 %
2002/2003			
Ackerzahl	56	48	65
Bodenart	sL	sL	sL
Vorfrucht	Wintergerste	Wintergerste	Brache
Raps Fruchtfolgeanteil der letzten 5 Jahre	40 %	20 %	40%

Die Durchführungen der ackerbaulichen Maßnahmen mit Ausnahme der Fungizidbehandlungen erfolgten ortsüblich und können den Tabellen 2–4 entnommen werden.

Tab. 2: Ackerbauliche Maßnahmen an den Monitoringstandorten 2000/2001

Standort	Birkenmoor	Tolk	Ehst
Sorte	<i>Express</i>	<i>Express</i>	<i>Express</i>
Aussaatstärke	70 Körner/m ²	2,8 Kg/ha	4 Kg/ha
Aussaattermin	17.08.00	14.08.00	22.08.00
Herbizide	18.08.00: Nimbus 2,5 l/ha 19.09.00: Agil 0,75 l/ha	15.08.00: Brasan 2,0 l/ha 28.09.00: Agil 0,4 l/ha	02.09.00: Butisan 2,0 l/ha
Insektizide	04.10.00: Karate 0,1 l/ha 30.04.01: Karate 0,15 l/ha	28.09.00: Karate 0,1 l/ha	--
N-Düngung	28.08.00: 40 Kg N/ha (KAS) 03.04.01: 73 Kg N/ha (ASS) 17.04.01: 160 Kg N/ha (NPK)	10.03.01: 80 Kg N/ha (HS) 24.03.01: 40 Kg N/ha (SSA) 06.04.01: 20 Kg N/ha (AHL)	26.03.01: 108 Kg N/ha (KAS) 21.04.01: 104 Kg N/ha (ASS)
P-Düngung	17.04.01: 90 Kg P/ha (NPK)	Innerhalb der Fruchtfolge	Innerhalb der Fruchtfolge
K-Düngung	17.04.01 140 Kg K/ha (NPK)	Innerhalb der Fruchtfolge	Innerhalb der Fruchtfolge
S-Düngung	03.04.01: 37 Kg S/ha (ASS)	24.03.01: 46 Kg S/ha (SSA)	21.04.00: 56 Kg S/ha (ASS)
Wirtschaftsdünger	--	Herbst 2000: 25 m ³ Schweinegülle	Herbst 2000: 25 m ³ Rindergülle

Tab. 3: Ackerbauliche Maßnahmen an den Monitoringstandorten 2001/2002

Standort	Birkenmoor	Tolk	Ehst
Sorte	<i>Express</i>	<i>Express</i>	<i>Express</i>
Aussaatstärke	70 Körner/m ²	3,3 Kg/ha	4,5 Kg/ha
Aussaattermin	17.08.01	25.08.01	25.08.01
Herbizide	17.08.01: Brasan 2,0 l/ha 08.10.01: Agil 1,0 l/ha	01.09.01: Butisan 2,0 l/ha 29.09.01: Fusilade 0,5 l/ha	30.08.01: Butisan 2,0 l/ha
Insektizide	08.10.01: Karate 0,1 l/ha 06.04.02: Karate 0,15 l/ha	29.09.01: Karate 0,1 l/ha	--
N-Düngung	08.10.01: 55 Kg N/ha (KAS) 12.03.02: 110 Kg N/ha (ASS) 08.04.02: 100 Kg N/ha (KAS)	13.03.02: 65 Kg N/ha (HS) 27.03.02: 45 Kg N/ha (SSA) 08.04.02: 70 Kg N/ha (HS)	14.03.02: 104 Kg N/ha (ASS) 01.04.02: 108 Kg N/ha (KAS)
P-Düngung	Innerhalb der Fruchtfolge	Innerhalb der Fruchtfolge	Innerhalb der Fruchtfolge
K-Düngung	Innerhalb der Fruchtfolge	Innerhalb der Fruchtfolge	Innerhalb der Fruchtfolge
S-Düngung	12.03.02: 55 Kg S/ha (ASS)	24.03.01: 45 Kg S/ha (SSA)	14.03.02: 56 Kg S/ha (ASS)
Wirtschaftsdünger	--	Herbst 2001: 28 m ³ Schweinegülle	--

Tab. 4: Ackerbauliche Maßnahmen an den Monitoringstandorten 2002/2003

Standort	Birkenmoor	Tolk	Ehst
Sorte	<i>Express</i>	<i>Express</i>	<i>Express</i>
Aussaatstärke	70 Körner/m ²	65 Körner/m ²	4,5 Kg/ha
Aussaattermin	19.08.02	22.08.02	20.08.02
Herbizide	16.08.02: Butisan 2,0 l/ha 23.09.02: Agil 0,5 l/ha	24.08.02: Brasan 2,0 l/ha Cirrus 0,08 l/ha	10.09.02: Butisan 2,5 l/ha
Insektizide	13.09.02: Karate 0,1 l/ha 15.04.03: Karate 0,075 l/ha	26.09.02: Karate 0,075 l/ha	--
N-Düngung	24.09.02: 40 Kg N/ha (KAS) 14.03.03: 100 Kg N/ha (ASS) 17.04.01: 90 Kg N/ha (KAS)	12.02.03: 74 Kg N/ha (HS) 02.04.03: 48 Kg N/ha (SSA) 07.04.03: 50 Kg N/ha (HS)	24.02.03: 70 Kg N/ha (KAS) 31.03.03: 70 Kg N/ha (ASS) 15.04.03: 70 Kg N/ha (KAS)
P-Düngung	Innerhalb der Fruchtfolge	Innerhalb der Fruchtfolge	Innerhalb der Fruchtfolge
K-Düngung	17.03.03 110 Kg K/ha (40 Kali)	Innerhalb der Fruchtfolge	Innerhalb der Fruchtfolge
S-Düngung	14.03.03: 53 Kg S/ha (ASS)	02.04.03: 42 Kg S/ha (SSA)	31.03.03: 40 Kg S/ha (ASS)
Wirtschaftsdünger	--	--	Herbst 2002: 25 m ³ Rindergülle

Die Beerntung der Parzellen in Form des Kern- bzw. Parzellendrusches erfolgte mit Hilfe eines Parzellenmähreschers. Zur Bestimmung der Trockensubstanz der Ernteproben wurde eine äquivalente Menge 24 Stunden bei 65°C und erneut 24 Stunden bei 105°C getrocknet und rückgewogen. Die Ernteergebnisse beziehen sich auf eine Restfeuchtigkeit von 9 %.

2.1.2 Fungizidvarianten

Über die Jahre und Standorte entsprachen die Varianten gleich bleibenden Fungizidterminierungen (Tab. 5, 6).

Tab. 5: Fungizidvarianten im Monitoringversuch, 2000-2003

Variante	Fungizidapplikation	Entwicklungsstadium
Kontrolle	ohne Fungizideinsatz	
HB	Herbst: 0,5 l/ha Folicur Blüte: 0,5 l/ha Folicur + 0,5 l/ha Derosal fl.	BBCH 14-18 BBCH 65
FB	Frühjahr: 0,75 l/ha Folicur Blüte: 0,5 l/ha Folicur + 0,5 l/ha Derosal fl.	BBCH 32-51 BBCH 65
HFB	Herbst: 0,5 l/ha Folicur Frühjahr: 0,75 l/ha Folicur Blüte: 0,5 l/ha Folicur + 0,5 l/ha Derosal fl.	BBCH 14-18 BBCH 32-51 BBCH 65
B	Blüte: 0,5 l/ha Folicur + 0,5 l/ha Derosal fl.	BBCH 65

Tab. 6: Applikationstermine der Fungizidvarianten, 2000-2003

Standort	Birkenmoor	Tolk	Ehst
2000/2001			
Herbstbehandlung	29.09.00	18.09.00	05.10.00
Frühjahrsbehandlung	10.04.01	20.04.01	25.04.01
Blütenbehandlung	14.05.01	14.05.01	21.05.01
2001/2002			
Herbstbehandlung	05.10.01	05.10.01	15.10.01
Frühjahrsbehandlung	02.04.02	08.04.02	08.04.02
Blütenbehandlung	14.05.02	08.05.02	06.05.02
2002/2003			
Herbstbehandlung	01.10.02	25.09.02	27.09.02
Frühjahrsbehandlung	14.04.03	16.04.03	25.04.03
Blütenbehandlung	14.05.03	12.05.03	09.05.03

Die verwendeten Fungizide sind in der Tabelle 7 näher charakterisiert.

Tab. 7: Wirkstoffe, Indikation und Wirkungsort der im Monitoring verwendeten Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel	Wirkstoff	Zugelassene Aufwandmenge	Wirkungsort	Indikation
Folicur	250 g/l Tebuconazole	1,5 l/ha	Sterolbiosyntheseinhibitor	<i>Phoma lingam</i> <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Derosal	360 g/l Carbendazim	1,0 l/ha	Hemmung der Kern- und Zellteilung	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>

2.1.3 Probenahme

Die Probenahme erfolgte in den Zeiträumen Ende September bis Ende November 14-tägig (2000) bis wöchentlich (2001 und 2002) sowie ab dem Monat Februar bis zur Ernte Ende Juli (14-tägig). Hierfür wurden je Variante an jedem Boniturtermin 40 komplette Pflanzen (10 Pflanzen je Wiederholung) zufallsverteilt aus den Probenahmeparzellen entnommen. Ab dem Entwicklungsstadium BBCH 71 erfolgte die Probenahme in Form der unteren 30-40 cm des Rapsstängels sowie der Wurzel, welche, wie auch die kompletten Pflanzen, bis zur Bonitur in einem Kühlraum bei 4°C gelagert wurden.

2.1.4 Datenerhebung zur Morphogenese und Bestandesdichte der Rapsbestände

Die Pflanzen wurden zunächst vorsichtig gereinigt und bezüglich der Sprosslänge, des Wurzelhalsdurchmessers, der Blätter und Blattansatzstellen untersucht und vermessen sowie das Entwicklungsstadium nach WEBER & BLEIHOLDER (1990) bestimmt. Nach der Abtrennung der Wurzel am Wurzelhals erfolgte die Bestimmung des Wurzelhalsdurchmessers durch Mittelwertbildung zweier, um 90° versetzter Messungen (Messgenauigkeit: 1 mm). Durch Auszählung der Blattansatzstellen der abgefallenen Blätter sowie der vorhandenen Blätter konnten diese, wie auch die gebildeten Seitentriebe einer Blattetage zugeteilt werden. Nach vorsichtigem Abtrennen der Blätter erfolgte die Vermessung der Sprosslänge vom Wurzelhals bis zum Apex (Messgenauigkeit: 1 mm), wobei nach einsetzendem Längenwachstum die Sprosslänge den Abstand zwischen dem Wurzelhals und der Knospen- oder Blütenspitze wiedergibt.

Die Bonitur der Lagerbildung wurde im Entwicklungsstadium BBCH 85 nach folgendem Schema durchgeführt: (% Neigung x % lagernde Fläche) / 100 = % Lager.

Zur Bestimmung der Schotenstabilität erfolgte eine 45 Sekunden andauernde, mechanische Belastung von 50 Rapsschoten (Mischprobe aller Schoten von 20 Haupttrieben einer Parzelle, vierfache Wiederholung der Messung, 4 Parzellen pro Variante) in einem Korngrößenbestimmungsgerät bei einer Amplitude von 2,5 mm (Analysette 3 Spartan, Fa. Fritsch, 1,4 mm Sieb) unter Zugabe eines 12,96 g schweren Gummiquaders (40 x 10 x 15 mm, Staedler Rasoplast 526B30).

2.1.5 Datenerhebung zur Populationsdynamik der Rapspathogene

Die Bonitur der Einzelpflanzen erfolgte im Labor unter Zuhilfenahme eines Binokulars bei 20-80facher Vergrößerung, wobei die Bonitur alle bedeutenden Krankheitserreger in Schleswig-Holstein auf dem Blattapparat und dem Stängel bzw. Wurzelhals umfasste. Es wurde sowohl eine qualitative (Befallshäufigkeit im Bestand (BHB, prozentualer Anteil befallener Pflanzen)) wie auch quantitative (Befallsstärke im Bestand (BSB, je nach Symptom des Erregers)) Analyse der Rapspathogene durchgeführt.

2.1.5.1 Krankheitserreger des Blattapparates

Die Bonitur des Pathogens *Phoma lingam* erfolgte anhand der charakteristischen Pyknidien, die zentral eine kleine Öffnung (Ostiole) besitzen, welche insbesondere durch Zugabe eines Wassertropfens und der Bestrahlung mit Durchlicht deutlich wird (PUNITHALINGAM & HOLLIDAY 1972). Durch Auszählen bzw. bei starkem Befall durch Schätzen dieser Pyknidien konnte der Parameter Befallsstärke im Bestand ermittelt werden.

Für die Bestimmung des Erregers *Pernospora parasitica* erfolgte eine Untersuchung der Blattunterseite auf die aus den Stomata herausragenden Sporangiothoren (Konidienträger) (WEBSTER 1983), die bei starkem Auftreten als weißes Mycel erkennbar sind (PAUL 1988). Diese von dem Erreger durchsetzte Blattfläche wurde prozentual geschätzt.

Die Rapsschwärze wird durch die Erreger *Alternaria brassicae* und *Alternaria brassicicola* verursacht. (ELLIS 1968a, 1968b). Die Bestimmung des Krankheitserregers erfolgte mikroskopisch anhand der keulenförmigen Konidien, die aus den kreisförmigen schwarz-braunen Blattflecken, in denen sich ringförmig helle Zonen mit dunklen abwechseln, entnommen werden konnten. Der prozentuale Anteil der Blattflecken an der Blattfläche diente der Bestimmung der Befallsstärke.

Der von dem Erreger *Botrytis cinerea* auf den Blättern gebildete mausgraue Sporenrasen wurde prozentual geschätzt, wobei eine exakte Bestimmung anhand der charakteristischen Konidiophoren durchgeführt werden konnte (ELLIS & WALLER 1974).

Cylindrosporium concentricum bildet weißliche Flecken, in denen mit Hilfe des Binokulars oder des Mikroskops, Konidien bzw. die Acervuli sichtbar sind (SUTTON & GIBSON 1977). Das Abschätzen der durchsetzten Fläche ergab die Befallsstärke im Bestand.

2.1.5.2 Krankheitserreger des Wurzelhals- und Stängelbereiches

Die ab Mitte Mai bis zur Ernte durchgeführte Bonitur des *Phoma lingam*-Befalls geschah getrennt nach Wurzelhals und Stängel, wobei neben der Erfassung der Befallshäufigkeit im Bestand (BHB) die Bestimmung des Befallswertes (BW) nach dem Boniturschema von KRÜGER (1982) erfolgte, welches für die getrennte Beurteilung von Wurzelhals (Tab. 8) und Stängel (Tab. 9) leicht geändert wurde.

Tab. 8: Schema zur Ermittlung des Befallswertes für *Phoma lingam* am Wurzelhals (KRÜGER 1982, verändert)

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, Stängel umfassend, aber noch nicht tief oder einseitig tief, etwa die Hälfte des Stängelumfangs umfassend, und/oder starke Verbräunung am Wurzelhals. Die Pflanze ist zur Zeit des Schwadlegens (Stadium 85-87) noch grün
6	Zwischenwert
7	Tiefe Einschnürungen am Wurzelhals, Pyknidien meist reichlich vorhanden. Die Pflanze beginnt zur Zeit des Schwadlegens zu vergilben
8	Zwischenwert
9	Wurzelhals stark und sehr tief verkorkt, sehr wenige/keine Verbindungen mit der Wurzel. Die Pflanze ist vorzeitig reif oder bereits abgestorben

Tab. 9: Schema zur Ermittlung des Befallswertes für *Phoma lingam* am Stängel (KRÜGER 1982, verändert)

Befallswert	Beschreibung für den Stängelbefall
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 Stängel eindringen
6	Zwischenwert
7	Tiefe Befallsstellen mit Pyknidien, Stängel eingetrocknet oder aufgeweicht
8	Zwischenwert
9	Ausgedehnte, tief gehende Befallsstellen am Stängel. Pflanze infolge des Befalls vorzeitig abgestorben

Als weiteres Kriterium erfolgte die Bestimmung der Befallsstärke im Bestand durch Auszählen der pathogenspezifischen Pyknidien.

Das Vorhandensein des Erregers *Sclerotinia sclerotiorum* konnte anhand der Ausbildung von schwarzbraunen Sklerotien innerhalb des vom weißen Mycel umgebenden Stängels bzw. Seitentriebes diagnostiziert werden (KRÜGER 1983, PAUL 1988). Die Bonitur erfolgte im Bestand im Entwicklungsstadium BBCH 85 anhand der Analyse von 50 Einzelpflanzen innerhalb einer Parzelle, wobei die Befallsbewertung durch die Berechnung der Befallshäufigkeit im Bestand geschah.

Der Stängelbefall mit *Verticillium dahliae* wurde anhand der Boniturskala von Krüger (1986) beurteilt (Tab. 10).

Tab. 10: Befallswerte für *Verticillium dahliae* (KRÜGER 1986)

Befallswert	Beschreibung
1	Kein Befall
2	Geringe (1-5 cm) und einseitige Ausbreitung der Mikrosklerotien
3	Noch geringe Ausdehnung der Besiedlung mit Mikrosklerotien (3-10 cm)
4	Zwischenwert
5	Sehr deutliche Symptomausprägung. Die Sklerotien haben ein 10 bis 30 cm langes Stängelstück besiedelt
6	Zwischenwert
7	Mehr als die Hälfte des Stängels weist Mikrosklerotien auf
8	Zwischenwert
9	Pflanze völlig mit Sklerotien besiedelt

Hierbei erfolgte die Krankheitsbestimmung ausschließlich aufgrund der aus angeschwollenen Zellen bestehenden, schwarzbraunen, 15 bis 50 μm langen Mikrosklerotien (HAWKSWORTH & TALBOYS 1972), die unter dem Binokular auf oder in den parallel zur Längsachse aufgeschnittenen Stängeln sichtbar waren.

2.1.6 Quantifizierung des Ascosporenflugs von *Leptosphaeria maculans*

Die Aufzeichnung des Ascosporenflugs von *Leptosphaeria maculans* erfolgte in jedem Versuchsjahr an den Standorten Tolk und Ehst in dem Zeitraum Anfang September bis Ende November sowie am Standort Birkenmoor von September bis April mit Hilfe einer Burkhard-Sporenfallen (Fa. Thermo-Dux, Wertheim am Main, Ansaughöhe 45 cm über der Erdoberfläche, Ansaugvolumen: 10 l/min.). Das Rad der Sporenfalle, auf dem sich das mit Laborfett bestrichene, durchsichtige Auswertungsband befindet, wurde spätestens nach sieben Tagen gewechselt, in Tagesabschnitte auseinander geschnitten, in Safranin-Lösung 5 Minuten angefärbt und dann bei 100facher Vergrößerung unter dem Mikroskop ausgewertet. Dazu wurden die Tagesabschnitte auf einen Objektträger gelegt und alle Sporen von *Leptosphaeria maculans*, deren morphologische Eigenschaften von PUNITHALINGAM & HOLLIDAY (1972) beschrieben werden, gezählt.

2.2 Prüfung von Fungizidapplikationen hinsichtlich einer optimierten Befalls- und Ertragskontrolle

2.2.1 Versuchsstandorte und Versuchsanlage

Die Prüfung weiterer Fungizidvarianten im Herbst, Frühjahr bzw. zur Blüte erfolgte an vier zusätzlichen Standorten in Schleswig-Holstein (Abb. 2). Der Standort Hohenschulen liegt ca. 20 km westlich von Kiel und ist einer der drei Versuchsbetriebe der agrarwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts Universität zu Kiel, wohingegen die Standorte Schwartbuck (40 km südöstlich von Kiel) und Wiemersdorf (70 km südlich von Kiel) zur Verfügung gestellte Praxisschläge waren. Als vierter Standort konnte eine Versuchsfläche der Bayer CropScience Deutschland GmbH genutzt werden, welche ca. 90 km südlich von Kiel zwischen Bad Oldesloe und Ratzeburg gelegen war.

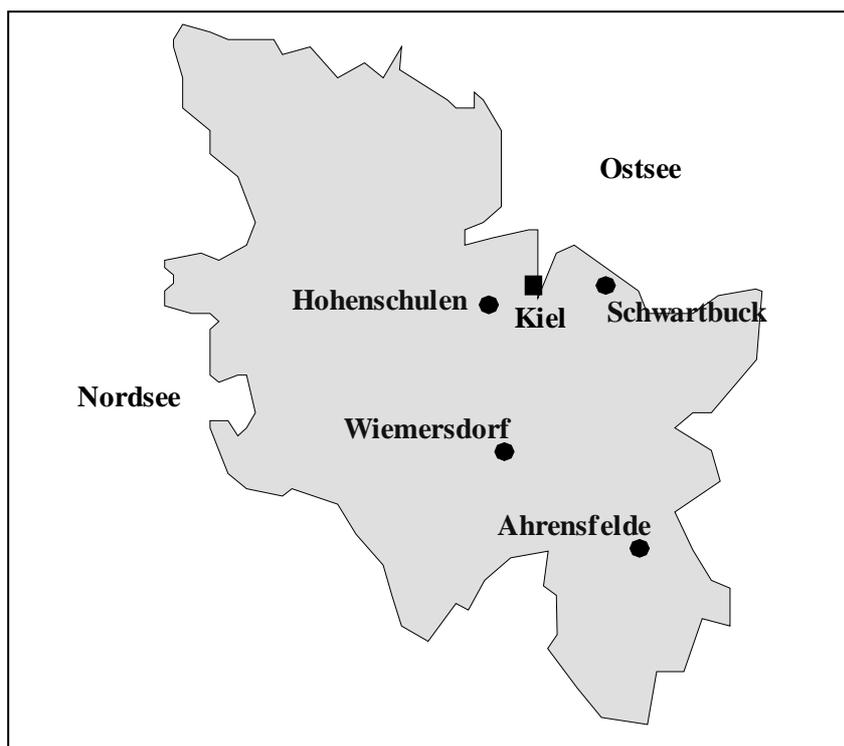


Abb. 2: Versuchsstandorte zur Prüfung von Fungizidapplikationen hinsichtlich einer optimierten Befalls- und Ertragskontrolle, Schleswig-Holstein, 2000-2003

Ziel war es, die Wirkung der Fungizidapplikationen durch stärkere Anpassung an die Epidemiologie des Erregers *Phoma lingam* zu verbessern und hinsichtlich der Befalls- und Ertrags-effekte zu analysieren. Des Weiteren erfolgte die Applikation differenzierter Fungizidvarianten zum Zeitpunkt der Blüte, um so die wirtschaftliche Bedeutung von *Sclerotinia sclerotiorum* zu ermitteln. Die Durchführung der einzelnen Versuche an den Standorten bzw. Versuchsjahren ist in der Tabellen 11, die Beschreibung der verwendeten Versuchsflächen in der Tabelle 12 dargestellt.

Die bis auf die Fungizidvarianten ortsüblich durchgeführten, ackerbaulichen Maßnahmen, die Aussaatstärken sowie Versuchssorten der einzelnen Versuchsstandorte und Jahre können den Tabellen 13 und 14 entnommen werden.

Tab. 11: Übersicht der Standorte bezüglich der Prüfung weiterer Fungizidapplikationen 2000-2003

	2000/2001	2001/2002	2002/2003
Anpassung der Herbstapplikation an die Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i>	Hohenschulen Wiemersdorf	Wiemersdorf	--
Anpassung der Frühjahrsapplikation an die Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i>	--	--	Ahrensfelde
Differenzierte Blütenapplikationen	Schwarzbuck	Schwarzbuck	--

Tab. 12: Beschreibung der Versuchsfelder an den Standorten der Fungizidprüfung 2000-2003

2000/2001			
Standort	Hohenschulen	Schwartbuck	Wiemersdorf
Ackerzahl	50	56	40
Bodenart	sL	sL	IS
Vorfrucht	Wintergerste	Wintergerste	Triticale
Raps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten 5 Jahre	40 %	40 %	0 %*
2001/2002			2002/2003
Standort	Schwartbuck	Wiemersdorf	Ahrensfelde
Ackerzahl	56	35	58
Bodenart	sL	IS	sL
Vorfrucht	Wintergerste	Winterweizen	Wintergerste
Raps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten 5 Jahre	40 %	40 %	40 %

* = erstmalig

Tab. 13: Ackerbauliche Maßnahmen an den Standorten der Fungizidprüfung 2000/2001

Standort	Hohenschulen	Schwartbuck	Wiemersdorf
Sorte	<i>Express</i>	<i>Express</i>	<i>Express</i>
Aussaatstärke	70 Körner/m ²	50 Körner/m ²	70 Körner/m ²
Sorte	<i>Artus</i>	--	<i>Artus</i>
Aussaatstärke	50 Körner/m ²	--	50 Körner/m ²
Sorte	<i>Talent</i>	--	<i>Talent</i>
Aussaatstärke	50 Körner/m ²	--	50 Körner/m ²
Aussaattermin	18.08.00	22.08.00	21.08.00
Herbizide	19.08.00: Nimbus 3,0 l/ha	22.08.00: Nimbus 2,5 l/ha	22.08.00: Nimbus 2,5 l/ha
Insektizide	17.05.01: Fastac 0,1 l/ha	28.09.00: Karate 0,1 l/ha 02.05.01: Karate 0,1 l/ha	11.04.01: Fastac 0,1 l/ha 04.05.01: Fastac 0,1 l/ha 16.05.01: Fastac 0,1 l/ha
N-Düngung	06.03.01: 80 Kg N/ha (KAS) 04.04.01: 80 Kg N/ha (KAS) 23.04.01: 40 Kg N/ha (KAS)	18.09.00: 39 Kg N/ha (KAS) 16.03.01: 66 Kg N/ha (Piamon) 10.04.01: 110 Kg N/ha (HS) 24 Kg N/ha (NPK)	08.03.01: 81 Kg N/ha (KAS) 10.04.01: 81 Kg N/ha (ASS)
P-Düngung	10.08.00: 92 Kg P/ha (Triple 46%)	10.04.01: 80 Kg P/ha (NPK)	Innerhalb der Fruchtfolge
K-Düngung	23.04.01 160 Kg K/ha (Kali 40%)	10.04.01: 120 Kg K/ha (NPK)	16.03.01: 100 Kg K/ha (Kali 40%)
S-Düngung	23.04.01: 54 Kg S/ha (Kieserit 27%)	16.03.01: 24 Kg S/ha (Piamon)	10.04.01: 42 Kg S/ha (ASS)
Wirtschaftsdünger	--	--	Herbst 2000: 15 m ³ Hühnergülle

Tab. 14: Ackerbauliche Maßnahmen an den Standorten der Fungizidprüfung 2001-2003

Versuchsjahr	2001/2002		2002/2003
Standort	Schwartbuck	Wiemersdorf	Ahrensfelde
Sorte	<i>Talent</i>	<i>Talent</i>	<i>Elektra</i>
Aussaatstärke	45 Körner/m ²	65 Körner/m ²	40 Körner/m ²
			<i>Talent</i>
			50 Körner/m ²
			<i>Talent</i>
			30 Körner/m ²
Aussattermin	30.08.01	01.09.01	23.08.02
Herbizide	01.09.01: Nimbus 2,5 l/ha	02.09.01: Nimbus 2,5 l/ha	25.08.02: Nimbus 2,5 l/ha 20.09.02: Targa Super 0,75 l/ha
Insektizide	16.10.01: Karate 0,1 l/ha 10.04.01: Karate 0,1 l/ha 26.04.01: Karate 0,1 l/ha	19.10.01: Fastac 0,1 l/ha 24.04.02: Fastac 0,1 l/ha 10.05.02: Karate 0,05 l/ha	20.09.02: Decis 0,3 l/ha 27.03.03: Decis 0,3 l/ha 12.05.03: Fastac 0,1 l/ha
N-Düngung	18.10.01: 46 Kg N/ha (HS) 11.03.02: 65 Kg N/ha (ASS) 26.03.02: 20 Kg N/ha (NPK) 110 Kg N/ha (HS)	11.03.02: 85 Kg N/ha (ASS) 28.03.02: 81 Kg N/ha (KAS)	27.09.02: 30 Kg N/ha (NPK) 13.02.03: 12 Kg N/ha (NPK) 17.02.03: 78 Kg N/ha (HS) 21.03.03: 104 Kg N/ha (ASS)
P-Düngung	26.03.02: 65 Kg P/ha (NPK)	Innerhalb der Fruchtfolge	27.09.02: 108 Kg P/ha (NPK) 13.02.03: 40 Kg P/ha (NPK)
K-Düngung	26.03.02: 100 Kg K/ha (NPK)	25.03.02: 120 Kg K/ha (Kali 40%)	27.09.02: 168 Kg K/ha (NPK) 13.02.03: 60 Kg K/ha (NPK) 21.03.03: 80 Kg K/ha (Kali 40%)
S-Düngung	11.03.01: 30 Kg S/ha (ASS)	11.03.02: 45 Kg S/ha (ASS)	21.03.03: 66 Kg S/ha (ASS)
Wirtschaftsdünger	--	--	--

Neben den Pflanzenschutzmitteln Folicur und Derosal kamen in diesen Versuchen weitere Fungizide zum Einsatz (Tab. 15). Die Versuchsanlage, die Bonituren sowie die Ernte erfolgten entsprechend den Versuchen des Rapsmonitorings (s. Kapitel 2.1).

Tab. 15: Wirkstoffe, Indikation und Wirkungsort der in den Versuchen der Fungizidprüfung zusätzlich verwendeten Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel	Wirkstoff	Zugelassene Aufwandmenge	Wirkungsort	Indikation
Konker R	250 g/l Vinclozolin 250 g/l Thiophanatemethyl	1,5 l/ha	1. Zellstrukturzerstörung 2. Hemmung der Kern- und Zellteilung	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Prosaro*	125 g/l Prothioconazol 125 g/l Tebuconazol	1,0 l/ha	Sterolbiosyntheseinhibitor	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> <i>Phoma lingam</i>
Verisan	255 g/l Iprodion	2,0 l/ha	Zellstrukturzerstörung	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>

*= Zulassung voraussichtlich 2004 (MAULER-MACHNIK et al. 2002)

2.2.2 Anpassung der Herbstapplikation an die Epidemiologie von *Phoma lingam*

Die entsprechenden Untersuchungen zur Anpassung der Herbstapplikation an die Epidemiologie von *Phoma lingam* wurden im Versuchsjahr 2000-2001 an den Standorten Hohenschulen sowie Wiemersdorf in den Sorten *Artus*, *Express* und *Talent* und im Versuchsjahr 2001-2002 ausschließlich am Versuchsstandort Wiemersdorf in der Sorte *Talent* durchgeführt (Tab. 16).

Tab. 16: Sortentyp, Anfälligkeit für *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum* und *Verticillium dahliae* und Tausendkorngewicht der verwendeten Sorten

Sorte	Sortentyp	Anfälligkeit <i>Phoma lingam</i>	Anfälligkeit <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Anfälligkeit <i>Verticillium dahliae</i>	Tausendkorngewicht
<i>Artus</i>	H	5	4	5	5
<i>Express</i>	L	3	5	--	4
<i>Talent</i>	H	3	6	--	4

1=geringe Ausprägung, 9 = starke Ausprägung; L= Liniensorte, H= Hybridsorte

Quelle: LUFENSTEINER et al. 2000, ANONYM 2002, LUFENSTEINER & HENDLER 2003

Die an die Epidemiologie des Erregers angepassten differenzierten Fungizidapplikationen im Herbst sind in der Tabelle 17 dargestellt. Weitere Fungizidbehandlungen wurden im Frühjahr (BBCH 32-51: 0,75 l/ha Folicur) und zur Blüte (BBCH 65: 0,5 l/ha Folicur + 0,5 l/ha Derosal) einheitlich über die Versuchsjahre an jedem Standort appliziert.

Tab. 17: Fungizidvarianten differenzierter Herbstapplikationen, Standorte Hohenschulen und Wiemersdorf, 2002-2002

Hohenschulen 2000/2001			
Applikationstermin	30.09.00		27.10.00
Variante	BBCH 14		BBCH 18
1	--	--	--
2	0,5 l/ha Folicur	--	--
3	0,25 l/ha Folicur	--	0,25 l/ha Folicur
4	0,5 l/ha Folicur	--	0,25 l/ha Folicur
Wiemersdorf 2000/2001			
1	--	--	--
2	0,5 l/ha Folicur	--	--
3	0,25 l/ha Folicur	--	0,25 l/ha Folicur
4	0,5 l/ha Folicur	--	0,25 l/ha Folicur
Wiemersdorf 2001/2002			
Applikationstermin	11.10.01	26.10.01	05.11.01
Variante	BBCH 14	BBCH 16	BBCH 18
1	--	--	--
2	--	0,5 l/ha Folicur	--
3	0,25 l/ha Folicur	--	0,25 l/ha Folicur
4	0,5 l/ha Folicur	--	0,25 l/ha Folicur

Die Probenahme erfolgte in beiden Vegetationsperioden an jeweils vier Terminen während der Herbstmonate; im Entwicklungsstadium BBCH 85 fand die Bonitur des Einflusses der Fungizidvarianten auf den *Phoma lingam*-Wurzelhalsbefall statt.

2.2.3 Anpassung der Frühjahrsapplikation an die Epidemiologie von *Phoma lingam*

Die Untersuchungen differenzierter Fungizidapplikationen zur Anpassung der Frühjahrsapplikation an die Epidemiologie von *Phoma lingam* wurde am Standort Ahrensfelde im Versuchsjahr 2003 in den Sorten *Elektra* und *Talent* durchgeführt (Tab. 18). Die Versuche in der Sorte *Talent* wurden in der Aussaatstärke 30 Körner/m² und 50 Körner/m² angelegt.

Tab. 18: Sortentyp, Anfälligkeit für *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum* und *Verticillium dahliae* und Tausendkorngewicht der verwendeten Sorten

Sorte	Sortentyp	Anfälligkeit <i>Phoma lingam</i>	Anfälligkeit <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Anfälligkeit <i>Verticillium dahliae</i>	Tausendkorn- gewicht
<i>Elektra</i>	H	4	6	--	5
<i>Talent</i>	H	3	6	--	4

1=geringe Ausprägung, 9 = starke Ausprägung; L= Liniensorte, H= Hybridsorte

Quelle: LUFENSTEINER et al. 2000, ANONYM 2002, LUFENSTEINER & HENDLER 2003

Neben den variierten Fungizidvarianten (Tab. 19) erfolgten einheitliche Applikationen im Herbst mit 0,4 l/ha Folicur am 20.09.02 und 30.09.02 sowie zum Zeitpunkt der Blüte (BBCH 65: 0,7 l/ha Proline).

Tab. 19: Fungizidvarianten differenzierter Frühjahrsapplikationen, Standort Ahrensfelde, 2003

Ahrensfelde 2003			
Applikationstermin	14.03.03	03.04.03	24.04.03
Variante	BBCH 24	BBCH 31	BBCH 51
1	--	--	--
2		0,5 l/ha Prosaro	0,75 l/ha Prosaro
3	0,5 l/ha Prosaro	0,5 l/ha Prosaro	0,75 l/ha Prosaro

In dem Zeitraum 14.03.03 (erste Fungizidapplikation) bis zur Ernte geschah die Bonitur an neun Boniturterminen, wobei neben den Effekten auf die Morphogenese und den *Phoma lingam*-Blatt- und Wurzelhalsbefall auch eine Bonitur der prozentualen Lagerbildung im Entwicklungsstadium BBCH 85 erfolgte. Zusätzlich wurde im Zeitraum 14.03.03 bis zum 09.05.03 eine Burkhard Sporenfalle zur Messung des Ascosporenflugs von *Leptosphaeria maculans* aufgestellt und entsprechend den Versuchen des Rapsmonitorings ausgewertet (s. 2.1.6).

2.2.4 Differenzierte Blütenapplikationen

Am Standort Schwartbuck erfolgten in den Versuchsjahren 2001 und 2002 Untersuchungen bezüglich differenzierter Blütenbehandlung (Tab. 20) in der Versuchssorte *Talent*, wobei neben den Effekten auf den Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* auch die Wirkung auf die Schotenstabilität erfasst wurde. Intensive Niederschläge kurz vor der Ernte 2002 führten zu einem sehr starken Aufweichen sowie frühzeitigem Aufplatzen der Schoten, welches eine Stabilitätsüberprüfung der Schoten in diesem Versuchsjahr verhinderte.

Tab. 20: Fungizidvarianten differenzierter Blütenapplikationen, Standort Schwartbuck, 2001, 2002

Schwartbuck 2001			
Applikationstermin	BBCH 65 (14.05.01)		
Variante		Variante	
1	--	3	0,5 l/ha Folicur +0,5 l/ha Derosal
2	1,5 l/ha Folicur		
Schwartbuck 2002			
Applikationstermin	BBCH 65 (10.05.02)		
Variante		Variante	
1	--	4	1,5 l/ha Konker R
2	1,5 l/ha Folicur	5	0,5 l/ha Derosal +2,0 l/ha Verisan
3	0,5 l/ha Folicur +0,5 l/ha Derosal		

2.3 Prognosemodelle zur Vorhersage des Auftretens von *Sclerotinia sclerotiorum*

Im Rahmen der Arbeit wurden zwei Prognosemodelle auf ihre Aussagekraft hinsichtlich des Auftretens von *Sclerotinia sclerotiorum* durch vergleichende Exaktbonitur im Feldbestand überprüft.

2.3.1 Prognosemodell aufgrund der Infektion der Blütenblätter mit Ascosporen von *Sclerotinia sclerotiorum*

Das Prognosemodell basiert auf den Untersuchungen von GUGEL & MORRALL (1986) sowie TURKINGTON et al. (1988,1991,1993), die einen positiven, linearen Zusammenhang zwischen dem Befall der Blütenblätter mit Ascosporen des Erregers *Sclerotinia sclerotiorum* und dessen Symptomen am Stängel feststellen konnten. Ziel ist es, aufgrund der Befallshäufigkeit zu Blütenbeginn eine Aussage über den Befall bestimmen zu können, um so eine Applikationsentscheidung abzuleiten. Um die Befallshäufigkeit zu bestimmen, werden an verschiedenen Bereichen der Versuchsfläche Blütenblätter gesammelt, wobei die Anzahl der Blütenblätter an der Anzahl der Probenahmestellen auszurichten ist. Diese Blütenblätter werden dann auf PDA-Nährmedium ausgelegt und nach Inkubation unter UV-Licht anhand des charakteristischen Mycels und der sich bildenden Sklerotien ausgewertet.

2.3.1.1 Durchführung in den eigenen Untersuchungen

In den Versuchsjahren 2001-2003 erfolgte die Analyse der Blütenblätter am Standort Birkenmoor, wobei ab dem Erscheinen der ersten Blütenblätter wöchentlich an vier verschiedenen, unbehandelten Probenahmeparzellen eine Entnahme ganzer Blüten durchgeführt wurde. Nach dem Transport in sauberen Plastiktüten ins Labor, geschah unter sterilen Bedingungen die Abtrennung von 40 Blütenblättern je Probenahmeparzelle von den Blüten, welche dann einzeln in 60 mm Petrischalen gelegt und anschließend bei 20°C und einem 12 h UV-Licht-12 h Dunkelheit- Rhythmus inkubiert wurden. Die Petrischalen enthielten als Nährmedium PDA mit 25 ppm Tetracyclin-Hydrochlorid sowie 10 ppm Chlortetracyclin und wurden nach sieben Tagen sowie nach 14 Tagen qualitativ und quantitativ anhand der gebildeten Sklerotien ausgewertet.

In allen Versuchsjahren erfolgte eine Bonitur der Probenahmeparzellen auf den Stängelbefall mit *Sclerotinia sclerotiorum* im Entwicklungsstadium BBCH 85, um die Prognosegüte anhand des Blütenblattbefalls unter schleswig-holsteinischen Anbaubedingungen zu ermitteln.

2.3.2 Prognosemodell aufgrund der Witterung (SKLERO)

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) hat ein witterungsgesteuertes Rechenmodell (SKLERO) entwickelt, mit dessen Hilfe infektionsgünstige Stunden des Erregers *Sclerotinia sclerotiorum* prognostiziert werden (FRIESLAND 1998, 1999, 2000). Berechnungsgrundlagen des Modells sind die gemessenen Witterungsdaten der Messstationen des DWD sowie das prognostizierte Wetter von fünf Tagen im Voraus. Aus diesen Daten ermittelt das Modell:

- Bestandsklima im Winterraps
- Apothecienaufwuchs
- Winterraps-Entwicklungsstadium
- Infektionswahrscheinlichkeit
- Infektionsdruck

Das Bestandsklima wird durch ein Simulationsmodell aus den Standardmessungen errechnet, wobei Bodentemperatur, Bodenfeuchtigkeit, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Blattbenetzung als stündliche Daten in das Modell SKLERO einfließen.

Der erste Apothecienaufwuchs wird über eine Temperatursummenfunktion ab dem 1. Februar berechnet, wobei vorhergehende Kahlfröste und geringe Bodenfeuchtigkeit die Entwicklung hemmen und Temperaturen über 11°C die Entwicklung stark fördern. In dem Modell wird vorgegeben, dass nach 8 Tagen mit geringer Bodenfeuchtigkeit während der Rapsblüte die Apothecien eintrocknen und somit keine Infektionsgefahr besteht, da keine Ascosporen entlassen werden.

Günstige Infektionsbedingungen entstehen erst mit dem Abfallen der ersten Blütenblätter kurz vor der Vollblüte, da der Erreger zur Infektion der Pflanzen neben der Feuchtigkeit die leicht verfügbaren Nährstoffe der Blütenblätter benötigt. Das Programm SKLERO berechnet deswegen ab dem Stadium BBCH 55 die Entwicklung des Winterrapses anhand der durchschnittlichen Tagestemperaturen und berücksichtigt so die mit Beginn des Blütenblattabwurfes steigende Infektionswahrscheinlichkeit.

Aus der stündlichen Berechnung der Infektionswahrscheinlichkeit gehen die infektionsgünstigen Stunden und der Infektionsdruck hervor, wobei angenommen wird, dass der Pilz *Sclerotinia sclerotiorum* ein Infektionsoptimum bei 15°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von > 94 % hat. Zur Berechnung der Infektionswahrscheinlichkeit wird angegeben, dass in den Zähler der Formel die Benetzung der Blätter mit Werten zwischen 0 und 1 eingeht. Der Nenner setzt sich aus einer Temperaturfunktion (Exponentialfunktion mit einem Optimum bei

15°C) und einer Feuchtigkeitsfunktion (Exponentialfunktion mit einem Optimum von > 94 %) zusammen.

Die Anzahl der zusammenhängenden Stunden, in der die Infektionswahrscheinlichkeit einen Grenzwert überschreitet, werden in dem Modell als Infektionsstunden angegeben. Der Infektionsdruck während dieser Periode wird aus der mittleren Infektionswahrscheinlichkeit und der Dauer der infektionsgünstigen Stunden berechnet und liegt zwischen 0 und 40. Infektionen, so die Modellannahme, können nur gelingen, wenn eine Periode von mindestens 20 infektionsgünstigen Stunden ohne Unterbrechung vorhanden ist und der Infektionsdruck mindestens 5,0 beträgt.

2.3.2.1 Durchführung in den eigenen Untersuchungen

In den Versuchsjahren 2001, 2002 und 2003 konnte das Institut für Phytopathologie dankenswerter Weise an den ab Ende April täglich per E-Mail versandten Prognosen teilnehmen. Ziel war es, zu untersuchen wie genau das Modell den Apothecienaufwuchs, die Bestandsentwicklung und die Befallswahrscheinlichkeit mit *Sclerotinia sclerotiorum* an den Standorten Birkenmoor, Tolk und Ehst prognostizieren konnte. An allen Standorten befand sich in jedem Versuchsjahr ein Sklerotiendepot mit 50 Sklerotien, welche im Herbst in einer Randparzelle angelegt wurden. Diese Sklerotiendepots wurden ab Anfang April wöchentlich auf die Entwicklung von Apothecien untersucht.

2.3.3 Quantifizierung des Ascosporenflugs von *Sclerotinia sclerotiorum*

Um die biologische Aktivität des Erregers besser kontrollieren zu können, erfolgte in dem Versuchsjahr 2001 an dem Standort Birkenmoor die Quantifizierung des Ascosporenflugs von *Sclerotinia sclerotiorum*, indem ein Polyethylenschlauch (Innendurchmesser 10 mm) auf dem Ansaugstutzen der Sporenfalle mit Textilklebeband ohne Druckverlust befestigt wurde. Dieser Schlauch endete in einer Höhe von 10 cm zentral über einem angelegten Apotheciendepot (Fixierung an einem Plastikstab). Das angesaugte Luftvolumen betrug am offenen Schlauchende 10 l/min. Im Versuchsjahr 2002 erfolgte diese Untersuchung am Standort Birkenmoor mit drei Sporenfallen, welche ebenso mit einem Polyethylenschlauch versehen waren. Die Schläuche endeten in 10 cm, 50 cm und 100 cm Höhe. Das Auswertungsband der Sporenfallen wurde spätestens nach 7 Tagen gewechselt, in Tagesabschnitte auseinander geschnitten und in Safranin-Lösung für fünf Minuten eingefärbt.

Durch das Auflegen der Tagesabschnitte auf eine Schablone, die in Zweistundeneinheiten unterteilt war, und der Auswertung der Fläche dieser Unterabschnitte unter dem Mikroskop (BÖRNER & ZUNKE 1992) konnten die Ascosporen im Zweistundenrhythmus ausgezählt bzw. bei hohen Sporenkonzentrationen geschätzt werden. Zur Vereinfachung der Darstellung erfolgte eine Einteilung der Anzahl der gefundenen Sporen in logarithmische Klassen und die Zuteilung zu einem Freisetzungswert (Tab. 21).

Tab. 21: Klassenbildung zur Quantifizierung des Ascosporenflugs von *Sclerotinia sclerotiorum*

Ascosporen <i>S. sclerotiorum</i> in zwei Stunden	Freisetzungswert	Ascosporen <i>S. sclerotiorum</i> in zwei Stunden	Freisetzungswert
≥ 0 Sporen	0	$> 10^4$ Sporen	4
$> 10^1$ Sporen	1	$> 10^5$ Sporen	5
$> 10^2$ Sporen	2	$> 10^6$ Sporen	6
$> 10^3$ Sporen	3		

2.4 Winterraps Sortenversuch 2000-2003

Am Standort Hohenschulen erfolgte in allen Versuchsjahren ein Sortenscreening bezüglich der Anfälligkeit gegenüber *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum* und *Verticillium dahliae* sowie der Lagerbildung, dem Tausendkorngewicht und dem Ernteertrag. Die Beschreibung der Versuchsflächen der Einzeljahre ist in der Tabelle 22 dargestellt. Alle Winterrapsorten wurden in zwei Fungizidintensitätsstufen geprüft. Die Intensitätsstufe I beinhaltete keine Fungizidbehandlungen (K = unbehandelte Kontrolle), die Intensitätsstufe II hingegen eine ortsübliche Herbst-, Frühjahrs- und Blütenapplikation (HFB), welche neben weiteren ackerbaulichen Maßnahmen der Tabelle 23 entnommen werden können.

Tab. 22: Beschreibung der Versuchsflächen des Sortenversuchs, Standort Hohenschulen, 2000-2003

	2000/2001	2001/2002	2002/2003
Ackerzahl	50	50	50
Bodenart	sL	sL	sL
Vorfrucht	Wintergerste	Wintergerste	Winterweizen
Raps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten 5 Jahre	40 %	40 %	20 %

Tab. 23: Ackerbauliche Maßnahmen im Sortenversuch, Standort Hohenschulen, 2000-2003

	2000/2001	2001/2002	2002/2003
Aussaattermin	21.08.00	23.08.01	22.08.02
Herbizide	23.08.00: Nimbus 3,0 l/ha	24.08.00: Nimbus 2,5 l/ha	23.08.02: Nimbus 2,0 l/ha
Insektizide	17.05.00: Fastac 0,1 l/ha	11.10.01: Fastac 0,1 l/ha 10.04.02: Fastac 0,05 l/ha 10.05.02: Fastac 0,1 l/ha	22.04.03: Fastac 0,1 l/ha 09.05.03: Fastac 0,075 l/ha
Fungizide der Stufe II (HFB)	06.10.00: 0,5 l/ha Folicur 24.04.01: 0,7 l/ha Folicur 17.05.01: 1,25 l/ha Konker R	16.11.01: 0,5 l/ha Folicur 10.04.02: 0,7 l/ha Folicur 10.05.01: 1,25 l/ha Konker R	05.10.02: 0,5 l/ha Folicur 22.04.03: 0,75 l/ha Folicur 09.05.03: 1,25 l/ha Konker R
N-Düngung	28.09.00: 26 Kg N/ha (ASS) 07.03.01: 80 Kg N/ha (KAS) 04.04.01: 80 Kg N/ha (KAS) 23.04.01: 40 Kg N/ha (KAS)	18.10.01: 46 Kg N/ha (HS) 11.03.02: 65 Kg N/ha (ASS) 26.03.02: 110 Kg N/ha (HS)	25.02.03: 100 Kg N/ha (KAS) 28.03.03: 100 Kg N/ha (ASS)
P-Düngung	15.08.00: 92 Kg P/ha (Triple 46%)	10.08.01: 92 Kg P/ha (Triple 46%)	10.08.02: 70 Kg P/ha (Triple 46%)
K-Düngung	15.08.00: 160 Kg K/ha (Kali 40%)	10.08.01: 160 Kg K/ha (Kali 40%)	10.08.02: 160 Kg K/ha (Kali 40%)
S-Düngung	28.09.00: 13 Kg S/ha (ASS) 17.04.01: 52 Kg S/ha (Kieserit 27%)	11.10.01: 30 Kg S/ha (ASS) 10.04.01: 30 Kg S/ha (Kieserit 27%)	28.03.03: 46 Kg S/ha (Kieserit 27%)
Wirtschaftsdünger	--	--	--

Das getestete Sortenspektrum, welches sowohl Liniensorten wie auch Hybridsorten umfasste, wurde von Jahr zu Jahr ausgedehnt und wird in der Tabelle 24 dargestellt.

Die Versuchsanlage sowie Ernte erfolgte entsprechend den Versuchen des Rapsmonitorings (s. Kapitel 2.1). Eine erste Bonitur erfolgte bereits im Herbst, um die sortenspezifische epidemiologische Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* auf den Blattorganen zu erfassen. Eine weitere Probenahme kurz vor Erntebeginn, die nur die Rapsstoppel umfasste, diente der Befallsbestimmung von *Phoma lingam* und *Verticillium dahliae*. Die Bonituren sowie die Bestimmung der Lagerbildung und des Befalls mit *Sclerotinia sclerotiorum* im Entwicklungsstadium BBCH 85 wurden entsprechend den Versuchen des Rapsmonitorings durchgeführt (s. Kapitel 2.1).

Tab. 24: Sortentyp, Anfälligkeit für *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum* und *Verticillium dahliae* sowie Tausendkorngewicht der verwendeten Sorten

Sorte	Sortentyp	Anfälligkeit <i>Phoma lin-</i> <i>gam</i>	Anfälligkeit <i>Sclerotinia</i> <i>sclerotiorum</i>	Anfälligkeit <i>Verticillium</i> <i>dahliae</i>	Tausendkorn- gewicht	Verwendete Abkürzung
2000/2001						
<i>Contact</i>	L	4	4	5	5	Co
<i>Laser</i>	L	3	6	--	4	La
<i>Mohican</i>	L	4	5	3	5	Mo
<i>Zenith</i>	L	4	5	--	5	Ze
<i>Maja</i>	H	4	7	--	4	Ma
<i>Panther</i>	H	4	7	--	4	Pa
<i>Susanna</i>	H	5	7	--	4	Su
Zusätzlich 2001/2002						
<i>Jet Neuf</i>	L	2	--	--	5	Je
Zusätzlich 2002/2003						
<i>Express</i>	L	3	5	4	4	Ex
<i>Talent</i>	H	3	6	--	4	Ta

1=geringe Ausprägung, 9 = starke Ausprägung; L= Liniensorte, H= Hybridsorte

Quelle: ANONYM 1986, LUFENSTEINER et al. 2000, ANONYM 2002, LUFENSTEINER & HENDLER 2003

2.5 Angabe meteorologischer Daten

Zur Aufzeichnung der meteorologischen Daten dienten an allen Standorten Wetterstationen vom Typ Weihofen der Firma Adolf Thies GmbH & Co. KG, Göttingen. Die folgenden Parameter wurden durch eine kontinuierliche Messung aufgezeichnet: Niederschlag (mm), Lufttemperatur (°C) und die relative Luftfeuchtigkeit (%) in 2 m Höhe. Die langjährigen Mittelwerte beziehen sich auf Durchschnittswerte der letzten 30 Jahre an den Messstationen Kiel-Holtenau, Schleswig, Husum und Lübeck und wurden vom Deutschen Wetterdienst (DWD 1999) dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

2.6 Statistische Verrechnung der erhobenen Daten

Die statistische Verrechnung der Daten erfolgte mit dem Programmpaket SAS, wobei der Vergleich der Mittelwerte der Varianten hinsichtlich signifikanter Unterschiede mit dem Tukey-Test durchgeführt wurde. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wird dabei wie folgt angegeben: n.s.: nicht signifikant; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$.

3 Ergebnisse

3.1 Überregionale Analyse des Befallsauftretens und der Schadensdynamik von Rapspathogenen (Rapsmonitoring) in Schleswig-Holstein 2000-2003

3.1.1 Witterungsverlauf

Die Niederschläge des Versuchsjahres 2000/2001 waren in meteorologischer Hinsicht, insbesondere im Herbst und Winter, an allen Standorten durch unterdurchschnittliche Werte gekennzeichnet (Abb. 3). Der Vergleich des Jahresniederschlagverlaufs am Standort Birkenmoor ähnelte dem des langjährigen Mittels.

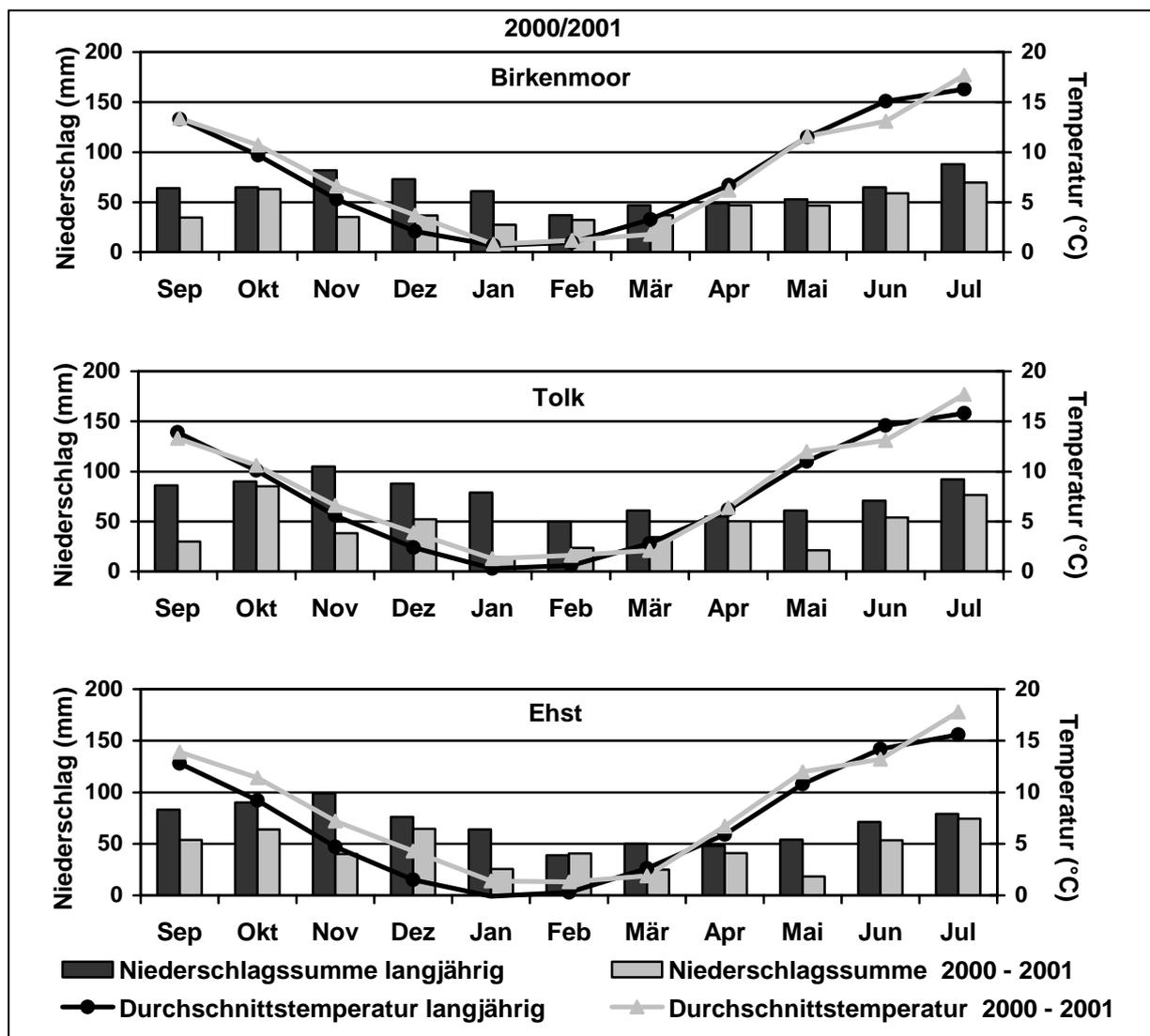


Abb. 3: Durchschnittstemperaturen (°C) und Niederschlagssummen (mm) der Versuchsmo-nate des Versuchsjahres 2000/2001 sowie langjährige Mittelwerte der Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst

Hingegen waren an den Standorten Tolk und Ehst, vergleichend mit den langjährigen Messungen, deutlich geringere Niederschlagsmengen festzustellen. Die Temperaturwerte lagen in den Herbst- und Wintermonaten an allen Standorten, insbesondere am Standort Ehst, über dem des langjährigen Mittels, während die Frühjahrstemperaturen diesem entsprachen. Der Juni zeichnete sich an allen Standorten durch leicht unterdurchschnittliche, der Juli hingegen durch leicht überdurchschnittliche Temperaturwerte aus.

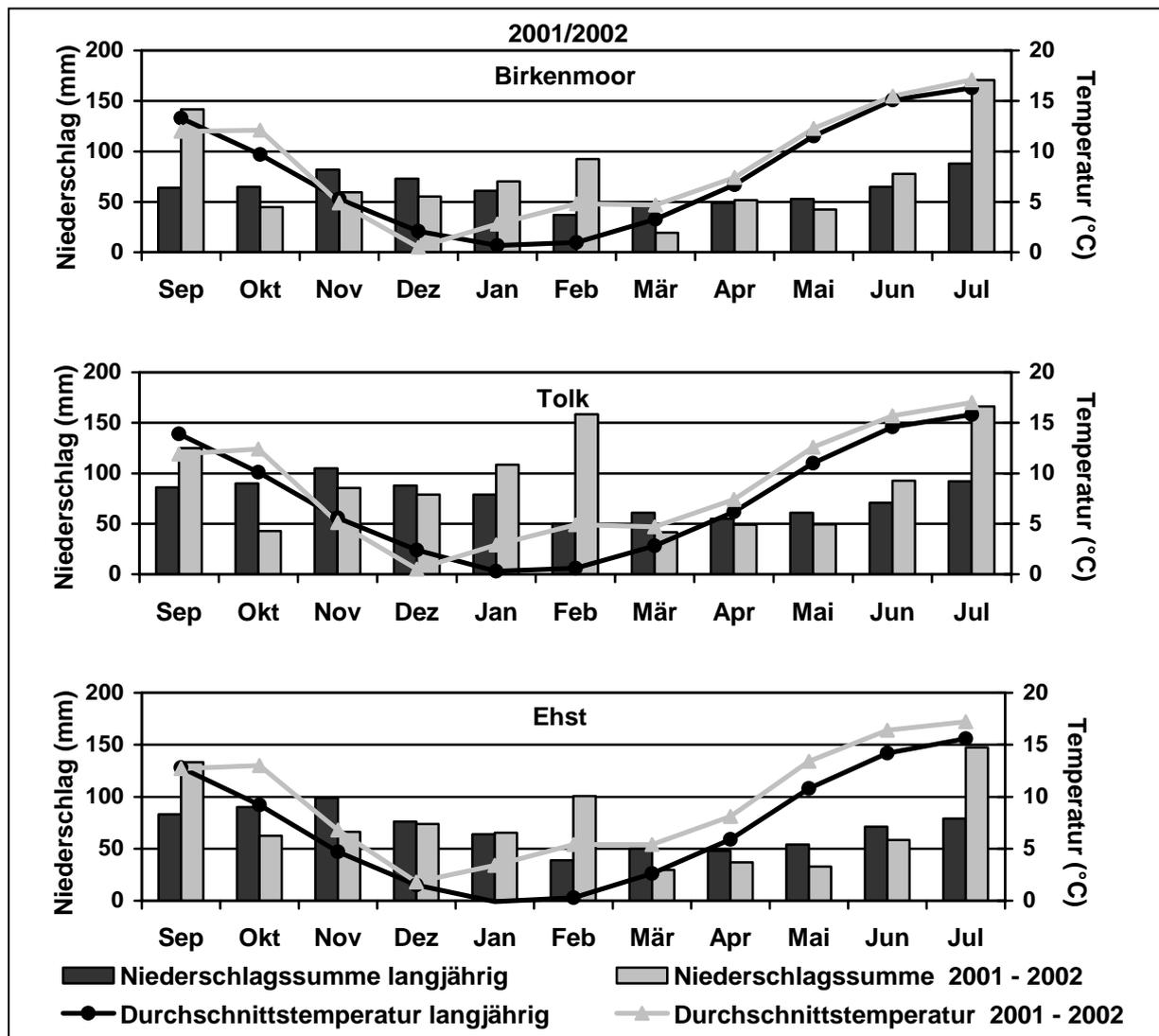


Abb. 4: Durchschnittstemperaturen (°C) und Niederschlagssummen (mm) der Versuchsmonate des Versuchsjahres 2001/2002 sowie langjährige Mittelwerte der Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst

Das Versuchsjahr 2001/2002 war an allen Standorten durch extreme Niederschläge im Versuchsmonat September, gefolgt von unterdurchschnittlichen Regenmengen im Oktober, geprägt (Abb. 4). In den Wintermonaten pendelten die Werte um die langjährigen Mittelwerte, wonach im Februar erneut an allen Standorten extrem hohe Niederschlagsmengen gemessen wurden. Im weiteren Verlauf des Versuchsjahres fielen die Niederschläge am Standort Ehst

unterdurchschnittlich, während diese an den Standorten Tolk und Birkenmoor um die langjährigen Messungen schwankten, wohingegen im Juli an allen Standorten stark überdurchschnittliche Niederschläge dokumentiert wurden. Die Temperaturmessung ergab nahezu für das ganze Jahr und insbesondere in den Versuchsmonaten Januar, Februar und März an allen Standorten stark überdurchschnittliche Werte. Einzig im Dezember konnten Temperaturen gemessen werden, die unterhalb der 30-jährigen Werte lagen.

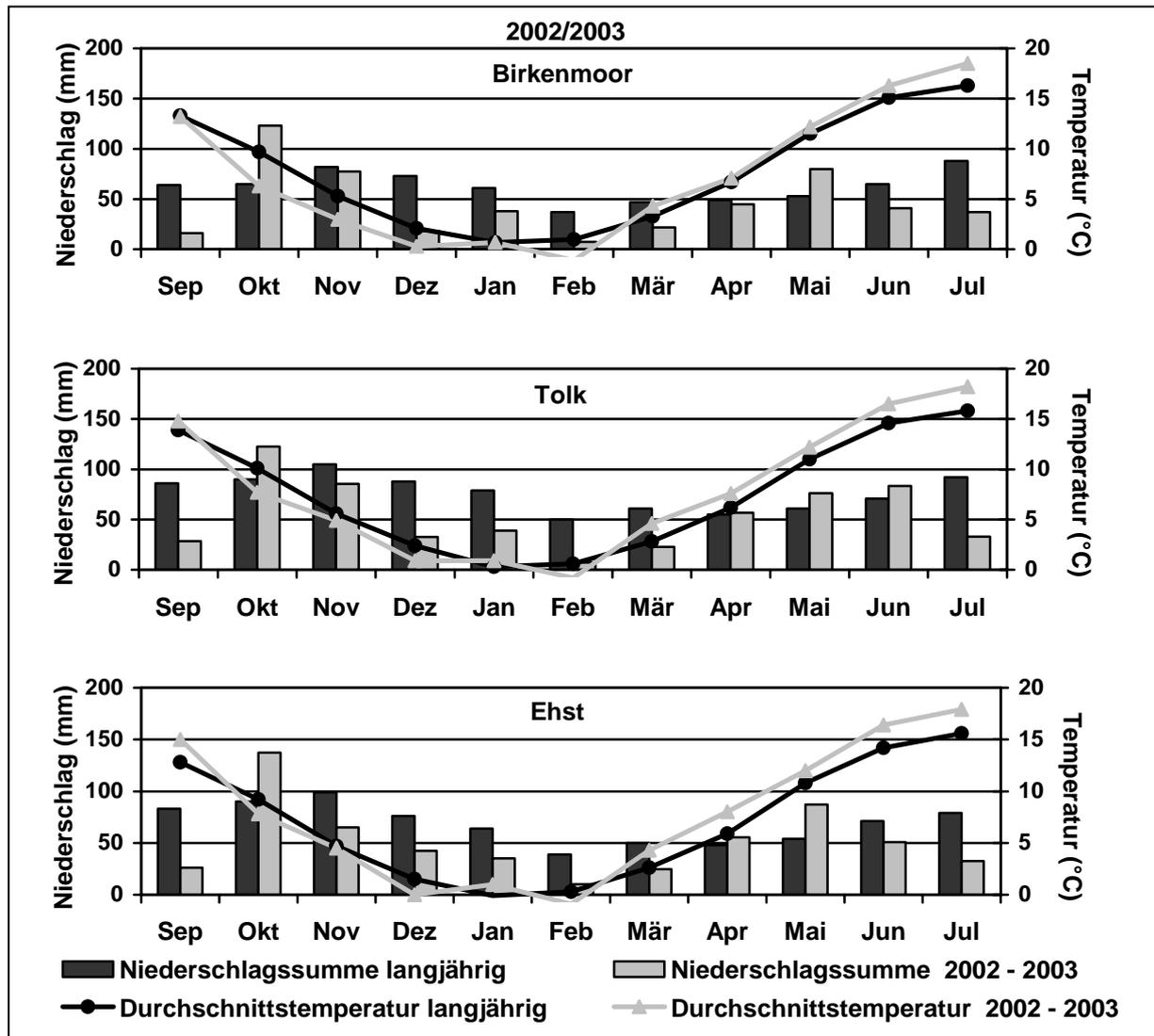


Abb. 5: Durchschnittstemperaturen (°C) und Niederschlagssummen (mm) der Versuchsmonate des Versuchsjahres 2002/2003 sowie langjährige Mittelwerte der Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst

Geringe Niederschläge im September und hohe im Oktober prägten den Beginn des dritten Versuchsjahres 2002/2003, während Niederschlagsdefizite in dem folgenden Zeitraum bis einschließlich April gemessen wurden (Abb. 5). Im Versuchsmonat Mai konnten an allen Standorten überdurchschnittliche Niederschlagswerte, in den Monaten Juni und Juli, mit Ausnahme des Standortes Tolk im Juni, unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen aufgezeich-

net werden. Die Messung der Temperatur ergab bis einschließlich Februar Werte unterhalb, ab März Werte, die über den langjährigen Messungen lagen.

3.1.2 Epidemiologie von *Leptosphaeria maculans* bzw. *Phoma lingam*

Die Darstellung der Analysen zur Epidemiedynamik des sexuellen Ascosporenflugs von *Leptosphaeria maculans* und der asexuellen Ausbildung von Pyknidien durch *Phoma lingam* werden nachfolgend in drei Zeiträume unterteilt, wobei der erste Zeitraum den Sporenflug von *Leptosphaeria maculans* im Zusammenhang mit dem Blattbefall von *Phoma lingam* im Zeitraum September bis November umfasst. Im zweiten Abschnitt findet der Sporenflug und Blattbefall der Winter- und Frühjahrsmonate (Dezember bis April) und in der dritten Periode der Wurzelhals- und Stängelbefall von *Phoma lingam* im Zeitraum Mai bis Juli Darstellung.

3.1.2.1 Ascosporenflug (*Leptosphaeria maculans*) und Blattbefall (*Phoma lingam*), September bis November

Im Versuchsjahr 2000 (Abb. 6) verlief die Dynamik des Sporenflugs von *Leptosphaeria maculans* nicht gleichmäßig. Die unterschiedlichen Sporenpeaks sind auf eine variierende Verteilung von Niederschlägen in Abhängigkeit des Standortes zurückzuführen. Anfang bis Mitte September herrscht eine kontinuierliche Niederschlagsverteilung vor, die an den Standorten Birkenmoor und Tolk, etwas abgeschwächt in Ehst, ab Mitte September parallel begleitet durch erste Sporenflugpeaks charakterisiert sind. Die sich anschließende Witterungsperiode zeichnete sich durch geringe Niederschläge aus, welche erst Ende Oktober ein höheres Niederschlagsniveau erreichten und zu einem verstärkten Sporenflug, vergleichend in Ehst auf geringerem Niveau verlaufend, führten. Erst zu diesem Zeitpunkt ist es zu einer stärkeren Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* auf den Blättern gekommen, welche aber insgesamt auf niedrigem Niveau an allen Standorten, insbesondere dem Westküstenstandort Ehst, verlief.

Das Versuchsjahr 2001 (Abb. 7) ist durch die stärkste Niederschlagsintensität, die im Monat September gemessen wurden, geprägt. Parallel dazu konnten im dreijährigen Vergleich die höchsten täglichen Sporenfänge sowie die stärkste Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* an allen Standorten festgestellt werden. Wie bereits im Vorjahr dargestellt, verliefen der Sporenflug und die Ausbreitung von *Phoma lingam* am Standort Ehst auf vergleichbar niedrigerem Niveau. Die bis Ende Oktober eher geringeren Niederschläge gingen einher mit einem

reduzierten Sporenflug, so dass es zu einem Rückgang des Befalls Ende Oktober kam, der durch die folgenden Niederschläge Anfang November erneut leicht anstieg.

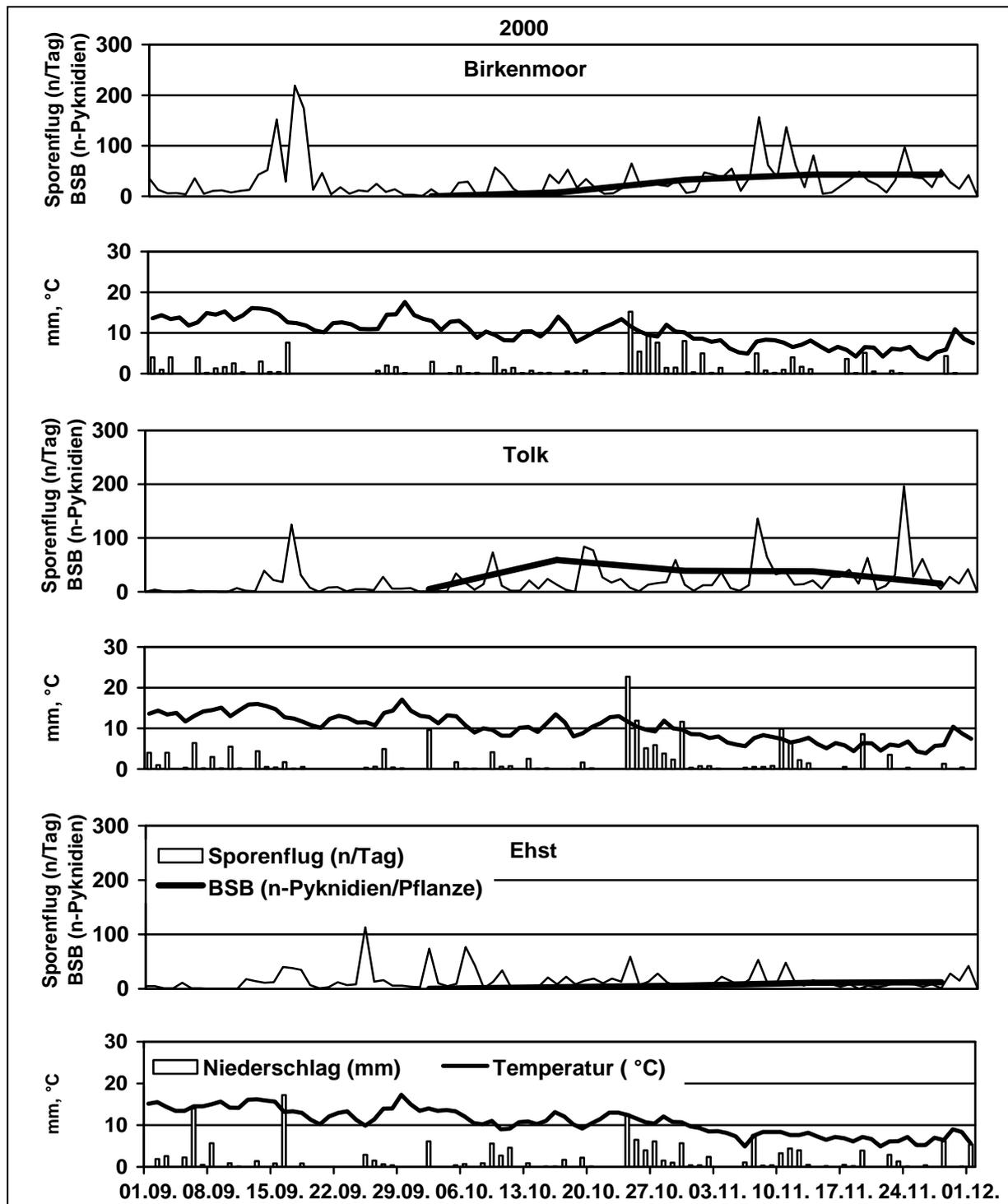


Abb. 6: Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans*, Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* auf Blattorganen, September bis November, Witterungsparameter: Niederschlag (mm), Temperatur (°C), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000

Im dritten Versuchsjahr 2002 (Abb. 8) wurden für September im dreijährigen Vergleich die geringsten Niederschlagsmengen und einhergehend an den Standorten Birkenmoor und Tolk

die niedrigsten täglichen Sporenfänge gemessen, während diese in Ehst auf etwas höherem Niveau lagen.

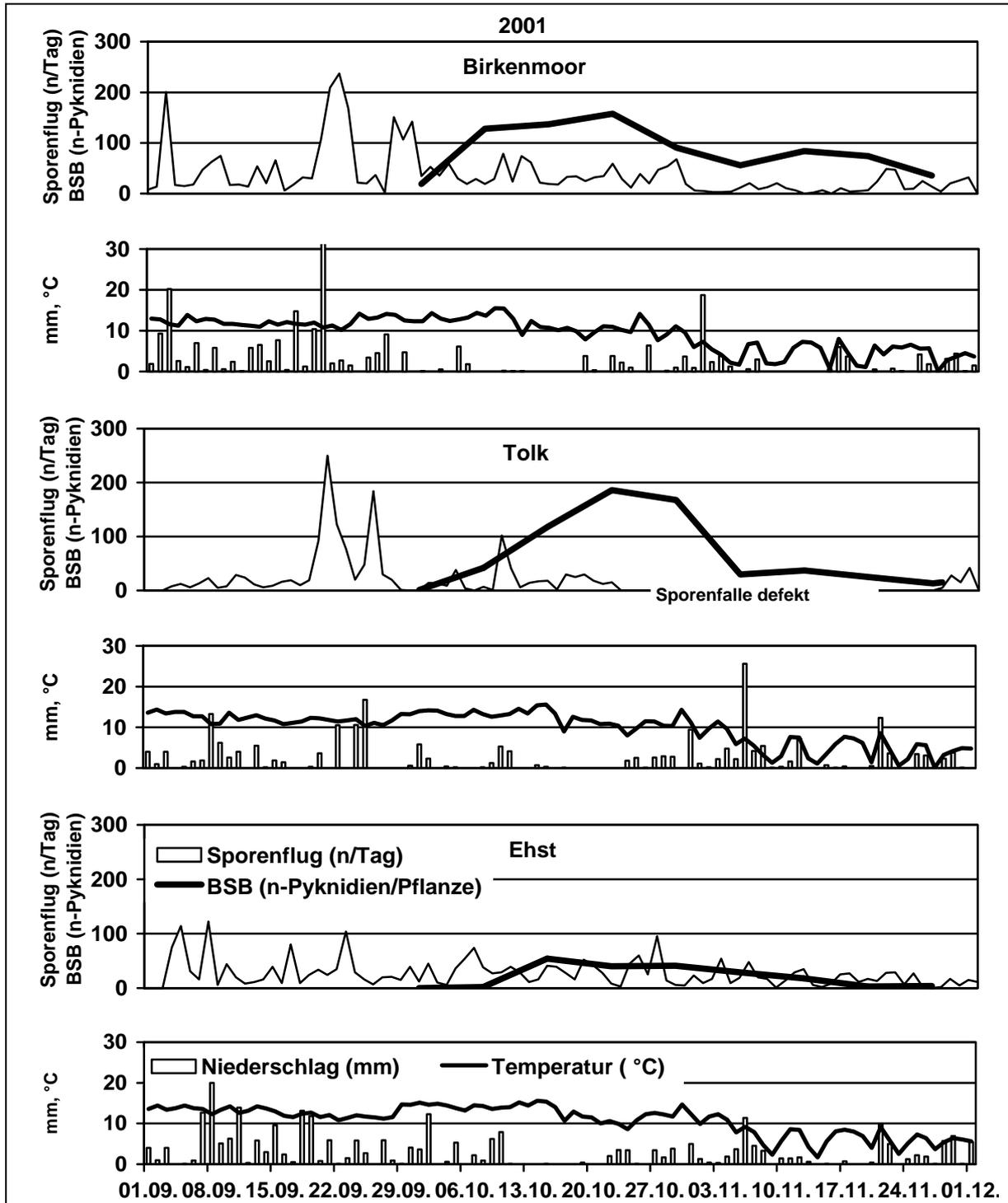


Abb. 7: Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans*, Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* auf Blattorganen, September bis November, Witterungsparameter: Niederschlag (mm), Temperatur (°C), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001

Der erst im Oktober einsetzende Niederschlag wurde von den niedrigsten an allen Standorten gemessenen Tagesmitteltemperaturen sowie einem weiterhin auf niedrigem Niveau stattfindenden Sporenflug begleitet.

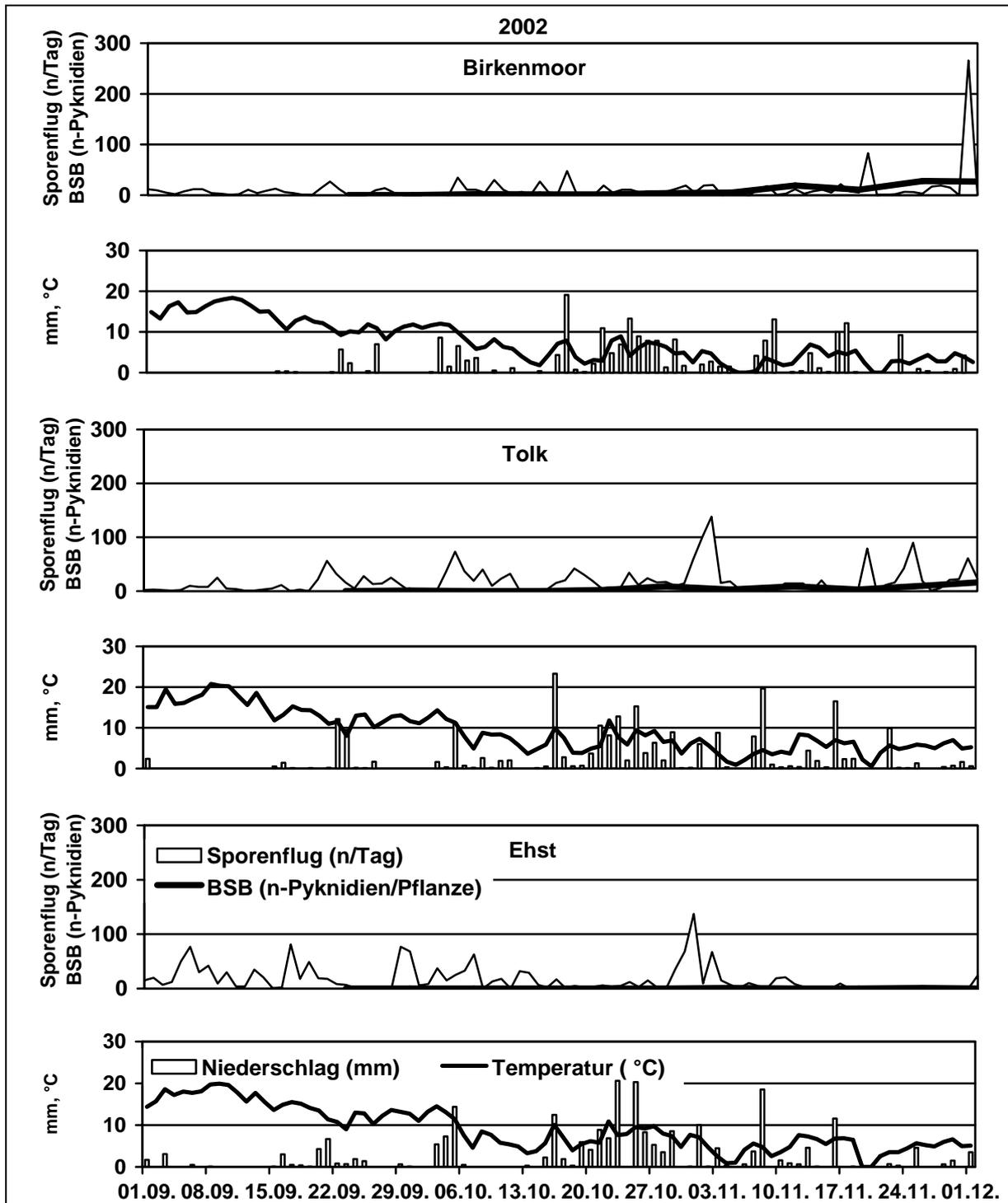


Abb. 8: Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans*, Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, September bis November, Witterungsparameter: Niederschlag (mm), Temperatur (°C), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2002

Die ab November etwas stärkeren Sporenfänge gingen einher mit einem leichten Anstieg des Erregers *Phoma lingam*, welcher aber insgesamt auf dem niedrigsten Niveau, im Vergleich mit den vorherigen Vegetationsperioden, bonitiert wurde.

3.1.2.2 Ascosporenflug (*Leptosphaeria maculans*) und Blattbefall (*Phoma lingam*), Dezember bis April

Neben der an allen Standorten durchgeführten Aufzeichnung des Sporenflugs in dem Zeitraum September bis November erfolgte ausschließlich am Standort Birkenmoor die weitere

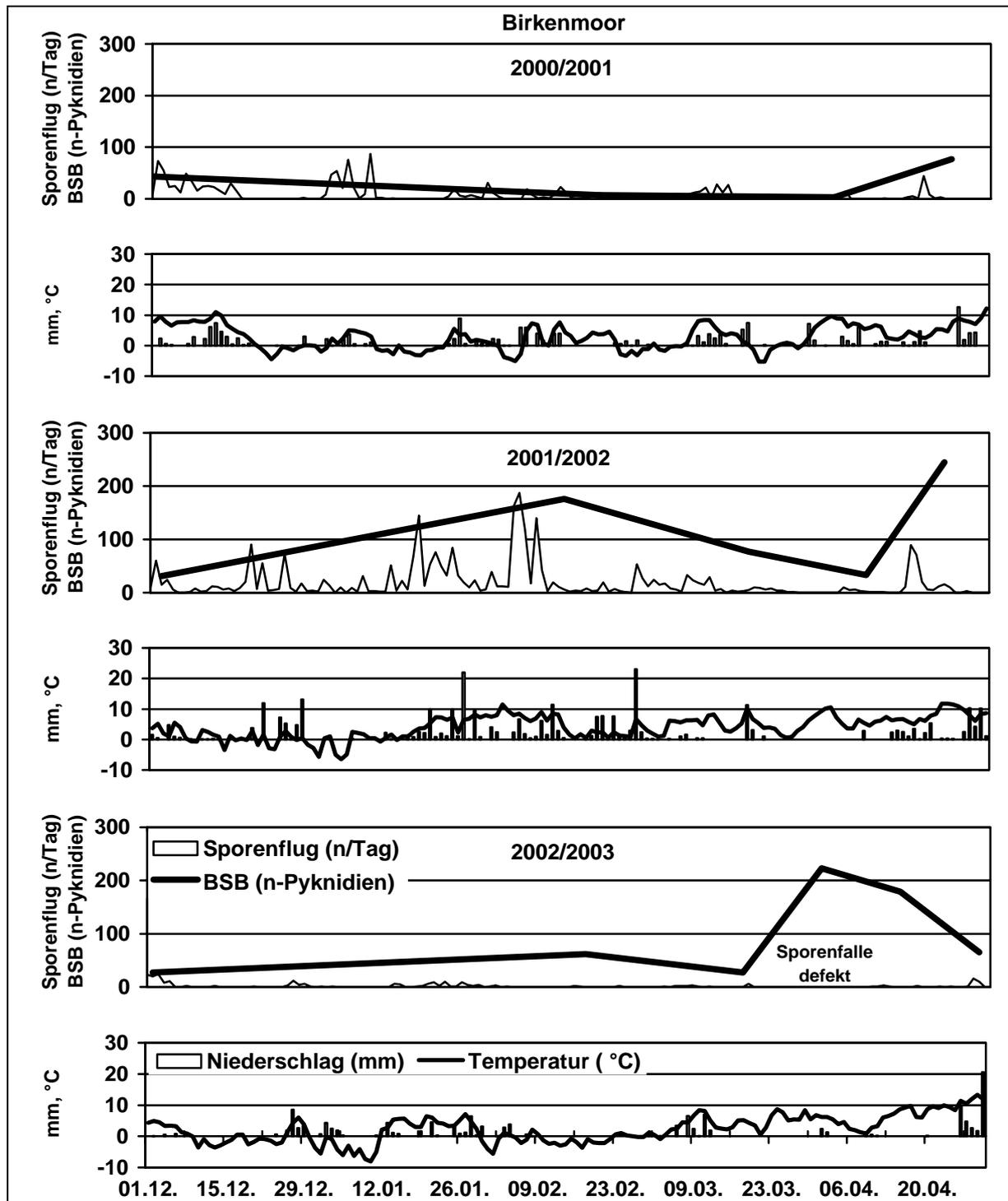


Abb. 9: Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans*, Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Dezember bis April, Witterungsparameter: Niederschlag (mm), Temperatur (°C), Standort Birkenmoor, 2000-2003

Kontrolle des Sporenflugs bis zum Ende des Monats April (Abb. 9). In diesen Monaten wurde der Sporenflug auf deutlich geringerem Niveau gemessen, unterlag aber in seiner Quantität erneut starken Schwankungen.

Der Winter des Versuchsjahres 2000/2001 war geprägt durch moderate Niederschläge und Temperaturen um den Gefrierpunkt. Parallel zu den Niederschlägen und den Phasen mit Temperaturen über 5°C konnte ein Sporenflug gemessen werden, der jedoch wesentlich geringer, im Vergleich mit den Messungen im Herbst des Versuchsjahres, verlief und in den dargestellten Wintermonaten insgesamt auf geringem Niveau festgestellt werden konnte. Die Bonitur der Pflanzen ergab ein eher geringes Befallsniveau, welches erst mit ansteigenden Temperaturen und ansteigendem Niederschlagsniveau Mitte April zunahm.

Im Versuchsjahr 2001/2002 kam es Ende Dezember zu verstärkten Niederschlägen, die von ansteigenden Sporenflügen begleitet wurden, dann aber, parallel zu einer niederschlagsfreien Frostperiode, wieder abnahmen. Ab Mitte Februar begann die intensivste in den Wintermonaten gemessene Niederschlagsperiode, welche mit durchschnittlichen Tagestemperaturen von 5°C bis über 10°C einherging. In Folge der begünstigenden Witterungsgegebenheiten wurden die höchsten Sporenflüge von *Leptosphaeria maculans* sowie die stärksten Befallswerte von *Phoma lingam* in den Wintermonaten am Standort Birkenmoor ermittelt. Ab Mitte Februar war, hervorgerufen durch begleitende Temperaturen um den Gefrierpunkt und ausgeprägte Niederschlagsdefizite im März, ein Befallsrückgang von *Phoma lingam* im Blattbereich festzustellen, der nach einsetzenden Niederschlägen und ansteigenden Temperaturen im April erneuten Anstieg fand.

Das dritte Versuchsjahr 2001/2002 (Abb. 9) war über die Wintermonate durch sehr geringe Niederschlagsmengen wie auch niedere Temperaturwerte geprägt, die eine deutlich verringerte Ascosporen- (*Leptosphaeria maculans*) und eine reduzierte Befallsausbreitung im Blattbereich durch *Phoma lingam* zur Folge hatten. Vergleichend zu den Vorjahren kam es Anfang April zu einem Anstieg der Pyknidienzahlen auf den Blattorganen.

Während an den Standorten Tolk (Abb. 10) und Ehst (Abb. 11) der Sporenflug durch *Leptosphaeria maculans* nicht erfasst wurde, erfolgte eine parallele Aufzeichnung der Wetterdaten sowie der Bonitur des Blattbefalls durch *Phoma lingam*. Der Verlauf der epidemiologischen Ausbreitung des Erregers in den Wintermonaten entsprach dabei weitestgehend den Ergebnissen des Standortes Birkenmoor (Abb. 9). Die moderate Witterung mit niedrigen Niederschlägen im Versuchsjahr 2000/2001 führte sowohl am Standort Tolk wie auch in Ehst während des Untersuchungszeitraumes (Dezember bis April) zu niedrigen Befallswerten auf den Blättern.

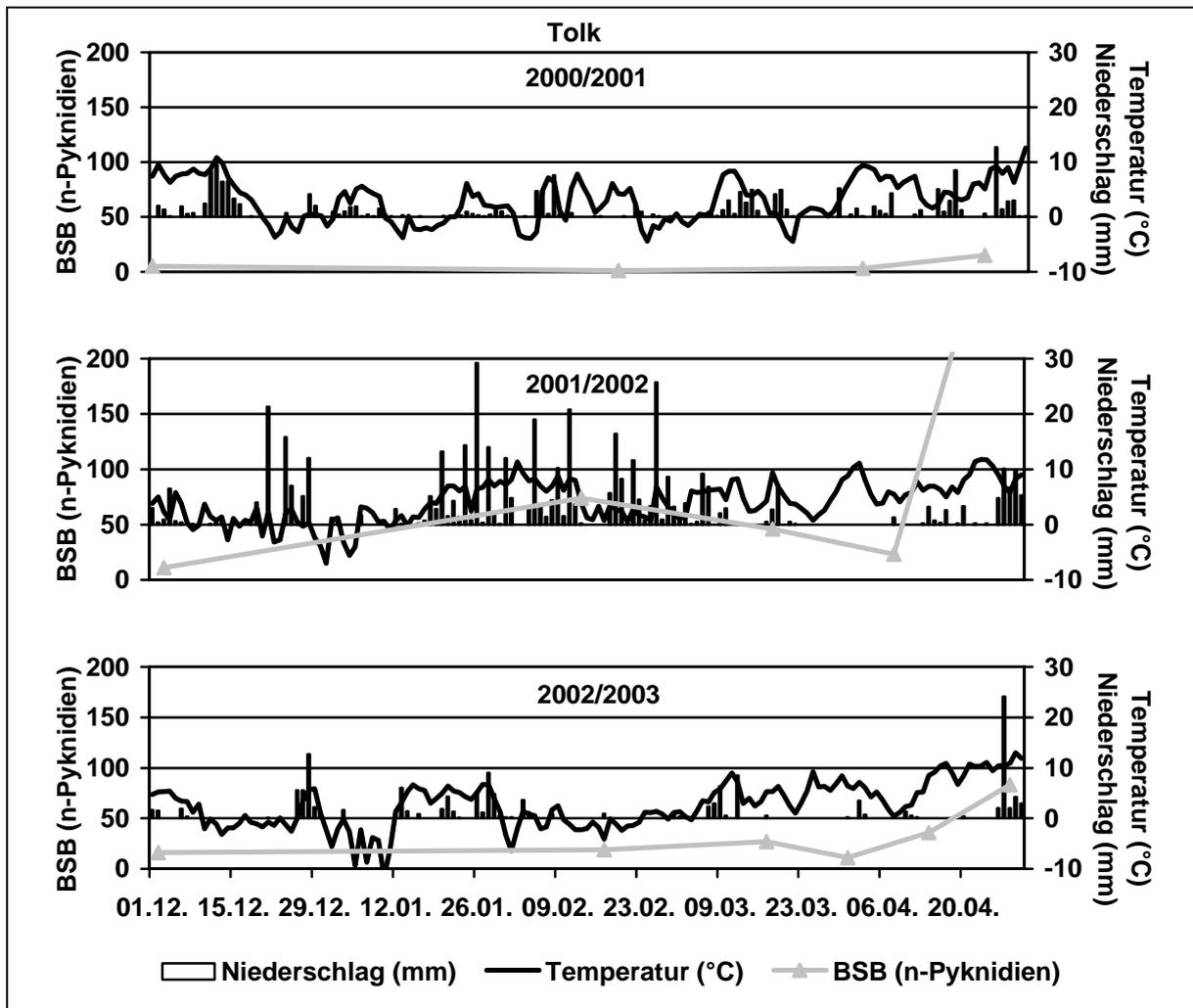


Abb. 10: Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* auf den Blattoorganen, Dezember bis April, Witterungsparameter: Niederschlag (mm), Temperatur (°C), Standort Tolk, 2000-2003

Die ausgeprägte Niederschlagsverteilung induzierte in der Vegetationsperiode 2001/2002 in Folge begünstigender Ascosporenflüge (nicht dargestellt) eine stärkere Etablierung von *Phoma lingam* im Blattapparat. Mit den geringen Niederschlägen im März nahm einhergehend die Pyknidienzahl ab, deren Häufigkeit dann wieder mit steigenden Temperaturwerten und erhöhter Niederschlagsfrequenz im April erneut zunahm.

In den Winter- und Frühjahrsmonaten des dritten Versuchsjahres 2002/2003 konnten auch an den Standorten Tolk und Ehst stark unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen und reduzierte Temperaturwerte gemessen werden. Der Blattbefall war durch ein geringes Befallsniveau mit ansteigender Tendenz im April geprägt, wobei am Standort Ehst erneut die geringste Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* gemessen wurde.

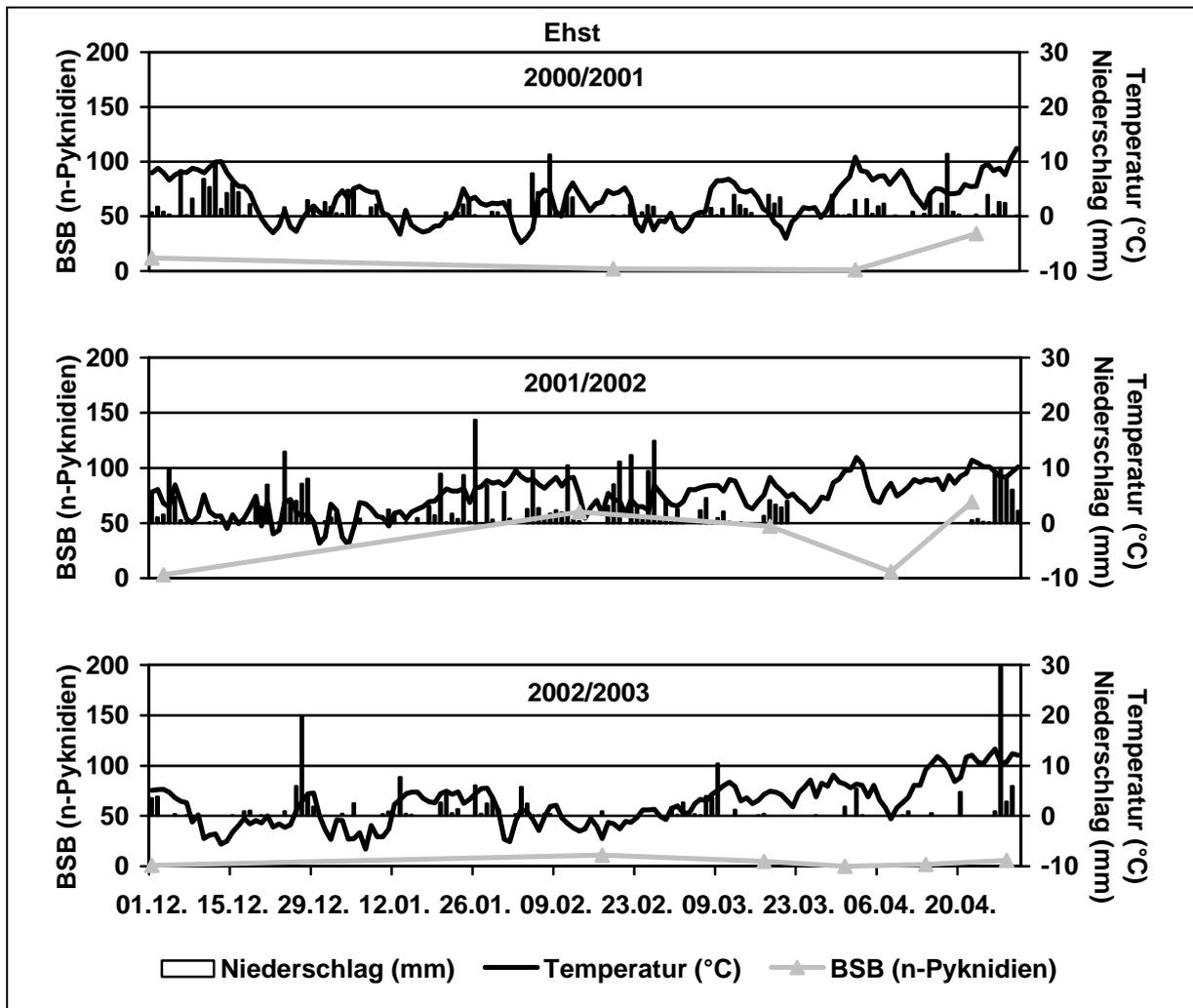


Abb. 11: Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* auf den Blattoorganen, Dezember bis April, Witterungsparameter: Niederschlag (mm), Temperatur (°C), Standort Ehst, 2000-2003

3.1.2.3 Wurzelhals- und Stängelbefall durch *Phoma lingam*

In dem Versuchsjahr 2001 (Abb. 12) war von Mitte Mai (21.05.01) bis Ende Juli (30.07.01) der Verlauf der Befallssymptome am Wurzelhals an allen Standorten durch eine kontinuierlich ansteigende Pyknidienzahl geprägt. Während am Standort Tolk ein Anstieg des Befallsgrades am Stängel registriert wurde, verlief in Birkenmoor und Ehst die Ausbreitung des Erregers am Stängel bis zum 16.07.01 hingegen auf deutlich geringerem Niveau und erreichte erst am letzten Boniturtermin eine stärkere Ausprägung.

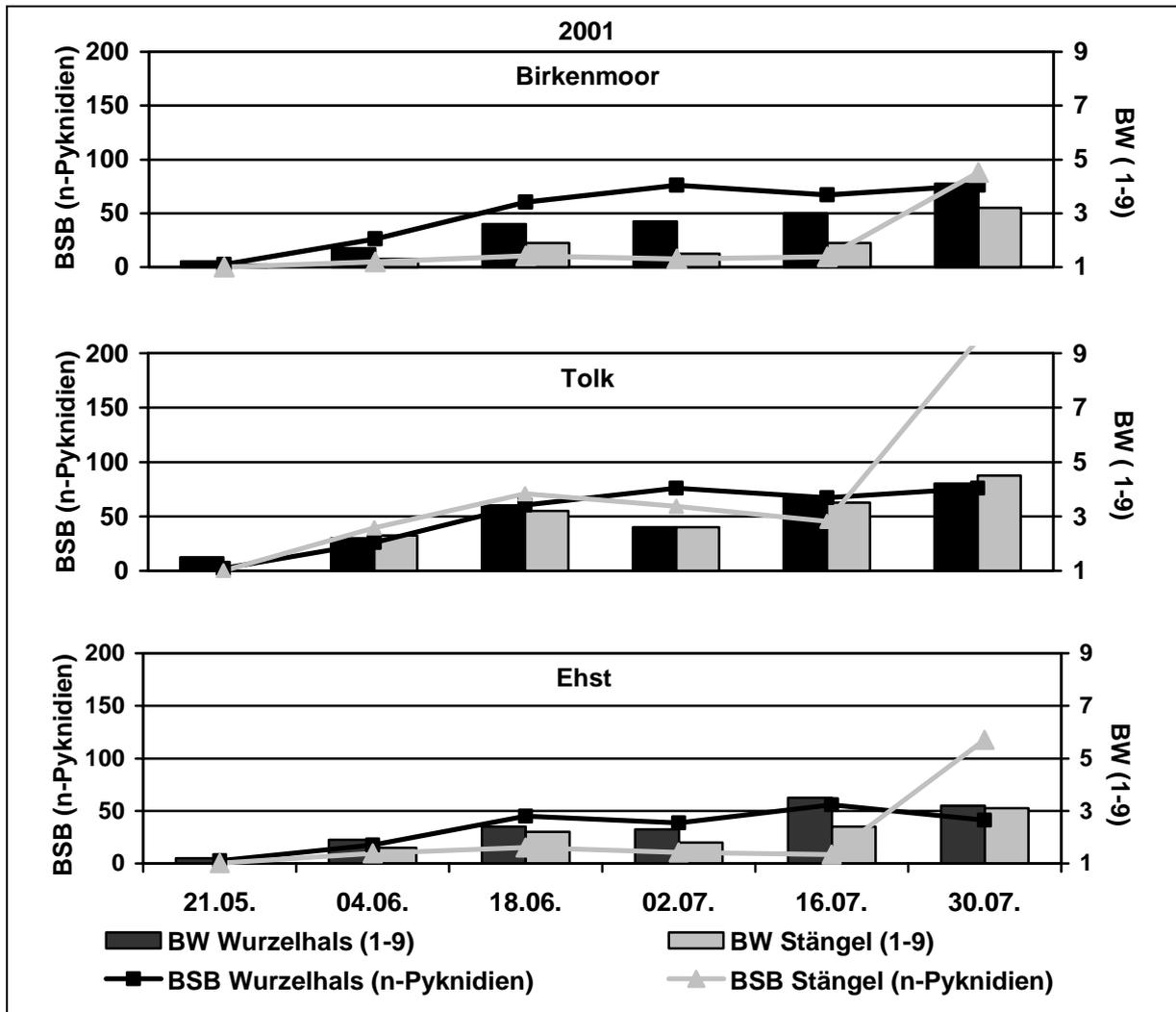


Abb. 12: Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und Befallswert (BW = Skala 1-9) von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel, Mai bis Juli, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001

Aufgrund der beschriebenen förderlichen Bedingungen des Ascosporenflugs resultierte im Versuchsjahr 2002 (Abb. 13) in Abhängigkeit der vor Winter vorherrschenden Witterung die stärkste Ausbreitung des Erregers an Wurzelhals und Stängel, welche insbesondere am letzten Boniturtag (30.7.02) um bis zu 2 Boniturnoten höhere Werte, vergleichend zu den anderen Versuchsjahren, aufwies. Dabei konnte erneut eine kontinuierlich zunehmende Tendenz der Symptomausbreitung bonitiert werden, wobei der Standort Tolk am letzten Boniturtermin abnehmende Pyknidienzahlen zeigte (Abb. 13). Im Gegensatz zu den anderen Versuchsjahren war der Stängelbefall an allen Standorten stärker ausgeprägt als das Befallsgeschehen am Wurzelhals.

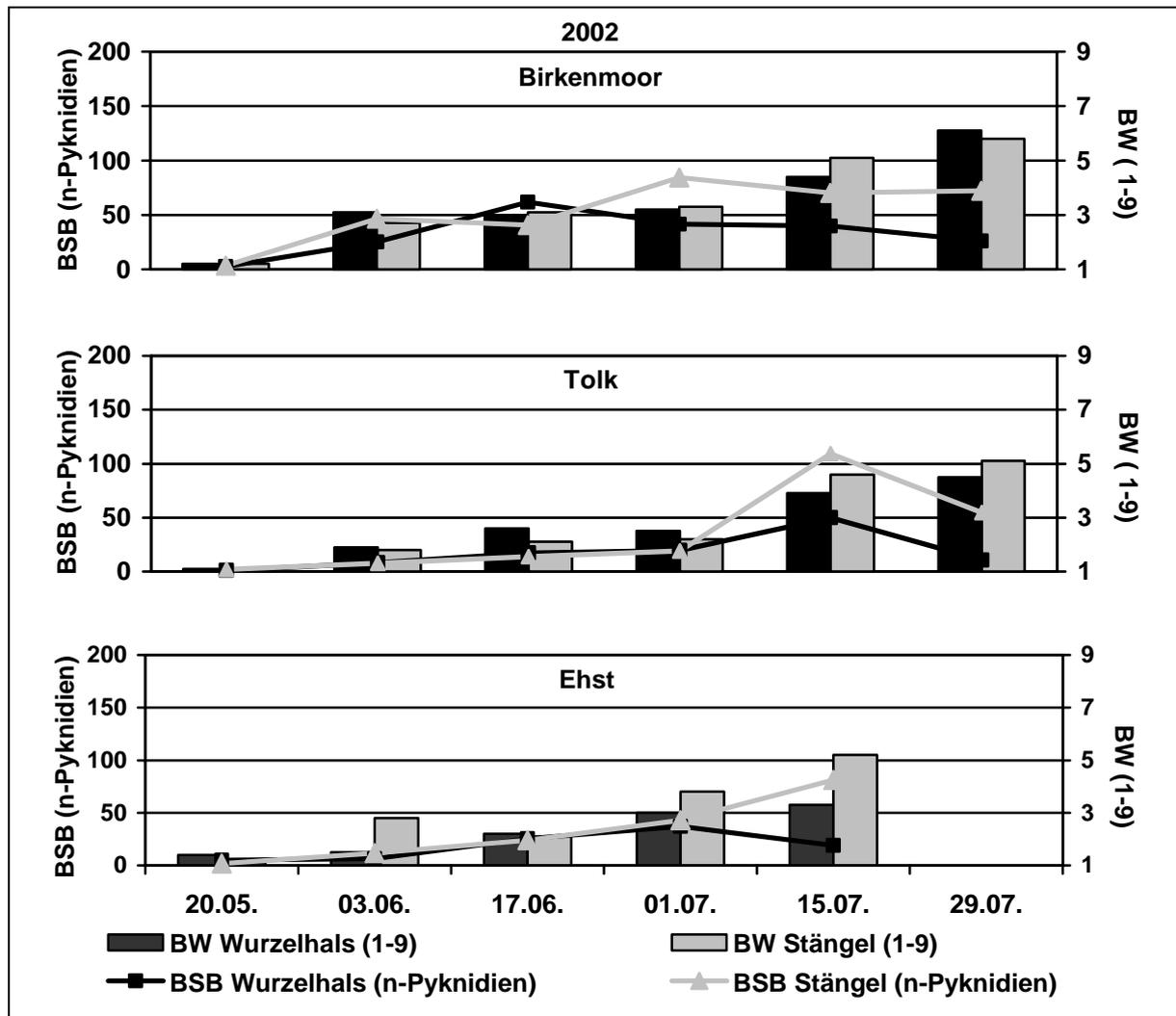


Abb. 13: Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien), Befallswert (BW = Skala 1-9) von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel, Mai bis Juli, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2002

Entsprechend der beschriebenen ungünstigen Witterungsbedingungen im Herbst des Versuchsjahres 2002/2003 mit deutlichen Niederschlagsdefiziten und vermindertem Ascosporenflug konnte sich der Erreger *Phoma lingam* im Untersuchungszeitraum 2003 (Mai-Juli) nur auf niederem Befallsniveau an Wurzelhals und Stängel etablieren (Abb. 14). So ergab erst der letzte Boniturtermin an den Standorten Tolk und Birkenmoor Befallswerte, die am Wurzelhals und Stängel die Boniturnote 3 überschritten, wobei der Stängelbefall bis zum letzten Boniturtermin unter den Werten für den Wurzelhals bonitiert wurde. Der Befall mit *Phoma lingam* am Standort Ehst konnte, wie in den Jahren zuvor, auf deutlich geringerem Niveau gemessen werden.

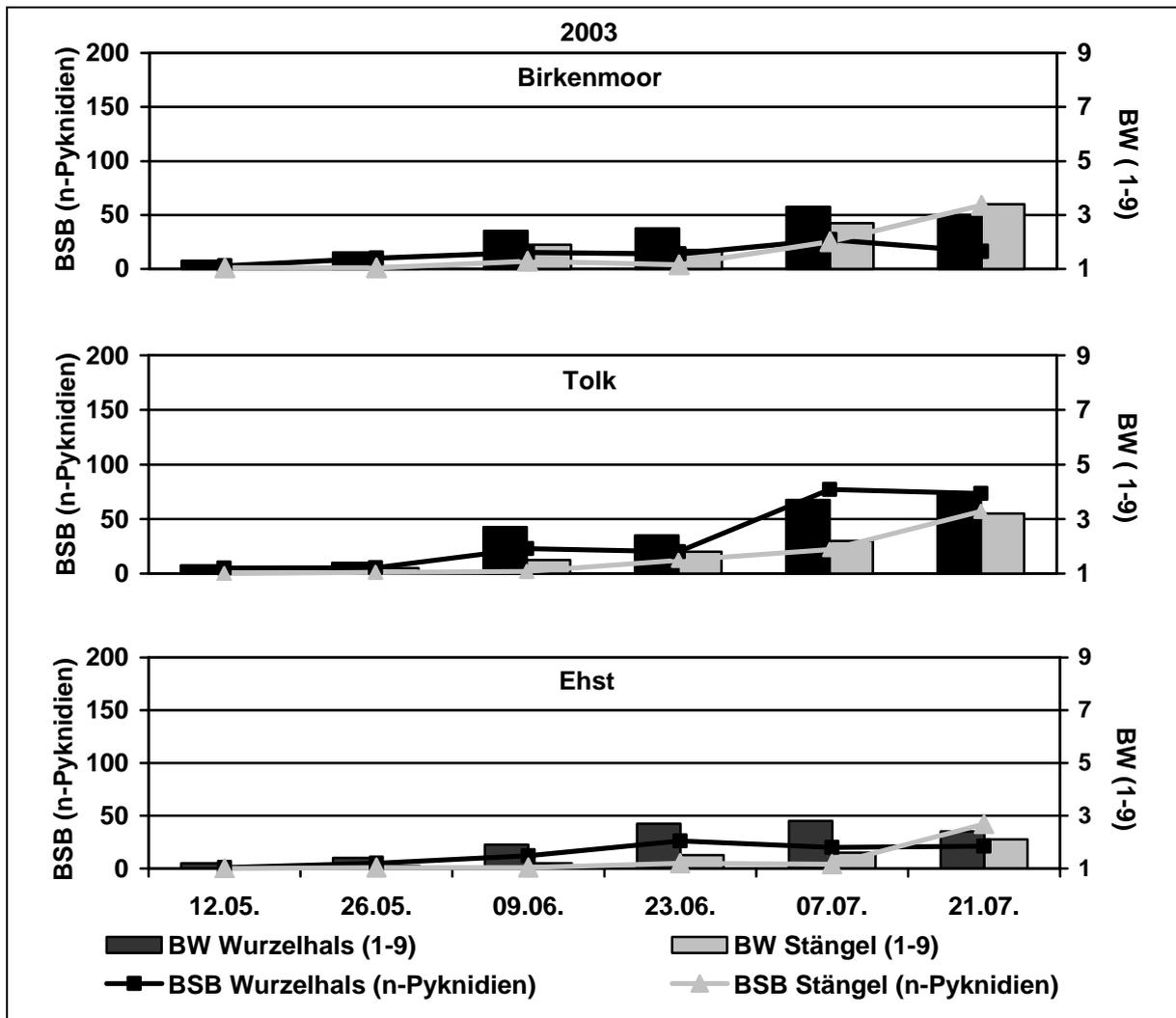


Abb. 14: Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien), Befallswert (BW = Skala 1-9) von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel, Mai bis Juli, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2003

3.1.3 Epidemiologische Zusammenhänge

3.1.3.1 Standort- und Witterungseinfluss auf den Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans*

Der in der Tabelle 25 dargestellte durchschnittliche, tägliche Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* im Zeitraum September bis November verdeutlicht über die Jahre und Standorte witterungsabhängige Unterschiede in der Quantität der Primärinokula. Wie bereits dargestellt, beeinflusst der Ascosporenflug des Sexualstadiums wesentlich die Bildung von Sekundärinokulum durch *Phoma lingam* in der sich anschließenden Vegetationsperiode. Stärkste Sporenflüge waren in 2001 und in der Reihung abnehmend in 2000 und 2002 gegeben. Im Versuchsjahr 2000, 2001 sowie im Mittel der Versuchsjahre zeigten die Messungen bezüglich der Ascosporenfänge am Standort Birkenmoor die höchsten und am Standort Ehst

die geringsten Werte, wobei diese Reihenfolge bei niedriger Sporenflugintensität im Versuchsjahr 2002 nicht deutlich wurde.

Tab. 25: Durchschnittlicher, täglicher Sporenflug im Zeitraum September bis November, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2002

Standort Versuchsjahr	Birkenmoor	Tolk	Ehst	Mittel über die Standorte
2000	32,4	22,2	13,9	22,8
2001	37,7	30,2	28,7	32,2
2002	12,0	18,3	16,3	15,5
Mittel über die Jahre	27,4	23,6	19,6	23,5

Die Berechnung der täglichen, durchschnittlichen Sporenflüge, welche im Zeitraum Dezember bis April (Tab. 26) ausschließlich am Standort Birkenmoor gemessen wurden, verdeutlicht die jahresspezifischen Schwankungen, die in der Versuchsperiode 2001/2002 mit durchschnittlich 18,3 Sporen je Messtag den 10fachen Wert vergleichend zu 2002/2003 erreichten.

Tab. 26: Durchschnittlicher, täglicher Sporenflug im Zeitraum Dezember bis April am Standort Birkenmoor, 2000-2003

Birkenmoor	2000/2001	2001/2002	2002/2003	Mittel über die Jahre
	7,8	18,3	1,8	9,3

Um den Einfluss der Witterung auf den Sporenflug zu klären, wurden für jeden Versuchsmonat die Parameter Niederschlagssumme, durchschnittliche, tägliche Temperatur und durchschnittlicher, täglicher Sporenflug gegenübergestellt (Tab. 27). Die daraus berechneten Korrelationskoeffizienten zwischen dem Sporenflug und dem Niederschlag bzw. der Temperatur sind in der Tabelle 28 zusammengefasst. Es wird deutlich, dass insbesondere der Septemberniederschlag an allen Standorten einen sehr starken Einfluss auf die Ascosporenausschleudung ausübt. Dieser Zusammenhang konnte am Standort Tolk sowie bei der Berechnung über alle Einzelstandorte statistisch hoch signifikant abgesichert werden. Im Versuchsmonat Oktober war ein signifikanter Niederschlagseinfluss auf die Ascosporenausbreitung lediglich für den Standort Tolk gegeben. Im Versuchsmonat November konnte kein Zusammenhang abgeleitet werden.

Tab. 27: Durchschnittliche Ascosporenflüge von *Leptosphaeria maculans*, Niederschlags-summe (mm) und Durchschnittstemperatur (°C) in den Versuchsmonaten September bis November, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2002

Versuchsmonat	Versuchsjahr	Durchschnittlicher Sporenflug (n/Tag)	Niederschlags-summe (mm)	Durchschnittstemperatur (°C)
Standort Birkenmoor				
September	2000	33,1	34,7	13,4
	2001	64,5	141,7	12,1
	2002	6,7	16,2	13,2
Oktober	2000	20,1	63,0	10,7
	2001	35,1	44,7	12,1
	2002	10,4	123,3	6,3
November	2000	44,1	35,2	6,6
	2001	13,5	59,4	4,9
	2002	19,0	77,4	3,0
Standort Tolk				
September	2000	11,3	29,8	13,4
	2001	36,5	89,7	12,0
	2002	10,6	28,3	14,8
Oktober	2000	18,9	85,2	10,6
	2001	17,5	28,2	12,4
	2002	19,9	122,3	7,7
November	2000	36,4	38,4	6,6
	2001	-	84,6	5,2
	2002	24,4	87,0	4,9
Standort Ehst				
September	2000	13,0	55,6	13,7
	2001	38,1	133,3	12,8
	2002	23,6	26,0	15,0
Oktober	2000	17,7	63,9	11,4
	2001	30,9	62,5	13,1
	2002	19,3	137,4	7,8
November	2000	11,1	40,2	7,2
	2001	17,1	66,1	6,8
	2002	6,1	64,9	4,5

Tab. 28: Korrelation zwischen der Niederschlagssumme (mm) bzw. der Durchschnittstemperatur (°C) und dem durchschnittlichen Ascosporenflug an den Standorten Birkenmoor, Tolk und Ehst in den Versuchsmonaten September bis November, 2000-2003

Standort	Birkenmoor	Tolk	Ehst	Alle Standorte
Korrelation (r) zwischen der Niederschlagssumme und dem durchschnittlichem Sporenflug				
September	0,94	1,00 **	0,76	0,84 **
Oktober	-0,91	1,00 *	-0,40	-0,45
November	-0,82	--	0,10	0,13
Korrelation (r) zwischen der durchschnittlichen Temperatur und dem durchschnittlichem Sporenflug				
September	-0,81	-0,88	-0,48	-0,62
Oktober	0,92	-0,97	0,67	0,63
November	0,74	--	0,75	0,57

Während der Niederschlagseinfluss für die Ausbreitung von Primärinokula in Form von Ascosporen für den Monat September einen signifikanten Einfluss ausübt, war für den Witte-

rungsparameter Temperatur kein Zusammenhang nachweisbar. Die Berechnungen deuteten jedoch tendenziell in den Monaten Oktober und November gewisse Zusammenhänge an. Der durchschnittliche, tägliche Sporenflug, die Niederschlagssumme sowie die mittlere Temperatur eines Versuchsmonats wurden ebenso für die Winter- und Frühjahrsmonate am Standort Birkenmoor ermittelt (Tab. 29) und bezüglich ihrer Zusammenhänge analysiert (Tab. 30).

Tab. 29: Durchschnittliche Ascosporenflüge von *Leptosphaeria maculans*, Niederschlagssumme (mm), Durchschnittstemperatur (°C) in den Versuchsmonaten Dezember bis April, Standort Birkenmoor, 2000-2003

Versuchsmonat	Versuchsjahr	Durchschnittlicher Sporenflug (n/d)	Niederschlagssumme (mm)	Durchschnittstemperatur (°C)
Standort Birkenmoor				
Dezember	2000	14,2	36,7	3,7
	2001	15,3	55,2	0,5
	2002	3,8	18,3	0,3
Januar	2001	13,5	27,5	0,8
	2002	27,0	70,4	2,8
	2003	2,1	37,9	0,7
Februar	2001	3,9	32,3	1,2
	2002	31,8	92,5	4,8
	2003	0,3	7,4	-1,1
März	2001	4,7	37,0	1,8
	2002	8,3	19,3	4,7
	2003	0,8	21,8	4,3
April	2001	2,7	45,2	6,1
	2002	9,0	51,5	7,4
	2003	1,7	44,9	7,1

Tab. 30: Korrelation (r) zwischen der Niederschlagssumme (mm) bzw. der Durchschnittstemperatur (°C) und dem durchschnittlichen Ascosporenflug am Standort Birkenmoor in den Versuchsmonaten Dezember bis April, 2000-2003

Standort Birkenmoor					
Dezember	Januar	Februar	März	April	Alle Monate
Korrelation (r) zwischen der Niederschlagssumme und dem durchschnittlichem Sporenflug					
0,91	0,76	0,98	-0,10	1,00	0,80 ***
Korrelation (r) zwischen der durchschnittlichen Temperatur und dem durchschnittlichem Sporenflug					
0,48	0,91	0,96	0,1	0,57	0,09

Die Berechnungen ergaben in allen Versuchsmonaten, mit Ausnahme des Monats März, sehr starke Zusammenhänge zwischen den Parametern Temperatur und Niederschlag, die aber nicht statistisch abgesichert werden konnten. Die Berechnung unter Einbeziehung aller Monate (Dezember bis April) verdeutlichte einen hoch signifikanten Zusammenhang zwischen dem

Niederschlag und dem Sporenflug, wohingegen die Temperatur keinen mathematisch absicherbaren Einfluss ausübte.

3.1.3.2 Zusammenhang zwischen dem Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* und dem Blattbefall von *Phoma lingam*

Der durchschnittliche, tägliche Sporenflug sowie die über die Boniturtermine durchschnittliche Befallsstärke im Bestand (BSB = n-Pyknidien) in dem Zeitraum September bis November wurden als Berechnungsgrundlage zur Beurteilung des Einflusses von Primärinokula (*Leptosphaeria maculans*) auf den resultierenden Befallsgrad des Blattapparates (*Phoma lingam*) herangezogen (Tab. 31).

Tab. 31: Korrelation (r) zwischen dem durchschnittlichen, täglichen Ascosporenflug und der durchschnittlichen Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* im Zeitraum September bis November, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2002

	Birkenmoor		Tolk		Westküste	
	Sporenflug Sep.-Nov.	BSB Sep.-Nov	Sporenflug Sep.-Nov.	BSB Sep.-Nov	Sporenflug Sep.-Nov.	BSB Sep.-Nov
2000	32,3	25,4	21,2	31,6	14,2	6,4
2001	37,6	89,4	30,2	58,8	27,7	17,4
2002	12,0	9,4	18,3	4,8	16,3	0,4
r	0,79		0,96		0,87	

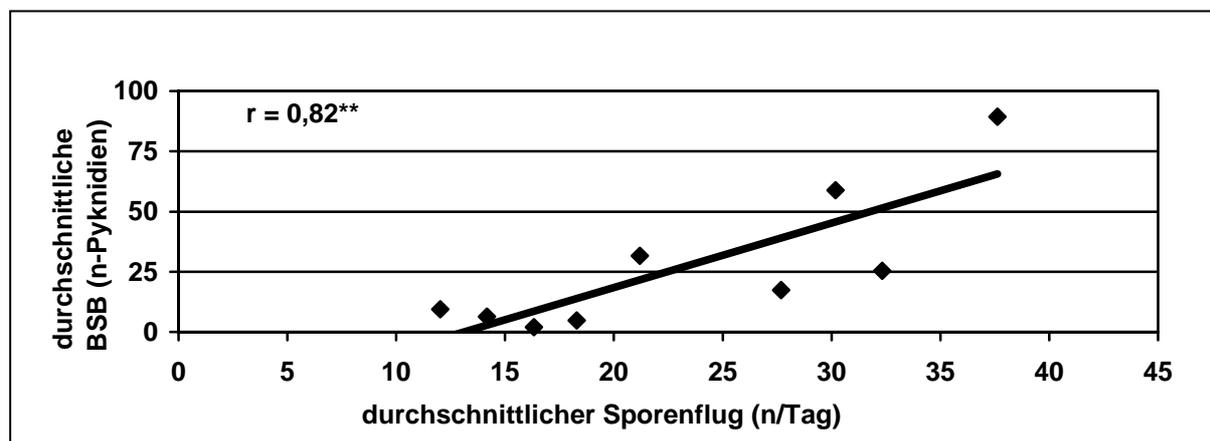


Abb. 15: Korrelation (r) zwischen dem durchschnittlichen, täglichen Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* und der durchschnittlichen Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen im Zeitraum September-November, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2002

Wie aus den Berechnungen ersichtlich, ergaben sich standortspezifisch zwischen dem Sporenflug und dem Befallsgrad des Blattapparates an allen Einzelstandorten erkennbare Zusammenhänge (Höchstwert $r = 0,96$). Über alle Fallstudien berechnet (Abb. 15), konnte ein hoch

signifikanter Einfluss der Ascosporenflüge auf die spätere Ausbreitung des Erregers auf den Blattoorganen abgeleitet werden.

Die statistische Analyse der epidemiologischen Zusammenhänge am Standort Birkenmoor für die Monate Dezember bis April ergab eine tendenziell enge, aber statistisch nicht abzuschließende Beziehung zwischen dem Sporenflug und der Pyknidienbildung auf den Blättern (Tab. 32).

Tab. 32: Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen, täglichen Ascosporenflug und der durchschnittlichen Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* auf den Blattoorganen im Zeitraum Dezember bis April, Standort Birkenmoor, 2000-2003

	2000/2001		2001/2002		2002/2003	
	Sporenflug Dez.-Apr.	BSB Dez.-Apr.	Sporenflug Dez.-Apr.	BSB Dez.-Apr.	Sporenflug Dez.-Apr.	BSB Dez.-Apr.
	7,9	29,0	18,1	121,3	1,84	54,8
r	0,79					

3.1.3.3 Zusammenhang zwischen dem *Phoma lingam*-Blatt- und Wurzelhalsbefall

Die Bestimmung der Korrelationskoeffizienten (r) zwischen dem Befallswert des letzten Boniturtermins am Wurzelhals und der durchschnittlichen Befallsstärke auf den Blättern (BSB, n-Pyknidien) erfolgte mit variierten Zeiträumen bezüglich der Blattbonitur, um so mathematisch abgrenzen zu können, welcher Befallszeitraum von stärkster Bedeutung für den Wurzelhalsbefall war (Tab. 33). Eine zusätzliche Variation über die Standorte und die Versuchsjahre sollte Auskunft über die jahres- und standortspezifischen Einflüsse auf die epidemiologischen Zusammenhänge geben. Die den Berechnungen zugrunde liegenden Einzelboniturwerte für den Blatt- bzw. Wurzelhalsbefall können der Tabelle 33 und die daraus berechneten Korrelationskoeffizienten der Abbildung 16 entnommen werden.

Tab. 33: Wurzelhalsendbefallswert (BW = Skala 1-9) und durchschnittlichen Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) auf den Blattorganen der Kontrollvariante in Abhängigkeit des Boniturzeitraums, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

	BW (1-9) Wurzelhals (Endbefall)	Durchschnittlicher Blattbefall (BSB; n-Pyknidien) im Zeitraum				
		Oktober	Oktober- November	Dezember- März	März- Mai	Oktober- Mai
Birkenmoor						
2000/2001	4,1	13,7	25,4	7,0	26,8	24,4
2001/2002	6,1	143,0	89,4	94,7	67,3	85,6
2002/2003	3,0	2,0	9,4	84,7	78,3	50,5
Tolk						
2000/2001	4,2	34,3	31,6	1,0	20,4	23,7
2001/2002	4,5	114,0	58,8	43,7	83,0	72,2
2002/2003	3,9	1,0	4,8	18,3	25,6	17,1
Ehst						
2000/2001	3,2	3,0	6,4	2,0	19,8	12,1
2001/2002	3,3	21,0	17,4	36,7	34,2	29,3
2002/2003	2,4	0,0	0,4	4,4	4,4	3,4

Die Berechnungen über alle Versuchsjahre und Standorte (Abb. 16, unten) lassen hoch signifikante Beziehungen zwischen dem Blatt- und Wurzelhalsbefall insbesondere für die Herbstmonate Oktober und November erkennen, wohingegen das Blattbefallsgeschehen in den Winter- und Frühjahrsmonaten keinen signifikanten Einfluss auf die Erregerausbreitung am Wurzelhals ausübte. Die differenziertere Berechnung in Abhängigkeit des Versuchsjahres über die Standorte (Abb. 16, mittig) verdeutlicht, dass die Korrelationskoeffizienten in den einzelnen Blattboniturzeiträumen einem jahresbedingten Einfluss unterlagen, der insbesondere durch das Versuchsjahr 2002/2003 verdeutlicht wird, in welchem in allen Boniturabschnitten die geringsten Korrelationskoeffizienten berechnet wurden. In allen Untersuchungsperioden wurde aber erneut die hohe Bedeutung des Herbstblattbefalls für den Wurzelhalsbefall deutlich, wobei tendenziell ausschließlich in der Vegetationsperiode 2001/2002 ein deutlich höherer Einfluss der Wintermonate Dezember bis März gemessen wurde.

Unter Berechnung der Einzelstandorte über die Versuchsjahre zeigte die Erregerausbreitung ebenso in den Winter- und Frühjahrsmonaten an allen Standorten einen vergleichend zu den Herbstmonaten tendenziell geringeren, nicht signifikanten Einfluss auf das Befallsgeschehen am Wurzelhals (Abb. 3.12, oben). Ein standortbedingter Einfluss konnte hingegen nicht festgestellt werden.

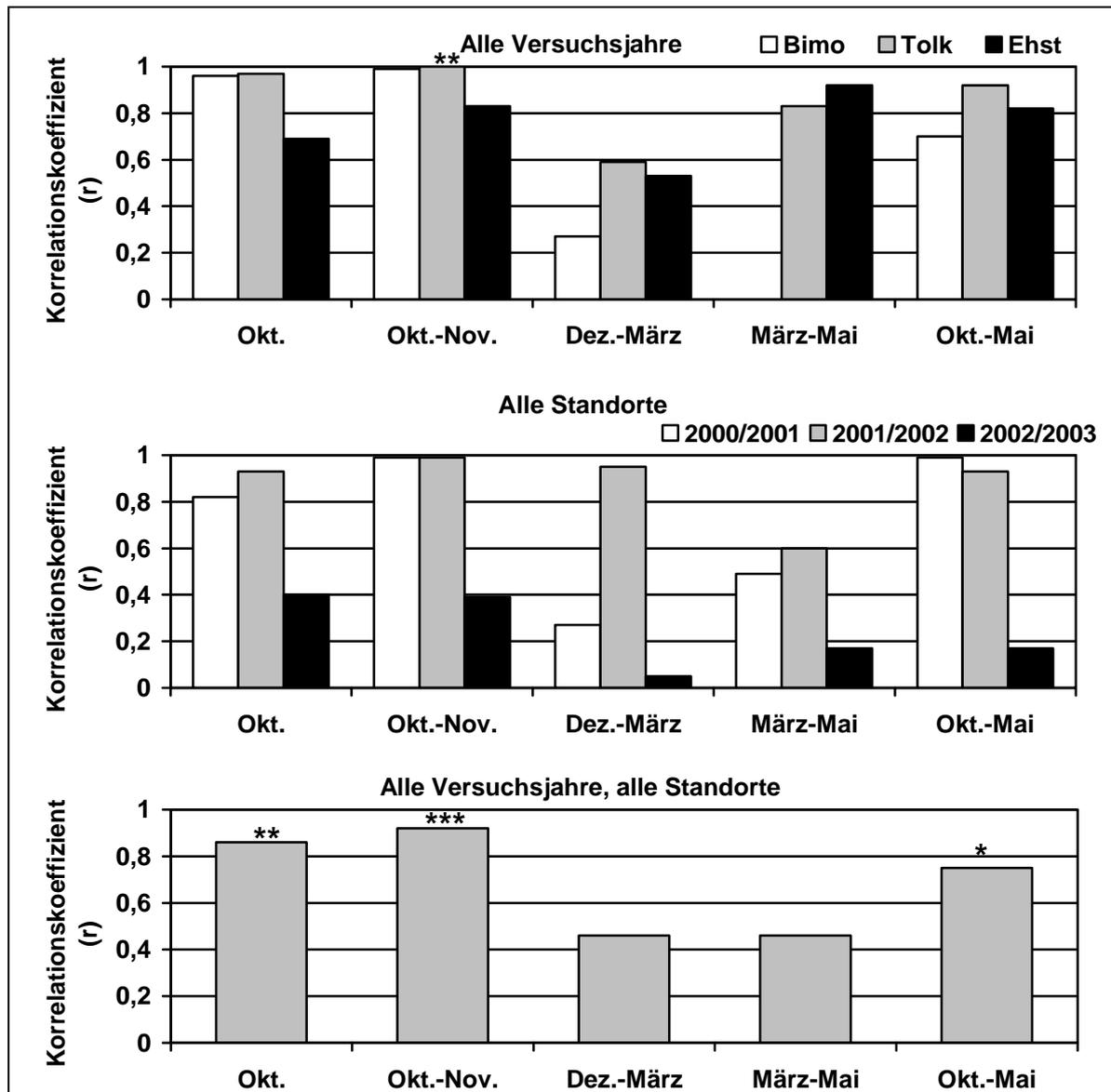


Abb. 16: Korrelation (r) zwischen dem Wurzelhalsendbefallswert (BW = Skala 1-9) und der durchschnittlichen Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* in der unbehandelten Kontrollvariante in Abhängigkeit des Blattboniturzeitraums; Berechnung über die Versuchsjahre (oben), die Standorte (mittig) sowie über alle neun Einzelversuche (unten), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003.

3.1.3.4 Zusammenhang zwischen dem *Phoma lingam*-Blatt- und Stängelbefall

Die ermittelten, durchschnittlichen Befallsstärken von *Phoma lingam* auf den Blättern der jeweiligen Boniturzeiträume wurden ebenso auf Zusammenhänge mit dem Endbefallswert des Stängels (Tab. 34) untersucht.

Die Berechnungen über alle Einzelversuche zeigen (Abb. 17), dass auch der Stängelbefall bei geringeren Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveau im Vergleich mit dem Befall am Wurzelhals am deutlichsten durch den Blattbefall in den Herbstmonaten beeinflusst wird.

Tab. 34: Stängelendbefallswert (BW = Skala 1-9) und mittlere Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) auf den Blättern der Kontrollvariante in Abhängigkeit des Boniturzeitraums, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

	BW (1-9) Stängel (Endbefall)	Durchschnittlicher Blattbefall (BSB, n-Pyknidien) im Zeitraum				
		Oktober	Oktober- November	Dezember- März	März- Mai	Oktober- Mai
Birkenmoor						
2000/2001	3,2	13,7	25,4	7,0	26,8	24,4
2001/2002	5,8	143,0	89,4	94,7	67,3	85,6
2002/2003	3,4	2,0	9,4	84,7	78,3	50,5
Tolk						
2000/2001	4,5	34,3	31,6	1,0	20,4	23,7
2001/2002	5,1	114,0	58,8	43,7	83,0	72,2
2002/2003	3,2	1,0	4,8	18,3	25,6	17,1
Ehst						
2000/2001	3,1	3,0	6,4	2,0	19,8	12,1
2001/2002	5,2	21,0	17,4	36,7	34,2	29,3
2002/2003	2,1	0,0	0,4	4,4	4,4	3,4

Die Korrelationskoeffizienten zeigten in Abhängigkeit des Versuchsjahres keinen jahresspezifischen Effekt (Abb. 17, mittig). Bei den Berechnungen über die Versuchsjahre in Abhängigkeit der Standorte konnten signifikante Zusammenhänge zwischen dem Blattbefall in den Herbstmonaten sowie dem kompletten Blattbefallszeitraum insbesondere am Standort Ehst signifikant bzw. hoch signifikant gemessen werden (Abb. 17, oben). Tendenziell wird die Erregerprogression am Stängel geringer durch das Blattbefallsgeschehen in den Herbstmonaten, dafür stärker durch später auftretenden Blattbefall beeinflusst.

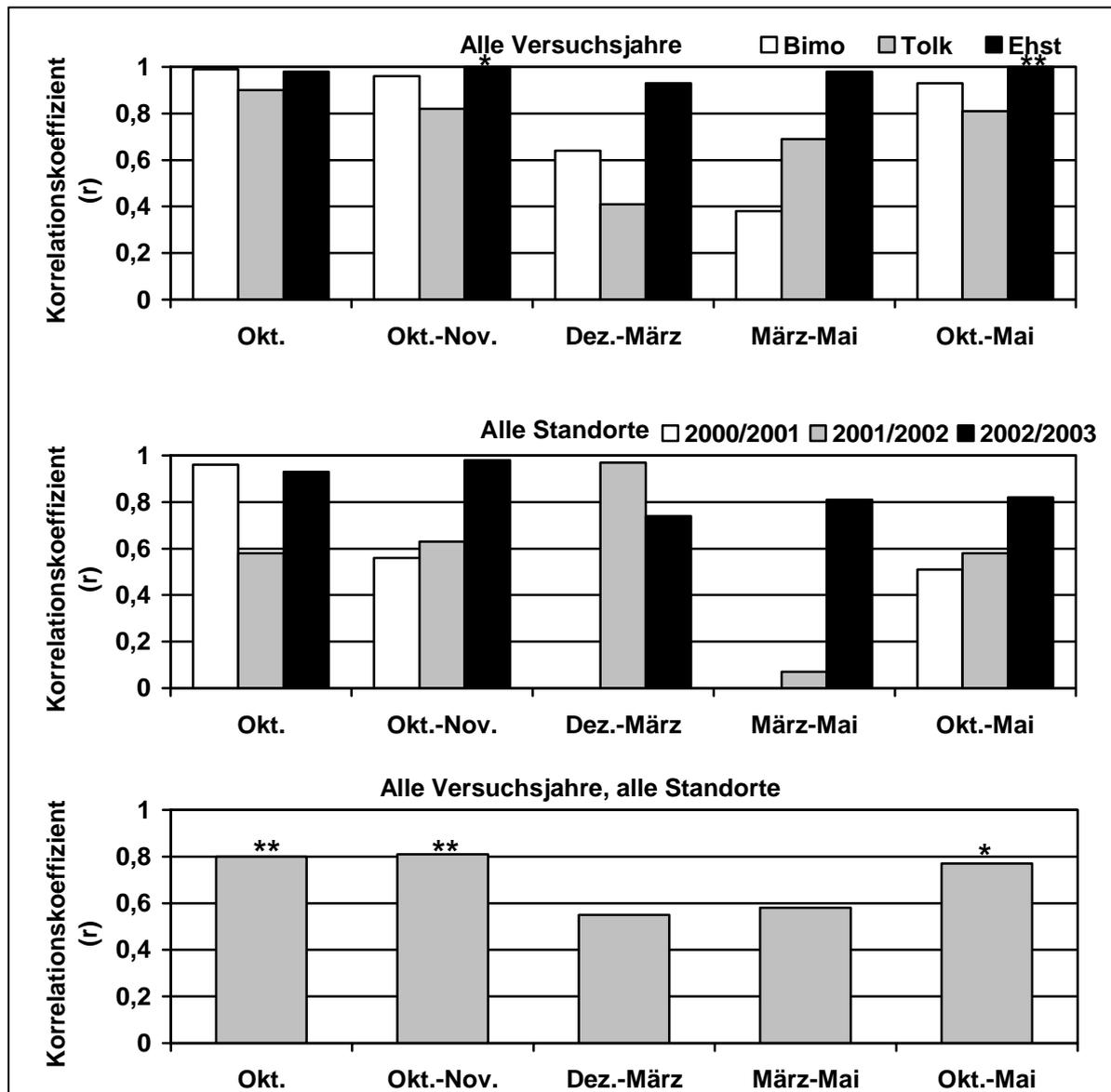


Abb. 17: Korrelation (r) zwischen dem Stängelendbefallswert (BW = Skala 1-9) und der durchschnittlichen Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* in der unbehandelten Kontrollvariante in Abhängigkeit des Blattboniturzeitraums; Berechnung über die Versuchsjahre (oben), die Standorte (mittig) sowie über alle neun Einzelversuche (unten), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

3.1.3.5 Zusammenhang zwischen dem Winterraps-Fruchtfolgeanteil und dem *Phoma lingam*-Blatt-, Wurzelhals- und Stängelbefall

Die Beziehungen zwischen dem Fruchtfolgeanteil der Winterrapskultur und den Boniturparametern auf den Blättern (Befallsstärke = n-Pyknidien, Befallshäufigkeit % im Bestand) (Tab. 35), am Wurzelhals (Befallswert 1-9, Befallsstärke n-Pyknidien, Befallshäufigkeit % im Bestand) (Tab. 36) und am Stängel (Befallswert 1-9, Befallsstärke n-Pyknidien, Befallshäufigkeit % im Bestand) (Tab. 37) wurden mathematisch analysiert.

Die Berechnungen ließen zwischen den Blattboniturparametern (Tab. 35) und dem Fruchtfolgeanteil bezogen auf die Einzeljahre, gemittelt über die Boniturtermine Oktober bis November ($r = -0,15$ bzw. $r = -0,07$) sowie bei den über die Jahre gemittelten Werten ($r = -0,13$ bzw. $r = -0,25$) keine Zusammenhänge erkennen.

Tab. 35: Korrelation (r) zwischen dem *Phoma lingam*-Blattbefall (Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen), Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) und dem Winterraps-Fruchtfolgeanteil, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

	Standort	Raps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten 5 Jahre	BHB (%)	BSB (n-Pyknidien)
			Mittel der Boniturtermine Oktober bis November	
2000/2001	Birkenmoor	40,0	38,5	25,4
	Tolk	20,0	82,5	89,4
	Ehst	20,0	24,8	9,4
2001/2002	Birkenmoor	40,0	42,5	31,6
	Tolk	40,0	68	58,8
	Ehst	20,0	18,5	4,8
2002/2003	Birkenmoor	40,0	21,5	6,4
	Tolk	20,0	41,5	17,4
	Ehst	40,0	2,5	9,4
Korrelationskoeffizient (r)			-0,15	-0,07
Mittel über die Jahre 2000-2003				
2000-2003	Birkenmoor	40,0	34,2	21,1
	Tolk	26,7	64,0	55,2
	Ehst	26,7	15,3	7,9
Korrelationskoeffizient (r)			-0,13	-0,25

Tab. 36: Korrelation (r) zwischen dem *Phoma lingam*-Wurzelhalsbefall (Befallswert (BW = Skala 1-9), Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen)) und dem Winterraps-Fruchtfolgeanteil, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

	Standort	Raps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten 5 Jahre	Befallswert (1-9)	BSB (n-Pyknidien)	BHB (%)
				Endbefall	
2000/2001	Birkenmoor	40,0	4,1	76	96,0
	Tolk	20,0	4,1	100	92,8
	Ehst	20,0	3,2	41	67,4
2001/2002	Birkenmoor	40,0	6,1	26	94,0
	Tolk	40,0	4,5	10	70,0
	Ehst	20,0	3,3	19	62,0
2002/2003	Birkenmoor	40,0	3,0	16	87,5
	Tolk	20,0	3,9	73	93,8
	Ehst	40,0	2,4	21	70,0
Korrelationskoeffizient (r)			0,17	0,19	-0,46
Mittel über die Jahre 2000-2003					
2000-2003	Birkenmoor	40,0	4,4	39,3	92,5
	Tolk	26,7	4,2	61,0	85,5
	Ehst	26,7	3,0	27,0	66,5
Korrelationskoeffizient (r)			0,71	0,63	-0,16

Zwischen den Boniturparametern des Wurzelhalsbefalls (Tab. 36) und dem Fruchtfolgeanteil ließen sich ebenso keine gesicherten Beziehungen wie zwischen den Boniturparametern des Stängelbefalls (Tab. 37) und dem Fruchtfolgeanteil ableiten.

Tab. 37: Korrelation (r) zwischen dem *Phoma lingam*-Stängelbefall (Befallswert (BW = Skala 1-9), Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen)) und dem Winterraps-Fruchtfolgeanteil, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

	Standort	Raps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten 5 Jahre	Befallswert (1-9)	BSB (n-Pyknidien) Endbefall	BHB (%)
2000/ 2001	Birkenmoor	40,0	3,2	88	86,3
	Tolk	20,0	4,5	212	97,6
	Ehst	20,0	3,1	118	70,5
2001/ 2002	Birkenmoor	40,0	5,8	72	92,0
	Tolk	40,0	5,1	55	81,0
	Ehst	20,0	5,2	81	97,0
2002/ 2003	Birkenmoor	40,0	3,4	59	88,0
	Tolk	20,0	3,2	57	92,5
	Ehst	40,0	2,1	42	57,5
Korrelationskoeffizient (r)			-0,03	-0,55	-0,34
Mittel über die Jahre 2000-2003					
2000- 2003	Birkenmoor	40,0	4,13	73,00	88,77
	Tolk	26,7	4,27	108,00	90,37
	Ehst	26,7	3,47	80,33	75,00
Korrelationskoeffizient (r)			0,36	-0,66	0,42

3.1.4 Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf die Epidemiologie von *Phoma lingam*

3.1.4.1 Effekte auf den *Phoma lingam*-Blattbefall

Die in den Jahren 2000 bis 2003 ermittelten Wirkungen differenzierter Fungizidapplikationen (Tab. 5, Tab. 6) im Herbst und im Frühjahr auf die *Phoma lingam*-Befallsstärke und Befallshäufigkeit im Bestand sind in den Tabellen 38 und 39 dargestellt. Es wird deutlich, dass der in der Kontrollvariante auf niederem Niveau etablierte Blattbefall im Versuchsjahr 2000/2001 nach einer Herbstbehandlung befallsreduzierende Auswirkungen nach sich zog. So ergab die Bonitur der Blätter am Standort Birkenmoor und Tolk (30.10.2000) in der unbehandelten Kontrolle durchschnittlich 33 bzw. 39 Pyknidien je Blatt, wohingegen das Befallsniveau in der herbstbehandelten Variante (HB) bei 8 bzw. 9 Pyknidien je Blatt stagnierte. Bedingt durch den geringen Blattbefall am Standort Ehst war eine Differenzierung zwischen der Kontrolle und der Herbstbehandlung bezüglich der Befallsstärke kaum gegeben; hingegen war ein deut-

lich reduzierender Einfluss der Maßnahmen auf die Häufigkeit des Befalls (Tab. 38, Tab. 39) an den Standorten Birkenmoor und Tolk nachweisbar.

Die Applikation der Frühjahrsbehandlung wurde an den drei Standorten mit einem Abstand von 15 Tagen durchgeführt. Erfolgte eine messbare Reduktion der Pyknidienzahlen am Standort Birkenmoor in den Varianten FB und HFB bereits am 23.04.01 (Applikationstermin: 10.04.01), so konnte dieses auf geringerem Niveau am Standort Tolk (Applikationstermin: 20.04.01) und am Standort Ehst (Applikationstermin: 25.04.01) erst am 07.05.01 bonitiert werden.

Im Versuchsjahr 2001/2002 führte die Herbstapplikation (0,5 l/ha Folicur, 05.10.01) im Zusammenhang mit einer hohen *Phoma lingam*-Epidemie zu deutlichen Befallsreduzierungen (Tab. 39). Der durchschnittliche Blattbefall in der Kontrolle (Bonitur am 22.10.01) an den Standorten Birkenmoor (158 Pyknidien/Pflanze) und Tolk (186 Pyknidien/Pflanze) wurde im Mittel auf 50 bzw. 3 Pyknidien je Pflanze reduziert. Die am Standort Ehst erst am 15.10.01 durchgeführte Herbstbehandlung zog am 22.10.01 eine geringe, jedoch am 05.11.01 eine deutliche Reduktion der Pyknidienzahlen nach sich. An allen Standorten ergab die Bonitur der Befallshäufigkeit nach Herbstbehandlung (Tab. 39) die gleichen reduzierenden Effekte. Die im Frühjahr anhand der Kontrollvariante bemessene, erneut ansteigende Epidemie von *Phoma lingam* wurde durch die entsprechenden Frühjahrsbehandlungen (FB, HFB) (Bonitur: 22.04.02, 06.05.02) an allen Standorten auf deutlich geringerem Befallsniveau kontrolliert.

Das Versuchsjahr 2002/2003, welches durch die geringste Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* charakterisiert war, ließ nach der Herbstbehandlung, vergleichend zur unbehandelten Kontrolle, entsprechend geringe Effekte auf die Befallsstärke (Tab. 38) und -häufigkeit (Tab. 39) erkennen. Die Fungizidapplikation im Frühjahr 2003 bewirkte insbesondere am Standort Tolk im Vergleich zur Kontrolle eine deutliche Reduktion der Pyknidienzahlen (BSB). Dieser Effekt war wegen des geringeren Befallsdruckes an den Standorten Birkenmoor und Ehst (28.04.03, 12.05.03) zu erkennen.

Die in Abbildung 18 je Versuchsstandort über die Jahre gemittelte Befallsstärke verdeutlicht, dass die stärkste Befallsausbreitung des Erregers *Phoma lingam* am Standort Birkenmoor, die geringste in Ehst gegeben war. Im Mittel der drei Jahre führte die Herbstapplikation (0,5 l/ha Folicur, Applikationszeitpunkt Oktober) zu einer Befallsreduktion am Standort Birkenmoor von 42 %, in Tolk von 83 % und in Ehst bei geringerem Befallsdruck und tendenziell verzögerter Applikationsterminierung im November von 70 %.

Tab. 38: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) durch *Phoma lingam* auf den Blättern, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

2000/2001												
Variante	02.10.	16.10.	30.10.	13.11.	27.11.	19.02.	02.04.	23.04.	07.05.	21.05.	04.06.	
Birkenmoor												
K	0	8	33	43	43	7	3	77	36	12	6	
HB	0	5	8	47	43	6	3	74	12	2	0	
FB								25	16	3	0	
HFB								34	13	1	1	
Tolk												
K	5	59	39	38	17	1	3	15	30	39	15	
HB	0	1	9	24	10	2	2	10	27	4	4	
FB								18	20	1	3	
HFB								16	21	2	3	
Ehst												
K	0	3	6	11	12	2	1	34	19	21	24	
HB	0	6	0	4	10	1	1	19	14	22	5	
FB									9	11	1	
HFB									7	7	2	
2001/2002												
Variante	22.10.	05.11.	19.11.	03.12.	13.02.	18.03.	08.04.	22.04.	06.05.	20.05.	03.06.	17.06.
Birkenmoor												
K	158	56	74	31	176	77	33	245	42	3	4	1
HB	50	58	49	14	74	38	42	224	43	10	0	5
FB								92	10	0	0	1
HFB								27	3	2	1	1
Tolk												
K	186	30	25	11	74	46	23	276	108	25	20	2
HB	3	7	16	20	29	61	10	113	199	41	1	1
FB								80	11	18	0	0
HFB								22	14	12	0	0
Ehst												
K	40	29	13	3	60	47	6	69	49	32	2	4
HB	34	2	2	1	3	8	4	58	89	34	0	0
FB								23	29	0	1	0
HFB								22	3	1	0	11
2002/2003												
Variante	07.10.	21.10.	04.11.	18.11.	02.12.	17.02.	31.03.	14.04.	28.04.	12.05.	26.05.	09.06.
Birkenmoor												
K	2	2	5	11	27	62	223	179	65	40	13	1
HB	0	0	0	1	3	58	76	80	67	24	1	0
FB									60	0	1	0
HFB									42	2	1	0
Tolk												
K	0	2	3	3	16	19	11	36	83	11	0	11
HB	0	0	1	1	4	12	19	34	113	5	0	0
FB									26	8	0	2
HFB									25	5	0	1
Ehst												
K	0	0	1	0	1	11	0	2	6	14	3	1
HB	0	0	1	1	0	3	2	1	17	10	0	1
FB									2	5	0	0
HFB									1	0	0	0

Tab. 39: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) durch *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

2000/2001												
Variante	02.10.	16.10.	30.10.	13.11.	27.11.	19.02.	02.04.	23.04.	07.05.	21.05.	04.06.	
Birkenmoor												
K	0,0	27,5	52,5	50,0	62,5	22,5	12,5	57,5	32,5	20,0	20,0	
HB	0,0	15,0	22,5	50,0	72,5	20,0	12,5	60,0	17,5	10,0	0,0	
FB								60,0	20	7,5	0,0	
HFB								52,5	22,5	7,5	5,0	
Tolk												
K	17,5	42,5	45,0	55,0	52,5	5,0	20,0	40,0	35,0	32,5	25,0	
HB	0,0	2,5	15,0	32,5	32,5	7,5	10,0	25,0	27,5	17,5	12,5	
FB								35,0	32,5	2,5	7,5	
HFB								37,5	40,0	10,0	15,0	
Ehst												
K	0,0	12,5	12,5	37,5	45,0	7,5	5,0	52,5	22,5	45,0	30,0	
HB	0,0	15,0	2,5	15,0	35,0	2,5	5,0	45,0	25,0	32,5	22,5	
FB									37,5	17,5	7,5	
HFB									12,5	20,0	7,5	
2001/2002												
Variante	22.10.	05.11.	19.11.	03.12.	13.02.	18.03.	08.04.	22.04.	06.05.	20.05.	03.06.	17.06.
Birkenmoor												
K	95,0	77,5	75,0	75,0	90,0	85,0	37,5	100,0	55,0	10,0	10,0	2,5
HB	61,3	67,5	57,5	60,0	75,0	82,5	55,0	85,0	45,0	17,5	2,8	12,5
FB								77,0	22,5	2,5	0,0	7,5
HFB								45,0	17,5	10,0	5,0	5,0
Tolk												
K	95,0	62,5	55,0	55,0	77,5	72,5	45,0	92,5	65,0	37,5	37,5	2,5
HB	10,0	25,0	37,5	35,0	52,5	65,0	10,0	77,5	72,5	40,0	5,0	5,0
FB								65,0	22,5	32,5	0,0	0
HFB								52,5	37,5	22,5	0,0	0
Ehst												
K	60,0	65,0	45,0	25,0	67,5	55,0	12,5	47,5	57,0	57,5	7,5	17,5
HB	45,0	15,0	5,0	12,5	22,5	25,0	5,0	70,0	55,0	35,0	0,0	0,0
FB								57,5	47,5	0	2,5	5,0
HFB								35,0	7,5	2,8	0	15,0
2002/2003												
Variante	07.10.	21.10.	04.11.	18.11.	02.12.	17.02.	31.03.	14.04.	28.04.	12.05.	26.05.	09.06.
Birkenmoor												
K	5,0	7,5	20,0	30,0	60,0	92,5	75,0	85,0	60,0	30,0	12,5	7,5
HB	0,0	2,5	5,0	5,0	15,0	77,5	70,0	82,5	50,0	22,5	5,0	0,0
FB									52,5	2,5	5,0	0,0
HFB									60,0	7,5	2,5	2,5
Tolk												
K	0,0	2,5	22,5	25,0	42,5	52,5	27,5	45,0	65,0	17,5	2,5	12,5
HB	0,0	2,5	10,0	5,0	17,5	42,5	30,0	57,5	65,0	20,0	0,0	0,0
FB									55,0	17,5	0,0	7,5
HFB									47,5	2,5	0,0	2,5
Ehst												
K	0,0	0,0	5,0	0,0	7,5	27,5	0,0	7,5	10,0	20,0	10,0	5,0
HB	0,0	0,0	5,0	5,0	0,0	20,0	5,0	2,5	17,5	27,5	0,0	2,5
FB									7,5	7,5	0,0	0,0
HFB									2,5	0,0	0,0	0,0

Die populationsdynamischen Auswirkungen der Herbstbehandlung waren vergleichend zur unbehandelten Kontrolle bis Februar bzw. März nachweisbar. Über die Wintermonate (November bis Februar) konnte eine allgemeine Befallszunahme von *Phoma lingam* festgestellt werden. Die Frühjahrsapplikation (FB) führte über die Jahre am Standort Birkenmoor bei Bonitur im April zu einer Minderung der Befallsstärke in Höhe von 34,9 %, die kombinierte Herbst-Frühjahrsbehandlung (HFB) von 62,9 %; zurückzuführen auf die zweifache Fungizidkontamination der Bestände.

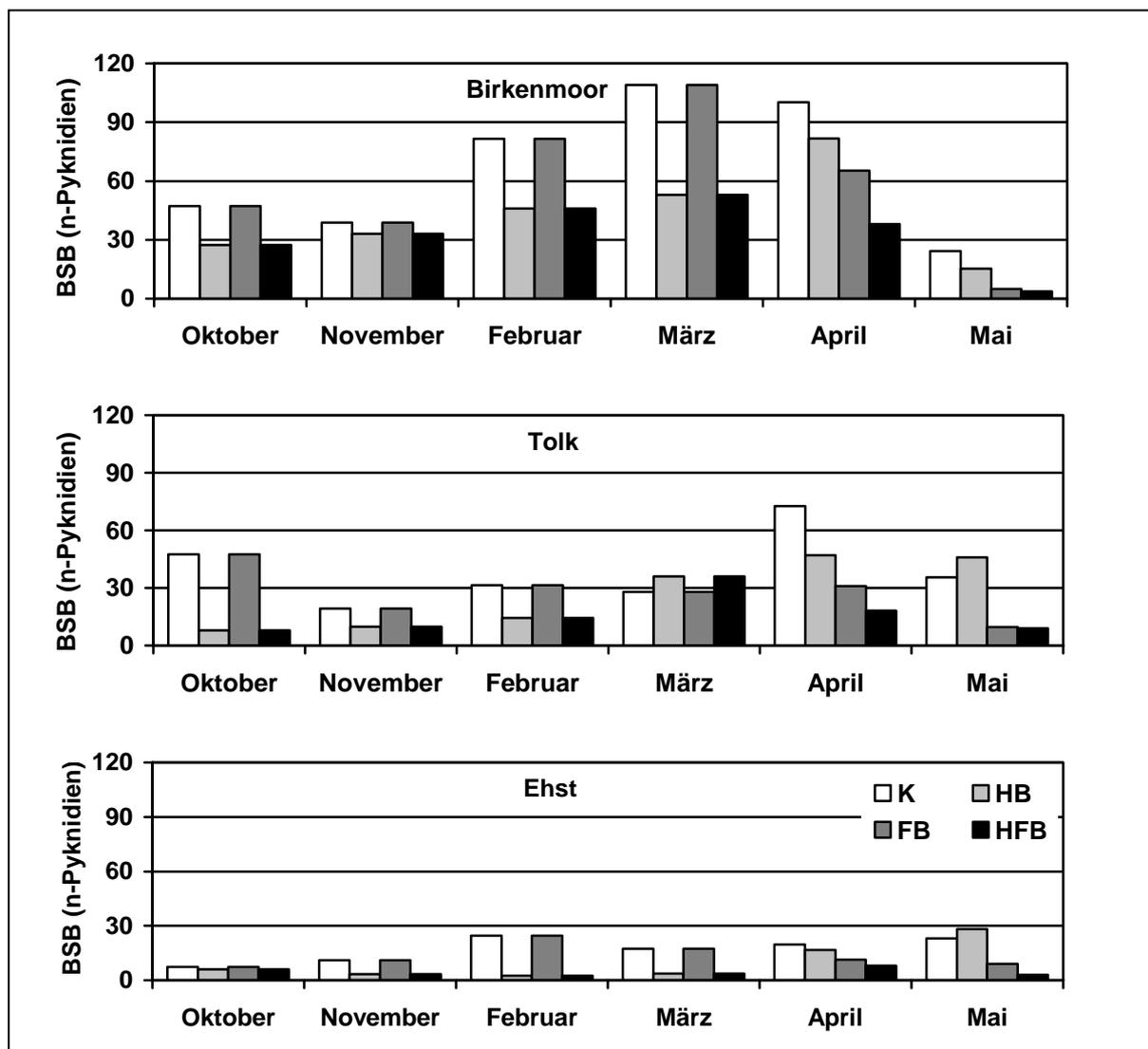


Abb. 18: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) durch *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, Mittel der Versuchsjahre 2000-2003

Vergleichend zur Kontrollvariante wurden deutlichste Effekte der Frühjahrsbehandlung (FB) am Standort Tolk mit einer um 57,4 % reduzierten Pyknidienzahl/Pflanze festgestellt, die sich

auf 75,0 % in der kombinierten Herbst- Frühjahrsbehandlung (HFB) erhöhte. In Ehst konnten Befallsreduktionen in Höhe von 42,6 % (FB) bzw. 68,0 % (HFB) erfasst werden.

Die in der Abbildung 19 dargestellte Befallshäufigkeit im Bestand in Anhängigkeit der Fungizidvariante entspricht in Ihrem Verlauf, auf abgeschwächtem Niveau verlaufend, dem der Befallsstärke im Bestand. Demnach wurde der prozentuale Befall von Pflanzen durch Fungizidmaßnahmen weniger stark beeinflusst als der zur Induktion des Schädigungsgrades an Pflanzen verantwortliche Befallsstärkegrad.

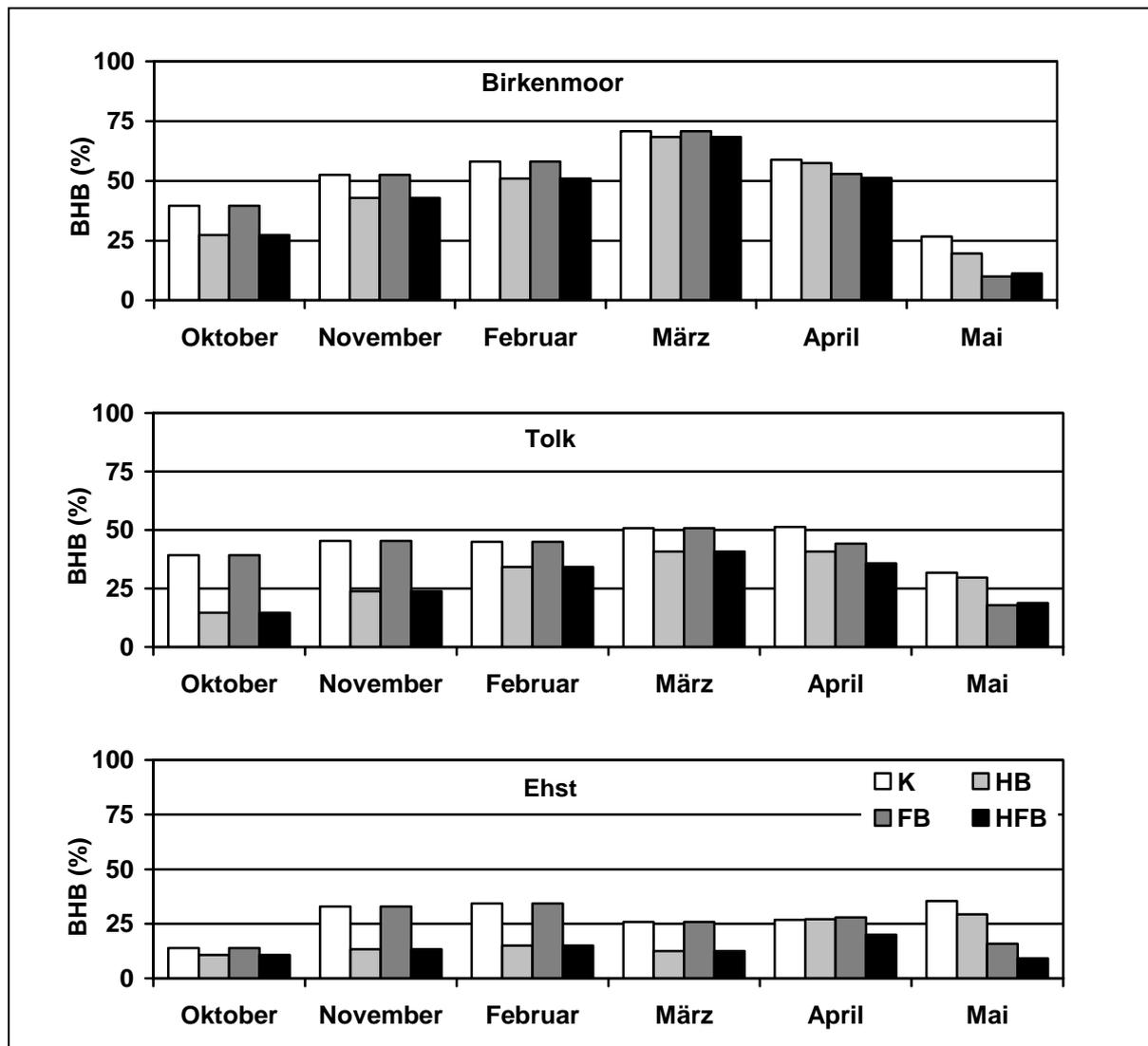


Abb. 19: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) durch *Phoma lingam* auf den Blattoorganen, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, Mittel der Versuchsjahre 2000-2003

3.1.4.2 Effekte auf den *Phoma lingam*-Wurzelhalsbefall

In den Tabellen 40 bis 42 ist die Entwicklung des Wurzelhalsbefalls durch *Phoma lingam* anhand der Parameter Befallswert, Befallsstärke und Befallshäufigkeit dargestellt. Über die Jahre und Standorte resultierte mit maximalen Boniturwerten von 4 ein mittleres bis geringes Befallsniveau durch *Phoma lingam* am Wurzelhals. Im Versuchsjahr 2001 war der Verlauf des Wurzelhalsbefalls (Tab. 40) durch eine kontinuierliche Zunahme der Befallswerte von Mitte Mai bis Ende Juli geprägt. Erste Differenzierungen zwischen den Fungizidvarianten konnten insbesondere an den Standorten Tolk und Ehst ab dem 18.06.01, aber auch am Standort Birkenmoor mit etwas geringeren Unterschieden gemessen werden. Insbesondere führten die Herbstvarianten (HB, HFB) zu den ausgeprägtesten Befallsreduktionen am Wurzelhals. So konnte am letzten Boniturtermin (30.07.01) an den Standorten Tolk und Ehst in herbstbehandelten Varianten, vergleichend zur Kontrolle, eine Reduktion des Befallswertes um eine Boniturnote festgestellt werden.

Die Bemessung der Infektionen am Wurzelhals anhand der Befallsstärke (Tab. 41) zeigte im Mittel der sechs Boniturtermine an allen Standorten in den herbstbehandelten Varianten deutlichste Unterschiede; vergleichend zur Kontrolle konnte eine Reduktion der Fruchtkörperzahl von bis zu 50 % festgestellt werden. Befallsreduzierende Effekte, jedoch in geringerem Ausmaß, waren ebenfalls nach Frühjahrsapplikationen (FB) nachzuweisen.

Vergleichend zum Vorjahr waren im Versuchsjahr 2002 (Tab. 40) zwischen Herbst- und Frühjahrsbehandlungen weniger deutliche Abstufungen hinsichtlich der Befallsreduktion erkennbar. Bezogen auf den Befallswert vom letzten Boniturtermin (30.07.02) wird der höhere Einfluss der Herbstbehandlung auf den Wurzelhalsbefall deutlich. Darüber hinaus wird auch der Einfluss der Frühjahrsbehandlungen auf den Befallswert des Wurzelhalses deutlich. Insgesamt betrachtet ist ähnlich dem Vorjahr eine durch Fungizidmaßnahmen ausgelöste begrenzte Reduzierung des Wurzelhalsbefalls anhand der Bemessung des Befallswertes nachzuweisen. Zu ähnlichen Ergebnissen führt die Betrachtung der differenzierten Fungizidmaßnahmen anhand der Bemessung durch die Parameter Befallsstärke und Befallshäufigkeit (Tab. 41, 42), welche lediglich geringe Auswirkungen fungizider Kontrolle am Wurzelhals nach sich ziehen.

Tab. 40: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9) von *Phoma lingam* am Wurzelhals, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

2001							
Variante	21.05.	04.06.	18.06.	02.07.	16.07.	30.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	1,2	1,7	2,6	2,7	3,0	4,1	2,5
HB	1,2	2,0	2,6	2,3	2,6	3,7	2,4
FB	1,4	2,2	2,5	2,7	3,2	3,6	2,6
HFB	1,2	1,4	2,1	2,2	2,5	3,4	2,1
Tolk							
K	1,5	2,2	3,4	2,6	3,7	4,2	2,9
HB	1,4	1,6	2,2	1,8	3,0	3,0	2,1
FB	1,3	2,0	3,0	2,8	3,4	4,0	2,7
HFB	1,3	1,9	2,3	2,4	3,0	3,4	2,4
Ehst							
K	1,2	1,9	2,4	2,3	3,5	3,2	2,4
HB	1,0	1,4	1,7	1,7	2,4	2,2	1,7
FB	1,1	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	2,3
HFB	1,1	1,5	1,9	1,5	2,4	1,9	1,7
2002							
Variante	20.05.	03.06.	17.06.	01.07.	15.07.	29.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	1,2	3,1	3,0	3,2	4,4	6,1	3,5
HB	1,7	2,7	3,4	3,0	3,3	5,2	3,2
FB	1,5	2,8	3,3	2,8	3,4	6,1	3,3
HFB	1,3	2,3	3,0	3,5	3,8	5,6	3,2
Tolk							
K	1,1	1,9	2,6	2,5	3,9	4,5	2,7
HB	1,2	1,7	1,9	1,9	2,9	3,4	2,2
FB	1,2	1,7	2,3	2,4	2,9	4,7	2,5
HFB	1,1	1,4	1,6	1,6	2,8	4,0	2,1
Ehst							
K	1,4	1,5	2,2	3,0	3,3	--	2,3
HB	1,2	1,7	2,0	2,2	3,2		2,1
FB	1,1	1,4	2,3	2,5	4,2		2,3
HFB	1,1	1,4	1,8	2,0	3,3		1,9
2003							
Variante	12.05.	26.05.	09.06.	23.06.	07.07.	21.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	1,3	1,6	2,4	2,5	3,3	3,0	2,3
HB	1,1	1,3	2,0	2,5	2,6	2,6	2,0
FB	1,2	1,5	2,5	2,5	2,9	3,1	2,3
HFB	1,3	1,4	2,5	2,8	2,9	2,8	2,3
Tolk							
K	1,3	1,4	2,7	2,4	3,7	3,9	2,5
HB	1,2	1,4	1,8	1,9	2,7	2,9	1,9
FB	1,3	1,4	1,9	2,2	3,1	2,9	2,1
HFB	1,1	1,1	1,5	1,7	2,3	2,4	1,7
Ehst							
K	1,2	1,4	1,9	2,7	2,8	2,4	2,1
HB	1,2	1,1	2,0	1,6	1,9	2,3	1,7
FB	1,3	1,5	1,9	2,0	2,9	2,9	2,1
HFB	1,3	1,1	1,2	1,7	2,0	2,4	1,6

Tab. 41: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) durch *Phoma lingam* am Wurzelhals, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

2001							
Variante	21.05.	04.06.	18.06.	02.07.	16.07.	30.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	2	26	60	76	67	76	51
HB	2	21	52	45	41	69	38
FB	3	32	44	72	68	64	47
HFB	1	10	35	38	30	69	31
Tolk							
K	9	38	124	78	123	100	79
HB	3	12	43	24	65	88	39
FB	5	26	85	68	63	111	60
HFB	6	20	54	49	82	74	48
Ehst							
K	3	17	45	38	56	41	33
HB	1	10	13	19	27	23	15
FB	2	29	37	47	43	54	35
HFB	1	14	21	14	25	23	16
2002							
Variante	20.05.	03.06.	17.06.	01.07.	15.07.	29.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	3	25	62	41	40	26	33
HB	6	27	23	37	22	28	24
FB	8	54	26	30	23	17	26
HFB	3	18	23	34	26	20	21
Tolk							
K	1	8	17	19	50	10	17,6
HB	2	9	9	8	20	14	10,2
FB	2	8	15	13	21	11	11,5
HFB	2	5	6	7	17	13	8,1
Ehst							
K	5	6	25	37	19	--	19
HB	2	11	26	14	11		13
FB	2	7	41	12	19		16
HFB	2	4	10	13	18		9
2003							
Variante	12.05.	26.05.	09.06.	23.06.	07.07.	21.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	3	10	15	14	27	16	14
HB	2	5	12	14	17	11	10
FB	4	12	22	16	16	19	15
HFB	5	4	20	16	22	15	14
Tolk							
K	5	5	23	20	77	73	34
HB	2	6	10	17	25	26	14
FB	5	3	22	11	29	23	16
HFB	2	0	2	10	19	9	7
Ehst							
K	1	5	12	26	20	21	14
HB	1	1	7	10	10	19	8
FB	2	4	14	23	21	30	16
HFB	4	1	4	9	8	18	7

Tab. 42: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) durch *Phoma lingam* am Wurzelhals, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

2001							
Variante	21.05.	04.06.	18.06.	02.07.	16.07.	30.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	15,0	37,5	72,5	77,5	82,5	96,0	63,5
HB	12,5	45,0	67,5	72,5	75,0	75,4	58,0
FB	25,0	57,5	65,0	87,5	87,5	85,9	68,1
HFB	12,5	30,0	60,0	60,0	72,5	77,0	52,0
Tolk							
K	30,0	60,0	87,5	70,0	87,5	92,8	71,3
HB	30,0	35,0	62,5	50,0	50,0	60,0	47,9
FB	17,5	47,5	77,5	77,5	85,0	89,6	65,8
HFB	20,0	47,5	67,5	70,0	85,0	71,8	60,3
Ehst							
K	12,5	42,5	60,0	67,5	85,0	67,4	55,8
HB	2,5	30,0	37,5	45,0	55,0	47,3	36,2
FB	7,5	32,5	50,0	75,0	70,0	81,5	52,7
HFB	7,5	32,5	52,5	35,0	57,5	41,7	37,8
2002							
Variante	20.05.	03.06.	17.06.	01.07.	15.07.	29.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	15,0	72,5	70,0	77,5	95,0	94,0	70,7
HB	37,5	60,0	82,5	74,5	82,5	98,0	72,5
FB	22,5	70,0	80,0	70,0	90,0	98,0	71,8
HFB	17,5	60,0	80,0	100,0	92,5	90,0	73,3
Tolk							
K	5,0	37,5	75,0	77,5	92,5	70,0	59,6
HB	12,5	37,5	45,0	50,0	80,0	62,5	47,9
FB	20,0	40,0	57,5	67,5	87,5	71,0	57,3
HFB	12,5	20,0	25,0	35,8	77,5	64,3	39,2
Ehst							
K	15,0	27,5	62,5	70,3	62,0	--	57,5
HB	17,5	40,0	52,5	47,5	64,8		44,5
FB	7,5	22,5	61,3	55,0	79,3		45,1
HFB	10,8	17,8	40,0	40,0	67,3		35,2
2003							
Variante	12.05.	26.05.	09.06.	23.06.	07.07.	21.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	17,5	35,0	60,0	67,5	85,0	87,5	58,8
HB	7,5	25,0	52,5	80,0	60,0	60,0	47,5
FB	15,0	25,0	75,0	80,0	75,0	70,0	56,7
HFB	17,5	27,5	74,2	80,0	77,5	72,5	58,2
Tolk							
K	17,5	22,5	57,5	67,5	100,0	93,8	59,8
HB	10,0	30,0	40,0	70,0	77,5	70,0	49,6
FB	22,5	27,5	50,0	75,0	81,1	67,5	53,9
HFB	7,5	5,0	30,0	55,0	65,0	57,5	36,7
Ehst							
K	10,0	17,5	42,5	89,2	57,5	70,0	47,8
HB	5,0	2,5	40,0	45,0	45,0	70,0	34,6
FB	15,0	25,0	42,5	72,5	77,5	70,0	50,4
HFB	20,0	7,5	17,5	50,0	37,5	65,0	32,9

Im Versuchsjahr 2003 konnte ab dem 23.06.02 eine stärkere Wirkung der herbstbehandelten Varianten auf das epidemiologische Geschehen am Wurzelhals bonitiert werden, welches an allen Boniturparametern und insbesondere an den Standorten Tolk und Ehst, in Birkenmoor in abgeschwächter Form, deutlich wird.

Die über die Standorte und Jahre gemittelten Befallsparameter von *Phoma lingam* (Abb. 20) verdeutlichen mit einem maximalen Befallswert von 3 (Skala 1-9), Pyknidienzahlen je Pflanze in Höhe von 44 und einer Häufigkeit des Befalls von 63 % eine mittlere bis geringe Befallsausprägung des Erregers am Wurzelhals.

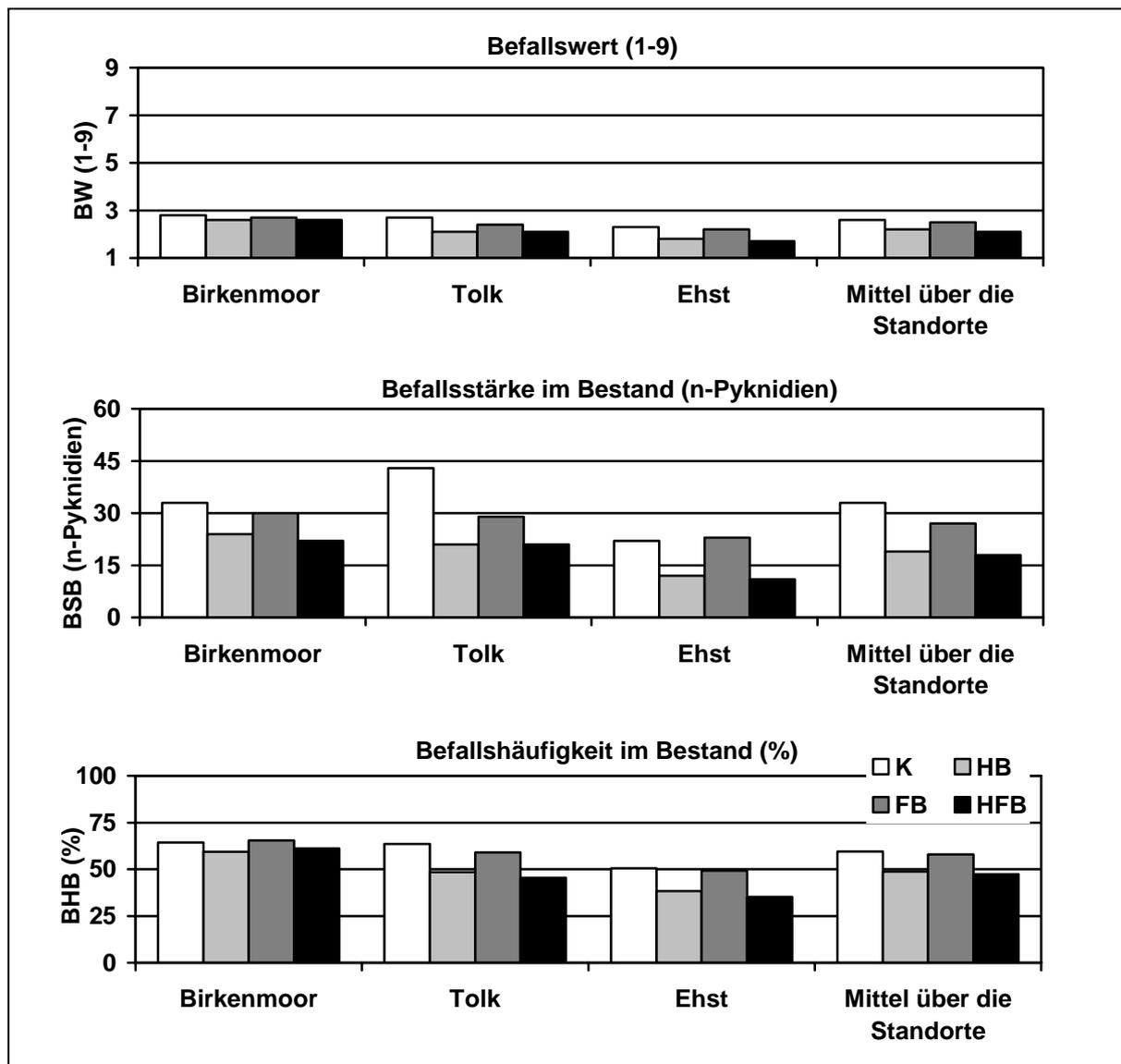


Abb. 20: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* am Wurzelhals, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, Mittel aus sechs Boniturterminen und der Versuchsjahre 2001-2003

Es wird deutlich, dass die Herbstbehandlungen (HB, HFB) die stärksten reduzierenden Effekte auf die Boniturparameter ausüben. Die Frühjahrsbehandlung (FB) übt hingegen einen deutlich geringeren Effekt auf den Krankheitsbefall am Wurzelhals als die vergleichbaren Vorwinterapplikationen aus. Eine Kombination von Herbst- und Frühjahrsbehandlungen (HFB) zieht vergleichend zur Herbstbehandlung (HB) keine wesentlich verbesserte Befallskontrolle nach sich.

3.1.4.3 Effekte auf den *Phoma lingam*-Stängelbefall

Die Einzelergebnisse der Analysen zum *Phoma lingam*-Stängelbefall sind in den Tabellen 43, 44, 45 dargestellt. Im Versuchsjahr 2001 (Tab. 43) führten Herbstbehandlungen zu den ausgeprägtesten Befallsreduktionen (Befallswert) am Stängel. An den Standorten Tolk und Ehst resultiert vergleichend zur unbehandelten Kontrolle zum letzten Boniturtermin (30.07.01) eine um den Befallswert 1,3 reduzierte Ausbreitung des Erregers. Dahingegen ließen die Untersuchungen am Standort Birkenmoor keine eindeutigen Differenzierungen zu. Zu vergleichbar geringeren Befallsreduktionen am Stängel führen die Frühjahrsbehandlungen. Eine ähnlich abgestufte Differenzierung der Befallskontrolle ist im Versuchsjahr 2001 anhand der Analyse der Befallsstärke (Tab. 44) und der -häufigkeit (Tab. 45) des Stängels zu erkennen.

Im Vergleich mit dem Vorjahr ist in 2002 die Differenzierung bezüglich des Befallsgeschehens von *Phoma lingam* am Stängel zwischen den Fungizidvarianten, aber auch im Vergleich mit der Kontrolle, deutlich geringer, so dass am letzten Bonitурtag keine eindeutige Differenzierung vorliegt. Bei der Betrachtung der gemittelten Boniturwerte wird tendenziell ein stärkerer Einfluss der Frühjahrsvarianten in allen Boniturparametern deutlich.

Das Versuchsjahr 2003 war geprägt durch einen sehr geringen Stängelbefall, der erst am letzten Boniturtermin (21.07.03) zunehmende Symptome am Stängel erkennen ließ. Zwischen den Fungizidvarianten waren nur geringe Unterschiede in der Befallskontrolle erkennbar, hingegen war ein geringer Einfluss gegenüber der Kontrollvariante erkennbar.

Die zusammenfassende Darstellung der je Standort über die Jahre gemittelten Befallsparameter (Abb. 21) verdeutlicht den geringen Einfluss der Fungizidvarianten des mit Befallswerten um 0,5 Boniturnoten (Skala 1-9) auf niederem Niveau verlaufenden Grades der *Phoma lingam*-Stängelinfektion. In Bezug auf die Befallsreduktion (Befallsstärke, -häufigkeit) am Stängel wiesen die Herbstapplikationen die größten Effekte auf.

Tab. 43: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9) von *Phoma lingam* am Stängel, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

2001							
Variante	21.05.	04.06.	18.06.	02.07.	16.07.	30.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	1,1	1,3	1,9	1,5	1,9	3,2	1,8
HB	1,1	1,4	2,0	1,6	1,7	3,1	1,8
FB	1,0	1,2	1,9	1,3	1,7	3,0	1,7
HFB	1,0	1,1	1,4	1,3	1,6	2,9	1,6
Tolk							
K	1,0	2,3	3,2	2,6	3,5	4,5	2,9
HB	1,1	1,8	2,2	2,4	2,7	2,8	2,2
FB	1,2	2,0	3,2	2,7	3,3	4,2	2,8
HFB	1,0	1,8	2,5	2,8	2,7	3,8	2,4
Ehst							
K	1,0	1,6	2,2	1,8	2,4	3,1	2,0
HB	1,0	1,7	1,7	1,7	2,1	2,4	1,8
FB	1,0	1,4	2,0	1,4	2,2	2,7	1,8
HFB	1,0	1,5	1,8	1,4	2,1	1,8	1,6
2002							
Variante	20.05.	03.06.	17.06.	01.07.	15.07.	29.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	1,2	2,7	3,1	3,3	5,1	5,8	3,5
HB	1,4	3,2	3,1	2,9	4,2	6,1	3,5
FB	1,3	3,5	2,6	2,7	4,3	5,5	3,3
HFB	1,0	2,1	3,1	2,5	3,9	6,1	3,1
Tolk							
K	1,1	1,8	2,1	2,2	4,6	5,1	2,8
HB	1,1	1,5	2,1	2,4	3,8	3,9	2,8
FB	1,1	1,3	1,9	2,4	3,4	4,6	2,4
HFB	1,1	1,4	1,9	2,2	3,4	4,8	2,4
Ehst							
K	1,1	2,8	2,1	3,8	5,2	--	3,0
HB	1,0	2,2	2,6	3,4	4,7		2,8
FB	1,2	2,0	2,2	3,0	5,1		2,7
HFB	1,3	2,3	2,1	2,7	4,6		2,6
2003							
Variante	12.05.	26.05.	09.06.	23.06.	07.07.	21.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	1,0	1,1	1,9	1,7	2,7	3,4	2,0
HB	1,1	1,1	1,6	1,5	1,7	2,5	1,6
FB	1,1	1,2	1,7	1,8	2,4	2,7	1,8
HFB	1,0	1,1	1,8	2,1	2,8	2,2	1,8
Tolk							
K	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	3,2	1,8
HB	1,0	1,0	1,1	1,9	1,9	2,6	1,6
FB	1,0	1,3	1,3	1,9	2,2	2,2	1,7
HFB	1,1	1,0	1,3	1,5	1,9	3,0	1,6
Ehst							
K	1,0	1,1	1,2	1,5	1,6	2,1	1,4
HB	1,0	1,1	1,0	1,5	1,5	2,2	1,4
FB	1,0	1,0	1,1	1,6	1,8	2,2	1,4
HFB	1,1	1,0	1,1	1,4	1,5	1,9	1,3

Tab. 44: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) durch *Phoma lingam* am Stängel, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

2001							
Variante	21.05.	04.06.	18.06.	02.07.	16.07.	30.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	0	5	10	8	9	88	20
HB	1	2	4	10	4	92	19
FB	1	7	13	7	14	82	21
HFB	1	0	4	8	3	67	14
Tolk							
K	0	40	71	59	45	212	71
HB	2	9	2	35	49	148	41
FB	4	20	41	49	90	211	69
HFB	0	14	19	50	28	182	49
Ehst							
K	0	10	15	11	9	118	27
HB	0	16	5	9	10	46	14
FB	0	13	8	6	20	71	19
HFB	2	7	5	5	5	19	7
2002							
Variante	20.05	03.06.	17.06.	01.07.	15.07.	29.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	3	47	41	84	70	72	53
HB	3	31	55	34	49	117	48
FB	5	57	50	19	47	73	42
HFB	0	62	46	30	47	95	46
Tolk							
K	2	8	14	19	109	55	34
HB	2	7	11	21	73	51	28
FB	1	5	6	21	59	43	22
HFB	1	6	9	18	59	49	23
Ehst							
K	2	12	24	43	81	--	32
HB	0	10	49	47	71		35
FB	3	7	42	24	77		30
HFB	8	16	22	32	71		30
2003							
Variante	12.05.	26.05.	09.06.	23.06	07.07.	21.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	1	1	7	4	25	59	16
HB	0	1	5	4	11	55	13
FB	3	1	5	6	30	54	15
HFB	0	1	9	8	38	43	17
Tolk							
K	0	1	2	12	22	57	16
HB	0	0	1	8	11	48	12
FB	0	3	2	5	18	37	11
HFB	1	0	3	7	9	46	11
Ehst							
K	0	1	1	5	4	42	9
HB	0	1	0	3	4	37	8
FB	0	0	1	8	6	30	7
HFB	0	0	1	3	3	40	8

Tab. 45: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) durch *Phoma lingam* am Stängel, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

2001							
Variante	21.05.	04.06.	18.06.	02.07.	16.07.	30.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	2,5	22,5	45,0	42,5	42,5	86,3	40,2
HB	5,0	25,0	40,0	52,5	32,5	80,4	39,2
FB	25,0	57,5	65,0	87,5	87,5	85,9	68,1
HFB	0	2,5	27,5	30,0	32,5	65,0	26,3
Tolk							
K	0,0	62,5	85,0	85,0	67,5	97,6	66,3
HB	7,5	42,5	55,0	75,0	75,0	72,0	54,5
FB	17,5	47,5	77,5	77,5	85,0	89,6	65,8
HFB	2,5	57,5	62,5	90,0	60,0	92,0	60,7
Ehst							
K	0,0	45,0	67,5	67,5	57,5	70,5	51,3
HB	0,0	40,0	40,0	55,0	52,5	56,4	40,7
FB	7,5	32,5	50,0	75,0	70,0	81,5	52,7
HFB	0,0	32,5	40,0	30,0	50,0	38,9	31,9
2002							
Variante	20.05	03.06.	17.06.	01.07.	15.07.	29.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	10,0	51,0	80,0	75,0	100,0	92,0	68,0
HB	22,5	72,5	77,5	79,7	100,0	92,0	74,0
FB	22,5	85,0	57,5	60,0	92,5	96,0	68,9
HFB	2,5	45,0	74,7	72,5	90,0	90,0	62,5
Tolk							
K	10,0	47,5	62,5	62,5	95,0	87,0	60,8
HB	7,5	27,5	60,0	65,0	95,0	76,0	55,2
FB	5,0	30,0	47,5	70,0	87,5	81,8	53,6
HFB	7,5	20,0	47,5	64,7	85,0	81,5	51,0
Ehst							
K	12,5	62,5	62,5	86,9	97,0	--	64,3
HB	0,0	50,0	72,5	82,5	98,8		60,8
FB	10,0	40,0	70,6	75,0	98,0		58,7
HFB	19,2	58,5	55,0	67,5	95,0		59,0
2003							
Variante	12.05.	26.05.	09.06.	23.06.	07.07.	21.07.	Mittel
Birkenmoor							
K	2,5	10,0	52,5	50,0	75,0	88,0	46,8
HB	5,0	7,5	32,5	37,5	52,5	77,5	35,4
FB	5,0	10,0	47,5	55,0	57,5	72,5	41,3
HFB	0,0	7,5	49,2	57,5	75,0	60,0	41,5
Tolk							
K	0,0	20,0	17,5	60,0	62,5	92,5	42,1
HB	5,0	0,0	7,5	77,5	62,5	82,5	39,2
FB	2,5	20,0	12,5	75,0	74,7	62,5	41,2
HFB	2,5	0,0	20,0	42,5	50,0	90,0	34,2
Ehst							
K	0,0	7,5	12,5	48,3	35,0	57,5	26,8
HB	0,0	7,5	0,0	50,0	30,0	70,0	26,3
FB	0,0	2,5	12,5	57,5	45,0	65,0	30,4
HFB	7,5	0,0	5,0	40,0	37,5	55,0	24,2

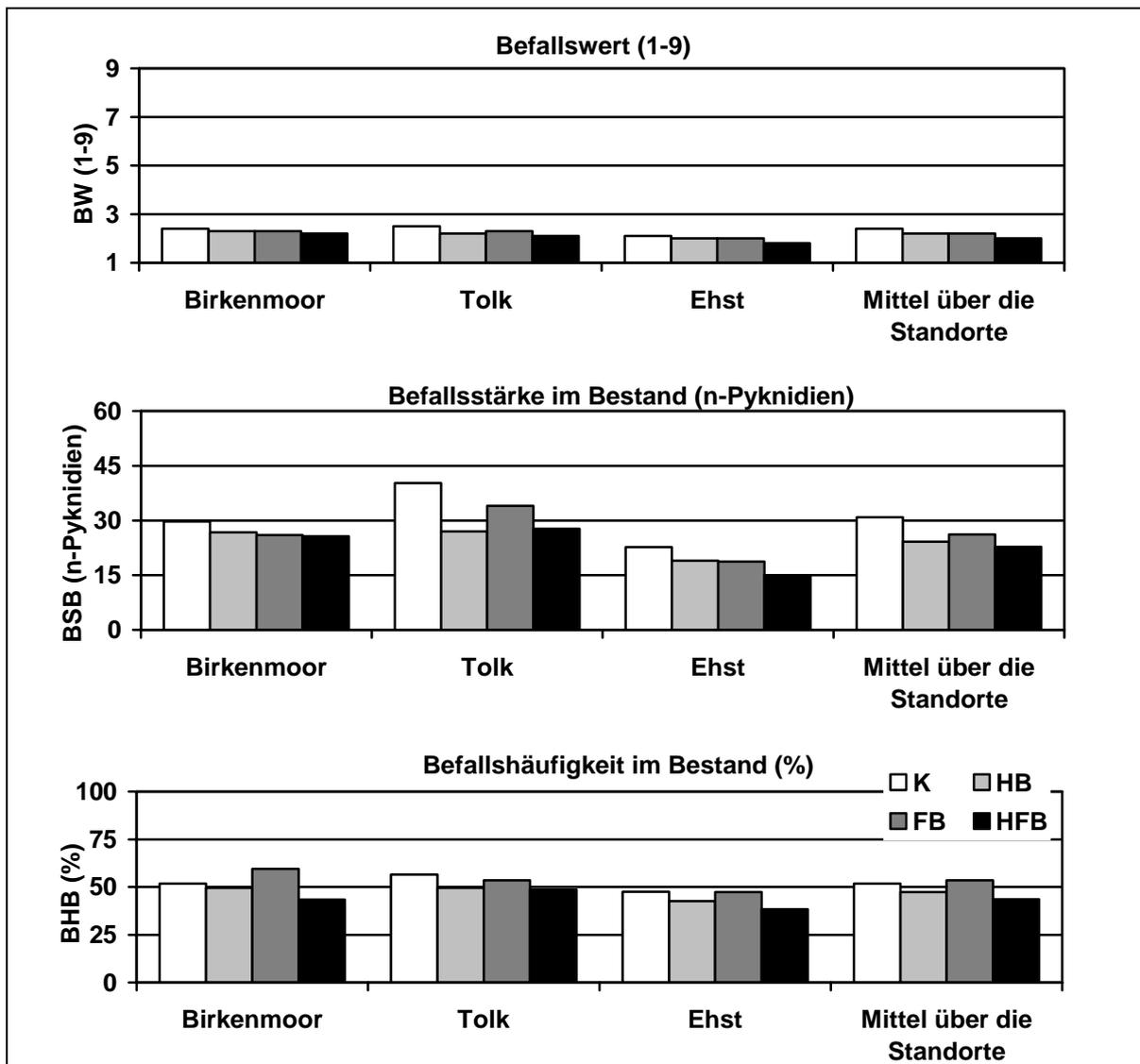


Abb. 21: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* am Stängel, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, Mittel aus sechs Boniturerminen und der Versuchsjahre 2001-2003

3.1.4.4 Effekte auf die vertikale Ausbreitung von *Phoma lingam* auf den Blättern

Durch die Bestimmung der Blattansätze war es möglich die an der Rapspflanze befindlichen Blätter und Seitentriebe einer genauen Blattetage zuzuordnen, um so die vertikale Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* im Bestand darzustellen (Abb. 22, 23, 24). Die Blätter 1 und 2 waren im Versuchsjahr 2000/2001 an allen Standorten bereits Anfang Oktober abgestorben, wobei am Standort Tolk auch die Blätter 3 und 4 Mitte Oktober kaum noch an den Pflanzen vorhanden waren. Dementsprechend konnten die stärksten Effekte der frühen Herbstbehandlungen, die zwischen dem 18.09.00 und 05.10.00 appliziert wurden, auf den

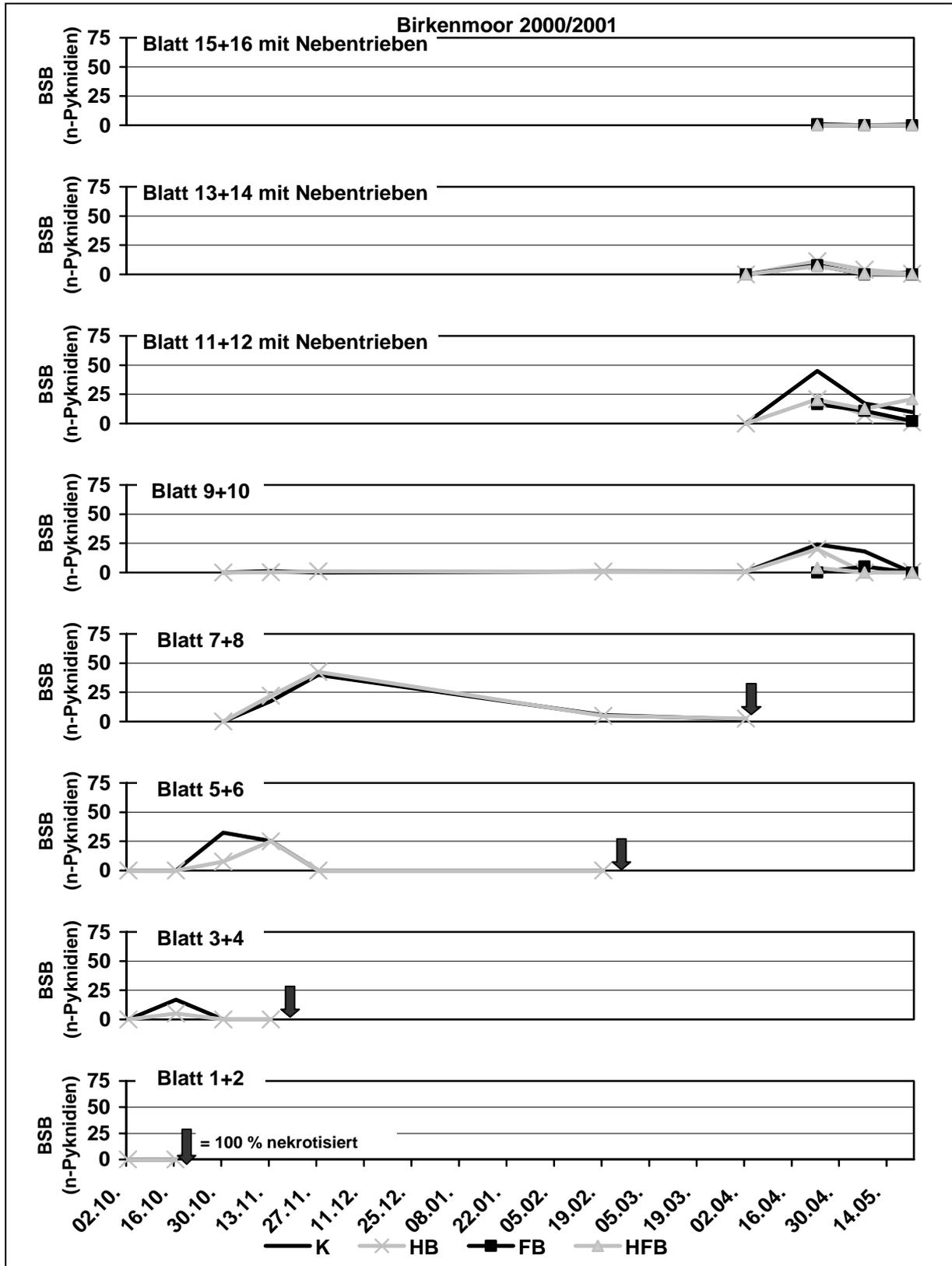


Abb. 22: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die vertikale Ausbreitung (Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) von *Phoma lingae*, Standort Birkenmoor, 2000-2001

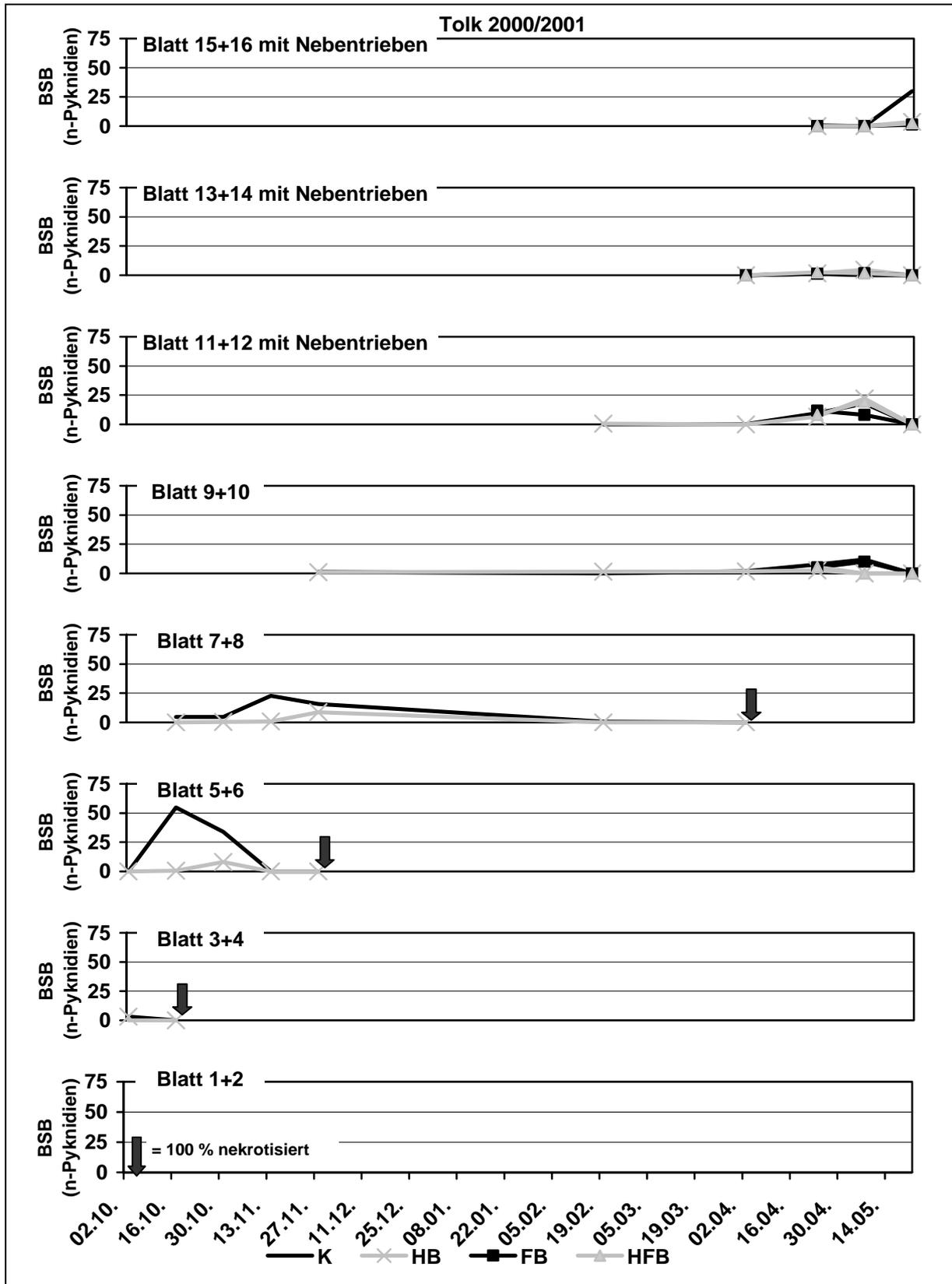


Abb. 23: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die vertikale Ausbreitung (Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) von *Phoma lingam*, Standort Tolk, 2000-2001

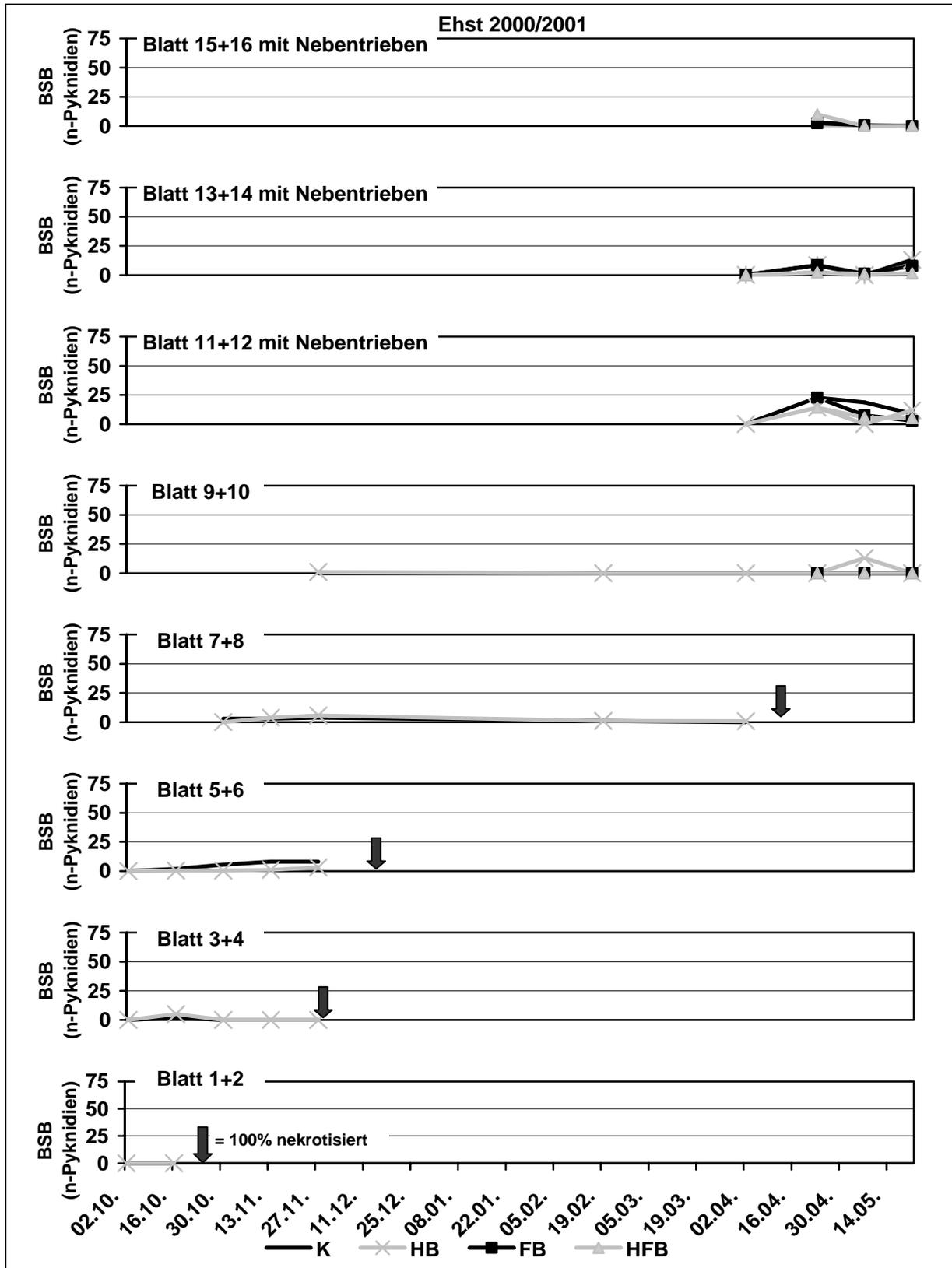


Abb. 24: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die vertikale Ausbreitung (Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) von *Phoma lingam*, Standort Ehst, 2000-2001

Blättern 5 und 6 festgestellt werden, wohingegen eine Wirkung auf die Blätter 7 und 8 nicht bonitiert werden konnte. Am Standort Ehst ergab die Bonitur nur einen sehr geringer Befallsdruck, der keine Differenzierung zwischen der Herbstbehandlung und der Kontrolle auf den einzelnen Blattetagen zuließ, wobei nachfolgend an allen Standorten über die Wintermonate eine weitere Ausbreitung des Erregers auf den einzelnen Blättern nicht gemessen werden konnte. Bis zur Frühjahrsbehandlung Mitte April waren die Blätter 7 und 8 ebenfalls vollständig nekrotisiert, so dass die reduzierenden Effekte der Frühjahrsbehandlung hauptsächlich, bei geringem Befallsdruck, auf den Blättern 9 – 12 zu messen waren.

Im Herbst 2001 konnten insbesondere auf den jungen Blättern (1-4) sehr hohe Pyknidienzahlen bonitiert werden, welche nach Herbstbehandlung in der Variante HB stark reduziert auftraten (Abb. 25, 26, 27), wobei auch in diesem Jahr der Befall an den Standorten Birkenmoor und Tolk auf höherem Niveau im Vergleich mit dem Standort Ehst festzustellen war. Auf den Blättern 7-12 ergab die Bonitur über die Wintermonate am Standort Birkenmoor eine starke, an den Standorten Tolk und Ehst eine moderate Zunahme der Pyknidienzahlen, welche bis zum Frühjahr wieder rückläufig waren. Die Erregerprogression mit steigenden Temperaturen auf den Blättern konnte in den Varianten, die eine Frühjahrsbehandlung beinhalten, insbesondere an den Standorten Tolk und Birkenmoor vermindert gemessen werden.

Der an allen Standorten sehr geringe Herbstbefall im Versuchsjahr 2002/2003 ließ nach der Herbstapplikation keine Unterschiede zwischen der Kontrolle und der behandelten Variante auf den unteren Blättern erkennen (Abb. 28, 29, 30). An den Standorten Tolk und Ehst konnte weder in den Wintermonaten noch im Frühjahr ein stärkerer Anstieg der Pyknidienzahlen auf den Blättern beobachtet werden, so dass insgesamt eine Beurteilung der Wirkung der Fungizidapplikationen auf die Ausbreitung von *Phoma lingam* auf den einzelnen Blattetagen nicht möglich war. Am Standort Birkenmoor kam es erneut über die Wintermonate zu einem Anstieg der Erregerausbreitung auf den Blättern 5-8, wobei ein starker Anstieg der Pyknidienzahlen auf den nachfolgenden Blättern 7-12 mit steigenden Temperaturen ab Anfang April einsetzte, welcher in den frühjahrsbehandelten Varianten (FB, HFB) vermindert bonitiert wurde.

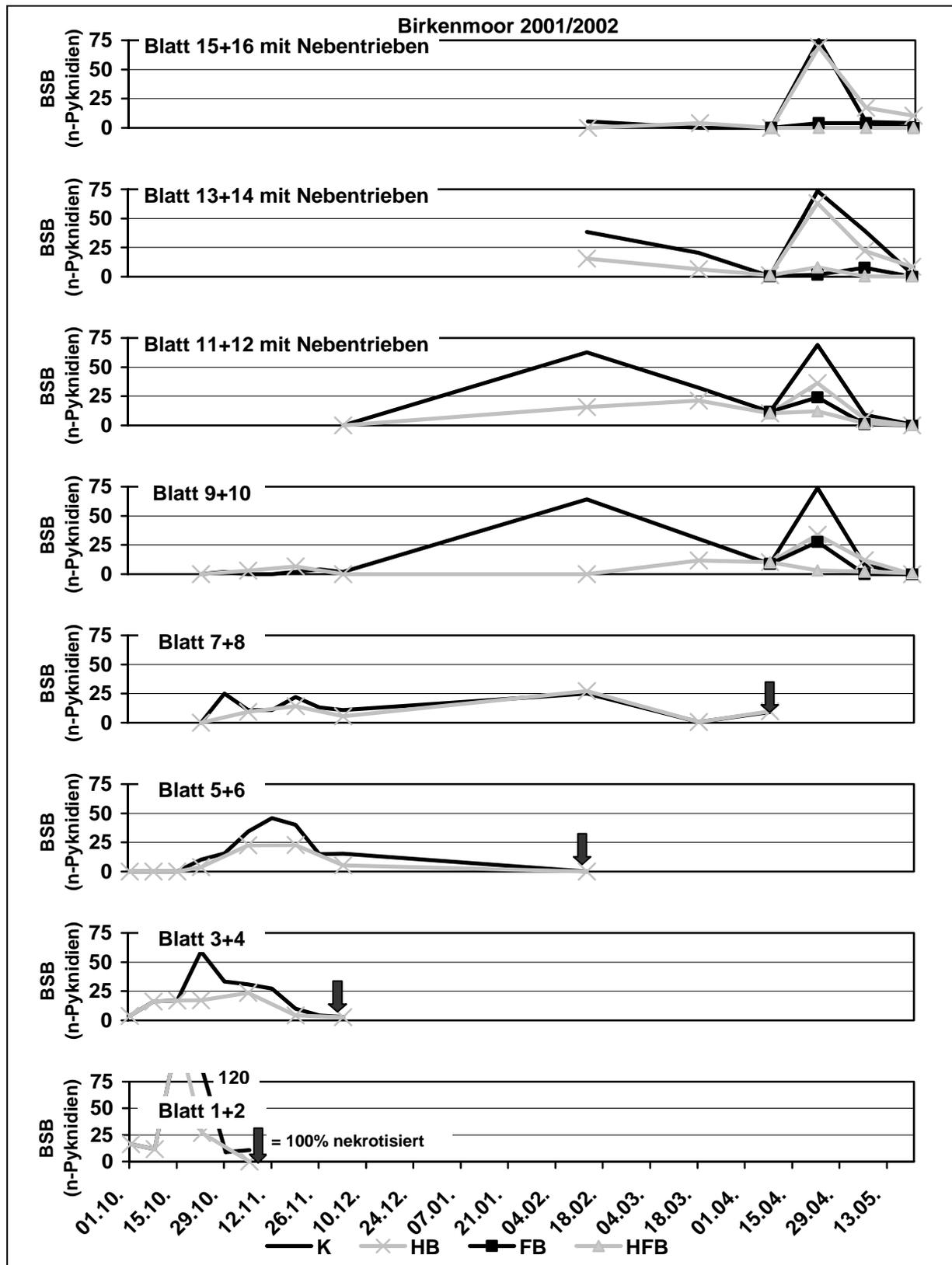


Abb. 25: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die vertikale Ausbreitung (Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) von *Phoma lingam*, Standort Birkenmoor, 2001-2002

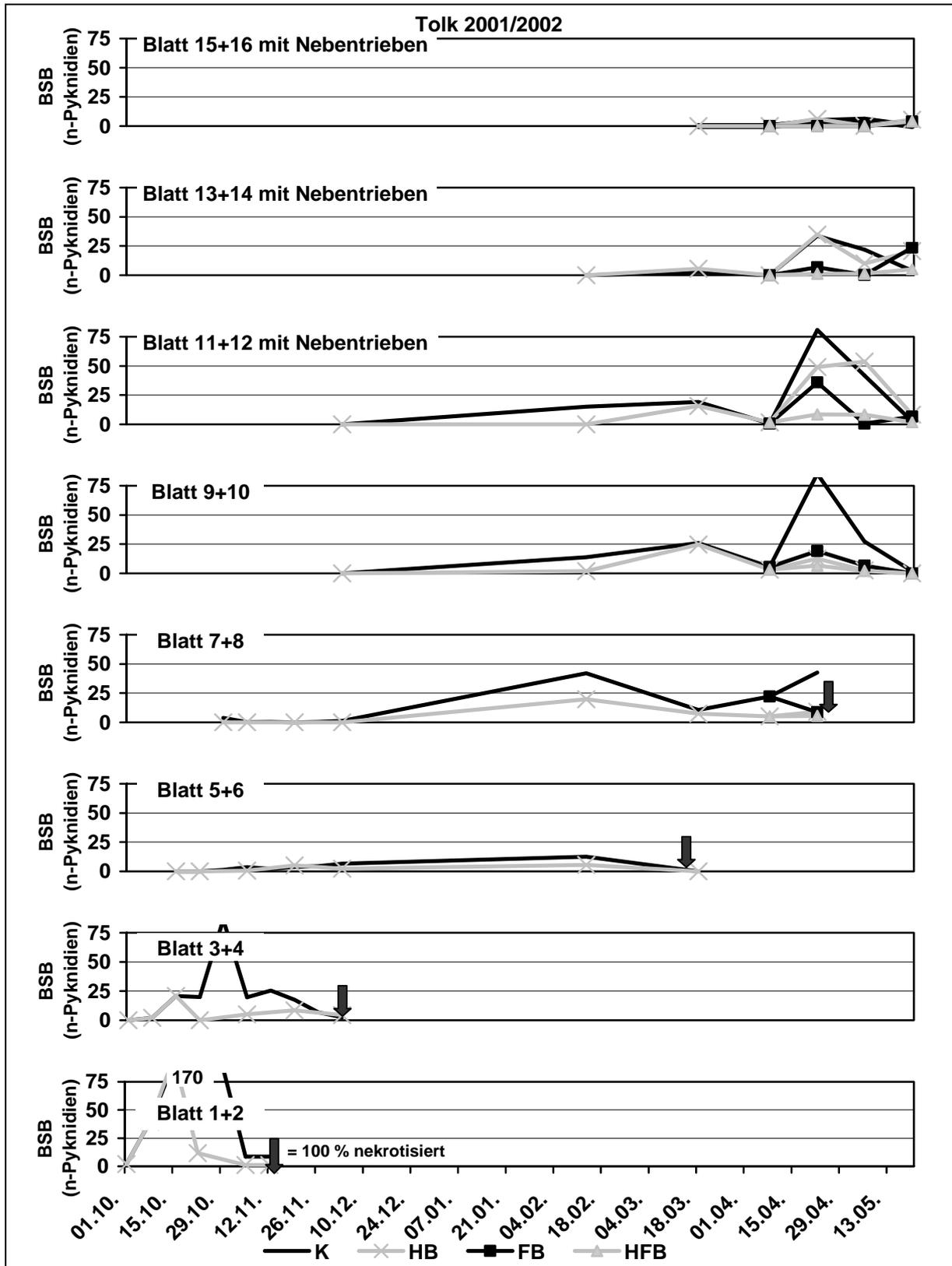


Abb. 26: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die vertikale Ausbreitung (Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) von *Phoma lingam*, Standort Tolk, 2001-2002

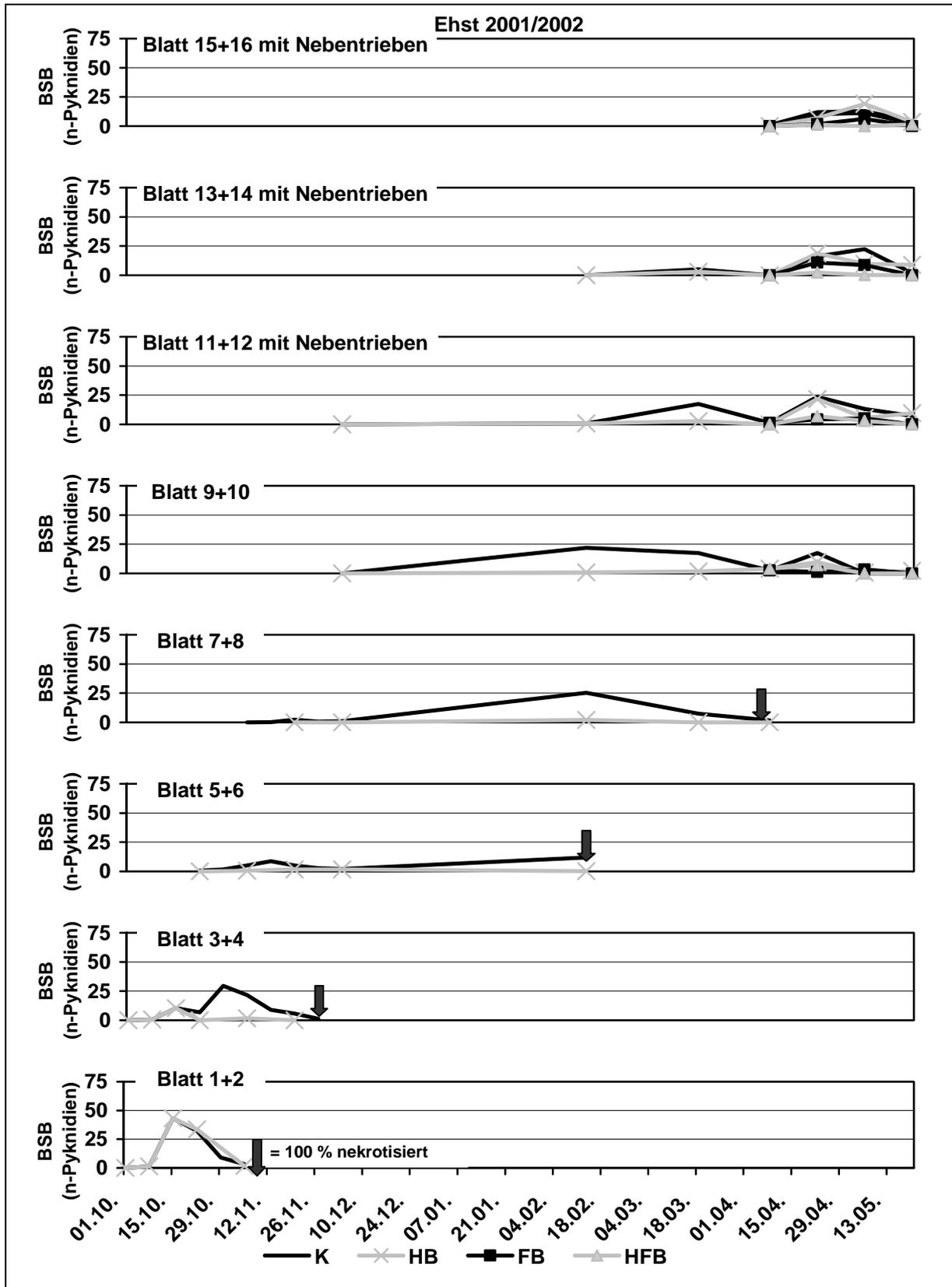


Abb. 27: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die vertikale Ausbreitung (Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) von *Phoma lingam*, Standort Ehst, 2001-2002

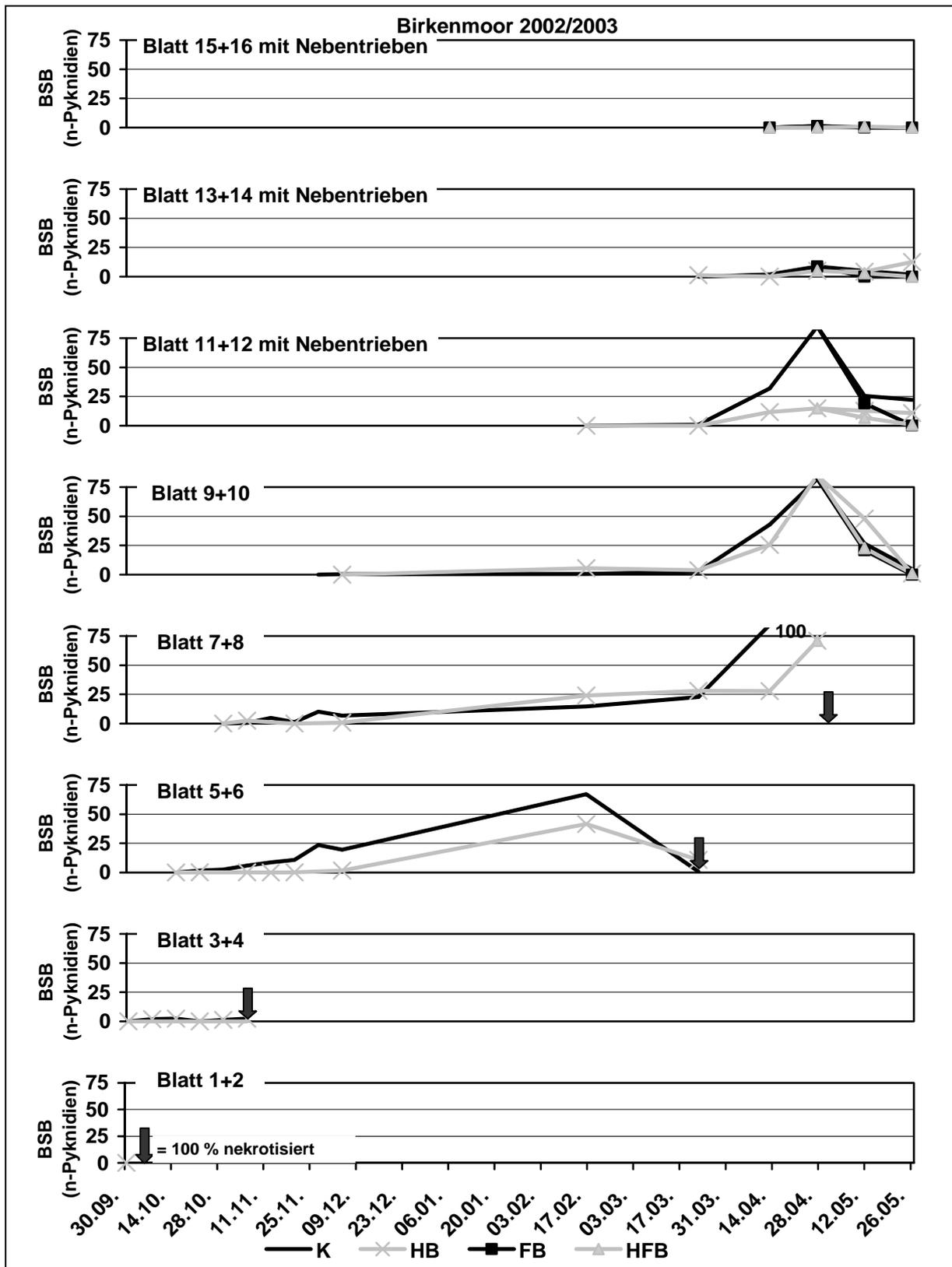


Abb. 28: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die vertikale Ausbreitung (Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) von *Phoma lingam*, Standort Birkenmoor, 2002-2003

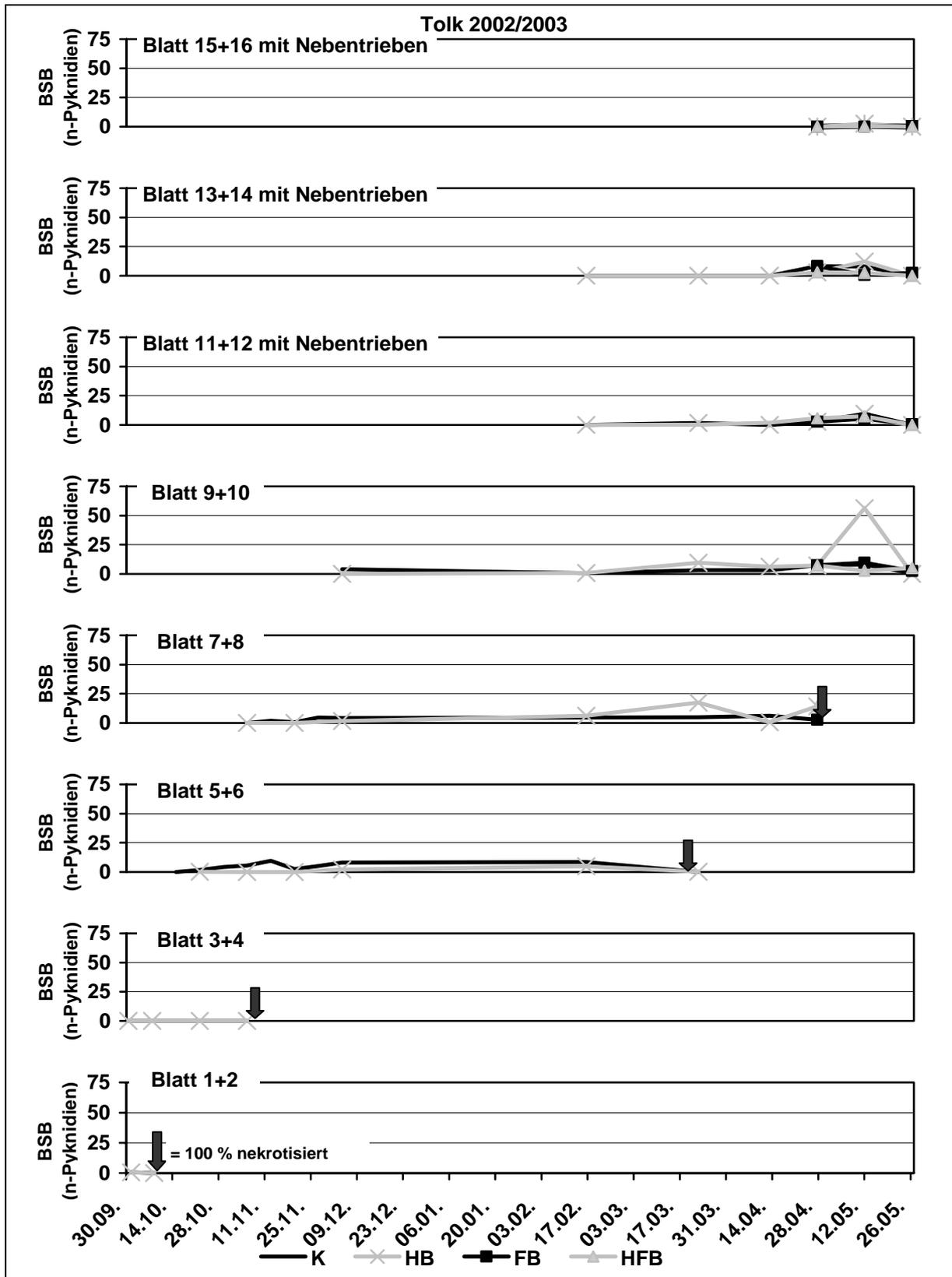


Abb. 29: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die vertikale Ausbreitung (Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) von *Phoma lingam*, Standort Tolk, 2002-2003

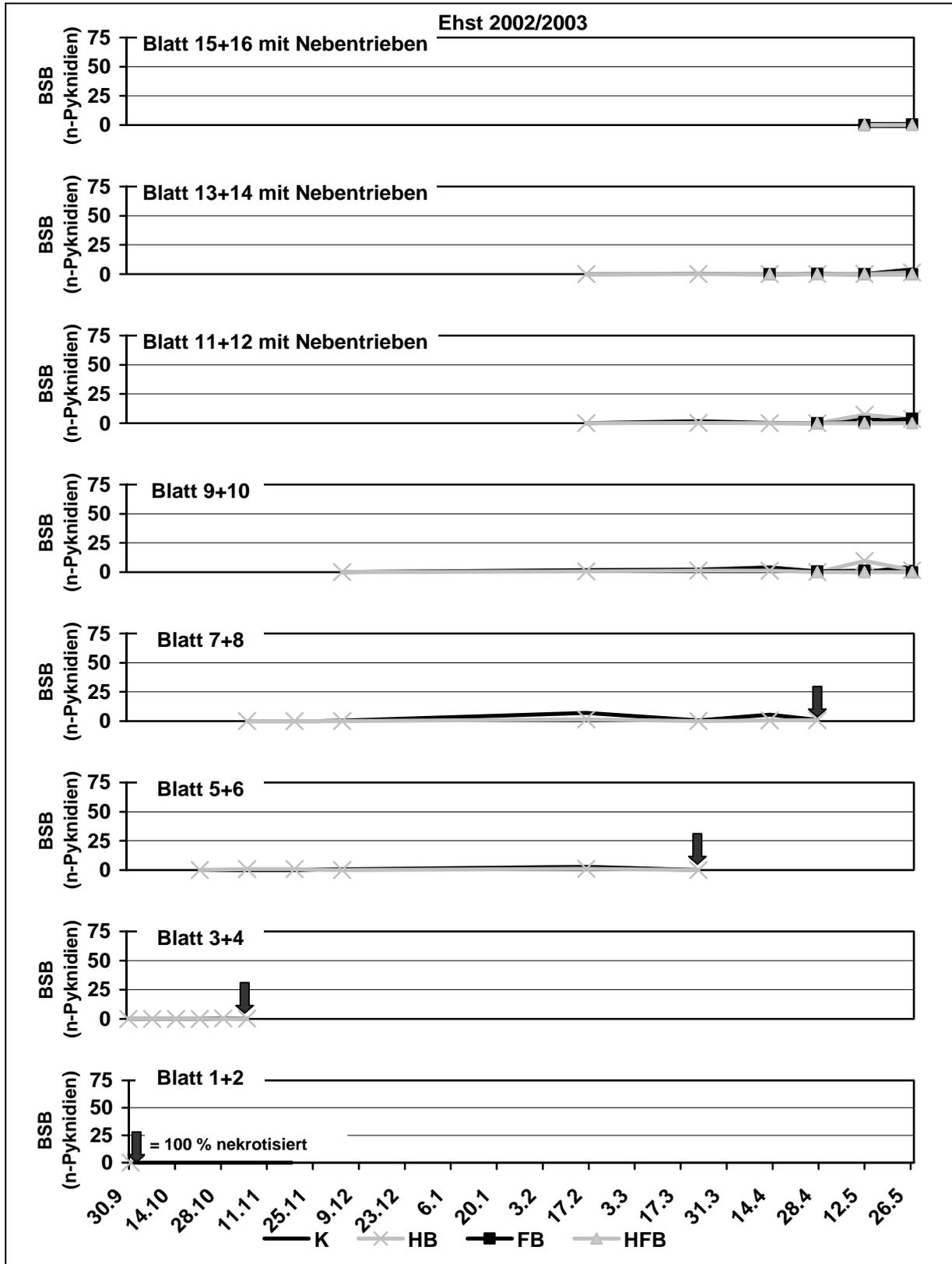


Abb. 30: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die vertikale Ausbreitung (Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien)) von *Phoma lingam*, Standort Ehst, 2002-2003

3.1.5 Auftreten von *Sclerotinia sclerotiorum*

3.1.5.1 Auftreten des *Sclerotinia sclerotiorum* Stängelbefalls in Abhängigkeit der Fungizidvariante

Der durch *Sclerotinia sclerotiorum* verursachte Stängelbefall trat nur im Versuchsjahr 2001 stärker auf, während der Erreger in den Versuchsjahren 2002 und 2003 fast ohne Bedeutung blieb (Tab. 46). Der maximale Befallsgrad in Höhe einer Häufigkeit befallener Stängel von 28% ist als gering anzusehen. Bezüglich der fungiziden Effekte der applizierten Versuchsvarianten wird insbesondere in dem Versuchsjahr 2001 ersichtlich, dass die Varianten mit Blütenbehandlung den als moderat einzustufenden Befallsgrad reduzieren.

Tab. 46: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) durch *Sclerotinia sclerotiorum* am Stängel, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

Standort Variante	Birkenmoor	Tolk	Ehst	Mittel über die Standorte
2001				
K	20,0	27,5	24,5	24,0
HB	3,5	4,0	9,0	5,5
FB	3,0	2,5	11,0	5,5
HFB	2,5	2,5	9,5	4,8
B	3,0	2,5	6,5	4,0
2002				
K	3,5	4,0	5,0	4,2
HB	2,0	1,0	2,0	1,7
FB	2,5	0,5	1,5	1,5
HFB	1,0	1,0	3,5	1,8
B	0,0	0,5	2,0	0,8
2003				
K	2,5	0,0	2,0	1,5
HB	0,0	0,0	0,0	0,0
FB	1,0	0,0	0,0	0,3
HFB	0,0	0,0	0,5	0,2
B	2,0	0,0	0,0	0,7
Mittel über die Jahre				
K	8,7	10,5	10,5	9,9
HB	1,8	1,7	3,7	2,4
FB	2,2	1,0	4,2	2,4
HFB	1,2	1,2	4,5	2,3
B	1,7	1,0	2,8	1,8

Im Mittel aller Standorte lag demnach im Versuchsjahr 2001 in der unbehandelten Kontrolle eine Befallshäufigkeit von 24,0 %, im Mittel der Fungizidvarianten von 5 % der Pflanzen vor.

In den sich anschließenden Versuchsjahren 2002 und 2003 lag in der Kontrolle ein unbedeutendes Befallsniveau (Befallshäufigkeit 5%) vor, welches durch fungizide Gegenmaßnahmen auf 1,5% reduziert wurde.

3.1.5.2 Epidemiologische Untersuchungen von *Sclerotinia sclerotiorum*

Der Apothecienaufwuchs sowie der Ascosporenflug des Erregers *Sclerotinia sclerotiorum* werden in Zusammenhang mit den Prognosemodellen dargestellt (s. Kapitel 3.3).

3.1.6 Auftreten von *Verticillium dahliae*

3.1.6.1 Auftreten von *Verticillium dahliae* in Anhängigkeit der Fungizidvariante

Die Bonitur des Krankheitserregers der Tracheomykose verdeutlicht im Versuchsjahr 2001 (Tab. 47), dass das Erscheinen der ersten charakteristischen Symptome des Erregers an allen Standorten ab Anfang Juli einsetzte. Im Verlauf der weiteren Abreife der Pflanze kommt es zu einer Ausbreitung der Symptome, welches an allen Standorten durch steigende Befallshäufigkeiten und Befallswerte dokumentiert wird. Bezüglich der Befallshäufigkeit konnte kein deutlicher Effekt der Fungizidmaßnahmen nachgewiesen werden.

Das erste Befallsauftreten war im Versuchsjahr 2002 ab Anfang Juli (Tab. 47) mit deutlich höheren Häufigkeitswerten der Kontrolle am Standort Birkenmoor vergleichend zu Ehst und Tolk messbar. Eine eindeutige Differenzierung von Effekten war aufgrund der variierenden Boniturwerte nicht gegeben. Das geringste Befallsniveau von *Verticillium dahliae* resultierte im dritten Versuchsjahr 2003. Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern waren nicht gegeben (Tab. 47).

Tab. 47: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) und den Befallswert (BW = Skala 1-9) von *Verticillium dahliae* am Stängel, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001

	Befallshäufigkeit im Bestand (%)			Befallswert (1-9)		
2001						
Variante	02.07.	16.07.	30.07.	02.07.	16.07.	30.07.
Birkenmoor						
K	2,5	17,5	29,0	1,1	1,4	1,5
HB	0,0	0,0	18,4	1,0	1,0	1,3
FB	0,0	12,5	20,2	1,0	1,4	1,4
HFB	2,5	2,5	15,0	1,0	1,1	1,3
Tolk						
K	0,0	15,0	21,2	1,0	1,5	1,4
HB	2,5	2,5	22,0	1,0	1,8	1,3
FB	2,5	7,5	27,5	1,0	1,1	1,5
HFB	0,0	2,5	14,2	1,0	1,1	1,3
Ehst						
K	0,0	22,5	16,6	1,0	1,4	1,3
HB	0,0	20,0	11,2	1,0	2,0	1,2
FB	0,0	2,5	8,3	1,0	1,1	1,1
HFB	2,5	10,0	6,4	1,1	1,7	1,1
2002						
Variante	01.07.	15.07.	22.07.	01.07.	15.07.	22.07.
Birkenmoor						
K	20,0	60,0	62,8	1,3	3,4	3,9
HB	2,5	45,0	38,0	1,1	2,2	2,4
FB	5,0	62,5	78,0	1,1	3,3	5,2
HFB	2,5	52,5	61,7	1,1	3,0	4,0
Tolk						
K	10,0	10,0	8,0	1,1	1,2	1,2
HB	5,0	10,0	29,0	1,1	1,2	1,9
FB	0,0	5,0	8,3	1,0	1,1	1,2
HFB	10,0	10,0	16,0	1,1	1,3	1,6
Ehst						
K	5,0	22,3	--	1,2	1,8	--
HB	5,0	22,0	--	1,2	1,7	--
FB	22,5	21,0	--	1,6	1,7	--
HFB	7,5	19,5	--	1,2	1,5	--
2003						
Variante	23.06.	07.07.	21.07.	23.06.	07.07.	21.07.
Birkenmoor						
K	0,0	17,5	12,5	1,0	1,3	1,5
HB	0,0	2,5	7,5	1,0	1,0	1,2
FB	0,0	2,5	15,0	1,0	1,0	1,9
HFB	0,0	5,0	17,5	1,0	1,1	1,6
Tolk						
K	0,0	7,5	0,0	1,0	1,1	1,0
HB	0,0	0,0	10,0	1,0	1,0	1,2
FB	0,0	0,0	7,5	1,0	1,0	1,1
HFB	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0
Ehst						
K	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0
HB	0,0	0,0	7,5	1,0	1,0	1,2
FB	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0
HFB	0,0	0,0	2,5	1,0	1,0	1,2

3.1.6.2 Auftreten von *Verticillium dahliae* in Anhängigkeit der Fruchtfolge

Um den Zusammenhang zwischen dem Auftreten des bodenbürtigen Erregers in Zusammenhang mit dem Winterraps-Fruchtfolgeanteil der letzten fünf Jahre zu erfassen, erfolgte eine Mittelwertbildung der Befallshäufigkeit und des Befallswertes über die Boniturtermine in der Kontrollvariante (Tab. 48). Bei der Berechnung über alle neun Einzelversuche konnte weder ein Zusammenhang zwischen dem Befallswert noch zwischen der Befallshäufigkeit im Bestand und dem Anteil der Winterrapskultur in der Fruchtfolge gemessen werden. Bei der Bildung der Mittelwerte über die einzelnen Versuchsjahre wird deutlich, dass am Standort Birkenmoor der Anbau von Winterraps in der engsten Fruchtfolge erfolgte und parallel dazu die stärkste Ausbreitung des Erregers bonitiert wurde. Die über die gemittelten Werte durchgeführte Korrelationsanalyse ergab einen statistisch abzusichernden Zusammenhang zwischen dem Fruchtfolgefaktor und dem Befallsauftreten des Erregers *Verticillium dahliae*.

Tab. 48: Zusammenhang zwischen dem *Verticillium dahliae*-Befallswert (BW = Skala 1-9) sowie der Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) und dem Winterraps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten fünf Jahre, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

Versuchsjahr	Standort	Raps-Fruchtfolgeanteil (%) der letzten 5 Jahre	BW (1-9) (gemittelt über die Boniturertermine)	BHB (%) (gemittelt über die Boniturertermine)
2000/2001	Birkenmoor	40,0	1,3	16,3
	Tolk	20,0	1,3	12,1
	Ehst	20,0	1,3	13,0
2001/2002	Birkenmoor	40,0	2,9	47,6
	Tolk	40,0	1,2	9,3
	Ehst	20,0	1,5	13,7
2002/2003	Birkenmoor	40,0	1,3	10,0
	Tolk	20,0	1,0	2,5
	Ehst	40,0	1,0	0,0
Korrelationskoeffizient (r)			0,24	0,24
Mittel über die Jahre 2001-2003				
2000-2003	Birkenmoor	40,0	1,83	24,63
	Tolk	26,7	1,17	7,97
	Ehst	26,7	1,27	8,90
Korrelationskoeffizient (r)			0,99	1,00*

3.1.5 Auftreten von *Peronospora parasitica*

3.1.5.1 Auftreten von *Peronospora parasitica* auf den Blättern in Abhängigkeit der Fungizidvariante

Die Häufigkeit sowie die Stärke des Auftretens des Erregers *Peronospora parasitica* in Abhängigkeit der Fungizidvariante wird in den Tabellen 49 und 50 dargestellt. Die epidemiologische Ausbreitung des Erregers im Versuchsjahr 2000/2001 war gekennzeichnet durch einen geringen Befall Anfang Oktober, der dann stark anstieg und eine Befallshäufigkeit von durchschnittlich 80 % im Mittel der Standorte ergab. Der Reduktion des Befallsgeschehens auf den Blättern über die Wintermonate folgte, induziert durch einhergehend ansteigende Temperaturwerte, eine zunehmende Erregerausbreitung bis zum Ende des Boniturzeitraums (04.06.01), wobei am den Standorten Tolk und Ehst 100 % der Pflanzen einen Befall bei einer durchschnittlich befallenen Blattfläche von 1,8 % Befallstärke aufwiesen. Am Standort Birkenmoor konnte am letzten Boniturtermin ein qualitativer Befall von 87,5 % (BHB) der Pflanzen bei einer durchschnittlichen Befallstärke von 1,6 % der Blattfläche nachgewiesen werden. Ein Einfluss der Fungizidvarianten auf die Befallshäufigkeit und –stärke war über die Standorte nicht feststellbar.

Das Versuchsjahr 2001/2002 (Tab. 49, 50) war vergleichend zum Vorjahr durch eine deutlich geringere Erregerprogression in den Herbstmonaten gekennzeichnet. An den Standorten Tolk und Ehst setzte in den Wintermonaten eine Befallsausbreitung von *Peronospora parasitica* ein, die am 18.03.02 eine Häufigkeit des Befalls in Höhe von annähernd 80 % erreichte, wohingegen der Befallsgrad auf niedrigerem Niveau vorlag. Am Standort Birkenmoor war eine deutlich geringere Erregerausbreitung in den Herbst- und Wintermonaten festzustellen. Wie an den übrigen Standorten ging mit steigender Temperatur eine Zunahme der Erregerausbreitung einher, die am 20.05.02 durch höchste Befallswerte (Ehst: 87,5 % BHB, 1,6 % BSB; Tolk: 95 % bzw. 2,7 %; Birkenmoor: 55 % bzw. 1,1 %) gekennzeichnet war. Auch in diesem Versuchsjahr waren keine fungizidinduzierte Befallsdifferenzierungen feststellbar. 2002/2003 (Tab. 49, 50) war an allen Standorten in den Herbst- wie auch Wintermonaten durch die geringste Ausbreitung durch *Peronospora parasitica* geprägt. Eine ausreichende fungizide Kontrolle war bezogen auf die Dynamik der Epidemie über die Vegetationsperiode nicht erkennbar.

Tab. 49: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Peronospora parasitica* auf den Blattorganen, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

2000/2001												
Variante	02.10.	16.10.	30.10.	13.11.	27.11.	19.02.	02.04.	23.04.	07.05.	21.05.	04.06.	
Birkenmoor												
K	0,0	75,0	82,5	67,5	35,0	20,0	72,5	55,0	72,5	85,0	87,5	
HB	0,0	80,0	82,5	70,0	32,5	17,5	52,5	67,5	77,5	92,5	87,5	
FB								75,0	77,5	95,0	87,5	
HFB								82,5	72,5	80,0	70,0	
Tolk												
K	97,5	85,0	87,5	70,0	35,0	10,0	42,5	67,5	82,5	90,0	100,0	
HB	87,5	67,5	87,5	77,5	55,0	7,5	62,5	75,0	90,0	97,5	97,5	
FB								70,0	75,0	92,5	72,5	
HFB								77,5	80,0	90,0	97,5	
Ehst												
K	0,0	92,5	92,5	82,5	95,0	25,0	35,0	60,0	87,5	92,5	100,0	
HB	0,0	95,0	97,5	75,0	87,5	17,5	60,0	80,0	97,5	85,0	100,0	
FB									92,5	87,5	100,0	
HFB									95,0	97,5	100,0	
2001/2002												
Variante	22.10.	05.11.	19.11.	03.12.	13.02.	18.03.	08.04.	22.04.	06.05.	20.05.	03.06.	17.06.
Birkenmoor												
K	0,0	5,0	2,5	25,0	10,0	10,0	45,0	77,5	55,0	55,0	62,2	52,5
HB	0,0	0,0	10,0	30,0	7,5	7,5	35,0	65,0	50,0	55,0	68,3	50,0
FB								52,0	67,5	50,0	52,5	60,0
HFB								52,5	52,5	47,5	65,0	33,6
Tolk												
K	0,0	7,5	10,0	45,0	57,5	77,5	32,5	60,0	65,0	95,0	75,0	82,0
HB	0,0	2,5	5,0	32,5	62,5	75,0	67,5	50,0	87,5	95,0	97,5	85,0
FB								87,5	72,5	95,0	82,5	78,5
HFB								55,0	73,9	92,5	92,5	86,5
Ehst												
K	0,0	15,0	35,0	65,0	75,0	90,0	35,0	55,0	92,3	87,5	57,5	55,0
HB	0,0	7,5	40,0	55,0	72,5	87,5	22,5	90,0	97,5	92,5	91,9	47,5
FB								67,5	75,0	97,3	70,0	40,0
HFB								77,5	82,5	92,5	92,5	50,0
2002/2003												
Variante	07.10.	21.10.	04.11.	18.11.	02.12.	17.02.	31.03.	14.04.	28.04.	12.05.	26.05.	09.06.
Birkenmoor												
K	20,0	20,0	0,0	0,0	22,5	5,0	5,0	27,5	17,5	62,5	80,0	42,5
HB	32,5	10,0	7,5	7,5	20,0	0,0	5,0	32,5	15,0	72,5	75,0	62,5
FB									25,0	62,5	72,5	47,5
HFB									47,5	67,5	77,5	40,8
Tolk												
K	45,0	15,0	10,0	10,0	10,0	0,0	2,5	27,5	55,0	100,0	97,5	100,0
HB	25,0	25,0	7,5	12,5	20,0	0,0	17,5	32,5	67,5	95,0	95,0	100,0
FB									67,5	100,0	97,5	82,5
HFB									92,5	100,0	100,0	97,5
Ehst												
K	50,0	5,0	12,5	7,5	10,0	0,0	0,0	5,0	7,5	92,5	100,0	52,5
HB	32,5	12,5	15,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	97,5	82,5	50,0
FB										94,7	97,5	60,0
HFB										97,5	95,0	55,0

Tab. 50: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Befallsstärke (BSB = prozentuale Blattfläche) von *Pero-nospora parasitica* auf den Blattorganen, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

2000/2001												
Variante	02.10.	16.10.	30.10.	13.11.	27.11.	19.02.	02.04.	23.04.	07.05.	21.05.	04.06.	
Birkenmoor												
K	0,0	0,3	0,4	0,4	0,2	0,1	1,1	0,5	0,6	1,3	1,6	
HB	0,0	0,4	0,4	0,4	0,3	0,1	0,8	0,6	0,9	1,5	1,7	
FB								0,6	0,7	1,1	1,4	
HFB								0,8	0,6	1,2	1,1	
Tolk												
K	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,4	0,7	0,7	0,9	1,8	
HB	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,0	0,7	0,5	0,9	1,2	1,7	
FB								0,6	0,9	0,9	1,2	
HFB								0,7	0,6	0,9	1,6	
Ehst												
K	0,0	0,5	0,4	0,4	0,8	0,1	0,2	0,6	0,7	1,4	1,8	
HB	0,0	0,4	0,5	0,3	0,7	0,1	0,6	1,0	0,7	0,9	1,8	
FB								0,6	1,0	0,8	1,8	
HFB								1,0	0,8	0,9	1,5	
2001/2002												
Variante	22.10.	05.11.	19.11.	03.12.	13.02.	18.03.	08.04.	22.04.	06.05.	20.05.	03.06.	17.06.
Birkenmoor												
K	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,7	0,4	1,1	0,7	1,0
HB	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	0,8	0,3	0,4	0,9	0,7
FB								0,6	0,4	0,8	1,3	0,8
HFB								0,4	0,6	0,5	0,9	0,5
Tolk												
K	0,0	0,2	0,1	0,2	1,8	0,7	0,2	0,4	0,4	2,7	1,7	1,6
HB	0,0	0,1	0,0	0,4	0,6	0,4	0,6	0,3	0,9	2,8	1,3	1,5
FB								1,2	0,5	2,1	2,1	1,9
HFB								0,3	0,5	1,2	1,6	1,9
Ehst												
K	0,0	0,1	0,2	0,5	0,6	0,5	0,1	0,3	1,2	1,6	1,4	1,5
HB	0,0	0,1	0,3	0,3	0,8	0,6	0,6	0,6	1,3	2,2	1,6	0,7
FB								0,4	0,9	3,1	2,7	0,8
HFB								0,8	1,8	1,5	3,5	1,7
2002/2003												
Variante	07.10.	21.10.	04.11.	18.11.	02.12.	17.02.	31.03.	14.04.	28.04.	12.05.	26.05.	09.06.
Birkenmoor												
K	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	1,0	0,7	1,2	0,7
HB	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,5	0,2	0,1	0,7	1,0	1,2
FB									0,2	0,9	1,2	0,6
HFB									0,5	0,6	2,5	0,3
Tolk												
K	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,7	10,7	8,8	5,9
HB	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,4	0,8	8,0	5,5	3,3
FB									1,2	11,3	4,8	5,4
HFB									2,1	10,9	4,8	3,4
Ehst												
K	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	3,3	8,7	3,1
HB	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,9	5,6	2,1
FB										2,2	4,2	2,4
HFB										4,4	5,4	1,8

Erst im Frühjahr setzte durch ansteigende Temperaturen induziert eine stärkere Infektion der Pflanzen ein, die insbesondere an den Standorten Tolk und Ehst in den Monaten Mai und Juni eine 100 %-ige Durchseuchung des Blattapparates erreichte und mit Befallsstärkewerten in Tolk in Höhe von > 10 % der Blattfläche zu einer ausgeprägten *Peronospora*-Epidemie führte.

Das über die drei Versuchsjahre gemittelte epidemiologische Ausbreitungsmuster von *Peronospora parasitica* in der Kontrollvariante (Abb. 31) verdeutlicht, dass der Blatterreger bereits im Herbst standortspezifisch variierende Primärinfektionen setzt, die als Ausgangsinokulum dienen und insbesondere in den Monaten April und Mai unter begünstigenden Temperaturbedingungen zu mitunter hohen Befallsgraden führt.

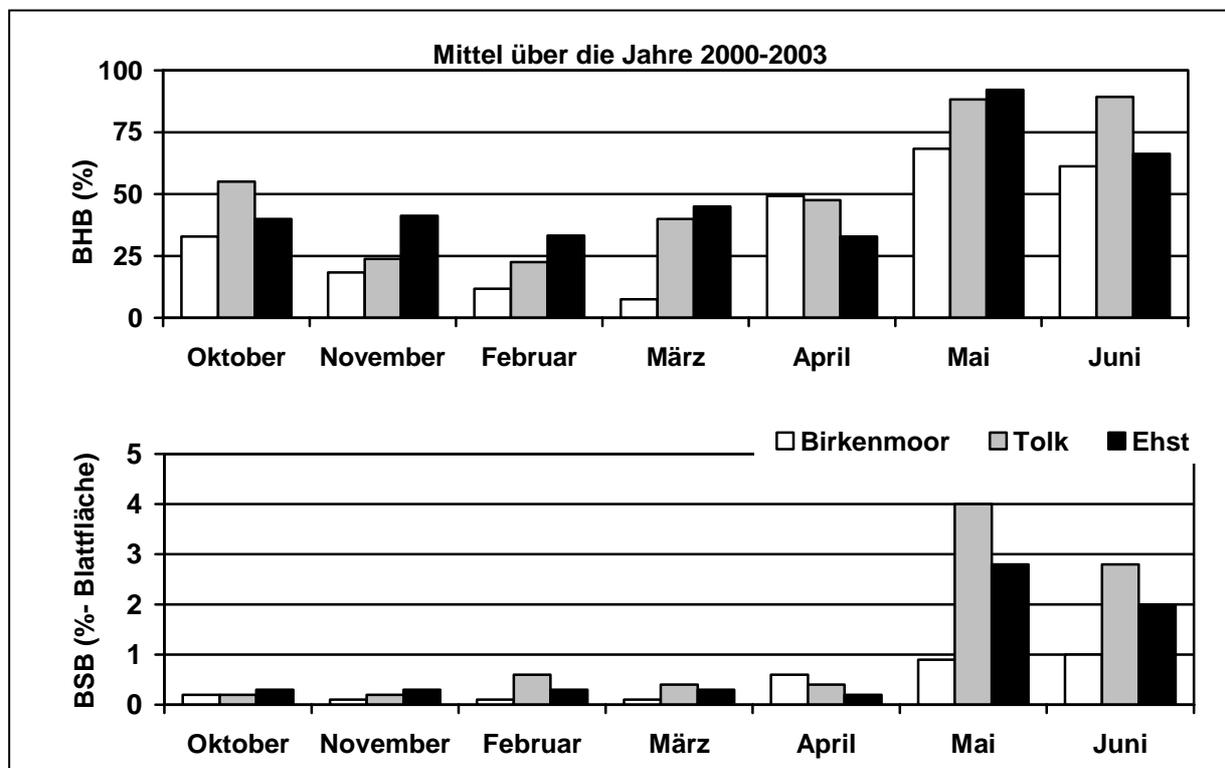


Abb. 31: Epidemiologische Ausbreitung des Erregers *Peronospora parasitica* in der Kontrollvariante (Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen), Befallsstärke (BSB = prozentuale Blattfläche)), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, Mittel der Versuchsjahre 2000-2003

3.1.5.2 Auftreten von *Peronospora parasitica* auf den Blättern in Abhängigkeit von Niederschlag und Temperatur

Als Berechnungsgrundlage zur Bestimmung der Zusammenhänge zwischen Witterung und dem Auftreten des Erregers wurden die Niederschlagssumme und die durchschnittliche Tem-

peratur sowie die durchschnittlichen Befallshäufigkeiten und Befallsstärken eines Versuchsmonats herangezogen, wobei diese Werte für die jeweiligen Vegetationsperioden in den Tabellen 51, 52 und 53 dargestellt sind. Die statistische Analyse der Parameter erfolgte sowohl in Bezug auf die Einzeljahre wie auch über alle drei Vegetationsperioden (Tab. 54), wobei die Berechnungen einen deutlich stärkeren Einfluss der Temperatur auf die Erregerausbreitung im Vergleich mit dem Niederschlag ergaben. So konnten im Versuchsjahr 2000/2001 höchst signifikante Zusammenhänge am Standort Tolk und hoch signifikante Beziehungen am Standort Birkenmoor und Ehst zwischen der Temperatur und der Erregerausbreitung ermittelt werden, wohingegen bezüglich der Niederschläge nur sehr geringe, statistisch nicht abzusichernde Korrelationskoeffizienten berechnet wurden.

Tab. 51: Niederschlagssumme (mm), Durchschnittstemperatur (°C), durchschnittliche Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) und Befallsstärke (BSB = prozentuale Blattfläche) des Erregers *Peronospora parsitica* in Abhängigkeit des Versuchsmonats, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000/2001

Birkenmoor					
Versuchsjahr	Versuchsmonat	Niederschlags- summe (mm)	Durchschnitts- temperatur (°C)	durchschnittliche	
				BHB (%)	BSB (%)
2000/2001	Oktober	63,0	10,7	52,5	0,2
	November	35,2	6,6	51,3	0,3
	Februar	32,3	1,2	20,0	0,1
	März	37,0	1,8	--	--
	April	45,2	6,1	63,8	0,8
	Mai	46,7	11,6	78,8	1,0
	Juni	58,9	13,1	87,5	1,6
Tolk					
2000/2001	Oktober	85,2	10,6	90,0	0,4
	November	38,4	6,6	52,5	0,3
	Februar	23,6	1,6	10,0	0,1
	März	34,5	2,1	--	--
	April	50,2	6,4	55,0	0,6
	Mai	21,2	12	86,3	0,8
	Juni	54,0	13,1	100,0	1,8
Ehst					
2000/2001	Oktober	63,9	11,4	61,7	0,3
	November	40,2	7,2	88,8	0,6
	Februar	40,7	1,3	25,0	0,1
	März	24,9	1,9	--	--
	April	41,0	6,7	47,5	0,4
	Mai	18,2	12,0	90,0	1,1
	Juni	53,3	13,2	100,0	1,8

Tab. 52: Niederschlagssumme (mm), Durchschnittstemperatur (°C), durchschnittliche Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) und Befallsstärke (BSB = prozentuale Blattfläche) des Erregers *Peronospora parasitica* in Abhängigkeit des Versuchsmonats, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001/2002

Birkenmoor					
Versuchsjahr	Versuchsmonat	Niederschlags- summe (mm)	Durchschnitts- temperatur (°C)	durchschnittliche BHB (%)	BSB (%)
2001/2002	Oktober	44,7	12,1	0,0	0,0
	November	59,4	4,9	3,8	0,1
	Februar	92,5	4,8	10,0	0,0
	März	19,3	4,7	10,0	0,0
	April	51,5	7,4	61,3	0,5
	Mai	42,6	12,3	55,0	0,8
	Juni	77,7	15,5	57,4	0,9
Tolk					
2001/2002	Oktober	42,7	12,4	0,0	0,0
	November	85,4	5,1	8,8	0,2
	Februar	158,4	4,9	57,5	1,8
	März	41,5	4,7	77,5	0,7
	April	48,9	7,4	46,3	0,3
	Mai	49,2	12,6	80,0	1,6
	Juni	92,8	15,7	78,5	1,7
Ehst					
2001/2002	Oktober	52,5	13,0	0,0	0,0
	November	66,1	6,8	25,0	0,2
	Februar	100,6	5,4	75,0	0,6
	März	29,5	5,4	90,0	0,5
	April	36,9	8,1	45,0	0,2
	Mai	32,9	13,4	89,9	1,4
	Juni	58,3	16,4	56,3	1,5

Tab. 53: Niederschlagssumme (mm), Durchschnittstemperatur (°C), durchschnittliche Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) und Befallsstärke (BSB = prozentuale Blattfläche) des Erregers *Peronospora parasitica* in Abhängigkeit des Versuchsmonats, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2002/2003

Birkenmoor					
Versuchsjahr	Versuchsmonat	Niederschlags- summe (mm)	Durchschnitts- temperatur (°C)	durchschnittliche BHB (%)	BSB (%)
2002/2003	Oktober	123,3	6,3	20	0,1
	November	77,4	3,0	0,0	0,0
	Februar	7,4	-1,1	5,0	0,1
	März	21,8	4,3	5,0	0,1
	April	44,9	7,1	22,5	0,6
	Mai	79,9	12,2	71,3	1,0
	Juni	40,9	16,3	42,5	0,7
Tolk					
2002/2003	Oktober	122,7	7,7	30,0	0,1
	November	85,6	4,9	10,0	0,1
	Februar	7,3	-0,8	0,0	0,0
	März	22,6	4,6	2,5	0,0
	April	56,7	4,6	41,3	0,5
	Mai	76,2	12,2	98,8	9,8
	Juni	83,3	16,5	100,0	5,9
Ehst					
2002/2003	Oktober	137,4	7,8	27,5	0,3
	November	64,9	4,5	10,0	0,1
	Februar	10,2	-0,9	0,0	0,1
	März	24,7	4,3	0,0	0,0
	April	55,3	8,0	6,3	0,1
	Mai	87,0	12,0	96,3	6,0
	Juni	50,8	16,4	52,5	3,1

In der darauf folgenden Vegetationsperiode konnte ein Effekt der Witterungsparameter nicht erfasst werden, im Gegensatz zum Versuchsjahr 2002/2003, in welchem erneut ein signifikanter Einfluss des Witterungsparameters Temperatur auf die Erregerausbreitung an den Standorten Birkenmoor und Tolk deutlich wurde.

Die Berechnungen über alle Versuchsjahre ergaben keine Zusammenhänge zwischen dem Niederschlag und den beiden Boniturparametern, wohingegen die Temperatur an allen Standorten einen signifikanten bzw. hoch signifikanten Einfluss auf die Erregerausbreitung hatte (Tab. 54).

Tab. 54: Zusammenhang zwischen der Niederschlagssumme (mm) bzw. Durchschnittstemperatur (°C) und der durchschnittliche Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) bzw. der Befallsstärke (BSB = prozentuale Blattfläche) von *Peronospora parasitica*, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

	Birkenmoor	Tolk	Ehst
Korrelation (r) zwischen der Niederschlagssumme und der BHB (%)			
2000/2001	0,60	0,51	-0,12
2001/2002	0,09	0,08	-0,14
2002/2003	0,27	0,44	0,44
Korrelation (r) zwischen der Niederschlagssumme und der BSB (%)			
2000/2001	0,45	0,15	-0,10
2001/2002	0,14	0,58	-0,09
2002/2003	0,04	0,24	0,24
Korrelation (r) zwischen der Durchschnittstemperatur und der BHB (%)			
2000/2001	0,88 **	0,99 ***	0,81 **
2001/2002	0,53	0,16	-0,20
2002/2003	0,81 *	0,91 **	0,74 *
Korrelation (r) zwischen der Durchschnittstemperatur und der BSB (%)			
2000/2001	0,69	0,75 *	0,74 *
2001/2002	0,73	0,27	0,58
2002/2003	0,80 *	0,77 *	0,69
Berechnung über alle Jahre			
Korrelation (r) zwischen der Niederschlagssumme und der BHB (%)			
2000 - 2003	0,11	0,21	0,02
Korrelation (r) zwischen der Niederschlagssumme und der BSB (%)			
2000 - 2003	0,07	0,24	0,20
Korrelation (r) zwischen der Durchschnittstemperatur und der BHB (%)			
2000 - 2003	0,63 **	0,70 **	0,45 *
Korrelation (r) zwischen der Durchschnittstemperatur und der BSB (%)			
2000 - 2003	0,67 **	0,51 *	0,53 *

3.1.6 Auftreten pilzlicher Rapspathogene mit geringer Bedeutung

In den drei Versuchsjahren konnten das Auftreten der Erreger *Alternaria brassicae*, *Botrytis cinerea*, *Cylindrosporium concentricum*, *Plasmodiophora brassicae* und *Pseudocercospora capsellae* bonitiert werden, wobei die Erregerausbreitung so gering war, dass auf eine weitere Darstellung verzichtet werden kann.

3.1.7 Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf die Pflanzenmorphogenese

3.1.7.1 Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf das Sprosslängenwachstum

Im Zeitraum Oktober bis Dezember sowie von April bis zum Ende der Pflanzenstreckung (Anfang Juni) wurde eine Vermessung des Pflanzenhabitus in Abhängigkeit der Fungizidvariante durchgeführt. Nach einer Herbstbehandlung mit 0,5 l/ha Folicur (Tab. 55) konnte an allen Standorten und in allen Versuchsjahren eine Reduktion der Sprossachsenlänge festgestellt werden, wobei Einkürzungseffekte von bis zu 1,5 cm (27.11.00) bzw. 25%, vergleichend zur unbehandelten Kontrolle, an den Standorten Tolk und Ehst nachgewiesen wurden.

Tab. 55: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Sprosslänge (cm) im Zeitraum Oktober-Dezember, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2002

2000					
Standort	Variante	16.10.	30.10.	13.11.	27.11.
Birkenmoor	K	2,2	3,8	--	4,7
	HB	2,0	3,0	--	3,5
Tolk	K	4,1	4,7	--	6,4
	HB	3,3	4,0	--	4,9
Ehst	K	3,7	4,5	--	5,8
	HB	3,0	3,7	--	4,3
2001					
Standort	Variante	22.10.	05.11.	19.11.	03.12.
Birkenmoor	K	3,4	3,2	3,3	3,3
	HB	3,5	3,1	2,9	3,4
Tolk	K	3,1	2,3	2,9	2,9
	HB	2,8	2,4	2,6	2,7
Ehst	K	2,7	3,4	3,6	4,3
	HB	3,1	2,8	2,7	3,9
2002					
Standort	Variante	07.10.	21.10.	04.11.	18.11.
Birkenmoor	K	2,3	2,7	3,0	2,7
	HB	2,4	2,3	2,7	2,3
Tolk	K	4,2	4,7	4,5	4,2
	HB	3,9	4,2	3,3	3,7
Ehst	K	3,3	2,9	3,5	3,4
	HB	2,8	2,4	2,9	2,9

Die über die Standorte gemittelten Werte veranschaulichen in allen Versuchsjahren (2000-2002) die wachstumsregulierenden Effekte der Herbstapplikation mittels Folicur (Abb. 32).

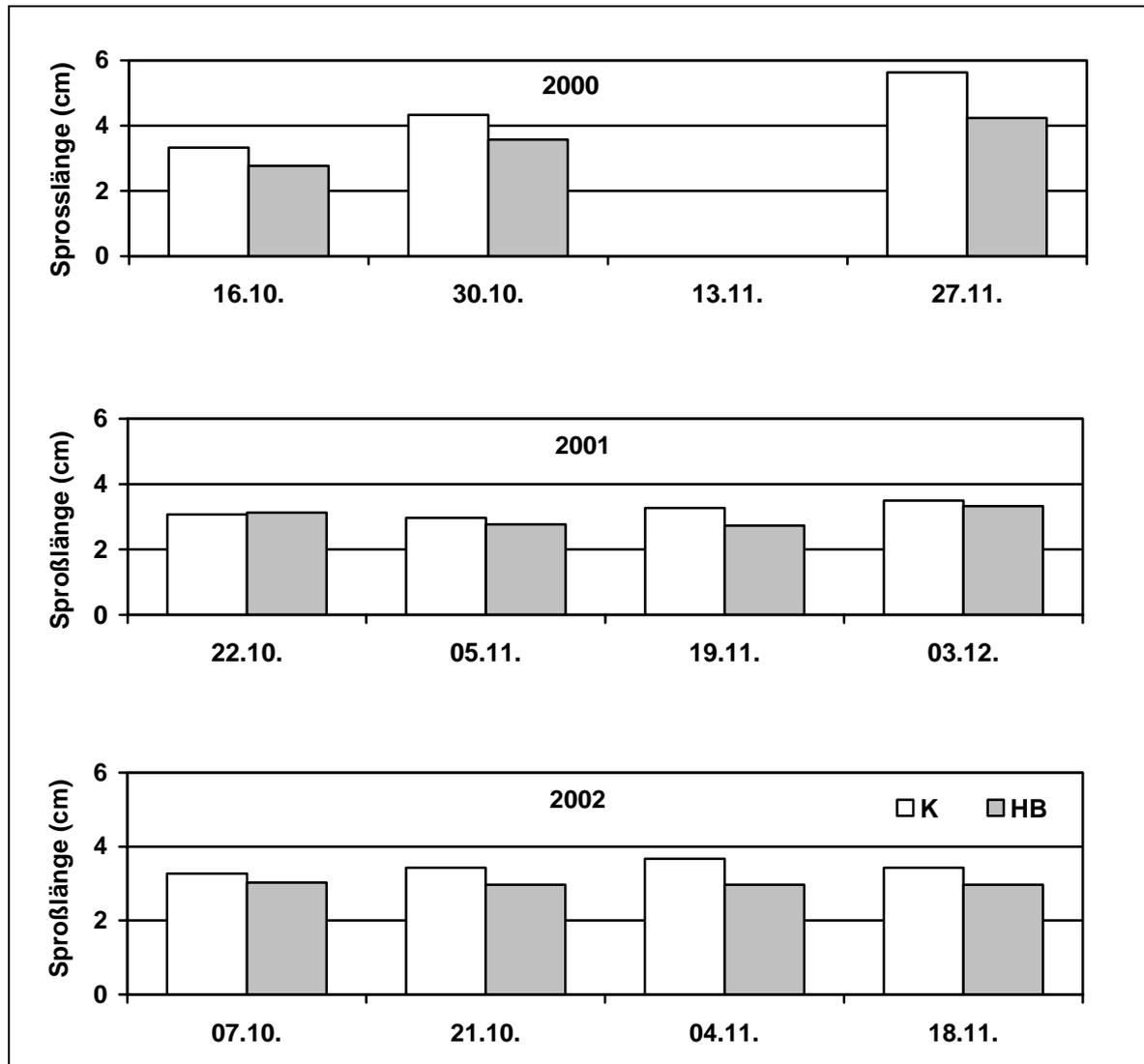


Abb. 32: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Sprosslänge (cm) im Zeitraum Oktober-Dezember, Mittel über die Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2002.

Die Bonitur im Zeitraum der Pflanzenstreckung (April bis Juni) führte zu Sprossachsenstauungen, insbesondere nach Frühjahrsbehandlung (Tab. 56). Die Kombination aus Herbst- und Frühjahrsbehandlung zog die stärksten Einkürzungen von bis zu 15 cm (03.06.02, Birkenmoor), vergleichend zur unbehandelten Kontrolle, nach sich.

Tab. 56: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Sprosslänge (cm) im Zeitraum April bis Juni, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

2001					
Standort	Variante	02.04.	07.05.	21.05.	04.06.
Birkenmoor	K	9,0	83,2	140,4	146,7
	HB	7,8	78,7	142,9	145,3
	FB	9,0	76,8	135,4	137,0
	HFB	7,8	83,7	135,3	134,9
Tolk	K	11,8	100,2	157,3	157,2
	HB	11,1	96,7	150,0	156,4
	FB	11,8	99,3	149,2	145,7
	HFB	11,1	101,2	150,0	149,4
Ehst	K	7,3	87,8	127,4	128,9
	HB	6,9	78,6	128,0	129,3
	FB	7,3	79,6	122,6	126,4
	HFB	6,9	77,4	120,9	123,2
2002					
Standort	Variante	22.04.	06.05.	20.05.	03.06.
Birkenmoor	K	55,9	111,3	153,2	165,6
	HB	57,4	114,4	157,3	164,0
	FB	52,4	112,7	151,8	162,7
	HFB	53,7	110,2	156,2	150,3
Tolk	K	66,4	108,0	145,2	154,2
	HB	65,8	113,0	149,8	151,1
	FB	62,5	108,5	139,1	142,3
	HFB	60,8	106,1	144,6	144,2
Ehst	K	90,5	121,6	140,7	148,0
	HB	90,2	123,9	137,7	147,3
	FB	88,3	119,3	137,2	138,7
	HFB	90,7	120,6	141,8	137,4
2003					
Standort	Variante	28.04.	12.05.	26.05.	09.06.
Birkenmoor	K	66,4	132,3	141,7	139,9
	HB	64,3	136,0	144,5	140,4
	FB	65,0	123,0	136,7	135,4
	HFB	65,1	132,2	136,0	139,6
Tolk	K	58,9	117,6	136,5	132,6
	HB	58,7	117,1	129,6	128,8
	FB	56,7	112,9	129,5	125,6
	HFB	57,8	116,2	130,3	123,0
Ehst	K	49,8	97,4	103,1	102,4
	HB	49,7	100,4	103,2	101,3
	FB	50,9	95,5	96,9	98,2
	HFB	52,5	98,5	102,3	101,4

Die gemessene einkürzende Wirkung der Frühjahrsapplikation wird bei der Bildung der Mittelwerte über die Standorte verdeutlicht (Abb. 33).

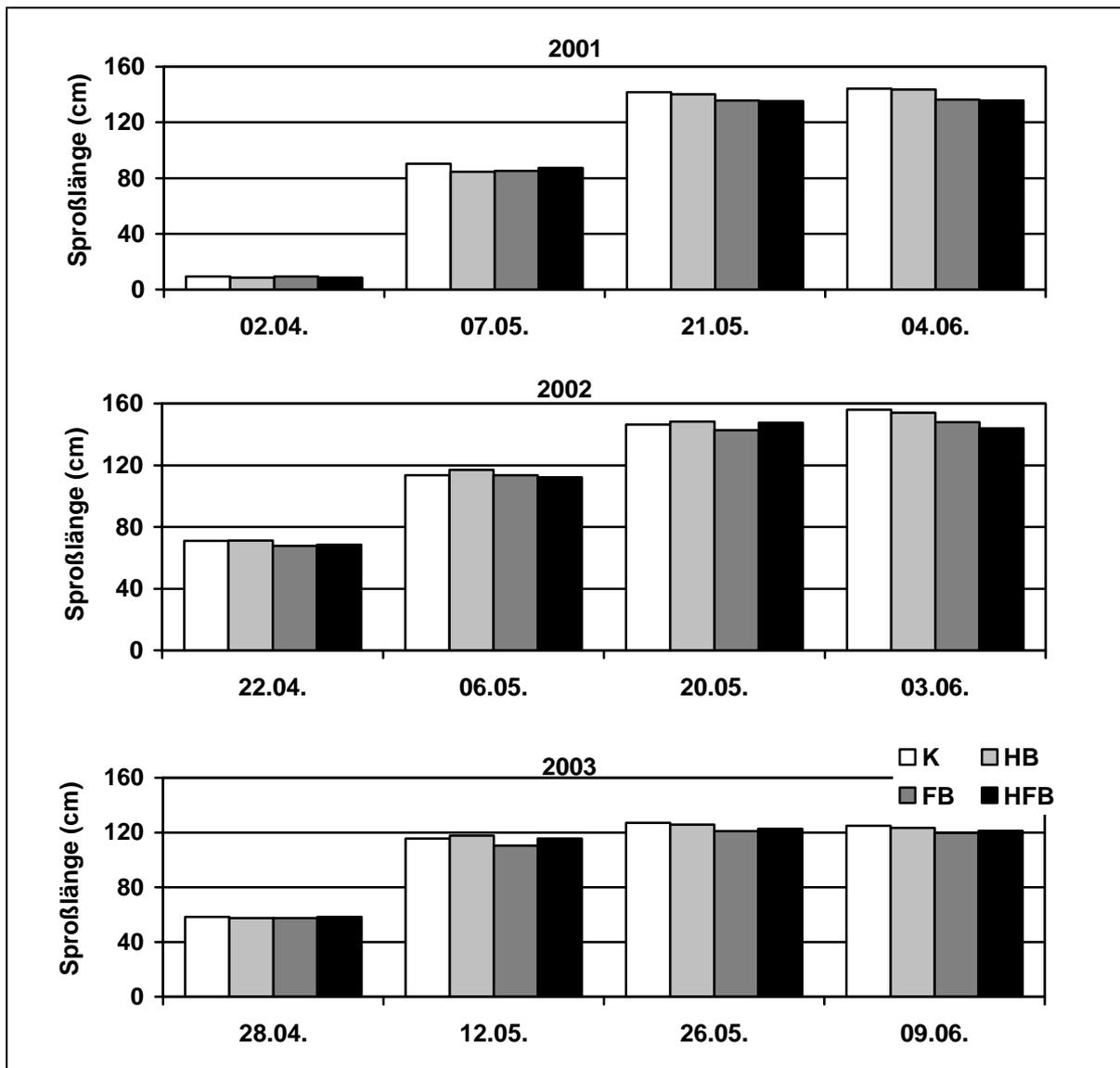


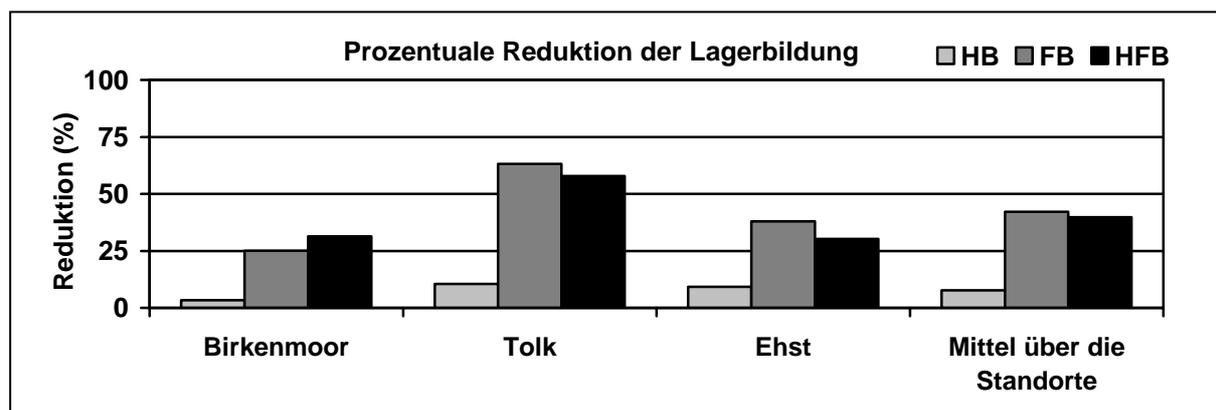
Abb. 33: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die Sprosslänge (cm) im Zeitraum April bis Juni, Mittel über die Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

3.1.7.2 Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf die prozentuale Lagerbildung

Die im Entwicklungsstadium BBCH 85 durchgeführte Bonitur der prozentualen Lagerbildung zeigte einen deutlichen reduzierenden Effekt vornehmlich in Varianten mit Frühjahrsbehandlung (Tab. 57). Dahingegen übten Herbstapplikationen nahezu keinen bzw. einen nur sehr geringen Einfluss auf die Lagerbildung aus. Die Berechnungen zeigten sowohl für die Einzeljahre als auch nach Mittelwertbildung über die Standorte und Versuchsjahre z.T. höchst signifikante Unterschiede zwischen der unbehandelten Kontrolle und den Varianten mit Frühjahrsbehandlungen (FB, HFB) auf. Hierbei resultierten im Vergleich zur Kontrolle durch Frühjahrsbehandlungen mitunter Reduktionen auf die Lagerbildung von bis zu 65% (Abb. 34).

Tab. 57: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf die prozentuale Lagerbildung, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, BBCH 85, 2001-2003

Standort Variante	Birkenmoor	Tolk	Ehst	Mittel über die Standorte
2001				
K	64,0 a	25,0	80,0	56,3 a
HB	59,0 ab	30,0	81,0	56,7 a
FB	39,0 ab	15,0	58,0	37,3 b
HFB	35,0 b	15,0	68,0	39,3 b
	*	n.s.	n.s.	***
2002				
K	88,0	0,0	--	--
HB	81,0	0,0		
FB	78,0	0,0		
HFB	70,0	0,0		
	n.s.			
2003				
K	57,5 ab	22,5 a	17,5	32,5 a
HB	62,5 a	12,5 ab	7,5	27,5 ab
FB	40,0 ab	2,5 b	2,5	15,0 bc
HFB	38,8 b	5,0 b	0,0	14,6 c
	*	*	n.s.	***
Mittel über die Jahre				
K	69,8 a	15,8 a	48,8 a	44,8 a
HB	67,5 a	14,2 ab	44,3 ab	42,0 ab
FB	52,3 b	5,8 b	30,3 b	29,4 c
HFB	47,9 b	6,7 ab	34,0 b	29,5 c
	***	*	**	**

**Abb. 34:** Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte) auf die prozentuale Reduktion der Lagerbildung im Vergleich mit der unbehandelten Kontrolle, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, BBCH 85, Mittel über die Versuchsjahre 2001-2003

3.1.10 Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf den Ernteertrag

Die erzielten Ernteerträge der einzelnen Versuchsjahre und Standorte in Abhängigkeit differenzierter Fungizidapplikationsterminierungen (Tab. 58) verdeutlichen, dass nahezu alle Fun-

gizidapplikationen einen positiven Mehrertrag bewirkten, wobei das Ausmaß der Ertragssteigerung der einzelnen Fungizidvarianten standort- und jahresspezifisch variierte.

Tab. 58: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf den Ernteertrag (dt/ha), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

Standort	Birkenmoor		Tolk		Westküste		Alle Standorte					
2001												
K	45,9	b	42,2	b	50,6	b	46,2	b				
HB	48,5	a	+2,6	47,2	a	+5,0	55,3	ab	+4,7	50,3	a	+4,1
FB	50,5	a	+4,6	48,2	a	+6,0	58,4	a	+7,8	52,4	a	+6,1
HFB	50,3	a	+4,4	49,3	a	+7,1	58,8	a	+8,2	52,8	a	+6,6
B	49,6	a	+3,7	48,0	a	+5,8	57,2	a	+6,6	51,6	a	+5,4
p	**		***		*		***					
2002												
K	28,2	b	42,2	b			35,2	b				
HB	32,3	a	+4,1	44,8	a	+2,6		38,5	ab	+3,3		
FB	32,1	a	+3,9	41,4	b	-0,8	--	36,7	ab	+1,5		
HFB	32,1	a	+3,9	45,8	a	+3,6		39,0	a	+3,8		
B	30,5	ab	+2,3	40,3	b	-1,9		35,4	ab	+0,2		
p	**		***				*					
2003												
K	39,0		42,1	b	44,3		41,8					
HB	40,5		+1,6	44,4	b	+2,3	46,4		+2,1	43,7		+2,0
FB	39,6		+0,6	48,2	a	+6,1	46,7		+2,4	44,8		+3,1
HFB	38,9		-0,1	45,1	ab	+3,0	46,0		+1,7	43,3		+1,6
B	41,8		+2,8	44,4	b	+2,3	47,3		+3,0	44,5		+2,7
p	n.s.		**		n.s.		n.s.					
Mittel über die Jahre												
K	37,7		42,2	b	47,4	b	42,4	b				
HB	40,4		+2,7	45,5	a	+3,3	50,8	ab	+3,4	45,6	a	+3,2
FB	40,7		+3,0	45,9	a	+3,7	52,5	a	+5,1	46,4	a	+4,0
HFB	40,4		+2,7	46,7	a	+4,5	52,4	a	+5,0	46,5	a	+4,1
B	40,6		+2,9	44,2	ab	+2,0	52,2	a	+4,8	45,7	a	+3,3
p	n.s.		***		*		**					

Im Mittel aller Einzelversuche war durch alle Fungizidbehandlungen ein hoch abzusichernder Mehrertrag gegenüber der unbehandelten Kontrolle festzustellen. Eine statistische Ertragsdifferenzierung zwischen den Fungizidvarianten war nicht gegeben. Im Mittel der Standorte wurden die stärksten Verlustminderungen in Form eines Ertragsanstieges im Versuchsjahr 2001 verzeichnet, wobei insbesondere die Blütenbehandlung (B) mit 5,4 dt/ha hohe Ertragszuwächse aufwies, welche durch Frühjahrsbehandlungen (HFB und FB) noch gesteigert wurden.

Zu den ausgeprägtesten Ertragssteigerungen führten vergleichbare Herbstbehandlungen (HB + 3,3 dt/ha, HFB 3,8 dt/ha) im Versuchsjahr 2002 (Tab. 58), wohingegen eine Blütenbehand-

lung im Mittel der Standorte nahezu keinen bzw. Frühjahrsbehandlungen mit 1,5 dt/ha Mehrertrag zur Kontrolle einen nur geringen Einfluss auf den Ertrag aufwiesen.

Das Versuchsjahr 2003 war geprägt durch sehr geringe Ertragseffekte der Fungizidapplikationen, was dazu führte, dass bezüglich der Berechnungen keine statisch abzusichernden Ertragseffekte an den Standorten Birkenmoor und Ehst wie auch im Mittel der Standorte abzuleiten waren. Lediglich am Standort Tolk waren signifikante Unterschiede zur Kontrolle mit stärkeren Ertragssteigerungen nach der Frühjahrsbehandlung erkennbar. Bezogen auf die Standorte ergaben die Untersuchungen am Standort Birkenmoor die geringsten und am Standort Ehst die stärksten Ertragseffekte, wobei im Mittel aller Einzelversuche die Varianten Frühjahrs- und Blüten- (FB) sowie die kombinierte Herbst-, Frühjahrs- und Blüten- (HFB) Applikationen die höchsten Ertragszuwächse nach sich zogen.

3.1.11 Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf das Tausendkorngewicht

Die Untersuchung des Ertragsparameters Tausendkorngewicht ergab keine erkennbare bzw. statistisch abzusichernde Einflussnahme der differenzierten Fungizidvarianten (Tab. 59).

Tab. 59: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf das Tausendkorngewicht (g), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

Standort Variante	Birkenmoor			Tolk			Ehst		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
K	4,01	--	4,72	3,96	3,82	4,47	4,35	--	--
HB	4,11		4,50	4,24	3,86	4,36	4,45		
FB	4,13		4,55	4,54	3,86	4,34	4,53		
HFB	4,02		4,43	3,96	3,88	4,44	4,40		
B	4,25		4,38	4,46	3,95	4,47	4,16		

3.1.12 Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf den monetären Mehrerlös

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der differenzierten Fungizidapplikationen erfolgte eine Gegenüberstellung der Kosten mit dem Mehrertrag, wobei als Berechnungsgrundlage folgende Werte dienten: 1,0 l Folicur = 33,5 Euro; 1,0 l Dersoal = 26 Euro; Rapsenzeugerpreis: 23,5 Euro/dt; Durchfahrtkosten: 7,5 Euro /ha. Die sich ergebenden monetären Mehrerlöse sind der Tabelle 60 zu entnehmen, welche erkennen lassen, dass die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Fungizidmaßnahmen starken jahres- und standortbedingten Schwankungen unterlag.

Tab. 60: Einfluss differenzierter Fungizidapplikationen (H = Herbst, F = Frühjahr, B = Blüte, K = unbehandelte Kontrolle) auf den monetären Mehrerlös (€/ha) im Vergleich mit der Kontrolle, Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

Standort Variante	Birkenmoor	Tolk	Westküste	Mittel über die Standorte
2001				
HB	-0,40	56,00	48,95	34,85
FB	38,22	71,12	113,42	74,25
HFB	10,27	73,72	99,57	61,19
B	49,70	99,05	117,85	88,87
2002				
HB	34,14	-0,40		16,87
FB	20,83	-88,45		-33,81
HFB	-1,24	-8,30		-4,77
B	16,10	-81,67		-32,78
2003				
HB	-25,78	-8,16	-11,44	-15,13
FB	-54,84	73,94	-12,78	2,11
HFB	-93,84	-23,81	-52,47	-56,71
B	29,49	16,09	33,02	26,20
Mittel der Jahre				
HB	2,65	15,82	18,75	12,41
FB	1,40	18,87	50,32	23,53
HFB	-28,27	13,87	23,55	3,05
B	31,76	11,16	75,43	39,45

So ergab das Versuchsjahr 2001 an allen Standorten in fast allen Fungizidvarianten deutliche positive Mehrerlöse, die in der Variante B die stärksten Mehreinnahmen bewirkten, aber auch in den frühjahrsbehandelten Varianten (HFB, FB) zu deutlichen positiven Zugewinnen führten. Bedingt durch die geringen ertragssteigernden Wirkungen der Fungizidapplikationen im Versuchsjahr 2002 ergab die Wirtschaftlichkeitsprüfung nur selten Mehreinnahmen durch die Fungizidapplikationen. Hierbei wird deutlich, dass im Mittel der Standorte die im Herbst behandelten Varianten die höheren monetären Effekte erzielten. Die nur am Standort Tolk signifikant abzusichernden Ertragseffekte ergaben in der Variante FB die stärksten monetären Mehrerträge, wobei die herbstbehandelten Varianten keinen positiven Mehrerlös erzielten welches auch im Mittel der Standorte deutlich wird. Im Mittel der Jahre konnten insbesondere an den Standorten Ehst und Tolk in allen Fungizidapplikationen positive Mehrerlöse erzielt werden, wobei neben der Blütenbehandlung die Varianten FB und HFB die höchsten zusätzlichen Einnahmen bewirkten, wohingegen am Standort Birkenmoor die Berechnungen nur in der Blütenbehandlung einen deutlichen Mehrerlös ergaben.

3.1.13 Einfluss der fungiziden und pflanzenmorphologischen Effekte auf den Ernteertrag

In der Tabelle 61 ist die Beziehung zwischen der Reduktion der Lagerbildung bzw. dem Wurzelhalsbefall und dem Ernteertrag dargestellt. Als Berechnungsgrundlage dienten die Einzelwerte der Fungizidvarianten in den entsprechenden Parametern, woraus deutlich wird, dass über die Einzeljahre signifikante Zusammenhänge nur im Versuchsjahr 2001 am Standort Birkenmoor zwischen der Erregerbekämpfung am Wurzelhals und dem Ernteertrag abgeleitet werden konnten. Tendenziell konnten sowohl hohe Korrelationskoeffizienten zwischen dem Befallswert am Wurzelhals und dem Ernteertrag aber auch zwischen der Lagerbildung und dem Ernteertrag errechnet werden. Bei der Bildung der Mittelwerte der einzelnen Parameter über die Versuchsjahre ergab die Berechnung tendenziell stärkere Korrelationskoeffizienten zwischen der Lagerbildung und dem Ertrag im Vergleich mit der Beziehung zum Wurzelhalsbefall, wobei am Standort Westküste ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Lagerbildung und dem Ernteertrag festzustellen war.

Tab. 61: Zusammenhang zwischen der prozentualen Lagerbildung bzw. dem *Phoma lingam* Wurzelhalsbefall (Befallswert (BW = Skala 1-9) und dem Ernteertrag (dt/ha), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2000-2003

Standort	Birkenmoor	Tolk	Westküste
Korrelation (r) zwischen der Lagerbildung und dem Ernteertrag			
2001	-0,92	-0,54	-0,76
2002	-0,76	Kein Lager	--
2003	0,54	-0,92	-0,86
Korrelation (r) zwischen dem Befallswert am Wurzelhals und dem Ernteertrag			
2001	-0,95	-0,56	-0,40
2002	-0,57	-0,81	--
2003	-0,55	-0,62	0,42
Mittel über die Jahre 2001 -2003			
Korrelation (r) zwischen Lagerbildung und Ernteertrag			
	-0,61	-0,90	-0,98*
Korrelation (r) zwischen BW am Wurzelhals und Ernteertrag			
	-0,68	-0,73	-0,16

3.2 Effekte von Fungizidapplikationen hinsichtlich einer optimierten Befalls- und Ertragskontrolle

Neben den Versuchen des Rapsmonitorings wurden an den Standorten Hohenschulen, Schwartbuck und Wiemersdorf Untersuchungen durchgeführt, welche durch Variation der Anwendungsterminierung von Fungiziden im Herbst, Frühjahr und zur Blüte eine optimierte Befalls- und Ertragskontrolle zum Ziel hatten.

3.2.1 Witterungsverlauf

Das Versuchsjahr 2000/2001 (Abb. 35) war in den Herbstmonaten an allen Standorten durch

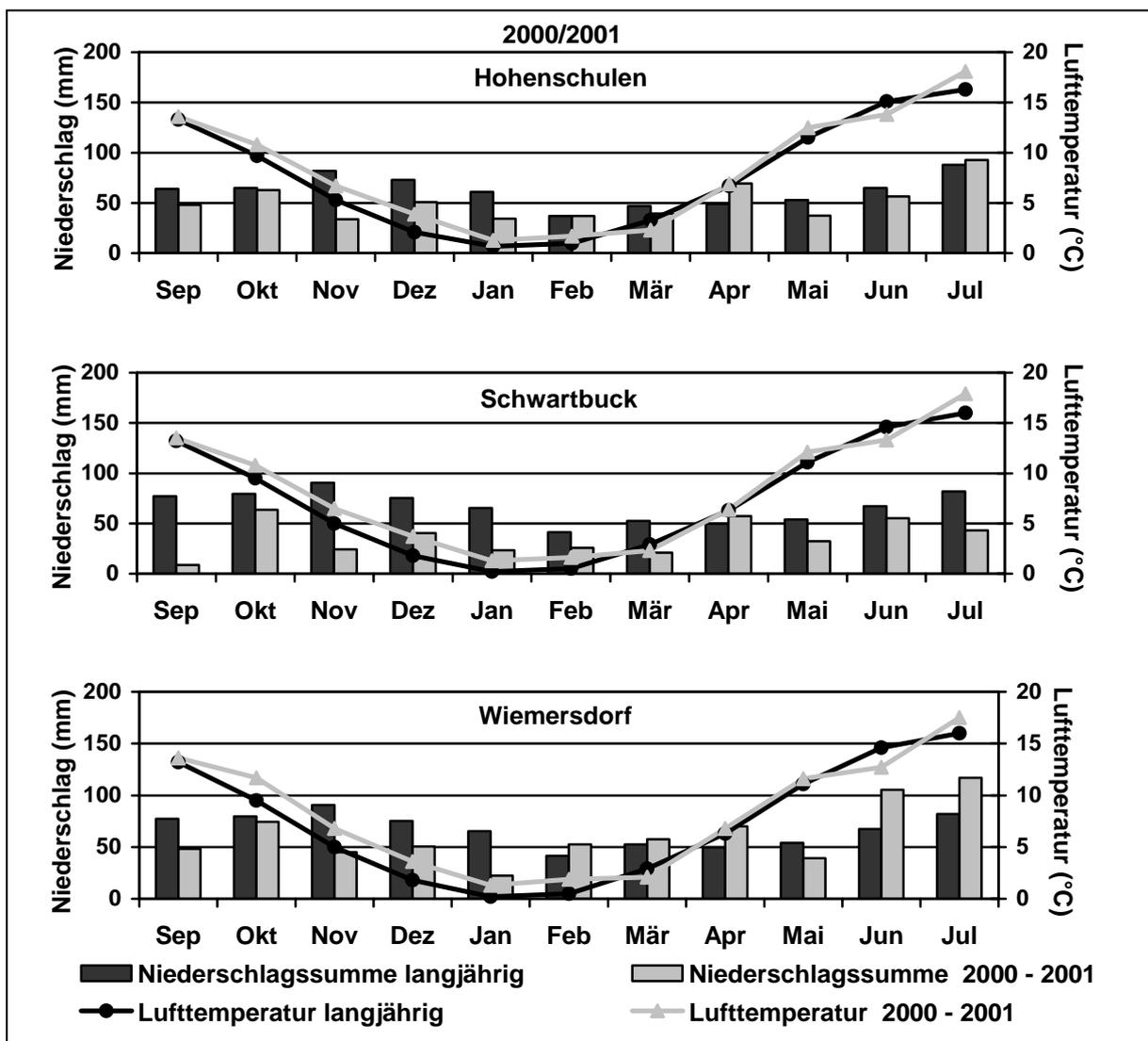


Abb. 35: Lufttemperaturen und Niederschlagssummen der Versuchsmonate des Versuchsjahres 2000/2001 sowie langjährige Mittelwerte der Standorte Hohenschulen, Schwartbuck und Wiemersdorf

unterdurchschnittliche Niederschläge, einhergehend mit überdurchschnittlichen Temperaturen, geprägt, wobei dieses auch in den Wintermonaten gemessen werden konnte mit Ausnahme des Standortes Wiemersdorf, an welchem im Februar leicht überdurchschnittliche Niederschlagsmengen aufgezeichnet wurden. Der Zeitraum März bis Juli war durch Witterungsparameter, die um die langjährigen Werte schwankten, geprägt.

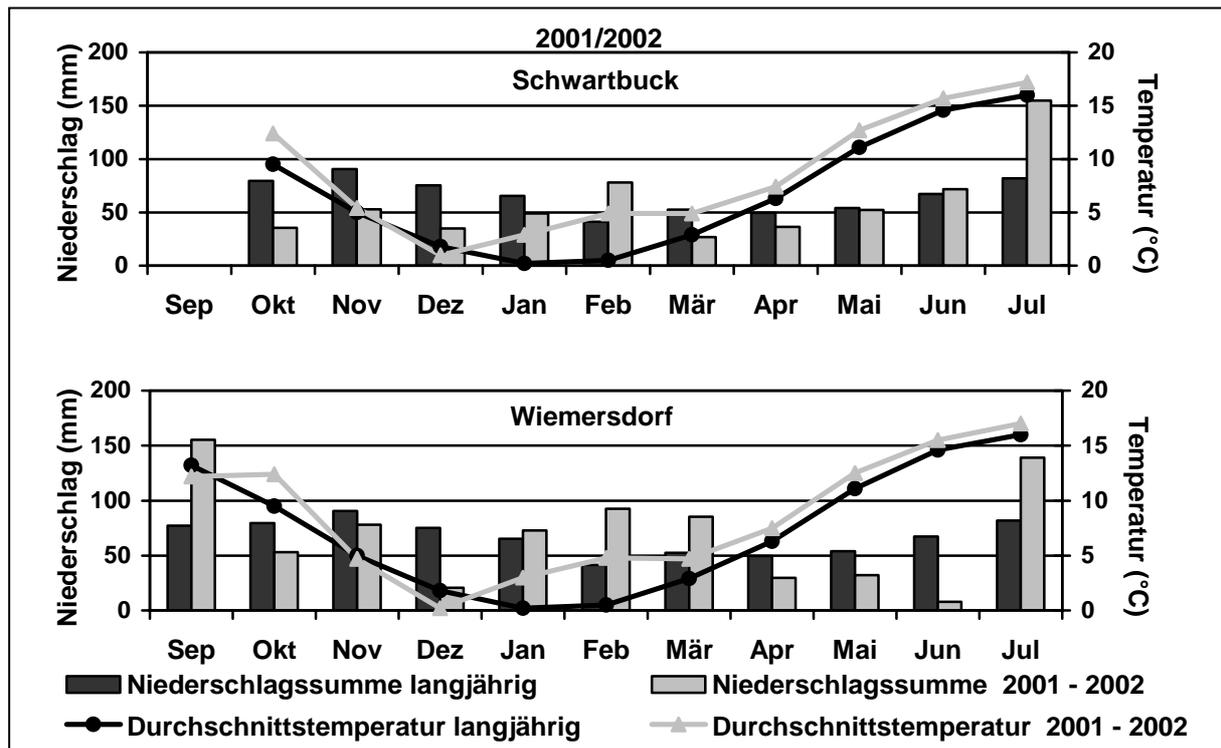


Abb. 36: Durchschnittstemperaturen und Niederschlagssummen der Versuchsmonate des Versuchsjahres 2001/2002 sowie langjährige Mittelwerte der Standorte Hohenschulen, Schwartbuck und Wiemersdorf

Im Versuchsjahr 2001/2002 (Abb. 36) lagen im September starke Niederschlagsereignisse vor, wohingegen der Oktober, vergleichend zum langjährigen Mittel, durch unterdurchschnittliche Regenmengen, jedoch erhöhte Temperaturwerte geprägt war. Die Messungen in den Versuchsmonaten November und Dezember ergaben geringere Niederschläge, wobei im Dezember die Temperaturen unterdurchschnittlich festgestellt wurden. Die normalerweise kältesten Monate des Jahres, Januar und Februar, zeigten in dieser Vegetationsperiode einen deutlich höheren Verlauf der Temperatur. Zusätzlich traten an beiden Standorten im Februar, am Standort Wiemersdorf auch im Januar und März, deutlich höhere Niederschläge im Vergleich mit den langjährigen Mittelwerten auf. Im April, Mai und Juni ergaben die Messungen bei leicht überdurchschnittlicher Temperatur Niederschlagsmengen, die am Standort Schwartbuck vergleichbar um die Mittelwerte pendelte, in Wiemersdorf leicht darunter erfasst

werden konnten. Der Juli war durch hohe Niederschlagsintensitäten geprägt, die am Standort Schwartbuck mehr als 150 mm betragen.

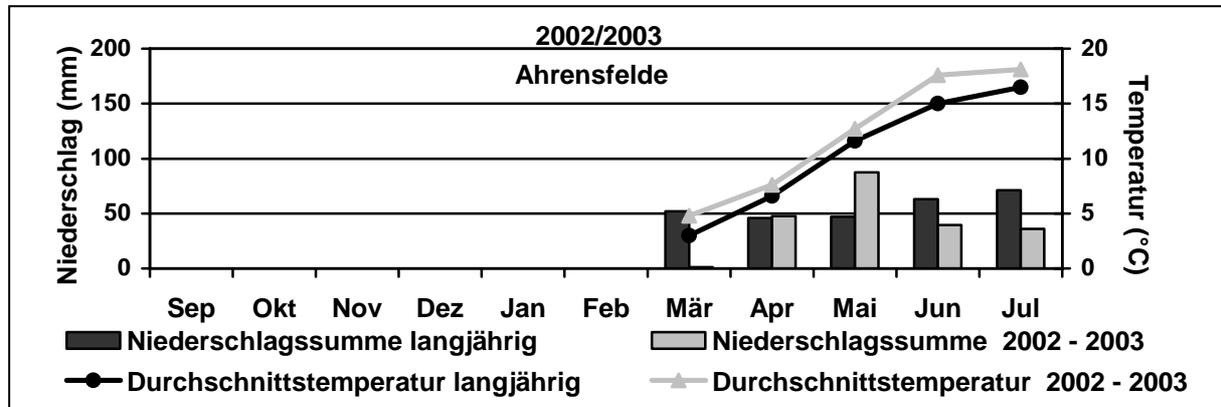


Abb. 37: Durchschnittstemperaturen und Niederschlagssummen der Versuchsmonate des Versuchsjahres 2002/2003 sowie langjährige Mittelwerte des Standortes Ahrensfelde

Nach einem sehr kalten Februar wiesen die Messungen am Standort Ahrensfelde (Abb. 37) im Versuchsjahr 2002/2003 in der weiteren Vegetationsperiode einen vergleichbar erhöhten Temperaturverlauf auf. Dahingegen verlief die Niederschlagskurve im Frühjahr bis Juli, mit Ausnahme des Monats Mai, deutlich unter dem langjährigen Mittel.

3.2.2 Effekte differenzierter Herbstapplikationen

3.2.2.1 Effekte differenzierter Herbstapplikationen auf den *Phoma lingam*-Befall

Der Verlauf des *Phoma lingam*-Blattbefalls im Versuchsjahr 2000 in Abhängigkeit differenzierter Herbstapplikationen (Tab. 62) verdeutlicht, dass es zwischen den Standorten zu einer deutlich unterschiedlichen Ausbreitung des Erregers gekommen ist.

Am Standort Hohenschulen bewirkten die frühen Fungizidapplikation (30.09.00) eine deutliche Reduktion des Blattbefalls. So ergab die Bonitur am 25.10. in der Kontrollvariante der Sorte *Artus* einen durchschnittlichen Blattbefall von 94 Pyknidien je Pflanzen, wohingegen die Varianten 2 und 4 (0,5 l/ha Folicur) keinen Befall aufwiesen. In der Variante 3 (0,25 l/ha Folicur) wurde die Befallsstärke auf 3 Pyknidien reduziert. Ein ähnliches Befallsbild bei geringerem Befallsniveau konnte in den Sorten *Express* und *Talent* nachgewiesen werden. Die zweite Herbstapplikation in den Varianten 3 und 4 verhinderte einen erneuten Anstieg der Erregerpopulation, wie anhand der unbehandelten Kontrolle und der Variante 2 festzustellen war.

Tab. 62: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00), 3 = 0,25 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00), 4 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00)) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* auf den Blattoorganen, Sorten *Artus*, *Express* und *Talent*, Standorte Hohenschulen und Wiemersdorf, 2000

Standort	Hohenschulen				Wiemersdorf			
Variante	05.10.00	25.10.00	15.11.00	29.11.00	05.10.00	25.10.00	15.11.00	29.11.00
Befallsstärke im Bestand (n-Pyknidien)								
<i>Artus</i>								
1	3	94	48	85	12	7	5	39
2		0	14	65		1	3	9
3		3	18	17		3	3	12
4		0	7	12		1	3	3
<i>Express</i>								
1	18	78	36	42	8	9	3	17
2		1	13	21		2	7	4
3		1	12	17		1	1	3
4		1	8	10		2	1	4
<i>Talent</i>								
1	2	44	38	58	3	5	2	7
2		1	5	17		1	5	2
3		3	8	7		3	4	4
4		1	13	20		1	3	2
Befallshäufigkeit im Bestand (%)								
<i>Artus</i>								
1	15,0	80,0	80,0	82,5	20,0	27,5	15,0	77,5
2		0,0	45,0	75,0		2,5	5,0	25,0
3		12,5	52,5	45,0		7,5	7,5	50,0
4		0,0	25,0	35,0		2,5	7,5	17,5
<i>Express</i>								
1	25,0	57,5	60,0	70,0	15,0	30,0	22,5	47,5
2		5,0	37,5	45,0		10,0	25,0	25,0
3		2,5	22,5	50,0		2,5	5,0	15,0
4		5,0	25,0	30,0		10,0	2,5	20,0
<i>Talent</i>								
1	10,0	67,5	65,0	67,5	7,5	17,5	10,0	27,5
2		2,5	17,5	30,0		5,0	17,5	10,0
3		15,0	25,0	25,0		15,0	12,5	15,0
4		2,5	22,5	27,5		5,0	10,0	10,0

In Wiemersdorf war eine vergleichbar schwache Infektion des Erregers *Phoma lingam* nachzuweisen, so dass erst zum letzten Boniturtermin (29.11.00) Befallswerte in der unbehandelten Kontrolle der Sorte *Artus* in Höhe von 39 Pyknidien je Pflanze auftraten, die zu messbaren Befallsreduktionen der Fungizidvarianten führten.

Die Bildung der Mittelwerte über die Sorten am Standort Hohenschulen (Abb. 38) verdeutlicht die reduzierende Wirkung der Fungizidapplikationen auf den Blattbefall mit einer deutlich länger anhaltenden befallsreduzierenden Wirkung der Doppelbehandlungen.

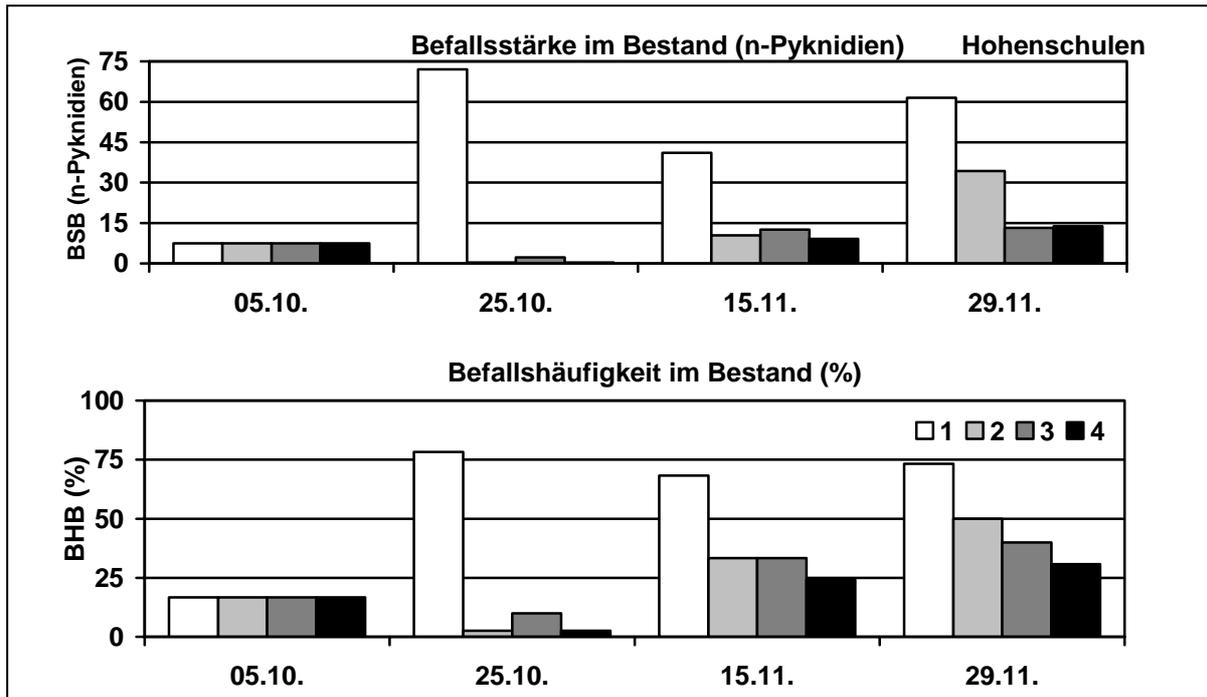


Abb. 38: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00), 3 = 0,25 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00), 4 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00)) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Mittel über die Sorten *Artus*, *Express* und *Talent*, Standort Hohenschulen, 2000

In Wiemersdorf (Abb. 39) war im Mittel der Sorten zwischen den Fungizidvarianten hingegen eine nur schwache Differenzierung, auch im Vergleich zur Kontrolle möglich.

Im Versuchsjahr 2001 (Tab. 63) wurde der Versuch ausschließlich am Standort Wiemersdorf in der Sorte Talent wiederholt bzw. angelegt. Die gegebene, starke epidemiologische Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* auf dem Blattapparat konnte durch die frühen Herbstapplikationen (Variante 3 und 4) deutlich vermindert und demnach kontrolliert werden. Der in der Kontrolle dargestellte, abnehmende Befallsgrad, welcher durch das Absterben und die abnehmende Blattzahl begründet ist, führte im weiteren Vegetationsverlauf, bezogen auf die Befallsstärke, zu abnehmenden Unterschieden zwischen den Versuchsvarianten. Anhand des Parameters der Befallshäufigkeit (BHB) bleiben die reduzierenden Effekte der Fungizidvarianten zur unbehandelten Kontrolle erhalten.

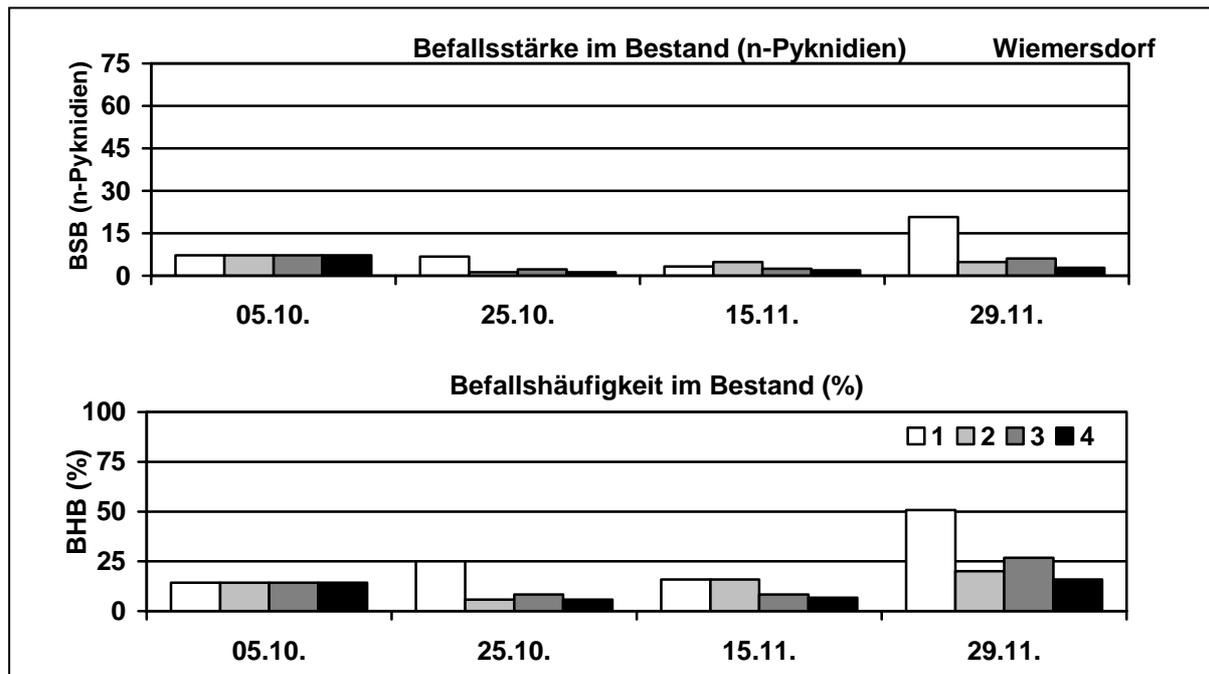


Abb. 39: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00), 3 = 0,25 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00), 4 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00)) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Mittel über die Sorten *Artus*, *Express* und *Talent*, Standort Wiemersdorf, 2000

Tab. 63: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Folicur (26.10.01), 3 = 0,25 l/ha Folicur (11.10.01) + 0,25 l/ha Folicur (05.11.01), 4 = 0,5 l/ha Folicur (11.10.01) + 0,25 l/ha Folicur (05.11.01)) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Standort Wiemersdorf, Sorte Talent, 2001

Variante	Befallsstärke im Bestand (n-Pyknidien)				Befallshäufigkeit im Bestand (%)			
	24.10.01	07.11.01	21.11.01	05.12.01	24.10.01	07.11.01	21.11.01	05.12.01
<i>Talent</i>								
1	98	14	11	8	77,5	27,5	45,0	45,0
2		6	2	1		17,5	15,0	10,0
3	12	6	5	2	27,5	17,5	17,5	7,5
4	6	2	3	2	17,5	10,0	15,0	17,5

Die Bonitur des Wurzelhalsbefalls am Standort Hohenschulen im Entwicklungsstadium BBCH 85 (Tab. 64) dokumentiert die sortenabhängige Befallsentwicklung und in der Folge fungizidspezifische Einflussnahme auf die Pathogenese. Über die bemessenen Befallsparameter BW, BSB und BHB betrachtet, wies die Sorte Talent den vergleichend geringsten Befall und die Sorte *Artus* den höchsten Befall auf. Demnach waren die deutlichsten fungiziden Befallsreduzierungen in den Sorten *Express* und *Artus* durch die Varianten 3 und 4 nachzuweisen, wohingegen in der Sorte *Talent* die geringsten Differenzierungen nachweisbar waren.

Tab. 64: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00), 3 = 0,25 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00), 4 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00)) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* am Wurzelhals, Sorten *Artus*, *Express* und *Talent*, Standorte Hohenschulen und Wiemersdorf, BBCH 85, 2001

Standort	Hohenschulen				Wiemersdorf			
Variante	<i>Artus</i>	<i>Express</i>	<i>Talent</i>	Mittel über die Sorten	<i>Artus</i>	<i>Express</i>	<i>Talent</i>	Mittel über die Sorten
Befallswert (1-9)								
1	3,2	2,8	2,2	2,7	4,2	3,9	3,9	4,0
2	2,8	2,9	2,3	2,6	3,2	3,1	2,9	3,1
3	2,7	2,3	2,1	2,4	3,5	2,8	2,4	2,9
4	2,2	2,3	2,3	2,3	3,1	2,9	2,6	2,9
Befallsstärke im Bestand (n-Pyknidien)								
1	50	49	31	44	88	69	55	70
2	46	40	24	37	59	42	31	44
3	25	33	22	27	70	32	28	43
4	26	26	20	24	51	25	27	34
Befallshäufigkeit im Bestand (%)								
1	84,7	83,7	63,7	77,4	84,9	83,8	79,0	82,5
2	67,0	70,0	58,7	65,2	69,7	75,0	57,0	67,2
3	55,5	62,5	56,0	58,0	84,0	64,0	60,7	69,6
4	52,7	65,7	49,4	55,9	64,0	60,0	57,0	60,3

Im Mittel der Sorten und Fungizidvarianten war in Hohenschulen die deutlichste Erregerkontrolle durch die Zweifach- (Variante 3, 4) gegenüber der Einfachbehandlung (Variante 2) gegeben. In Wiemersdorf waren ähnliche Effekte nachzuweisen, wobei der mittlere Sortenbefallswert in der unbehandelten Kontrolle (Boniturnote 4) insbesondere durch die Fungizidapplikationen der Varianten 3 und 4 um Werte von 0,9 bis 1,1 reduziert wurde. Im darauf folgenden Versuchsjahr 2002 (Tab. 65) ergab die Bonitur in der Sorte *Talent* insbesondere in der Variante 4 einen deutlich reduzierten Befall in den Parametern Befallshäufigkeit und Befallswert am Wurzelhals. Vergleichend dazu bewirkte die einfache Applikation (Variante 2) erneut eine geringere Bekämpfung am Wurzelhals.

Tab. 65: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1= unbehandelte Kontrolle, 2= 0,5 l/ha Folicur (26.10.01), 3= 0,25 l/ha Folicur (11.10.01) + 0,25 l/ha Folicur (05.11.01), 4= 0,5 l/ha Folicur (11.10.01) + 0,25 l/ha Folicur (05.11.01)) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* am Wurzelhals, Sorte *Talent*, Standort Wiemersdorf, BBCH 85, 2002

Variante	Befallswert (1-9)	Befallsstärke im Bestand (n-Pyknidien)	Befallshäufigkeit im Bestand (%)
1	4,1	11	71,0%
2	3,8	14	74,0%
3	3,5	13	76,0%
4	2,7	11	56,0%

3.2.2.2 Effekte differenzierter Herbstapplikationen auf das Sprosslängenwachstum

Die Sprossachsenvermessung am jeweils letzten Boniturtermin im Herbst ergab an beiden Standorten sortenabhängige Reaktionen auf die Applikation der differenzierten Versuchsvarianten (Tab. 66). Die im Vergleich am Standort Wiemersdorf ausgeprägtere Entwicklung der Sorte *Artus* wurde insbesondere durch die Zweifachapplikation (Variante 4) deutlich gegenüber der wachstumsregulatorisch-unkontaminierten Kontrollpflanze um 5 cm im Rahmen der Sprossachsenstauchung reduziert. Die Sorten *Talent* und *Express* zeigten bei geringerer Wüchsigkeit nach Fungizidapplikation eine entsprechend geringer ausgeprägte Sprossachsenstauchung. Am Standort Hohenschulen konnten ähnliche Tendenzen an Einkürzungseffekten festgestellt werden, jedoch von geringerem Ausmaß.

Tab. 66: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00), 3 = 0,25 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00), 4 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00)) auf die Sprosslänge (cm), Sorten *Artus*, *Express* und *Talent*, Standorte Hohenschulen und Wiemersdorf, Boniturtermin: 29.11.00

Standort	Hohenschulen			Wiemersdorf		
	<i>Artus</i>	<i>Express</i>	<i>Talent</i>	<i>Artus</i>	<i>Express</i>	<i>Talent</i>
1	10,7	9,6	8,1	8,6	6,2	3,9
2	9,9	9,3	9,4	3,1	2,9	2,3
3	9,2	9,6	8,9	3,9	3,8	2,3
4	8,8	9,7	10,4	3,1	3,3	2,4

Die Bildung der Mittelwerte über die Sorten (Abb. 40) im Versuchsjahr 2000 verdeutlicht die starken einkürzenden Wirkungen der Fungizidvarianten im Vergleich mit der Kontrolle am Standort Wiemersdorf.

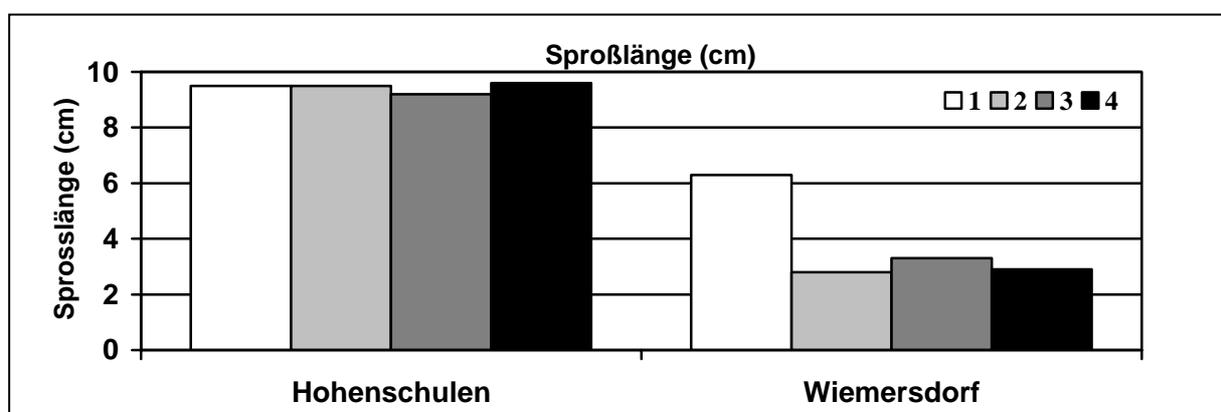


Abb. 40: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00), 3 = 0,25 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00), 4 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00)) auf die Sprosslänge; Mittel über die Sorten *Artus*, *Express* und *Talent*, Standorte Hohenschulen und Wiemersdorf, 29.11.00

3.2.2.3 Effekte differenzierter Herbstapplikationen auf den Ernteertrag

Die in Tabelle 67 im Mittel der Standorte dargestellten Ernteerträge weisen die höchsten Verlustminderungen in Form eines Ertragsanstiegs in Höhe von 2 dt/ha nach einer Zweifachbehandlung (Variante 4) auf; zurückzuführen auf die vergleichbar stärksten wachstumsregulatorischen Effekte (Sprossachse) sowie vergleichbar deutlichsten Befallsreduktionen an Blatt- und Wurzelhals. Die Betrachtung der Sortenerträge über die Standorte verdeutlicht höhere ertragliche Einflussnahmen in der Sorte *Artus*, wohingegen sich Fungizidmaßnahmen im Mittel der Standorte in der Sorte *Talent* negativ niederschlugen. Die dargestellten Ertragsunterschiede waren jedoch statistisch nicht absicherbar.

Tab. 67: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00), 3 = 0,25 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00), 4 = 0,5 l/ha Folicur (30.09.00) + 0,25 l/ha Folicur (27.10.00)) auf den Ernteertrag (dt/ha), Sorten *Artus*, *Express* und *Talent*, Standorte Hohenschulen und Wiemersdorf, 2001

Variante	<i>Artus</i>		<i>Express</i>		<i>Talent</i>		Mittel über die Sorten	
Hohenschulen								
1	48,1		51,0		52,8		50,7	
2	47,7	-0,4	50,2	-0,8	52,5	-0,3	50,1	-0,6
3	47,3	-0,8	52,0	+1,0	51,4	-1,4	50,2	-0,5
4	49,0	+0,9	52,3	+1,3	53,4	+0,6	51,6	-0,9
p	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
Wiemersdorf								
1	44,9		49,7		54,6		49,7	
2	47,1	+2,2	48,7	-1,0	50,0	-4,6	48,6	-1,2
3	48,9	+4,0	51,6	+1,9	54,6	+0,0	51,7	+2,0
4	49,2	+4,3	51,2	+1,5	52,8	-1,8	51,1	+1,3
p	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
Mittel über die Standorte								
1	46,5		50,3		53,7		50,2	
2	47,4	+0,9	49,4	-0,9	51,2	-2,5	49,3	-0,9
3	48,1	+1,6	51,8	+0,5	53,0	-0,7	51,0	+0,8
4	49,1	+2,6	51,7	+1,4	53,1	-0,6	51,3	+1,1
p	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	

Der im Versuchsjahr 2002 (Tab. 68) am Standort Wiemersdorf durchgeführte Versuch zeigte starke Ertragsreaktionen in der Sorte *Talent* durch die fungizidbehandelten Varianten im Vergleich mit der Kontrolle. Die Ertragsergebnisse konnten jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

Tab. 68: Einfluss differenzierter Herbstapplikationen (Varianten: 1= unbehandelte Kontrolle, 2= 0,5 l/ha Folicur (26.10.01), 3= 0,25 l/ha Folicur (11.10.01) + 0,25 l/ha Folicur (05.11.01), 4= 0,5 l/ha Folicur (11.10.01) + 0,25 l/ha Folicur (05.11.01)) auf den Ernteertrag (dt/ha) in Abhängigkeit der Fungizidvariante, Sorte *Talent*, Standort Wiemersdorf, 2002

Variante	1	2	3	4	p			
dt/ha	24,0	27,9	+3,9	26,6	+2,6	25,3	+1,3	n.s.

3.2.3 Effekte differenzierter Frühjahrsapplikationen

3.2.3.1 Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* und Blattbefall von *Phoma lingam*

Die Gegenüberstellung des sexuellen Ascosporenflugs von *Leptosphaeria maculans* (Abb. 41) sowie die in Folge resultierende Ausbreitung des asexuellen Stadiums von *Phoma lingam* auf den Blättern verdeutlicht, dass im Frühjahr 2003 eine niederschlagsbedingte Periode geringen Sporenflugs vorherrschte, die in der Konsequenz eine stärkere Blattbefallszunahme hemmte.

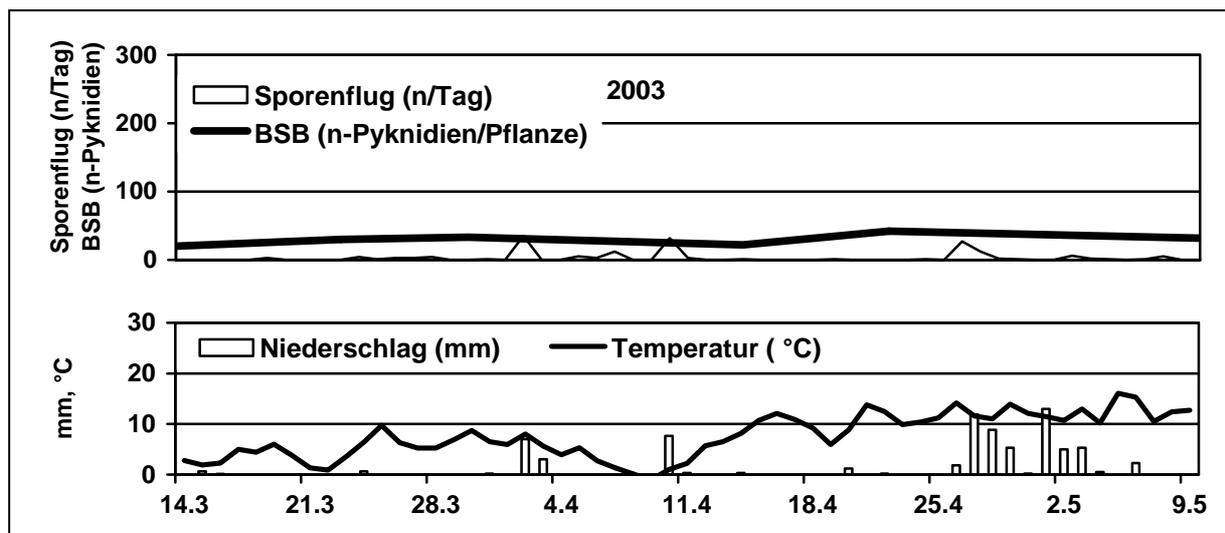


Abb. 41: Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans*, Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, März bis Mai, Witterungsparameter: Niederschlag (mm), Temperatur (°C), Standort Ahrensfelde, 2003

3.2.3.2 Effekte differenzierter Frühjahrsapplikationen auf den *Phoma lingam*-Befall

Die am Standort Ahrensfelde bereits am 14.03.03 durchgeführte Frühjahrsapplikation der Variante 3 führte, vergleichend zur unbehandelten Kontrolle, in der Sorte *Talent* (30 Körner/m²) bereits am ersten Boniturtermin (23.3.03) und in allen Sorten ab dem 30.03.03, zu reduzierenden Befallsstärke- und Häufigkeitswerten des Erregers *Phoma lingam* (Tab. 69). Nach

Zweit- (03.04.03) und Drittbehandlung (24.04.03) war der Erreger in den Varianten 2 und 3 nahezu vollständig eliminiert.

Tab. 69: Einfluss differenzierter Frühjahrsapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03), 3 = 0,5 l/ha Prosaro (14.03.03) + 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03)) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Sorten *Elektra* und *Talent*, Standort Ahrensfelde, 2003

Variante	14.03.03	23.03.03	30.03.03	14.04.03	22.04.03	09.05.03
Befallsstärke im Bestand (n-Pyknidien)						
<i>Elektra</i>						
1	15	19	34	22	45	52
2	15	19	34	21	18	0
3	15	20	15	2	3	0
<i>Talent</i> 30 Körner/m ²						
1	23	58	47	10	35	28
2	23	58	47	23	11	0
3	23	29	43	1	0	0
<i>Talent</i> 50 Körner/m ²						
1	23	12	16	21	45	15
2	23	12	16	5	8	0
3	23	6	5	2	0	1
Befallshäufigkeit im Bestand (%)						
<i>Elektra</i>						
1	40,0	32,5	52,5	30,0	46,7	30,0
2	40,0	32,5	52,5	45,0	40,0	0,0
3	40,0	40,0	32,5	7,5	3,3	0,0
<i>Talent</i> 30 Körner/m ²						
1	40,0	62,5	62,5	45,0	50,0	55,0
2	40,0	62,5	62,5	25,0	23,3	0,0
3	40,0	52,5	50,0	7,5	3,3	0,0
<i>Talent</i> 50 Körner/m ²						
1	40,0	37,5	35,0	45,0	43,3	27,5
2	40,0	37,5	35,0	15,0	23,3	0,0
3	40,0	25,0	12,5	5,0	0,0	7,5

Die über die Sorten gemittelten Befallswerte (Abb. 42) verdeutlichen die hemmende Wirkung der Fungizidapplikationen, so dass am 22.04.03 in der unbehandelten Kontrolle durchschnittlich 42 Pyknidien, in der zweifachen Frühjahrsbehandlung (Variante 2) 12 Pyknidien und in der Variante 3, welche eine zusätzliche, sehr frühe Applikation beinhaltet, lediglich 1 Pyknidie bonitiert werden konnte.

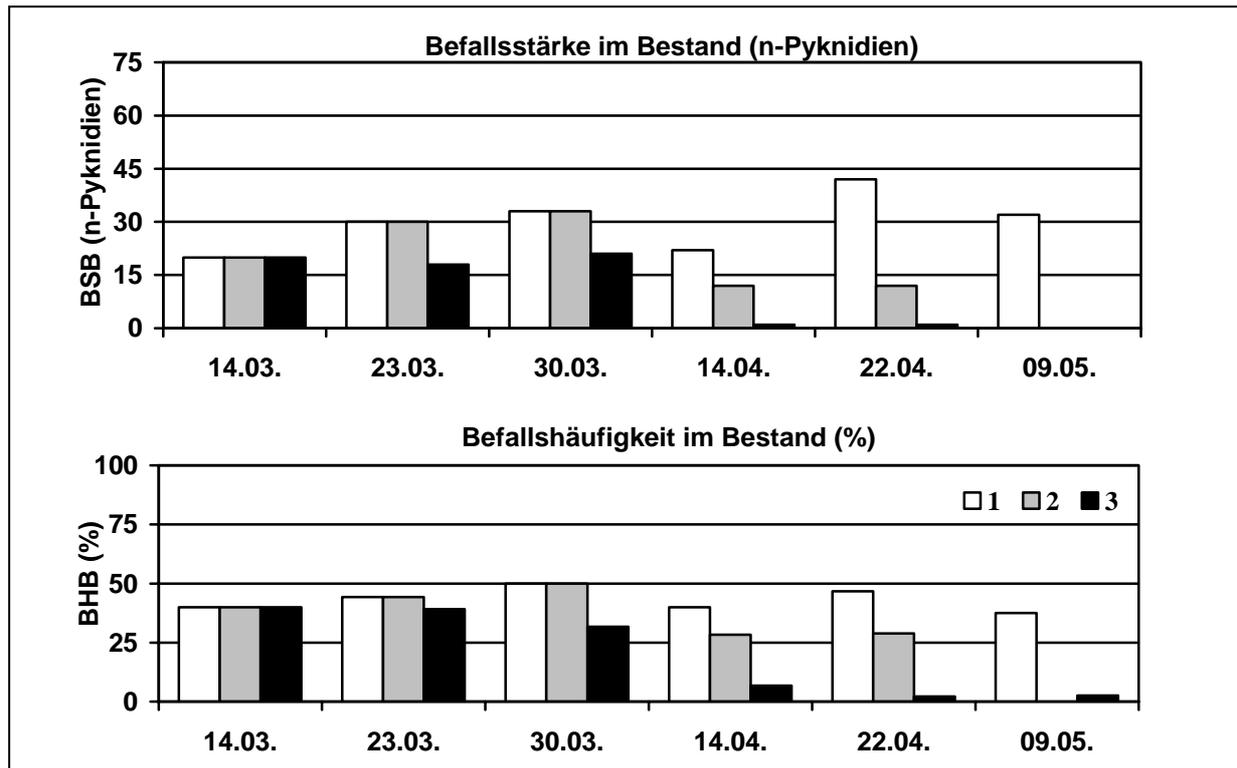


Abb. 42: Einfluss differenzierter Frühjahrsapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03), 3 = 0,5 l/ha Prosaro (14.03.03) + 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03)) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Mittel der Sorten *Elektra* und *Talent*, Standort Ahrensfelde, 2003

Die weitere Entwicklung von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel (Tab. 70) weist Anfang Mai erste Symptombildung am Wurzelhals auf, welche sich bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes (04.08.03) in der unbehandelten Kontrolle zu einem nur geringen Befallsniveau entwickelt. Dennoch konnten unter dem Aspekt der geringen Befallsausprägung in allen Sorten nach Fungizidapplikationen in den Varianten 2 und 3 geringe Reduktionen der Schadsymptome an diesen Organen festgestellt werden.

Der gegenüber dem Wurzelhalsbefall etwas erhöhte, jedoch in der Endbonitur mit Werten um 3 auf geringem Niveau verlaufende Stängelbefall (Tab. 71) wurde durch die Fungizidapplikationen verstärkt reduziert. Tendenziell übte die Applikationsfolge der Variante 3, vergleichend zur Variante 2, höhere Effekte auf die Symptomprägung aus.

Tab. 70: Einfluss differenzierter Frühjahrsapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03), 3 = 0,5 l/ha Prosaro (14.03.03) + 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03)) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* am Wurzelhals, Sorten *Elektra* und *Talent*, Standort Ahrensfelde, 2003

Variante	07.05.03	02.06.03	30.06.03	14.07.03	04.08.03	Mittel
Befallswert (1-9)						
<i>Elektra</i>						
1	1,0	1,8	2,3	2,3	2,5	2,0
2	1,0	1,5	1,9	2,0	2,2	1,7
3	1,0	1,4	1,5	1,6	2,3	1,6
<i>Talent 30 Körner/m²</i>						
1	1,1	1,6	2,8	2,5	2,5	2,1
2	1,0	1,6	2,1	1,9	2,5	1,8
3	1,0	1,5	2,1	1,8	2,4	1,8
<i>Talent 50 Körner/m²</i>						
1	1,1	1,5	2,4	2,4	2,5	2,0
2	1,0	1,6	1,5	2,1	1,8	1,7
3	1,0	1,4	1,5	1,9	1,6	1,5
Befallsstärke im Bestand (n-Pyknidien)						
<i>Elektra</i>						
1	0,0	6,8	14,5	10,9	20,6	10,6
2	0,0	4,9	19,0	7,1	10,6	8,3
3	0,0	2,8	6,9	4,0	13,0	5,3
<i>Talent 30 Körner/m²</i>						
1	0,9	4,8	14,4	9,8	5,2	7,0
2	0,0	5,6	9,6	3,1	7,2	5,1
3	0,8	3,6	10,9	7,1	9,6	6,4
<i>Talent 50 Körner/m²</i>						
1	0,5	4,0	12,1	5,0	11,0	6,5
2	0,0	6,1	5,2	6,9	5,9	4,8
3	0,0	2,3	6,7	3,5	5,9	3,7
Befallshäufigkeit im Bestand (%)						
<i>Elektra</i>						
1	0,0	42,5	60,0	40,0	63,0	41,1
2	0,0	30,0	57,5	35,0	59,0	36,3
3	0,0	25,0	62,5	22,5	47,0	25,4
<i>Talent 30 Körner/m²</i>						
1	7,5	32,5	70,0	40,0	44,0	38,8
2	0,0	35,0	47,5	32,5	52,0	33,4
3	2,5	40,0	62,5	25,0	38,0	33,6
<i>Talent 50 Körner/m²</i>						
1	2,5	27,5	60,0	30,0	50,0	34,0
2	0,0	42,5	42,5	32,5	38,5	31,2
3	0,0	30,0	40,0	27,5	30,0	25,5

Tab. 71: Einfluss differenzierter Frühjahrsapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03), 3 = 0,5 l/ha Prosaro (14.03.03) + 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03)) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* am Stängel, Sorten *Elektra* und *Talent*, Standort Ahrensfelde, 2003

Variante	07.05.03	02.06.03	30.06.03	14.07.03	04.08.03	Mittel
Befallswert (1-9)						
<i>Elektra</i>						
1	1,0	1,5	3,1	3,1	2,9	2,3
2	1,0	1,4	1,5	1,6	2,1	1,5
3	1,0	1,3	1,9	1,7	2,1	1,6
<i>Talent</i> 30 Körner/m ²						
1	1,3	1,5	3,4	2,7	3,3	2,4
2	1,0	1,4	1,6	2,7	3,2	2,0
3	1,1	1,2	2,9	2,0	2,6	1,9
<i>Talent</i> 50 Körner/m ²						
1	1,1	2,5	2,7	2,6	2,6	2,3
2	1,0	1,6	2,0	1,9	2,0	1,7
3	1,0	1,8	1,3	1,7	1,7	1,5
Befallsstärke im Bestand (n-Pyknidien)						
<i>Elektra</i>						
1	0,0	2,0	15,1	34,9	75,3	25,4
2	0,0	3,7	9,3	11,1	54,7	15,8
3	0,0	3,9	5,6	8,1	74,3	18,4
<i>Talent</i> 30 Körner/m ²						
1	10,4	2,1	25,4	20,0	80,7	27,7
2	0,0	1,9	4,4	25,8	102,0	26,8
3	1,0	2,0	16,3	12,8	60,5	18,5
<i>Talent</i> 50 Körner/m ²						
1	1,0	11,9	13,8	41,8	60,4	25,8
2	0,0	5,7	9,6	38,5	55,0	21,7
3	0,1	5,3	2,2	8,0	20,5	7,2
Befallshäufigkeit im Bestand (%)						
<i>Elektra</i>						
1	0,0	30,0	75,0	70,0	69,0	48,8
2	0,0	22,5	37,5	30,0	44,0	26,8
3	0,0	15,0	30,0	22,5	42,0	21,9
<i>Talent</i> 30 Körner/m ²						
1	25,0	22,5	75,0	57,5	81,0	52,2
2	0,0	25,0	35,0	47,5	70,0	35,5
3	7,5	15,0	67,5	37,5	59,0	37,3
<i>Talent</i> 50 Körner/m ²						
1	2,5	27,5	60,0	30,0	50,0	34,0
2	0,0	42,5	42,5	32,5	38,5	31,2
3	0,0	30,0	40,0	27,5	30,0	25,5

Die Bildung der Mittelwerte über die Sorten und die Boniturtermine (Abb. 43) verdeutlicht in allen Boniturparametern die stärkeren Bekämpfungserfolge der Fungizidapplikationen am Stängel und zusätzlich eine stärkere Reduktion der Pyknidienzahlen durch die Variante 3 im Vergleich mit der Variante 2.

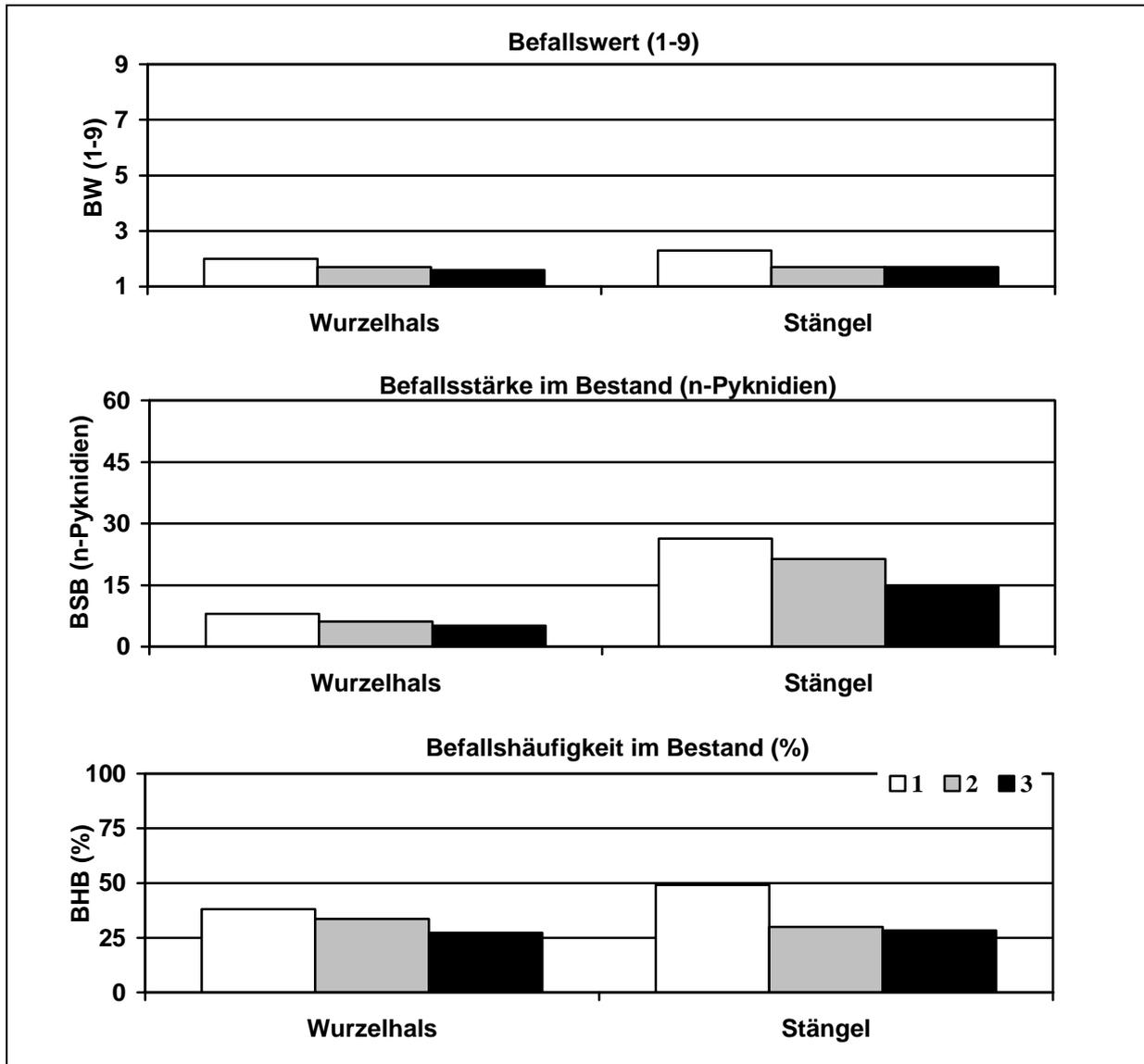


Abb. 43: Einfluss differenzierter Frühjahrsapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03), 3 = 0,5 l/ha Prosaro (14.03.03) + 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03)) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel, Mittel über fünf Boniturtermine und die Sorten *Elektra* und *Talent*, Standort Ahrensfelde, 2003

3.2.2.4 Effekte differenzierter Frühjahrsapplikationen auf das Sprosslängenwachstum und die prozentuale Lagerbildung

Die Erfassung der Sprosslänge und der Lagerneigung (Tab. 72) wiesen in den Sorten *Elektra* und *Talent* nach Dreifachbehandlung (Variante 3) die höchsten einkürzenden Effekte auf. Die Zweifachbehandlung (Variante 2) zog vergleichend zur unbehandelten Kontrolle (Variante 1) Stengeleinkürzungen nach sich, die jedoch geringer ausfielen. Bei den über die Sorten gemittelten Werten ergab die Bonitur der prozentualen Lagerbildung (Tab. 73) eine Reduktion der

fungizidbehandelten Varianten vergleichend zur Kontrolle; eine Differenzierung zwischen den Fungizidvarianten konnte nicht festgestellt werden.

Tab. 72: Einfluss differenzierter Frühjahrsapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03), 3 = 0,5 l/ha Prosaro (14.03.03) + 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03)) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) auf die Sprosslänge (cm), Sorten *Elektra* und *Talent*, Standort Ahrensfelde, Boniturtermin: 09.05.03

Variante	<i>Elektra</i>	<i>Talent</i> 30 Körner/m ²	<i>Talent</i> 50 Körner/m ²	Mittel über die Sorten
1	126,1	128,6	123,1	125,9
2	122,2	125,4	121,7	123,1
3	120,5	116,6	116,6	117,9

Tab. 73: Einfluss differenzierter Frühjahrsapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03), 3 = 0,5 l/ha Prosaro (14.03.03) + 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03)) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) auf die prozentuale Lagerbildung, Sorten *Elektra* und *Talent*, Standort Ahrensfelde, Boniturtermin: 11.07.03

Variante	<i>Elektra</i>	<i>Talent</i> 30 Körner/m ²	<i>Talent</i> 50 Körner/m ²	Mittel über die Sorten
1	7,5 a	20,0	50,0 a	25,8 a
2	0,0 b	7,5	7,5 b	5,0 b
3	5,0 a	6,3	17,5 b	9,6 b
p	**	n.s.	**	***

3.2.2.5 Effekte differenzierter Frühjahrsapplikationen auf den Ernteertrag

Die differenzierten Fungizidvarianten wiesen Ertragseffekte auf, die tendenziell in der Sorte *Talent* verstärkt nachzuweisen waren, jedoch statistisch nicht abzusichern sind (Tab. 74). Hingegen führte die Berechnung im Mittel der Sorten und Saatstärken zu signifikanten Unterschieden der Fungizidvarianten, wodurch beispielsweise ein Mehrertrag in Variante 3 vergleichend zur Kontrolle in Höhe von 2,5 dt/ha vorlag.

Tab. 74: Einfluss differenzierter Frühjahrsapplikationen (Varianten: 1 = unbehandelte Kontrolle, 2 = 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03), 3 = 0,5 l/ha Prosaro (14.03.03) + 0,5 l/ha Prosaro (03.04.03) + 0,75 l/ha Prosaro (24.04.03)) auf den Ernteertrag (dt/ha), Sorten *Elektra* und *Talent*, Standort Ahrensfelde, 2003

Variante	<i>Elektra</i>	<i>Talent</i> 30 Körner/m ²	<i>Talent</i> 50 Körner/m ²	Mittel über die Sorten
1	52,6	48,1	48,5	49,7 a
2	53,9 +1,3	50,1 +2,0	51,0 +2,5	51,7 ab +2,0
3	53,2 +0,6	52,6 +4,5	50,8 +2,3	52,2 b +2,5
p	n.s.	n.s.	n.s.	*

3.2.4 Effekte differenzierter Blütenapplikationen

3.2.4.1 Effekte differenzierter Blütenapplikationen auf den *Sclerotinia sclerotiorum*-Befall

Am Standort Schwartbuck erfolgte in den Versuchsjahren 2001 und 2002 die Prüfung differenzierter Fungizidapplikationen zum Zeitpunkt der Blüte in der Sorte *Talent* (Abb. 44). Die üblicherweise gegen den Erreger *Sclerotinia sclerotiorum* durchgeführte Blütenapplikation wies bei einem nur moderatem Befallsgeschehen von 18 bzw. 14% Befallshäufigkeit in der Kontrolle Effekte der Fungizidmaßnahmen auf. In beiden Versuchsjahren war keine Differenzierung zwischen den Fungizidvarianten möglich.

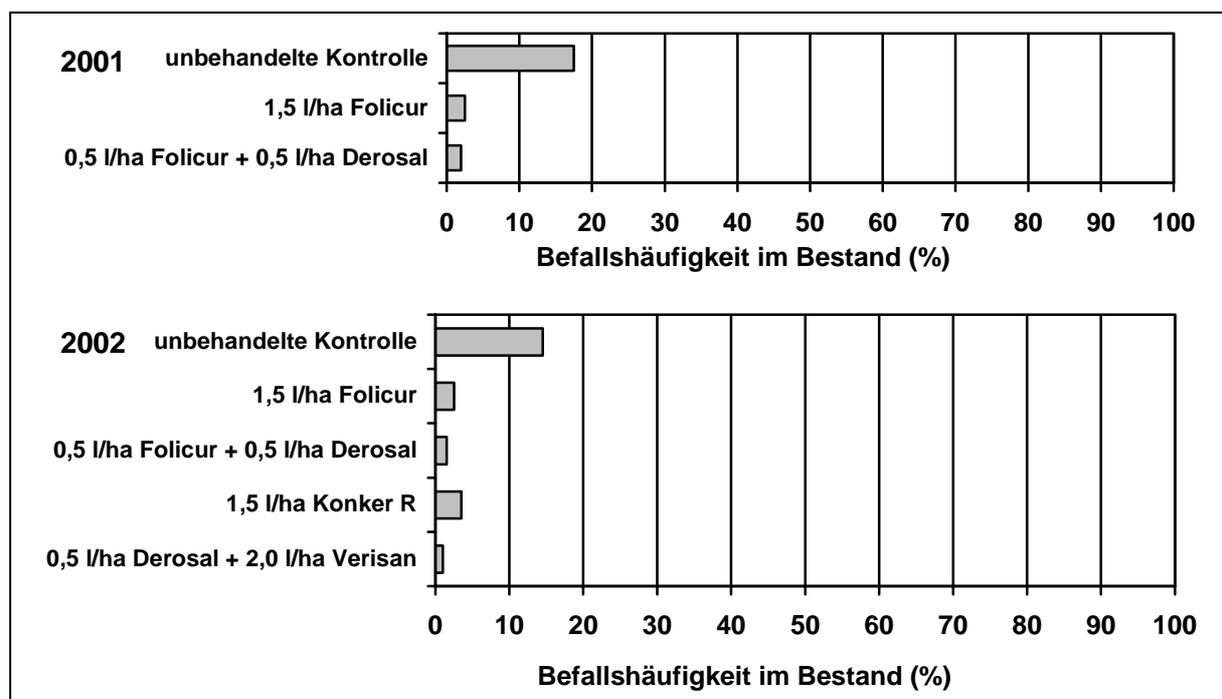


Abb. 44: Einfluss differenzierter Blütenapplikationen auf die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Sclerotinia sclerotiorum* am Stängel, Sorte *Talent*, Standort Schwartbuck, Boniturtermine: 18.07.01, 15.07.02

3.2.4.2 Effekte differenzierter Blütenapplikationen auf die Schotenstabilität

Die Prüfung zur Schotenstabilität in Abhängigkeit der fungiziden Blütenapplikation im Versuchsjahr 2001 erfolgte unter Anwendung mechanischer Einwirkung an zwei Boniturterminen (Abb. 45). Es wird deutlich, dass insbesondere die durch Folicur induzierten wachstumsregulatorischen Wirkungen zur Blüte zu einer signifikant höheren Schotenstabilität, vergleichend zur unbehandelten Kontrollvariante, führten.

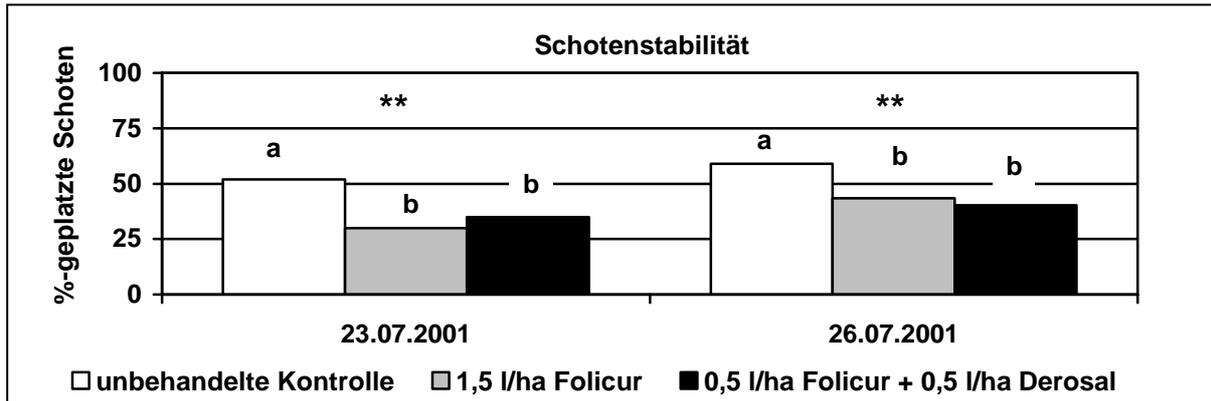


Abb. 45: Einfluss differenzierter Blütenapplikationen auf die Schotenstabilität (%-geplatze Schoten), Sorte *Talent*, Standort Schwartbuck, 2001

Im Versuchsjahr 2002 konnte eine Schotenstabilitätsprüfung aufgrund sehr starker Niederschläge, welche ein Aufweichen und frühzeitiges Aufplatzen der Schoten kurz vor dem Erntezeitpunkt bewirkten, nicht durchgeführt werden.

3.2.4.3 Effekte differenzierter Blütenapplikationen auf den Ernteertrag

Am Standort Schwartbuck wurden im Versuchsjahr 2001 (Abb. 46) in beiden Blütenapplikationsvarianten, vergleichend zur Kontrolle, Ertragszuwächse von bis zu 5 dt/ha festgestellt, die jedoch statistisch nicht absicherbar sind. In 2002 war aufgrund extremer Niederschläge und folglich frühzeitig aufplatzender Schoten eine Ertragsbemessung nicht gegeben.

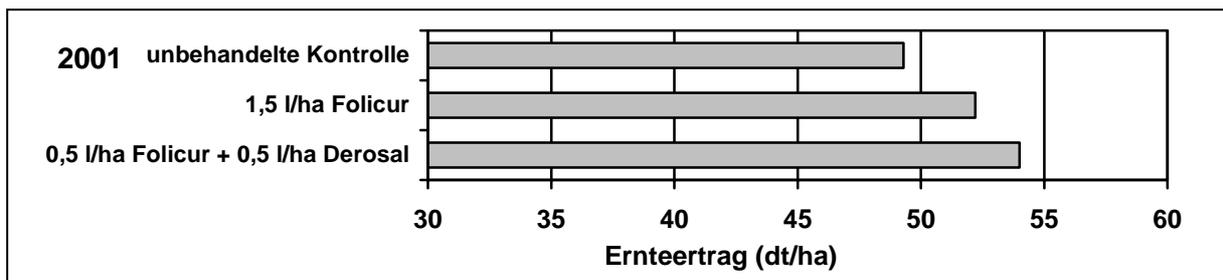


Abb. 46: Einfluss differenzierter Blütenapplikationen auf den Ernteertrag (dt/ha), Sorte *Talent*, Standort Schwartbuck, 2001

3.3 Prognose und Auftreten von *Sclerotinia sclerotiorum*

3.3.1 Ascosporenflug von *Sclerotinia sclerotiorum*

Die Messung des Ascosporenflugs in einer Höhe von 10 cm über dem Sklerotidendepot im Versuchsjahr 2001 ergab ein Maximum der Ascosporenausschleuderung im Zeitraum 09.05. bis 20.05., welche nicht gleichmäßig kontinuierlich über den Tag gemessen werden konnte, sondern deutlich ausgeprägte Sporenpeaks zeigte (Abb. 47). In diesem Zeitraum ergaben die

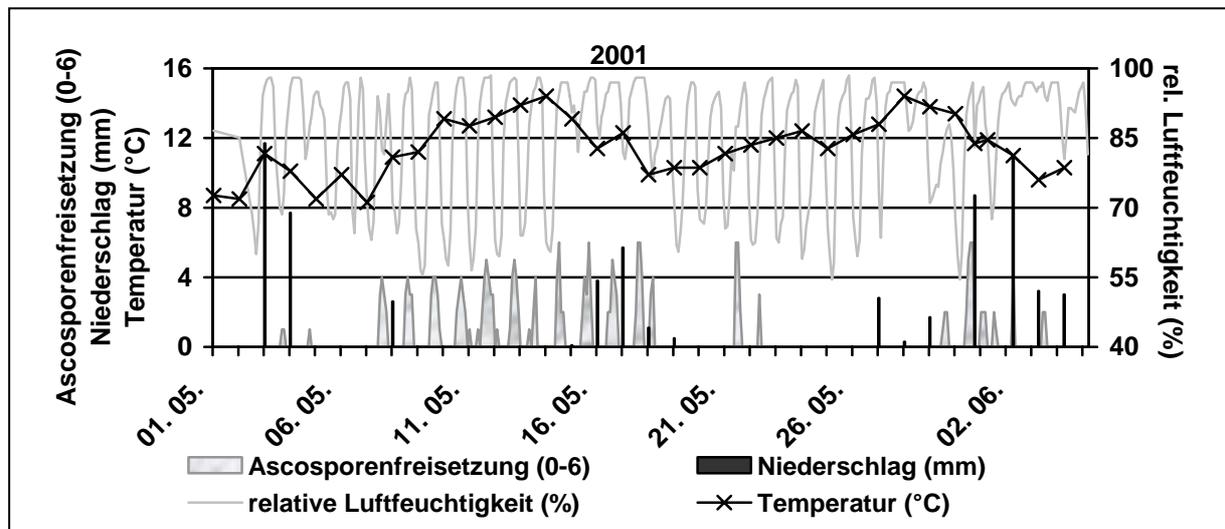


Abb. 47: Zweistundenmittelwerte der Ascosporenfreisetzung (Freisetzungsgrad: 0-6) von *Sclerotinia sclerotiorum* und der relativen Luftfeuchtigkeit (%), Tagesniederschlagssumme (mm) und durchschnittliche Tagestemperatur (°C), Standort Birkenmoor, 2001

Messungen der Ascosporenfreisetzung, die in Form des Freisetzungsgrades dargestellt wird (s. Tab. 21), die Tageshöchstwerte kurz nachdem die Luftfeuchtigkeit zur Tagesmitte die minimalen Werte erreichte. Die Sporenflüge konnten insbesondere im Zeitraum vom 08.05. bis zum 18.05. und parallel zu den erneut einsetzenden Niederschlägen Anfang Juni aufgezeichnet werden. Im Versuchsjahr 2002 wurden die Messungen auf die Höhen von 50 cm und 100 cm ausgedehnt, wobei eine deutlich abnehmende Sporenkonzentration mit steigender Höhe festgestellt werden konnte (Abb. 48). Im Vergleich mit dem Vorjahr ergaben die Messungen in 10 cm Höhe eine geringere, kontinuierlichere Sporenfreisetzung, die über den kompletten Versuchsmonat Mai erfasst werden konnte. Ein Zusammenhang zwischen der Tagesdynamik der relativen Luftfeuchtigkeit, welche aufgrund häufigerer Niederschläge im Vergleich mit dem Vorjahr auf höherem Niveau verlief, und der Ascosporenausschleuderung konnte in dieser Untersuchungsperiode nur begrenzt festgestellt werden.

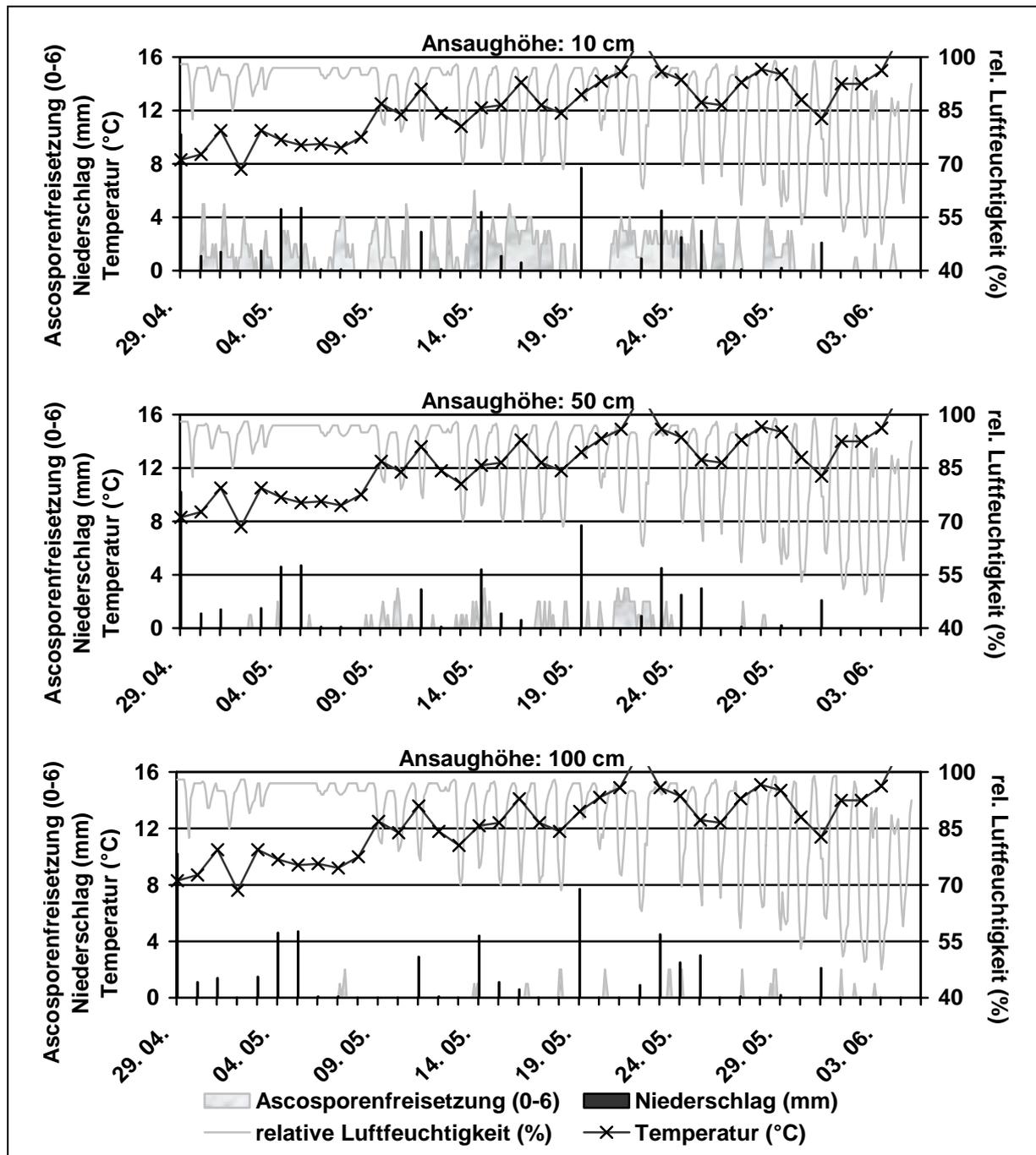


Abb. 48: Zweistundenmittelwerte der Ascosporenfreisetzung (Freisetzungsgrad: 0-6) von *Sclerotinia sclerotiorum* und der relativen Luftfeuchtigkeit (%), Tagesniederschlagssumme (mm) und durchschnittliche Tagestemperatur (°C), Standort Birkenmoor, 2002

3.3.2 Infektion der Blütenblätter mit Ascosporen von *Sclerotinia sclerotiorum*

Die Auswertung der mit Ascosporen befallenen Blütenblätter anhand der sich bildenden Sklerotien zeigt im Versuchsjahr 2001 am Standort Birkenmoor und Hohenschulen den stärksten Befall bereits am 09.05.01. Am Standort Birkenmoor wiesen im Mittel der Wiederholungen 83,1 %, am Standort Hohenschulen 61,9 % der Blütenblätter einen Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* auf, welcher dann im Zuge intervallmäßiger Bonituren sukzessive abnahm (Abb. 49, 50).

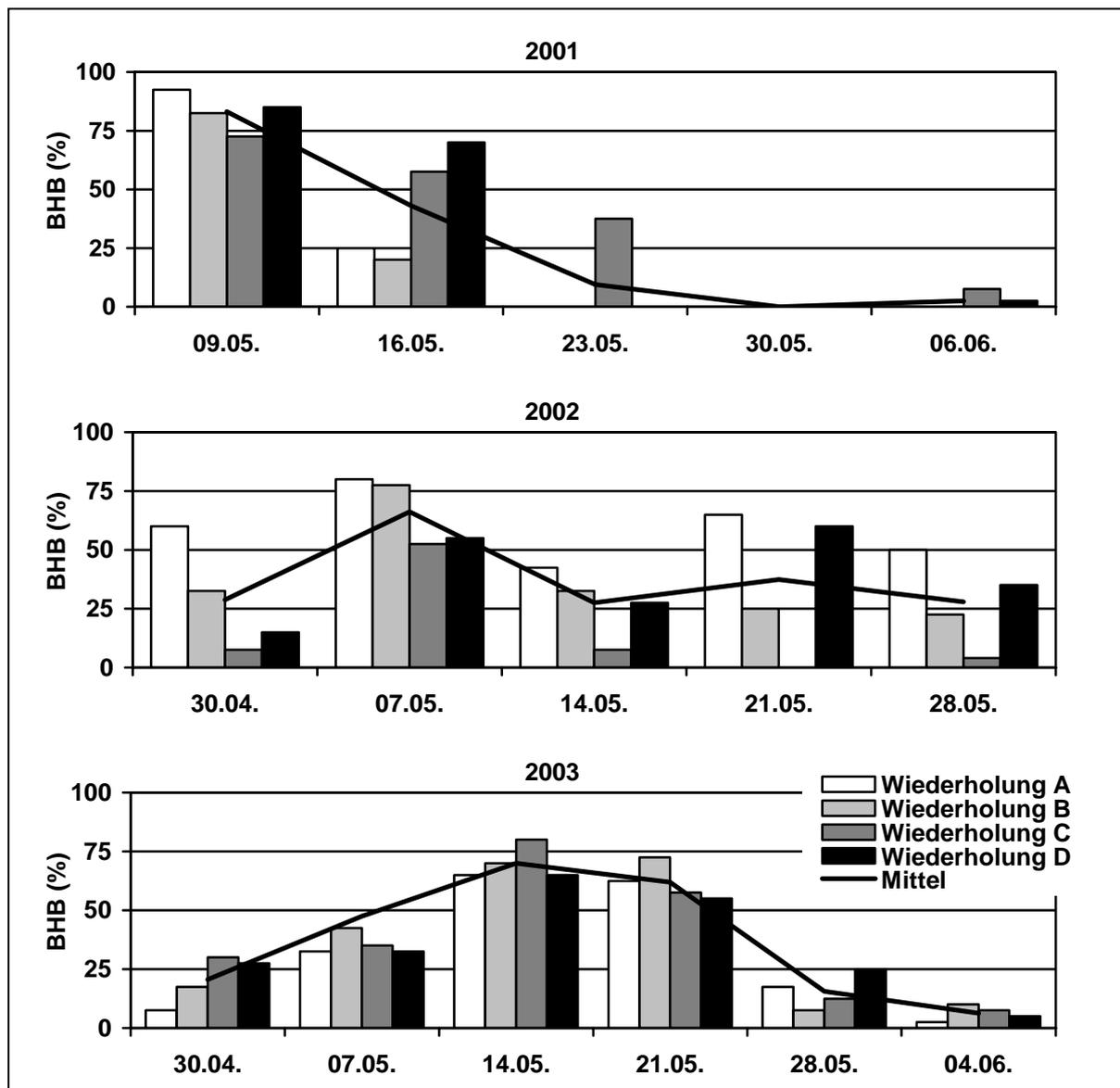


Abb. 49: Befallshäufigkeit der Blütenblätter mit *Sclerotinia sclerotiorum* in Abhängigkeit des Boniturtermins und der Wiederholung, Standort Birkenmoor, 2001-2003

Die in dem folgenden Jahr 2002 bereits Ende April (30.04.) beginnende Bonitur ergab bereits an diesem Boniturtermin an beiden Standorten erste mit Ascosporen infizierte Blütenblätter

(Abb. 49, 50). Bis zum 07.05. konnte eine Zunahme des Befalls gemessen werden, der mit 66,3 % und 55,2 % im Mittel der Wiederholungen das Maximum in dieser Blühphase erreichte.

Die im Versuchsjahr 2003 ausschließlich am Standort Birkenmoor durchgeführte Analyse (Abb. 49) ergab im Vergleich mit den Vorjahren einen deutlich langsameren Anstieg der Blütenblattinfektionen. Am 14.05. und 21.05. konnte bei 70,0 % bzw. 61,9 % der Blütenblätter das Vorhandensein von *Sclerotinia sclerotiorum* nachgewiesen werden.

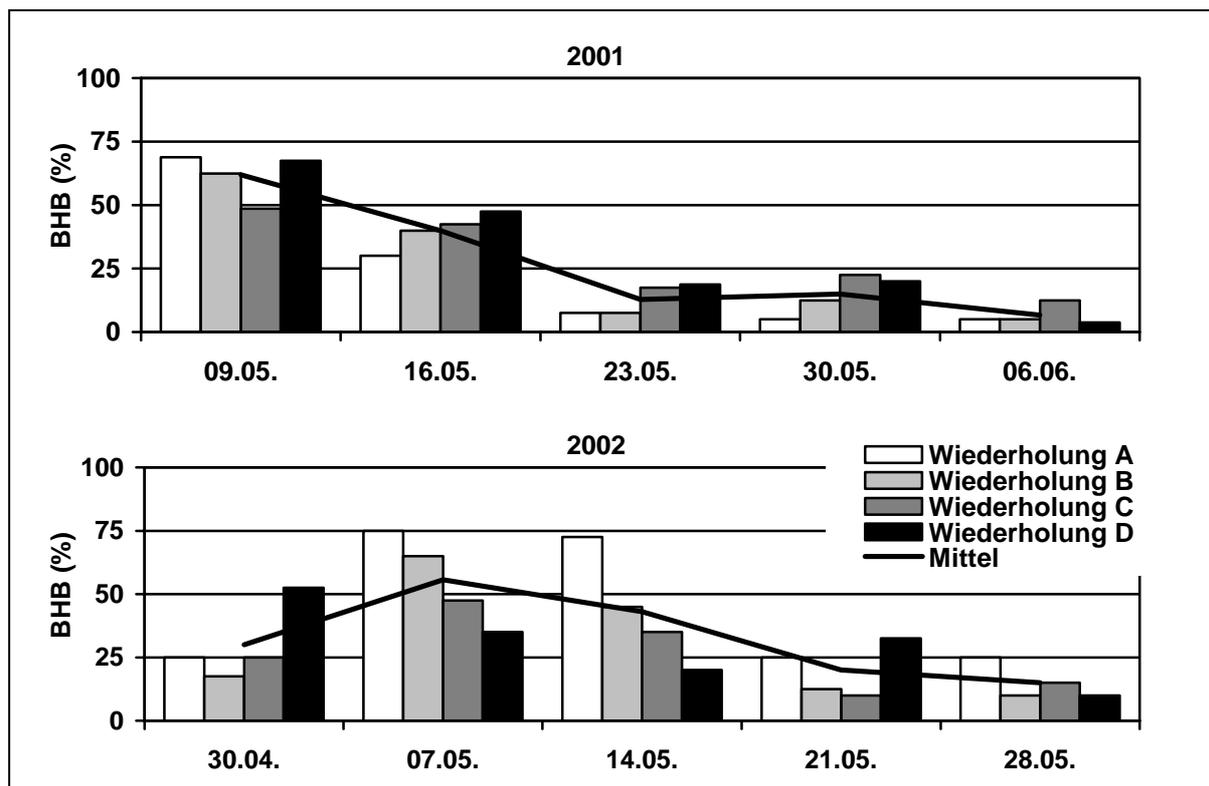


Abb. 50: Befallshäufigkeit der Blütenblätter mit *Sclerotinia sclerotiorum* in Abhängigkeit des Boniturtermins und der Wiederholung, Standort Hohenschulen, 2001, 2002

Der in den einzelnen Wiederholungen bonitierte *Sclerotinia sclerotiorum*-Stängelbefall verdeutlicht (Tab. 75), dass sich lediglich in dem Versuchsjahr 2001 eine nach Blütenblattinfektion anschließende moderate Erregerausbreitung einstellte, während die weiteren Versuchsjahre, trotz nachgewiesener hoher Befallshäufigkeit der Blütenblätter mit *Sclerotinia sclerotiorum*, kaum einen Stängelbefall aufwiesen. In Tabelle 76 sind die mittleren Befallshäufigkeitswerte der jahresspezifisch unterschiedlichen Blütenblattbefallsgrade dargestellt, die in 2002 und 2003 trotz erhöhter Blütenblattinfektionen nahezu ohne Auswirkungen auf den Stängelbefall blieben.

Tab. 75: Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Sclerotinia sclerotiorum* BHB (%) am Stängel in Abhängigkeit der Wiederholung, Standorte Birkenmoor und Hohenschulen, 2001-2003

Standort	Wiederholung				Mittel
	A	B	C	D	
2001					
Birkenmoor	16,0	20,0	20,0	24,0	20,0
Hohenschulen	21,0	18,0	38,0	24,0	25,3
2002					
Birkenmoor	4,0	4,0	6,0	2,0	4,0
Hohenschulen	2,0	0,0	0,0	2,0	1,0
2003					
Birkenmoor	0,0	4,0	2,0	4,0	2,5

Tab. 76: Durchschnittliche Befallshäufigkeit (%) der Blütenblätter mit *Sclerotinia sclerotiorum* in Abhängigkeit der Wiederholung, Mittel über die Boniturtermine, Standorte Birkenmoor und Hohenschulen, 2001-2003

Standort	Wiederholung			
	A	B	C	D
2001				
Birkenmoor	23,5	20,5	35,0	21,5
Hohenschulen	23,3	25,5	24,8	31,5
2002				
Birkenmoor	59,5	34,0	14,3	38,5
Hohenschulen	4,5	30,0	26,5	30,0
2003				
Birkenmoor	31,3	36,7	37,1	35,0

3.3.3 Vergleich der Angaben des Modells SKLERO mit den erhobenen Daten

3.3.3.1 Aufwuchszeitpunkt der Apothecien

In Tabelle 77 sind die prognostizierten Termine der primären Apothecienbildung durch das Prognosemodell SKLERO vergleichend zu den real erhobenen Aufwuchszeitpunkten gegen-

Tab. 77: Zeitpunkt der ersten Apothecienbildung im Feld und der berechnete Jahrestag der ersten Apothecienbildung (Modell SKLERO), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001-2003

Birkenmoor		Tolk		Ehst	
Erster Apothecienaufwuchs					
Prognosemodell SKLERO	Bonitur im Bestand	Prognosemodell SKLERO	Bonitur im Bestand	Prognosemodell SKLERO	Bonitur im Bestand
2001					
02.05.	23.04.	01.05	23.04.	01.05.	23.04.
2002					
02.05.	26.04.	02.05.	27.04.	01.05.	26.04.
2003					
27.04.	11.05.	17.04.	10.06.	23.04.	07.05.

übergestellt. Im Versuchsjahr 2001 erfolgte die erste Bonitur der Apothecienbildung an allen Standorten am 23.04., welche durch das Modell SKLERO am 01.05. bzw. 02.05. prognostiziert wurden.

Für das folgende Jahr sollte laut Modell SKLERO der primäre Apothecienaufwuchs zum gleichen Termin wie im Vorjahr erfolgen; die Kontrolle der Sklerotiddepots im Bestand ergab den Nachweis erster, den Boden durchbrechender Apothecien an den Standorten mit 5 bis 6 Tagen Verzögerung. Im Versuchsjahr 2003 berechnete das Modell SKLERO, bedingt durch geringe Niederschläge und überdurchschnittliche Temperaturen im April, den ersten Apothecienaufwuchs für den Standort Birkenmoor bereits am 15.04., welcher aber aufgrund fehlender Niederschläge durch das Modell als vertrocknet und am 27.04 als erneut aufwachsend prognostiziert wurden. Für den Standort Tolk erfolgte die Prognose der Apothecienaufwuchs ebenso zwei Wochen früher im Vergleich mit dem Vorjahr am 17.04., wohingegen am Standort Ehst der Aufwuchszeitpunkt am 23.04. errechnet wurde. Die im Bestand nachgewiesene Fruchtkörperbildung zeigte in diesem Versuchsjahr Differenzen zu den prognostizierten Werten; am Standort Ehst konnten die ersten Apothecien am 07.05., am Standort Birkenmoor am 11.05. und am Standort Tolk erst am 10.06. festgestellt werden.

3.3.3.2 Vergleich der meteorologischen Daten mit den Modellangaben zur Infektion

Im Folgenden wird die Witterung der Versuchsjahre im Zeitraum 25.04. bis 05.06. mit den Angaben des Prognosemodells SKLERO bezüglich der Infektionsgefahr durch den Erreger *Sclerotinia sclerotiorum* verglichen. Eine Infektion findet laut dem Modell dann statt, wenn der Infektionsdruck einen Wert von größer 5 erreicht und mehr als 20 günstige Infektionsstunden vorliegen.

Die ersten Niederschläge im Mai 2001 (Abb. 51) führten zu keinen erhöhten Infektionsparametern, da abfallende Blütenblätter ab dem Entwicklungsstadium BBCH 63 Voraussetzung für eine Infektion darstellen. Die günstigen Infektionsstunden stiegen dementsprechend an allen Standorten erst ab Mitte Mai an und erreichten nach den Niederschlägen um den 16. und 17. Mai die definierten Grenzwerte, so dass erste schwache Infektionen laut dem Modell am Standort Tolk gegeben waren. Mit den erneut einsetzenden Niederschlägen am 28.05. ergaben die Modellberechnungen parallel zu steigenden Messwerten für die Luftfeuchtigkeit, hohe Werte für den Infektionsdruck und die Infektionsstunden, so dass an Standorten Ehst an 8 Tagen, am Standort Tolk an 4 Tagen und am Standort Birkenmoor an 2 Tagen Infektionsbedingungen vorlagen.

Das darauf folgende Versuchsjahr 2002 war gekennzeichnet durch häufige Niederschläge Anfang Mai mit einhergehender hoher Luftfeuchtigkeit. Das Modell reagierte zum entsprechenden Zeitpunkt der phänologischen Entwicklung und prognostizierte erste schwache Infektionen an den Standorten Birkenmoor und Ehst am 09.05. bzw. am Standort Tolk am 12.05..

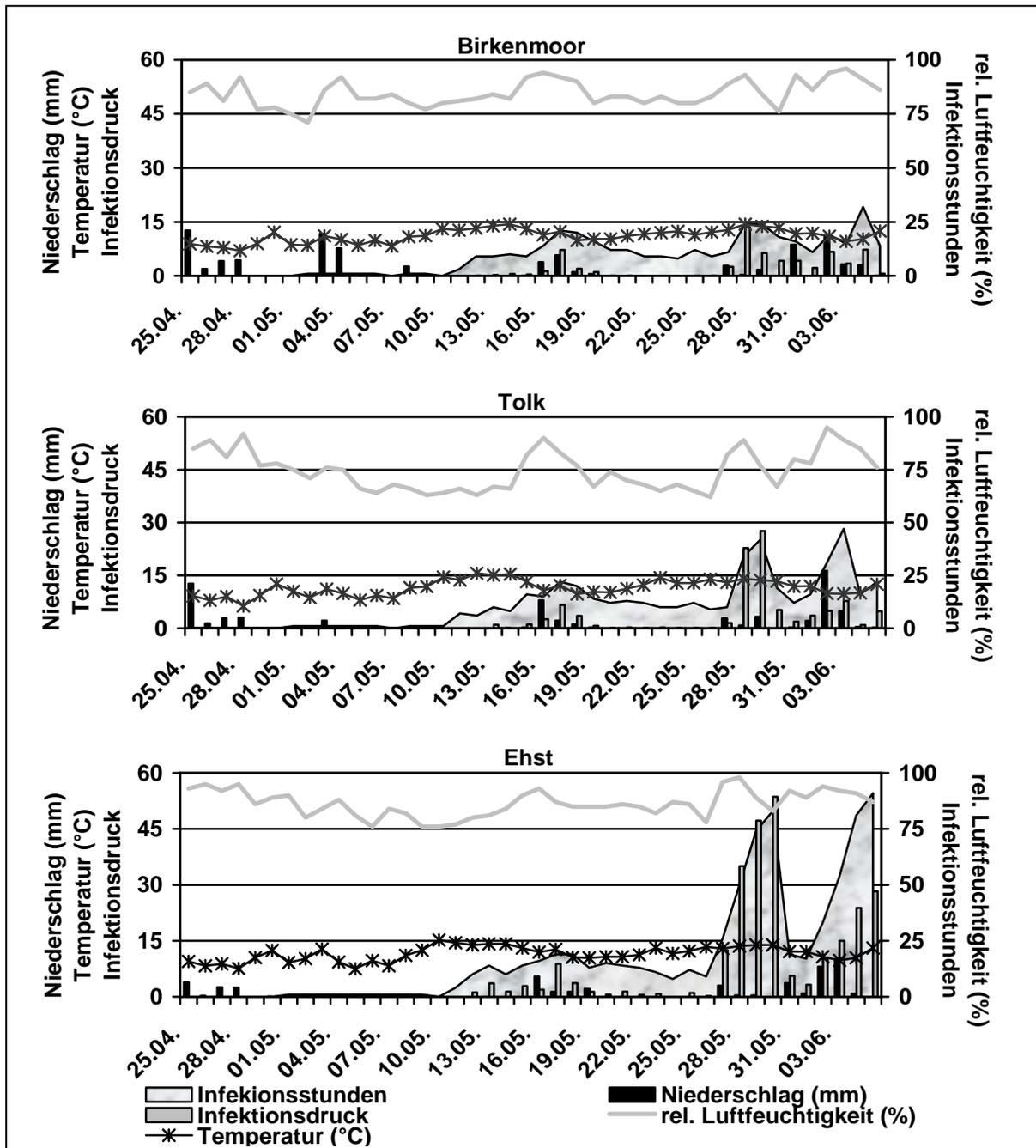


Abb. 51: Tagesniederschlagssumme (mm), durchschnittliche Tagestemperatur (°C), durchschnittliche, relative Tagesluftfeuchtigkeit (%) sowie Infektionsdruck und Infektionsstunden (Prognosemodell SKLERO), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2001

Das darauf folgende Versuchsjahr 2002 war gekennzeichnet durch häufige Niederschläge Anfang Mai, mit einhergehender hoher Luftfeuchtigkeit, wobei das Modell erst mit der entsprechenden phänologischen Entwicklung am 09.05. erste schwache Infektionen an den Standorten Birkenmoor und Ehst, am Standort Tolk am 12.05., prognostizierte (Abb. 52).

Die anschließende niederschlagsarme Periode bewirkte einen Rückgang der Luftfeuchtigkeit mit parallel am Standort Ehst prognostizierten Infektionsdefiziten.

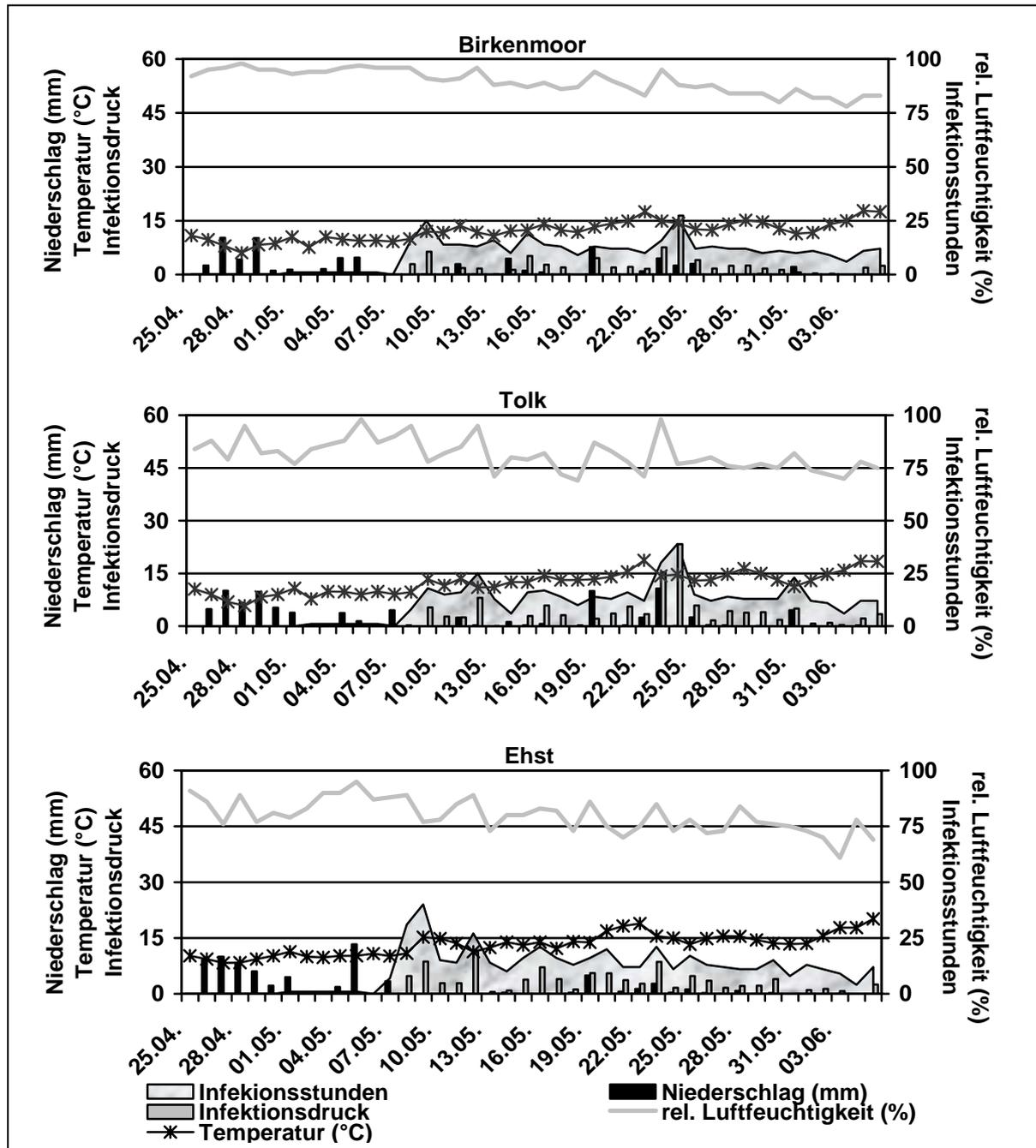


Abb. 52: Tagesniederschlagssumme (mm), durchschnittliche Tagestemperatur (°C), durchschnittliche, relative Tagesluftfeuchtigkeit (%) sowie Infektionsdruck und Infektionsstunden (Prognosemodell SKLERO), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2002

Die Niederschlagsmessung ergab an den weiteren Standorten etwas ausgiebigere Intensitäten mit einhergehend höherer Luftfeuchtigkeit; das Modell sagte schwache Grenzwertüberschreitungen für die Standorte Birkenmoor am 23. Mai sowie Tolk am 23.05. und 24.05. voraus.

Die Bemessung der Witterungsparameter in 2003 ließ stärkere Niederschlagsereignisse Ende April bzw. Anfang Mai erkennen, die anschließend Ihrer Intensität bis Mitte Mai deutlich nachließen (Abb. 53).

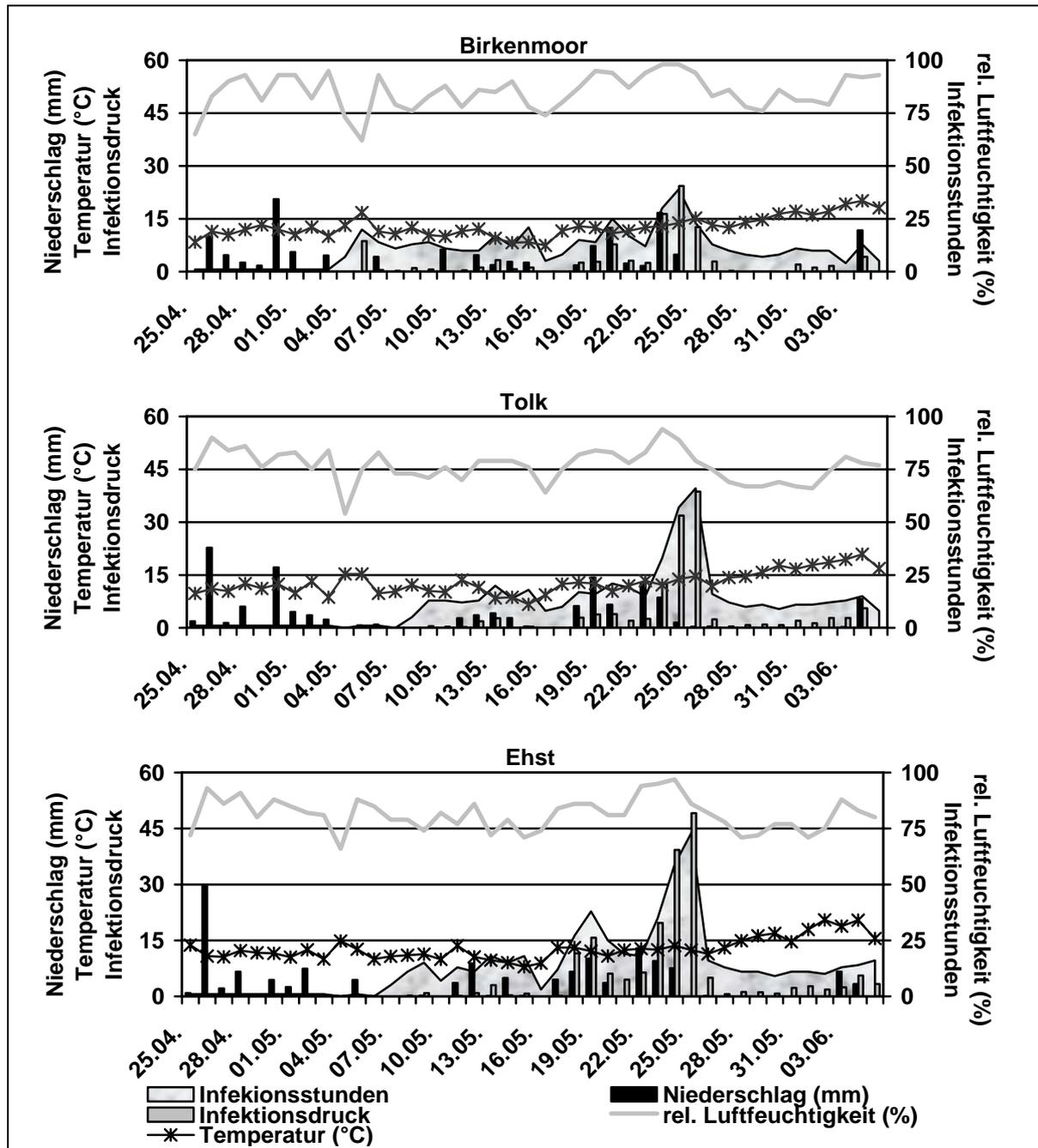


Abb. 53: Tagesniederschlagssumme (mm), durchschnittliche Tagestemperatur (°C), durchschnittliche, relative Tagesluftfeuchtigkeit (%) sowie Infektionsdruck und Infektionsstunden (Prognosemodell SKLERO), Standorte Birkenmoor, Tolk und Ehst, 2003

Die Berechnungen des Modells SKLERO führten ab dem Zeitpunkt des Blütenblattabwurfes zu einem ansteigenden Befallsdruck, wobei die Grenzwerte für eine Infektion bis Mitte Mai nicht überschritten wurden.

Zwischen dem 17.05. und 25.05. konnten an allen Standorten Niederschläge bemessen werden. Die parallelen Vorhersagen des Modells am Standort Ehst charakterisierten sechs, am Standort Birkenmoor vier und am Standort Tolk drei infektionsgünstige Tage.

3.4 Winterraps Sortenversuch

3.4.1 *Phoma lingam*-Befall in Abhängigkeit der Sorte

Der *Phoma lingam*-Blattbefall im Versuchsjahr 2000/2001 war geprägt durch sehr hohe Boniturparameter (Tab. 78), wobei bezüglich der Befallshäufigkeit im Bestand kaum Unterschiede zwischen den Sorten deutlich wurden. Hingegen wiesen die Pyknidienzahlen auf

Tab. 78: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante (K = unbehandelte Kontrolle, HFB = Herbst,- Frühjahrs,- Blütenbehandlung) auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Standort Hohenschulen, 2000-2003

Befallsstärke im Bestand (n-Pyknidien)										
2000/2001 (Boniturdatum 20.11.00)										
Variante	Co	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su			
K	102	86	157	198	223	147	162			
HFB	20	29	48	55	57	43	86			
2001/2002 (Boniturdatum: 30.11.01)										
Variante	Co	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su		
K	45	50	53	46	44	43	62	54		
HFB	17	21	13	15	13	8	22	14		
2002/2003 (Boniturdatum: 19.11.02)										
Variante	Co	Ex	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su	Ta
K	3	7	7	6	10	7	15	13	20	7
HFB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Befallshäufigkeit im Bestand (%)										
2000/2001 (Boniturdatum 20.11.00)										
Variante	Co	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su			
K	87,5	87,5	97,5	97,5	100,0	92,5	95,0			
HFB	47,5	52,5	67,5	62,5	65,0	67,5	75,0			
2001/2002 (Boniturdatum: 30.11.01)										
Variante	Co	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su		
K	57,5	72,5	75,0	72,5	72,5	72,5	60,0	72,5		
HFB	45,0	67,5	47,5	37,5	50,0	32,5	65,0	52,5		
2002/2003 (Boniturdatum: 19.11.02)										
Variante	Co	Ex	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su	Ta
K	7,5	12,5	22,5	17,5	27,5	25,0	35,0	32,5	35,0	12,8
HFB	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,0	2,5

den Blättern der Sorte *Maja* mit durchschnittlich 223 Pyknidien je Pflanze auf das stärkste und in der Sorte *Laser* mit 86 Pyknidien je Pflanze auf das geringste Befallsmuster hin. Ein deutlicher Effekt ist in allen Sorten durch die Fungizidapplikation in beiden Boniturparametern erkennbar. In den darauf folgenden Versuchsjahren 2001/2002 und 2002/2003 ist eine Differenzierung zwischen den Sorten anhand der Boniturparameter des Blattbefalls aufgrund des auf niedrigerem Niveau verlaufenden Befalles und einhergehend unspezifischer Unterschiede nicht möglich. Es wurde jedoch ein deutlich reduzierender Einfluss der Herbstapplikation auf das Befallsgeschehen von *Phoma lingam* festgestellt.

Die Mittelwertbildung (Abb. 54) der Sorten, die in jedem Versuchsjahr getestet wurden verdeutlicht, dass die Sorte *Maja* den stärksten und die Sorten *Contact* und *Laser* den geringsten Pyknidienbesatz auf den Blättern in der unbehandelten Kontrolle aufwiesen, wobei diese Werte stark durch das Versuchsjahr 2000/2001 geprägt sind. Die reduzierende Wirkung der Herbstapplikation auf den *Phoma lingam*-Blattbefall war in nahezu allen Sorten auf gleichem Niveau messbar.

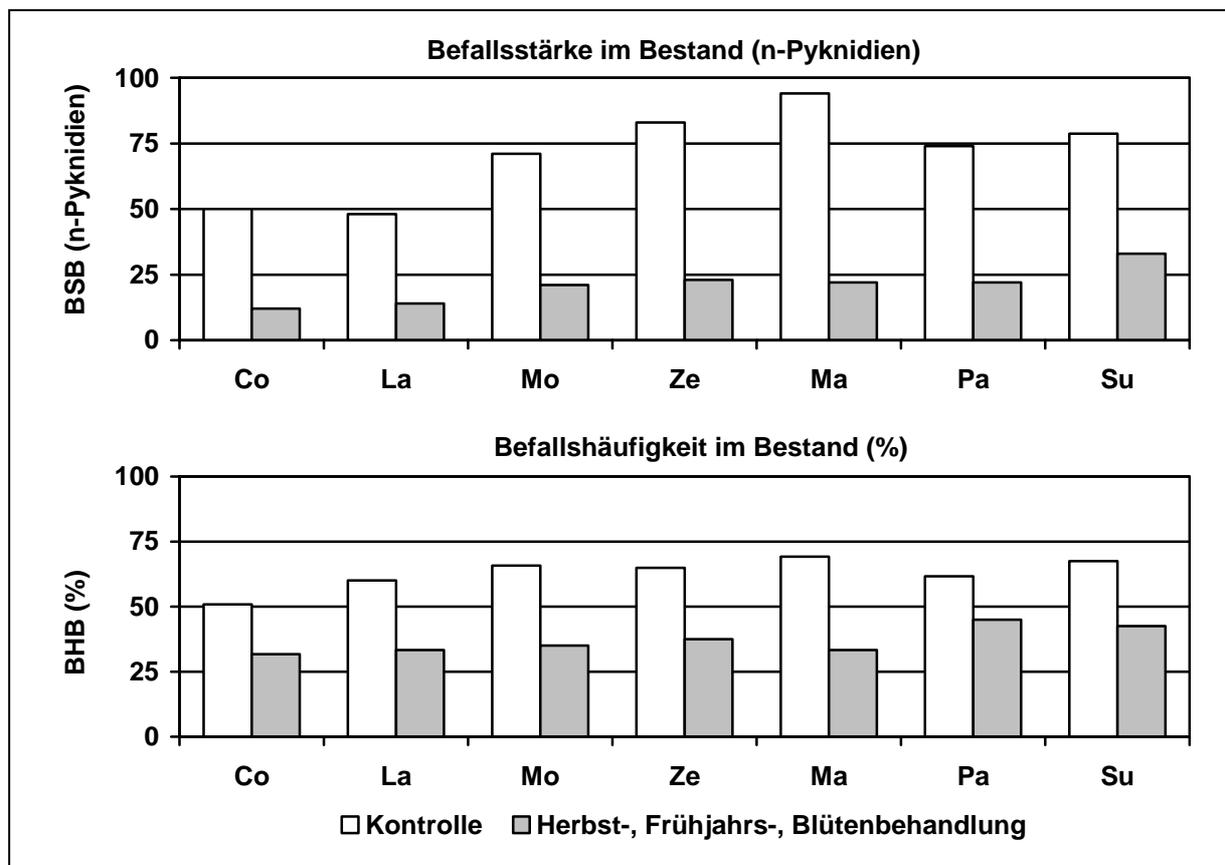


Abb. 54: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante auf die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* auf den Blattorganen, Standort Hohenschulen, Mittel über die Versuchsjahre 2000-2003

Die vergleichende Untersuchung von Sorten hinsichtlich des Wurzelhalsbefalls anhand des Befallswertes, der –häufigkeit und –stärke verdeutlicht, dass die Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* am Wurzelhals in der Sorte *Mohican* im Versuchsjahr 2000/2001 am geringsten, in den Sorten *Maja* und *Susanna* am höchsten vorlag (Tab. 79). Ein fungizider Effekt wird in allen Boniturparametern in fast allen Sorten deutlich.

Tab. 79: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante (K = unbehandelte Kontrolle, HFB = Herbst,- Frühjahrs,- Blütenbehandlung) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* am Wurzelhals, Standort Hohenschulen, BBCH 85, 2000-2003

Befallswert (1-9)										
2000/2001										
Variante	Co	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su			
K	4,3	4,5	3,0	4,5	4,2	3,9	4,3			
HFB	3,8	3,9	3,5	3,5	3,7	3,8	4,5			
2001/2002										
Variante	Co	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su		
K	5,2	3,4	4,3	5,0	3,7	5,6	4,4	5,4		
HFB	4,1	3,3	3,4	3,5	4,2	5,0	4,3	4,3		
2002/2003										
Variante	Co	Ex	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su	Ta
K	4,0	3,6	2,1	3,4	2,6	3,2	4,4	3,5	4,1	2,9
HFB	2,4	2,5	2,0	3,6	2,5	3,2	3,1	3,7	4,0	2,9
Befallsstärke im Bestand (n-Pyknidien)										
2000/2001										
Variante	Co	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su			
K	72	80	17	69	97	45	82			
HFB	40	45	34	50	59	51	47			
2001/2002										
Variante	Co	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su		
K	29	15	25	20	19	25	23	32		
HFB	27	24	27	35	20	28	29	54		
2002/2003										
Variante	Co	Ex	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su	Ta
K	30	23	9	17	8	16	28	28	28	23
HFB	15	13	9	30	8	22	25	30	26	16
Befallshäufigkeit im Bestand (%)										
2000/2001										
Variante	Co	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su			
K	92,7	87,5	58,0	90,5	96,0	83,4	95,0			
HFB	81,5	63,9	59,0	83,0	67,5	68,7	72,0			
2001/2002										
Variante	Co	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su		
K	99,0	84,0	93,0	94,0	81,0	95,0	95,0	97,0		
HFB	87,0	72,6	89,0	83,0	91,0	96,0	88,0	91,0		
2002/2003										
Variante	Co	Ex	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su	Ta
K	95,0	86,0	49,0	90,0	63,0	82,0	82,0	81,0	77,0	71,0
HFB	62,0	65,0	46,0	84,0	50,0	68,0	67,0	81,0	82,0	75,0

In 2001/2002 lagen in den Sorten *Contact*, *Maja* und *Susanna* die höchsten und in *Jet Neuf* die geringsten Befallswerte am Wurzelhals vor. Im Vergleich mit der unbehandelten Kontrolle zeigte der Befallswert reduzierte Boniturwerte in der behandelten Variante, wohingegen die Bonitur in den Parametern Befallsstärke und Befallshäufigkeit im Bestand keine bzw. nur geringe Unterschiede aufwies. In dem abschließenden Versuchsjahr 2002/2003 lag ein geringer Befallsdruck vor, der in der Auswertung der Sorten *Jet Neuf*, *Mohican* und *Talent* in der unbehandelten Kontrolle einen Boniturwert unter 3,0, in den Sorten *Contact*, *Maja* und *Susanna* annähernd Werte von 4,0 ergab.

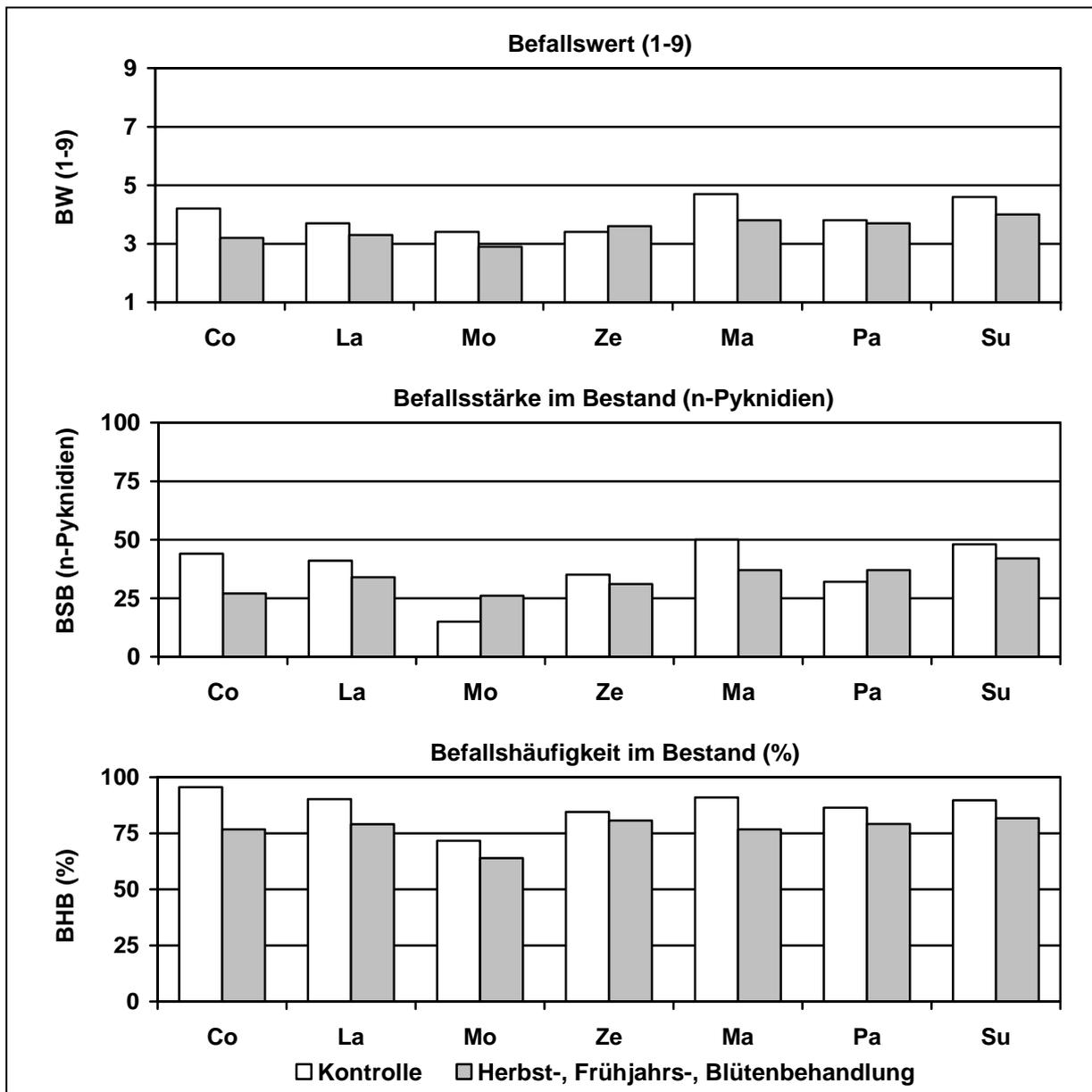


Abb. 55: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante auf den Befallswert (BW = Skala 1-9), die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Phoma lingam* am Wurzelhals, Standort Hohenschulen, BBCH 85, Mittel über die Versuchsjahre 2000-2003

Bezüglich der Häufigkeits- und Stärkewerte wurde in diesen Sorten der höchste Befallsgrad ermittelt. Die fungizidbehandelte Variante zeigte dabei in allen Boniturparametern leicht reduzierende Werte.

Die Betrachtung der über die Jahre gemittelten Werte in den Sorten die in allen Versuchsjahren getestet wurden (Abb. 55), verdeutlicht die stärkste Erregerausbreitung in den Sorten *Maja* und *Susanna*, wohingegen die Sorte *Mohican* die geringsten Befallsparameter aufwies. Die Fungizidvariante HFB bewirkte insbesondere in den Sorten mit hoher Anfälligkeit stärker reduzierte Befallswerte.

3.4.2 *Verticillium dahliae*-Befall in Abhängigkeit der Sorte

Am Standort Hohenschulen konnte in 2000/2001 und 2001/2002 (Tab. 80) ein moderates Niveau des Tracheomykosebefalls (*Verticillium dahliae*) analysiert werden, welches verdeutlicht, dass in den Hybridsorten *Maja*, *Panther* und *Susanna* vergleichend mit den übrigen Li-

Tab. 80: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante (K = unbehandelte Kontrolle, HFB = Herbst,- Frühjahrs,- Blütenbehandlung) auf den Befallswert (BW = Skala 1-9) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Verticillium dahliae* am Stängel, Standort Hohenschulen, BBCH 85, 2000-2003

Befallswert (1-9)										
2000/2001										
Variante	Co	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su			
K	1,4	1,9	1,6	2,1	2,1	1,9	2,0			
HFB	2,2	2,0	1,8	1,8	2,3	2,2	2,2			
2001/2002										
Variante	Co	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su		
K	1,4	1,7	1,5	1,8	1,5	2,5	2,2	2,4		
HFB	1,6	1,7	1,9	1,4	1,2	2,2	2,8	2,3		
2002/2003										
Variante	Co	Ex	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su	Ta
K	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,3	1,2	1,1	1,3
HFB	1,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	1,2	1,1	1,1
Befallshäufigkeit im Bestand (%)										
2000/2001										
Variante	Co	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su			
K	19,5	41,0	24,0	30,5	46,0	36,2	39,0			
HFB	40,8	34,0	24,0	34,0	51,5	47,4	40,0			
2001/2002										
Variante	Co	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su		
K	13,0	20,0	20,0	27,0	21,0	41,4	40,3	48,0		
HFB	19,0	12,5	24,0	14,0	10,1	33,0	47,0	36,0		
2002/2003										
Variante	Co	Ex	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su	Ta
K	0,0	0,0	0,0	2,0	5,0	0,0	8,0	3,0	3,0	10,0
HFB	0,0	1,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	5,0	3,0	3,0

niensorten eine stärkere Erregerausbreitung vorlag.

In 2002/2003 lag ein niederes Befallsniveau vor, welches eine Differenzierung zwischen den Sorten verhindert.

Die in der Abbildung 56 über die Sorten dargestellten Mittelwerte der Versuchsjahre 2000-2003 verdeutlichen in beiden Befallsparametern die höhere Anfälligkeit der Hybridsorten *Maja*, *Panther* und *Susanna* gegenüber dem Erreger *Verticillium dahliae* im Vergleich mit den übrigen Liniensorten, die keine weiteren Unterschiede untereinander aufwiesen; es konnte kein reduzierender Effekt der Fungizidbehandlung registriert werden.

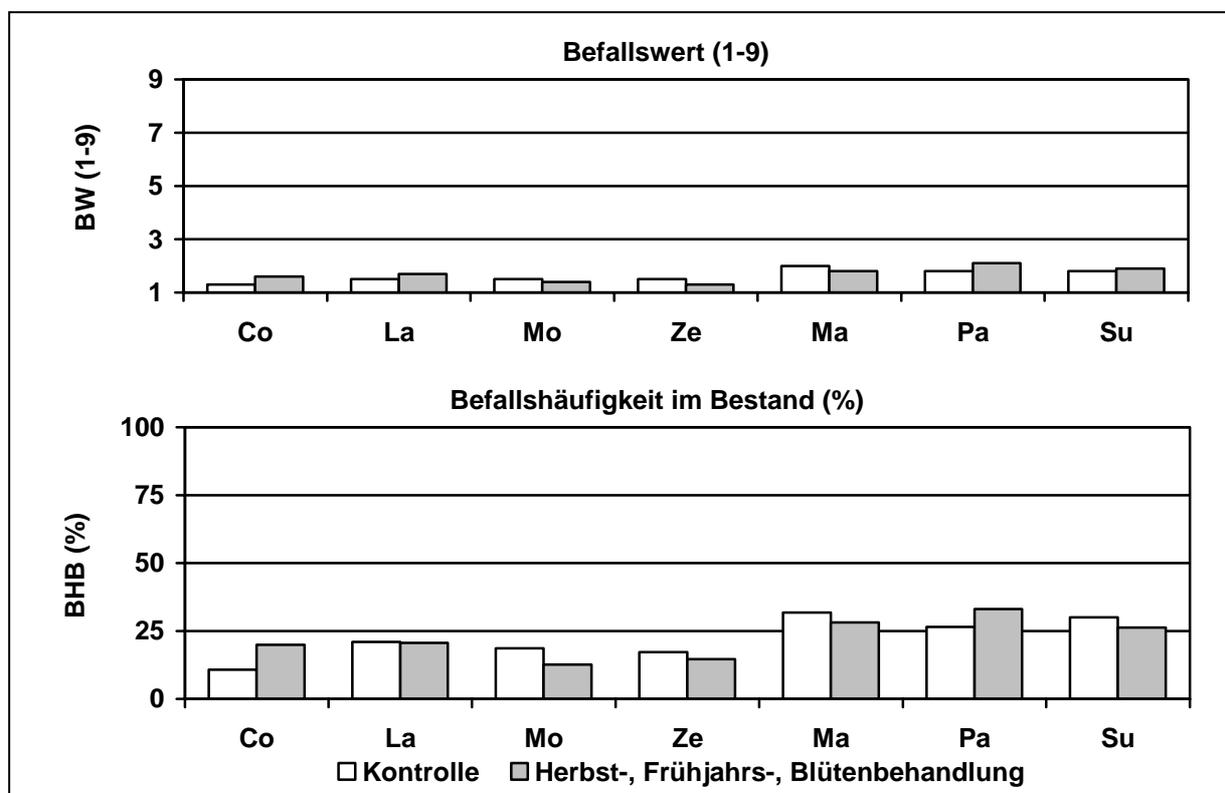


Abb. 56: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante auf den Befallswert (BW = Skala 1-9) und die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Verticillium dahliae* am Stängel, Standort Hohenschulen, BBCH 85, Mittel über die Versuchsjahre 2000-2003

3.4.3 *Sclerotinia sclerotiorum*-Befall in Abhängigkeit der Sorte

Der *Sclerotinia sclerotiorum* Befall (Tab. 81) weist anhand der geringen Befallshäufigkeitswerte auf die geringe wirtschaftliche Bedeutung des Erregers in den Untersuchungsjahren hin. Nur in 2000/2001 war ein moderater Stängelbefall (Befallshäufigkeit) nachzuweisen, welcher zwischen den Sorten kaum Differenzierungen zuließ und durch die Fungizidapplikationen

kontrolliert wurde. Da in den weiteren Versuchsjahren kein Befall vorlag, wird auf eine Mittelwertbildung über die Jahre verzichtet.

Tab. 81: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante (K = unbehandelte Kontrolle, HFB = Herbst-, Frühjahrs-, Blütenbehandlung) auf die Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen) von *Sclerotinia sclerotiorum* am Stängel, Standort Hohenschulen, BBCH 85, 2000-2003

Befallshäufigkeit im Bestand (%)										
2000/2001										
Variante	Co	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su			
K	14,0	10,0	3,5	16,0	12,3	13,0	9,0			
HFB	0,5	0,5	1,0	1,5	2,5	2,0	1,0			
2001/2002										
Varainte	Co	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su		
K	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0		
HFB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
2002/2003										
Variante	Co	Ex	Je	La	Mo	Ze	Ma	Pa	Su	Ta
K	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	0,0	0,0	0,0
HFB	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	3,0	0,5	0,0	0,0

3.4.4 Lagerbildung in Abhängigkeit der Sorte

Die Bonitur der prozentualen Lagerbildung wurde in den Jahren 2001/2002 und 2002/2003 (Tab. 82) durchgeführt. In der Vegetationsperiode 2001/2002 konnten in der unbehandelten Kontrolle zwischen den Sorten bezüglich der Lagerbildung keine signifikant absicherbaren Unterschiede festgestellt werden. Tendenziell wies jedoch die Sorte *Susanna* die deutlichste Lagerbildung auf, welche in der fungizidapplizierten Variante statistisch abgesichert werden konnte. Die Sorte *Maja* und *Mohican* waren in beiden Varianten durch eine vergleichbar hohe Lagerbildung geprägt. In 2002/2003 wurde zwischen den Sorten *Susanna*, *Talent* und *Express* hoch signifikante Unterschiede festgestellt. Die kombinierte Behandlung ließ keine Absicherung der Ergebnisse zu; tendenziell wiesen die Sorten *Susanna* und *Mohican* die stärkste Lagerbildung auf. Im Mittel der Jahre ließen die Boniturnwerte in der fungizidbehandelten Variante signifikante Unterschiede zwischen der lageranfälligesten Sorte *Susanna* und den Sorten *Contact*, *Jet Neuf*, *Zenith*, *Maja* und *Panther* erkennen, wohingegen in der Kontrollvariante die Lagerbildung ohne absicherbare Differenz blieb. Die kombinierte Herbst-, Frühjahrs-, Blütenbehandlung bewirkte im Mittel der Sorten und Jahre eine höchst signifikante Reduktion der Lagerbildung von durchschnittlich 48,4 % auf 19,5 % (nicht dargestellt).

Tab. 82: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante (K = unbehandelte Kontrolle, HFB = Herbst,- Frühjahrs,- Blütenbehandlung) auf die prozentuale Lagerbildung, Standort Hohenschulen, BBCH 85, 2001-2003

	2001/2002		2002/2003		Mittel der Jahre	
	K	HFB	K	HFB	K	HFB
Co	71,5	7,5 b	55,0 ab	13,8	63,3	10,6 b
Ex			21,3 b	10,0		
Je	48,0	11,3 b	48,8 ab	20,0	48,4	15,7 b
La	59,4	15,0 b	55,0 ab	23,8	57,2	19,4 ab
Mo	76,3	26,3 ab	57,5 ab	35,0	66,9	30,7 ab
Ze	53,1	7,5 b	40,0 ab	8,8	46,6	8,1 b
Ma	75,0	21,3 b	30,0 ab	12,5	52,5	16,9 b
Pa	62,5	2,5 b	37,5 ab	21,3	50,0	11,9 b
Su	88,8	56,3 a	63,8 a	28,8	76,3	42,5 a
Ta			22,5 b	5,0		
p	n.s.	***	**	n.s.	n.s.	***

3.4.5 Ernteertrag in Abhängigkeit der Sorte

Im Versuchsjahr 2000/2001 konnten nur in der behandelten Variante signifikante Unterschiede zwischen den Sorten festgestellt werden, die in den Sorten *Maja* und *Panther* zu den höchsten und in der Sorte *Mohican* zu den geringsten Erträgen führte (Tab. 83). In 2001/2002 konnten bei generell nicht sicherbaren Ertragsdifferenzen tendenziell in der Sorte *Panther* Höchstserträge nachgewiesen werden.

Tab. 83: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante (K = unbehandelte Kontrolle, HFB = Herbst,- Frühjahrs,- Blütenbehandlung) auf den Ernteertrag (dt/ha), Standort Hohenschulen, 2000-2003

	2000/2001		2001/2002		2002/2003	
	K	HFB	K	HFB	K	HFB
Co	38,3	48,2 abc	31,1	35,5	41,1 ab	40,6
Ex					41,2 ab	41,0
Je			33,1	37,6	43,1 ab	45,9
La	38,8	45,8 abc	34,1	38,2	42,5 ab	49,1
Mo	36,7	43,9 c	37,4	30,4	45,3 a	57,6
Ze	40,9	45,3 bc	35,3	35,6	46,6 a	45,7
Ma	39,9	51,2 a	32,9	38,6	44,1 ab	47,6
Pa	45,3	50,4 ab	40,5	38,8	39,7 ab	47,0
Su	40,3	47,7 abc	31,0	28,3	35,7 b	43,7
Ta					44,3 ab	46,1
p	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	n.s.

Die Ernteergebnisse im Versuchsjahr 2002/2003 ließen signifikante Unterschiede zwischen den Sorten *Mohican* bzw. *Zenith* und der Sorte *Susanna* erkennen, gleichwohl auch in den Sorten *Talent* und *Maja* hohe Erträge festgestellt wurden. Im Mittel der Versuchsjahre (Abb. 57) wurden in Bezug auf die Ernteerträge in der unbehandelten Kontrolle signifikante Unter-

schiede zwischen den Sorten *Panther* und *Susanna* festgestellt; die Berechnungen in der fungizidbehandelten Variante führten zu Mehrerträgen, die sich jedoch statistisch nicht absichern ließen.

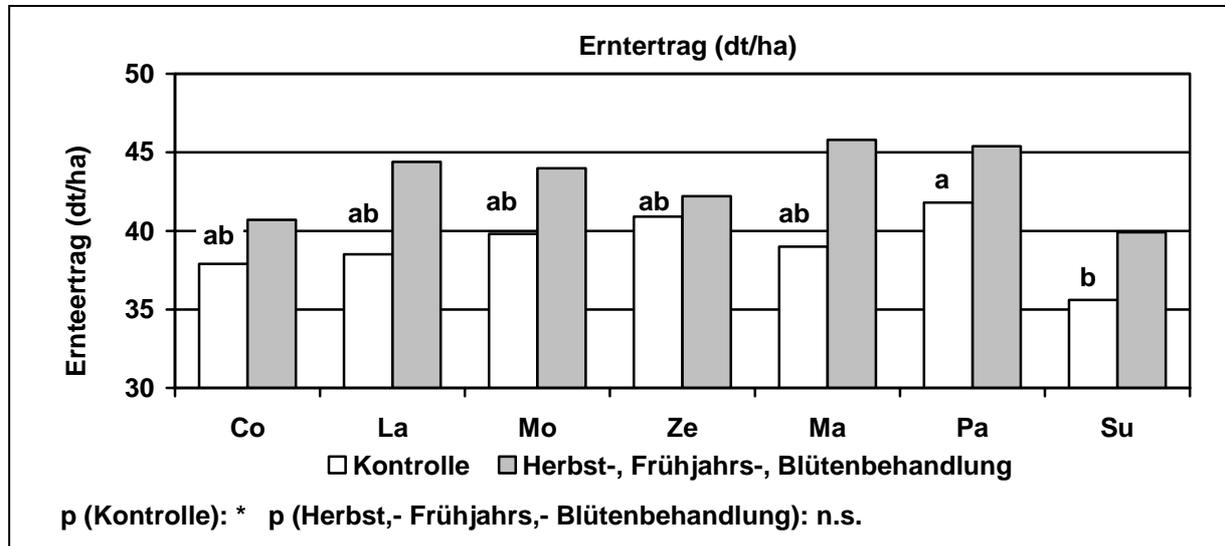


Abb. 57: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante auf den Erntertrag (dt/ha), Standort Hohenschulen, Mittel über die Jahre 2000-2003

Tendenziell wiesen die Sorten *Panther* und *Maja* die höchsten Erträge auf. In allen Sorten konnte im Mittel der Jahre durch die Fungizidapplikationen im Herbst, Frühjahr und zur Blüte eine signifikante Ertragssteigerung gemessen werden, die vergleichend zur Kontrolle im Mittel der Sorten zu einer Ertragssteigerung in Höhe von 4 dt/ha (39,1 dt/ha zu 43,2 dt/ha) beitrugen (nicht dargestellt).

3.4.6 Tausendkorngewicht in Abhängigkeit der Sorte

Die Untersuchungen in Bezug auf das Tausendkorngewicht zeigten in allen Versuchsjahren statistisch abzusichernde Unterschiede, und ergaben im Versuchsjahr 2000/2001 in den Liniensorten höchste Gewichtung, insbesondere in der Sorte *Contact* (Tab. 84). Die Hybridsorten wiesen geringere TKG-Werte auf, was insbesondere unter Fungizidschutz (Variante HFB) seinen Niederschlag fand. Der Effekt war auch in 2001/2002 nachweisbar. Die Messungen ergaben dabei in den Sorte *Susanna* und *Maja* sowie der Sorte *Laser* in der unbehandelten Kontrolle ein Tausendkorngewicht unter 4,0 Gramm.

Im Versuchsjahr 2002/2003 wurden das Tausendkorngewicht in der erstmals untersuchten Sorte *Express* deutlich am geringsten bonitiert, wobei in den Sorten *Susanna* und *Maja* ebenso geringe, in den Sorten *Contact* und *Jet Neuf* die höchsten Tausendkorngewichte bestimmt

wurden. Unter Mittelwertbildung (Abb. 58) konnten in den Liniensorten höhere Tausendkorngewichte vergleichend zu den Hybridsorten festgestellt werden. In der Sorte *Contact*

Tab. 84: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante (K = unbehandelte Kontrolle, HFB = Herbst-, Frühjahrs-, Blütenbehandlung) auf das Tausendkorngewicht (g), Standort Hohenschulen, 2000-2003

	2000/2001		2001/2002		2002/2003	
	K	HFB	K	HFB	K	HFB
Co	5,20 a	5,26 a	4,58 ab	4,68 abc	4,91 ab	5,28 a
Ex					3,66 d	3,72 d
Je			4,90 a	5,13 a	5,08 a	4,93 ab
La	4,96 ab	5,07 a	3,97 bc	4,19 cd	4,56 abc	4,55 bc
Mo	4,92 ab	5,13 ab	4,63 ab	4,82 ab	4,35 abcd	4,41 bcd
Ze	5,09 a	5,05 ab	4,50 ab	4,49 bcd	4,62 abc	4,63 abc
Ma	4,41 c	4,61 b	3,93 bc	3,99 d	4,15 cd	4,19 cd
Pa	4,66 bc	4,78 ab	4,03 bc	4,26 cd	4,45 abc	4,52 bc
Su	4,45 c	4,61 b	3,45 c	3,99 d	3,92 cd	4,33 bcd
Ta					4,23 bcd	4,42 bcd
p	***	**	***	***	***	***

wurde das höchste, in den Sorten *Susanna* und *Maja* das niedrigste Tausendkorngewicht erfasst. In allen Versuchsjahren sowie in fast allen Sorten konnte in der fungizidbehandelten Variante ein erhöhtes Tausendkorngewicht festgestellt werden, welches im Mittel der Sorten und Jahre höchst signifikant von 4,47 g auf 4,63 g je tausend Körner erhöht (Herbst-, Frühjahrs-, Blütenbehandlung) festgestellt wurde (nicht dargestellt).

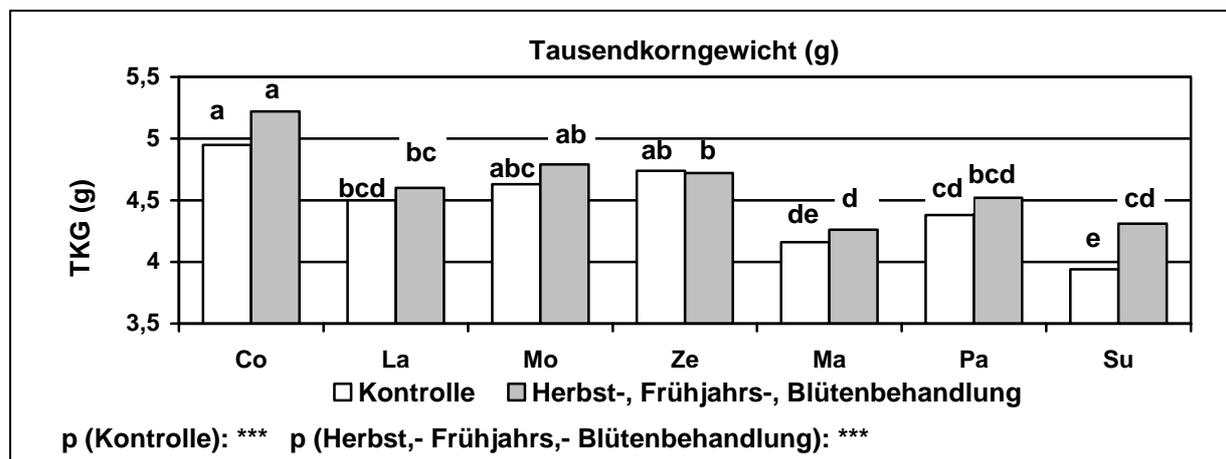


Abb. 58: Einfluss der Sorte und der Fungizidvariante auf das Tausendkorngewicht (g), Standort Hohenschulen, Mittel über die Jahre 2000-2003

4 Diskussion

Die in Schleswig-Holstein durchgeführten Untersuchungen zum Krankheitsmonitoring an Winterraps zeigen, dass der Erreger der Wurzelhals- und Stängelfäule (Teleomorph: *Leptosphaeria maculans*, Anamorph: *Phoma lingam*) die höchste wirtschaftliche Bedeutung erlangte, wobei die Epidemie- und Schaddynamik witterungsabhängig erfasst werden konnte. Die Erreger *Peronospora parasitica*, *Verticillium dahliae* und *Sclerotinia sclerotiorum* konnten als Begleitpathogene an jedem Standort in jeder Vegetationsperiode nachgewiesen werden. Differenzierte Fungizidapplikationen zeigten neben fungiziden Wirkungen insbesondere wachstumsregulatorische Effekte, die jahresspezifisch unterschiedliche Bedeutung für die Ertragsbildung zur Folge hatten. Die Prüfung des Winterrapsassortiments ließ die stärksten Sortenunterschiede bezüglich des Erregerbefalls mit *Verticillium dahliae* sowie *Phoma lingam* erkennen, wohingegen der Genotyp ohne Einfluss auf den *Sclerotinia sclerotiorum*-Befall blieb.

4.1 *Leptosphaeria maculans* und *Phoma lingam*

4.1.1 Epidemiologie

Die primäre Infektion junger Rapspflanzen kann sowohl durch die Ascosporen des Erregers *Leptosphaeria maculans* sowie durch die von der asexuellen Form *Phoma lingam* produzierten Pykno-sporen erfolgen. Ein dritter, potenzieller Infektionsweg ist die Kontamination des Saatguts mit dem Erreger (HALL 1992, WILLIAMS 1992), welches in früheren Arbeiten als eine Hauptinfektionsquelle angesehen wurde (DAEBELER et al. 1981). Neuere Untersuchungen in Deutschland ergaben einen durchschnittlichen Befallsgrad der Saatgutproben zwischen 0,5 % und 0,7 % (SCHRAMM 1989, HEPPNER & HEITEFUSS 1995). In England und Schweden erreichte der Befallsgrad der Saatgutproben 0,4 % bzw. 0,2 % (HUMPHERSON-JONES 1985), wobei DREWS et al. (1999) in Frankreich sowie WINTER et al. (1996) in der Schweiz ebenso nur eine geringe Kontamination der Saatgutproben feststellten. Außerhalb Europas wurden geringe Saatgutkontaminationen in Australien (McGEE 1977) und Kanada (HALL 1992) gemessen, so dass für die eigenen Ergebnisse dem Primärbefall der jungen Rapspflanzen durch Saatgutkontaminationen vermutlich eine geringe Bedeutung zukommt, wie von PAUL (1988) bestätigt.

Pyknidien wie auch Pseudothecien sind auf Rapsstoppelrückständen vorhanden (PAUL 1988, HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999, WEST et al. 2001) und bilden Pyknosporen bzw. Ascosporen, welche in der Lage sind, Rapspflanzen zu infizieren (HAMMOND et al. 1985). BARBETTI (1976) zeigte mit seinen Versuchen auf einer ascosporenflugfreien Insel 6 km westlich der Westküste Australiens, dass die aus künstlich inokulierten Rapsblättern entstandenen Pyknidien bzw. deren Pyknosporen in der Lage waren, weitere Rapspflanzen zu befallen und die Symptome der Wurzelhals- und Stängelfäule auszulösen. Jedoch befanden sich diese durch Pyknosporen befallenen Pflanzen in unmittelbarer Nähe der inokulierten Rapspflanzen, so dass bereits in einer Entfernung von 1,5 m nur wenige Pflanzen Symptome von *Phoma lingam* auf den Blättern bzw. am Wurzelhals aufwiesen. Von einer Windverbreitung der Pyknosporen auf benachbarte Felder, wie sie von PAUL (1988) angenommen wird, kann also nicht ausgegangen werden, was durch die Ergebnisse von McGEE (1977) bestätigt wird, der bei der Sporenfreisetzung von Ernterückständen nur eine Windverbreitung von Ascosporen des Erregers *Leptosphaeria maculans* feststellte. Die Angaben über die Entfernung, die der Erreger auf diese Weise zurücklegen kann, variieren mitunter sehr und reichen von 360 m bis 8 km (HAMMOND & LEWIS 1986, STEINBACH et al. 1989, SCHRAMM 1989).

Des Weiteren ergab eine Vielzahl von Versuchen, dass Ascosporen eine deutlich höhere Virulenz im Vergleich mit den Pyknosporen haben. WITTERN (1984) zeigte in Laborversuchen eine stärkere Symptomausprägung sowie einen schnelleren Infektionsverlauf der Ascosporen. Die Ergebnisse stehen im Einklang mit den Untersuchungen von FESER (1992), der Blattinokulationen mit Ascosporen und Pyknosporen durchführte und z.T. signifikant erhöhte Infektionserfolge nach Ascosporeneninfektion feststellte. Im Allgemeinen wird angenommen, dass Ascosporen, welche in Pseudothecien auf Rapsstängeln des Vorjahres gebildet werden, die primären Infektionen der jungen Rapspflanzen auslösen (McGEE & EMMETT 1977, GLADDERS & MUSA 1980, SCHRAMM & HOFFMANN 1991, HALL 1992, FITT et al. 1999, THÜR WÄCHTER 1999, WEST et al. 2001) und Pyknosporen lediglich bei Rapsvorfrucht eine primäre Infektionsquelle darstellen. Da dieses in der vorliegenden Arbeit nicht gegeben war, kann aufgrund der beschriebenen Zusammenhänge in den eigenen Versuchen davon ausgegangen werden, dass die primären Infektionen durch den Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* verursacht wurden.

In den eigenen Untersuchungen fand das Maximum der Sporenflüge während der Herbstentwicklung des Winterrapses statt, wohingegen in den Winter- und Frühjahrsmonaten ein deutlich geringeres Sporenflugniveau sowohl an den Standorten des Rapsmonitorings wie auch am Standort Ahrensfelde gemessen wurde, welches im Einklang mit weiteren deutschen und

englischen Untersuchungen steht (DAEBELER et al. 1980, KRÜGER & WITTERN 1985, SCHRAMM & HOFFMANN 1991, THÜR WÄCHTER et al. 1999, WOHLLEBEN 2001, WEST et al. 2002). Die Sporenmessungen unterlagen dabei standort- und insbesondere jahresbedingten Schwankungen. So ergaben die Messungen im Mittel der Standorte in den Herbstmonaten im Versuchsjahr 2001 einen doppelt so starken, in den Wintermonaten einen um den Faktor 10 erhöhten Sporenflug im Vergleich mit dem Versuchsjahr 2002. Unterschiede im Sporenflugniveau zwischen Standorten und Jahren konnten auch in weiteren Arbeiten festgestellt werden (GLADDERS & MUSA 1980, KRÜGER & WITTERN 1985, THÜR WÄCHTER 1999, SUN et al. 2000, SÖCHTING 2001, WEST et al. 2002a). Verschiedene Autoren begründen diese Schwankungen mit einer starken Einflussnahme der Witterungsfaktoren Niederschlag und Temperatur auf die epidemiologische Entwicklung und Ausbreitung des Erregers *Leptosphaeria maculans* bzw. *Phoma lingam*. (KRÜGER & WITTERN 1985, STEINBACH et al. 1989, VANNIASINGHAM & GILLIGAN 1989, HALL 1992, PÉRÈS et al. 1999a, 1999b, WEST et al. 2001). So ist bereits die Entwicklung von Pseudothecien auf Ernterückständen und damit die Bildung und Ausschleuderung der Ascosporen maßgeblich durch die vorherrschenden Niederschlags- und Temperaturverhältnisse bestimmt. PÉRÈS (1999b) konnte in Laboruntersuchungen zeigen, dass mit steigender Niederschlagsfrequenz (Niederschlag alle drei Tage, 2,5 mm) die Reifung der Pseudothecien beschleunigt wurde, eine relative Luftfeuchtigkeit nahe 100 % jedoch ebenso eine Pseudothecienbildung hervorrief. HUANG & FITT (2002) zeigten unter konstanten Umweltbedingungen, dass die Ascosporenbildung in den Pseudothecien in einem Temperaturbereich von 5°C bis 20°C möglich war und ein Optimum zwischen 15°C und 20°C erreichte. PÉRÈS (1999b) stellte eine Optimaltemperatur von 14-18°C fest, wobei ein Temperaturwert von 14°C die schnellste Entwicklung der Pseudothecien innerhalb von 13 Tagen hervorrief und diese bei Temperaturen um 7°C deutlich verzögert stattfand. In den eigenen Versuchen konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Dynamik der Ascosporenflüge und den Niederschlagsereignissen insbesondere für den Zeitraum primärer Infektionen von Herbstbeständen, aber auch in den Wintermonaten durch hohe Korrelationskoeffizienten gemessen werden. Diese Beziehung konnte im Mittel aller Standorte im Monat September hoch signifikant sowie bei der Berechnung über alle Winter- und Frühjahrsmonate am Standort Birkenmoor höchst signifikant dokumentiert werden. SCHRAMM & HOFFMANN (1991) sowie HALL (1992), PÉRÈS (1999a) und HUANG & FITT (2002) stellten ebenso die hohe Bedeutung der Niederschläge für die Dynamik der Sporenflüge fest, wobei McGEE (1977) und KRÜGER & WITTERN (1985) darauf hinweisen, dass bereits sehr hohe Luftfeuchtigkeit für die Ascosporenaus-

schleuderung ausreichend sein kann. PETRIE (1995) kam unter kanadischen Anbaubedingungen zu der Erkenntnis, dass die Niederschlagsfrequenz für die Ascosporenausschleuderung im Vergleich mit der Niederschlagssumme bedeutender ist.

Die statistische Analyse bezüglich der Bedeutung des Temperatureinflusses für die Ascosporenfreisetzung ergab keinen signifikanten Zusammenhang, jedoch wurden tendenziell höhere Korrelationskoeffizienten in den Monaten November bis Februar gemessen, welches durch das Temperaturoptimum des Erregers, wie oben beschrieben, von 14°C bis 15°C zur sexuellen Fruchtkörperbildung und Ascosporenfreisetzung bedingt sein könnte. Die langjährigen Temperaturmittelwerte für Schleswig-Holstein von 13,2°C für den Monat September (ANONYM 1999) entsprechen den ökologischen Präferenzen des Erregers, wodurch in diesem Monat dem Niederschlag eine übergeordnete Einflussgröße zukommt. Hingegen können die Temperaturwerte in den Monaten November bis Februar, die im langjährigen Mittel im Monat November 5,8°C, im Dezember 1,2°C, im Januar 0,2°C und im Februar 0,5°C betragen, die Sporenfreisetzungen maßgeblich beeinflussen. Diese Annahme wird durch die Ergebnisse im Winter 2001/2002 gestützt, in welchem in dem Zeitraum vom 21.01.02 bis zum 12.02.02 überdurchschnittliche Temperaturen von 7,5°C mit einhergehenden Niederschlägen gemessen werden konnten, die zu einem deutlichen Anstieg der Sporenflüge am Standort Birkenmoor führten; parallel ergab die Bonitur an allen Standorten die stärkste Erregerprogression von *Phoma lingam* in den Wintermonaten. Der bis Ende Februar anhaltende Niederschlag induzierte hingegen bei deutlich abfallenden Temperaturwerten auf durchschnittlich 2,3°C keine weiteren Sporenflüge.

In den Monaten März und April konnten trotz ansteigender Temperaturen keine mit den Herbstmonaten vergleichbaren Sporenflüge am Standort Birkenmoor gemessen werden, eine Charakteristik, die durch Ergebnisse weiterer Autoren bestätigt wird (KRÜGER & WITTERN 1985, WEST et al. 1999b) und durch eine Erschöpfung des Substrats bedingt sein könnte (SCHRAMM & HOFFMANN 1991). Untersuchungen von McGEE (1977) ergaben, dass unter australischen Anbaubedingungen Pseudothecien auf zwei Jahre alten Rapsstoppeln noch Ascosporen ausschleudern konnten, die Anzahl der Sporen aber deutlich geringer war im Vergleich mit Pseudothecien von einjährigen Ernteresiduen. DAEBELER et al. (1987) vertreten die Ansicht, dass der Erreger *Leptosphaeria maculans* vier Jahre saprophytisch auf den Ernteresten überdauern kann, dass aber die Sporenproduktion bereits nach einem Jahr sehr gering ist. WOHLLEBEN (2001) zeigte, dass bereits zwischen Oktober und Dezember die Zahl der intakten, mit Ascosporen gefüllten Pseudothecien in Schleswig-Holstein stark

abnahm. Dieses wird durch englische Untersuchungen bestätigt, in denen auf einjährigen Rapsstoppeln 95 % entleerte Pseudothecien bonitiert wurden (WEST et al. 2002a).

Die am Standort Ehst, vergleichend zu den anderen Versuchsstandorten, in geringerem Ausmaß gegebene Freisetzung von Ascosporen findet ihre Erklärung durch die in Schleswig-Holstein überwiegend vorherrschenden Winde aus westlicher Richtung (ANONYM 1960). Da sich die Versuchsfelder unmittelbar auf den zur Küste angrenzenden Marschböden befanden und eine Anreicherung der Luft mit Ascosporen durch die in Windrichtung gelegene Nordsee nicht gegeben war, fungierte diese als natürliche phytosanitäre Barriere.

In den eigenen Ergebnissen konnte über die Jahre 2000 bis 2003 ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ascosporenflug und der Blattbefallsstärke in den Herbstmonaten nachgewiesen werden, welches im Einklang mit Ergebnissen bayerischer (SCHRAMM & HOFFMANN 1992) sowie englischer Untersuchungen (GLADDERS & MUSA 1980) steht. Hingegen konnten KRÜGER & WITTERN (1985) sowie THÜR WÄCHTER (1995) keinen Zusammenhang zwischen dem Ascosporenflug und dem Blattbefall feststellen, welches mit der heterogenen Verteilung von aggressiven und nicht aggressiven Isolaten begründet wurde. Da in Schleswig Holstein aggressive Isolate überwiegen (THÜR WÄCHTER 1995, KOOPMANN & HOPPE 1998), wird dieser Faktor für die eigenen Untersuchungen unbedeutend sein. Ergebnisse aus eigenen Untersuchungen zur Ascosporeninfection durch *Leptosphaeria maculans* stützen den Zusammenhang. Laboruntersuchungen von HUANG et al. (2003) zeigten, dass die Keimung der Ascosporen, die Bildung des Keimschlauchs und die Penetration des Rapsblattes durch die Spaltöffnungen in einem weiten Temperaturbereich von 5°C bis 20°C möglich waren, wobei diese Infektionsvorgänge mit steigenden Temperaturen beschleunigt gemessen werden konnten. So verkürzte sich die Zeitspanne der maximalen Infektionserfolge von 72 Stunden bei 5°C bis 10°C auf 52 Stunden bei 15°C bis 20°C. BIDDULPH et al. (1999) konnten ebenso Infektionserfolge in einem weiten Temperaturbereich von 8°C bis 24°C, sowie einer Blattbenetzungsdauer von 8 Stunden bis 72 Stunden messen. Die größte Infektionseffizienz wurde in einem Temperaturbereich von 18°C bis 20°C festgestellt, wobei bereits 48 Stunden Blattnässe ausreichend waren. Des Weiteren wurde deutlich, dass erste Blattsymptome nach der Infektion mit Ascosporen bei 20°C bereits nach 5 Tagen, bei 16°C nach 6 Tagen und bei 8°C nach 14 Tagen sichtbar wurden, die Bildung der charakteristischen Pyknidien jedoch etwas verzögert auftrat (BIDDULPH et al. 1999). FESER (1992) stellte primäre Blattläsionen 14 bis 21 Tage, HUANG & FITT (2002) 8 bis 15 Tage und WEST et al. (2002a) 14 bis 25 Tage nach den ersten Sporenflügen fest, wobei POISSON & PÉRÈS (1999) deutlich machten, dass die Inkubationszeit durch den Genotyp beeinflusst wird. Des

Weiteren zeigten Untersuchungen, dass junge Rapsblätter (6.-10. Laubblatt) im Vergleich mit älteren eine höhere Anfälligkeit gegenüber *Phoma lingam* aufweisen (McGEE & PETRIE 1979, HAMMOND & LEWIS 1986, POISSON & PÉRÈS 1999, WEST et al. 1999a).

Die Bedeutung der sich in den Läsionsstellen bildenden Pyknidien für die weitere Ausbreitung ist unklar. Die Angaben zeigen, dass die primären Infektionen der Rapsbestände durch Ascosporen in den Herbst- und Wintermonaten stattfinden, so dass den Pyknosporen lediglich eine Bedeutung bei der sekundären epidemiologischen Ausbreitung zugesprochen werden kann. In den eigenen Untersuchungen kann insbesondere die im Frühjahr bei geringem Ascosporenflug festgestellte Zunahme der Erregerprogression auf Pyknosporen, welche den Pyknidien der Blattorgane entstammen und durch Niederschläge ausgeschleudert werden, zurückgeführt werden (SMITH 1996).

Die Untersuchungen von HAMMOND (1985) und HAMMOND & LEWIS (1986) zeigten als erstes den direkten biologischen Zusammenhang zwischen dem Blattbefall und der Symptombildung am Wurzelhals und Stängel. Nach erfolgter symptomloser Kolonisierung des Blattes über Spaltöffnungen und Wunden kommt es zu einer Ausbildung der charakteristischen Blattsymptome. Darauf folgt ein systemisches, symptomloses Wachstum durch das Blatt und den Blattstiel in den Wurzelhals- bzw. Stängelbereich, in welchem die charakteristischen Schädigungen durch den Erreger verursacht werden. Der in den eigenen Untersuchungen nachgewiesene, statistisch höchst signifikante Zusammenhang zwischen dem Blattbefall in den Herbstmonaten und dem Wurzelhalsbefall bestätigt Ergebnisse weiterer Autoren (GLADDERS & MUSA 1980, HAMMOND & LEWIS 1986, GARBE 1998, SUN et al. 2000, WEST et al. 2002a). THÜR WÄCHTER (1995) konnte hingegen nur eine geringe Beziehung dokumentieren, wobei Bonituren in den Herbst- und Wintermonaten nur Anfang Oktober und Anfang Dezember durchgeführt wurden und WEST et al. (1999a) sowie SUN et al. (2000) darauf hinweisen, dass mehrfache Kontrollen der Befallssituation notwendig sind, da der Wurzelhalsendbefall durch die Befallssituation in den Herbst- und Wintermonaten beeinflusst wird. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass *Phoma lingam* bei niedrigen Temperaturen symptomlos (latenter Befall) die Rapspflanze besiedeln kann (NATHANILES & TAYLOR 1983), wobei die Länge der Latenzphase durch Pflanzenalter, Temperaturbedingungen, Lichtverhältnisse und relative Luftfeuchtigkeit beeinflusst wird (VANNIASINGHAM & GILLIGAM 1989). SCHRAMM & HOFFMANN (1991) untersuchten dementsprechend den latenten Wurzelhalsbefall im Herbst und konnten signifikante Zusammenhänge mit dem späteren Wurzelhalsbefall ermitteln, wohingegen STEINBACH et al. (1989) unter norddeutschen Anbaubedingungen sowie FESER (1992) dieses nicht feststellten.

Neben der systemischen Besiedelung über Blatt und Blattstiel ist eine Inokulation über Verletzungen am Wurzelhals und Stängel möglich (HAMMOND & LEWIS 1985), wie sie durch den Minierfraß der Larve des Rapserrdflohs (*Psylliodes quadridens*) und des Gefleckten Kohltriebrüsslers (*Ceutorhynchus quadridens*) sowie dem Großen Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi*) verursacht werden (BROSCHWITZ et al. 1993). In Mecklenburg-Vorpommern konnte durch gesteigerten Insektizideinsatz der Befall mit *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel deutlich reduziert werden (SCHULZ 1992, BROSCHWITZ 1994), wohingegen unter schleswig-holsteinischen Anbaubedingungen bei der Bekämpfung des Gefleckten Kohltriebrüsslers im Frühjahr sowie der Bekämpfung des Rapserrdflohs im Herbst kein Einfluss auf den *Phoma lingam*-Befall gemessen werden konnte (ANONYM 1992, ANONYM 2002b). Messungen von GUGEL & PETRIE (1992) und THÜR WÄCHTER (1995) zeigen, dass die überwiegende Anzahl der *Phoma lingam*-Läsionen am Wurzelhals und Stängel an den Blattansatzstellen bonitiert werden konnte. Aufgrund der dargestellten Zusammenhänge wird in den eigenen Untersuchungen, in denen eine ortsübliche an Schadschwellen ausgerichtete Applikation von Insektiziden erfolgte, davon ausgegangen, dass der *Phoma lingam*-Besiedelung des Wurzelhals- und Stängelbereiches nach Insektenschädigungen nur eine geringe Bedeutung zukommt.

Die Beziehung zwischen dem *Phoma lingam*-Blattbefall und dem Zeitpunkt des Auftretens sowie der Stärke der Schädigungen am Wurzelhals und Stängel wird durch mehrere Faktoren bestimmt (SUN et al. 2001). HAMMOND et al. (1985) konnten zeigen, dass die Wachstumsrate des Erregers in den Blattstielen bei einem Tagestemperaturzyklus von 16 h bei 18°C und 8 h bei 12°C 5,0 mm je Tag betrug, während bei konstanten Temperaturen von 3°C eine Ausbreitung des Erregers von lediglich 1,4 mm je Tag gemessen wurde. Des Weiteren erzeugten Blattinfektionen bei den höheren Temperaturen bereits nach 77 Tagen Läsionen am Stängel, wohingegen bei 3°C erste Schädigungen nach 175 Tagen bonitiert wurden. SUN et al. (2001) stellten fest, dass in dem Zeitintervall zwischen dem Auftreten einer 10 % Befallshäufigkeit von *Phoma lingam* auf den Blättern und dem Erscheinen einer 10 % Befallshäufigkeit am Wurzelhals die Temperatursumme der Tage mit einer durchschnittlichen Temperatur größer 0°C für einen bestimmten Genotyp über die untersuchten Vegetationsperioden einen konstanten Wert ergab. Zwischen den verschiedenen Sorten konnten hingegen differenzierte Temperatursummen ermittelt werden. Der Zeitpunkt des Auftretens der ersten Symptome am Wurzelhals wird demnach durch den Beginn des Blattbefalls, die während der systemischen Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* vorherrschenden Temperaturen und den Genotyp begrenzt, was durch Untersuchungen von HAMMOND & LEWIS (1986) bestätigt wird.

Diesem Zeitpunkt primärer Schädigungen am Wurzelhals kommt nach ZHOU et al. (1999) eine große Bedeutung zu, da die Ausbreitung des Erregers *Phoma lingam* zum Zeitpunkt der Ernte umso stärker erfolgte, je früher die ersten Symptome am Wurzelhals bonitiert werden konnten. WEST et al. (2002b) sowie GLADDERS et al. (2003) begründeten unter englischen Anbaubedingungen Unterschiede in der Stärke der Schädigungen am Wurzelhals zum Zeitpunkt der Ernte durch einen zeitlich differenzierten Beginn der einsetzenden Blattepidemien. Diese Erkenntnisse stehen im Einklang mit den eigenen Ergebnissen. Der starke, sehr früh einsetzende Herbstblattbefall im Versuchsjahr 2001 bewirkte zusammen mit der Befallssituation in den Wintermonaten an allen Standorten bereits Anfang Juni hohe Befallsparameter, die bis zur Ernte zu den stärksten Schädigungen am Wurzelhals und Stängel im Untersuchungszeitraum führten, wohingegen im darauf folgenden Versuchsjahr 2002 die schwache Ausbreitung des Erregers auf den Blättern in den Herbstmonaten mit den geringsten Symptomen im Wurzelhals- und Stängelbereich einherging. Laboruntersuchungen von McGEE & PETRIE (1979) ergaben, dass die Erhöhung der Temperatur von 12°C auf 18°C den Infektionsprozess beschleunigte und die Symptomausprägung verstärkte. Das Ausmaß der Schädigungen am Wurzelhals und Stängel wird demnach, neben dem Genotyp, insbesondere durch die Stärke und den Zeitpunkt der Blatinfektionen sowie nach erfolgter Inkubation durch die vorherrschende Temperatur beeinflusst. Weitere Untersuchungen bestätigen diese Annahme, da Blattbefall in frühen Entwicklungsstadien eher Wurzelhalsbefall verursacht, während späterer Blattbefall häufiger zu Stängelsymptomen führt, wobei dem Wurzelhalsbefall ein stärkeres Schadenspotenzial im Vergleich mit dem Stängelbefall zugesprochen wird (HAMMOND 1985, SCHRAMM & HOFFMANN 1991, FESER 1992, FITT et al. 1999, WEST et al. 1999a).

4.1.2 Bekämpfung und Prognose

Neben der Bekämpfung von *Phoma lingam* mit Fungiziden können Sortenwahl und weitere phytosanitäre Maßnahmen den Befall von *Phoma lingam* reduzieren. So konnte in Fruchtfolgedauerversuchen mit abnehmendem Anbauanteil der Rapskultur eine sukzessive Befallsreduktion von *Phoma lingam* gemessen werden (DAEBELER & SEIDEL 1989, SCHULZ 1994, AMELUNG & SCHULZ 1996). SIELING et al. (1997) zeigten, dass eine Rapsmonokultur im Vergleich mit geringeren Anbauintensitäten zu einer verstärkten Ausbreitung des Erregers führte, welches durch kanadische Untersuchungen bestätigt wird (FERNANDO et al. 2003). Ein Grund für die Abnahme des Befalls bei einer erweiterten Fruchtfolge ist in dem

verstärkten Abbau der Stoppelreste und dem damit verbundenen Abbau der Fruchtkörper von *Leptosphaeria maculans* und *Phoma lingam* zu sehen. DUAMKHANMANEE et al. (1992) zeigten, dass die Anzahl und die Größe der Stoppelreste mit zunehmendem Abstand zum letzten Rapsanbau abnahm. Hingegen beobachtete WAHMHOFF (2000) in 5-jährigen Fruchtfolgeversuchen selbst bei einer Rapsmonokultur keinen signifikanten Befallsanstieg der Wurzelhals- und Stängelfäule, welches er durch den Ascosporenezuflug begründet. In den eigenen Untersuchungen konnte ebenso kein Einfluss der Fruchtfolge auf die Ausbreitung des Erregers festgestellt werden, wobei die Unterschiede zwischen dem Fruchtfolgeanteil der Rapskultur an den einzelnen Standorten und Versuchsjahren gering waren.

Neben der Fruchtfolge kommt auch der Bodenbearbeitung eine hohe Bedeutung als phytosanitäre Maßnahme zu. GLADERS & MUSA (1980) zeigten, dass die Anzahl der Stoppelreste auf der Bodenoberfläche durch ein pflugloses Bestellverfahren anstieg, welches dazu führte, dass Rapsbestände in der Nähe von ungepflügten Vorjahresrapsflächen einen höheren *Phoma lingam*-Befall aufwiesen; dies wird durch weitere Autoren bestätigt (McGEE & EMMIT 1977, DAEBLER et al. 1981). Bei vergleichenden Untersuchungen konnten KRÜGER & WITTERN (1985) einen um den Faktor 10 verstärkten Sporenflug in Gegenwart von verbleibenden Stoppelresten auf der Oberfläche messen. KHANGURA & BARBETTI (2001) vermuten, dass der in West-Australien verstärkt auftretende Befall der Rapsbestände durch die Präsenz vieler infektiöser Rapsstoppel bedingt ist. Als weitere, präventive Bekämpfung von *Phoma lingam* ist in diesem Zusammenhang der Anbau von Winterraps mit einem möglichst großen räumlichen Abstand zu den Rapsbeständen des Vorjahres anzusehen (McGEE & PETRIE 1979, SCHRAMM 1989).

Die Wahl einer toleranten Sorte gilt neben dem Einsatz von Fungiziden und einer weitgestellten Fruchtfolge als eine der wichtigsten Maßnahmen zur Bekämpfung von *Phoma lingam* (KRÜGER 1976, AHLERS 1989, AMELUNG 1996, HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999). Untersuchungen über die unterschiedliche Toleranz der Rapsorten gegenüber dem Erreger *Phoma lingam* wurden von GROSS (1993) und PFÄHLER (1998) durchgeführt. Die Autoren stellten fest, dass die Toleranz einer Sorte eng mit der Phytoalexinbildung der Pflanze zusammenhängt. Unter anderem wurde das Phytoalexin Brassilexin isoliert, welches bei Befall in den toleranten Sorten verstärkt auftrat und eine relativ hohe Toxizität gegenüber *Phoma lingam* aufweist. Elektronenmikroskopische Untersuchungen (PFÄHLER et al. 1998) ergaben außerdem, dass bei anfälligen Sorten eine starke Ausbreitung des Erregers festzustellen war, während sich dieser bei toleranten Sorten nur gering ausbreiten konnte. Als Abwehrreaktion konnte eine Veränderung der Plasmamembran und eine intensive plasmatische Auf-

lage um die Hyphen festgestellt werden. Diese Reaktion war bei den toleranten Sorten stärker ausgeprägt. PÉRÈS & POISSON (1999) zeigten, dass die Penetration des Blattes, die Entwicklung der Nekrosen und die Besiedelung des Wurzelhals- und Stängelbereiches in toleranten Sorten langsamer erfolgte.

Die Untersuchung eines aktuellen Sortiments verschiedener Winterrapsorten am Standort Hohenschulen ergab unterschiedlich starke Befallsparameter auf den Blättern und am Wurzelhals in Abhängigkeit des Genotyps. Dabei ergaben die Bonituren in der unbehandelten Kontrolle für die Sorten *Maja* und *Susanna* die stärkste Anfälligkeit gegenüber *Phoma lingam*, wohingegen die Sorten *Jet Neuf*, *Laser* und *Talent* deutlich geringere Befallswerte aufwiesen, welches im Einklang mit den Angaben der Bundessortenlisten steht (ANONYM 1986, ANONYM 2002a). Für die Sorte *Mohican* konnte entgegen der Angaben der Bundessortenliste ebenso eine geringe Anfälligkeit bezüglich des Wurzelhalsbefalls ermittelt werden, wohingegen die Bonitur für die Sorte *Express* in dem Versuchsjahr 2002/2003 einen relativ hohen Befall ergab. Abweichende Bewertungen des Anfälligkeitsgrades können dabei durch jahres- und standortspezifisch induzierten, unterschiedlichen Befallsdruck verursacht sein. Der Vergleich der Kontrollvarianten der verschiedenen Sorten in dem Versuch der differenzierten Herbstapplikationen zeigte ebenso deutliche Unterschiede zwischen den Sorten. In diesen Versuchen zeigte, vergleichend zur Sorte *Artus*, sowohl die Sorte *Talent*, als auch *Express* ein geringes Befallsniveau. Die Angaben stimmen dabei mit der Beurteilung der deutschen und österreichischen Sortenlisten überein (ANONYM 2002, LUFENSTEINER et al. 2000, LUFENSTEINER & HENDLER 2003).

Versuche, *Leptosphaeria maculans* bzw. *Phoma lingam* mit Hilfe von Antagonisten zu bekämpfen zeigten erste Erfolge. So konnten KHARBANDA et al. (1999) eine verringerte Keimschlauchbildung und Keimschlauchlänge der Ascosporen in Gegenwart des Bakteriums *Paenibacillus polymyxa* feststellen, welches Proteine mit fungizider Wirkung produziert. Eine Reduktion der Pseudothecien auf den Ernteresiduen durch *Cyathus striatus* zeigte ebenso ein Potenzial für die biologische Kontrolle (MAKSYMIAK & HALL 2002).

Die in den eigenen Untersuchungen festgestellte, reduzierende Wirkung der Fungizidapplikationen im Herbst wie auch im Frühjahr auf den Blattbefall von *Phoma lingam* bestätigt die Ergebnisse weiterer Autoren (THÜR WÄCHTER 1995, GARBE 2000, WOHLLEBEN & VERREET 2002, WEST et al. 2002a). Ebenso konnte die höhere Wirkung der Herbstbehandlung gegenüber der im Frühjahr durchgeführten Maßnahme auf den Wurzelhalsbefall durch weitere Arbeiten dokumentiert werden (SCHRAMM 1989, PAUL et al. 1991, SCHRAMM & HOFFMANN 1991, THÜR WÄCHTER et al. 1999, GARBE 2000). Eine Bekämpfung des

Wurzelhalsbefalls ist nur in den frühen Entwicklungsstadien während der Blattfleckenphase möglich (FITT et al. 1997, WEST et al. 1999b, GARBE 2000), da dem Blattbefall zum Zeitpunkt der Frühjahrsbehandlung nur eine geringe Bedeutung für den Wurzelhalsbefall zukommt (HAMMOND 1985, FESER 1992, WEST et al. 1999a). GARBE (2000) stellte fest, dass eine Fungizidapplikation im Frühjahr lediglich den Stängelbefall senkt. In den eigenen Versuchen bewirkte die Frühjahrsbehandlung ebenso eine tendenziell stärkere Reduktion des Stängelbefalls vergleichend zum Wurzelhalsbefall. Deutliche Bekämpfungserfolge der Frühjahrsmaßnahme konnten in den Monitoring-Versuchen aber nur im Versuchsjahr 2002 nach hohen Blattbefallswerten in den Wintermonaten gemessen werden, welches Aussagen von LINDENBERG (2003) bestätigt. Die stärkeren Bekämpfungserfolge bezüglich des Stängelbefalls wurden aber ebenso durch die Applikation im Herbst erzielt.

Bei der Betrachtung der Befallsparameter bezüglich *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel wird deutlich, dass die durch eine Herbstapplikation hervorgerufene Reduktion der Pyknidienzahlen (BSB) deutlich stärker erfolgte als eine vergleichende Bewertung anhand des Befallswertes (BW). Dieses kann damit begründet werden, dass dem Boniturparameter unterschiedliche Befallssymptome zu Grunde liegen. Während die Befallstärke im Bestand die Anzahl der *Phoma lingam*-spezifischen Pyknidien erfasst, beschreibt der Befallswert den Vermorschungsgrad am Wurzelhals und Stängel. Verschiedene Untersuchungen zeigten, dass aus diesen Läsionen neben *Phoma lingam* vor allem *Fusarium tabacinum* und weitere *Fusarium*-Arten, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani* und *Alternaria*-Arten isoliert werden konnten, wobei das Auftreten zwischen Standorten und Jahren deutlich differierte (KRÜGER 1979, WITTERN 1984, KRÜGER 1989, BROSCHEWITZ 1993, STEINBACH et al. 1994). Für die Beurteilung der *Phoma lingam*-Bekämpfung durch Fungizide scheint demnach die Bonitur der Pyknidien sinnvoller, da der Befallswert eher den Effekt auf das gesamte Pilzspektrum am Wurzelhals und Stängel widerspiegelt und eher unspezifischere Aussagekraft beinhaltet.

Unabhängig von dem Boniturparameter zeigt die erzielte Befallskontrolle von *Phoma lingam*, dass ein Potenzial für eine stärkere Reduktion des Erregers gegeben ist. HALL (1992) weist darauf hin, dass insbesondere der Blattbefall bis zum achten Laubblatt zu starken Schäden führt. Die Bonitur der vertikalen Ausbreitung des Erregers zeigt, dass diese Blätter in den eigenen Untersuchungen, je nach Witterung, bis Ende März vorhanden waren. Die einmalige Behandlung im Herbst deckt dementsprechend nur einen kurzen Zeitraum der Blattinfektionsphase, welche zu stärkeren Schädigungen führen kann, ab. Die Untersuchungen der einzelnen Blattetagen verdeutlichen diesen Zusammenhang. So konnte die Herbstbehandlung im

Versuchsjahr 2000/2001 an den Standorten Birkenmoor und Tolk die primäre Ausbreitung des Erregers auf den Blättern 1 bis 6 im Vergleich mit der Kontrolle reduzieren. Der Ascosporenflug im November bewirkte aber eine erneute Infektion insbesondere der Blätter 7 und 8, welche sowohl in der unbehandelten Kontrolle wie auch der Variante einer kombinierten Herbst- Blütenbehandlung (HB) zu einem Anstieg der Pyknidienzahlen führte. In dem darauf folgenden Versuchsjahr kam es bereits vor der Herbstapplikation an allen Standorten zu einer starken, primären Infektion der Blätter 1 bis 4, wobei zusätzlich, bedingt durch die vorherrschende milde Winterwitterung, ein erneuter Anstieg der Pyknidienzahlen insbesondere auf den Blattetagen 7-10 bonitiert wurde. Die Versuche bezüglich der Optimierung des Fungizideinsatzes im Herbst an den Standorten Hohenschulen und Wiemersdorf zeigten, dass eine Doppelbehandlung im Herbst, im Vergleich mit einer Einfachbehandlung, den Blattbefall über einen längeren Zeitraum bekämpfen kann und im Entwicklungsstadium BBCH 85 ein reduzierter Wurzelhalsbefall bonitiert werden konnte. Bei sehr geringem Befallsdruck bewirkten die frühen Frühjahrsapplikationen Mitte März sowie Anfang April am Standort Ahrensfelde eine tendenziell stärkere Bekämpfung des Erregers am Wurzelhals und Stängel. Diese Versuche zeigen, dass durch eine Ausdehnung der Fungizidapplikationen eine stärkere Befallskontrolle möglich ist und bestätigen damit Ergebnisse anderer Autoren. Unter den milden Anbaubedingungen Englands machten GLADDERS et al. (1999) deutlich, dass aufgrund der langen Infektionsperiode eine deutliche Befallsminderung nur durch wiederholte Fungizidmaßnahmen möglich ist. Die Steigerung des Fungizideinsatzes von einer unbehandelten Kontrollvariante bis zu einer 5-fachen Behandlung im Zeitraum September bis Februar bewirkte sowohl eine Reduktion der Befallshäufigkeit am Wurzelhals von 98,0 % in der unbehandelten Kontrolle auf 12,0 % in der maximal behandelten Variante wie auch eine Verminderung der Befallsstärke um drei Boniturnoten auf einer Skala von 0-5 (WEST et al. 2002b). FITT et al. (1997) empfehlen eine Doppelbehandlung im Herbst wie auch im Frühjahr zur Kontrolle des Wurzelhalsbefalls.

Die notwendige Intensität der Fungizidapplikation ist durch die zu erwartende Schädigung des Erregers bestimmt. Bei der Entwicklung einer Bekämpfungsschwelle gibt FESER (1992) mit Einschränkungen einen Wert von 50 % latent befallener Blätter bis zum Dreiblattstadium an. In England wird eine Fungizidapplikation bei einer Befallshäufigkeit von 10% diskutiert (WEST et al. 1999a), so dass die erste Fungizidapplikation nach Sichtbarwerden primärer Blattläsionen erfolgt. GARBE (2000) und FITT et al. (1997) weisen darauf hin, dass, bedingt durch den langen Zeitraum der Sporenverbreitung, eine Prognose bezüglich des optimalen Fungizideinsatzes noch nicht möglich ist. Die eigenen Untersuchungen bestätigen dies. Die

witterungsabhängige Ascosporenverbreitung von *Leptosphaeria maculans* bewirkte im Versuchsjahr 2002 in den Wintermonaten einen Anstieg des Blattbefalls. Gleichzeitig ergab die statistische Analyse der eigenen Ergebnisse, dass neben dem bedeutenden Einfluss des Blattbefalls im Herbst auch die weitere Erregerausbreitung in den Wintermonaten im Zusammenhang mit manifestierenden Schädigungen an Wurzelhals und Stängel steht. Die temperaturabhängige Ausbreitungsrate des Erregers in der Rapspflanze mit unmittelbarem Einfluss auf die Stärke der Schädigungen weist in Abhängigkeit der in den Herbstmonaten nicht kalkulierbaren Witterungsverhältnisse eine nicht vorhersehbare Einflussgröße auf die Schadensdynamik auf. Trotz dieser Einschränkungen ist ein Potenzial für die Prognose des Befallsauftretens und der Schädigungen in den frühen Entwicklungsstadien gegeben, da insbesondere die Terminierung und die Stärke des primären Blattbefalls einen hohen Einfluss auf das Ausmaß der Schädigungen haben (WEST et al. 2002b). Da der Zeitpunkt und die Stärke primärer Infektionen durch den Ascosporenflug determiniert sind, kommt der Beobachtung der Pseudothecien auf Ernteresiduen und der Ascosporenausschleuderung eine große Bedeutung zu. Unter englischen Anbaubedingungen vermutet WEST et al. (1999a), dass die Faktoren, welche die Reifung der Ascosporen in den Pseudothecien beeinflussen, entscheidend für die Stärke der Krankheitsausbreitung sind. HUANG et al. (2002) weisen darauf hin, dass eine effektive Kontrolle des Erregers *Phoma lingam* nur unter der genauen Kenntnis der Ascosporenentwicklung möglich ist und kamen zu der Erkenntnis, dass die primären Ascosporenausschleuderungen durch die Beobachtung der Wetterbedingungen und der Reifung der in den Pseudothecien vorhandenen Ascosporen möglich ist. Dieses Ziel verfolgen ebenso französische Untersuchungen (BERNARD et al. 1999, PÉRÈS et al. 1999). Unter den Anbaubedingungen des westlichen Australiens entwickelten SALAM et al. (2003) ein witterungsbasierendes Modell zur Vorhersage der Pseudothecienfreisetzung und Ascosporenausschleuderung.

Dementsprechend sollte unter schleswig-holsteinischen Anbaubedingungen neben der Kontrolle der Ascosporenflüge ab dem Zeitpunkt des Auflaufens des Rapses eine Untersuchung der Stoppelreste bezüglich des Entwicklungsstandes der Pseudothecien parallel zu den Wetteraufzeichnungen durchgeführt werden. Diese Kontrolle sollte unmittelbar nach der Ernte beginnen, um so den Zeitpunkt und die Stärke der primären Ascosporenflüge besser prognostizieren zu können. Eine dem Befallsdruck angemessene Fungizidterminierung in den Herbstmonaten erscheint so sehr gut möglich. Weitere Kontrollen über die Wintermonate scheinen notwendig, um auf Infektionen wie im Versuchsjahr 2002 eventuell mit einer sehr frühen Frühjahrsapplikation reagieren zu können, wobei weitere Untersuchungen die Bekämpfungserfolge dieser Maßnahme belegen müssen.

4.2 *Sclerotinia sclerotiorum*

In der vorliegenden Arbeit wurde das Auftreten der Weißstängeligkeit an den Rapsmonitoringstandorten, verursacht durch den Erreger *Sclerotinia sclerotiorum*, in Abhängigkeit der Witterung untersucht, welches neben der Bonitur von Befallssymptomen im Bestand die Kontrolle angelegter Sklerotiendepots sowie die Messung des Ascosporenflugs umfasste. Begleitende Untersuchungen sollten zeigen, in wieweit sich das Auftreten des Erregers anhand der kurz vor und während der Rapsblüte vorherrschenden Witterungsereignisse sowie dem Befall der Rapsblütenblätter mit Ascosporen prognostizieren lässt.

Das Aufwachsen der Apothecien aus den Sklerotien des Vorjahres wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, wobei die Temperatur und die Bodenfeuchtigkeit einen dominierenden Einfluss haben (KRÜGER 1974, 1976b, HORNIG 1983). Ein Aufwachsen der Apothecien findet bereits bei 7°C bis 11°C (KRÜGER 1976b) statt, wobei die optimale Bodentemperatur zwischen 11°C und 15°C liegt und eine kontinuierliche Feuchtigkeit in den oberen 2-3 cm des Bodens über einen Zeitraum von 14 Tagen gegeben sein muss (ABAWI & GROGAN 1979). Die kumulative Erfassung der 10-Tages-Temperatursumme von mehr als 80°C stellt laut AHLERS (1987) ebenso eine Voraussetzung dar, damit es zu einem Aufwuchs der Apothecien kommt. Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass die Lichtintensität (SUN & YANG 2000), der pH-Wert (KRÜGER 1976b), der Pflanzenbestand (TWENGSTRÖM et al. 2001) wie auch die Stickstoffzufuhr und die Bodenart (MITCHELL & WHEELER 1990) einen Einfluss auf die Keimungsrate der Sklerotien haben; Effekte, die in der vorliegenden Arbeit nicht weiter untersucht wurden.

In den Versuchsjahren 2001 und 2002 konnte der Aufwuchs der ersten Apothecien mit geringen Unterschieden zwischen den Standorten und den Versuchsjahren bonitiert werden. Aufgrund der Verteilung und Höhe der Niederschläge kann von einem ständig ausreichend feuchten Boden ausgegangen werden. Die 10-Tages-Temperatursumme von mehr als 80°C wurde hingegen nur im Versuchsjahr 2002 erreicht. Die Niederschlagssumme im April des Versuchsjahres 2003 entsprach dem Niveau der Vorjahre, wobei die Niederschläge fast ausschließlich in den letzten fünf Tagen des Monats April fielen. Dieses bewirkte trotz des Erreichens einer Temperatursumme von mehr als 80°C, dass ein Aufwuchs der Apothecien nicht bonitiert werden konnte. Es ist davon auszugehen, dass die vorangegangene Trockenheit eine starke Schädigung der Apothecien hervorrief, da der nach den Niederschlägen einsetzende Apothecienaufwuchs deutlich geringer und mit einer deutlichen Verzögerung zwischen den

Standorten, vergleichend zu den Vorjahren, auftrat, was Beobachtungen von AHLERS (1986) bestätigt.

Die Abweichungen zwischen den Angaben des Modells SKLERO und dem beobachteten Apothecienaufwuchs erreichten in den Versuchsjahren 2001 und 2002 5-8 Tage, wohingegen bei den ungünstigen Witterungsbedingungen für den Apothecienaufwuchs im Versuchsjahr 2003 Unterschiede zwischen zwei und sechs Wochen eintraten. Das Modell benutzt als Berechnungsgrundlage erster Apothecienaufwüchse lediglich die Bodentemperatur ab dem 01. Februar, welches bei ausreichender Niederschlagsverteilung zu guten Prognosewerten führt. Geringe Abweichungen könnten bereits durch unterschiedliche Ablagetiefen der Sklerotien bedingt sein. Witterungsverhältnisse wie im April 2003 vorherrschend, bewirkten, dass bereits sehr früh die notwendige Temperatursumme erreicht wurde, eine Keimung der Apothecien aufgrund fehlender Feuchtigkeit aber nicht möglich war. Die weitere Entwicklung der Apothecien nach einer solchen Trockenperiode erfolgte in den eigenen Untersuchungen sehr uneinheitlich und konnte durch das SKLERO-Modell nur unzureichend prognostiziert werden.

Die Kontrolle der Ascosporenflüge in 10 cm Höhe zeigte im Versuchsjahr 2001 eine deutliche Tagesdynamik, wobei ab der Tagesmitte eine Zunahme der Ascosporenflüge gemessen werden konnte, was Untersuchungen von WOHLLEBEN (2001), VENETTE (1998) und McCARTNEY & LACEY (1991), die das Sporulationsverhalten von Apothecien in Sonnenblumen untersuchten, bestätigt. VENETTE (1998) sieht dieses im Zusammenhang mit dem Phototropismus der Stängel der Apothecien und der Spitzen der Asci. Die durch hohe Sonneneinstrahlung zur Tagesmitte induzierten thermischen Luftturbulenzen erlauben es den Fruchtkörpern von *Sclerotinia sclerotiorum*, ihre Sporen auf eine Flugbahn mit einem maximalen Verteilungspotenzial zu bringen. WOHLLEBEN (2001) weist auf die durch BERENYI (1967) erwiesenen höchsten Windgeschwindigkeiten zur Mittagszeit hin, so dass die Verteilung der Ascosporen zu diesem Zeitpunkt am effektivsten ist. WOHLLEBEN (2001) erwähnt eine zur Luftfeuchtigkeit gegenläufige Sporenfreilassung, wobei in den eigenen Untersuchungen eher eine Zunahme der Ascosporenflüge mit der nach der Mittagszeit steigenden relativen Luftfeuchtigkeit deutlich wurde. Diese Tagesdynamik konnte im Versuchsjahr 2002 bei insgesamt höherer Luftfeuchtigkeit und häufigeren Niederschlägen nicht so stark ausgeprägt gemessen werden. Laut KRÜGER (1974, 1975, 1976) bewirken Niederschläge eine Reduktion der Intensität der Sporenflüge, welches eine Ursache für die geringeren Sporenfreisetzungswerte im Versuchsjahr 2002 sein könnte. Gleichzeitig sind Niederschläge für eine kontinuierliche Ascosporenausschleuderung notwendig. WOHLLEBEN (2001) stellte fest, dass

lang anhaltende Trockenheit zu einer Reduktion der Sporenflüge führte und nach 14 Tagen ohne Niederschlag keine Ascosporenausschleuderung mehr gemessen werden konnte. Eine Regeneration der eingetrockneten Apothecien ist nach erneut einsetzenden Niederschlägen bis zu 14 Tage bei geringer Luftfeuchtigkeit möglich (SAUR 1983). Die höhere Niederschlagsverteilung im Versuchsjahr 2002 kann somit als Ursache für die lang anhaltenden Sporenflüge angesehen werden, wohingegen die geringere Anzahl der Niederschlagsereignisse im Versuchsjahr 2001 eine stärkere Konzentration der Sporenflüge hervorrief.

Die deutliche Abnahme der Ascosporenkonzentration in 1 m Höhe kann durch ein abnehmendes Ausschleuderungspotenzial mit zunehmender Höhe erklärt werden. Um Unterschiede in der Stärke der Sporenflüge aufgrund unterschiedlicher Sklerotiendepots auszuschließen, erfolgten die Messungen an einem Sklerotiendepot. Dabei muss berücksichtigt werden, dass durch die Prüfung der Ascosporenflüge in 10 cm Höhe ein Großteil der Sporen bereits abgefangen worden sein könnte und so nachhaltig die Ergebnisse der Messungen in 50 cm und 1,0 m Höhe beeinflusste.

JAMAUX et al. (1995) konnten durch elektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen, dass Ascosporen nur in der Gegenwart von Rapsblütenblättern in der Lage waren, die Laubblätter und den Stängel mit Hilfe eines Appressoriums zu penetrieren. KRÜGER (1975) bezeichnete die Blütenblätter als Nahrungsquelle für keimende Sporen, die innerhalb weniger Stunden bei 100 % Luftfeuchtigkeit das Blütenblatt infizieren können (HERAN et al. 1999, Jamaux et al. 1995). Für eine von einem Blütenblatt ausgehende Infektion des Laubblattes sind eine 48- bis 72-stündige Luftfeuchtigkeit von 92 % bis 94 % (ABAWI & GROGAN 1979) sowie Temperaturen von mindestens 10°C notwendig (LAMARQUE 1983), wobei weitere Autoren eine optimale Temperatur in einem Bereich zwischen 20°C und 25°C feststellten (ABAWI & GROGAN 1979, JAMAUX et al. 1995, McCARTNEY et al. 1999). Die Berechnungen des Modells SKLERO gehen von einer optimalen Infektionstemperatur von 15°C aus (FRIESLAND 1998, 1999, 2000), welches als eine Ursache für die Unterschiede, insbesondere der Jahre 2002 und 2003 zwischen dem prognostizierten und dem im Bestand bonitierten Befall, angesehen werden kann, so dass weitere Untersuchungen notwendig sind, die diesen Zusammenhang exakt erarbeiten. FRIESLAND (1998) weist auf die Problematik der Aufzeichnung von Wetterdaten in diesem Zusammenhang hin, da diese nicht im Rapsbestand selbst, sondern durch eine dem Rapsbestand nahe liegende Wetterstation des DWD aufgezeichnet werden. Es liegt also keine schlagspezifische, sondern eine regionalspezifische Prognose vor, so dass Unterschiede zwischen Makro- und Mikroklima keine Berücksichtigung finden. Die lediglich qualitative Prognose des Schaderregers kann nicht als Entscheidungskriterium für anstehende

Fungizidapplikationen herangezogen werden, da eine Beurteilung der entstehenden Schäden nicht möglich ist (FRIESLAND 1999, KOCH & V. THIEDEMANN 2003). Das Modell prognostizierte die höchsten Infektionswerte oft nach Niederschlagsereignissen mit einsetzendem Blütenblattabwurf, welches den natürlichen Infektionsbedingungen des Erregers entspricht, so dass Ansätze zur Erstellung eines Prognosemodells eindeutig gegeben sind.

Die festgestellten Maximalwerte der Infektion der Blütenblätter stehen in engem Zusammenhang mit dem Aufwuchszeitpunkt erster Apothecien. In den Versuchsjahren 2001 und 2002 war dieser Prozess bereits Ende April gegeben, so dass mit fortschreitender Blütenentwicklung sowohl am Standort Birkenmoor wie auch am Standort Hohenschulen der höchste Blütenblattbefall am 09.05. bzw. 07.05. gemessen werden konnte. Im Versuchsjahr 2003 waren erste Apothecien am 11.05. vorhanden, welches zu einem maximalen Blütenblattbefall am 14.05.03 führte. Der in allen Einzelversuchen erfasste Rückgang der Befallshäufigkeit der Blütenblätter kann durch die von KRÜGER (1974) während der Rapsblüte beobachtete abnehmende Keimungsrate der Sklerotien erklärt werden, wobei die Befallskurven der Blütenblätter in den Jahren 2001 und 2002 der gemessenen Dynamik der Ascosporenflüge entsprechen. Die mit Ascosporen infizierten, abfallenden Blütenblätter sind in der Lage, Blätter und Stängel der Rapspflanzen zu infizieren (JAMAUX & SPIRE 1994). Nach einer Zuordnung von TURKINGTON et al. (1991) sowie MORRAL & THOMSON (1991) entspricht der gemessene Blütenblattbefall in allen Untersuchungsjahren einem moderaten Krankheitsrisiko, welches lediglich im Versuchsjahr 2001 durch die Bonituren bestätigt werden konnte. Die Autoren stellten bezüglich Ihrer Prognose eine Erfolgsrate von 73 % fest, wobei starke Abweichungen durch die hohe Umweltabhängigkeit des Infektionsprozesses begründet werden. Eine Verbesserung des Modells durch die Berücksichtigung der Witterungsbedingungen wird deshalb auch von den Autoren empfohlen (TURKINGTON & MORRALL 1993).

Aufgrund der Epidemiologie des Erregers *Sclerotinia sclerotiorum* sowie der eigenen Untersuchungen wird deutlich dass die Bestimmung des Infektionspotentials anhand des Befalls der Blütenblätter und die Bewertung der Infektionsbedingungen anhand der Witterung ein hohes Potenzial für die qualitative, wie auch quantitative Prognose des Auftretens der Weißstängeligkeit beinhaltet. Dementsprechend werden in Frankreich und Deutschland weitere Untersuchungen durchgeführt, in welchen neben dem Ascosporenbefall der Blütenblätter und schlag-spezifischen Witterungsdaten eine Befalls-Verlust-Analyse und die Fruchtfolge mit Befallsauftreten von *Sclerotinia sclerotiorum* eingehen (KOCH & V. THIEDEMANN 2003, TAVERNE et al. 2003). Das Befallsauftreten der Weißstängeligkeit in den eigenen Untersuchungen steht in einem engen Zusammenhang mit dem bonitierten Apothecienaufwuchs und

der Messung der Ascosporenflüge. Der durch ungünstige Witterungsbedingungen im April 2002 verminderte bzw. verzögerte Apothecienaufwuchs verhinderte eine intensive Durchsuchung der Rapsbestände. Parallel zu dem fast identischen Apothecienaufwuchs in den Versuchsjahren 2001 und 2002 konnte im ersten Versuchsjahr ein deutlich stärkerer Sporenflug gemessen werden, der als Ursache für die höheren Befallshäufigkeiten angesehen werden kann. Die Kontrolle von Sklerotiendepots sowie die Messung des Ascosporenflugs können demnach zur Abschätzung eines vorliegenden Erregerpotentials herangezogen werden, welches Aussagen weiterer Autoren bestätigt (SAUR 1983, McCARTNEY et al. 1999).

Sowohl die Applikation von 0,5 l/ha Derosal + 0,5 l/ha Folicur wie auch weitere Fungizidapplikationen in den Versuchen der Fungizidoptimierung zur Vollblüte (BBCH 65) reduzierten bei vorhandenem Befall die Erregerausbreitung am Stängel, welches durch die Ergebnisse weiterer Untersuchungen (ANONYM 1995, SPINK 1995) bestätigt wird. Versuche, die Sklerotien im Boden chemisch zu bekämpfen, zeigten keine zufriedenstellende Wirkung (SCHLÖSSER 1968). KRÜGER (1983) konnte lediglich durch die Einarbeitung von Kalkstickstoff eine Reduktion der Apothecienkeimung bewirken. Viel versprechende Bekämpfungserfolge wurden durch den Einsatz pilzlicher Mycoparasiten, die die Sklerotien im Boden zerstören, erzielt. Neben *Sporidesmium sclerotivorum* (DEL RIO 2000) erfolgt der Einsatz von *Coniothyrium minitans* (STEINBACH 2002, HEDKE et al. 2003) bereits versuchsweise in der Praxis, wobei eine Beurteilung bisher noch nicht vorliegt (V. THIEDEMANN 2000).

Die Sorte *Mohican* zeigte im Versuchsjahr 2001 bei insgesamt moderatem Befallsniveau eine geringere Häufigkeit der Weißstängeligkeit im Vergleich mit den anderen getesteten Sorten und bestätigt damit Angaben der Bundessortenliste (ANONYM 2002). Insgesamt wird sowohl durch die eigenen Untersuchungen wie auch weiterer Quellen deutlich (GARBE 1999, ANONYM 2002), dass Sortenunterschiede bezüglich der *Sclerotinia sclerotiorum*-Anfälligkeit gering sind, wobei AHLERS (1986) in Jahren mit hohem Befallsdruck zeigte, dass extreme Differenzierungen zwischen den Sorten möglich sind.

Insgesamt lag in allen Versuchsjahren ein geringes Befallsniveau durch *Sclerotinia sclerotiorum* vor. Ältere Untersuchungen zur hohen Bedeutung des Erregers mit der einhergehend begründeten, routinemäßigen Blütenbekämpfung können durch eigene Ergebnisse des Befallsauftretens wie auch von WOHLLEBEN (2001) und SÖCHTING (2001) nicht in dem Maße Bestätigung finden.

4.3 *Verticillium dahliae*

In den Versuchen des Rapsmonitorings erfolgte die Befallsanalyse von *Verticillium dahliae* in Abhängigkeit des Standortes, der Fruchtfolge und der Fungizidvariante, wobei am Standort Hohenschulen zusätzlich der Sorteneinfluss untersucht wurde.

An allen Standorten sowie in allen Versuchsjahren konnte der Erreger nachgewiesen werden, welches Aussagen von HORNIG (1987) bestätigen, der feststellte, dass ein Befall mit *Verticillium dahliae* praktisch auf allen Winterrapsschlägen in Schleswig-Holstein vorliegt und KRÜGER (1989) bemerkte ergänzend, dass der Erreger überall in Deutschland vorkommt, in Schleswig-Holstein jedoch die stärkste Ausbreitung erreicht hat. Die Bildung der charakteristischen Mikrosklerotien (KRÜGER 1986) erfolgte ab Anfang Juli, wobei bis zum Zeitpunkt der Ernte eine Zunahme der Symptomausbreitung bonitiert werden konnte, was durch Ergebnisse weiterer Autoren bestätigt wird (KRÜGER 1987, ZEISE & SEIDEL 1990). Dabei ist nicht davon auszugehen, dass das Sichtbarwerden der Mikrosklerotien dem Zeitpunkt der Infektion entspricht. Untersuchungen von ZEISE & SEIDEL (1990) zeigten, dass es durch das Auskeimen der bis zu 14 Jahre im Boden überdauernden Mikrosklerotien bereits im Herbst über das Wurzelsystem zu einer Infektion der Rapspflanze kommen kann (AHLERS 1989, HOLTSCHULTE 1992, GARBE 1996). Die Bildung der Mikrosklerotien wird dabei durch die Seneszenzvorgänge der Rapspflanze ausgelöst (GÜNZELMANN & PAUL 1990) und kann erst zur Reifeperiode festgestellt werden (AMELUNG 1996). Der frühe Infektionszeitpunkt könnte zusammen mit einer vorausgesetzten systemischen Verlagerung des Wirkstoffs in den kleinen Rapspflanzen nach der Herbstapplikation als Ursache für die z.T. geringer bonitierten Befallswerte in diesen Varianten angesehen werden. HORNIG (1990) diskutierte die reduzierende Wirkung von Herbstapplikationen auf die *Verticillium*-Welke; wachstumshemmende Wirkungen durch Tebuconazol konnten gegenüber *Verticillium dahliae* in Laborversuchen gemessen werden (HENNEKEN et al. 2000). Im Allgemeinen wird aber davon ausgegangen, dass eine Bekämpfung des Erregers mit Fungiziden nicht möglich ist (GÜNZELMANN & PAUL 1990, GARBE 1996, HOFFMANN & SCHMUTTERER, 1999), welches durch mangelnde Translozierbarkeit von Fungiziden nach einer Blattapplikation in basipetaler Richtung begründet werden kann (HEWITT 1998, GARBE 2000). Befallsunterschiede können des Weiteren durch das nesterartige Auftreten des bodenbürtigen Erregers bedingt sein (ZEISE 1992).

Mehrere Autoren weisen daraufhin, dass die Bedeutung des Erregers durch enge Fruchtfolgen zunimmt (AHLERS & HORNIG 1986, PAUL & GÜNZELMANN 1989, ZEISE & SEIDEL

1990), welches durch die eigenen Untersuchungen bestätigt werden konnte. Ursache hierfür ist die Akkumulation der Mikrosklerotien im Boden, wobei XIAO & SUBBARAO (1998) in anderen Kulturen signifikante Zusammenhänge zwischen Inokulumdichte im Boden und der Befallshäufigkeit von Pflanzen mit *Verticillium dahliae* feststellen konnten. Die Effekte weitgestellter Fruchtfolgen können aber durch Unkräuter, die durch *Verticillium dahliae* befallen werden, überdeckt werden (KRÜGER 1989, GARBE 1996).

Neben der Einhaltung einer möglichst weiten Fruchtfolge sind tolerante Sorten die einzige Möglichkeit, den Erreger *Verticillium dahliae* zu bekämpfen (AHLERS 1987, HORNIG 1987, ZEISE & SEIDEL 1990, GARBE 1996). Die eigenen Untersuchungen zeigten, dass ein erhöhtes Befallsniveau der Hybridsorten im Vergleich zu Liniensorten vorliegt, wobei dieses nicht für die Sorte *Talent* gilt, da im dritten Versuchsjahr der Befall für Differenzierungen zwischen den Sorten zu gering war. In den Landessortenversuchen werden kaum Untersuchungen hinsichtlich der Sortenanfälligkeit durchgeführt, welches HORNIG (1986) mit der späten Entwicklung der Symptome am Stängel begründet, so dass vergleichende Ergebnisse nur begrenzt vorliegen. WOHLLEBEN (2001) konnte ebenso in einem Schleswig-Holsteinweiten Sortenversuch ein geringeres Toleranzniveau der Hybridsorten im Vergleich mit den Liniensorten feststellen, wobei weitere Ergebnisse die hohe Anfälligkeit der Sorten *Panther* und *Susanna* im Vergleich mit der Sorte *Contact* bestätigen (OTT & AMANN 1999, LUFENSTEINER et al. 2000, SAUERMAN & GRONOW 2000, LUFENSTEINER & HENDLER 2003).

Als Ursachen für die unterschiedliche Anfälligkeit der Sorten wurden verschiedene Reaktionen der Pflanzen festgestellt (NEWCOMBE & ROBB 1988). HOLTSCULTE (1992) konnte zeigen, dass beim Eindringen des Erregers *Verticillium dahliae* in die Xylemgefäße der Pflanze chemische und anatomische Veränderungen vorzufinden sind. Bei den chemischen Substanzen handelt es sich um Phytoalexine, die eine fungizide Wirkung aufweisen. Zu den anatomischen Veränderungen stellte GRIFFITH (1971) im Rindengewebe von Erbsen- und Tomatenwurzeln fest, dass eine Einkapselung der Hyphen des Erregers durch Celluloseschichten erfolgte und so deren Wachstum unterbunden wurde. Weiterhin konnten suberinartige Gefäßauflagerungen festgestellt werden, die das laterale Auskeimen des Erregers in benachbarte Zellschichten unterbinden (NEWCOMBE & ROBB 1989). Diese Reaktionen sind in den toleranten Sorten beschleunigt, wodurch die Ausbreitung des Erregers unterbunden wird (BECKMANN 1984). In der Literatur sind bereits Resistenzgene gegenüber *Verticillium dahliae* bekannt. Aus Kartoffeln konnten LYNCH et al. (1997) ein Gen isolieren, welches für die *Verticillium*-Resistenz verschiedener Kartoffelsorten verantwortlich ist. Die Tomate bildet

u.a. α -Tomatin, welches das Wachstum von *Verticillium dahliae* in der Pflanze unterbindet und so bei einigen Sorten eine Toleranz gegenüber dem Erreger ermöglicht (SANDROCK & VAN ETTEN 1997).

Da der Erreger in den eigenen Untersuchungen nur in Vergesellschaftung mit *Phoma lingam* auftrat, welches allgemein als „Krankhafte Abreife“ bezeichnet wird (DAEBLER et al. 1985, AHLERS 1987, HORNIG 1987), ist die ertragsmindernde Wirkung schwer zu quantifizieren. GÜNZELMANN & PAUL (1990) gelangen zu der Erkenntnis, dass eine Befallshäufigkeit von 6-7 % keine Ernteverluste hervorruft, wohingegen bei einer Infektion von 24-27 % des Bestandes mit einem Ertragsrückgang von 10 % zu rechnen ist. Bei starkem Befall werden Verluste von bis zu 50 % nicht ausgeschlossen (DAEBELER et al. 1988, SCHÖNBERGER 2000). Aufgrund der Ausbreitung der Rapsanbaufläche in Deutschland (FAO 2003) ist davon auszugehen, dass der Fruchtfolgekrankheit *Verticillium dahliae* (DAEBELER 1987, SIELING 1997) in der Zukunft eine steigende Bedeutung zukommen wird.

4.4 *Peronospora parasitica* und weitere pilzliche Krankheitserreger

Das Auftreten des Erregers *Peronospora parasitica* wurde hinsichtlich der Einflussnahme differenzierter Fungizidapplikationen und der Witterung untersucht.

In den eigenen Untersuchungen konnte der Erreger in allen Versuchsjahren an allen Standorten nachgewiesen werden, wobei bereits im Herbst, nach Wirkungsverlust der Saatgutbeize, ein Ansteigen des Anteils befallener Pflanzen bonitiert werden konnte. Die Messungen ergaben höhere Befallsstärkewerte von über 10 % befallener Blattfläche jedoch erst mit steigenden Temperaturen im Frühjahr, welches Ergebnisse von AHLERS & HORNIG (1986) bestätigt. Die Keimung und Infektion des Erregers erfolgt bei ca. 15°C und hoher Luftfeuchtigkeit (PAUL 1992). Da der Erreger an allen Boniturterminen auftrat, scheinen die klimatischen Gegebenheiten in Schleswig-Holstein keine begrenzenden Faktoren darzustellen. Der nachgewiesene Einfluss der Temperatur auf die Befallsparameter des Erregers ist auf die Förderung der Infektionsprozesse zurückzuführen (METHA et al. 1995, ACHAR 1998).

Die eingesetzten Fungizide haben keine Wirkung gegenüber obligat biotrophen Pathogenen (UESUGI 1988), was durch die eigenen Untersuchungen und Ergebnissen von WOHLLEBEN (2001) bestätigt wird. Metalaxyl- oder Dimetomorphhaltige Saatgutbeizen werden in der landwirtschaftlichen Praxis empfohlen (ANONYM 1999b), da junge Rapspflanzen insbesondere bei Spätsaaten gefährdet sind (GARBE 1996). Die ertragliche Bedeutung von *Peronospora parasitica* entzieht sich einer genauen Quantifizierung (HORNIG 1990), wobei all-

gemein davon ausgegangen wird, dass ein später Befall in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien keine wirtschaftlichen Schäden verursacht (THÜR WÄCHTER 1995, GARBE 1996, 2000b). DAEBELER et al. (1992) konnten nachweisen, dass künstlich induzierte Blattverluste in Höhe von 25 % von der Rapspflanze ohne deutliche Ertragsverluste kompensiert werden können. Aufgrund dieser Beobachtung kann in Hinsicht auf die eigenen Untersuchungen angenommen werden, dass der Erreger *Peronospora parasitica* in Übereinstimmung mit den Befunden weiterer Autoren (THÜR WÄCHTER 1995, WOHLLEBEN 2001) keine ertrags-schädigende Wirkung ausübte.

Das geringe Auftreten der Erreger *Alternaria brassicae*, *Botrytis cinerea*, *Cylindrosporium concentricum*, *Plasmodiophora brassicae* und *Pseudocercospora capsellae* wird auch von anderen Autoren unter schleswig-holsteinischen Anbaubedingungen bestätigt (THÜR WÄCHTER 1995, SÖCHTING 2001, WOHLLEBEN 2001, ANONYM 2002b).

4.5 Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf die Pflanzenmorphogenese, Lagerbildung und Schotenstabilität

Die Fungizidapplikation im Herbst führt sowohl an den Standorten des Rapsmonitorings wie auch in den Prüfungen weiterer Fungizidvarianten zu einkürzenden Effekten, die nach Angaben weiterer Autoren bis zu 30 % erreichen können, so dass die Gefahr von Kahlfrösten reduziert ist und eine erhöhte Winterfestigkeit besteht (GEISLER 1988, PAUL 1996, SCHULZ 1998). Die in den eigenen Untersuchungen an den Standorten des Rapsmonitorings nach Frühjahrsbehandlung mittels Folicur erzielten einkürzenden Effekte auf das Sprosslängenwachstum stehen insbesondere mit der festgestellten, signifikant verringerten Lagerbildung in Zusammenhang und finden in der Literatur Bestätigung (HORNIG 1986, CHILD et al. 1993, SCHULZ 1998, BROSCHEWITZ & STEINBACH 1999, GARBE 2000, COULES et al. 2002). FISAHN (1993) weist nach, dass wachstumsregulatorische Substanzen die Dominanzbeziehungen innerhalb einer Pflanze verändern, welches zu einer verstärkten Bildung von Schoten an Nebentrieben höherer Ordnung führt. Andere Autoren sprechen der Applikation von Wachstumsregulatoren bzw. Azolfungiziden im Frühjahr eine Synchronisierung der Rapsblüte zu (DEUKER-ISERMEYER 1991, BROSCHEWITZ & STEINBACH 1999, STEINMATZ 1999). Ebenso konnte nach Applikation von Azolfungiziden eine intensivere Grünfärbung der Blätter und eine veränderte Blattgröße gemessen werden (GRAEBE 1987, FISAHN 1993). Die wachstumsregulierenden Effekte des Wirkstoffs Tebuconazol (Folicur) beruhen auf der Blockierung der Cytochrom-P-450-abhängigen Monooxygenasen, wodurch

die Oxidation von ent-Kauren in ent-Kaurensäure im Terpenoidbiosyntheseweg unterbunden wird. In diesem Syntheseweg werden neben anderen Phytohormongruppen die Gibbereline gebildet, welche das Längenwachstum regulieren (GROSSMANN et al. 1989, CHILD et al. 1993, RADEMACHER 2000).

Die in den eigenen Versuchen festgestellte höhere Schotenstabilität bestätigt Untersuchungen von WOHLLEBEN (2001), wobei HOFFMANN (1990) auf eine Schotenstabilisierung durch Wachstumsregulatoren hinweist. WOHLLEBEN (2001) vermutet, dass insbesondere der Wirkstoff Tebuconazol aufgrund der von KUCK & THIELERT (1987) gezeigten akropetalen Verteilung in der Pflanze an den Effekten beteiligt ist. Mögliche Effekte im Laufe der Schotenbildung werden in einer Veränderung der Zellteilungsaktivität, der Zellstreckung oder verschiedener, enzymatischer Prozesse gesehen (GROSSMANN 1990, HOFFMANN 1990).

4.6 Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf den Ernteertrag

Bei der Bewertung der Fungizidapplikationen werden ausschließlich die dreijährigen Versuchsergebnisse des Rapsmonitorings diskutiert, da die einjährigen Prüfungsergebnisse keine signifikanten Ertragsunterschiede zwischen den Versuchsvarianten ergaben.

Die Herbstbehandlung reduzierte den Wurzelhalsbefall, zeigte aber im Mittel der Versuche nur einen geringen Einfluss auf die Ertragsleistung. Ergebnisse von THÜWÄCHTER (1995), WOHLLEBEN (2001) sowie SCHMIEDEL & KÖPPL (1996), die in langjährigen Versuchen in Österreich eine geringe Ertragssicherung durch eine *Phoma lingam*-Bekämpfung von 8-12 % feststellten, bestätigen dieses. Für die Beurteilung der ertragswirksamen Bedeutung von Herbstbehandlungen scheinen zwei Aspekte von Bedeutung. Die in allen Versuchen verwendete Sorte *Express* wird vom Bundessortenamt (ANONYM 2002) mit geringer Anfälligkeit gegenüber *Phoma lingam* (Boniturnotenskala 3, Skala 1-9) eingestuft. Demnach liegt in der Sorte *Express*, vergleichend zu älteren Sorten mit einhergehend erhöhter Anfälligkeit, ein hohes Toleranzniveau gegenüber dem Erreger vor. Bei anfälligeren Sorten kann ein höherer Ertragseffekt erwartet werden (PAUL et al. 1991, SCHRAMM & HOFFMANN 1991), wobei KRÜGER (1979) die Ernteverluste durch Wurzelhalsbefall auf 10–20 % schätzt und SCHRAMM (1989) durch Beerntung stark befallener Einzelpflanzen Ertragsverluste bis zu 65 % messen konnte. Darüber hinaus entscheidet der jahres- und standortspezifisch vorherrschende Befallsdruck über die aus der Fungizidmaßnahme resultierende Quantität der Verlustminderung. Parallel zu dem stärksten Befallsauftreten des Erregers *Phoma lingam* im Versuchsjahr 2001/2002 an den Standorten des Rapsmonitorings zeigten die im Herbst behandel-

ten Varianten in dieser Vegetationsperiode die stärksten ertragssteigernden Wirkungen. Ergebnisse von PAUL et al. (1991) und GARBE (2000a) weisen ebenso auf eine Ertragsreaktion nach einer Herbstbehandlung bei stärkerem Befall hin.

Die gemessenen höheren, ertragssteigernden Effekte der Frühjahrs-, vergleichend zur Herbstbehandlung, finden in anderen Untersuchungen in Schleswig-Holstein Bestätigung (THÜR-WÄCHTER 1995, WOHLLEBEN 2001, ANONYM 2002b); diese stehen in engem Zusammenhang mit der Sprossachseneinkürzung und der Reduktion der Lagerbildung. Ergebnisse von BAYLIS & WRIGHT (1990) dokumentieren in Versuchen mit künstlich erzeugtem Lager einen direkten Zusammenhang zwischen der Stärke des Lagers und dem Ernteertrag, wobei Ertragsverluste in Höhe von bis zu 52 % bei stark erzeugtem Lager festgestellt werden konnten. Ebenso stellten SCHRAMM & HOFFMANN (1991) Ertragssteigerungen durch Frühjahrsbehandlung fest, die nicht allein auf die Bekämpfung des Wurzelhalsbefalls zurückzuführen sind. BROSCHEWITZ & STEINBACH (1999) gelangten zu der Überzeugung, dass der Einsatz von Wachstumsregulatoren und Fungiziden zur Bestandesregulierung, verglichen mit dem Einsatz von Fungiziden zur Pilzabwehr, eine höhere Konstanz in Bezug auf Mehrerträge und Rentabilität bewirkt.

Bei der Interpretation der Ertragseffekte der alleinigen Blütenbehandlung an den Standorten des Rapsmonitorings, die in Schleswig-Holstein eine Routinemaßnahme zur Bekämpfung von *Sclerotinia sclerotiorum* darstellt und im Mittel aller Versuche zu einer signifikanten Ertragssteigerung von 3,3 dt/ha gegenüber der unbehandelten Kontrolle führte, muss berücksichtigt werden, dass der Erreger im Untersuchungszeitraum in der Sorte *Express* lediglich im Versuchsjahr 2001 stärker bonitiert werden konnte. Parallel dazu bewirkte die Blütenapplikation im Jahresvergleich die höchsten Ertragszuwächse. Es konnten aber auch ohne Auftreten der Weißstängeligkeit in den folgenden Versuchsjahren deutlich gesteigerte Erträge gemessen werden. Anhand eigener Untersuchungen sowie von WOHLLEBEN (2001) und HOFFMANN (1990) kann diskutiert werden, ob die erzielten Ertragseffekte der Blütenbehandlung kausal mit einer signifikant erhöhten Schotenstabilität im Zusammenhang stehen. SCHULZ (1998) wies nach, dass eine Fungizidapplikation zum Zeitpunkt der Vollblüte eine Reduktion der Vorernte- und Ernteschäden bewirkte. Da die kombinierte Frühjahrs-/Blütenbehandlung einen nur geringen Einfluss auf den *Phoma lingam*-Wurzelhalsbefall ausübte, ist davon auszugehen, dass die alleinige Blütenbehandlung mit Applikationsterminierung Mitte Mai ohne Wirkung auf das Befallsgeschehen blieb. In ähnlicher Weise ist in der vorliegenden Sorte *Express* der Effekt der Blütenbehandlung auf den *Phoma lingam*-Blattbefall zu interpretieren,

da die Rapspflanzen zu diesem Zeitpunkt kaum noch Blätter trugen und selbst die Kontrollvariante deutlich abnehmende Pyknidienzahlen aufwies.

Die Effekte einer kombinierten Herbst-, Frühjahrs- und Blütenbehandlung (HFB) zeigten im Mittel aller Einzelversuche des Rapsmonitorings die größten signifikanten, ertragssteigernden Wirkungen von 4,1 dt/ha. Eine Ertragssteigerung durch diese Dreifachapplikation konnte ebenso in allen Sorten am Standort Hohenschulen gemessen werden. Die aus dieser Variante resultierenden Ertragseffekte sind als akkumulierende Effekte auf die biologische Kontrolle des Befallsgeschehens an Wurzelhals und Blattorganen einerseits und die dargestellten Positivwirkungen des Fungizides Folicur auf die Pflanzenmorphogenese (Sprossachseinkürzung, verringerte Lagerbildung, erhöhte Schotenstabilität) andererseits zurückzuführen.

Die Untersuchungen bezüglich der Wirtschaftlichkeit verdeutlichen, dass diese nicht immer gegeben war und starken jahres- und standortspezifischen Schwankungen unterlag, wobei im Mittel der Jahre und Standorte in allen Fungizidvarianten positive Mehrerlöse erreicht wurden. Fünfjährige Untersuchungen konnten dabei zeigen, dass die höchsten monetären Mehrerlöse durch die kombinierten Frühjahrs- Blüten- (FB) und Herbst-, Frühjahrs-, Blütenbehandlungen (HFB) mit 41 und 51 Euro/ha erzielt wurden (KRUSE & VERREET 2003). Die Wirtschaftlichkeit der Fungizidbehandlungen konnte in älteren Veröffentlichungen nicht immer festgestellt werden (THÜRWÄCHTER, 1995), wohingegen neuere Untersuchungen (BROSCHWITZ & STEINBACH 1999, GARBE 2000) derartige Ertragseffekte wie eine erhöhte Wirtschaftlichkeit dokumentieren. Prinzipiell ist eine höhere Wirtschaftlichkeit auf Böden mit höherer Bodengüte und kontinuierlicher Wassernachlieferung, wie sie in Schleswig-Holstein anzutreffen sind, gegeben (WÖPPEL 1995, SCHMIEDEL & KÖPPL 1996).

Nach Aussage von GARBE (1996) und aus dem Vergleich der Bundessortenlisten 1990 und 2002 (ANONYM 1990, 2002a) wird deutlich, dass der züchterische Anteil an *Phoma lingam*-toleranten Sorten gestiegen ist und dass andererseits bei Betrachtung älterer (KRÜGER, 1983; AHLERS, 1986) und neuerer (THÜRWÄCHTER, 1995, GARBE 2000a, SÖCHTING, 2001, WOHLLEBEN, 2001) Untersuchungen die wirtschaftliche Bedeutung des Erregers rückläufig ist. Die in den eigenen Untersuchungen festgestellten stärkeren Ertragseffekte der Frühjahrsbehandlung im Vergleich mit der Herbstbehandlung und die tendenziell stärkeren Zusammenhänge zwischen der Lagerbildung und den Ertragssteigerungen bestätigen dieses. Im Allgemeinen stehen dementsprechend unter schleswig-holsteinischen Anbaubedingungen die pflanzenmorphologischen Effekte der Fungizidapplikationen im Vordergrund und sollten dementsprechend entwicklungsstadienorientiert appliziert werden, was auch von weiteren Autoren (ANONYM 2002b) empfohlen wird. Die eigenen Untersuchungen zeigen aber, dass,

bedingt durch entsprechende Witterungsbedingungen, auch in der toleranten Sorte *Express* eine stärkere Erregerausbreitung mit einhergehender Schadwirkung auftreten kann. Ziel muss es sein, diese befallsstarken Jahre zu prognostizieren und durch eine verbesserte Anpassung der Fungizidapplikation an die lang anhaltende Infektionsperiode, eine effizientere Kontrolle des Erregers *Phoma lingam* zu erreichen. Die in den eigenen Untersuchungen festgestellten epidemiologischen Eigenschaften des Erregers *Phoma lingam* verdeutlichen, dass die Beobachtung der witterungsabhängigen Pseudothecienentwicklungen und Ascosporenflüge im Rahmen einer frühzeitigen Beurteilung des zu erwartenden quantitativen Ausgangsinokulums zukünftigen Untersuchungen zugrunde liegen sollte (s. Kapitel 4.2).

5 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das überregionale Auftreten und die Epidemiologie insbesondere von *Leptosphaeria maculans* (*Phoma lingam*) sowie weiterer Krankheitserreger im Winterraps unter den Anbau- und Witterungsbedingungen Schleswig-Holsteins in den Versuchsjahren 2000 bis 2003 zu erfassen. Die Versuche wurden dabei an drei Standorten, welche die durch Eiszeit und Landgewinnung geprägte geografische Dreiteilung Schleswig-Holsteins in Marsch, Geest und Ostholsteinisches Hügelland widerspiegeln, angelegt. Neben der Aufzeichnung der Witterung und des Sporenflugs mit Hilfe einer Burkhard-Sporenfalle umfassten die Untersuchungen die Analyse der epidemiologischen Entwicklung in einer fungizidfreien Kontrollparzelle sowie nach differenzierten Fungizidapplikationen im Herbst, Frühjahr und zur Blüte. Im Rahmen integrierter Bekämpfungsmöglichkeiten erfolgte die Prüfung stärker an der Epidemiologie von *Phoma lingam* orientierter Fungizidapplikationen hinsichtlich einer optimierten Befalls- und Ertragskontrolle. Zwei *Sclerotinia sclerotiorum*-Prognosemodelle sowie die im Rahmen eines Sortenversuchs durchgeführte Kontrolle des Einflusses des Genotyps auf die Erregerprogression waren ebenso Gegenstand dieser Untersuchungen.

Epidemiologie von *Leptosphaeria maculans* und *Phoma lingam*

An allen Standorten konnte der Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* mit Hilfe der Burkhard-Sporenfallen nachgewiesen werden, wobei die Sporenflugdynamik insbesondere durch die Witterungsparameter Niederschlag und Temperatur beeinflusst gemessen werden konnte.

Die Sporenausschleuderung erfolgte hauptsächlich in den Herbstmonaten, konnte aber bei entsprechend milder Witterung auch in den Wintermonaten sowie auf deutlich geringerem Niveau im Frühjahr erfasst werden.

Ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ascosporenflug und dem Blattbefall in den Herbst- wie auch Wintermonaten verdeutlicht die Bedeutung der Ascosporen für die primäre Infektion der Rapspflanzen.

Der Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Blattbefall in den Monaten Oktober und November und dem Wurzelhals- bzw. Stängelendbefall konnte bei der Berechnung über alle neun Einzelversuche höchst sowie hoch signifikant nachgewiesen werden.

Bekämpfung und Prognose von *Leptosphaeria maculans* und *Phoma lingam*

Die Fungizidapplikationen im Herbst (0,5 l/ha Folicur) und im Frühjahr (0,75 l/ha Folicur) bewirkten eine deutliche Reduktion des Blattbefalls, wobei ausschließlich die Herbstapplikation zu einer Verminderung des Wurzelhalsbefalls zur Ernte führte. Eine Doppelbehandlung im Herbst resultierte in einer gesteigerten Bekämpfung des Blattbefalls mit einhergehenden verminderten Befallswerten am Wurzelhals. In Einzelversuchen bewirkte die Frühjahrsbehandlung nach starkem Blattbefall im Winter eine Verminderung des Stängelbefalls. Ein Einfluss der Fruchtfolge auf den Befall konnte nicht festgestellt werden. Der Sortenvergleich ergab deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber *Phoma lingam*, welche den Angaben der Beschreibenden Bundessortenliste entsprachen.

Im Rahmen einer frühzeitigen Beurteilung des zu erwartenden quantitativen Ausgangsinokulums stellt die Beobachtung der witterungsabhängigen Pseudothecienentwicklung und Ascosporenflüge ein hohes Prognosepotential dar.

Sclerotinia sclerotiorum

Ein verstärktes Befallsauftreten der Weißstängeligkeit konnte nur im Versuchsjahr 2001 erfasst werden. Die Kontrolle angelegter Sklerotiddepots sowie des Ascosporenflugs von *Sclerotinia sclerotiorum* können zur Abschätzung des Ausgangsinokulums herangezogen werden, wobei der Apothecienaufwuchs durch niederschlagsfreie Perioden reduziert sowie verzögert gemessen werden konnte. Die Sporenausschleuderung zeigte dabei im ersten Versuchsjahr eine Tagesdynamik und wurde im Zeitraum von Niederschlagsereignissen vermindert gemessen.

Das Prognosemodell SKLERO konnte den Aufwuchszeitpunkt der Apothecien bei gleichmäßiger Niederschlagsverteilung annähernd prognostizieren, wohingegen Trockenperioden während der Keimung die Vorhersagequalität deutlich verschlechterten. Die Modellberechnungen der erfolgreichen Infektionen spiegelten nicht den tatsächlichen Befall wider. Eine Verbesserung durch Einbeziehen des Bestandesklimas scheint sinnvoll.

Die Anzahl befallener Blütenblätter ergab ein Maximum zu Beginn der Rapsblüte in Abhängigkeit des Aufwuchses der Apothecien, konnte aber nicht im Zusammenhang mit der im Bestand festgestellten Weißstängeligkeit gemessen werden.

Eine Bekämpfung des Erregers mit Fungiziden zum Zeitpunkt der Hauptblüte (BBCH 65) zeigte eine deutlich reduzierende Wirkung auf die Befallshäufigkeit, wohingegen die Sorte nur einen geringen Effekt auf die Erregerprogression hatte.

Verticillium dahliae

Das Auftreten von *Verticillium dahliae* konnte in allen Versuchsjahren an allen Standorten festgestellt werden, wobei erhöhte Befallsparameter mit steigendem Rapsanteil in der Fruchtfolge gemessen werden konnten. Ein Effekt der Fungizidapplikationen auf die Erregerausbreitung konnte hingegen nicht festgestellt werden. Der Sortenversuch ergab ein höheres Toleranzniveau der Liniensorten *Contact*, *Laser*, *Mohican* und *Zenith* im Vergleich mit den Hybridsorten *Maja*, *Panther* und *Susanna*.

***Peronospora parasitica* sowie weitere Krankheitserreger**

Die Untersuchungen ergaben eine signifikante, positive Korrelation zwischen der Temperatur auf den Befallsparametern des Erregers. *Peronospora parasitica* konnte an fast jedem Boniturtermin nachgewiesen werden, wobei die Erregerausbreitung im Frühjahr bis zu 100 % der Pflanzen betraf und eine Blattflächenbesiedelung von durchschnittlich mehr als 10 % erreichte. Eine ertragsschädigende Wirkung wird dem Erreger in den eigenen Untersuchungen nicht zugesprochen.

Das Auftreten der Erreger *Alternaria brassicae*, *Botrytis cinerea*, *Cylindrosporium concentricum*, *Plasmodiophora brassicae* und *Pseudocercospora capsellae* blieb ohne wirtschaftliche Bedeutung.

Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf die Pflanzenmorphogenese, Lagerbildung und Schotenstabilität

Nach den Fungizidapplikationen im Herbst (0,5 l/ha Folicur) sowie im Frühjahr (0,75 l/ha Folicur) konnte das Längenwachstum der Pflanzen z.T. deutlich reduziert gemessen werden, wobei die Frühjahrsapplikation zusätzlich signifikant die Lagerbildung reduzierte.

Die Applikation zur Vollblüte (BBCH 65) erhöhte signifikant die Schotenstabilität.

Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf den Ertrag

In den Versuchen des Rapsmonitorings bewirkten alle Fungizidvarianten im Mittel der Versuche signifikante Ertragssteigerungen im Vergleich mit der unbehandelten Kontrolle. Die höchsten Ertragseffekte wurden nach Blütenbehandlung sowie durch Applikation im Frühjahr erzielt. Dahingegen bewirkte die Herbstapplikation nur bei stärkerem *Phoma lingam*-Befall höhere Ertragszuwächse, so dass vordergründig die Ertragssteigerungen auf die pflanzenmorphologischen Effekte der Fungizidapplikationen zurückzuführen sind.

6 Summary

The aim of this investigation was to record the appearance and epidemiology of *Leptosphaeria maculans* (*Phoma lingam*) and other winter oilseed rape pathogens over the years 2000-2003 under the production and weather conditions in Schleswig-Holstein. The trial sites were located in the geographical areas Marsch, Geest, Ostholsteinisches Hügelland which were formed by the ice age and by land reclamation. The studies included the recording of weather data, the determination of *Leptosphaeria maculans* ascospore flight by using a Burkhard spore trap and epidemiological studies in untreated plots and in plots with different fungicide treatments. Under the aspect of integrated pest management additional fungicide applications, which were more orientated on the epidemiology of *Phoma lingam* were also tested in these trials regarding their potential for optimal pest and yield control.

Two stem-rot (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) forecast systems were examined and a winter oilseed rape cultivar was tested regarding genetic effects on pathogen progressions.

Epidemiology of *Leptosphaeria maculans* and *Phoma lingam*

By using Burkhard spore traps ascospore flight was monitored at every trial site. The results emphasised that the weather factors precipitation and temperature were of particular importance with regard to *Leptosphaeria maculans* ascospore release. Most ascospores were released in autumn and under mild winter conditions whereas their number was markedly reduced in spring.

A significant correlation could be determined between *Leptosphaeria maculans* ascospore flight and leaf infection by *Phoma lingam* in autumn and winter which indicates the high relevance of the ascospores for the primary infection of winter oilseed crops.

The correlation between the autumn infection of the leaves and root collar infection was highly significant.

Management and forecasting of *Leptosphaeria maculans* and *Phoma lingam*

Leaf infection by *Phoma lingam* was reduced after a fungicide application in autumn (0.5 l/ha Folicur) and in spring (0.75 l/ha Folicur). Only the autumn treatment effectively controlled

Phoma lingam root collar infections. Two applications in autumn led to a higher reduction of leaf and root collar infections. Single trials showed that after severe leaf infections during winter, spring applications reduced stem lesions at harvest. Crop rotation in these investigations did not affect infection rates.

The cultivars tested show marked differences in susceptibility against *Phoma lingam* which confirmed experimental data published in the official cultivars list.

There is a high potential of predicting the level of primary inoculum by monitoring the weather-dependent maturation of pseudothecia and the release of ascospores.

Sclerotinia sclerotiorum

A higher incidence of *Sclerotinia* stem rot could only be detected in the trial year 2001. Periodical observations of sclerotia depots and the monitoring of ascospore release with a Burkhard spore trap are useful for predicting the level of primary inoculum. The maturation of apothecia was reduced after dryness. A diurnal periodicity of ascospore release and a reduced number of ascospore after rainfall were observed.

In the presence of continuous rainfall the forecast model SKLERO (German Meteorological Service) agreed with observations of apothecia formation, while dryness led to a reduced forecasting quality. The model's prediction of successful infection did not fit with observations in the field. An integration of the local climate data might improve forecasting quality.

The number of infected petals reached a maximum at the beginning of flowering in dependence of the maturation of apothecia while there was correlation with stem rot symptoms in the crops.

A fungicide application at flowering (BBCH 65) clearly reduced the incidence of *Sclerotinia* stem rot, while there was no effect of cultivars tested.

Verticillium dahliae

The appearance of *Verticillium dahliae* was observed at every trial site and every year, while pathogen incidence increased with increasing proportions of oilseed rape in the rotation. There was no effect of fungicide application on pathogen spreading. The line cultivars *Con-*

tact, *Laser*, *Mohican* und *Zenith* showed a higher tolerance against *Verticillium dahliae* than the hybrids *Maja*, *Panther* und *Susanna*.

***Peronospora parasitica* and further pathogens**

The results of the field trials proved a positive correlation between the temperature and the disease incidence and severity of the pathogen. *Peronospora parasitica* could be recorded at nearly every observation day, while its spread in the spring could reach an incidence of 100 % and a severity of more than 10 % of the leaves. A yield-reducing effect could not be observed. *Alternaria brassicae*, *Botrytis cinerea*, *Cylindrosporium concentricum*, *Plasmodiophora brassicae* and *Pseudocercospora capsellae* were economically not important in these trial years.

Effects of different fungicide application on plant morphology, lodging and stability of pods

The application of fungicides in autumn (0.5 l/ha Folicur) and spring (0.75 l/ha Folicur) reduced the stem elongation of winter oilseed rape. Additionally, the spring application significantly decreased the lodging tendency of crops.

A fungicide application in growth stage BBCH 65 increased pod stability significantly.

Effects of different fungicide application on crop yield

Average over of all monitoring trials every fungicide application increased yield significantly compared to the untreated control. The highest yield effects resulted of the application at flowering and spring while an increased yield after autumn treatment could only be measured in the presence of high *Phoma lingam* infection incidences and severities. The increased yields were thus largely due to the growth-regulating fungicide effect.

7 Literaturverzeichnis

- Abawi, G.S. & R.G. Grogan (1979): Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. *Phytopathology* **69**, 899-903.
- Achar, P.-N. (1998): Effects of temperature on germination of *Peronospora parasitica* conidia and infection of *Brassica oleracea*. *Journal of Phytopathology* **146**, 137-141.
- Ahlers, D. (1986): Untersuchungen über den Erreger der Weißstengeligkeit *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary an Winterraps – Sortenresistenz – Epidemiologie – Krankheitsverlauf – Prognose. Diss. Universität Bonn.
- Ahlers, D. (1987): Epidemiologische Untersuchungen über den Schaderreger *Sclerotinia sclerotiorum* an Winterraps in Hinblick auf eine Prognose. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **39** (8), 133-119.
- Ahlers, D. (1989): Integrierter Pflanzenschutz bei Pilzkrankheiten in Winterraps. *Gesunde Pflanzen* **41**, 306-311.
- Ahlers, D. & H. Hornig (1986): Rapskrankheiten in Schleswig-Holstein und Westfalen. *Raps* **4**, 76-79.
- Amelung, D. & R.-R. Schulz (1996): Einfluß der Fruchtfolge auf Rapskrankheiten. *Raps* **14**, 52-56.
- Amelung, D., P. Steinbach & F. Daebeler (1995): Weißfleckigkeit - *Pseudocercospora capsellae* -1994 verstärkt an Raps aufgetreten. *Raps* **13**, 64.
- Aniol, H. (1993): Ertrag, Ertragsstruktur und Stickstoffaufnahme von Winterraps (*Brassica napus* L.) in Abhängigkeit von N-Menge, N-Verteilung und Genotyp. Diss. Universität Kiel.
- Anonym (1960): Planungsatlas für Deutschland, Band III: Planungsatlas Schleswig-Holstein. Walter Dorn-Verlag, Bremen-Horn.
- Anonym (1986): Beschreibende Sortenliste 1986: Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Landbuchverlag, Hannover.
- Anonym (1990): Beschreibende Sortenliste 1990: Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Landbuchverlag, Hannover.
- Anonym (1992): Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein Versuchsbericht 1992.
- Anonym (1995): Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein Versuchsbericht 1995.
- Anonym (1999a): Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Schleswig, Schleswig-Holstein.
- Anonym (1999b): Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein Versuchsbericht 1999.
- Anonym (2000): Beschreibende Sortenliste 2000: Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Landbuchverlag, Hannover.
- Anonym (2002a): Beschreibende Sortenliste 2002: Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Landbuchverlag, Hannover.
- Anonym (2002b): Pflanzenschutzdienst des Landes Schleswig-Holstein Versuchsbericht 2002.

- Balesdent, M.-H., C. Gall, P. Robin & Z. Rouxel (1992): Intraspecific variation in soluble mycelial protein and esterase patterns of *Leptosphaeria maculans* French isolates. *Mycological Research* **96**, 667-684.
- Barkai-Golan, R., G. Lavy-Meir & E. Kopeliovitch (1987): Pectolytic and cellulolytic activity of *Botrytis cinerea* Pers. related to infection on non ripening tomato mutants. *Phytopathologische Zeitschrift* **122**, 174-183.
- Baylis, A.D. & I.T.J. Wright (1990): The effects of lodging and a paclobutrazol – chlormequat chloride mixture on the yield and quality of oilseed rape. *Annals of applied Biology* **116**, 287-295.
- Beckmann, C. H. (1984): Modelling the succession of host-parasite interactions in vascular diseases of plants. *Phytopatologia Mediterranea* **23**, 109-129.
- Berenyi, D. (1967): *Mikroklimatologie – Mikroklima der bodennahen Atmosphäre*. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Bernard, C., C. Maisonneuve, B. Poisson, A. Pérès, A. Penaud, E. Pilorgé & B. Van de Pute (1999) : *Leptosphaeria maculans (Phoma lingam)* : First results of development of a forecasting climatological system. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 – 29 1999, Canberra, Australia.
- Bertram, H.-J. (1999): Agenda 2000. *Raps* **17**, 108-111.
- Barbetti, M.J. (1976): The role of pyknospores of *Leptosphaeria maculans* in the spread of black-leg disease in rape. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **16**, 911-914.
- Biddulph, J.E., B.D.L. Fitt, P.K. Leech & P. Gladders (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.
- Bockey, D. (2003): Der Biodieselmärkte wächst. *Raps* **21**, 81-84.
- Bedlan, G. (1998): Application management to control post-harvest *Botrytis* infections on Chinese cabbage. *Gesunde Pflanzen* **50**, 162-164.
- Börner, H. (1990): *Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 6. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Börner, H. & U. Zunke (1992): *Praktikum der Phytopathologie*. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 36.
- Broschewitz, B., P. Steinbach & S. Goltzermann (1993): Einfluss stengelbewohnender tierischer Schaderreger auf den Befall von Winterraps mit *Phoma lingam* und *Botrytis cinerea*. *Gesunde Pflanzen*, **45**, 106-110.
- Broschewitz, B. (1994): Biologie und Bekämpfung der Vorblütenschädlinge im Winterraps. *Raps*, **12**, 30-33.
- Broschewitz, B. & P. Steinbach (1999): Einsatz von Wachstumsreglern im Winterraps. *Raps* **17**, 12-15.
- Buchenauer, H. (1990): Physiological Reactions in the inhibition of plant pathogenic fungi. In: Haug, G. & Hoffmann, H. (Edit.): *Chemistry of Plant Protection* **6**, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 217 – 293.

- Campbell, R.N., A.S. Greathead, D.F. Myers & G.J. de Boer (1985): Factors related to control of clubroot of crucifers in the Salinas Valley of California. *Disease Control and Pest Management* **75**, 665-669
- Ceynowa, J. & H. Lindenberg (1991): Epidemiologie und Ertragsrelevanz der *Cylindrosporiose* an Winterraps – Erfahrungen aus Schleswig-Holstein. *Gesunde Pflanzen* **9**, 287-293.
- Chastagner, G.A., J.M. Ogawa & B.T. Manji (1978): Dispersal of Conidia of *Botrytis cinerea* in Tomato Fields. *Phytopathology* **68**, 1172-1176.
- Child, R. D., D. E. Evans, J. Allen & G. M. Arnold (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.
- Coules, A.E., G.D. Lunn & S. Rossall (2002) : Disease and canopy control in oilseed rape using triazole fungicides. *BCPC Conference-Pest & Diseases*, 617-622.
- Cramer, N. (1990): Raps: Anbau und Verwertung. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- Daebeler, F., D. Amelung, H.-J. Pluschkell & G. Legde (1980): Auftreten und Bedeutung pilzlicher Krankheiten an Winterraps im Norden der DDR. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **34**, 17-20.
- Daebeler, F., D. Amelung & D. Seidel (1981): Die wichtigsten pilzparasitären Krankheiten des Rapses und Möglichkeiten ihrer Einschränkung. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **35**, 249-251.
- Daebeler, F., D. Seidel & N. Makowski (1987): Phytosanitäre Gesichtspunkte bei der Gestaltung von Rapsfruchtfolgen. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **41**, 30-33.
- Daebeler, F., D. Amelung & K. Zeise (1988): *Verticillium*-Welke an Winterraps - Auftreten und Bedeutung. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **42**, 61-84.
- Daebeler, F., & D. Seidel (1989): Auswirkung der Fruchtfolge auf Krankheitserreger des Winterrapses. *Raps* **7**, 130.
- Daebeler, F., P. Steinbach, D. Amelung & R.-R. Schulz (1992): Auftreten, Epidemiologie, Bedeutung und Möglichkeit einer Bekämpfung von *Cylindrosporium concentricum* Grev. (Telomorph: *Pyrenopeziza brassicae* Sutton et Rawlinson) am Winterraps. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **44**, 109-113.
- Del Rio, L. (2000): Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum*. www.plantpath.wisc.edu/soyhealth/bioconwm.htm, 16.04.2003.
- Deuker-Isermeyer, B., G. Kellner & H.-H. Hoppe (1991): Einsatz von Wachstumsregulatoren in Winterraps. *Gesunde Pflanzen* **43**, 294-299.
- Diehl, H.-J. (1988): Untersuchungen zur Erblichkeit von Resistenzeigenschaften bei Reben gegen *Oidium tuckeri*, *Plasmopara viticola* und *Botrytis cinerea*. Diss. Universität Hohenheim.
- Dörffling, K. (1982): Das Hormonsystem der Pflanzen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York.

- Duamkhanmanee, R., R. Großkopf, B. Deuker-Isermeyer & H.-H. Hoppe (1992): Untersuchungen zur Sporulation und Überdauerung von *Leptosphaeria maculans* an zwei Standorten mit unterschiedlichem Befallsdruck. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt, **283**, 80.
- DWD (1999): Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Schleswig, Schleswig-Holstein.
- Ellis, M.B. (1968a): *Alternaria brassicae*, CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 162. In: Commonwealth Mycological Institute (Edit.) Kew, Surrey, England, Set 17.
- Ellis, M.B. (1968b): *Alternaria brassicicola*, CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 163. In: Commonwealth Mycological Institute (Edit.) Kew, Surrey, England, Set 17.
- Ellis, M.B. & J.M. Waller (1974): *Sclerotinia fuckeliana* (conidial state *Botrytis cinerea*), CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 431. In: Commonwealth Mycological Institute (Edit.) Kew, Surrey, England, Set 44.
- FAO (2003): <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>, 07.11.03.
- 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- & Stengelfäule an Winterraps. Diss. TU München.
- Fernando, W.G.D., X.W. Guo & M. Entz (2003): Modelling blackleg disease progress on canola under different rotation and tillage conditions. Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress, July 6 - 10 2003, Copenhagen, Denmark.
- Fishan, J. (1993): Beeinflussbarkeit der Ontogenese von Raps (*Brassica napus* L.) durch exogen applizierte Wachstumsregulatoren (Gibberelline – Dominanzbeziehungen – Ertragsstruktur). Diss. Universität Giessen.
- Fitt, B.D.L., A.J. Inman, M.E. Lacey & H.A. Mc Cartney (1992): Splash dispersal of spores of *Pseudocercospora capsellae* (white leaf spot) from oilseed rape leaves of different inclination, flexibility and age. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, **99**, 234-244.
- Fitt, B.D.L., P. Gladders, J.A. Turner, K.G. Sutherland, S.J. Welham & J.M. Davies (1997): Prospects for developing a forecasting scheme to optimise use of fungicides for disease control on winter rape in the UK. Aspects of Applied Biology **48**, 135-142.
- Fitt, B.D.L., P. Gladders, K.G. Sutherland, J.A. Turner & S.J. Welham (1999): Epidemiology, forecasting and management of winter oilseed rape diseases in the UK. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 – 29 1999, Canberra, Australia.
- Franke, W. (1989): Nutzpflanzenkunde. 4. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Friesland H. (1998): Das agrarmeteorologische Vorhersagemodell Sklero, Foliensammlung zum Vortrag im Januar 1998 bei der UFOP, Bonn.
- Friesland, H. (1999): Weißstängeligkeit rechtzeitig bremsen - Was das Vorhersagemodell Sklero bringt. DLZ **4**, 60-64.

- Friesland, H. (2000): Agrarmeteorologisches Verfahren zur Prognose von Rapskrebs. Raps **18**, 14-17.
- Fröhlich, G. (1991): Wörterbücher zur Biologie. Phytopathologie und Pflanzenschutz. 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Garbe, V. (1996): Krankheiten im Raps – Was tun? Raps **14**, 156-159.
- Garbe, V. (1998): Control of canker (*Phoma lingam*) in winter oilseed rape and possibilities of integrated pest management. IOBC/WPRS Bulletin **21**, 105-110.
- Garbe, V. (1999): Krankheiten im Winterraps in Europa. Wo steht der integrierte Pflanzenschutz? Raps **17**, 68-71.
- Garbe, V. (2000a): Fungizide im Winterraps. Raps **18**, 60-65.
- Garbe, V. (2000b): Effekte unterschiedlicher Saatgutbehandlung zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus (*Peronospora parasitica*) in Winterraps. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **376**, 195-196.
- Garcia-Arenal, F. & E.M. Sagasta (1980): Scanning electron microscopy of *Botrytis cinerea* penetration of bean (*Phaseolus vulgaris*) hypocotyls. Phytopathologische Zeitschrift **99**, 37-42.
- Gladders, P. & T.M. Musa (1980): Observations on the epidemiology of *Leptosphaeria maculans* stem canker in winter oilseed rape. Plant Pathology **29**, 28-37.
- Gladders, P., B.D.L Fitt & J.A. Turner (1999): Improving strategies to control canker in the UK. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 – 29 1999, Canberra, Australia.
- Gladders, P., S. Mc Donough, B.D.L Fitt, J.M. Steed & J.S. West (2003): Use of fungicides to control early and late epidemics of stem canker (*Leptosphaeria maculans*) in winter oilseed rape in England. Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress, July 6 - 10 2003, Copenhagen, Denmark.
- Geisler, G. (1988): Pflanzenbau. 2. Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Graebe, J.E. (1987): Gibberellin biosynthesis and control. Annual Review of Plant Physiology **38**, 419-465.
- Griffiths, D. A. (1971): The development of lignitubers in roots after infection by *Verticillium dahliae*. Canadian Journal of Microbiology **17**, 441-444.
- Gross, D. (1993): Phytoalexins of the Brassicaceae. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **100**, 433-442.
- Grossmann, K. (1990): Plant growth retardants: Their mode of action and benefit for physiological research. In: Karrssen, C.M., L.C. van Loon & D. Vreugdenhil (Hrsg.): Progress in Plant Growth Regulation, Kluwer Academic Publishers, 788-797.
- Grossmann, K., E. Sauerbrey & J. Jung (1989): Synthetische Wachstumsretardanzien - was sie bewirken. Biologie in unserer Zeit **19**, 112-120.
- Günzelmann, H. & V.H. Paul (1990): Zum Auftreten und zur Bedeutung der *Verticillium*-Welke an Raps in der Bundesrepublik Deutschland 1989. Raps **8**, 23-25.
- Gugel, R.K. & R.A.A. Morrall (1986): Inoculum-disease relationships in *sclerotinia* stem rot of rapeseed in Saskatchewan. Canadian Journal of Plant Pathology **8**, 89-96.

- Gugel, R.K. & G.A. Petrie (1992): History, occurrence, impact, and control of blackleg of rapeseed. *Canadian Journal of Plant Pathology* **14**, 36-45.
- Hack H., H. Bleiholder, L. Buhr, U. Meier, U. Duchnock-Fricke, E. Weber & A. Witzemberger (1992): Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. – Erweiterte BBCH-Skala. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **44**, 265-270.
- Harrison, J.G. & R. Lowe (1987): Wind dispersal of conidia of *Botrytis* ssp. pathogenic to *Vicia faba*. *Plant Pathology* **36**, 5-15.
- Hall, R. (1992): Epidemiology of blackleg of oilseed rape. *Canadian Journal of Plant Pathology* **14**, 46-55.
- Hammond K.E., B.G. Lewis & T.M. Musa (1985): A systemic pathway in the infection of oilseed rape plants by *Leptosphaeria maculans*. *Plant Pathology* **34**, 557-565.
- Hammond K.E. & B.G. Lewis (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.
- Hawksworth, D.L. & P.W. Talboys (1972): *Verticillium dahliae*, CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 256. In: Commonwealth Mycological Institute (Edit.) Kew, Surrey, England, Set 26.
- Hedke, K., P. Lüth & A. v.Tiedemann (2003): Contans first biocontrol agent against *Sclerotinia sclerotiorum* in oilseed rape. www.regional.org.au/au/gcirc/3/227.htm, 16.04.2003.
- Henneken, M., I. Föllner, U. Edel & V.H. Paul (2000): First results on the effects of the new triazole fungicide Caramba[®] against oilseed rape diseases and plant growth in regard to application dates in 1998/99. *IOBC/WPRS Bulletin* **23**, 95-108.
- Hewitt, H.G. (1998): *Fungicides in Crop Protection*. CAB International, Oxon and New York, 144-147.
- Heitefuss, R. (2000): *Pflanzenschutz, Grundlagen der praktischen Phytomedizin*, 3. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York.
- Heppner, C. & R. Heitefuss (1995): Untersuchungen zum Auftreten von *Verticillium dahliae* Kleb. und anderen pilzlichen Erregern am Erntegut von Winterraps (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **47**, 57-61.
- Heran, A., H.A. McCartney & Q. Li (1999): The effect of petal characteristics, inoculum density and environmental factors on infection of oilseed rape by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress*, September 26 - 29 1999, Canberra, Australia.
- Hoffmann, G. (1990): Use of plant growth regulators in arable crops: Survey and outlook. In: Karrssen, C.M., L.C. van Loon & D. Vreugdenhil (Hrsg.): *Progress in Plant Growth Regulation*, Kluwer Academic Publishers, 798-808.
- Hoffmann, G.M., F. Nienhaus, H.-M. Poehling, F. Schönbeck, H.C. Weltzin & H. Wilbert (1994): *Lehrbuch der Phytomedizin*, 3. Auflage, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.

- Hoffmann, G.M., F. Nienhaus, H.-M. Poehling, F. Schönbeck, H.C. Weltzin & H. Wilbert (1994): Lehrbuch der Phytomedizin. 3. Auflage, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.
- Holtschulte, B. (1992): Untersuchung 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. Diss. Universität Göttingen.
- Hornig, H. (1983): Zur Epidemiologie und Bekämpfung der Weißstengeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) – Einige Feststellungen, Resultate und ungelöste Fragen. Raps **1**, 31-34.
- Hornig, H. (1986): Zum Einsatz von Wachstumsreglern im Winterraps. Raps **4**, 82.
- Hornig, H. (1987): Weitere Untersuchungen und Erkenntnisse zur krankhaften Abreife. Raps **5**, 83-85.
- Hornig, H. (1990): Krankheiten und Schädlinge im Rapsanbau aus norddeutscher Sicht. Raps **8**, 202-206.
- Huang, Y.-J. & B.D.L. Fitt (2002): Maturation of Ascospores of A-group and B-group *Leptosphaeria maculans* (stem canker) on winter oilseed rape debris. BCPC Conference-Pest & Diseases, November 18 - 21 2002, 729-732.
- Huang, Y.-J., C. Toscano-Underwood, B.D.L. Fitt, X.J. Hu & A.M. Hall (2003): Effects of temperature on ascospore germination and penetration of oilseed rape (*Brassica napus*) levels by A- or B-group *Leptosphaeria maculans* (Phoma stem canker), Plant Pathology **52**, 245-255.
- Humpherson-Jones, F.M (1985): The incidence of *Alternaria* ssp. and *Leptosphaeria maculans* in commercial *Brassica* seed in the United Kingdom. Plant Pathology **34**, 385-390.
- Humpherson-Jones, F.M (1989): Survival of *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola* on crop debris of oilseed rape and cabbage. Annals of Applied Biology **115**, 45-50.
- Inman, J.A., A. Sivanesan, B.D.L. Fitt & R.L. Evans (1991): The biology of *Mycosphaerella capsellae* sp. nov., the teleomorph of *Pseudocercospora capsellae*, cause of white leaf spot of oilseed rape. Mycological Research **95**, 1334-42.
- Inman, J.A., B.D.L. Fitt, A. D. Todd & R.L. Evans (1999): Ascospores as a primary inoculum for epidemics of white leaf spot (*Mycosphaerella capsellae*). Plant Pathology **48**, 308-319.
- Jamaux, I. & D. Spire (1994): Development of a polyclonal antibody-based immunoassay for the early detection of *Sclerotinia sclerotiorum* in rapeseed petals. Plant Pathology **43**, 847-862.
- Jamaux, I., B. Gelie & C. Lamarque (1995): Early stages of infection of rapeseed petals and leaves by *Sclerotinia sclerotiorum* revealed by scanning electron microscopy. Plant Pathology **44**, 22-30.
- Johnson, R.D. & B.G. Lewis (1994): Variation in host range, systemic infection and epidemiology of *Leptosphaeria maculans*. Plant Pathology **43**, 269-277.

- Kanyion, P. (1991): Untersuchung zur Resistenz bzw. Toleranz der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.) gegenüber Grauschimmel (*Botrytis cinerea* Pers.). Diss. Universität Gießen.
- Kharbanda, P.D., J. Yang, S. Jensen & J.P. Tewari (1999): Biocontrol of *Leptosphaeria maculans* and other pathogens of canola with *Paenibacillus Poluymyxa* PKB1. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 - 29 1999, Canberra, Australia.
- Khangura, R.K. & M.J. Barbetti (2001): Prevalence of blackleg (*Leptosphaeria maculans*) on canola (*Brassica napus*) in Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture **41**, 71-80.
- Kennedy, R., K. Phelps & A.J. Turner (1999): Prediction of sporulation by *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola* on *Brassica napus*. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 - 29 1999, Canberra, Australia.
- Köhle, H. (1989): Untersuchungen zur Physiologie des *Alternaria*-Befalls von Raps. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **96**, 225-238.
- Kruse, T. & Verreet, J.-A. (2003): Epidemiological investigations on winter oilseed rape infected by *Phoma lingam* and the effects of different fungicide applications with Folicur (tebuconazole). Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress, July 6 - 10 2003, Copenhagen, Denmark.
- Koch, B., M.H.A. Badaway & H.-H. Hoppe (1989): Difference between aggressive and non-aggressive single spore lines of *Leptosphaeria maculans* in cultural characteristics and phytotoxin production. Journal of Phytopathology **124**, 52-62.
- Koch, S. & A. v. Tiedemann (2003): *Sclerotinia*-Prognose.
www.gegd.de/~instphyt/vtiedemann/koch/kochforschung.html, 03.04.2003.
- Koopmann, B. & H.-H. Hoppe (1998): Beobachtungen zur Verbreitung aggressiver und nicht-aggressiver *Phoma lingam*-Isolate an regional unterschiedlichen Standorten. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt **357**, 63.
- König, M. (1997): Resistenzinduktion gegen Rostpilze bei Getreide durch oxidierte Sterole. Diss. Universität Bayreuth.
- Krüger, W. (1974): Die Beeinflussung der Apothecien- und Ascosporen-Entwicklung des Rapskrebses *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary durch Umweltfaktoren. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **82**, 101-108.
- Krüger, W. (1975): Über die Wirkung der Witterung auf den Befall des Rapses durch *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **27**, 1-6.
- Krüger, W. (1976a): Die wichtigsten Wurzel- und Stängelkrankheiten des Rapses in Deutschland. Gesunde Pflanzen **28**, 78-84.
- Krüger, W. (1976b): Untersuchungen zur Beeinflussung der Apothecienentwicklung von *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **28**, 129-135.
- Krüger, W. (1979): Verbreitung der Wurzelhals- und Stängelfäule (verursacht durch *Phoma lingam*) bei Raps in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **31**, 145-148.

- Krüger, W. (1982): Die Wurzelhals- und Stängelfäule 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.
- Krüger, W. & I. Wittern (1985): Epidemiologische Untersuchungen bei der Wurzelhals- und Stängelfäule des Rapses, verursacht durch *Phoma lingam*. Phytopathologische Zeitschrift **113**, 125-140.
- Krüger, W. (1989): Untersuchungen zur Verbreitung von *Verticillium dahliae* Kleb. und anderen Krankheits- und Schaderregern bei Raps in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **41**, 49-56.
- Kuck, K.H. & W. Thielert (1987): Über die systemischen Eigenschaften von HWG 1608, dem Wirkstoff der Fungizide Folicur und Raxil. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer **40** (2), 133-152.
- Lamarque, C. (1983): Conditions climatique qui favorisent le process naturel de contamination du colza le *Sclerotinia sclerotiorum*. Proceedings of the 6th International Rapeseed Congress, Paris, France, 903-908.
- Langbehn, C. (1983): Zur betriebswirtschaftlichen Bedeutung des Rapsanbaus. Raps **1**, 6-8.
- Le Tourneau, D. (1979): Morphology, cytology and physiology of *Sclerotinia* species in culture. Phytopathology **69**, 887-890.
- Lindenberg, H. (2003): Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz im Frühjahr. Raps **21**, 60-65.
- Lucas, J.A. (1998): Plant pathology and plant pathogenes. Third Edition. Blackwell Science Ltd. Oxford, London, Edinburgh.
- Luftensteiner, H.W., K. Mechtler & M. Hendler (2000): Österreichische Sortenliste Winter-raps. Raps **18**, 154-155.
- Luftensteiner, H.W. & M. Hendler (2003): Österreich: Winterkörnerraps-Sorten zum Anbau 2003. Raps **21**, 142-144.
- Lumsden, R.D. (1979): Histology and physiology of pathogenesis in plant diseases caused by *Sclerotinia* species. Phytopathology **69**, 890-895.
- Lynch, D. R., L.M. Kawchuk & J. Hachey (1997): Identification of a gene conferring high levels of resistance to *Verticillium* Wilt in *Solanum chacoense*. Plant Disease **9**, 1011-1014.
- Maksymiak, M.S. & A.M. Hall (2002): Biocontrol on oilseed rape by reduction and inhibition of initial inoculum. BCPC Conference-Pest & Diseases, November 18 - 21 2002, 769-772.
- Mappes, D., H. Jennrich & H. Will (1989): Kombinierte Anwendung von Kalkstickstoff und Basamid Granulat zur Bekämpfung der Kohlhernie (*Plamodiophora brassicae*). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **41**, 184-188.
- Martini, N. & J. Schell, Hrsg. (1998): Plant oils as fuels. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

- Mauler-Machnik, A., H.-J. Rosslenbroich, S. Dutzmann, J. Applegate & M. Jautelat (2002): JAU - ein innovatives breitwirksames, systemisches Fungizid aus der Klasse der DMIs. Mitteilungen aus der Bilogischen Bundesanstalt **390**, 116.
- Metha, N., G.S. Saharan & O.P. Sharma (1995): Influence of temperature and free moisture on the infection and development of downy mildew on mustard. Plant Disease Research **10** (2), 114-121.
- McCartney, H.A. & M.E. Lacey (1991): The relationship between the release of ascospores of *Sclerotinia sclerotiorum*, infection and disease in sunflower plots in the United Kingdom. Grana **30**, 486-492.
- McCartney, H.A., A. Heran & Q. Li (1999): The effect of petal characteristics, inoculum density and environmental factors on infection of oilseed rape by *Sclerotinia sclerotiorum*. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 - 29 1999, Canberra, Australia.
- McGee, D.C. (1977): Black leg (*Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces et de Not.) of rapeseed in Victoria: Sources of infection and relationship between inoculum, environmental factors and disease severity. Australian Journal of Agriculture Research **28**, 53-62.
- McGee, D.C. & R.W. Emmett (1977): Black leg (*Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces et de Not.) of rapeseed in Victoria: Crop losses and factors which affect disease severity. Australian Journal of Agriculture Research **28**, 47-51.
- McGee, D.C. & G.A. Petrie (1979): Seasonal patterns of ascospore discharge by *Leptosphaeria maculans* in relation to blackleg in oilseed rape. Phytopathology **69**, 586-589.
- Mitchell, S.J. & B.E.J. Wheeler (1990): Factors affecting the production of apothecia and longevity of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Pathology **39**, 70-76.
- Morrall, R.A.A. & J.R. Thomson (1991): Petal test manual for *sclerotinia* in canola. (Department of Biology, University of Saskatchewan, Canada), 1-25.
- Naiki, T. & G.R. Dixon (1987): The effects of chemicals on the developmental stages of *Plasmodiophora brassicae* (clubroot). Plant Pathology **36**, 316-327.
- Nathaniels, N.Q.R. & G.S. Taylor (1983): Latent infection of winter oilseed rape by *Leptosphaeria maculans*. Plant Pathology **32**, 23-31.
- Niederleitner, S., V. Zinkernagel & H.-C. Bartscherer (1991): Untersuchungen zur Pathogenese von *Verticillium dahliae* an *Impatiens balsamina* und *Brassica napus*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz **98**, 484-489.
- Newcombe, G. & J. Robb (1988): The function and relative importance of the vascular coating in highly resistant, moderately resistant and susceptible alfalfa infected by *Verticillium albo-atrum*. Physiological and Molecular Plant Pathology **33**, 47-58.
- Ott, J. & C. Amann (1999): Ergebnisse der Landessortenversuche mit Winterraps 1999. In: Landesanstalt für Pflanzenbau (Hrsg.): Informationen für die Pflanzenproduktion. Heft 3/1999. Eigenverlag.
- Paul, V.H. (1988): Krankheiten und Schädlinge des Rapses. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer.
- Paul, V.H., K.-J. Gerdiken & A. Günzelmann (1991): Neue Erkenntnisse über die Reaktion von 00-Sorten und die Wirkung von Fungiziden auf die Wurzelhals- und Stengelfäule des Winterrapses. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, **43**, 89-92.

- Paul, V.H. (1996): Hinweise zur Bestandesführung des Raps im Herbst 1996. *Raps* **14**, 162-163.
- Penaud, A. (1986): La maladie des taches blanches du colza causée par *Pseudocercospora capsellae*. *Inf. Techniques CETIOM* 9511, 20-23.
- Pérès, A., B. Poission, A. Penaud, L. Jain & E. Pilorgé (1999a): *Leptosphaeria maculans* (*Phoma lingam*) on oilseed rape: A summary of three years of epidemiological studies. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 - 29 1999, Canberra, Australia.
- Pérès, A., B. Poission, V. Le Sourné & C. Maisonneuve (1999b): *Leptosphaeria maculans*: Effects of temperature, rainfall and humidity on the formation of pseudothecia. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 - 29 1999, Canberra, Australia.
- Pérès, A. & B. Poission (1999): *Phoma lingam*: Explicative approach of a varietal behaviour of susceptibility and tolerance to the fungus penetration and the development of attack. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 - 29 1999, Canberra, Australia.
- Petrie, G.A. (1995): Pattern of ascospore discharge by *Leptosphaeria maculans* (blackleg) from 9- to 13-month-old naturally-infected rapeseed/canola stubble from 1977 to 1993 in Saskatchewan. *Canadian Plant Disease Survey* **75** (1), 35-43.
- Pfähler, B. (1998): Charakterisierung der Abwehrreaktionen von Rapspflanzen gegen *Phoma lingam* unter besonderer Berücksichtigung der Anreicherung von Phytoalexinen. Dissertation der Georg-August-Universität Göttingen, Cuvillier Verlag Göttingen.
- Pfähler, B., F. Ebrahim-Nesbat, H.-H. Hoppe, (1998): Elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Entwicklung von *Phoma lingam* (Teleomorph; *Leptosphaeria maculans*) im Blattstielgewebe der Rapsorte Quinta in resistenten und anfälligen Interaktionen. *Mitteilungen aus der biologischen Bundesanstalt* **357**, 65.
- Poisson, B. & A. Pérès (1999): Study of rapeseed susceptibility to primary contamination of *Leptosphaeria maculans* in relation to plant vegetative stage. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 - 29 1999, Canberra, Australia.
- Punithalingam, E. & P. Holliday (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.
- Regsdale, N.N., H.D. Sisler (1972): Mode of action of triarimol in *Ustilago maydis*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **3**, 20-29.
- Reuter, L.B. (2003): Der Rapsmarkt auf einen Blick. *Raps* **21**, 192-193.
- Salam, M.U., R.K. Khangura, A.J. Diggle & M.J. Barbetti (2003): Blackleg sporacle: An aid to understand and managing blackleg in canola (*Brassica napus*). Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress, July 6 - 10 2003, Copenhagen, Denmark.

- Sanderson, R., A.J. Hewitt, E.W. Huddleston, J.B. Ross & W. Bagley (1993): Effect of spray additive on droplet size and drift potential of aerial sprays. BCPC Conference-Weeds, 1319-1324.
- Sandrock, R. W. & H.D. Van Etten (1997): Fungal sensitivity to and enzymatic Degradation of the phytoanticipin α -tomatine. *Plant Pathology* **88**, 137-143.
- Sauermann, W. (1999): Bundes- und EU-Sortenversuch Winterraps 1998. *Raps* **17**, 89-93.
- Sauermann, W. & J. Gronow (2000): Bundes- und EU- Sortenversuch Winterraps 2000. *Raps* **18**, 87-91.
- Saur, R. (1983): Versuche mit Sporenfallen zur Terminbestimmung bei der Bekämpfung von *Sclerotinia sclerotiorum* an Winterraps. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **90**, 225-231.
- Schamer, K. (1991): Kraftstoffe aus Pflanzenöl für Dieselmotoren. *Raps* **9**, 176-183.
- Scherriff, C. & J.A. Lucas: The host range of isolates of downy mildew, *Peronospora parasitica*, from *Brassica* crop species. *Plant Pathology* **39**, 77-91.
- Schlösser, U.G. (1968): Zur Verbreitung von *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bar. im Saatgut von Raps. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **20**, 8-11.
- Schöne-Warnefelde, A. (1994): Die Struktur der Rapsverarbeitung in Deutschland. *Raps* **9**, 176-183.
- Schönberger, H. (2000): Warum werden keine 6 Tonnen je Hektar geerntet? *Raps*, **18**, 179-184.
- Schönberger, H. (2002): Rapskrankheiten und Strategien der Bekämpfung. *Raps* **20**, 60-65.
- Schramm, H. (1989): Zur Epidemiologie von *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces et de Not. (Imperfektstadium *Phoma lingam* (Tode ex Fr.) Desm.), dem Erreger der Wurzelhals- und Stengelfäule an Winterraps als Grundlage eines integrierten Pflanzenschutzes. Diss. TU München.
- Schramm, H. & G.M. Hoffmann (1991): Biologische Grundlagen zur integrierten Bekämpfung von *Phoma lingam* (Teleomorph: *Leptosphaeria maculans* (Desmaz.) Ces & De Not.), dem Erreger der Wurzelhals- und Stängelfäule an Winterraps. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **98**, 581-596.
- Schramm, H. & G.M. Hoffmann (1992): Der Einfluß von Fungizidapplikationen auf die Entwicklung des Befalls durch *Phoma lingam* an Winterraps. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **99**, 145-158.
- Schmiedel, J. & H. Köppl, (1996): Lohnt sich der Fungizideinsatz im Raps. *Raps* **14**, 16-19.
- Schönherr, J. & P. Baur (1997): Effects of tetraethyleneglycol monoocylether (C₈E₄) on mobilities of selected pesticides in *Citrus* leaf cuticles. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **3**, 246-252.
- Schulz, R.-R. (1992): Einfluß von tierischen Schaderregern auf Ertragskomponenten und Pilzbefall von Winterraps. *Raps* **10**, 37-38.
- Schulz, R.R., H.-J. Michel & N. Makowski (1994): Hohe und niedrige Intensität beim Rapsanbau. *Raps* **3**, 102-106.

- Schulz R.-R. (1998): Möglichkeiten zur Vermeidung einer vorzeitigen Sproßstreckung. Raps **16**, 98-101.
- Sherald, J.L. & H.D. Sisler (1975): Antifungal mode of action of triforine. Pesticide Biochemistry & Physiology **5**, 477-488.
- Sieling, K., O. Christen, B. Nemati und H. Hanus (1997): Effects of previous cropping on seed yield and yield components of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). European Journal of Agronomy **6**, 215-223.
- Smith, I.M., Edit. (1996): Guidelines on good plant protection practice No. 8: Rape. EPPO Bulletin **26**, 349-367.
- Söchting, H.-P. (2001): Auswirkungen von Produktionssystemen auf pilzliche Krankheitserreger im Winterraps. Diss. Universität Kiel.
- Spink, J.H (1995): Evaluation of fungicides for control of *Sclerotinia sclerotiorum* on winter oilseed rape. Test of Agrochemicals and Cultivars 16, Annals of Applied Biology **126**, 18-21.
- Steinbach, P., F. Daebeler & D. Seidel (1989): Ursachen zur Pathogenese der durch *Phoma lingam* verursachten Wurzelhals- und Stengelfäule am Winterraps. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR **43**, 212-215.
- Steinbach, P. (2002): Winterraps: So starten sie in den Herbst. DLG Mitteilungen **8**, 59-61.
- Steimatz, H.-J. (1999): Wachstumsreglereinsatz in Winterrapshybriden. V. Rapskolloquium Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern am 24. und 25.11.1999 im BBZ Futterkamp, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein.
- Stindl, A. (1990): Untersuchungen zur Wirkung und zu den Wirkungsmechanismen von Kopostextrakten auf *Botrytis cinerea* Pers. ex Nocca & Balb an Erdbeeren, Kopfsalat und Buschbohne. Diss. Universität Bonn.
- Sun, P., B.D. Fitt, P. Gladders, & S.J. Welham, (2000): Relation between *Phoma* leaf spot and development of stem canker (*Leptosphaeria maculans*) on winter oilseed rape (*Brassica napus*) in southern England. Annals of Applied Biology **137**, 113-125.
- Sun, P., B.D.L. Fitt, J.M. Steed, C.T. Underwood & J.S. West (2001): Factors affecting development of *Phoma* canker (*Leptosphaeria maculans*) on stems of winter oilseed rape (*Brassica napus*) in southern England. Annals of Applied Biology **139**, 227-242.
- Sun, P. & X.B. Yang (2000): Light, temperature, and moisture effects on apothecium production of *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Diseases **84**, 1287-1293.
- Sutton, B.C. & I.A. Gibson (1977): *Cylindrosporium concentricum*, CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 536. In: Commonwealth Mycological Institute (Edit.) Kew, Surrey, England, Set **54**, 536.
- Taverne, M., F. Dupeuple & A. Penaud (2003): Evaluation of a diagnostic test for *Sclerotinia* on oilseed rape at flowering. Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress, July 06 - 10 2003, Copenhagen, Denmark.
- Thürwächter, F. (1995): Kriterien für die Bekämpfung von Rapskrankheiten unter besonderer Berücksichtigung der Wurzelhals- und Stengelfäule. Diss. Universität Göttingen.

- Thürwächter, F., V. Garbe & H.-H. Hoppe, (1999): Ascospore discharge, leaf infestation and Variation in pathogenicity as criteria to predict impact of *Leptosphaeria maculans* on Oilseed Rape. *Phytopathologische Zeitschrift* **147**, 215-222.
- Tiedemann, A. v., K. Hedke & R. Mögling (2000): Biologische Bekämpfung der Sclerotinia-Weißstengeligkeit. *Raps* **18**, 10-13.
- Turkington, T.K., R.A.A. Morall & R.J. Baker (1988): Simple sizes in relation to forecasting *Sclerotinia* stem rot of canola. *Canadian Journal of Plant Pathology* **10**, 159-165.
- Turkington, T.K., R.A.A. Morall & R.G. Gugel (1991): Use of petal infestation to forecast *Sclerotinia* stem rot of canola: Evaluation of early bloom sampling, 1985-90. *Canadian Journal of Plant Pathology* **13**, 50-59.
- Turkington, T.K. & R.A.A. Morall (1993): Use of petal infestation to forecast *Sclerotinia* stem rot of canola: The influence of inoculum variation over the flowering period and canopy density. *Phytopathology* **83**, 682-689.
- Twengström, E., J. Yuen & R. Sigvald (2001): Apothecium development from sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in relation to rain and crop density. Proceedings of the XI International Sclerotinia Workshop, July 08 -12 2001, York, 69-70.
- Uesugi, Y. (1988): Fungicide classes: Chemistry, uses and mode of action. In: Hutson, D. & J. Miyamoto (Edit.): *Fungicidal activity*, John Wiley & Sons, Chichester, 23-56.
- Vanniasingham, M. & C.A. Gilligan (1989): Effects of host, pathogen and environmental factors on latent period and production of pycnidia of *Leptosphaeria maculans* on oilseed rape leaves in controlled environments. *Mycological Research*, **93**, 167-174.
- Venette, J. (1998): *Sclerotinia* spore formation, transport and infection. Proceedings of the Sclerotinia Workshop, Minnesota / North Dakota, 1998.
- Volke, B., T. Kuseinanti, B. Koopmann & H.-H. Hoppe (2000 a): Verbreitung der Pathogenitätsgruppen von *Leptosphaeria maculans* in Deutschland. Zusammenfassung der Ergebnisse von 1986 – 1999. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt* **376**, 344-345.
- Volke, B., B. Koopmann & H.-H. Hoppe (2000 b): Verbreitung der Pathogenitätsgruppen von *Leptosphaeria maculans* in Europa. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt* **376**, 345-346.
- Wahmhoff, W. (2000): Integrierter Rapsanbau. Initiativen zum Umweltschutz; Bd. 16, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co Berlin.
- Weber, E. & H. Bleiholder (1990): Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse – mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen* **42**, 308-321.
- Webler, R. (1977): *Chemie der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- Webster, J. (1983): *Pilze, eine Einführung*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 164-166.
- West, J.S., J.E. Biddulph, B.D.L. Fitt & P. Gladders (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., P.K. Leech, B.D.L. Fitt, S.J. Welham, A. Penaud, A. Pérès & B. Poission (1999b): Optimising the use of fungicides to control stem canker of oilseed rape. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26 – 29 1999, Canberra, Australia.
- West, J.S., N. Evans, S. Lui, B. Hu & L. Peng (2000): *Leptosphaeria maculans* causing stem canker of oilseed rape in China. *Plant Pathology* **49**, 800.
- West, J.S., P.S. Kharbanda, M.J. Barbetti & B.D.L. Fitt (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., B.D.L. Fitt, P.K. Leech, Y.-J. Huang & M.-H. Balensdent (2002a): 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.
- West, J.S., Y.-J. Huang, J.M. Steed, P.K. Leech & B.D.L. Fitt (2002b): New perspectives on the epidemiology and management of *Phoma* stem canker of winter oilseed rape in England. BCPC Conference-Pest & Diseases, November 18 - 21 2002, 563-568.
- Winter, W., M. Zoller, J.-P. Burdet, M. Gygax, I. Bänzinger & H. Krebs (1996): *Phoma* an Raps: Samenbefall, Aggressivität und Bekämpfung. *Agrarforschung*, **3**, 234-237.
- Williams, P.H. (1992): Biology of *Leptosphaeria maculans*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, **14**, 30-35.
- Wittern, I. (1984): Untersuchung zur Erfassung der Resistenz von Winterraps (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzger) gegenüber *Phoma lingam* (Tode ex. Fr.) Desm. und zu der durch den Erreger verursachten Wurzelhals- und Stengelfäule. Diss. Universität Göttingen.
- Wöppel, H.-J. (1995): Ist der Einsatz von Fungiziden in Raps wirtschaftlich? *Raps* **13**, 62-63.
- 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. Diss. 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.
- Xiao, C.L. & K.V. Subbarao (1998): Relationship between *Verticillium dahliae* inoculum density and wilt incidence, severity, and growth of cauliflower. *Phytopathology* **88**, 1108-1115.
- Zeise, K. & D. Seidel (1990): Zur Entwicklung und Schadwirkung der *Verticillium*-Welke am Winterraps. *Raps* **8**, 20-22.
- Zhou, Y., B.D.L. Fitt, S. J. Welham, P. Gladders, C. E. Stansford & J.S. West (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.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. J.-A. Verreet möchte ich für die vertrauensvolle Überlassung des Themas dieser Arbeit, die hervorragenden Arbeitsbedingungen sowie die ständige Diskussionsbereitschaft herzlich danken.

Für die Übernahme des Korreferates danke ich Herrn Prof. Dr. H. Karge.

Bei den Mitarbeitern der Ämter für ländliche Räume, Herrn Gertz und Herrn Jung, sowie insbesondere Henning Lindenberg, die durch das Anlegen und die Ernte der Versuche an dieser Arbeit mitgewirkt haben, möchte ich mich sehr herzlich bedanken.

Ebenso danke ich Rüdiger Stroh und dessen Mitarbeitern für die Unterstützung bei der Durchführung der Feldversuche auf dem Versuchsgut Hohenschulen.

Des Weiteren möchte ich Herrn Dormann, Herrn Schümann und Herrn Steffens für die zur Verfügung gestellten Versuchsfelder danken.

Danken möchte ich auch Herrn Friesland vom Deutschen Wetterdienst für die Überlassung der Daten des Prognosemodells und die jederzeit problemlose Zusammenarbeit.

Ein ganz besonderer Dank gilt den zahlreichen studentischen Mitarbeitern sowie Master- und Bachelorabsolventen, die durch Ihre motivierte und engagierte Arbeitsweise wesentlich zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen haben. Stellvertretend seien an dieser Stelle Beate, Christian, Dörte, Ella, Friderike, Gerrit, Gisa, Hagen, Jens, Mathieu, Miriam, Philine, Rike, Simone und Till genannt.

Allen Angehörigen des Instituts für Phytopathologie möchte ich für ihre Hilfsbereitschaft und das sehr gute Arbeitsklima ebenfalls meinen Dank aussprechen.

Meinen Eltern danke ich herzlichst für die Unterstützung während meines Studiums.

Mein größter Dank gilt meiner Verlobten Sandra, die mich während der kompletten Promotionszeit nicht nur durch das ständige Korrekturlesen unterstützt hat.

Die Bayer CropScience Deutschland GmbH unterstützte diese Arbeit finanziell, wofür ich einen herzlichen Dank aussprechen möchte.

Lebenslauf

Torben Kruse

Geburtsdatum	23.08.74
Geburtsort	Heide (Holstein)
Staatsangehörigkeit	deutsch
Familienstand	ledig

Schulbildung

Grundschule und Gymnasium in Büsum Abschluss: Allgemeine Hochschulreife	08/1981 – 06/1994
--	-------------------

Wehrdienst

Grundwehrdienst in Heide (Holstein) und Husum	07/1994 – 06/1995
---	-------------------

Praktika

Praktikum auf landwirtschaftlichem Betrieb Denham Lake Boga, Victoria, Australien	08/1995 – 03/1996
--	-------------------

Praktikum auf landwirtschaftlichem Betrieb Kruse Österdeichstrich, Schleswig-Holstein	04/1996 – 09/1996
--	-------------------

Studium

Studium der Agrarwissenschaften Fachrichtung Pflanzenproduktion Abschluss: Diplom-Agraringenieur	10/1996 – 03/2001
--	-------------------

Berufstätigkeit

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Phyto- pathologie in der Abteilung Mykologie	04/2001 – 04/2004
--	-------------------
