

Hagen Bremer

**Entwicklung eines Prognosemodells zur
gezielten Bekämpfung von *Phoma lingam* im
Rahmen eines bundesweiten Raps-Monitoring**



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

Entwicklung eines Prognosemodells zur gezielten Bekämpfung von *Phoma
lingam* im Rahmen eines bundesweiten Raps-Monitoring

Dissertation
Zur Erlangung des Doktorgrades
Der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät
Der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Vorgelegt von

M.Sc. Hagen Bremer

aus Lüneburg

Kiel, 2008

Dekan: Prof. Dr. J. Krieter
1. Berichterstatter: Prof. Dr. J.-A. Verreet
2. Berichterstatter: Prof. Dr. D. Cai
Tag der mündlichen Prüfung: 08. Mai 2008

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

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2008

Zugl.: Kiel, Univ., Diss., 2008

978-3-86727-625-2

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2008

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2008

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-86727-625-2

Die Neugier steht immer an erster Stelle eines Problems, das gelöst werden will
(Galileo Galilei)

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Material und Methoden	6
2.1	Bundesweites Rapsmonitoring	6
2.1.1	Versuchstandorte und Versuchsanlage	6
2.1.2	Versuchsvarianten und Applikationsterminierung	8
2.1.3	Probennahme und Datenerhebung	12
2.1.4	Populationserhebung von Rapspathogenen am Blattapparat	12
2.1.5	Populationserhebung von Rapspathogenen am Wurzelhals- und Stängelbereich	13
2.1.6	Pseudothecienbonitur	15
2.1.7	Dokumentation des Ascosporenfluges von <i>Leptosphaeria maculans</i>	16
2.2	Aufzeichnung der Wetterdaten	16
2.3	Statistische Verrechnung der erhobenen Daten	16
2.4	Datengrundlage der Herbstprognose	17
3	Ergebnisse	18
3.1	Entwicklung eines witterungsgestützten Prognosesystems zur gezielten Herbstapplikation	18
3.1.1	Datengrundlage der Herbstprognose	18
3.1.2	Berechnung des Infektionsrisikos im Herbst	18
3.1.3	Entwicklung der Mindestanforderung für die Feuchteparameter und der Grenzwerte für den kumulierten Tagesinfektionswert als Grundlage der Herbstprognose	23
3.1.4	Variation der kumulierten Tagesinfektionswerte in Abhängigkeit vom Standort, Jahr und Sorte	27
3.2	Zusammenhang zwischen dem kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) und der Befallshäufigkeit (BHB %)	30
3.3	Ergebnisse des bundesweiten Rapsmonitoring	33
3.3.1	Witterungsverlauf	33
3.3.2	Pseudothecienentwicklung	36
3.3.3	Zusammenhang zwischen der Pseudothecieentwicklung und der Witterung sowie Einflüsse auf den Ascosporenflug von <i>Leptosphaeria maculans</i>	44
3.3.3.1	Zusammenhänge zwischen der Pseudothecienentwicklung und der Witterung	44
3.3.3.2	Zusammenhang zwischen der Pseudothecienentwicklung und dem Ascosporenaufkommen der Beobachtungsstandorte	47
3.3.4	Morphologische Entwicklung der Rapsbestände an den bundesweiten Versuchstandorten anhand der Entwicklungsstadien (BBCH)	48
3.3.5	Epidemiologie von <i>Leptosphaeria maculans</i> und <i>Phoma lingam</i> im Bundesweiten Monitoring	53
3.3.5.1	Epidemiologie von <i>Leptosphaeria maculans</i> und <i>Phoma lingam</i> am Blattapparat im Zusammenhang mit der Witterung im Herbst in der unbehandelten Kontrolle	53
3.3.5.2	Epidemiologie von <i>Leptosphaeria maculans</i> und <i>Phoma lingam</i> am Blattapparat im Zusammenhang mit der Witterung im Frühjahr	62
3.3.5.3	Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i> an Wurzelhals und Stängel in der unbehandelten Kontrolle	69
3.3.6	Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i> auf den einzelnen Blattfraktionen	76
3.3.7	Einfluss der differenzierten Fungizidapplikationen auf die Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i>	80

3.3.7.1	Effekte der differenzierten Fungizidapplikationstermine auf den Blattbefall mit <i>Phoma lingam</i> im Herbst	80
3.3.7.2	Effekte der differenzierten Fungizidapplikationstermine auf den Blattbefall mit <i>Phoma lingam</i> im Frühjahr	87
3.3.7.3	Effekte der differenzierten Fungizidapplikationstermine auf den Wurzelhals- und Stängelbefall mit <i>Phoma lingam</i>	92
3.3.8	Effekte der differenzierten Fungizidapplikationstermine auf den Ertrag.....	108
3.3.9	Rapswelke, <i>Verticillium longisporum</i>	112
3.3.10	Weißstängeligkeit, <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	116
3.3.11	Auftreten pilzlicher Raps-pathogene mit untergeordneter Bedeutung	116
3.3.11.1	Falscher Mehltau, <i>Peronospora parasitica</i>	116
3.3.11.2	Grauschimmel, <i>Botrytis cinerea</i>	116
3.3.11.3	Echter Mehltau, <i>Erysiphe cruciferarum</i>	117
3.3.12	Interaktionen in der Epidemiologie von <i>Leptosphaeria maculans</i> und <i>Phoma lingam</i>	118
3.3.12.1	Einflüsse der Witterung auf den Ascosporenflug von <i>Leptosphaeria maculans</i> sowie Effekte des Sporenfluges auf den Herbstblattbefall	118
3.3.12.2	Einflüsse des Ascosporenaufkommens von <i>Leptosphaeria maculans</i> auf den Herbstblattbefall	119
3.3.12.3	Einfluss des Herbstblattbefalls auf den Wurzelhalsbefall auf Basis mehrjähriger Monitoring-ergebnisse	120
3.3.12.4	Einfluss des Herbstblattbefalls auf den Wurzelhalsbefall auf Basis des bundesweiten Rapsmonitoring	121
3.3.12.5	Einfluss der Herbstwitterung auf die Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i> am Wurzelhals auf Basis mehrjähriger Monitoring-ergebnisse	122
3.3.12.6	Einfluss des Witterungsverlaufs über den Winter auf die Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i> am Wurzelhals auf Basis mehrjähriger Monitoring-ergebnisse...	123
3.3.12.7	Interaktionen zwischen Standort-, Jahres- sowie Sorteneffekten auf den Herbstblattbefall mit <i>Phoma lingam</i> in der unbehandelten Kontrolle im bundesweiten Rapsmonitoring	124
3.3.12.8	Interaktionen zwischen Standort-, Jahres- sowie Sorteneffekten und dem Befall mit <i>Phoma lingam</i> an Wurzelhals- und Stängel in der unbehandelten Kontrolle im bundesweiten Rapsmonitoring	126
3.3.12.9	Standort-, Jahres- und Sorteneffekte auf den Ertrag in der unbehandelten Kontrolle im bundesweiten Rapsmonitoring.....	129
4	Diskussion	133
5	Zusammenfassung	151
6	Summary	153
7	Literaturverzeichnis.....	155
8	Anhangtabellen.....	167

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Versuchstandorte im bundesweiten Rapsmonitoring	6
Abb. 2: Temperaturfunktion für die optimale Inkubationszeit (Temperaturoptimum = 18°C) (A), Relation zwischen optimaler Inkubationszeit (IZ_{opt}) und unterschiedlichen Temperaturen (IZ_x), Faktor 1 = optimal Temperatur entspricht kürzeste Inkubationszeit (B)	19
Abb. 3: Gleichungen zur Kalkulation des kumulierten Tagesinfektionswertes (k-TIW)	20
Abb. 4: Standort Birkenmoor, Herbst 2003, Zusammenhang zwischen Witterungsdaten (Niederschlag mm, Luftfeuchte %, Blattnässe % und Temperatur °C) (A), und den Parametern für das Infektionsrisiko, Tagesinfektionswert (TIW) (B), Infektionsereignisse (C), kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) (D)	21
Abb. 5: Standort Birkenmoor Herbst 2004, Zusammenhang zwischen Witterungsdaten (Niederschlag mm, Luftfeuchte %, Blattnässe % und Temperatur °C) (A) und den Parametern für das Infektionsrisiko, Tagesinfektionswert (TIW) (B), Infektionsereignisse (C), kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) (D)	22
Abb. 6: Varianz der kumulierten Tagesinfektionswerte (k-TIW), Bedingung: „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit größer 50 %“ (BHB50), bei unterschiedlicher Variation der Mindestanforderung an die Feuchteparameter Luftfeuchte (%), Niederschlag (mm) und Blattnässe (%)	24
Abb. 7: Anteil Erstinfektionen bei unterschiedlicher Variation der Feuchteparameter Luftfeuchte (%), Niederschlag (mm) und Blattnässe (%) für die Infektionsbedingungen von mindestens 24h permanenter Blattfeuchte	25
Abb. 8: Varianz der kumulierten Tagesinfektionswerte (k-TIW) an den Einzelstandorten für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) (A) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50) (B)	28
Abb. 9: Varianz der kumulierten Tagesinfektionswerte (k-TIW) in Einzeljahren für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) (A) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50) (B)	29
Abb. 10: Varianz der kumulierten Tagesinfektionswerte (k-TIW) in den Sorten für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) (A) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50) (B)	30
Abb. 11: Zusammenhang des kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) und der Befallshäufigkeit (BHB %) über alle Studien im Zeitraum September bis Oktober	31
Abb. 12: Zusammenhang des kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) und der Befallshäufigkeit (BHB %), Jahre 2003 (A) und 2004 (B) über alle Studien im Zeitraum September bis Oktober	31
Abb. 13: Zusammenhang des kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) und der Befallshäufigkeit (BHB %), Standorte Birkenmoor (A), Ehst (B) und Großenstein (C), Zeitraum September bis Oktober	32
Abb. 14: Witterungsverlauf, Monatsmittelwerte Temperatur (°C), monatliches Niederschlagsaufkommen (mm), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, im Vergleich zum langjährigen Mittel (langj.), Referenzstandorte Birkenmoor = Schleswig, Hovedissen = Münster/Osnabrück, Jahre 2004 /2005 (A), 2005 /2006 (B), 2006 /2007 (C)	35
Abb. 15: Witterungsverlauf, Monatsmittelwerte Temperatur (°C), monatliches Niederschlagsaufkommen (mm), Standorte: Großenstein, Freising, im Vergleich zum langjährigen Mittel (langj.), Referenzstandorte Großenstein = Erfurt, Freising = Freising, Jahre 2004 /2005 (A), 2005 /2006 (B), 2006 /2007 (C)	36

- Abb. 16: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals (A) und Stängel (B), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Befallshäufigkeit (BHB %), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahre 2004-2005 39
- Abb. 17: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals (A) und Stängel (B), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Befallshäufigkeit (BHB %), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2005-2006 41
- Abb. 18: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals (A) und Stängel (B), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Befallshäufigkeit (BHB %), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2006-2007 43
- Abb. 19: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel im Herbst; Zusammenhang zwischen Temperaturmittelwerten (Temp. °C) und Monatsmittelwerten für die Befallshäufigkeit (BHB %) (A), die Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien) (B) und den Reifegrad (Note 1-6) (C), Monate: August, September, Oktober, November der Jahre 2004, 2005, 2006, Standorte: Birkenmoor, Freising, Großenstein, Hovedissen 45
- Abb. 20: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel im Herbst; Zusammenhang zwischen den Niederschlagssummen (Ndd. mm) und den Monatsmittelwerten für die Befallshäufigkeit (BHB %) (A), die Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien) (B) und den Reifegrad (Note 1-6) (C), Monate: August, September, Oktober, November, Jahre 2004, 2005, 2006, Standorte: Birkenmoor, Freising, Großenstein, Hovedissen 46
- Abb. 21: Zusammenhang zwischen den Monatsmittelwerten des Reifegrades (Note 1-6) der Pseudothecien am Wurzelhals und den Summenwerten für den Sporenflug, Zeitraum September, Oktober, November, Standort: Freising (A), sowie Zusammenhang zwischen den Monatsmittelwerten der Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien) am Stängel und den Summenwerten für den Sporenflug, Zeitraum: September, Oktober, November, Standort Birkenmoor (B), Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007 47
- Abb. 22: Winterrapsentwicklung (BBCH) im Zeitverlauf über den gesamten Beobachtungszeitraum (Herbst, Frühjahr), Standort Birkenmoor 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) 2006/2007 (C), Standort Hovedissen 2004/2005 (D), 2005/2006 (E) 2006/2007 (F) 51
- Abb. 23: Winterrapsentwicklung (BBCH) im Zeitverlauf über den gesamten Beobachtungszeitraum (Herbst, Frühjahr), Standort Großenstein 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) 2006/2007 (C), Standort Freising 2004/2005 (D), 2005/2006 (E) 2006/2007 (F) 52
- Abb. 24: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen), *Phoma lingam* im Herbst; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag, Blattnässe und Luftfeuchte), Standort Birkenmoor Jahre 2004 (A), 2005 (B), 2006(C) 58
- Abb. 25: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen), *Phoma lingam* im Herbst; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag, Blattnässe und Luftfeuchte), Standort Hovedissen, Jahre 2004 (A), 2005 (B), 2006(C) 59
- Abb. 26: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen), *Phoma lingam* im Herbst; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag, Blattnässe und Luftfeuchte) Standort Großenstein Jahre 2004 (A), 2005 (B), 2006(C) 60
- Abb. 27: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen), *Phoma lingam* im Herbst; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag, Blattnässe und Luftfeuchte), Standort Freising Jahre 2004 (A), 2005 (B), 2006(C) 61
- Abb. 28: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen) und *Phoma lingam* im Frühjahr; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im

Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag), Frühjahr, Standort Birkenmoor, Jahre 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)	65
Abb. 29: Epidemie von <i>Leptosphaeria maculans</i> (Ascosporenaufkommen) und <i>Phoma lingam</i> im Frühjahr; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag), Standort Hovedissen, Jahre 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)	66
Abb. 30: Epidemie von <i>Leptosphaeria maculans</i> (Ascosporenaufkommen) und <i>Phoma lingam</i> im Frühjahr; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag), Standort Großenstein, Jahre 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)	67
Abb. 31: Epidemie von <i>Leptosphaeria maculans</i> (Ascosporenaufkommen) und <i>Phoma lingam</i> im Frühjahr; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag), Standort Freising, Jahre 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)	68
Abb. 32: Epidemie von <i>Phoma lingam</i> am Wurzelhals und Stängel, Befallswert (BW 1-9), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB %), Sorten Talent und Pronto, Standort Birkenmoor, Jahr 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)	72
Abb. 33: Epidemie von <i>Phoma lingam</i> am Wurzelhals und Stängel, Befallswert (BW 1-9), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB %), Sorten Talent und Pronto, Standort Hovedissen, Jahr 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)	73
Abb. 34: Epidemie von <i>Phoma lingam</i> am Wurzelhals und Stängel, Befallswert (BW 1-9), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB %), Sorten Talent und Pronto, Standort Großenstein, Jahr 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)	74
Abb. 35: Epidemie von <i>Phoma lingam</i> am Wurzelhals und Stängel, Befallswert (BW 1-9), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB %), Sorten Talent und Pronto, Standort Freising, Jahr 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)	75
Abb. 36: Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i> auf den einzelnen Blattfraktionen, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standorte Birkenmoor (A), Hovedissen (B), Großenstein (C) und Freising (D), Jahr 2004 /2005	77
Abb. 37: Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i> auf den einzelnen Blattfraktionen, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standorte Birkenmoor (A), Hovedissen (B), Großenstein (C) und Freising (D), Jahr 2005 /2006	78
Abb. 38: Epidemiologie von <i>Phoma lingam</i> auf den einzelnen Blattfraktionen, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standorte Birkenmoor (A), Hovedissen (B), Großenstein (C) und Freising (D), Jahr 2006 /2007	79
Abb. 39: <i>Phoma lingam</i> -Herbstblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Birkenmoor; 2004 /2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005 /2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C)	83
Abb. 40: <i>Phoma lingam</i> -Herbstblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Hovedissen; 2004 /2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005 /2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C)	84
Abb. 41: <i>Phoma lingam</i> -Herbstblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Großenstein; 2004 /2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005 /2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C)	85
Abb. 42: <i>Phoma lingam</i> -Herbstblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Freising; 2004 /2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005 /2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, G (C)	86

- Abb. 43: *Phoma lingam*-Frühjahrsblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Birkenmoor; 2004 /2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005 /2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006 /2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C) 88
- Abb. 44: *Phoma lingam*-Frühjahrsblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Hovedisen; 2004 /2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005 /2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006 /2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C) 89
- Abb. 45: *Phoma lingam*-Frühjahrsblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Großenstein; 2004 /2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005 /2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006 /2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C) 90
- Abb. 46 *Phoma lingam*-Frühjahrsblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Freising; 2004 /2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005 /2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006 /2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, G (C) 91
- Abb. 47: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Birkenmoor, Jahr 2004 /2005 96
- Abb. 48: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Birkenmoor, Jahr 2005 /2006 97
- Abb. 49: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Birkenmoor, Jahr 2006 /2007 98
- Abb. 50: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Hovedissen, Jahr 2004 /2005 99
- Abb. 51: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Hovedissen, Jahr 2005 /2006 100
- Abb. 52: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Hovedissen, Jahr 2006 /2007 101
- Abb. 53: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Großenstein, Jahr 2004 /2005 102
- Abb. 54: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Großenstein, Jahr 2005 /2006 103
- Abb. 55: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Großenstein, Jahr 2006 /2007 104
- Abb. 56: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Freising, Jahr 2004 /2005 105
- Abb. 57: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Freising, Jahr 2005 /2006 106

- Abb. 58: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Freising, Jahr 2006 /2007 107
- Abb. 59 Rapsrerträge (dt/ha), Jahr 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007, Sorte Talent und Pronto, Standort: Birkenmoor (A), Hovedissen (B), Großenstein (C) und Freising (D) 110
- Abb. 60 Ertragseffekte der differenziert applizierten Varianten gegenüber der unbehandelten Kontrolle, Mittelwert über die Standorte der Jahr 2004 /2005 (A), 2005 /2006 (B) und 2006 /2007 (C) sowie über identische Varianten der Jahre 2005 /2006 und 2006 /2007 (D) 111
- Abb. 61 Epidemiologie von *Verticillium longisporum* am Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallswert (1-9), Standort: Birkenmoor, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) und 2006/2007 (C), Standort Hovedissen, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) und 2006/2007 (C), Sorte Talent und Pronto 114
- Abb. 62 Epidemiologie von *Verticillium longisporum* am Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallswert (1-9), Standort Großenstein, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) und 2006/2007 (C), Standort Freising, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) und 2006/2007 (C), Sorte Talent und Pronto 115
- Abb. 63 Zusammenhang zwischen den Niederschlagssummen und das aufsummierte Sporenaufkommen in den Monaten September, Oktober und November in den Jahren 2004, 2005 und 2006 118
- Abb. 64 Einfluss der wöchentlich gemessenen Sporenmenge (KW 38-41) auf den jeweils eine Woche später resultierenden primären Blattbefall (BSB n-Pyknidien, KW 39-42), Sorte Talent, Standorte Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Herbst 2005 119
- Abb. 65 Zusammenhang zwischen dem wöchentlichen Ascosporenaufkommen und dem jeweils eine Woche später resultierenden Blattbefall, Standort Hovedissen Herbst 2004 Sorten Talent (A) und Pronto (B), Standort Freising, Herbst 2005, Sorte Pronto (C) 120
- Abb. 66 Zusammenhang zwischen dem maximalen Herbstblattbefall, Zeitraum September Oktober (BSB n-Pyknidien) und dem maximalen Befallswert am Wurzelhals für alle Fallstudien (A) sowie für den Median der einzelnen Jahre (B) 121
- Abb. 67 Zusammenhang zwischen dem maximalen Herbstblattbefall Zeitraum September Oktober (BSB n-Pyknidien) und maximalen Befallswert am Wurzelhals (A), dem Pyknidienbefall am Wurzelhals (B) sowie dem Befallswert am Stängel (C) im Zeitraum Mai bis Juni 122
- Abb. 68 Zusammenhang zwischen der Temperatursumme im Herbst, Monat September (A), Zeitraum September /Oktober (B), Zeitraum September bis November und dem maximalen Wurzelhalsbefall (BW Wurzelhals) mehrere Standorte und Jahre (n = 30), in denen ein Herbstbefall erfasst wurde 123
- Abb. 69 Zusammenhang zwischen der Temperatursumme, aufsummiert ab 3°C, Zeitraum September bis März (A), Zeitraum Dezember bis März (B) und dem maximalen Wurzelhalsbefall (BW Wurzelhals), mehrere Standorte und Jahre (n=30) in denen ein Herbstbefall erfasst wurde 124
- Abb. 70 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen Herbstblattbefall und Jahres-, Standort- und Sorteneinflüssen, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001 125
- Abb. 71 Streuung der Maximalwerte, Blattbonitur Herbst (BSB n-Pyknidien / Blatt) aller Wiederholungen getrennt nach Jahr (A), Standort (B), und Sorte (C) 126
- Abb. 72 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen Wurzelhalsbefall (BW_WH = 1-9) und Jahres-, Standort- und Sorteneinflüssen, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001 127
- Abb. 73 Streuung der Maximalwerte, Befallswert Wurzelhals (BW_WH 1-9) aller Wiederholungen getrennt nach Jahr (A), Standort (B) und Sorte (C) sowie Streuung der

Maximalwerte, Befallswert Stängel (BW_ST 1-9) aller Wiederholungen getrennt nach Jahr (D), Standort (E) und Sorte (F)	128
Abb. 74 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen Stängelbefall (BW_ST = 1-9) und Jahres-, Standort- und Sorteneinflüssen, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001	129
Abb. 75 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und Jahres-, Standort- und Sorteneinflüssen über den gesamten Beobachtungszeitraum, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001	130
Abb. 76 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und fixen Faktoren, Jahre und Standort und dem variablen Faktor maximaler Befallswert am Wurzelhals (BW_WH) über den gesamten Beobachtungszeitraum, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001	130
Abb. 77 Streuung der Ertragswerte (dt/ha) aller Wiederholungen getrennt nach Jahr (A), Standort (B) und Sorte (C), unbehandelte Kontrolle	131
Abb. 78 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und dem fixen Faktoren Standort sowie dem variablen Faktor Maximaler Befallswert am Wurzelhals (BW_WH) im Jahr 2004 /2005, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001	131
Abb. 79 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und dem fixen Faktoren Standort sowie dem variablen Faktor maximaler Befallswert am Wurzelhals (BW_WH) im Jahr 2005/2006, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001	132
Abb. 80 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und dem fixen Faktoren Standort sowie dem variablen Faktor maximaler Befallswert am Wurzelhals (BW_WH) im Jahr 2006/2007, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001	132

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ackerbauliche Maßnahmen der bundesweiten Monitoringstandorte	7
Tab. 2: Standorteigenschaften der Versuchsstandorte	8
Tab. 3: Sorteneigenschaften der im Monitoring angebauten Hybridrapssorten	8
Tab. 4: Wirkstoffe, zugelassene Aufwandmengen, Wirkungsort und Indikation der im bundesweiten Monitoring eingesetzten Pflanzenschutzmittel	9
Tab. 5: Fungizidapplikationstermine, Termine zum Wachstumsreglereinsatz und zur Blütenbehandlung, Birkenmoor und Hovedissen, 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007	10
Tab. 6: Fungizidapplikationstermine, Termine zum Wachstumsreglereinsatz und zur Blütenbehandlung, Großenstein und Freising, 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007	11
Tab. 7: Boniturschema von <i>Phoma lingam</i> an Stängel und Wurzelhals	13
Tab. 8: Boniturschema von <i>Verticillium longisporum</i>	14
Tab. 9: Boniturschema zum Entwicklungszustand der Pseudothecien von <i>Leptosphaeria</i>	15
Tab. 10: Anzahl in die Berechnungen einbezogener Fallstudien gegliedert nach Standort,	17
Tab. 11: Inkubationszeiten von <i>Leptosphaeria maculans</i> in Abhängigkeit der Temperatur unter den Infektionsbedingung 24h permanente Blattfeuchte (TOSCANO-UNDERWOOD et al. 2001)	19
Tab. 12: Kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) bei unterschiedlicher Variation der Mindestanforderung an die Feuchteparameter Luftfeuchte (%), Niederschlag (mm), Blattnäse (%) für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50), Median, 25% Quantil, Min-/Max-Wert, Anzahl Fallstudien der jeweiligen Sorte(n), Mittelwert, Standartabweichung (SD)	24
Tab. 13: Relation tatsächlicher bonitierter Befallshäufigkeit (BHB %) und prognostizierter Befallsbedingungen „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit > 50 %“ (BHB50) der Jahre 2005 /2006, 2006 /2007, Sorten: Talent und Pronto, Standorte Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein, Freising	26
Tab. 14: Kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) der Standorte für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50), Median, 25% Quantil, Min-/ Max-Wert, Anzahl Fallstudien der jeweiligen Sorte(n), Mittelwert, Standartabweichung (SD) Feuchteparameter; relative Luftfeuchte >85 %, Niederschlag $\geq 0,1$ mm, Blattnäse ≥ 90 %	28
Tab. 15: Kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) in den Einzeljahren für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50), Median, 25 % Quantil, Min-/ Max-Wert, Anzahl Fallstudien der jeweiligen Sorte(n), Mittelwert, Standartabweichung (SD) Feuchteparameter; relative Luftfeuchte >85 %, Niederschlag $\geq 0,1$ mm, Blattnäse ≥ 90 %	29
Tab. 16: Kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) in den Sorten für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50), Median, 25 % Quantil, Min-/ Max-Wert, Anzahl Fallstudien der jeweiligen Sorte(n), Mittelwert, Standartabweichung (SD) Feuchteparameter relative Luftfeuchte >85 %, Niederschlag $\geq 0,1$ mm, Blattnäse ≥ 90 %	30
Tab. 17: Witterungsverlauf, Monatsmittelwerte Temperatur (°C), monatliches Niederschlagsaufkommen (mm), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein, Freising, im Vergleich zum langjährigen Mittel (lgj.), Referenzstandorte für langjähriges Mittel: Birkenmoor = Schleswig, Hovedissen = Münster/Osnabrück, Großenstein = Erfurt, Freising = Freising, Jahre 2004 /2005 (04/05), 2005 /2006 (05/06), 2006 /2007 (06/07)	34

Tab. 18: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahre 2004-2005	38
Tab. 19: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2005-2006	40
Tab. 20: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2006-2007	42
Tab. 21: Entwicklungsstadien (BBCH) im Raps, Herbst 2004, 2005, 2006 Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein, Freising	49
Tab. 22: Entwicklungsstadien (BBCH) im Raps, Frühjahr 2005, 2006, 2007, Standorte Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein, Freising	50
Tab. 23: Monatliches Ascosporenaufkommen an den Standorten Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Herbst 2004, 2005, 2006	62
Tab. 24: Monatliches Ascosporenaufkommen an den Standorten Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Winter bis Frühjahr 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 / 007	64
Tab. 25 Erträge der einzelnen Versuchsvarianten (Var.), Sorten Talent und Pronto, Standorte Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 2007 sowie Jahresmittelwerte und die Differenzen (Δ) der Erträge in den Einzelvarianten gegenüber der Kontrolle (ΔK)	109
Tab. 26 Epidemiologie von <i>Verticillium longisporum</i> am Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallswert (1-9), Standort: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Sorte Talent und Pronto	113
Tab. 27 Mittelwerte des Herbstblattbefalls (BSB n-Pyknidien) in Abhängigkeit von Standort, Jahr und Sorte	125
Tab. 28 Mittelwerte des Wurzelhals- (BW_WH = 1-9) und Stängelbefall (BW_ST = 1-9) in Abhängigkeit von Standort, Jahr und Sorte	127
Tab. 29 Mittelwerte des Ertrages (dt/ha) in Abhängigkeit von Standort, Jahr und Sorte	129

Abkürzungsverzeichnis

Δ	Differenz
°C	Grad Celsius
μm	Mikrometer
ASS	Ammonsulfatsalpeter
BBCH	morphologisches Entwicklungsstadium (Bayer-BASF-CibaGeigy-Hoechst)
BHB %	prozentualer Anteil befallener Pflanzen im Bestand
BHB50	Befallshäufigkeit größer 50 %
Bim	Standort Birkenmoor
BSA	Bundessortenamt
BSB	Befallsstärke
BW	Befallswert
BW_ST	Befallswert Stängel
BW_WH	Befallswert Wurzelhals
dt/ha	Dezitonnen pro Hektar
ESS	erste sichtbare Symptome
Freis	Standort Freising
g/l	Gramm pro Liter
Gro	Standort Großenstein
Hov	Standort Hovedissen
IZopt	optimale Inkubationszeit
IZx	Inkubationszeit bei unterschiedlichen Temperaturen
KAS	Kalkammonsalpeter
kg/ha	Kilogramm pro Hektar
k-TIW	Kumulierter Tagesinfektionswert
KW	Kalenderwoche
L	Liter
l/ha	Liter pro Hektar
langj.	Langjähriges Mittel
Mio. t	Millionen Tonnen
n.s.	nicht signifikant
Ndd. mm	Niederschlagsaufkommen in Millimetern
NPK	Stickstoff-Phosphor-Kalium
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
R ²	Bestimmtheitsmaß des Regressionskoeffizienten
SD	Standardabweichung
sL	Sandiger Lehm
TIW	Tagesinfektionswert
Var.	Versuchsvarianten
Applikationszeitpunkte:	
T1, T2, T4	zeitlich gestaffelte Applikationszeitpunkte im Herbst 2004
T3	Applikationstermin zeitgleich mit dem ortsüblichen Termin im Herbst 2004
T3ORT	ortsüblich applizierte Variante 2004
BHB50	Applikationszeitpunkt bei Befall von 50% der Pflanzen im Bestand
ESS	Applikation bei ersten sichtbaren Symptomen
ORT	ortsüblich applizierte Variante 2005
ORTH	Applikationstermin zeitgleich mit der ortsüblichen Variante Herbst 2005
BL	Alleinige Blütenapplikation
G	Gesundvariante, Doppelapplikation in Herbst und Frühjahr
SP	Späte Applikation zwischen Mitte und Ende Oktober im Herbst 2006

1 Einleitung

Historisch betrachtet gehört Raps zu den jüngeren Kulturpflanzen, entstanden aus einer spontanen Kreuzung zwischen Rübsen (*Brassica rapa*) und Wildkohl (*Brassica oleracea*). Seit dem 16. Jahrhundert findet man Raps in Europa als Feldfrucht (ALPMANN 2006). Die Bedeutung von Raps als Rohstofflieferant (CRAMER 1990, SCHÖNE-WARNEFELDE 1994, BOCKEY 2003) ist in den letzten Jahren stetig gestiegen. Weltweit nimmt Raps in der Ölsaatenproduktion eine führende Rolle hinter der Sojabohne ein (ANONYM 2006). In Europa stieg der Rapsanbau von 2,8 Mio. t im Jahr 1976 auf 15,2 Mio. t im Jahr 2004 (MIELKE 2005). Im Jahr 2006 waren in Deutschland ca. 1,5 Mio. ha Ackerfläche mit Winterraps bestellt (ANONYM 2007)

Die Ausdehnung des Rapsanbaus in den letzten Jahren hatte immer enger werdende Fruchtfolgen zur Folge (JANINHOFF 1998, KREYE 2003). Als optimal wird ein Abstand von vier Jahren und länger zwischen den Rapsanbaujahren beschrieben; mit einem Fruchtfolgeanteil von bis zu 33 % Raps in einzelnen Betrieben wird dieser Abstand in der Praxis jedoch schon längst unterschritten (SCHULZ & STEINBACH 2006). Ansteigende Intensitäten im Rapsanbau und eine zusätzliche Akzeptanz der konservierenden Bodenbearbeitung haben eine Zunahme von Rapspathogenen zur Folge (KRÜGER 1983, DIXELIUS et al. 2005).

Der bundesweit bedeutendste Erreger im Raps ist *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not.; (Anamorph: *Phoma lingam* (tode ex Fr.) Desm.) (HORNIG 1990, PAUL et al. 1991, GERDIKEN & GÜNZELMANN 1991, KRUSE 2004).

Weitere Erreger wie *Verticillium longisporum* und *Sclerotinia sclerotiorum* sind standort- und jahresabhängig ebenfalls in unterschiedlicher Stärke zu belegen (AMELUNG et al. 1996, KREYE, 2003) und sind im Rahmen des durchgeführten bundesweiten Monitoring, je nach Auftreten, mit erfasst worden.

Nicht nur bundesweit, sondern auch global betrachtet ist die Wurzelhals- und Stängelfäule von großer Bedeutung. Insbesondere in Europa, Australien und Nordamerika ist der Erreger für große Verluste im Rapsanbau (FITT et al. 2006, WEST et al. 2001, HOWLETT 2004), die zwischen 10-50 % betragen können (GUGEL & PETRIE 1992), verantwortlich. Das Pathogen ist in der Lage, neben dem Raps auch weitere Spezies der Familie *Brassicaceae* zu parasitieren, wobei alle Pflanzenteile befallen werden können. Neben den Blättern und dem

Wurzelhals- und Stängelbereich, mit dem Hauptschadpotential, werden auch der obere Stängelbereich, die Kotyledonen, Schoten und Samen befallen (PAUL & RAWLINSON 1992, HUANG & FITT 2002). Auf den Ernteflächen verbleibende Erntereste bilden das Ausgangsinokulum (KOOPMANN 2005); dabei stehen die über die Zeit in unterschiedlicher Qualität und Quantität heranreifenden Pseudothecien mit dem wechselnden Ausstoß der Ascosporen in Verbindung (WEST et al. 1999a). Untersuchungen in Australien konnten eine Abhängigkeit zwischen den Niederschlagsereignissen und dem Ascosporenaufkommen belegen (SALAM et al. 2003). Die luftbürtigen Ascosporen von *Leptosphaeria maculans* bilden im Herbst das Hauptinfektionspotential (GLADDERS & MUSA 1980, WEST et al. 2001; FITT et al. 1999) und können über das ganze Jahr nachgewiesen werden (HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999, HUANG et al. 2001), dabei variiert das ausgestoßene Sporenaufkommen in Abhängigkeit vom Standort und von der Jahreszeit (WEST et al. 2001). Die Hauptphase der Sporulation wird im Herbst gesehen (GLADDERS & MUSA 1980, WEST et al. 2001, SALEM et al. 2003), diese beginnt in Deutschland je nach Witterung im September bis Oktober und erreicht ihr Maximum ein bis zwei Monate später (THÜRWÄCHTER et al. 1999). Die passiv verfrachteten Ascosporen sind insbesondere für die Primärinfektion bedeutend; sie keimen auf der Blattoberfläche aus und infizieren die Wirtspflanze durch Spaltöffnungen und Wunden, in die die Hyphen eindringen (HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999). Nach der Infektion des Blattes bilden sich pyknidienbesetzte Läsionen. Von dort wächst der Erreger systemisch durch die Interzellularen der Mesophyllzellen in den Blattstiel und weiter im Xylem der Gefäßbündel sowie zwischen den Zellen des Xylemparenchyms und der Cortex in das Stängelgewebe ein. In dieser Phase, in der sich der Erreger biotroph ernährt, sind außer der primären Inokulationsstelle keine weiteren Symptome an der Pflanze erkennbar (HAMMOND et al. 1985, ECKERT 2005). Maximale Ertragsverluste resultieren von ascosporeninduzierten Jungpflanzeninfektionen (BARBETTI & KHANGURA 1999), wobei sowohl die Ascosporen als auch die Pyknidiosporen in der Lage sind, die Rapspflanzen zu infizieren (GOSENDE et al. 2003). Die nur wenig mobilen Pyknosporen werden über Spritzwasser und Pflanzenkontakt übertragen und sind für die weitere Verbreitung im Bestand mitverantwortlich (KOOPMANN 2005). Jedoch durchlaufen Ascosporen die Phase der Keimung, das Eindringen der Keimhyphen und auch das Erscheinen erster Symptome an den Pflanzen bei gleichen Umweltbedingungen bedeutend schneller als Pyknidiosporen (LI et al. 2004), weshalb Infektionen der Bestände durch Pyknidien in Europa eine untergeordnete Rolle (WEST et al. 2001) spielen. Die Primärinfektion der Keimblätter hat eine geringe Bedeutung für den späteren Befall der

Pflanze, insbesondere Infektionen auf den Blättern 3 bis 10, die vor der Phase der Sprossstreckung angelegt werden, stehen im Zusammenhang mit größeren Schäden am Wurzelhals (KRUSE 2004, FITT et al. 2006).

Bis vor kurzem wurde davon ausgegangen, dass die Wurzelhals- und Stängelfäule durch den pilzlichen Erreger *Phoma lingam* mit seiner Hauptfruchtform *Leptosphaeria maculans* verursacht wird, allerdings wurden Unterschiede in der Aggressivität schon früh beobachtet (FÜHRER et al. 2000). Schon 1927 berichtete CUNNINGHAM (1927) von aggressiven und nicht aggressiven Stämmen von *Leptosphaeria maculans*. Der Erreger *L. maculans* wurde in zwei Pathogenitätsgruppen unterteilt, die sich aufgrund ihrer Virulenz, dem Wirtskreis, DNA-Polymorphismen, sekundären Metaboliten und den Eigenschaften von *in vitro*-Sirodesmin-Kulturen unterscheiden (KOOPMANN 2005). Aufgrund dieser Eigenschaften wurden die *L. maculans*-Isolate entweder der Phytotoxin produzierenden, *in vitro* langsam wachsenden, nicht Pigment bildenden, hoch virulenten „A-Typ“ bzw. „Tox⁺“ Pathogruppe oder der „B-Typ“, bzw. „Tox^o“ Pathogruppe zugeordnet. Diese wird als schwach virulent beschrieben, produziert kein Sirodesmin, wächst *in vitro* schneller und bildet Pigmente (WILLIAMS & FITT et al. 1999). Die Existenz von mindestens zwei verschiedenen Arten im *Leptosphaeria*-Erregerkomplex wurde zwar von verschiedenen Autoren angenommen (WILLIAMS 1992, SOMDA et al. 1997, BALESSENT et al. 1998, JEDRYCZKA et al. 1999, WILLIAMS & FITT et al. 1999, WEST et al. 2001), konnte aber bis 2001 nicht bewiesen werden. Eine spätere ausführliche Studie der „internal transcribed spacer“ (ITS) Region der ribosomalen DNA von 38 *Leptosphaeria*-Isolaten unterschiedlicher Herkunft konnte schließlich eindeutig die Existenz der zwei Arten und bis zu sieben Subspezies innerhalb von *L. biglobosa* beweisen (MENDES-PEREIRA et al. 2003).

Aufgrund der durch den Erreger hervorgerufenen hohen Ertragsverluste (GUGEL & PETRIE 1992) ist es notwendig, einen Weg zu finden, die Krankheit frühzeitig zu erkennen und eine Epidemie zu verhindern (WEST et al. 1999a). Resistenzen und der züchterische Fortschritt allein reichen dabei nicht aus (PERES et al. 1999), um Ertragsverluste zu minimieren. Obgleich durch die Resistenzzüchtung bei Rapsorten ein wesentlicher Beitrag zur Entschärfung des Problems erreicht werden konnte (HOFFMANN & SCHMUTTERER 1999) und der Anteil in der Bundessortenliste aufgeführter *Phoma lingam*-toleranter Sorten gestiegen ist (ANONYM 2004, GARBE 1996), besteht die Notwendigkeit, ergänzend auf die chemische Kontrolle mittels Fungizideinsatzes zurückzugreifen (PERES et al. 1999).

Der Befall mit *Phoma lingam* im Herbst ist jedoch jahres-, witterungs- und standortspezifischen Einflüssen unterlegen. Die Folge sind differenziert ausgeprägte Befallsverläufe im Herbst (FITT et al. 1997, GLADDERS et al. 1998, BREMER & VERREET 2006). In der Literatur sind unterschiedlich basierte Modelle als Entscheidungshilfen für ein Erkennen befallsstarker und damit bekämpfungswürdiger Jahre beschrieben (WEST et al. 1999b).

Verschiedene Ansätze von der Vorhersage des Ausgangsinokulums, z.B. der Pseudothecienreife (BERNARD et al. 1999) oder die Ableitung der Infektionswahrscheinlichkeit von der Dynamik und Menge der Ascosporen im Herbst (HALL 1992, WEST et al. 1999b), werden als Entscheidungshilfe diskutiert. Ebenfalls der Zeitpunkt des Erscheinens erster Blattsymptome wurde von HAMMOND and LEWIS (1986) als mögliches Entscheidungskriterium für eine Herbstapplikation herangeführt.

Allen Ansätzen gemein ist, dass der entscheidende Zeitpunkt in der Behandlung im Herbst liegt. Hierdurch soll einer frühzeitigen ascosporenbürtigen Ausbreitung des systemisch wachsenden Erregers entgegen gewirkt werden (GLADDERS et al. 1998).

Der in dieser Arbeit verfolgte Ansatz einer optimierten Bekämpfung von *Phoma lingam* basiert auf der Witterung und den vorhandenen Monitoringdaten mehrjähriger Studien zur Biologie des Erregers in Schleswig-Holstein und den zusätzlich erhobenen bundesweiten Daten. Um die ascosporenbürtige Infektionswahrscheinlichkeit und damit die Möglichkeit einer erfolgreichen Infektion als Voraussetzung für einen Wurzelhalsbefall beschreiben zu können, wurde ein Prognosesystem zur gezielten Herbstapplikation entwickelt.

Diese an die Befallssituation angepasste Entscheidungshilfe soll der Optimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes im Herbst dienen. Die Entwicklung teilt sich in zwei Bereiche: (1) in die Erarbeitung eines witterungsbasierten Modells für die tägliche Infektionswahrscheinlichkeit basierend auf dem Tagesinfektionswert (TIW) und (2) die Ermittlung von Grenzwerten für den aus den Tagesinfektionswerten abgeleiteten kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) auf Basis des Befallsparameters Befallshäufigkeit im Bestand (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen im Bestand). Nach Überschreiten der definierten Grenzwerte soll unter Berücksichtigung des Infektionsrisikos und der standortspezifischen Gegebenheiten eine Applikationsempfehlung ausgesprochen werden.

Das bundesweit in vier wichtigen Rapsanbaugebieten in Zusammenarbeit mit den Amtlichen Pflanzenschutzdiensten der Länder Thüringen, Bayern und Schleswig-Holstein und der Norddeutsche Pflanzenzucht (NPZ) durchgeführte Monitoring dient dabei der Validierung des

vorläufigen Prognosemodells. Die darüber hinaus in zwei Sorten (Talent und Pronto) erfassten, klimatisch, regional- und jahresspezifisch unterschiedlich beeinflussten Daten, gehen in die Modellentwicklung mit ein und sollen eine Adaption des Modells an die unterschiedlichen Anbauggebiete ermöglichen.

2 Material und Methoden

2.1 Bundesweites Rapsmonitoring

2.1.1 Versuchstandorte und Versuchsanlage

Die in den Jahren 2004-2007 durchgeführten dreijährigen Feldversuche sind an vier Standorten in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzamt des Landes Schleswig-Holstein in Birkenmoor (Schleswig-Holstein), der Norddeutschen Pflanzenzucht Hans Georg Lemke KG in Hovedissen (Nordrhein Westfalen), der Thüringischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Großenstein (Thüringen) sowie der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Freising (Bayern), in Regionen mit intensivem Rapsanbau etabliert worden. Auf diesem Weg war ein vollständiger Eindruck über die standort- und jahresspezifischen Einflüsse auf die Epidemie- und Schadensdynamik des Erregers *Leptosphaeria maculans* / *Phoma lingam* im gesamten Bundesgebiet gewährleistet. Die räumliche Verteilung der Standorte im Bundesgebiet ist in Abbildung 1 dargestellt.



Abb. 1: Versuchstandorte im bundesweiten Rapsmonitoring

Material und Methoden

Tab. 1: Ackerbauliche Maßnahmen der bundesweiten Monitoringstandorte

Standort	Birkenmoor	Hovedissen	Großenstein	Freising
Jahr	2004 / 2005			
Aussaatstärke	50 Körner/m ²	50 Körner/m ²	50 Körner/m ²	50 Körner/m ²
Aussaattermin	22.08.	05.09.	23.08.	25.08.
Auflauftermin	31.08.	12.09.	04.09.	03.09.
Herbizide	29.08. 2 l/ha Butisan top 30.09. 1,5 l/ha Focus Ultra	10.09. 2 l/ha Butisan top 15.09. 0,3 l/ha Agil 24.03. 0,8 l/ha Agil	24.08. 2,5 l/ha Nimbus CS	06.09. 2 l/ha Butisan top
Insektizide	12.04. 0,6 kg/ka Ultracid 14.05. 0,1 l/ha Fastac SC	15.09. 0,3 l/ha Decis 24.03. 0,1 l/ha Karate Z 01.05. 0,1 l/ha Fastac SC	04.04. 0,15 kg/ha Trafo WG	05.04. 0,1 l/ha Fastac SC
N-Düngung	21.03. 110 kg/ha ASS 05.04. 90 kg/ha KAS	15.09. 30 kg/ha KAS 10.03. 75 kg/ha Piamon 04.04. 70 kg/ha Piamon	22.03. 100 kg/ha ASS 13.04. 115 kg/ha KAS	13.03. 100 kg/ha ASS 13.04. 60 kg/ha KAS
P-Düngung			20.08. 80 kg Triple Phosphat	120 kg/ha P ₂ O ₅
K-Düngung			20.08. 200 kg/ha 60er Kali	180 kg/ha K ₂ O
S-Düngung	21.03. 55 kg/ha ASS	10.03. 27 kg/ha Piamon 04.04. 25 kg/ha Piamon	22.03. 50 kg/ha ASS	13.03. 50 kg/ha ASS
Jahr	2005 / 2006			
Aussaatstärke	45 Körner/m ²	60 Körner/m ²	50 Körner/m ²	50 Körner/m ²
Aussaattermin	19.08.	28.08.	29.08.	09.09.
Auflauftermin	27.08.	07.09.	06.09.	16.09.
Herbizide	20.08. 2,5 l/ha Nimbus CS 29.09. 0,5 l/ha Agil	09.09. 2 l/ha Butisan top 13.09. 2 l/ha Butisan top 19.09. 0,8 l/ha Agil	30.08. 2 l/ha Brasan 21.04. 1,2 l/ha Lontrel 100	15.09. 2 l/ha Butisan top
Insektizide	24.04. 0,3 l/ha Biscaya 22.05. 0,075 l/ha Karate Z		06.10. 0,075 l/ha Karate Z 21.04. 0,15 kg/ha Trafo WG	03.05. 0,075 l/ha Fastac SC
N-Düngung	22.03. 100 kg/ha KAS 20.04. 100 kg/ha ASS	21.03. 77 kg/ha ASS	09.04. 100 kg/ha KAS 25.04. 85 kg/ha KAS	10.03. 100 kg/ha KAS 24.03. 80 kg/ha KAS
P-Düngung			22.08 162 kg Triple Phosphat	72 kg/ha P ₂ O ₅
K-Düngung			22.08. 208 kg/ha 60er Kali	108 kg/ha K ₂ O
S-Düngung	20.04. 50 kg/ha ASS	21.03. 38kg/ha ASS		
Jahr	2006 / 2007			
Aussaatstärke	45 Körner/m ²	50 Körner/m ²	45 Körner/m ²	50 Körner/m ²
Aussaattermin	24.08.	06.09.	21.08.	24.08.
Auflauftermin	31.08.	12.09.	28.08.	02.09.
Herbizide	31.08. 2 l/ha Butisan top 25.09. 0,5 l/ha Agil	05.09. 2l/ha Devrinol 05.09. 2 l/ha Treflan 25.09. 0,8 l/ha Agil	01.09. 2 l/ha Butisan top	04.09. 2 l/ha Butisan top
Insektizide	03.04. 0,3 l/ha Biscaya 16.04. 0,3 l/ha Biscaya 23.04. 0,075 l/ha Karate Z	12.10. 0,2 l/ha Decis 06.03. 0,075 l/ha Fastac SC 27.04. 0,2 l/ha Trebon 08.05. 0,3 l/ha Biscaya	13.03. 0,15 kg/ha Trafo WG 12.04. 1,5 l/ha Reldan 22	14.03. 0,2 l/ha Trebon 19.04. 0,3 l/ha Biscaya
N-Düngung	05.03. 100 kg/ha NPK 27.03. 100 kg/ha ASS	21.02. 77 kg/ha ASS 10.03. 60 kg/ha KAS	05.03. 100 kg/ha ASS 27.03. 110 kg/ha KAS	06.03. 100 kg/ha KAS 26.03. 80 kg/ha KAS
P-Düngung	05.03. 60 kg/ha NPK		01.08. 161 kg Triple Phosphat	96 kg/ha P ₂ O ₅
K-Düngung	05.03. 130 kg/ha NPK		01.08. 210 kg/ha 60er Kali	144 kg/ha K ₂ O
S-Düngung	27.03. 50 kg/ha ASS	21.03. 38kg/ha ASS	05.03. 50 kg/ha ASS	

Tab. 2: Standorteigenschaften der Versuchsstandorte

Standort	Birkenmoor	Hovedissen	Großenstein	Freising
2004 / 2005				
Ackerzahl	56	62	51-58	42
Bodenart	sL	sL	L	Moor
Vorfrucht	Wintergerste	Winterweizen	Phazelia	Sommerhafer
Raps-Fruchtfolgeanteil (%)	25	25	17	17
2005 / 2006				
Ackerzahl	56	62	51-58	63
Bodenart	sL	sL	L	sL
Vorfrucht	Wintergerste	Winterweizen	Phazelia	Sommerhafer
Raps-Fruchtfolgeanteil (%)	33	25	17	17
2006 / 2007				
Ackerzahl	56	64	51-58	58
Bodenart	sL	sL	L	sL
Vorfrucht	Wintergerste	Winterweizen	Phazelia	Winterweizen
Raps-Fruchtfolgeanteil (%)	25	25	17	25

Die einzelnen Versuchsansteller wurden mit der Durchführung der Versuche beauftragt. Maßnahmen zur Kulturführung sind ortsüblich durchgeführt worden. Alle ackerbaulichen Maßnahmen sind in Tabelle 1, die Charakterisierung der Standorte in Tabelle 2 dargestellt.

Die wöchentliche Pflanzenprobenahme und der Versand der Pflanzenproben sowie der Spulen aus den Sporenfallen erfolgte mittels Expresskurierdienst.

Für die überregionalen Versuche wurde einerseits die Hybridrapssorte Talent aufgrund der überregional hohen Anbaubedeutung, andererseits zum Vergleich die *Phoma lingam*-anfällige Hybridrapssorte Pronto ausgewählt (Tab. 3).

Tab. 3: Sorteneigenschaften der im Monitoring angebauten Hybridrapssorten

Sorte	Anfälligkeit <i>Phoma lingam</i>	Anfälligkeit <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Anfälligkeit <i>Alternaria brassicae</i>	Kornertrag
Talent	4	6	4	8
Pronto	6	7	5	7
1=geringe Ausprägung; 9=starke Ausprägung Quelle: Anonym 2004				

2.1.2 Versuchsvarianten und Applikationsterminierung

An allen Standorten wurden sieben Versuchsvarianten (Ernte- und Probenahmeparzellen) als randomisierte Blockanlage mit je vier Wiederholungen angelegt. In den drei Versuchsjahren waren drei fixierte Varianten vorgegeben; eine fungizidunbehandelte Kontrolle (Variante K) mit ungestörter Epidemieentwicklung, eine Gesundvariante (Variante G), in welche jeweils im Herbst und im Frühjahr eine Doppelapplikation durchgeführt wurde und eine jeweils im Herbst und Frühjahr einmalig behandelte ortsübliche Variante (ORT) (Tab. 5, 6).

In den vier übrigen Varianten wurden zur Ermittlung optimierter, infektionsbezogener Terminierungen in den einzelnen Jahren differenzierte Behandlungen durchgeführt. Alle

Herbst- und Frühlingsapplikationen wurden mit Caramba (Wirkstoff Metconazol) durchgeführt.

In 2004/2005 wurden zeitlich gestaffelte Einmalbehandlungen im Herbst in den Varianten T1, T2, T3ORT (zeitgleich mit dem ortsüblichen Termin appliziert) und T4 durchgeführt (Tab. 5 und Tab. 6 oben). Die Herbstapplikationstermine in 2005/2006 wurden erstmalig in zwei Varianten durch die Herbstprognose bestimmt; abgeleitet vom Befallsparameter Befallshäufigkeit für die Variante ESS (erste sichtbare Symptome) und die Variante BHB50 (Befallshäufigkeit im Bestand > 50%). Darüber hinaus wurde eine Variante (ORTH) zeitgleich mit der ortsüblich applizierten Variante (ORT) behandelt. Eine weitere Variante (BL) war der alleinigen Blütenapplikation vorbehalten (Tab. 5 und Tab. 6 Mitte).

Im Versuchsjahr 2006/2007 wurden neben den drei fixen Varianten (K, ORT, und G) ebenfalls die prognosebasierten Behandlungen in den Varianten ESS und BHB50 appliziert. Die prognostizierten Behandlungen und der ortsübliche Applikationstermin lagen in dieser Saison relativ früh und wurden zum Teil zeitgleich durchgeführt. Aus diesem Grund ist, abhängig vom Standort, eine weitere Applikation zu einem späteren Zeitpunkt zwischen Mitte und Ende Oktober in der Variante SP durchgeführt worden. Analog zum Vorjahr gab es eine reine Blütenapplikationsvariante (BL) (Tab. 5 und Tab. 6 unten).

Im Frühjahr wurden jeweils nur die Gesundvariante (G) und die ortsübliche Variante (ORT) behandelt. Je nach Standortanforderungen kam ein Wachstumsregulator zum Einsatz, um eine Lagerbildung zu vermeiden. Zur Absicherung der Ernte wurde eine Blütenbehandlung durchgeführt. Die Eigenschaften der eingesetzten Präparate sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tab. 4: Wirkstoffe, zugelassene Aufwandmengen, Wirkungsort und Indikation der im bundesweiten Monitoring eingesetzten Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel	Wirkstoff	Zugelassene Aufwandmenge	Wirkungsort	Indikation
Caramba	60 g/l Metconazol	1,5 l/ha	Ergosterol Biosynthesehemmer	<i>Phoma lingam</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , Standfestigkeit
Cantus	500g/kg Boscalid	0,5 kg/ha	Hemmung des Tricarbonsäurezyklus	<i>Phoma lingam</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Alternaria brassicae</i>
Moddus	250 g/l Trinexapac-ethyl	1,5 l/ha	Gibberellinsäure Biosynthesehemmer	Standfestigkeit
Quelle: ADAMS et al. 1992, BÖRNER 1997, HEITEFUSS 2000				

Tab. 5: Fungizidapplikationstermine, Termine zum Wachstumsreglereinsatz und zur Blütenbehandlung, Birkenmoor und Hovedissen, 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007

Versuchsjahr 2004 / 2005									
Birkenmoor					Hovedissen				
	Herbst		Frühjahr			Herbst		Frühjahr	
Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum	Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum
K					K				
T3	15-16	06.10.			T3	16	13.10.		
T3ORT**	15-16	06.10.	51	12.04.	T3ORT**	16	13.10.	45	04.04.
T1	14	25.09.			T1	14	30.09.		
T2	15	30.09.			T2	15	07.10.		
T4	16	14.10.			T4	18	19.10.		
G	14	22.09*	32-50	04.04.	G	14	30.09*	30	22.03.
	16	14.10.	55-57	21.04*.		18	19.10.	50-55	12.04*.
Wachstumsreglerapplikation: einheitlich über alle Varianten (0,8 l/ha Moddus)									
11.04. BBCH51					05.04. BBCH 45				
Blütenapplikation einheitlich über alle Varianten (0,5 kg/ ha Cantus)									
14.05. BBCH 65					02.05. BBCH 65				
K=Kontrolle; T=Termin; ORT= ortsüblich; G =gesund									
Versuchsjahr 2005 / 2006									
Birkenmoor					Hovedissen				
	Herbst		Frühjahr			Herbst		Frühjahr	
Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum	Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum
K					K				
ORT	16-17	11.10.	33-51	22.04.	ORT	17	11.10.	34	20.04.
ORTH	16-17	11.10.			ORTH	17	11.10.		
ESS	15-16	03.10.			ESS	14	28.09.		
BHB	16	07.10.			BHB	16	05.10.		
BL					BL				
G	15-16	26.09*.	31-33	08.04.	G	14	27.09.	30	07.04.
	16-17	11.10.	33-51	21.04*.		18	18.10.	50-55	28.04*.
Wachstumsreglerapplikation: einheitlich über alle Varianten (0,8 l/ha Moddus)									
23.04. BBCH 35-53					20.04. BBCH 34				
Blütenapplikation, (Kontrolle ausgenommen) , 0,5 kg/ ha Cantus									
24.05. BBCH 65					13.05. BBCH 65				
K =Kontrolle; ORT = ortsüblich; ORTH =ortsüblich nur Herbst ; ESS =erste sichtbar Symptome BHB =Befallshäufigkeit>50%; BL = Blüte; G =gesund									
Versuchsjahr 2006 / 2007									
Birkenmoor					Hovedissen				
	Herbst		Frühjahr			Herbst		Frühjahr	
Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum	Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum
K					K				
ORT	15-15	25.09.	33-51	15.03.	ESS	16	09.10.		
ESS	14-15	25.09.			ORT	16/18	13.10.	33-51	15.03.
BHB	16-17	09.10.			BHB	16/18	13.10.		
SP	17-19	19.10.			SP	18	26.10.		
BL					BL				
G	14-16	25.09*.	30-51	15.03.	G	14	04.10.*	31/50	12.03.
	16-18	19.10.	51-53	28.03.*		18	19.10.	33-51	15.03.*
Wachstumsreglerapplikation: einheitlich über alle Varianten (0,8 l/ha Moddus)									
nicht appliziert					17.3. BBCH 53				
Blütenapplikation, (Kontrolle ausgenommen) , 0,5 kg/ ha Cantus									
25.04. BBCH 65					15.5. BBCH 65				
* Termine mit reduzierter Aufwandmenge (0,5 l/ha Caramba)									
** Variante T3 im Herbst + 0,4 kg/ha Cantus									
K =Kontrolle; ORT = ortsüblich; ESS =erste sichtbar Symptome BHB =Befallshäufigkeit>50%; SP = spät; BL = Blüte; G =gesund									

Tab. 6: Fungizidapplikationstermine, Termine zum Wachstumsreglereinsatz und zur Blütenbehandlung, Großenstein und Freising, 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007

Versuchsjahr 2004 / 2005									
Großenstein					Freising				
	Herbst		Frühjahr			Herbst		Frühjahr	
Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum	Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum
K					K				
T3	16-17	06.10.			T3	15	06.10.		
T3ORT**	16-17	06.10.	32	08.04.	T3ORT**	15	06.10.	32-50	15.04.
T1	13-14	23.09.			T1	14	22.09.*		
T2	15	30.09.			T2	14-15	29.09.		
T4	16-19	13.10.			T4	16	13.10.		
G	16-19	23.09.*	32-50	05.04.	G	14	22.09.*	32-50	15.04.
	13-14	13.10.	55	13.04.*		16	13.10.	55	28.04.*
Wachstumsreglerapplikation: einheitlich über alle Varianten (0,8 l/ha Moddus)									
04.04. BBCH 32-50					15.04. BBCH 32-50				
Blütenapplikation einheitlich über alle Varianten (0,5 kg/ ha Cantus)									
02.05. BBCH 65					12.05. BBCH 65				
K=Kontrolle; T=Termin; ORT= ortsüblich; G =gesund									
Versuchsjahr 2005 / 2006									
Großenstein					Freising				
	Herbst		Frühjahr			Herbst		Frühjahr	
Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum	Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum
K					K				
ORT	17	07.10.	31/32	24.04.	ORT	13-14	11.10.*	53	03.05.
ORTH	17	07.10.			ORTH	13-14	11.10.*		
ESS	15	28.09.			ESS	12	04.10.*		
BHB	16-17	04.10.			BHB	14-13	07.10.*		
BL					BL				
G	14-15	22.09.*	30	18.04.	G	12	04.10.*	53	02.05.
	17-18	12.10.	50-53	26.04.*		14	17.10.	55-57	09.05.*
Wachstumsreglerapplikation: einheitlich über alle Varianten (0,8 l/ha Moddus)									
19.04. BBCH 30					24.04. BBCH 50				
Blütenapplikation, (Kontrolle ausgenommen) , 0,5 kg/ ha Cantus									
09.05. BBCH 65					22.05. BBCH 63-65				
K =Kontrolle; ORT = ortsüblich; ORTH =ortsüblich nur Herbst ; ESS =erste sichtbar Symptome BHB =Befallshäufigkeit>50%; BL = Blüte; G =gesund									
Versuchsjahr 2006 / 2007									
Großenstein					Freising				
	Herbst		Frühjahr			Herbst		Frühjahr	
Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum	Variante	BBCH	Datum	BBCH	Datum
K					K				
ORT	17-18	25.09.	22. Feb	28.03.	ORT		04.10.	31-51	29.03.
ESS	17-18	25.09.			ESS		04.10.		
BHB	18-19	06.10.			BHB		09.10.		
SP	19-25	20.10.			SP				
BL					BL				
G	14-15	18.09.*	31/50	12.03.	G	15	27.09.*	31-51	29.03.
	17-18	25.09.	53	28.03.*		16	04.10.	51-53	05.04.*
Wachstumsreglerapplikation: einheitlich über alle Varianten (0,8 l/ha Moddus)									
14.03. BBCH 53					14.03. BBCH 50				
Blütenapplikation, (Kontrolle ausgenommen) , 0,5 kg/ ha Cantus									
17.04 BBCH 63/65					19.04. BBCH 63				
* Termine mit reduzierter Aufwandmenge (0,5 l/ha Caramba)									
** Variante T3 im Herbst + 0,4 kg/ha Cantus									
K =Kontrolle; ORT = ortsüblich; ESS =erste sichtbar Symptome BHB =Befallshäufigkeit>50%; SP = spät; BL = Blüte; G =gesund									

2.1.3 Probennahme und Datenerhebung

Die Dokumentation des Epidemieverlaufes und der morphologischen Entwicklung der Rapsbestände über die gesamte Vegetationsperiode (Aussaat bis Ernte) wurde durch regelmäßige Einzelpflanzenbonituren der dargestellten Versuchsglieder gewährleistet. Zu diesem Zweck wurden an den einzelnen Standorten aus jeder Variante 40 Pflanzen (10 Pflanzen je Wiederholung) zufällig entnommen. Bis zur weiteren Aufbereitung wurden die Proben bei 4°C im Kühlraum gelagert.

Um einen exakten Epidemieverlauf in der unbehandelten Kontrolle dokumentieren zu können, wurden in der Kontrollvariante (Variante K) im Herbst wöchentlich bis Vegetationsende (Anfang Dezember) und im Frühjahr ab Vegetationsbeginn in einem zweiwöchigen Rhythmus Pflanzenbonituren durchgeführt.

Die behandelten Varianten wurden im Herbst und im Frühjahr im zweiwöchigen Rhythmus bonitiert. Die Exaktbonituren der Pflanzenproben fanden unter Zuhilfenahme eines Binokulars bei 20-80-facher Vergrößerung im Auflicht bzw. Durchlicht statt. Bei der Bonitur wurden, je nach Vorhandensein, alle am Blattapparat und am Stängel auftretenden Rapspathogene erfasst. Es wurde sowohl die qualitative Befallshäufigkeit im Bestand (BHB, prozentualer Anteil befallener Pflanzen), als auch die quantitative Befallsstärke im Bestand (BSB, je nach Symptom des Erregers) ermittelt. Zur sicheren Differenzierung der unterschiedlichen Schaderreger dienten einerseits die typische Symptomatologie, andererseits die charakteristischen Pilzstrukturen (Fruchtkörper, Konidienträger).

Die Darstellung der Entwicklungsstadien erfolgte in Anlehnung an die BBCH-Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien für Raps nach WEBER & BLEIHOLDER (1990).

2.1.4 Populationserhebung von Rapspathogenen am Blattapparat

Der Blattbefall mit *Phoma lingam* in den frühen Entwicklungsstadien wurde durch Nekrosen auf den Blättern identifiziert, die ab dem Streckungswachstum der Pflanze im Frühjahr auch am Wurzelhals und Stängelbereich nachzuweisen waren.

Der Parameter Befallsstärke wurde durch Auszählen bzw. Schätzen der sich in den Nekrosen bildenden, dunklen Pyknidien, mit durchscheinendem charakteristischem Ostiolum, nach PUNITHALINGHAM & HOLLIDAY (1972) ermittelt.

Das Befallsmaß des Erregers *Peronospora parasitica* wurde anhand des prozentualen Befalls der Blattunterseite mit Mycel (PAUL 2003), hervorgerufen durch aus den Stomata hervortretenden Sporangiphoren (Konidienträger) (WEBSTER 1983), geschätzt.

Die Befallsstärke des Erregers des Echten Mehltaus (*Erysiphe cruciferum*) wurde anhand der prozentualen Ausbreitung des Mycels auf der Blattoberseite geschätzt. Die sich in den weißlichen, spinnwebenartigen Flecken bildenden Konidienträger mit den perlschnurartig angeordneten, tönchchenförmigen, windverbreiteten Konidien (PAUL 2003) ermöglichten eine sichere Differenzierung gegenüber dem Erreger *Peronospora parasitica*.

Für den Erreger *Botrytis cinerea* wurde die Befallshäufigkeit im Bestand anhand der charakteristischen Konidiophoren ermittelt, die die befallenen Pflanzenteile mit einem graubräunlichen Sporenrasen überziehen (ELLIS & WALLER 1974).

2.1.5 Populationserhebung von Rapspathogenen am Wurzelhals- und Stängelbereich

Tab. 7: Boniturschema von *Phoma lingam* an Stängel und Wurzelhals

Note	Beschreibung Stängel	Beschreibung Wurzelhals
1	Kein Befall	Kein Befall
2	Kleine Flecken an der Oberfläche	Einzelne kleine, nicht tief gehende Flecken an der Oberfläche
3	Größere Flecken an der Oberfläche	Kleine Flecken an der Oberfläche mit geringer Verkorkung und/oder geringer Verbräunung im Wurzelhals
5	Größere Flecken, die auch tiefer in den Stängel eindringen	Verkorkung am Wurzelhals gut sichtbar, Stängel umfassend, aber noch nicht tief oder einseitig tief, etwa die Hälfte des Stängelumfanges umfassend, aber und/oder starke Verbräunung im Wurzelhals. Die Pflanze ist zur Zeit des Schwadlegens (Stadium 85-87) noch grün
7	Tiefe Befallstellen mit Pyknidien, Stängel eingetrocknet oder aufgeweicht	Tiefe Einschnürungen am Wurzelhals, Pyknidien meistens reichlich vorhanden. Die Pflanze beginnt zur Zeit des Schwadlegens zu vergilben
9	Ausgedehnte, tief gehende Befallstellen am Stängel. Pflanze infolge Befalls vorzeitig abgestorben	Wurzelhals stark und sehr tief verkorkt, sehr wenige/keine Verbindungen mit der Wurzel. Die Pflanze ist vorzeitig reif oder bereits abgestorben.
Die Boniturnoten 4, 6, und 8 sind Zwischenwerte und stellen Übergänge zwischen den charakterisierten Boniturnoten dar		

Die Bonitur des Stängelbefalls mit *Phoma lingam* wurde nach dem Boniturschema von KRÜGER 1982 durchgeführt (Tab. 7). Bei dieser Bonitur wird der Stängel in eine Wurzelhals- und eine Stängelfraktion eingeteilt und der Befall nach Befallswerten (BW 1-9, 1= kein Befall bis 9= hoher Befall) klassifiziert.

Die Befallswerte liegen der Ermittlung der Befallshäufigkeit im Bestand (BHB) zugrunde. Darüber hinaus wurde als weiteres quantitatives Merkmal für die Befallsausprägung die Anzahl der Pyknidien (BSB n-Pyknidien) erfasst.

Das Auftreten des Tracheomykoseerregers *Verticillium longisporum* wurde nach Sichtbarwerden erster Befallssymptome anhand der Boniturskala von KRÜGER (1986a) durchgeführt (Tab. 8). Eine genaue Diagnose dieses Erregers war unter dem Binokular nach Öffnen des Stängels in Längsrichtung, anhand der charakteristischen 15-50µm langen, im Stängelmark inserierten Mikrosklerotien möglich.

Tab. 8: Boniturschema von *Verticillium longisporum*

Boniturnote	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)
5	Sehr deutliche Symptomausprägung. Die Sklerotien haben ein 10 bis 30 cm langes Stängelstück besiedelt.
7	Mehr als die Hälfte des Stängels weist Mikrosklerotien auf
9	Pflanze völlig mit Sklerotien besiedelt und abgestorben
Die Boniturnoten 4, 6, und 8 sind Zwischenwerte und stellen Übergänge zwischen den charakterisierten Boniturnoten dar	

Der Erreger der Weißstängeligkeit *Sclerotinia sclerotiorum* wurde bei Vorhandensein zum BBCH Stadium 85 direkt im Bestand mit dem Befallsmaß Befallshäufigkeit ermittelt. Zur genauen Bestimmung wurde an 50 Rapspflanzen der prozentuale Befall im Bestand anhand des typischen weißen Mycelbelages sowie der sich im Stängelmark bildenden Sklerotien (KRÜGER 1983, PAUL 2003) ermittelt.

2.1.6 Pseudothecienbonitur

Die Diagnose zum Vorhandensein und zum Reifegrad der Pseudothecien von *Leptosphaeria maculans* diente der Erfassung des Ausgangsinokulums und der Populationsdynamik des Erregers auf vorjährigen Rapsstängeln. Zu diesem Zweck wurde an den einzelnen Versuchsstandorten ein Stängeldepot mit *Phoma lingam*-befallenen Rapsstängeln in der Nähe der Versuchsstandorte angelegt. Die Stängel wurden mit einer dünnen Erdschicht bedeckt, um eine Austrocknung zu vermeiden. Somit sollte ein möglichst praxisnaher Vergleich zu gegrubberten Rapsschlägen mit oberflächennahem Ausgangsinokulum und die Analyse der kalendarischen und witterungsbedingten Primärinokula ermöglicht werden.

Tab. 9: Boniturschema zum Entwicklungszustand der Pseudothecien von *Leptosphaeria maculans* (Boniturnoten 1-6 des Reifegrades)

Boniturnote:	Beschreibung des Entwicklungszustandes des Pseudotheciums
1	Keine Pseudothecien vorhanden
2	undifferenzierte Asci
3	gebildete Asci aber Ascosporen noch undifferenziert
4	< 8 Sporen je Ascus und < 4 Zellen je Ascospore
5	8 Ascosporen je Ascus und > 4 Zellen je Ascospore
6	Leere Pseudothecien
Quelle: Peres et al. 1996	

Aus den Depots wurden im wöchentlichen Intervall bis Vegetationsende Proben zu jeweils 10 Stängeln entnommen und im Labor auf das Vorhandensein von Pseudothecien untersucht. Erfasst wurde die Befallsstärke mit Pseudothecien (BSB = Pseudothecien / Wurzelhals bzw. Stängel), die sich daraus ableitende Befallshäufigkeit (BHB = prozentualer Anteil Pseudothecien befallener / Wurzelhäuse / Stängel) und der Reifegrad (Note = 1-niedrige bis 6-hohe Fertilität) bestimmt. Der Reifegrad der Pseudothecien wurde nach (PERES et al. 1996) anhand der in Tabelle 9 dargestellten Boniturnoten bestimmt.

Zur Differenzierung gegenüber den ebenfalls auf den Ernteresten vorhandenen Pyknidien wurden mikroskopische „Quetschpräparate“ der Fruchtkörper angefertigt. Die Ascosporen wurden anhand ihrer spezifischen, mehrzelligen, zylindrisch bis ellipsoiden Form von 35-75µm längevergleichend zu den einzelligen, zylindrisch bis eiförmigen Pyknosporen von 3-5µm Länge unterschieden.

2.1.7 Dokumentation des Ascosporenfluges von *Leptosphaeria maculans*

An allen Versuchstandorten wurde der Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* mittels Burkard Sporenfallen (Fa. Burkard Scientific Limited, Ansaughöhe 45cm über der Erdoberfläche, Ansaugvolumen: 10 l/min) ab dem Zeitpunkt der Aussaat mit witterungsbedingten Unterbrechungen im Winter an den Standorten Hovedissen, Großenstein und Freising bis zum darauf folgenden Frühjahr (Mai) dokumentiert.

Die auf dem mit Vaseline beschichteten Melinexband fixierten Ascosporen wurden im Labor mit einem speziellen Messlineal in die einzelnen Tagesabschnitte unterteilt und anschließend mittels Safraninlösung für 5 Minuten eingefärbt. Unter dem Mikroskop wurde das stündliche Ascosporenaufkommen bei 100-facher Vergrößerung quantitativ nach PUNITHALINGHAM & HOLIDAY (1972) erfasst.

2.2 Aufzeichnung der Wetterdaten

An den Standorten Birkenmoor, Hovedissen und Großenstein wurden unmittelbar in die Rapsbestände automatische, mit GSM-Modem ausgestattete Wetterstationen zur drahtlosen Übertragung der Wetterdaten (Firma Adolf Thies GmbH & Co. KG, Göttingen) positioniert. Anhand der Konfiguration wurden die Temperatur (°C) in 20 cm und in 2 m, die Luftfeuchte (%) in 20 cm und in 2 m, das Niederschlagsaufkommen (mm) und die Blattnäse (%) aufgezeichnet. Am Standort Freising wurde auf das Agrarmeteorologische Messnetz der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft zurückgegriffen.

2.3 Statistische Verrechnung der erhobenen Daten

Die statistische Verrechnung der Daten erfolgte mit dem Programmpaket SPSS (Version 13.0), wobei der Vergleich der Varianten hinsichtlich signifikanter Unterschiede mit dem Tukey-Test durchgeführt wurde. Die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt $\alpha = 0,05$ und wird dabei wie folgt angegeben: n.s.: nicht signifikant; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$.

2.4 Datengrundlage der Herbstprognose

Die der Herbstprognose zugrunde gelegten Bonitur- und Witterungsdaten entstammen unterschiedlichen Rapsfeldversuchen, dem Rapsmonitoring Schleswig-Holstein 2000-2004, dem bundesweiten Rapsmonitoring 2004-2007 sowie weiteren in Schleswig-Holstein durchgeführten Rapsfeldversuchen der Jahre 2003-2007. Insgesamt wurden Daten aus 51 Fallstudien, die in den vier Sorten Aragon, Express, Pronto und Talent über 7 Jahre erhoben wurden, verwendet. Eine genaue Auflistung der Versuche ist Tabelle 10 zu entnehmen.

Tab. 10: Anzahl in die Berechnungen einbezogener Fallstudien gegliedert nach Standort, Anzahl Jahre je Standort, Sorte, Anzahl Versuche in der jeweiligen Sorte, Zeitraum

Standorte	Jahre/Standort	Sorten	Versuche/Standort	Zeitraum
Ahrensfelde	1	Pronto	1	2003-2004 ²⁾
		Talent	1	2003-2004 ²⁾
Birkenmoor	7	Express	3	2000-2002 ¹⁾
		Pronto	4	2003-2004 ²⁾
		Talent	4	2003-2004 ²⁾
		Pronto	4	2004-2007
		Talent	4	2004-2007
Ehst	4	Express	3	2000-2003 ¹⁾
		Pronto	1	2003-2004 ²⁾
		Talent	1	2003-2004 ²⁾
Hohenschulen	3	Talent	6	2004-2007 ³⁾
		Aragon	1	2006-2007 ³⁾
Tolk / Sterup	7	Express	3	2000-2003 ¹⁾
		Pronto	1	2003-2004 ²⁾
		Talent	1	2003-2004 ²⁾
		Talent	2	2004-2006 ⁴⁾
		Talent	1	2006-2007 ³⁾
Hovedissen	3	Pronto	3	2004-2007
		Talent	3	2004-2007
Großenstein	3	Pronto	3	2004-2007
		Talent	3	2004-2007
Freising	3	Pronto	3	2004-2007
		Talent	3	2004-2007

¹⁾ KRUSE (2004); ²⁾ BREMER (unveröff.); ³⁾ BREMER (unveröff.); ⁴⁾ MÜLLER (2007)

3 Ergebnisse

3.1 Entwicklung eines witterungsgestützten Prognosesystems zur gezielten Herbstapplikation

Die Entwicklung teilt sich in zwei Bereiche, die Ermittlung des täglichen Infektionsrisikos auf Basis des Tagesinfektionswertes (TIW) und die Berechnung von Grenzwerten für den Boniturparameter Befallshäufigkeit im Bestand (BHB %) auf Basis des kumulierten Tagesinfektionswertes (k-TIW), der sich aus der Addition der Tagesinfektionswerte ergibt.

3.1.1 Datengrundlage der Herbstprognose

Aufbauend auf der Grundlage vorhandener Daten und der bundesweiten Erhebungen (Jahre 2004-2007) wurde ein Prognosemodell auf der Basis des Tagesinfektionswertes (TIW) erarbeitet. Es leitet sich von den direkt im Bestand erhobenen Bonitur- und Witterungsdaten ab. Insgesamt bilden 51 Fallstudien in den vier Sorten Aragon, Express, Pronto und Talent die Basis für die Berechnungen. Die Ableitung der Grenzwerte fußt auf den Exaktstudien zum Befallsverlauf von *Phoma lingam* in der unbehandelten Kontrolle für den Boniturparameter Befallshäufigkeit im Bestand (BHB %).

Die Datengrundlage ermöglicht standort-, sorten- und jahresspezifische Einflüsse im Modell zu berücksichtigen.

3.1.2 Berechnung des Infektionsrisikos im Herbst

Die Berechnung des Tagesinfektionsrisikos (TIW) basiert auf Witterungsdaten. Aus der Kombination einer Temperaturfunktion (Abb. 2 A) für die optimale Inkubationszeit, die mit einem temperaturabhängigen Faktor zwischen 0 und 1 (0 = kein Erregerwachstum, 1 = optimales Erregerwachstum) in die Berechnungen einfließt (Abb. 2 B) und den im Bestand erhobenen Feuchteparametern (Luftfeuchte %, Niederschlag mm, Blattnäse %), die durch den Feuchtefaktor (=1) nach Erfüllen von Mindestbedingungen Berücksichtigung finden, wird der Tagesinfektionswert errechnet.

Für die Berechnungen des Zusammenhanges von Biologie und Temperaturansprüchen des Erregers fanden Ergebnisse von TOSCANO-UNDERWOOD et al. (2001) Berücksichtigung.

In der zugrunde gelegten Versuchsanstellung wurde der Einfluss der Temperatur auf die Inkubationszeit unter den Infektionsbedingungen von 24h permanenter Blattfeuchte ausgewertet (Tab. 11).

Tab. 11: Inkubationszeiten von *Leptosphaeria maculans* in Abhängigkeit der Temperatur unter den Infektionsbedingung 24h permanente Blattfeuchte (TOSCANO-UNDERWOOD et al. 2001)

Temperatur (°C)	5	10	15	20
Inkubationszeit (h)	15	7,5	2,7	3

Das Temperaturoptimum für die kürzeste Inkubationszeit liegt bei 18°C (optimale Inkubationszeit = $I_{Z_{opt}}$). Dieser Wert entspricht dem Temperaturfaktor 1. Unterschreitet oder überschreitet die im Bestand gemessene Temperatur diesen Wert, so liegt der Temperaturfaktor unterhalb von 1 (Abb. 2 B).

Um eine erfolgreiche Blattinfektion zu gewährleisten, sind entsprechende Feuchtebedingungen in den Rapsbeständen Voraussetzung. Die in das Modell einbezogenen Feuchteparameter müssen Mindestwerte einhalten, um die Berechnung des TIW zu beeinflussen. Entweder muss die Luftfeuchte einen Wert > 85 % betragen oder eine Mindestniederschlagsmenge von 0,1 l/h vorliegen oder die Blattnässe einen Wert > 90% erfüllen. Die Entwicklung der Mindestwerte für die Feuchteparameter wird unter Gliederungspunkt 3.1.3 beschrieben.

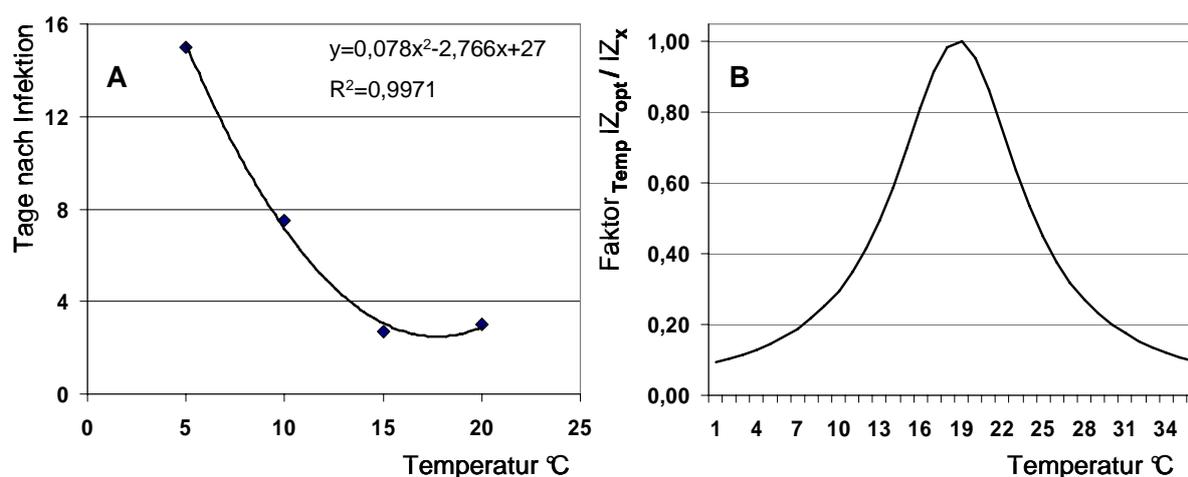


Abb. 2: Temperaturfunktion für die optimale Inkubationszeit (Temperaturoptimum = 18°C) (A), Relation zwischen optimaler Inkubationszeit ($I_{Z_{opt}}$) und unterschiedlichen Temperaturen (I_{Z_x}), Faktor 1 = optimal Temperatur entspricht kürzeste Inkubationszeit (B)

Das Modell prüft stündlich die vorgegebenen Werte der Feuchteparameter und signalisiert ein Erfüllen der Bedingungen mit dem Feuchtefaktor = 1, bei Nichterfüllung mit dem Feuchtefaktor 0. Anschließend wird der Feuchtefaktor mit dem Temperaturfaktor für die Inkubationszeit multipliziert. Die auf diesem Wege errechneten stündlichen Infektionswerte werden zu einem Tagesinfektionswert zusammengeführt.

Eine Addition der Tagesinfektionswerte ab dem Zeitpunkt des Auflaufens der Rapssaad ergibt den kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW), der die Grundlage der Herbstprognose darstellt. Die den Berechnungen zugrunde gelegten Gleichungen sind in der Abbildung 3 dargestellt.

$$k\text{-TIW} = \sum_{k=1}^n TIW_k \quad (\text{Gleichung 1})$$

k-TIW = kumulativer Tagesinfektionswert
 k = k-ter Tag der Erhebung
 n = Zahl der Erhebungstage
 TIW_k = Tagesinfektionswert am Tag k

$$TIW_k = 1/24 \cdot \sum_{i=1}^{24} T_{k,i} \cdot M_{k,i} \quad (\text{Gleichung 2})$$

T_{k,i} = Faktor Temperatur zur i-ten Stunde am k-ten Tag

$$M_{k,i} = \text{Faktor Feuchtigkeit zur i-ten Stunde am k-ten Tag}$$

$$T_{k,i} = LZ_{opt} / LZ_{x,i} \quad (\text{Gleichung 3})$$

wobei

$$LZ_{opt} = \text{Inkubationszeit bei optimaler Temperatur}$$

$$LZ_{x,i} = \text{Inkubationszeit bei Temperatur } x_i = a + b \cdot \exp [c \cdot (x_i - d)] \quad (\text{Gleichung 4})$$

wobei

x_i = Temperatur in °C zur Stunde i

a = Inkubationszeit bei optimaler Temperatur

b, c, d = Konstanten

$$M_{k,i} = \text{Faktor Feuchte} = \begin{cases} 1 & \text{wenn relative Luftfeuchte } > 85\% \\ & \text{oder Niederschlag } \geq 0,1 \text{ mm} \\ & \text{oder Blattnäse } \geq 90\% \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad (\text{Gleichung 5})$$

Abb. 3: Gleichungen zur Kalkulation des kumulierten Tagesinfektionswertes (k-TIW)

Ein weiterer Parameter für die Charakterisierung des täglichen Infektionsrisikos ist die Ermittlung der Zeiträume, in denen mindestens 24h permanente Feuchte als Basis für eine Infektion eingehalten wird. Die 24 Stunden leiten sich aus den Infektionsbedingungen der zugrunde gelegten Temperaturfunktion ab. Dabei kann sich die Feuchteperiode aus den drei verschiedenen Feuchteparametern Luftfeuchte, Niederschlag und Blattnäse zusammensetzen.

Wenn wenigstens einer der drei Parameter die oben genannten Mindestanforderungen erfüllt, werden die Stunden addiert. Nach Erreichen von 24 Stunden wird dieses Infektionsereignis am entsprechenden Kalendertag durch ein Symbol gekennzeichnet. Unterschreitet die Feuchte den Mindestwert, endet die Addition und beginnt erst wieder bei Überschreiten des Mindestwerts.

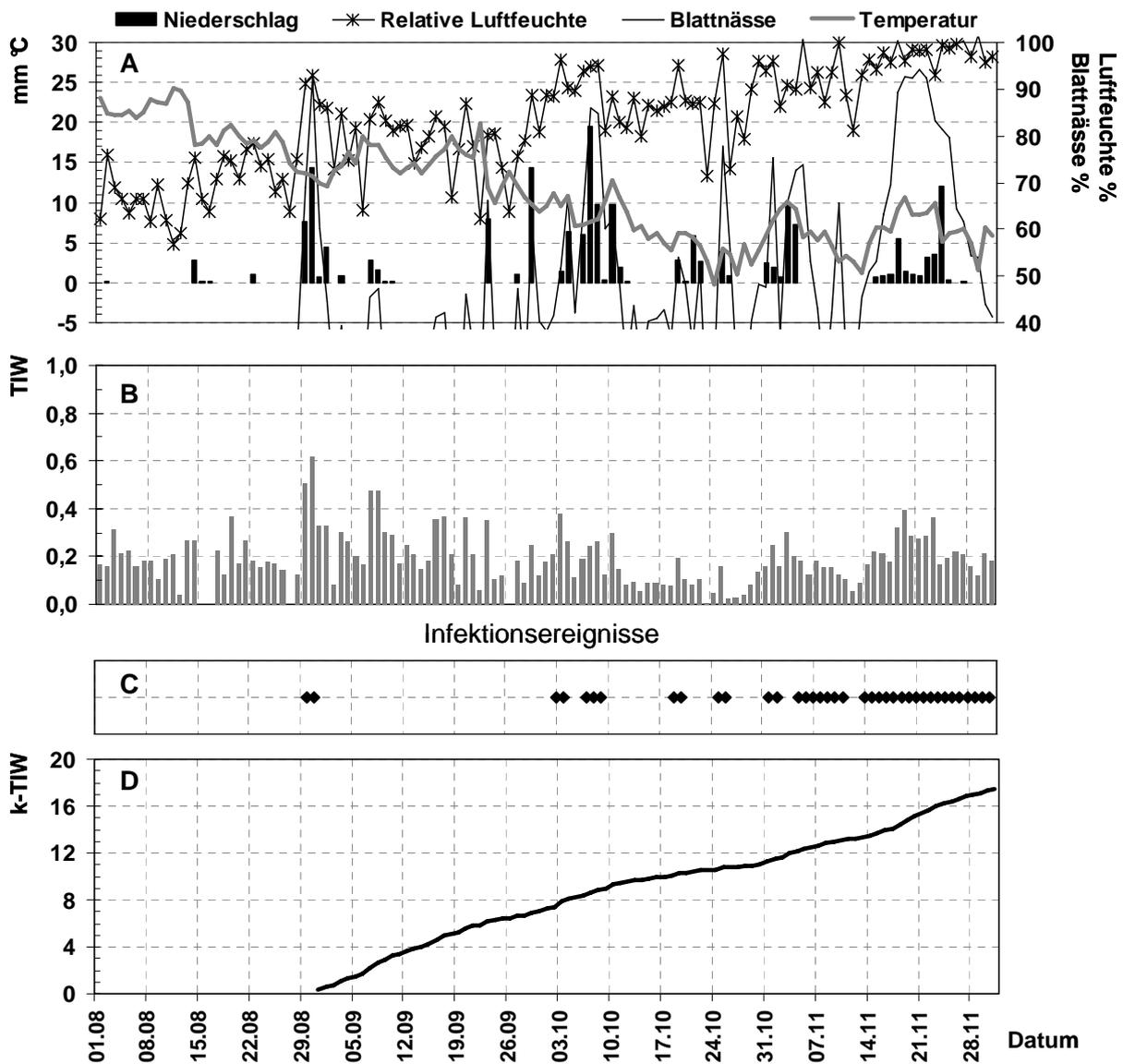


Abb. 4: Standort Birkenmoor, Herbst 2003, Zusammenhang zwischen Witterungsdaten (Niederschlag mm, Luftfeuchte %, Blattnässe % und Temperatur °C) (A), und den Parametern für das Infektionsrisiko, Tagesinfektionswert (TIW) (B), Infektionsereignisse (C), kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) (D)

In Abbildung 4 und 5 sind beispielhaft die Visualisierung der Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Witterungskonstellationen im Herbst am Standort Birkenmoor in den Jahren 2003 (geringer Herbstbefall) und 2004 (starker Herbstbefall) und den daraus

errechneten, täglichen differierenden Infektionsrisiken anhand des Tagesinfektionswertes (TIW), die Infektionsereignisse in Form einer gepunkteten Linie (Abb. 4 C, Abb. 5 C) sowie der Verlauf des kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) (Abb. 4 D, Abb. 5 D) dargestellt.

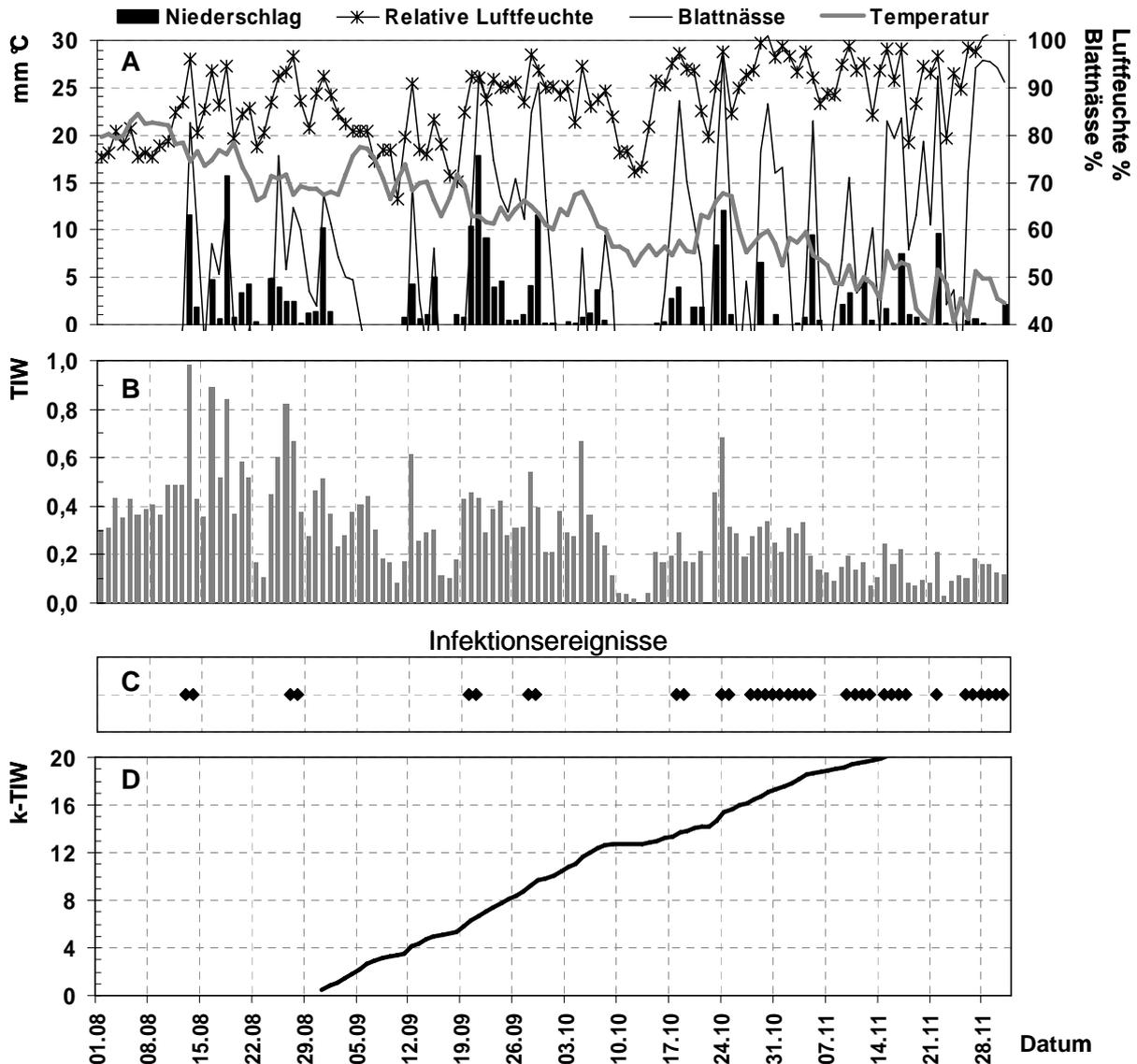


Abb. 5: Standort Birkenmoor Herbst 2004, Zusammenhang zwischen Witterungsdaten (Niederschlag mm, Luftfeuchte %, Blattnässe % und Temperatur °C) (A) und den Parametern für das Infektionsrisiko, Tagesinfektionswert (TIW) (B), Infektionsereignisse (C), kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) (D)

Das Jahr 2003 ist gekennzeichnet durch einen heterogenen Temperaturverlauf sowie eine geringe Niederschlagsverteilung. Demzufolge fallen die TIW niedrig aus; auch ist die Anzahl der errechneten Infektionsereignisse im September gering. Der Verlauf der k-TIW ist langsam ansteigend (Abb. 4 D). Im Gegensatz hierzu kommt es im Herbst 2004 aufgrund der hohen Temperaturen und der ausreichenden Niederschlagsverteilung sowie hoher Werte für die

Luftfeuchte und Blattnäse, über den dargestellten Zeitverlauf zu hohen TIW. Insbesondere die regenreiche Phase Ende September / Anfang Oktober führt bei der Addition der TIW zu stark ansteigenden k-TIW. Erste Infektionen werden bereits Ende August errechnet (Abb. 5 C).

3.1.3 Entwicklung der Mindestanforderung für die Feuchteparameter und der Grenzwerte für den kumulierten Tagesinfektionswert als Grundlage der Herbstprognose

Für die Herleitung der Grenzwerte auf Basis des kumulierten Tagesinfektionswertes als Ausgangspunkt der Herbstprognose wurden zwei Befallsbedingungen in der Epidemiologie des Erregers im Herbst gewählt, die charakteristische Befallsbedingungen widerspiegeln und sich durch Bestandesbonituren nachvollziehen lassen.

Für die Bedingungen „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit größer 50 %“ (BHB50), abgeleitet aus den vorhandenen 51 Fallstudien, wurden die jeweiligen kumulierten Tagesinfektionswerte bei variierenden Voraussetzungen für die Mindestanforderungen der Feuchteparameter, vom Zeitpunkt der Aussaat bis zum Erreichen der jeweiligen Bedingung, errechnet und gegenübergestellt.

Ziel der Entwicklung von Grenzwerten für den k-TIW ist es, die durch Standort- und Jahreseinflüsse bedingte Streuung der Werte zu minimieren, um einen für die Prognose geeigneten Wert abzuleiten. Durch Variation der Mindestanforderungen für die Feuchteparameter Luftfeuchtigkeit, Niederschlag und Blattnäse bzw. unterschiedliche Konstellationen der Parameter zueinander, konnte die Streuung der TIW für die einzelnen Befallsbedingungen beeinflusst werden.

Die Streuung der errechneten Werte aller Fallstudien für die Befallsbedingungen „ESS“ (n=51) und „BHB50“ (n=42) sind unabhängig von Standort und Sorte, in der Abbildung 6 und Tabelle 12 dargestellt. Die geringere Anzahl der Fallstudien für die Befallsbedingung BHB50 resultiert aus den Studien, in denen der Befall so gering ausgeprägt war, dass dieser Befallsparameter nicht erreicht wurde. Der erste Wert unter dem jeweiligen Boxplot stellt die eingesetzte Mindestluftfeuchte, der zweite Wert die Mindestniederschlagsmenge und der dritte Wert die Mindestblattnäse dar. Der Wert 0 bedeutet, dass der Feuchteparameter in diesem Boxplot unbeachtet ist.

Die Werte in den Abbildungen geben bereits optimierte kumulierte Tagesinfektionswerte an, darüber hinaus wurden weitere Konstellationen der Feuchteparameter getestet.

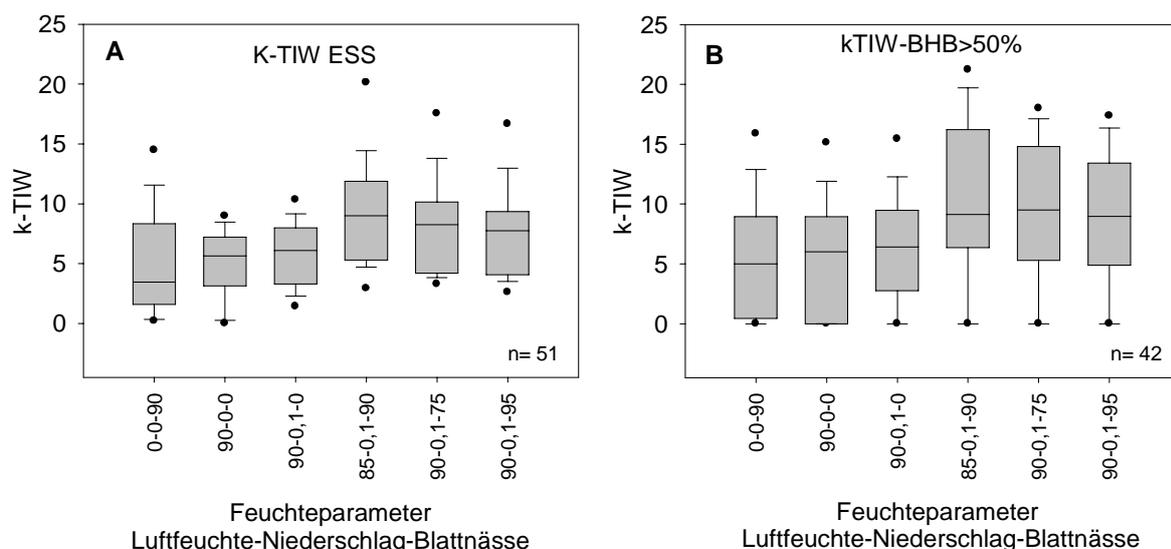


Abb. 6: Varianz der kumulierten Tagesinfektionswerte (k-TIW), Bedingung: „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit größer 50 %“ (BHB50), bei unterschiedlicher Variation der Mindestanforderung an die Feuchteparameter Luftfeuchte (%), Niederschlag (mm) und Blattnässe (%)

Tab. 12: Kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) bei unterschiedlicher Variation der Mindestanforderung an die Feuchteparameter Luftfeuchte (%), Niederschlag (mm), Blattnässe (%) für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50), Median, 25% Quantil, Min-/Max-Wert, Anzahl Fallstudien der jeweiligen Sorte(n), Mittelwert, Standardabweichung (SD)

	Befallsbedingung erste sichtbare Symptome (ESS)					
Feuchteparameter	0-0-90	90-0-0	90-0,1-0	85-0,1-90	90-0,1-75	90-0,1-95
Median	3,4	5,6	6,1	9,0	8,2	7,7
Quantil 25	1,6	3,2	3,3	5,6	4,9	4,3
n	51	51	51	51	51	51
Mittel	5,1	5,0	5,6	9,5	8,5	7,9
Min	0,0	0,0	0,4	2,6	2,8	2,4
Max	24,6	15,7	16,0	26,4	26,2	25,0
SD	4,9	3,1	3,0	4,8	4,5	4,3
	Befallsbedingung Befallshäufigkeit >50% (BHB50)					
Feuchteparameter	0-0-90	90-0-0	90-0,1-0	85-0,1-90	90-0,1-75	90-0,1-95
Median	6,4	7,5	8,1	11,2	9,9	9,3
Quantil 25	3,0	4,7	4,9	8,7	8,3	7,4
n	42	42	42	42	42	42
Mittel	6,9	7,1	7,8	12,6	11,4	10,6
Min	0,0	0,0	1,0	5,6	4,4	3,8
Max	18,2	15,9	16,1	21,5	21,4	19,0
SD	4,7	4,2	3,9	5,0	4,4	4,2

Bei der Auswahl einer geeigneten Feuchtekombination, die in die Prognose einfließt, wurde der prozentuale Anteil der durch die jeweilige Feuchtekonstellation bestimmbareren Erstinfektionen der 51 Fallstudien herangezogen (Abb. 7). Demnach lässt sich bei der

Feuchtekombination mit einer Mindestluftfeuchte von 85 % oder Mindestniederschlagsmenge von 0,1 mm oder Mindestblattnässe von 90% der größte Anteil der Erstinfektionen, bei dem die Infektionsbedingungen von mindestens 24 Stunden (min 24 h) permanenter Blattfeuchte erfüllt sind, errechnen.

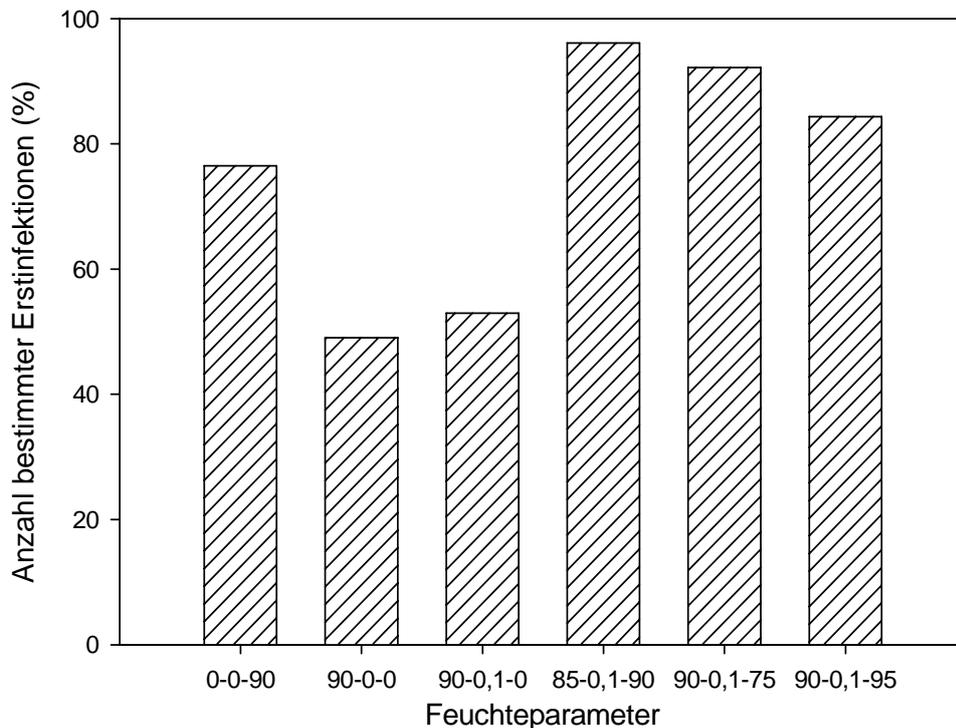


Abb. 7: Anteil Erstinfektionen bei unterschiedlicher Variation der Feuchteparameter Luftfeuchte (%), Niederschlag (mm) und Blattnässe (%) für die Infektionsbedingungen von mindestens 24h permanenter Blattfeuchte

3.1.4. Prognostizierte Applikationstermine und Ergebnisse der epidemiologischen Befallserhebungen

Die prognostizierten Applikationstermine und das tatsächliche Auftreten erster Befallshäufigkeiten (BHB %) für die Befallsbedingungen „erste sichtbarer Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit > 50 %“ (BHB50) sind in der Tabelle 13 dargestellt.

Die Terminierung der Applikationen wurde von den zuvor ermittelten kumulierten Tagesinfektionswerten der Einzelstandorte abgeleitet.

In Birkenmoor 2005/2006 wurde die Applikation der Befallsbedingung ESS um eine Woche verspätet, nach dem tatsächlichen Auftreten erster Befallssymptome, durchgeführt. Die von den k-TIW abgeleitete Erfüllung der Befallsbedingung BHB50 wurde annähernd 14 Tage zu früh eingeschätzt, bedingt durch den vergleichsweise schwachen Befallsverlauf im Herbst 2005. Im Herbst 2006 wurden die Befallsbedingungen, insbesondere für den Befallsparameter

ESS, fast zeitnah vorhergesagt; der Zeitpunkt für die Befallsbedingungen BHB50 wurde um eine Woche überschätzt, allerdings lagen die bonitierten Befallshäufigkeiten auch schon deutlich über 50 %.

Für den Standort Hovedissen konnte im Herbst 2005 eine zeitnahe Prognose der Befallshäufigkeit festgestellt werden. Im Herbst 2006 wurde der Befall für die Bedingung ESS unterschätzt und erst eine Woche nach dem tatsächlichen Erreichen angezeigt. Bei der Prognose der Bedingung BHB50 konnte der Befall in der Sorte Pronto fast zeitnah zum tatsächlichen Befallsauftreten prognostiziert werden; in der Sorte Talent wurde der Befall überschätzt.

Zufriedenstellende Ergebnisse prognostizierter Befallsbedingungen konnten in beiden Jahren am Standort Großenstein berechnet werden. Die prognostizierten Befallstermine differierten für die Befallsbedingung BHB50 im Herbst 2006 nur um maximal 4 Tage von den tatsächlich bonitierten Befallshäufigkeitswerten.

In Freising wurde das Erfüllen der bestimmten Befallsparameter (ESS, BHB50) im Herbst 2005 in beiden Fällen um ca. zwei Wochen zu früh angezeigt. In 2006 hingegen konnten die Befallsbedingungen ESS und BHB50 mit Hilfe der k-TIW gut bestimmt werden.

Tab. 13: Relation tatsächlicher bonitierter Befallshäufigkeit (BHB %) und prognostizierter Befallsbedingungen „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit > 50 %“ (BHB50) der Jahre 2005/2006, 2006/2007, Sorten: Talent und Pronto, Standorte Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein, Freising

Jahr	Standort	Sorte	Auflauf- termin	erste sichtbare Symptome			Befallshäufigkeit >50%		
				bonitiert am		appliz. ESS	bonitiert am		appliz. BHB50
				Datum	Datum	BHB %	Datum	Datum	BHB %
2005-2006	Birkenmoor	Talent	27.08	26.09	8	03.10.	31.10	55	07.10.
2005-2006	Birkenmoor	Pronto	27.08	26.09	10	03.10.	24.10	65	07.10.
2006-2007	Birkenmoor	Talent	31.08	25.09	53	25.09.	16.10	98	09.10.
2006-2007	Birkenmoor	Pronto	31.08	25.09	63	25.09.	16.10	85	09.10.
2005-2006	Hovedissen	Talent	07.09	26.09	28	28.09.	07.11	55	05.10.
2005-2006	Hovedissen	Pronto	07.09	26.09	18	28.09.	17.10	50	05.10.
2006-2007	Hovedissen	Talent	12.09	02.10	5	09.10.	23.10	95	13.10.
2006-2007	Hovedissen	Pronto	12.09	02.10	5	09.10.	09.10	50	13.10.
2005-2006	Großenstein	Talent	06.09	26.09	93	28.09.	03.10	100	04.10.
2005-2006	Großenstein	Pronto	06.09	26.09	98	28.09.	03.10	100	04.10.
2006-2007	Großenstein	Talent	28.08	25.09	48	25.06.	02.10	50	06.10.
2006-2007	Großenstein	Pronto	28.08	25.09	38	25.06.	02.10	50	06.10.
2005-2006	Freising	Talent	16.09	17.10	30	04.10.	24.10	65	07.10.
2005-2006	Freising	Pronto	16.09	17.10	45	04.10.	24.10	58	07.10.
2006-2007	Freising	Talent	04.09	02.10	18	04.10.	09.10	70	09.10.
2006-2007	Freising	Pronto	04.09	02.10	28	04.10.	09.10	68	09.10.

3.1.4 Variation der kumulierten Tagesinfektionswerte in Abhängigkeit vom Standort, Jahr und Sorte

Nachdem die Mindestanforderungen für die Feuchteparameter definiert waren, wurden die Varianzen für die Faktoren Standort, Jahr und Sorte analysiert. Zwischen den kumulierten Tagesinfektionswerten der Befallsbedingungen ESS und BHB50 kam es bei dieser Betrachtung zu konstanten Differenzen der Werte zueinander, bedingt durch die zeitliche Abfolge des Erreichens dieser Parameter in der Pathogenese des Erregers.

Für die Standorte wurde festgestellt, dass die kumulierten Tagesinfektionswerte deutlich voneinander abwichen (Abb. 8), was ein Vergleich der Medianwerte (Tab. 14) bestätigt. Differenzen in der Streuung wurde ebenfalls für die einzelnen Jahre festgestellt (Abb. 9, Tab. 15). Dieser Sachverhalt war allerdings bezüglich der unterschiedlichen Befallsverläufe in den einbezogenen Studien zu erwarten. In Jahren mit geringem Befall summieren sich die Tagesinfektionswerte im Zeitverlauf zu sehr hohen kumulierten Tagesinfektionswerten auf. Da in befallsschwachen Jahren Erregersymptome zumeist erst spät im Herbst sichtbar wurden, bedingt dies sehr hohe Tagesinfektionswerte, die sich somit von Werten aus befallstarken Jahren mit in der Regel früh auftretendem Befall und somit geringen kumulierten Tagesinfektionswerten unterscheiden.

Der Jahreseffekt ist auch ein Grund für die Streuung und Differenz der Standorte untereinander (Abb. 8). Insbesondere am Standort Ehst lagen die kumulierten Tagesinfektionswerten sehr hoch, da hier die Anzahl der Studien und der Befall der betrachteten Jahre gering waren. Am Standort Großenstein dagegen fielen die kumulierten Tagesinfektionswerte für die beiden Befallsbedingungen sehr gering aus und unterlagen dabei einer nur geringen Varianz. Dieser Standort verzeichnete im Beobachtungszeitraum 2004-2006 jeweils einen frühen und ausgeprägten Herbstbefall mit einer sehr kurzen Phase der vollständigen Progression der Bestände. Beide Befallsbedingungen (ESS und BHB50) waren nach kurzer Zeit erreicht und hatten daher nur geringe kumulierte Tagesinfektionswerte zur Folge.

Geringe Unterschiede ergaben sich zwischen den Sorten Talent und Pronto, größere gegenüber der Sorte Express (Abb. 10, Tab. 16). Dies ist in den Jahreseffekten begründet. In den in der Sorte Express durchgeführten, dreijährigen Studien war der Befall nur in einem Jahr ausgeprägt.

Für die Ableitung der Applikationstermine im bundesweiten Monitoring wurden die Werte des 25% Quantils der einzelnen Standorte herangezogen (Tab. 14). Nach Überschreiten der k-TIW für die Befallsbedingungen ESS und BHB50 wurden für die Standorte Applikationsempfehlungen ausgesprochen.

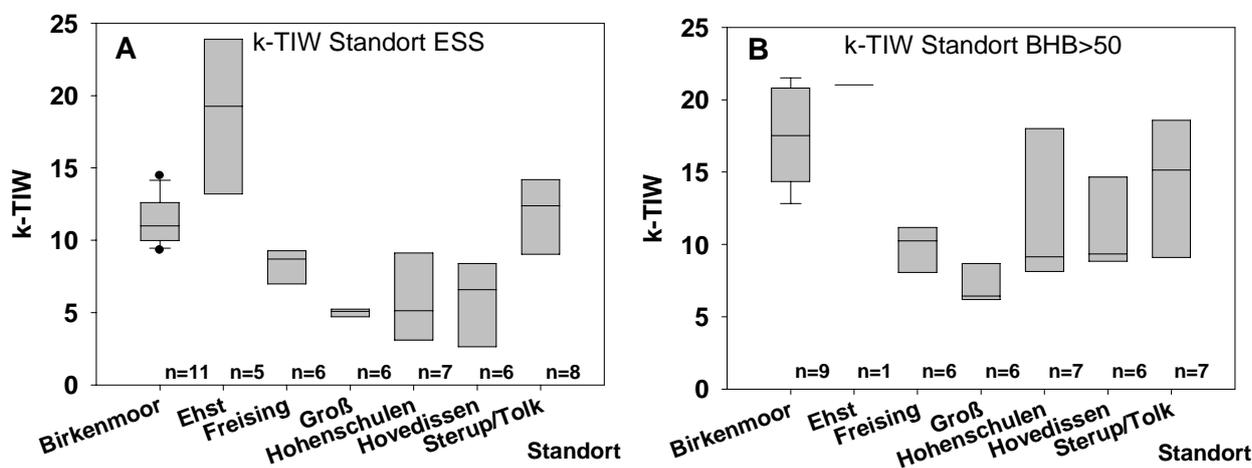


Abb. 8: Varianz der kumulierten Tagesinfektionswerte (k-TIW) an den Einzelstandorten für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) (A) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50) (B)

Tab. 14: Kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) der Standorte für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50), Median, 25% Quantil, Min-/ Max-Wert, Anzahl Fallstudien der jeweiligen Sorte(n), Mittelwert, Standartabweichung (SD) Feuchteparameter; relative Luftfeuchte >85 %, Niederschlag $\geq 0,1$ mm, Blattnässe ≥ 90 %

Befallsbedingung erste sichtbare Symptome (ESS)							
Standort	Birkenmoor	Ehst	Freising	Großenstein	Hohenschulen	Hovedissen	Sterup/Tolk
Median	14,9	19,3	8,7	5,1	5,1	6,6	12,4
Quantil 25	12,8	17,4	7,4	4,8	4,1	3,6	10,0
n	9,0	5	6	6	7	6	8
Mittel	14,5	18,7	8,4	5,0	6,1	5,9	11,5
Min	10,9	9,0	7,0	4,7	3,1	2,6	5,3
Max	17,3	26,4	10,4	5,2	9,1	8,4	14,3
SD	2,7	6,4	1,3	0,2	2,6	2,6	3,2
Befallsbedingung Befallshäufigkeit >50% (BHB50)							
Standort	Birkenmoor	Ehst	Freising	Großenstein	Hohenschulen	Hovedissen	Sterup/Tolk
Median	17,5	*	10,2	6,4	9,1	9,3	16,2
Quantil 25	15,9		8,6	6,3	8,6	9,1	12,6
n	9		6	6	7	6	7
Mittel	17,6		9,8	7,0	11,0	10,9	15,2
Min	12,8		8,1	5,7	5,6	8,0	8,4
Max	21,5		11,2	8,7	18,0	15,5	19,9
SD	3,3		1,4	1,3	4,9	3,2	4,2

* Am Standort Ehst wurden 50% Befallshäufigkeit nicht erreicht.

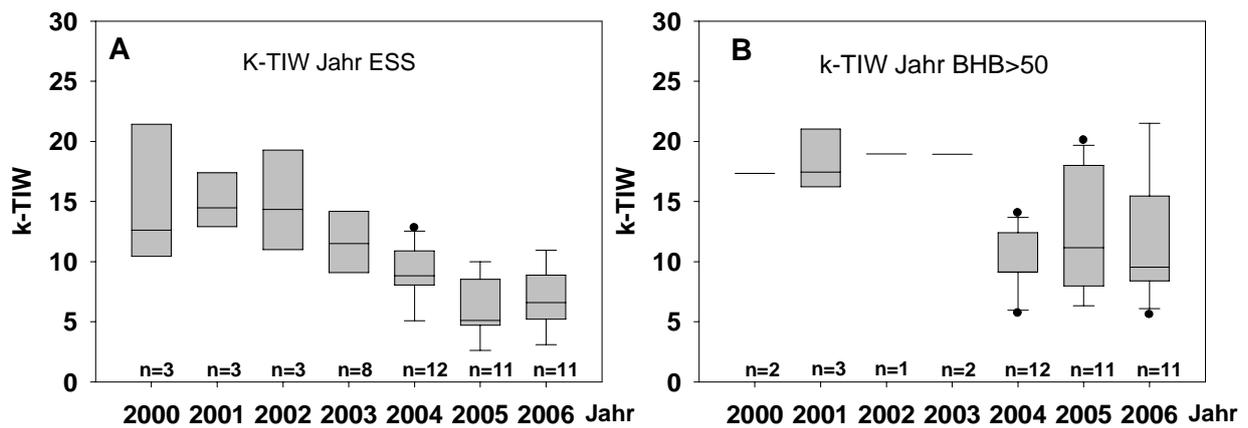


Abb. 9: Varianz der kumulierten Tagesinfektionswerte (k-TIW) in Einzeljahren für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) (A) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50) (B)

Tab. 15: Kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) in den Einzeljahren für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50), Median, 25 % Quantil, Min-/ Max-Wert, Anzahl Fallstudien der jeweiligen Sorte(n), Mittelwert, Standardabweichung (SD) Feuchteparameter; relative Luftfeuchte >85 %, Niederschlag $\geq 0,1$ mm, Blattnässe ≥ 90 %

Befallsbedingung erste sichtbare Symptome (ESS)							
Jahr	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007
Median	12,6	14,5	14,3	11,5	8,8	5,1	6,6
Quantil 25	11,5	13,1	12,7	9,2	8,3	4,7	5,2
n	3	3	3	8	12	11	11
Mittel	14,8	14,1	14,9	12,8	9,0	6,1	6,8
Min	10,5	12,9	11,0	5,9	5,1	2,6	3,1
Max	21,4	17,4	19,3	26,4	12,8	10,0	11,0
SD	5,8	2,3	4,2	6,2	2,4	2,6	2,8
Befallsbedingung Befallshäufigkeit >50% (BHB50)							
Jahr	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007
Median	17,3	17,4	19,0	18,9	9,1	11,2	9,6
Quantil 25	16,6	16,8	19,0	18,4	9,1	8,0	8,5
n	2	3	1	2	12	11	11
Mittel	17,3	18,2	19,0	18,9	10,0	12,4	11,6
Min	15,9	16,2	19,0	17,9	5,7	6,3	5,6
Max	18,8	21,0	19,0	19,9	14,1	20,1	21,5
SD	2,1	2,5		1,4	2,5	5,3	5,4

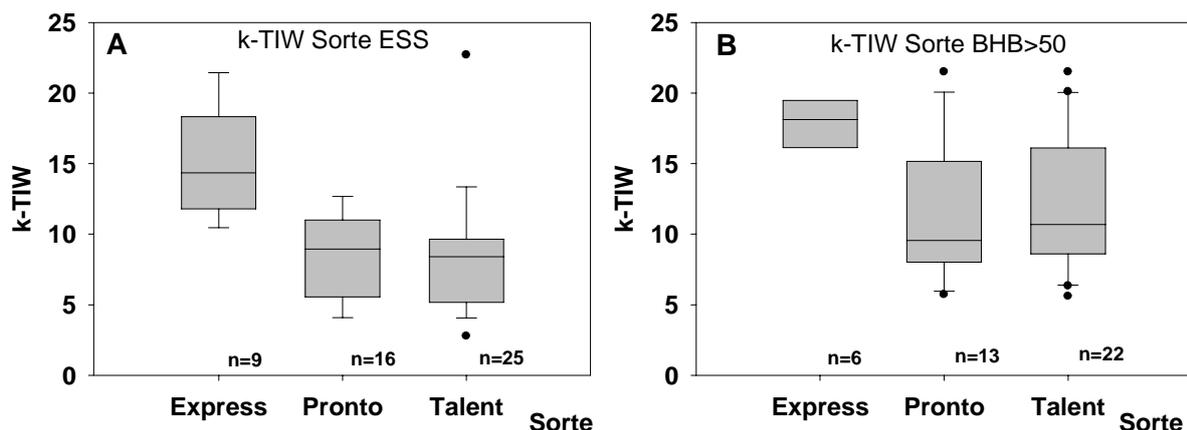


Abb. 10: Varianz der kumulierten Tagesinfektionswerte (k-TIW) in den Sorten für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) (A) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50) (B)

Tab. 16: Kumulierter Tagesinfektionswert (k-TIW) in den Sorten für die Befallsbedingung „erste sichtbare Symptome“ (ESS) und „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50), Median, 25 % Quantil, Min-/ Max-Wert, Anzahl Fallstudien der jeweiligen Sorte(n), Mittelwert, Standardabweichung (SD) Feuchteparameter relative Luftfeuchte >85 %, Niederschlag $\geq 0,1$ mm, Blattnässe ≥ 90 %

Sorte	Befallsbedingung ESS			Befallsbedingung BHB>50%		
	Express	Pronto	Talent	Express	Pronto	Talent
Median	14,3	9,0	8,4	18,1	9,6	10,7
Quantil 25	12,6	6,3	5,2	16,5	8,1	8,8
n	9	16	25	6	13	22
Mittel	14,9	8,6	8,5	18,1	11,3	12,1
Min	10,5	2,6	2,6	15,9	5,7	5,6
Max	21,4	14,2	26,4	21,0	21,5	21,5
SD	3,8	3,1	4,7	1,9	4,8	4,8

3.2 Zusammenhang zwischen dem kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) und der Befallshäufigkeit (BHB %)

Bei der Überprüfung einer Abhängigkeit zwischen dem Befallsverlauf der Befallshäufigkeit (BHB %) und dem Verlauf des kumulierten Tagesinfektionswertes (k-TIW) aller Studien im Zeitraum September/Oktober, konnte kein Zusammenhang belegt werden. Die Darstellung aller Werte (Abb. 11) verdeutlicht jedoch, dass sich innerhalb der Punktwolken unterschiedliche Cluster bilden.

Ein Teil der differenzierten Streuung ist durch Jahreseffekte bedingt. Analog der Streuung der k-TIW für die Befallsbedingungen ESS und BHB50 (Abb. 9) lässt sich auch hier eine Erklärung für den ausbleibenden Zusammenhang befallschwacher (Abb. 12 A) gegenüber

befallsstarker (Abb. 12 B) Jahre sehen. Für Jahre mit einem ausgeprägtem Befall lässt sich demnach eine Beziehung herstellen (Abb. 12 B).

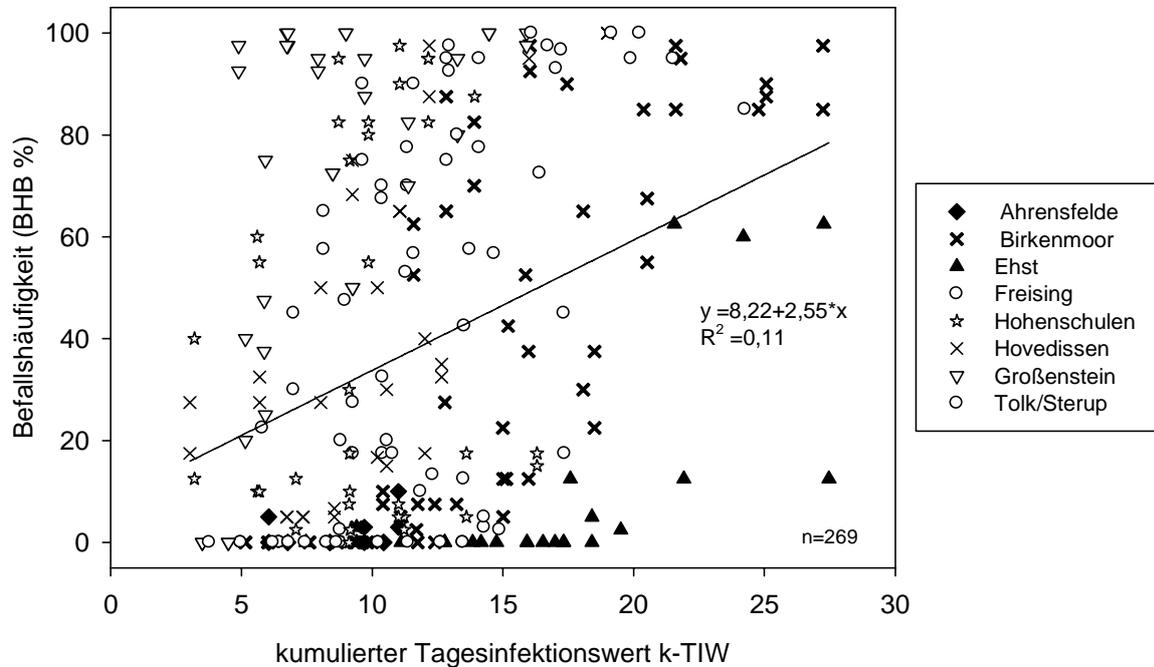


Abb. 11: Zusammenhang des kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) und der Befallshäufigkeit (BHB %) über alle Studien im Zeitraum September bis Oktober

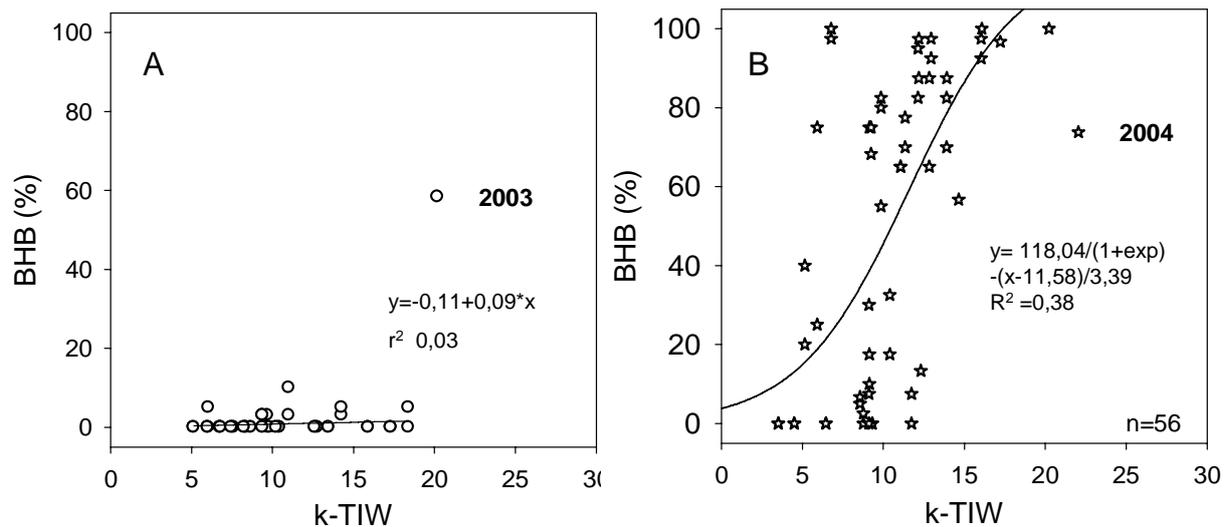


Abb. 12: Zusammenhang des kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) und der Befallshäufigkeit (BHB %), Jahre 2003 (A) und 2004 (B) über alle Studien im Zeitraum September bis Oktober

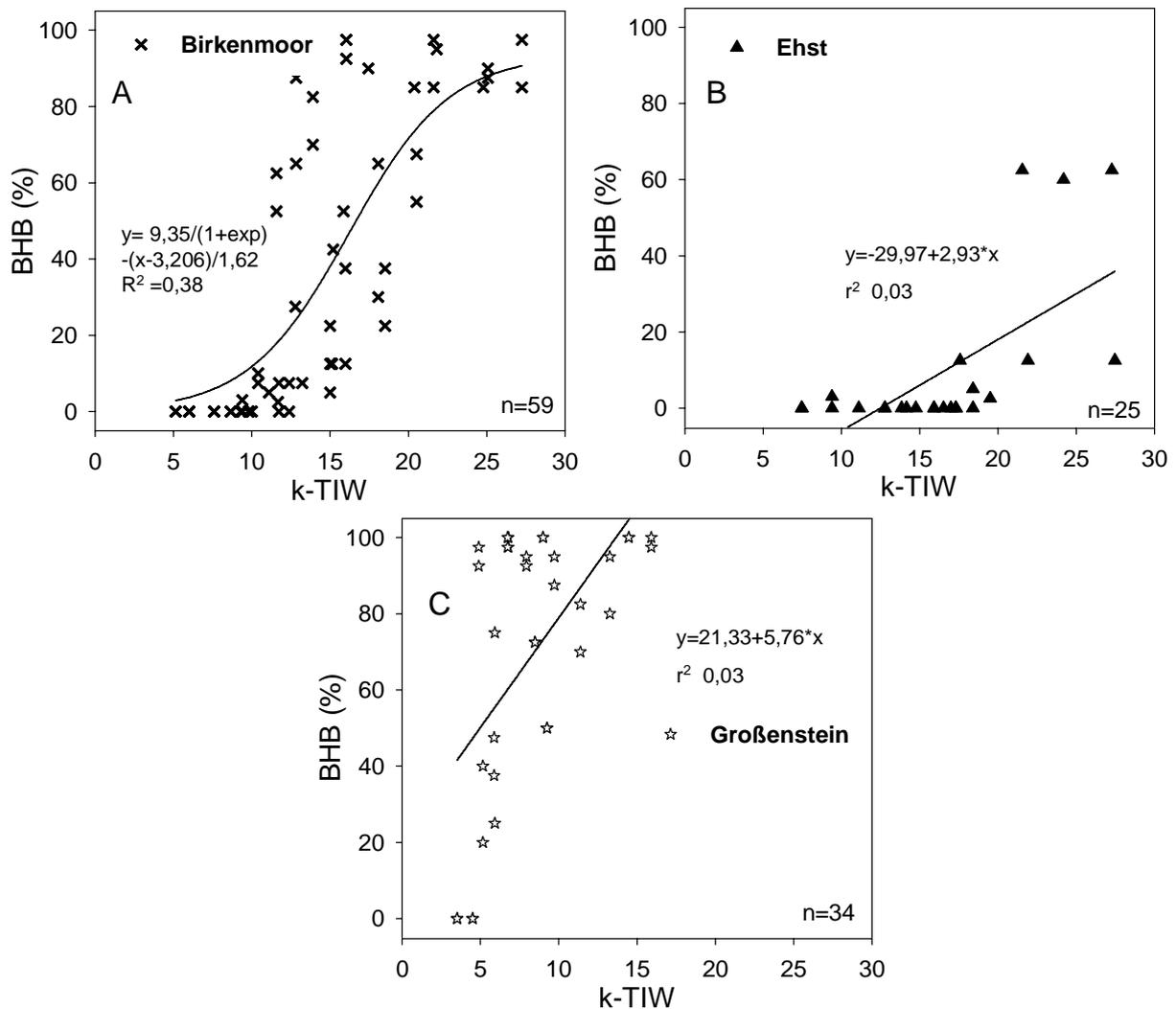


Abb. 13: Zusammenhang des kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW) und der Befallshäufigkeit (BHB %), Standorte Birkenmoor (A), Ehst (B) und Großenstein (C), Zeitraum September bis Oktober

Standorteffekte sind ebenfalls zu belegen. An Standorten, die einen schwachen Befall mit zudem sehr spätem Auftreten aufweisen (Abb. 13 B), bedingen sehr geringe Befallshäufigkeiten hohe k-TIW, die im Laufe der Zeit trotz geringem Befall hoch ausfallen. Ein Problem besteht ebenfalls bei Standorten, die in relativ kurzer Zeit einen starken Erregerbefall vorweisen, an diesen Standorten ist der Stichprobenumfang gering und es fehlen Erfahrungen aus Jahren mit geringem Blattbefall (Abb. 13 C).

Dem gegenüber resultiert für Standorte, die über mehrere Jahre beobachtet wurden, ein stark ausgeprägter Zusammenhang zwischen den k-TIW und der Befallshäufigkeit (Birkenmoor Abb. 13 A).

3.3 Ergebnisse des bundesweiten Rapsmonitoring

3.3.1 Witterungsverlauf

Beim Vergleich der Witterungsverläufe an den Einzelstandorten (Tab. 17, Abb. 14, Abb. 15) ist zu beobachten, dass in den Monaten September und Oktober der Jahre 2004 und 2006 ein Temperaturgefälle von Nord nach Süd vorherrscht. Dabei unterscheiden sich insbesondere die Standorte Birkenmoor und Hovedissen (Abb. 14) von den Standorten Großenstein und Freising (Abb. 15).

Beim Vergleich der einzelnen Standorte im Herbst 2004 mit den jeweiligen langjährigen Mittelwerten zeichnet sich für die Standorte Hovedissen und Großenstein in den Monaten Oktober und November eine Unterschreitung der Werte des langjährigen Mittels ab. Eine über alle Standorte gleichermaßen ausgeprägte Abweichung vom Temperaturmittel zeigt sich im Frühjahr 2005 in den Monaten Februar und März, erst ab April gleichen sich die Temperaturen wieder den Durchschnittswerten an (Abb. 14, Abb. 15).

Im Herbst 2005 ist in Birkenmoor ein Niederschlagsdefizit im September zu verzeichnen, in Großenstein werden im September und Oktober die Durchschnittswerte nicht erreicht. Insbesondere in Hovedissen liegen die Niederschlagsaufkommen über dem langjährigen Mittel und verzögern die Rapsaussaat auf Anfang September. Unterdurchschnittlich sind die Niederschlagsaufkommen in Birkenmoor in den Monaten Februar, März und April, während es in Großenstein im Zeitraum März/April zu gravierenden Niederschlagsdefiziten kommt. Im Gegensatz dazu sind in Freising im April überdurchschnittliche Niederschläge gefallen.

Im Jahr 2005/2006 wurden an allen Standorten gegenüber den Monatsmitteltemperaturen im September leicht überdurchschnittliche Werte gemessen. Über den Winter fielen die Temperaturen allerdings bundesweit bis unter das langjährige Mittel. Insbesondere in Hovedissen und an den beiden südlichen Standorten ist dieses Temperaturdefizit, mit Auswirkungen auf den Vegetationsbeginn, auffällig.

Starke Niederschläge Ende August 2006 verzögern wie schon im Vorjahr in Hovedissen und ebenfalls in Freising die Rapsaussaat. Bei der Niederschlagsverteilung sind im Winter 2006/2007 in Birkenmoor Niederschlagsdefizite zu beobachten; überdurchschnittliche Niederschlagsaufkommen treten dagegen in Hovedissen zwischen Februar und Juni, sowie in Freising zwischen März und Juni auf.

Das Ausnahmejahr 2006/2007 wartete an allen Standorten über den gesamten Beobachtungszeitraum mit überdurchschnittlichen Temperaturwerten auf. Insbesondere der

Ergebnisse

Winter fiel sehr mild aus. Auffällig in dieser Boniturperiode waren die erheblichen Niederschlagsdefizite im April, die an allen Standorten zu verzeichnen waren. Darüber hinaus waren auch im Januar und März in Hovedissen unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen zu belegen.

Tab. 17: Witterungsverlauf, Monatsmittelwerte Temperatur (°C), monatliches Niederschlagsaufkommen (mm), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein, Freising, im Vergleich zum langjährigen Mittel (lgj.), Referenzstandorte für langjähriges Mittel: Birkenmoor = Schleswig, Hovedissen = Münster/Osnabrück, Großenstein = Erfurt, Freising = Freising, Jahre 2004/2005 (04/05), 2005/2006 (05/06), 2006/2007 (06/07)

monatsmittelwerte Temperatur °C																
Standort	Birkenmoor				Hovedissen				Großenstein				Freising			
Jahr	04 /05	05 /06	06 /07	lgj.	04 /05	05 /06	06 /07	lgj.	04 /05	05 /06	06 /07	lgj.	04 /05	05 /06	06 /07	lgj.
Aug.	17,5	15,5	16,7	17,0	18,9	15,6	15,1	18,0	15,2	15,8	16,3	17,7	18,3	15,7	14,8	17,6
Sept.	14,0	14,9	16,7	14,3	16,3	15,4	17,0	15,2	13,7	14,8	17,6	14,1	13,8	14,3	16,0	13,3
Okt.	10,0	11,8	12,6	9,8	10,5	11,4	12,6	10,8	9,5	10,4	12,4	9,4	9,8	9,6	10,9	9,1
Nov.	5,1	5,6	7,8	5,3	4,8	4,7	7,2	6,3	3,0	3,6	7,3	4,3	3,3	2,1	5,1	2,9
Dez.	3,1	2,5	6,4	2,7	2,0	1,4	4,5	3,4	-0,3	0,6	4,6	0,9	-1,0	-1,7	1,7	0,0
Jan.	3,6	-1,0	5,3	2,4	3,5	-2,2	4,5	3,6	0,9	-3,7	4,7	0,9	-0,4	-4,2	3,6	-0,7
Feb.	0,4	1,0	3,2	2,2	0,5	-0,6	4,0	3,7	-2,9	-1,2	4,1	1,3	-3,1	-2,0	4,0	0,7
Mär.	2,2	0,4	6,3	3,9	4,9	1,1	6,1	6,0	2,2	1,4	6,0	4,1	2,4	1,2	5,3	4,1
Apr.	8,0	6,7	9,7	7,9	9,7	7,3	10,8	10,0	8,7	8,5	10,8	8,6	9,1	8,3	11,8	8,8
Mai	11,5	11,4	12,1	12,2	12,4	12,6	13,2	14,1	12,7	13,3	15,1	13,3	12,9	13,1	14,6	13,9
Jun.	14,8	15,4	15,9	15,0	15,6	15,8	16,6	16,7	16,7	17,2	18,6	16,1	17,0	17,1	18,0	17,0
Jul.	17,6	20,3	16,1	17,1	18,1	20,9	16,7	18,4	18,4	22,7	18,7	17,8	17,7	21,4	17,5	18,0
Jahr	9,1	8,7	10,8	9,1	9,8	8,6	10,8	10,4	7,9	8,6	11,4	9,0	8,4	7,9	10,3	8,8
monatliche Niederschlagssummen °C																
Standort	Birkenmoor				Hovedissen				Großenstein				Freising			
Jahr	04 /05	05 /06	06 /07	lgj.	04 /05	05 /06	06 /07	lgj.	04 /05	05 /06	06 /07	lgj.	04 /05	05 /06	06 /07	lgj.
Aug	70	66	148	82	85	106	170	75	18	79	84	55	93	139	124	83
Sept	79	20	41	68	63	66	13	84	40	28	34	56	62	56	23	83
Okt	46	68	72	93	55	59	59	69	67	22	55	36	69	53	42	66
Nov	43	41	65	62	93	80	94	63	54	34	33	51	39	42	44	65
Dez	69	43	69	79	29	90	25	69	35	30	20	26	26	48	45	49
Jan	78	16	172	96	62	37	0	79	28	12	34	26	48	27	47	49
Feb	26	27	53	66	47	75	27	57	29	19	32	27	55	40	50	44
Mär	45	54	64	58	40	94	0	60	12	47	49	44	41	130	37	60
Apr	16	58	2	50	30	89	4	55	9	48	4	35	112	122	12	66
Mai	66	68	73	50	63	109	202	76	48	62	89	68	90	94	148	87
Jun	44	43	117	82	41	80	98	64	65	37	115	61	66	154	109	84
Jul	105	33	142	106	67	58	110	83	92	22	93	77	160	7	121	92
Jahr	688	535	1016	891	674	942	801	835	496	439	641	561	858	912	802	827

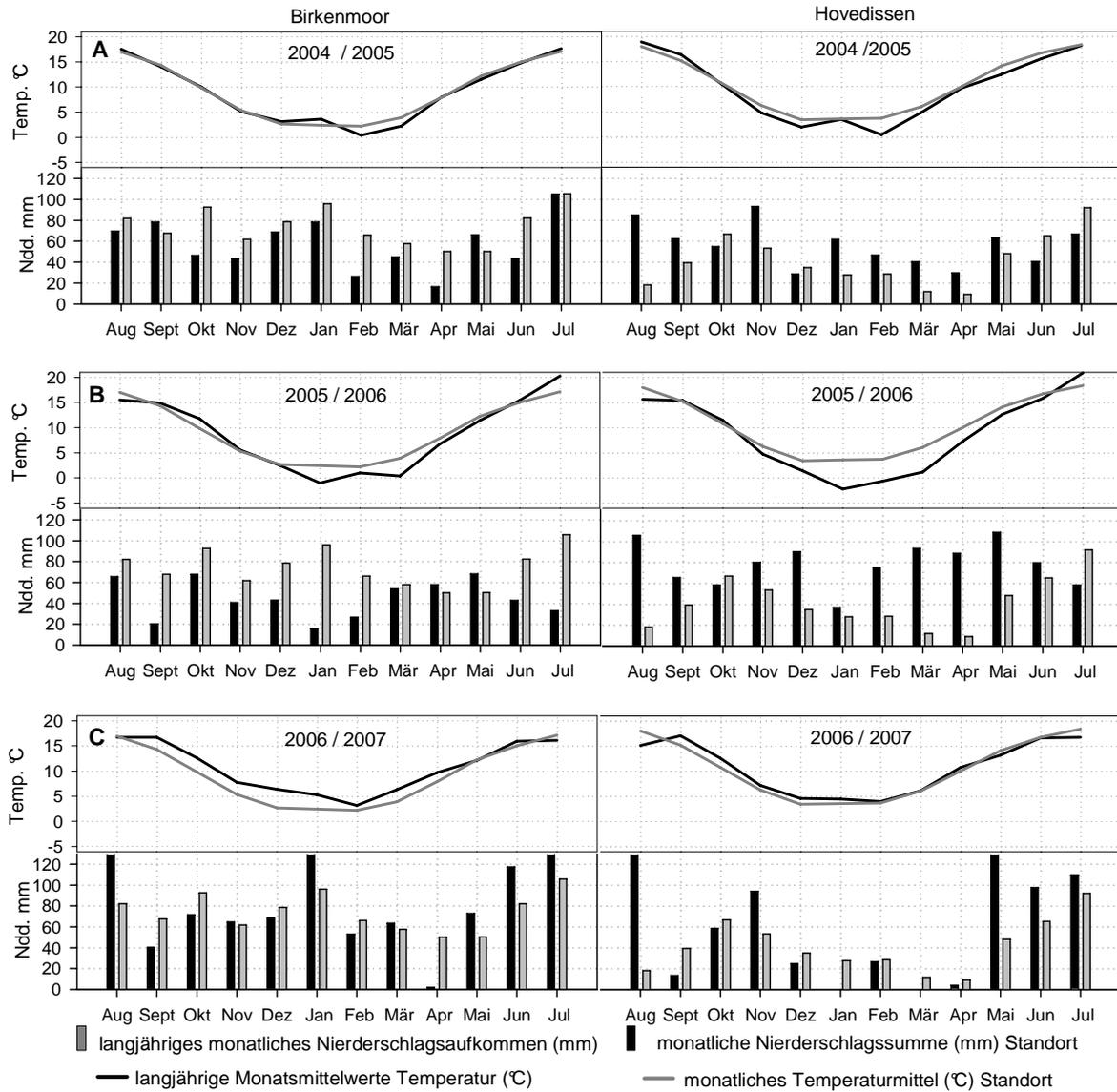


Abb. 14: Witterungsverlauf, Monatsmittelwerte Temperatur (°C), monatliches Niederschlagsaufkommen (mm), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, im Vergleich zum langjährigen Mittel (langj.), Referenzstandorte Birkenmoor = Schleswig, Hovedissen = Münster/Osnabrück, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B), 2006/2007 (C)

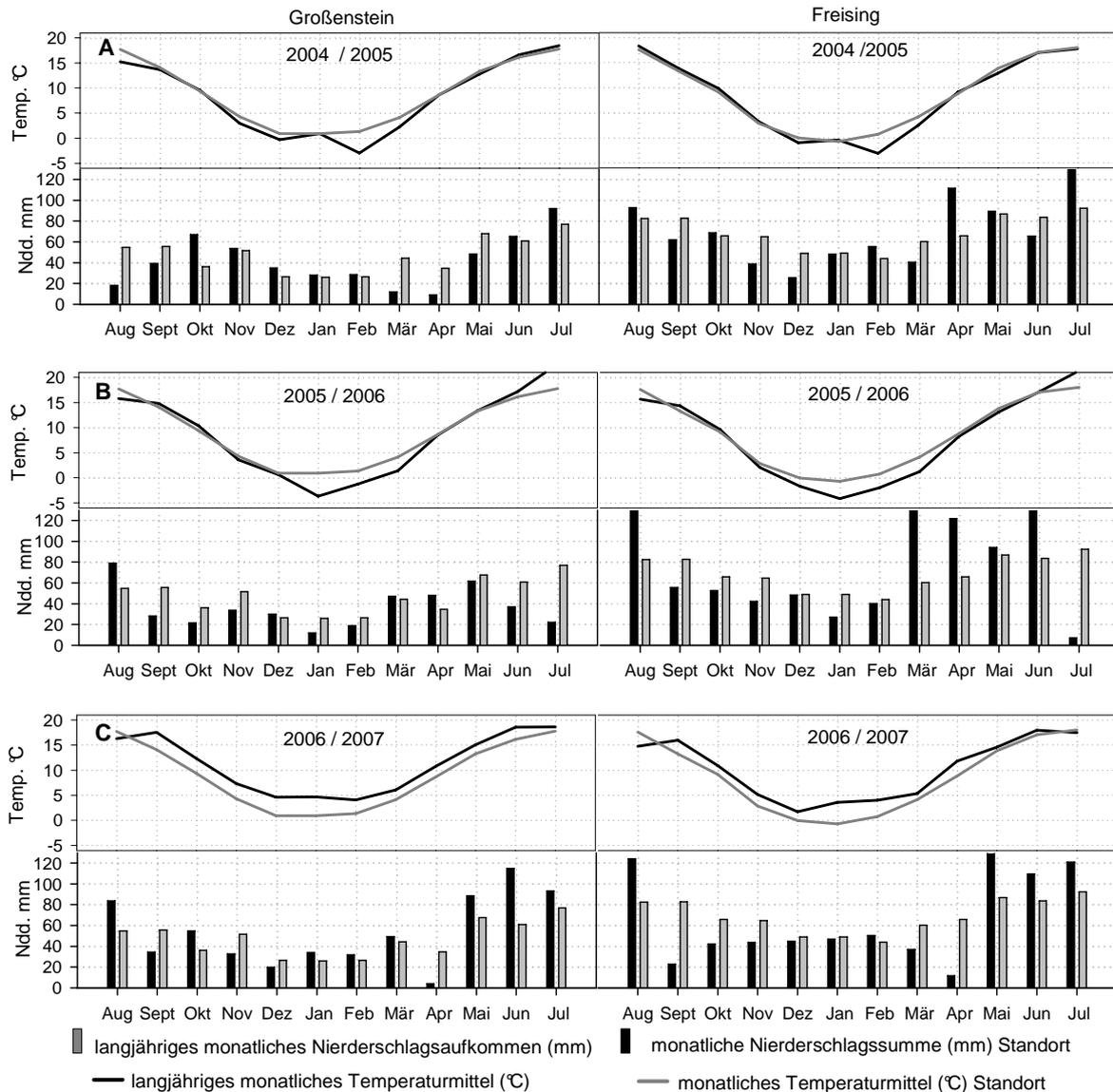


Abb. 15: Witterungsverlauf, Monatsmittelwerte Temperatur (°C), monatliches Niederschlagsaufkommen (mm), Standorte: Großenstein, Freising, im Vergleich zum langjährigen Mittel (langj.), Referenzstandorte Großenstein = Erfurt, Freising = Freising, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B), 2006/2007 (C)

3.3.2 Pseudothecienentwicklung

Die Entwicklung der Fruchtkörper auf den Ernteresiduen ist anhand der folgenden Tabellen (Tab. 18, Tab. 20) und Abbildungen (Abb. 16 bis Abb. 20) für die Jahre 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007 erläutert. In der Regel konnten schon zu Beginn der Bonituren in allen Jahren erste, fast vollständig ausgebildete Fruchtkörper festgestellt werden. Grundsätzlich ist mit fortschreitendem Beobachtungstermin und zunehmender Seneszenz der Erntereste eine gesteigerte Pseudothecienentwicklung an allen Standorten festzustellen

gewesen. Mit ansteigender Befallshäufigkeit, sowohl am Wurzelhals als auch am Stängel stieg der Reifegrad der Fruchtkörper gleichermaßen an. Bei der Entwicklung der Pseudothecien im Wurzelhalsbereich konnten im Vergleich zum Stängel größere Schwankungen für die Befallsstärke festgestellt werden. In der Regel überstiegen die Befallswerte am Stängel die Werte des Wurzelhalsbefalls deutlich.

Der gemittelte Reifegrad der ausgezählten Pseudothecien zeigte in allen Jahren einen ähnlichen Verlauf für den Wurzelhals und den Stängel. Zu Beginn der Boniturnphasen lagen die Boniturnoten bei Werten zwischen 2 und 3, im Laufe des Septembers und ab Anfang Oktober steigerten sie sich jedoch auf ein stabiles Maß von 4 bis 5. Bereits ab Oktober konnten vermehrt leere (Note 6) Pseudothecien dokumentiert werden. Allerdings reiften zu dieser Zeit unentwegt, analog zur Zunahme der Befallsstärke, neue Pseudothecien heran.

Der Verlauf der Häufigkeit des Befalls (BHB) verdeutlicht sowohl für den Wurzelhals, als auch für die Stängelfraktion in allen Untersuchungszeiträumen, dass an den einzelnen Standorten, bis Mitte/Ende Oktober eine zunehmende Ausbildung der Pseudothecien resultiert. Eine Ausnahme stellte der Standort Freising im Herbst 2004, bedingt durch eine erhöhte Erdbedeckung des Depots, dar.

Die ersten Pseudothecien waren in der Regel am Wurzelhals lokalisiert, zu meist in den etablierten Wurzelhalsläsionen, die auf vorangegangenen Wurzelhalsinfektionen zurückzuführen waren. Allerdings stieg die Bildung der Pseudothecien am Stängel, mit zunehmender Zersetzung desselben, ebenfalls schnell an.

Für den Standort Birkenmoor konnte in allen Jahren schon zu Beginn der Beobachtungszeiträume ein Befall mit Pseudothecien am Wurzelhals und Stängel dokumentiert werden, wobei der Anfangsbefall im Herbst 2006 am stärksten ausgeprägt war.

Für die Standorte Birkenmoor und Großenstein zeichneten sich im Herbst 2005 und 2006 gegenüber den Befallshäufigkeitswerten im Herbst 2004 eine Zunahme des Befalls der jeweiligen Wurzelhals- und Stängelfraktion ab, welche am Standort Großenstein durch eine erhöhte Anzahl gebildeter Pseudothecien Bestätigung fand. Insbesondere die Stängelfraktion in Großenstein war in den Jahren 2005 und 2006 stark mit Pseudothecien besetzt (Tab. 19 und Tab. 20). Die Befallsstärke am Wurzelhals unterlag am Standort Birkenmoor über alle Jahre im Vergleich zu den anderen drei Standorten den größten Schwankungen.

Ergebnisse

Tab. 18: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahre 2004-2005

Standort	Birkenmoor			Hovedissen			Großenstein			Freising		
Datum:	BHB	BSB	Note	BHB	BSB	Note	BHB	BSB	Note	BHB	BSB	Note
Pseudothecienentwicklung am Wurzelhals 2004-2005												
23.8.04	10,0	20,0	3,0	90,0	123,9	3,3	10,0	5,0	2,0	0,0	0,0	1,0
30.8.04	80,0	143,8	2,4	30,0	63,3	3,1	10,0	25,0	2,0	10,0	25,0	2,0
Ø Aug	45,0	81,9	2,7	60,0	93,6	3,2	10,0	15,0	2,0	5,0	12,5	1,5
6.9.04	80,0	187,5	2,6	50,0	68,0	3,8	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
13.9.04	90,0	122,2	2,4	30,0	41,7	3,3	0,0	0,0	1,0	10,0	25,0	2,4
20.9.04	90,0	108,3	2,7	70,0	75,0	3,8	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
26.9.04	90,0	191,7	3,8	60,0	91,7	4,3	10,0	100,0	3,0	0,0	0,0	1,0
Ø Sep	87,5	152,4	2,9	52,5	69,1	3,8	2,5	25,0	1,5	2,5	6,3	1,4
4.10.04	60,0	112,5	4,3	40,0	56,3	3,9	0,0	0,0	1,0	40,0	21,3	2,9
11.10.04	100,0	137,5	4,0	30,0	75,0	3,5	0,0	0,0	1,0	20,0	17,5	2,5
18.10.04	100,0	140,0	3,8	70,0	31,4	3,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
25.10.04	100,0	120,0	3,9	40,0	40,0	3,8	40,0	72,5	2,5	0,0	0,0	1,0
Ø Okt	90,0	127,5	4,0	45,0	50,7	3,7	10,0	18,1	1,4	15,0	9,7	1,9
1.11.04	90,0	163,9	4,1	0,0	0,0	1,0	50,0	145,0	3,4	0,0	0,0	1,0
8.11.04	90,0	108,3	4,4	50,0	32,0	3,1	30,0	86,7	3,0	0,0	0,0	1,0
15.11.04	100,0	115,0	4,6	30,0	53,3	3,1	90,0	227,8	3,9	0,0	0,0	1,0
22.11.04	90,0	69,4	4,8	20,0	62,5	4,0	80,0	109,4	4,3	20,0	12,5	3,0
29.11.04	0,0	0,0	1,0	30,0	141,7	5,0	60,0	167,5	4,3	0,0	0,0	1,0
Ø Nov	74,0	91,3	3,8	26,0	57,9	3,2	62,0	147,3	3,8	4,0	2,5	1,4
Ø Herb	78,0	116,0	3,4	42,7	63,7	3,5	25,3	62,6	2,3	6,7	6,8	1,5
13.12.04	-	-	-	-	-	-	80,0	96,9	4,2	-	-	-
3.1.05	80,0	49,4	5,3	-	-	-	90,0	127,8	4,8	-	-	-
11.4.05	-	-	-	0,0	0,0	1,0	80,0	296,9	4,8	0,0	0,0	1,0
9.5.05	70,0	52,1	5,6	30,0	20,0	6,0	90,0	210,0	5,2	40,0	83,8	6,0
Pseudothecienentwicklung am Stängel 2004-2005												
23.8.04	10,0	30,0	2,4	10,0	100,0	2,4	0,0	0,0	1,0	-	-	-
30.8.04	40,0	375,0	3,2	70,0	125,7	2,8	0,0	0,0	1,0	30,0	28,3	2,0
Ø Aug	25,0	202,5	2,8	40,0	112,9	2,6	0,0	0,0	1,0	30,0	28,3	2,0
6.9.04	70,0	105,0	2,3	30,0	50,0	3,7	10,0	15,0	2,0	0,0	0,0	1,0
13.9.04	40,0	212,5	2,6	30,0	66,7	2,8	30,0	55,0	2,0	10,0	10,0	2,8
20.9.04	70,0	115,7	2,2	40,0	43,8	3,1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
26.9.04	90,0	442,8	3,5	50,0	178,0	3,7	30,0	75,0	2,5	0,0	0,0	1,0
Ø Sep	67,5	219,0	2,7	37,5	84,6	3,3	17,5	36,3	1,9	2,5	2,5	1,5
4.10.04	70,0	185,7	4,1	20,0	75,0	3,5	10,0	50,0	3,6	0,0	0,0	1,0
11.10.04	100,0	260,0	3,7	40,0	37,5	3,8	30,0	93,3	2,9	0,0	0,0	1,0
18.10.04	100,0	373,5	3,6	60,0	55,8	3,5	30,0	58,3	3,2	0,0	0,0	1,0
25.10.04	100,0	432,5	3,5	50,0	97,0	4,6	50,0	198,0	2,4	0,0	0,0	1,0
Ø Okt	92,5	312,9	3,7	42,5	66,3	3,8	30,0	99,9	3,0	0,0	0,0	1,0
1.11.04	80,0	359,4	4,5	0,0	0,0	1,0	70,0	102,1	3,7	30,0	28,3	3,5
8.11.04	100,0	595,0	5,0	30,0	100,0	3,0	70,0	391,4	3,3	10,0	25,0	4,6
15.11.04	80,0	278,1	4,6	60,0	187,5	3,4	100,0	815,0	4,0	0,0	0,0	1,0
22.11.04	80,0	212,5	4,5	60,0	150,0	4,2	100,0	566,5	4,6	10,0	50,0	3,0
29.11.04	0,0	0,0	1,0	40,0	231,3	5,1	100,0	860,0	4,6	-	-	-
Ø Nov	68,0	289,0	3,9	38,0	133,8	3,3	88,0	547,0	4,0	12,5	25,8	3,0
Ø Herb	68,7	265,2	3,4	39,3	99,9	3,4	42,0	218,6	2,8	6,9	10,9	1,8
13.12.04	-	-	-	-	-	-	100,0	490,0	4,9	0,0	0,0	1,0
3.1.05	80,0	34,4	5,3	-	-	-	90,0	561,1	4,5	-	-	-
11.4.05	-	-	-	0,0	0,0	1,0	100,0	722,5	4,5	-	-	-
9.5.05	60,0	216,7	5,8	20,0	40,0	5,0	80,0	468,8	5,1	10,0	15,0	6,0

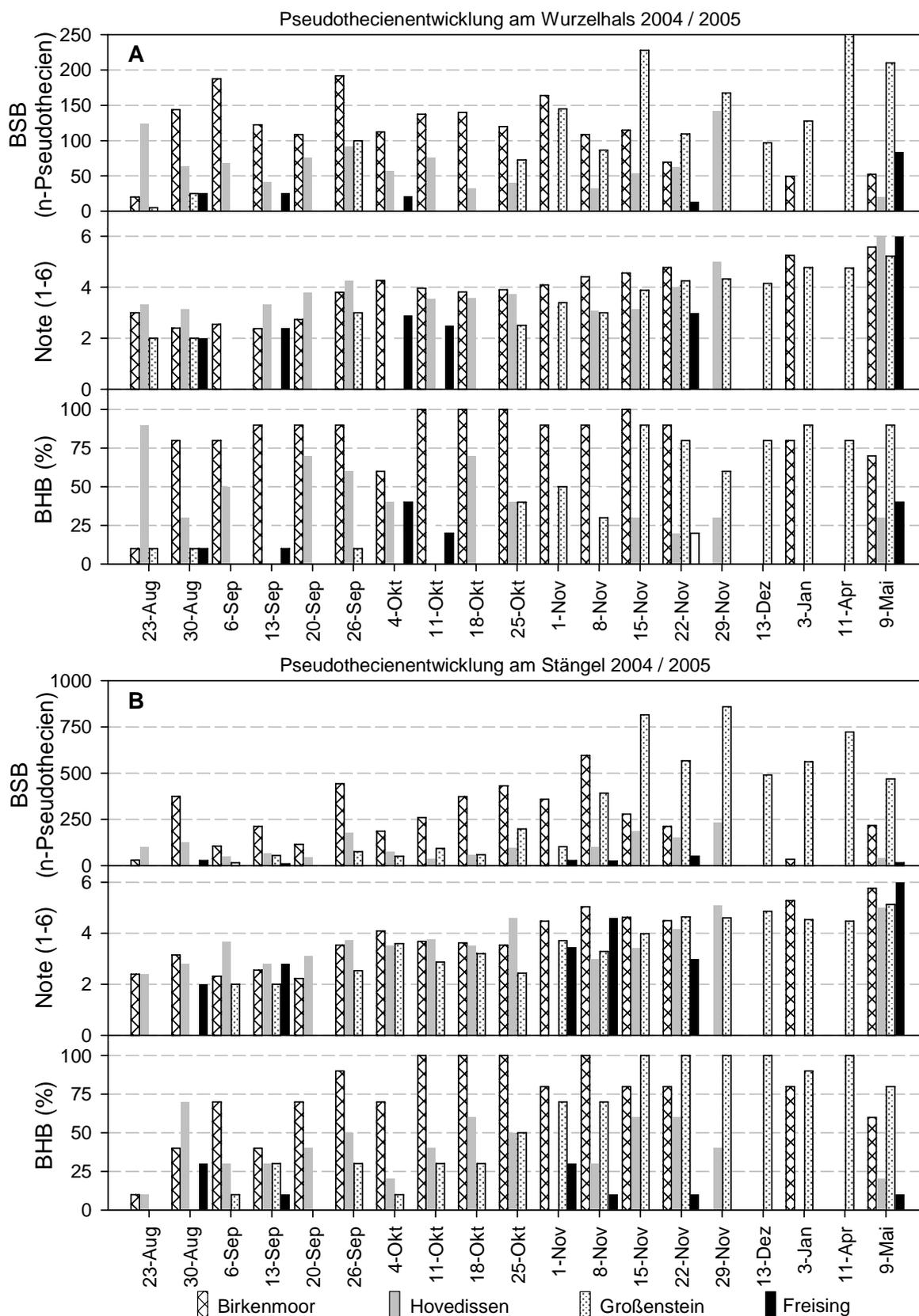


Abb. 16: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals (A) und Stängel (B), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Befallshäufigkeit (BHB %), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahre 2004-2005

Ergebnisse

Tab. 19: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2005-2006

Standort	Birkenmoor			Hovedissen			Großenstein			Freising		
Datum:	BHB	BSB	Note	BHB	BSB	Note	BHB	BSB	Note	BHB	BSB	Note
Pseudothecienentwicklung am Wurzelhals 2005-2006												
22.8.05	-	-	-	-	-	-	20,0	20,0	2,9	-	-	-
28.8.05	30,0	50,0	3,7	-	-	-	20,0	15,0	2,3	-	-	-
Ø Aug	30,0	50,0	3,7	-	-	-	20,0	17,5	2,6	-	-	-
4.9.05	60,0	34,2	3,8	70,0	84,3	4,4	20,0	20,0	3,4	-	-	-
11.9.05	60,0	71,7	2,9	50,0	77,0	5,0	30,0	16,7	3,0	0,0	0,0	0,0
18.9.05	80,0	18,1	2,8	70,0	22,9	4,5	80,0	265,0	2,9	70,0	100,0	3,7
25.9.05	50,0	50,0	3,0	60,0	26,7	4,7	70,0	74,3	2,2	80,0	58,8	2,6
Ø Sep	62,5	43,5	3,1	62,5	52,7	4,6	50,0	94,0	2,9	50,0	52,9	2,1
2.10.05	100,0	124,0	2,5	80,0	46,3	2,1	90,0	90,0	3,5	90,0	124,4	4,9
9.10.05	100,0	139,5	5,0	80,0	42,5	2,3	70,0	171,4	3,7	70,0	34,3	2,5
16.10.05	100,0	96,0	4,0	20,0	17,5	5,0	80,0	187,5	4,5	70,0	110,7	5,0
23.10.05	90,0	132,2	4,3	40,0	62,5	4,5	90,0	213,9	4,2	100,0	55,5	3,9
30.10.05	100,0	175,5	4,7	10,0	20,0	3,0	100,0	75,0	4,0	-	-	-
Ø Okt	98,0	133,4	4,1	46,0	37,8	3,4	86,0	147,6	4,0	82,5	81,2	4,1
6.11.05	100,0	169,0	4,6	50,0	42,0	2,4	100,0	207,5	4,6	70,0	71,4	5,0
13.11.05	100,0	215,0	4,9	40,0	18,8	3,8	100,0	260,0	4,9	80,0	56,3	4,4
20.11.05	100,0	134,5	5,1	40,0	16,3	2,1	100,0	142,0	5,0	-	-	-
27.11.05	90,0	84,4	5,1	50,0	46,0	3,1	100,0	265,0	4,7	-	-	-
Ø Nov	97,5	150,7	4,9	45,0	30,8	2,9	100,0	218,6	4,8	75,0	63,8	4,7
Ø Herb	82,9	106,7	4,0	50,8	40,2	3,6	75,0	143,1	3,8	70,0	67,9	3,6
5.12.05	90,0	202,8	5,2	40,0	83,8	4,7	100,0	227,5	4,8	-	-	-
3.4.06	80,0	119,4	4,9	30,0	40,0	5,0	100,0	152,5	4,9	50,0	35,0	5,1
24.4.06	50,0	34,0	5,3	70,0	78,6	5,9	100,0	120,0	5,1	100,0	142,5	5,8
5.6.06	80,0	65,6	4,8	100,0	52,0	4,9	100,0	185,0	5,1	90,0	218,9	4,8
10.7.06	100,0	65,0	5,4	60,0	33,3	6,0	100,0	165,0	5,4	70,0	100,0	5,6
Pseudothecienentwicklung am Stängel 2005-2006												
22.8.05	0,0						10,0	25,0	3,0	-	-	-
28.8.05	60,0	30,0	4,0	40,0	23,8	2,5	20,0	75,0	2,5	-	-	-
Ø Aug	30,0	30,0	4,0	40,0	23,8	2,5	15,0	50,0	2,8	-	-	-
4.9.05	40,0	80,0	2,8	10,0	50,0	2,8	30,0	50,0	2,9	-	-	-
11.9.05	40,0	20,0	4,1	30,0	100,0	5,0	10,0	25,0	2,0	60,0	110,0	3,3
18.9.05	30,0	40,0	2,3	20,0	87,5	4,0	90,0	157,8	2,9	70,0	44,3	2,7
25.9.05	100,0	83,0	3,0	70,0	68,6	2,1	70,0	78,6	2,0	70,0	528,6	5,0
Ø Sep	52,5	55,8	3,0	32,5	76,5	3,5	50,0	77,8	2,5	66,7	227,6	3,7
2.10.05	90,0	186,1	4,8	80,0	42,5	2,3	100,0	223,0	3,0	90,0	51,1	2,6
9.10.05	100,0	205,0	4,6	10,0	250,0	5,0	90,0	438,9	4,7	80,0	412,5	5,0
16.10.05	90,0	277,8	4,3	30,0	75,0	5,0	100,0	640,0	4,5	100,0	310,0	3,5
23.10.05	100,0	332,5	5,0	70,0	55,7	3,1	100,0	6040,0	4,5	0,0	0,0	1,0
30.10.05	100,0	141,0	4,5	60,0	108,3	3,1	100,0	480,0	4,4	70,0	225,0	5,1
Ø Okt	96,0	228,5	4,7	50,0	106,3	3,7	98,0	1564,4	4,2	68,0	199,7	3,4
6.11.05	100,0	585,0	5,1	50,0	24,0	3,8	100,0	890,0	5,0	70,0	141,4	4,0
13.11.05	100,0	152,5	5,0	40,0	27,5	2,2	100,0	1425,0	5,0	0,0	0,0	1,0
20.11.05	90,0	171,7	5,0	50,0	64,0	3,6	100,0	1700,0	4,5	0,0	0,0	1,0
27.11.05	80,0	281,3	5,1	40,0	250,0	5,2	100,0	1405,0	4,7	0,0	0,0	1,0
Ø Nov	92,5	297,6	5,0	45,0	91,4	3,7	100,0	1355,0	4,8	17,5	35,4	1,7
Ø Herb	80,0	184,7	4,3	42,9	87,6	3,5	79,3	973,4	3,8	50,8	151,9	2,9
5.12.05	-	-	-	-	-	-	100,0	1555,0	4,6	-	-	-
3.4.06	60,0	170,8	5,6	50,0	48,0	5,5	100,0	1810,0	4,8	70,0	74,3	5,4
24.4.06	90,0	156,7	5,5	80,0	135,6	5,8	100,0	2000,0	5,0	100,0	380,0	5,9
5.6.06	80,0	437,5	4,8	100,0	57,0	4,8	100,0	1340,0	4,9	90,0	761,1	4,8
10.7.06	80,0	228,1	5,6	30,0	83,3	6,0	90,0	855,6	5,2	60,0	79,2	6,0

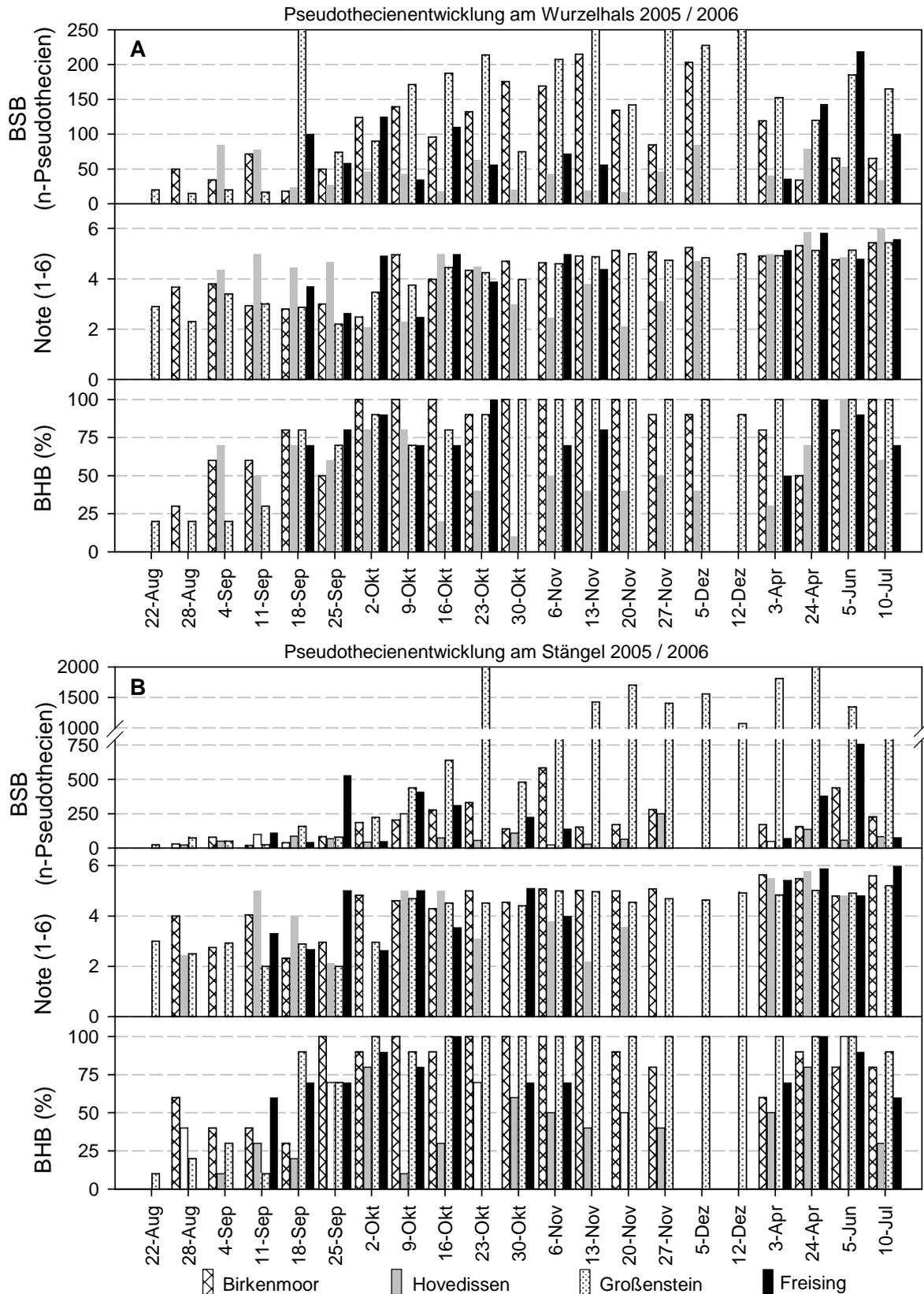


Abb. 17: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals (A) und Stängel (B), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Befallshäufigkeit (BHB %), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2005-2006

Ergebnisse

Tab. 20: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2006-2007

Standort	Birkenmoor			Hovedissen			Großenstein			Freising		
Datum:	BHB	BSB	Note	BHB	BSB	Note	BHB	BSB	Note	BHB	BSB	Note
Pseudothecienentwicklung am Wurzelhals 2006-2007												
11.9.06	100,0	52,5	2,9	60,0	30,8	2,4	0,0	0,0	1,0	-	-	-
18.9.06	100,0	134,0	4,1	70,0	65,7	2,8	0,0	0,0	1,0	-	-	-
25.9.06	100,0	122,0	4,2	100,0	78,0	2,4	50,0	42,0	2,0	0,0	0,0	1,0
Ø Sep	100,0	102,8	3,7	76,7	58,2	2,5	16,7	14,0	1,3	0,0	0,0	1,0
2.10.06	90,0	54,4	3,8	100,0	51,0	3,9	100,0	65,0	2,0	90,0	53,3	2,2
9.10.06	100,0	219,0	3,6	100,0	70,0	3,0	100,0	107,0	2,3	90,0	91,1	2,8
16.10.06	90,0	70,0	4,1	90,0	111,1	3,8	100,0	251,0	2,6	0,0	0,0	1,0
23.10.06	50,0	36,0	2,8	80,0	187,5	3,1	100,0	240,0	2,7	90,0	30,0	2,1
30.10.06	80,0	50,0	3,0	80,0	130,0	2,8	100,0	124,0	3,0	100,0	57,0	2,5
Ø Okt	82,0	85,9	3,5	90,0	109,9	3,3	100,0	157,4	2,5	74,0	46,3	2,1
6.11.06	90,0	47,8	3,1	80,0	88,8	2,5	100,0	136,0	3,2	100,0	107,0	2,5
13.11.06	50,0	40,0	3,4	40,0	112,5	4,0	100,0	180,0	4,0	60,0	58,3	2,6
20.11.06	40,0	31,3	4,7	70,0	78,6	4,1	100,0	282,0	4,3	80,0	88,8	2,7
27.11.06	40,0	50,0	4,5	0,0	0,0	1,0	100,0	161,0	4,9	20,0	35,0	2,5
Ø Nov	55,0	42,3	3,9	47,5	70,0	2,9	100,0	189,8	4,1	65,0	72,3	2,6
Ø Herb	77,5	75,6	3,7	72,5	83,7	3,0	79,2	132,3	2,8	63,0	52,1	2,2
4.12.06	-	-	-	-	-	-	100,0	174,0	5,0	10,0	20,0	2,4
23.1.07	30,0	33,3	5,6	50,0	105,0	5,5	100,0	132,5	5,0	50,0	56,0	5,3
26.2.07	30,0	31,7	5,5	90,0	65,6	5,9	100,0	141,0	5,0	80,0	73,1	5,2
26.3.07	70,0	27,9	5,8	30,0	20,0	5,5	100,0	235,0	5,2	90,0	22,2	5,1
23.4.07	0,0	0,0	1,0	40,0	68,8	5,6	100,0	1300,0	5,0	60,0	68,3	5,8
Pseudothecienentwicklung am Stängel 2006-2007												
11.9.06	90,0	48,9	3,2	30,0	23,3	2,5	0,0	0,0	1,0	-	-	-
18.9.06	100,0	170,0	4,1	60,0	36,7	2,7	20,0	35,0	2,0	-	-	-
25.9.06	100,0	152,6	4,4	90,0	65,6	2,5	60,0	41,7	2,0	0,0	0,0	1,0
Ø Sep	96,7	123,8	3,9	60,0	41,9	2,5	26,7	25,6	1,7	0,0	0,0	1,0
2.10.06	90,0	117,8	4,2	90,0	53,3	3,8	100,0	292,0	2,0	100,0	94,0	2,3
9.10.06	100,0	689,0	4,3	100,0	93,0	3,2	100,0	469,0	2,2	90,0	146,7	2,6
16.10.06	80,0	138,8	4,1	100,0	113,6	3,3	100,0	1100,0	2,3	0,0	0,0	1,0
23.10.06	70,0	232,9	3,3	90,0	300,0	2,6	100,0	1123,0	2,2	30,0	40,0	2,1
30.10.06	80,0	226,3	3,2	80,0	178,8	3,0	100,0	840,0	3,2	70,0	64,3	2,4
Ø Okt	84,0	280,9	3,8	92,0	147,7	3,2	100,0	764,8	2,4	58,0	69,0	2,1
6.11.06	90,0	216,7	3,7	70,0	152,9	2,5	100,0	1175,0	3,3	90,0	192,2	2,1
13.11.06	60,0	66,7	3,7	40,0	80,0	3,6	100,0	1990,0	4,1	70,0	82,9	2,5
20.11.06	50,0	49,0	4,8	60,0	86,7	4,0	100,0	2260,0	4,5	70,0	107,1	2,8
27.11.06	80,0	103,8	5,2	-	-	-	100,0	2680,0	5,0	10,0	80,0	2,6
Ø Nov	70,0	109,0	4,3	56,7	106,5	3,4	100,0	2026,3	4,2	60,0	115,6	2,5
Ø Herb	82,5	184,4	4,0	73,6	107,6	3,1	81,7	1000,5	2,8	53,0	80,7	2,1
4.12.06	-	-	-	-	-	-	100,0	2080,0	5,0	10,0	40,0	2,8
23.1.07	80,0	387,5	6,0	20,0	185,0	5,1	90,0	333,3	4,7	40,0	312,5	5,2
26.2.07	40,0	125,0	5,8	20,0	37,5	6,0	100,0	1420,0	5,0	50,0	200,0	5,3
26.3.07	70,0	185,7	5,9	20,0	100,0	5,5	100,0	1430,0	5,4	60,0	137,5	5,2
23.4.07	10,0	200,0	6,0	50,0	195,0	5,8	100,0	1435,0	4,9	40,0	125,0	5,8

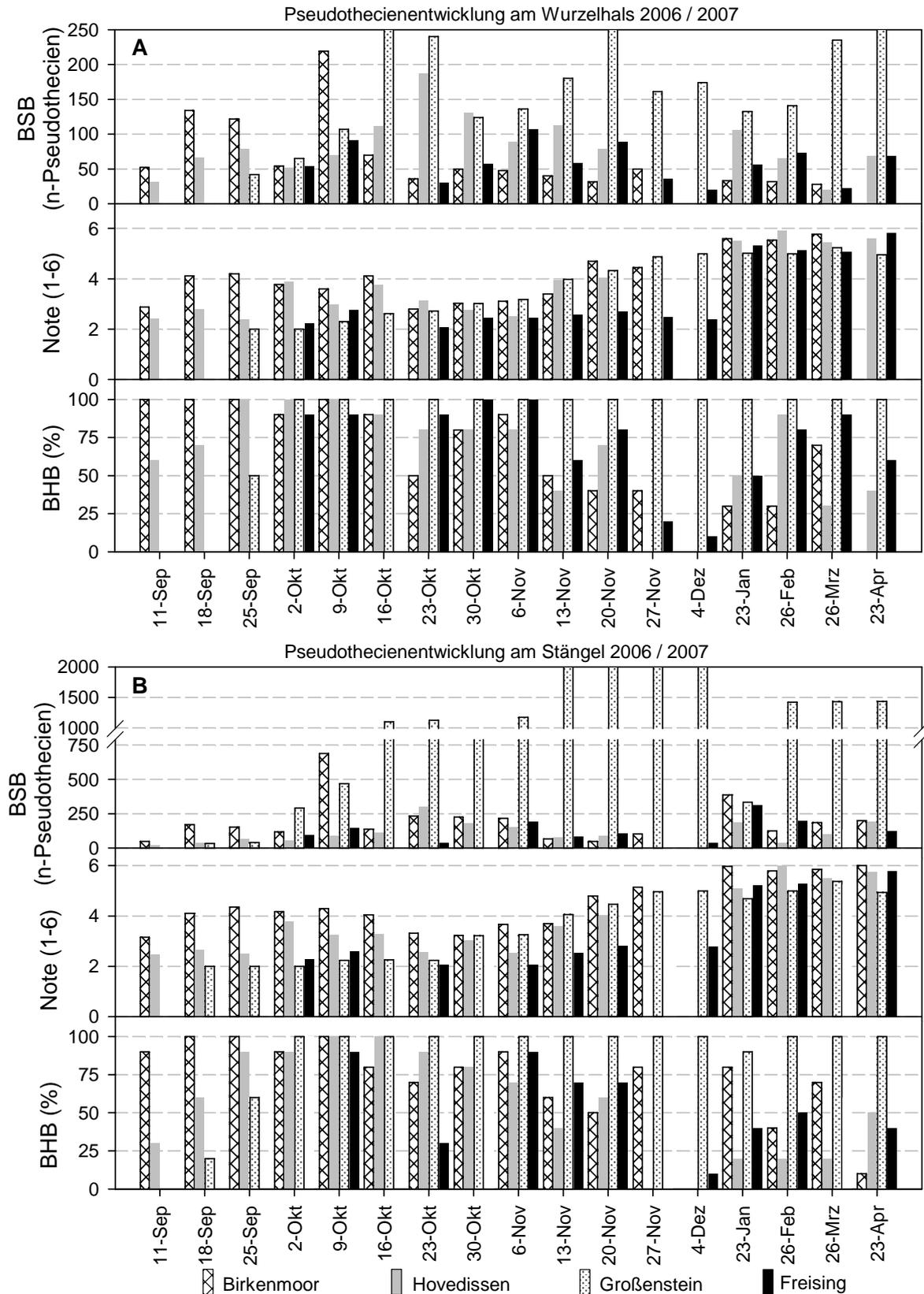


Abb. 18: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals (A) und Stängel (B), Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Reifegrad (Note 1-6), Befallshäufigkeit (BHB %), Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2006-2007

Ein konstanter Verlauf der Pseudothecienentwicklung über alle Jahre konnte bei den drei untersuchten Befallsparametern an beiden Fraktionen für den Standort Hovedissen belegt werden. Hier konnte ein konstanter Deckungsgrad befallener Stängel ermittelt werden, die zu jedem Zeitpunkt infektionsfähige Pseudothecien trugen.

Die am Standort Freising untersuchten Ernteresiduen zeigten über die Jahre am Wurzelhals und auch am Stängel geringe Befälle. Die Befallshäufigkeit und die Anzahl ermittelter Pseudothecien (BSB) fanden im Herbst 2005 ihr Maximum. Verglichen mit den anderen Standorten fielen die gemessenen Befallsstärken jedoch in der Regel niedriger aus.

Untersuchungen zum Aufkommen der Pseudothecien im Folgejahr belegen in allen Untersuchungszeiträumen das Vorhandensein und Heranreifen von Fruchtkörpern bis weit in die erste Jahreshälfte hinein. Für diese Fruchtkörper besteht weiterhin die Möglichkeit zu sporulieren, da selbst im Zeitraum März bis Juli in den einzelnen Jahren große Mengen reifer Pseudothecien belegt werden konnten.

3.3.3 Zusammenhang zwischen der Pseudothecienentwicklung und der Witterung sowie Einflüsse auf den Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans*

3.3.3.1 Zusammenhänge zwischen der Pseudothecienentwicklung und der Witterung

Um einen Zusammenhang zwischen der Witterung (Temperatur °C, Niederschlag mm) und dem Befall am Wurzelhals und Stängel mit *Leptosphaeria maculans* (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pseudothecien, Reifegrad = Note 1-6) zu untersuchen, wurden die jeweiligen Monatsmittelwerte im Zeitraum August bis November der Jahre 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007 gegenüber gestellt.

Aus den Abbildungen 19 und 20 ist zu entnehmen, dass die jeweiligen Werte einer großen Streuung unterliegen. Weder für die Mittelwerte der Temperatur noch für die Niederschlagssummenwerte konnte ein Zusammenhang zur Entwicklung der Pseudothecien am Wurzelhals und Stängel belegt werden.

Auf die Darstellung der Einzelstandorte sowie die Einzelbetrachtung der Jahre bezüglich eines Zusammenhangs zwischen der Pseudothecienentwicklung und der Witterung wird an dieser Stelle verzichtet, da Untersuchungen dieser Konstellationen ebenfalls keine Zusammenhänge erbrachten.

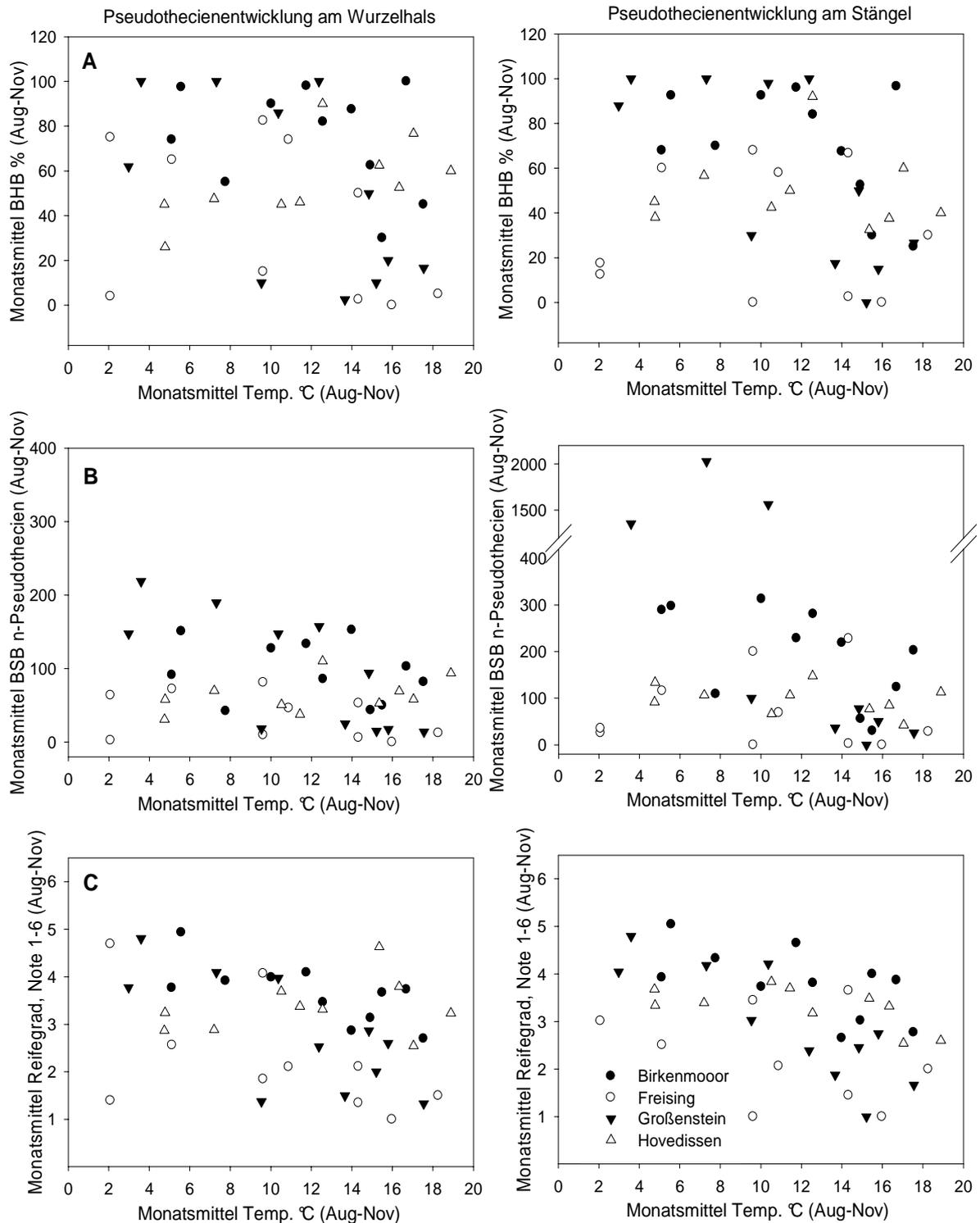


Abb. 19: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel im Herbst; Zusammenhang zwischen Temperaturmittelwerten (Temp. °C) und Monatsmittelwerten für die Befallshäufigkeit (BHB %) (A), die Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien) (B) und den Reifegrad (Note 1-6) (C), Monate: August, September, Oktober, November der Jahre 2004, 2005, 2006, Standorte: Birkenmoor, Freising, Großenstein, Hovedissen

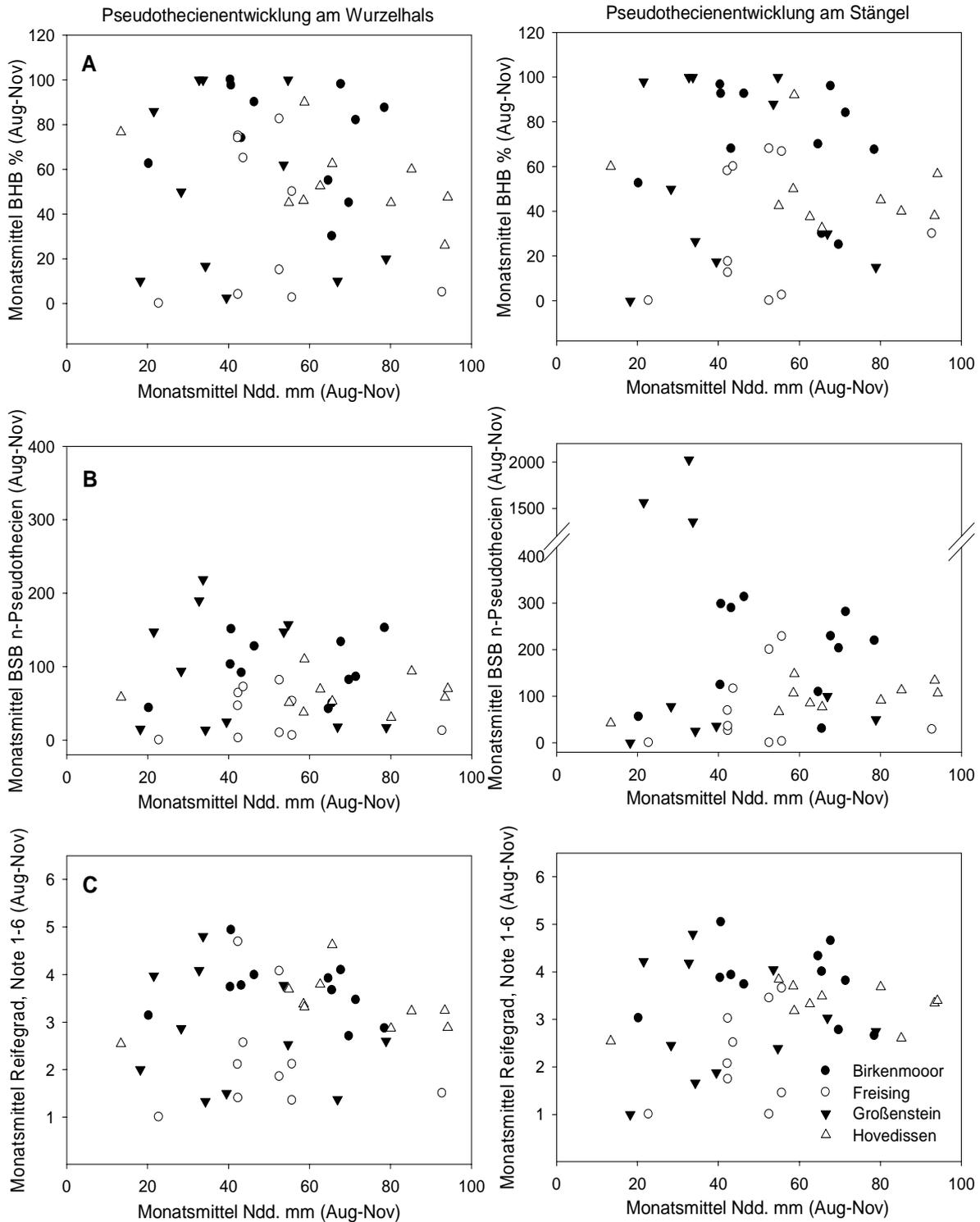


Abb. 20: Pseudothecienentwicklung an Wurzelhals und Stängel im Herbst; Zusammenhang zwischen den Niederschlagssummen (Ndd. mm) und den Monatsmittelwerten für die Befallshäufigkeit (BHB %) (A), die Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien) (B) und den Reifegrad (Note 1-6) (C), Monate: August, September, Oktober, November, Jahre 2004, 2005, 2006, Standorte: Birkenmoor, Freising, Großenstein, Hovedissen

3.3.3.2 Zusammenhang zwischen der Pseudothecienentwicklung und dem Ascosporenaufkommen der Beobachtungsstandorte

Eine Prüfung von Zusammenhängen zwischen der Pseudothecienentwicklung und dem Ascosporenaufkommen an den Versuchstandorten erfolgte ebenfalls anhand der Monatsmittelwerte für den Ascosporenflug und den für die Pseudothecienentwicklung beschreibenden Parameter (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pseudothecien, Reifegrad = Note 1-6) an Wurzelhals und Stängel in den Monaten September, Oktober und November der Jahre 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007.

Für den Standort Freising (Abb. 21 A) konnte ein Zusammenhang zwischen dem Reifegrad am Wurzelhals und dem resultierenden Ascosporenaufkommen im Untersuchungszeitraum nachgewiesen werden. Ein stetiges Heranreifen der Pseudothecien bedingt demnach einen gesteigerten Ascosporenausstoß.

Am Standort Birkenmoor besteht ebenfalls ein Zusammenhang zwischen der Anzahl gebildeter Pseudothecien und dem Ascosporenaufkommen in der Luft (Abb. 21 B).

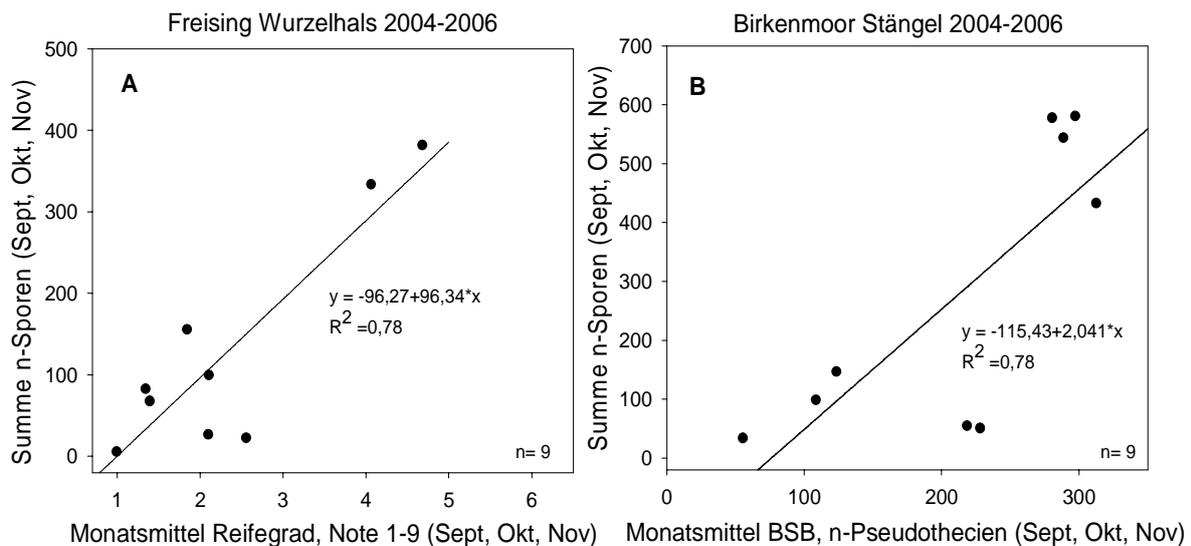


Abb. 21: Zusammenhang zwischen den Monatsmittelwerten des Reifegrades (Note 1-6) der Pseudothecien am Wurzelhals und den Summenwerten für den Sporenflug, Zeitraum September, Oktober, November, Standort: Freising (A), sowie Zusammenhang zwischen den Monatsmittelwerten der Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien) am Stängel und den Summenwerten für den Sporenflug, Zeitraum: September, Oktober, November, Standort Birkenmoor (B), Jahre 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007

3.3.4 Morphologische Entwicklung der Rapsbestände an den bundesweiten Versuchstandorten anhand der Entwicklungsstadien (BBCH)

An den einzelnen Boniturterminen im Herbst und im Frühjahr (Tab. 21 und Tab. 22, Abb. 22 und Abb. 23) wurden jeweils die Entwicklungsstadien der Rapspflanzen (BBCH) analysiert und eingestuft. Bei den im Herbst untersuchten Pflanzen konnten über alle Jahre und an allen Standorten nur selten Sortenunterschiede bezüglich des zeitlichen Ablaufes morphologischer Differenzierungsstadien erfasst werden.

Die Entwicklung der Bestände im Herbst verlief an den einzelnen Standorten über die Jahre, trotz der unterschiedlichen Witterungsverhältnisse relativ gleichmäßig; die einzelnen Entwicklungsstadien wurden in der Regel in identischen Zeiträumen durchlaufen. Lediglich in Hovedissen (Abb. 22 E) im Herbst 2005 und in Freising im Herbst der Jahre 2004 und 2005 (Abb. 23 D, E) war eine verzögerte Entwicklung zu belegen, die allerdings im Herbst 2005 in Hovedissen eine Folge der verspäteten Rapsaussaat mit einer sehr niederschlagsreichen Witterung darstellte. In Freising führte die verzögerte Aussaat 2005 zu vergleichbaren Effekten.

Auffällig war bei den Pflanzen, die um den 20. August eines Jahres bestellt wurden, dass zwar das Entwicklungsstadium ab Mitte Oktober dem der anderen Standorte entsprach, diese Pflanzen in der Massebildung deutlich ausgeprägter ausgebildet vorlagen. Insbesondere die Blattgröße war bei früh bestellten Saaten ausgeprägter.

Generell konnte im Frühjahr eine Abhängigkeit der Entwicklungsstadien vom Zeitpunkt des Vegetationsbeginns beobachtet werden. Im Frühjahr 2005 wurde die Phase des Schossens (ab BBCH 30) Ende März bis Anfang April an den einzelnen Standorten festgestellt. Ein Jahr später, im Frühjahr 2006, verzögerte sich dieser Zeitpunkt des Schossens parallel zum raschen Anstieg im Temperaturverlauf um ca. eine Woche.

Der milde Winter des Versuchsjahres 2006/2007 und die anschließenden, kontinuierlich ansteigenden Temperaturen bewirkten eine fortlaufende Weiterentwicklung der Rapsbestände. Bereits Ende Februar wurde in Hovedissen (Abb. 22 F) und Großenstein (Abb. 23 C) der Zeitpunkt des Schossens (ab BBCH 30) ermittelt. In Birkenmoor (Abb. 22 C) und Freising (Abb. 23 F) folgte die Schossphase ebenfalls früh, Anfang März 2007. Deutlich vorgezogen verlief der Termin der Rapsblüte in diesem Jahr. Bereits am 23. April 2007 war an den einzelnen Standorten der Zeitpunkt der Vollblüte (BBCH 65) erreicht. In den beiden Vorjahren lag dieser Zeitpunkt wesentlich später, zwischen dem 9. und 15. Mai.

Ergebnisse

Der weitere Verlauf der Schotenausbildung setzte an den Monitoringstandorten im Jahr 2007 früher als in den Vergleichsjahren ein; erst zur Abreife im Juli glichen sich die Entwicklungsverläufe der einzelnen Standorte wieder denen der entsprechenden Vorjahreszeiträume an.

Tab. 21: Entwicklungsstadien (BBCH) im Raps, Herbst 2004, 2005, 2006 Standorte: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein, Freising

Herbst 2004, 2005, 2006												
Birkenmoor	Datum	27-Sep	4-Okt	11-Okt	18-Okt	25-Okt	2-Nov	8-Nov	15-Nov	22-Nov	30-Nov	-
2004	Talent	14,8	15,0	16,0	16,3	17,3	18,8	18,0	18,3	18,3	18,0	-
	Pronto	15,5	16,0	17,0	17,5	18,8	19,0	19,3	19,3	20,3	19,5	-
2005	Datum	26-Sep	3-Okt	10-Okt	17-Okt	24-Okt	31-Okt	7-Nov	14-Nov	21-Nov	28-Nov	-
	Talent	16,0	15,5	18,5	18,3	18,3	18,5	19,3	19,0	18,8	18,0	-
	Pronto	15,8	15,5	18,0	18,0	18,3	18,8	19,8	19,3	19,0	19,8	-
2006	Datum	25-Sep	2-Okt	9-Okt	16-Okt	23-Okt	30-Okt	6-Nov	13-Nov	20-Nov	27-Nov	4-Dez
	Talent	15,0	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,8	19,0	20,0	20,0	19,0
	Pronto	14,4	14,9	15,0	16,0	16,9	18,0	18,7	19,8	20,0	20,0	19,0
Hovedissen	Datum	27-Sep	4-Okt	11-Okt	18-Okt	25-Okt	2-Nov	8-Nov	15-Nov	22-Nov	30-Nov	-
2004	Talent	-	14,0	16,2	16,8	17,3	-	18,8	19,8	18,3	18,5	-
	Pronto	-	14,0	15,7	17,0	17,8	-	19,8	20,0	17,8	18,0	-
2005	Datum	26-Sep	3-Okt	10-Okt	17-Okt	24-Okt	31-Okt	7-Nov	14-Nov	21-Nov	28-Nov	-
	Talent	13,3	14,0	16,0	16,3	16,8	16,0	18,3	18,0	18,5	18,5	-
	Pronto	13,5	14,0	16,0	16,5	16,3	15,5	17,5	19,5	19,8	17,0	-
2006	Datum	25-Sep	2-Okt	9-Okt	16-Okt	23-Okt	30-Okt	6-Nov	13-Nov	20-Nov	27-Nov	4-Dez
	Talent	-	14,0	15,0	15,7	16,0	16,0	17,8	18,0	19,0	19,0	19,0
	Pronto	-	14,6	15,2	15,6	16,2	16,5	18,0	18,9	19,8	20,0	19,0
Großenstein	Datum	27-Sep	4-Okt	11-Okt	18-Okt	25-Okt	2-Nov	8-Nov	15-Nov	22-Nov	30-Nov	-
2004	Talent	16,0	15,0	16,0	20,0	18,8	19,0	19,3	19,0	19,5	19,0	-
	Pronto	15,0	15,0	15,0	19,0	18,5	19,0	19,5	19,3	20,0	19,3	-
2005	Datum	26-Sep	3-Okt	10-Okt	17-Okt	24-Okt	31-Okt	7-Nov	14-Nov	21-Nov	28-Nov	-
	Talent	15,5	15,8	17,5	17,5	18,5	18,8	17,8	18,0	-	-	-
	Pronto	16,0	15,8	17,0	17,3	18,8	17,5	18,3	17,8	-	-	-
2006	Datum	25-Sep	2-Okt	9-Okt	16-Okt	23-Okt	30-Okt	6-Nov	13-Nov	20-Nov	27-Nov	4-Dez
	Talent	15,0	16,0	16,4	17,0	19,0	18,0	19,0	20,0	19,0	19,0	20,0
	Pronto	14,8	15,9	16,8	16,5	17,7	18,3	19,0	19,6	19,6	20,0	20,0
Freising	Datum	27-Sep	4-Okt	11-Okt	18-Okt	25-Okt	2-Nov	8-Nov	15-Nov	22-Nov	30-Nov	-
2004	Talent	16,0	15,0	16,0	20,0	18,8	19,0	19,3	19,0	19,5	19,0	-
	Pronto	13,8	15,0	16,0	17,0	17,5	19,5	18,0	18,3	18,5	17,8	-
2005	Datum	26-Sep	3-Okt	10-Okt	17-Okt	24-Okt	31-Okt	7-Nov	14-Nov	21-Nov	28-Nov	-
	Talent	-	15,5	15,8	17,5	17,5	18,5	18,8	17,8	-	-	-
	Pronto	-	12,0	13,5	15,0	15,0	16,0	15,8	17,0	-	-	-
2006	Datum	25-Sep	2-Okt	9-Okt	16-Okt	23-Okt	30-Okt	6-Nov	13-Nov	20-Nov	27-Nov	4-Dez
	Talent	-	15,0	16,0	16,8	17,7	18,8	19,0	19,5	19,8	20,0	19,0
	Pronto	-	15,0	15,6	16,3	16,8	17,9	19,4	19,6	20,0	19,8	20,0

Ergebnisse

Tab. 22: Entwicklungsstadien (BBCH) im Raps, Frühjahr 2005, 2006, 2007, Standorte Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein, Freising

		Frühjahr 2005, 2006, 2007											
Birkenmoor	Datum	21-Mrz	5-Apr	18-Apr	4-Mai	17-Mai	30-Mai	6-Jun	20-Jun	4-Jul	18-Jul	-	-
2005	Talent	21	31	58	61	65	71	78	80	67	90	-	-
	Pronto	20	31	58	61	65	71	78	80	67	90	-	-
2006	Datum	27-Mrz	3-Apr	17-Apr	1-Mai	15-Mai	30-Mai	12-Jun	26-Jun	10-Jul	31-Jul	-	-
	Talent	30	30	32	52	65	68	75	80	85	89	-	-
	Pronto	30	30	32	51	65	68	75	80	85	89	-	-
2007	Datum	22-Jan	26-Feb	12-Mrz	26-Mrz	10-Apr	23-Apr	7-Mai	21-Mai	4-Jun	18-Jun	2-Jul	16-Jul
	Talent	20	30	32	57	60	65	71	73	80	85	89	99
	Pronto	20	30	32	56	60	65	69	73	80	85	89	99
Hovedissen		5-Apr	18-Apr	4-Mai	17-Mai	30-Mai	13-Jun	20-Jun	4-Jul	27-Jul	-	-	-
2005	Talent	23	50	59	66	71	78	80	85	92	-	-	-
	Pronto	20	50	59	66	71	78	80	85	95	-	-	-
2006		3-Apr	17-Apr	1-Mai	15-Mai	30-Mai	12-Jun	26-Jun	10-Jul	24-Jul	-	-	-
	Talent	30	32	54	66	68	75	80	80	90	-	-	-
	Pronto	30	31	55	65	68	75	80	83	90	-	-	-
2007		22-Jan	26-Feb	12-Mrz	26-Mrz	10-Apr	23-Apr	7-Mai	21-Mai	4-Jun	18-Jun	2-Jul	-
	Talent	20	32	50	55	60	65	69	79	83	85	89	-
	Pronto	20	32	50	55	60	65	69	79	83	85	89	-
Großenstein		21-Mrz	29-Mrz	11-Apr	25-Apr	9-Mai	23-Mai	6-Jun	20-Jun	4-Jul	18-Jul	-	-
2005	Talent	24	31	50	58	63	69	78	80	85	90	-	-
	Pronto	22	31	50	59	63	69	78	80	86	90	-	-
2006		3-Apr	17-Apr	1-Mai	15-Mai	30-Mai	12-Jun	26-Jun	10-Jul	24-Jul	-	-	-
	Talent	30	31	53	64	69	78	80	83	90	-	-	-
	Pronto	30	32	53	66	68	75	80	83	90	-	-	-
2007		22-Jan	26-Feb	12-Mrz	26-Mrz	10-Apr	23-Apr	7-Mai	21-Mai	4-Jun	18-Jun	2-Jul	16-Jul
	Talent	20	31	35	54	60	65	69	78	83	89	89	99
	Pronto	20	31	35	52	59	65	69	79	82	89	89	99
Freising		21-Mrz	29-Mrz	11-Apr	25-Apr	9-Mai	23-Mai	6-Jun	20-Jun	4-Jul	18-Jul	27-Jul	-
2005	Talent	24	30	50	58	63	69	78	80	85	90	90	-
	Pronto	20	30	51	54	63	69	78	80	85	90	90	-
2006		3-Apr	17-Apr	1-Mai	15-Mai	30-Mai	12-Jun	26-Jun	10-Jul	-	-	-	-
	Talent	30	31	53	64	68	75	83	83	-	-	-	-
	Pronto	30	30	51	67	68	75	83	83	-	-	-	-
2007		22-Jan	5-Mrz	12-Mrz	26-Mrz	10-Apr	23-Apr	7-Mai	21-Mai	4-Jun	18-Jun	2-Jul	16-Jul
	Talent	20	31	35	54	60	65	69	79	83	85	89	99
	Pronto	20	31	32	50	57	65	69	78	82	85	89	99

Ergebnisse

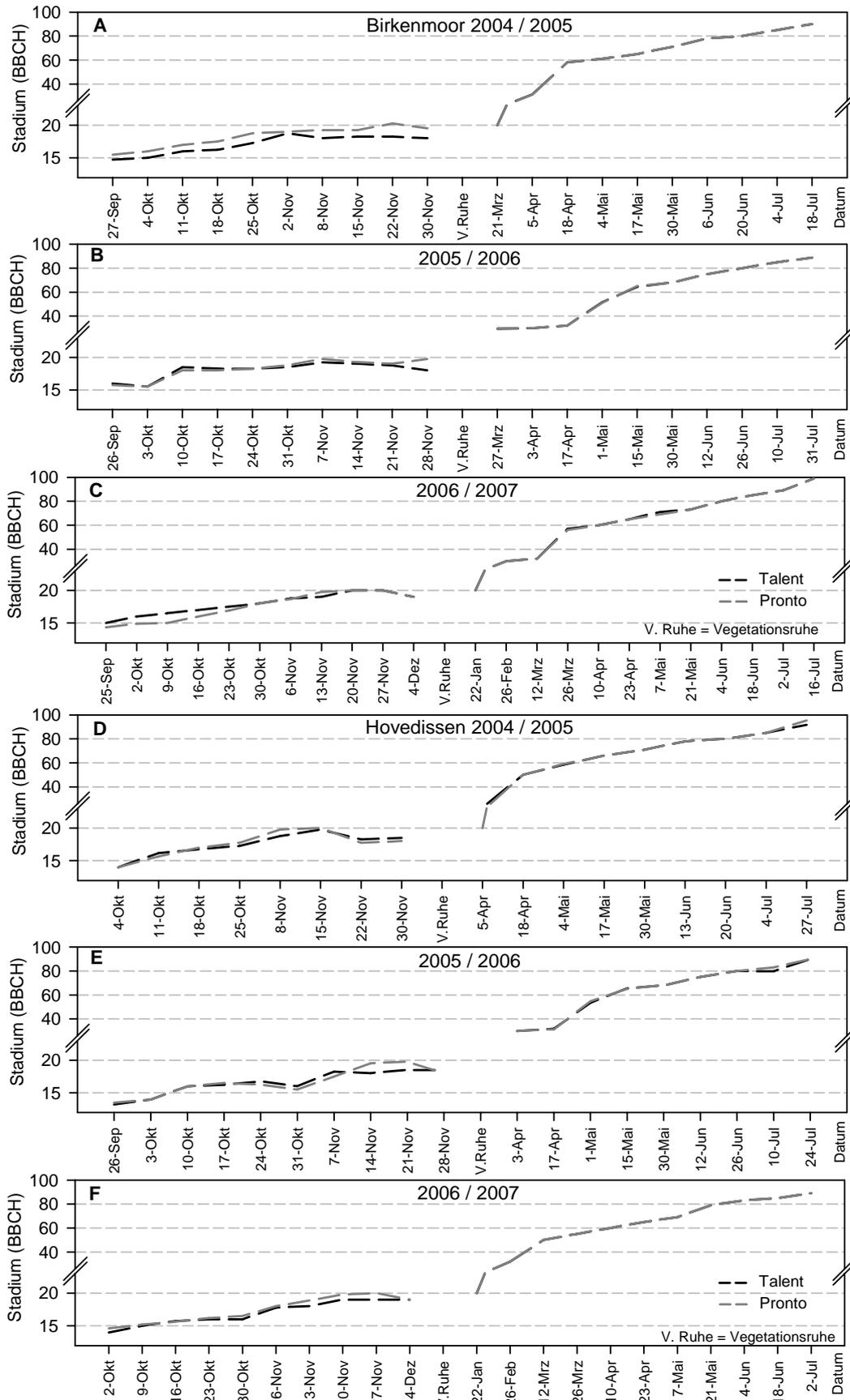


Abb. 22: Winterrapsentwicklung (BBCH) im Zeitverlauf über den gesamten Beobachtungszeitraum (Herbst, Frühjahr), Standort Birkenmoor 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) 2006/2007 (C), Standort Hovedissen 2004/2005 (D), 2005/2006 (E) 2006/2007 (F)

Ergebnisse

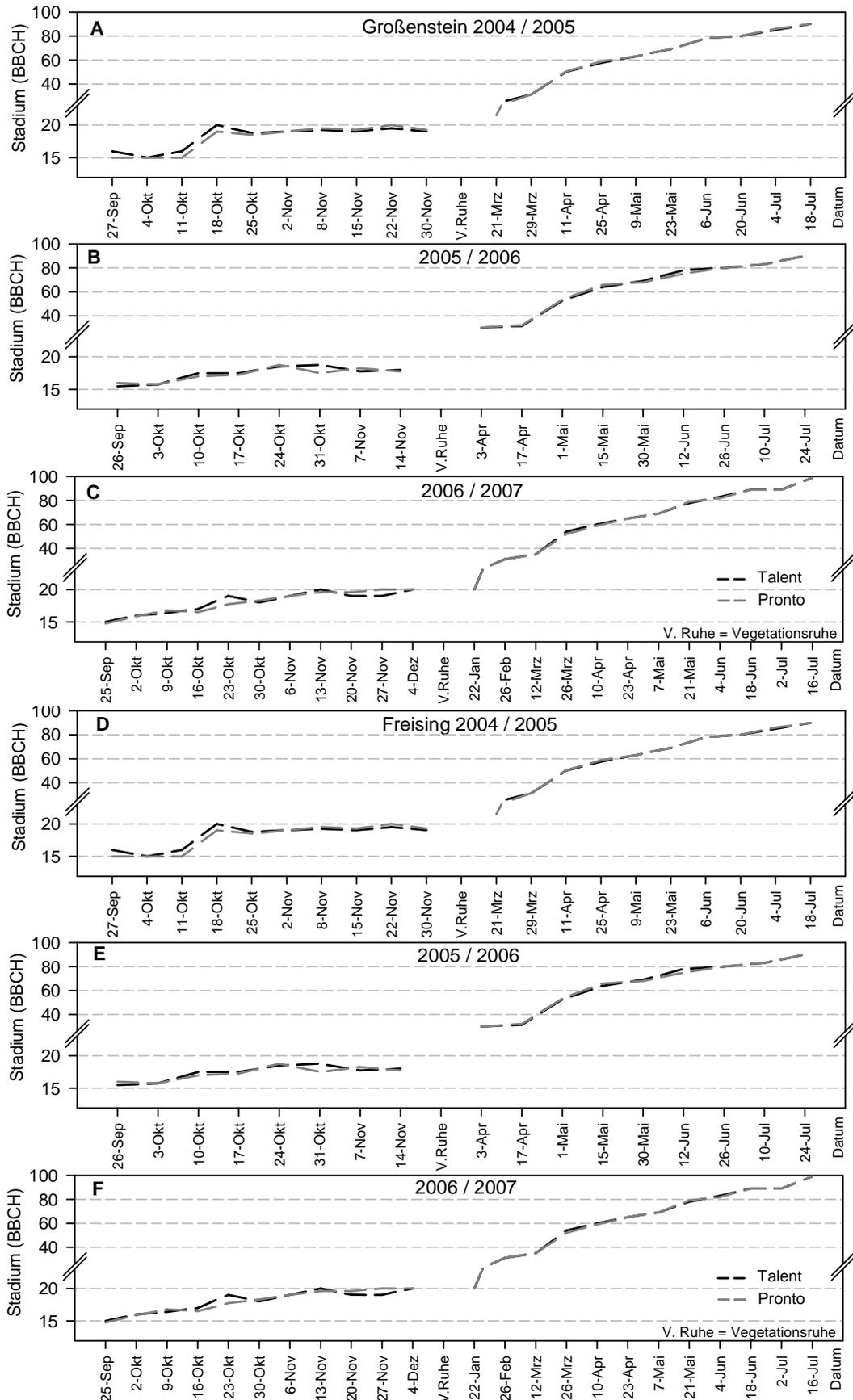


Abb. 23: Winterrapsentwicklung (BBCH) im Zeitverlauf über den gesamten Beobachtungszeitraum (Herbst, Frühjahr), Standort Großenstein 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) 2006/2007 (C), Standort Freising 2004/2005 (D), 2005/2006 (E) 2006/2007 (F)

3.3.5 Epidemiologie von *Leptosphaeria maculans* und *Phoma lingam* im Bundesweiten Monitoring

3.3.5.1 Epidemiologie von *Leptosphaeria maculans* und *Phoma lingam* am Blattapparat im Zusammenhang mit der Witterung im Herbst in der unbehandelten Kontrolle

In den Abbildungen 24 bis 27 sind für die bundesweiten Standorte die Zusammenhänge der Witterung (Blattnässe %, Temperatur °C, Niederschlag mm, und Luftfeuchtigkeit %), des täglichen Ascosporenfluges und des Befallsverlaufes (Befallsstärke BSB = n-Pyknidien /Pflanze, Befallshäufigkeit = BHB %) der unbehandelten Kontrolle in den Sorten Talent und Pronto an den jeweiligen Einzelstandorten für die Jahre 2004, 2005 und 2006 dargestellt. Die jeweiligen Befallsboniturwerte sind den Anhangtabellen 1-9 entnehmen.

Im Herbst 2004 kam es aufgrund des vergleichbaren Witterungsverlaufs Anfang September an allen Standorten, durch das geringe Niederschlagsaufkommen, sowie gleichmäßiger, hoher Temperaturwerte, zu einer geringen Blattbenetzung und Luftfeuchte in den Beständen. In der zweiten Septemberhälfte waren mit einsetzenden Niederschlägen, ansteigenden Blattnässe- und Luftfeuchtwerten erste Ascosporenflüge zu verzeichnen. Diese hatten fast zeitgleich über die Standorte, von Ende September bis Anfang Oktober, eine Infektion der jungen Rapsbestände zur Folge.

Im weitem Verlauf kam es an allen Standorten zu gleichmäßigen Niederschlagsereignissen. Parallel verlaufende Schwankungen der Luftfeuchtwerte lagen tendenziell über den ebenfalls dem Niederschlagsaufkommen angepassten Blattnässewerten.

Das Ascosporenaufkommen war an den Standorten Birkenmoor (Abb. 24) und Großenstein (Abb. 26) bis Ende Oktober leicht ansteigend. Erneute Niederschlagsereignisse in Birkenmoor Ende Oktober waren der Auslöser für ergiebige Ascosporenausstöße bis Ende November. In Freising (Abb. 27) waren bereits Ende August bis Anfang September maximale Ascosporenwerte ermittelt worden. Insgesamt konnten an diesem Standort, wie auch in Hovedissen (Abb. 25), nur geringe Mengen von Ascosporen in der Luft gemessen werden.

Nachdem bereits am ersten Boniturtermin am 24. September 2004 erste Befallssymptome an den Pflanzen ermittelt wurden, stieg die Befallshäufigkeit an allen Standorten sprunghaft bis Mitte/Ende Oktober auf den Maximalwert an. Ab diesem Zeitpunkt waren an allen Standorten zwischen 90 % und 100 % der Pflanzen bis in den Dezember hinein vom Erreger befallen.

Die Boniturwerte für die Befallsstärke stiegen im Vergleich dazu nicht stark an, erreichten jedoch ebenfalls Mitte Oktober Höchstwerte. Ausgeprägte Sortenunterschiede konnten im Herbst 2004 nicht nachgewiesen werden. Allerdings wurde analog zum Temperaturverlauf an

den einzelnen Standorten ein leichtes Nord/Süd- Gefälle in der Befallsstärke beobachtet. Am stärksten stellte sich der Blattbefall im Herbst 2004 in Birkenmoor (Abb. 24) und Großenstein (Abb. 26) dar.

Am Standort Hovedissen (Abb. 25) fand der Befallsstärkeanstieg im Jahr 2004 am 27. Oktober 2004 mit 206 Pyknidien/Pflanze in der Sorte Talent bzw. 319 Pyknidien/Pflanze (Sorte Pronto) sein Maximum. Aufgrund der verspäteten Aussaat (5. September 2004) blieben die Pflanzen in ihrer morphologischen Entwicklung und in der Ausprägung der Blattgröße hinter der Pflanzenentwicklung anderer Standorte zurück.

Für den Standort Freising (Abb. 27) zeigte sich, dass der Ende August 2004 an zwei Terminen stark auftretende Ascosporenflug aufgrund des erst nach diesem Zeitpunkt befindlichen Auflauftermins der Rapssaat ohne Einfluss blieb. Unabhängig vom überregional gleichlaufenden Ausbreitungs- und Befallsmuster stiegen in Freising, ähnlich wie in Großenstein, die Befallsparameter Befallshäufigkeit und -stärke nicht so stark an. In der Sorte Pronto war eine stärkere Progression vergleichend zur Sorte Talent festzustellen.

In der Herbstsaison 2005 kam es aufgrund der differenzierten Witterungs- und Standortbedingungen überregional zu unterschiedlichen Befallsverläufen. Im Gegensatz zum Vorjahr erreichte das Befallsniveau des Standortes Großenstein (Abb. 26) ein mittleres Befallsniveau vergleichend zum Herbst 2004 und 2005. Ausgeprägte Sortenunterschiede blieben in diesem Jahr sowohl hinsichtlich der Befallshäufigkeit als auch der Befallsstärke aus.

Der Zusammenhang zwischen der Witterung und dem Befallsverlauf des Jahres 2005 am Standort Birkenmoor (Abb. 24 B) verdeutlicht vergleichend zum Befallsverlauf 2004 ein witterungsabhängig schwächeres Befallsgeschehen. Im Zuge zyklisch auftretender Regenperioden mit dazwischen liegenden Schönwetterperioden waren die Anstiege der Feuchtebedingungen (Luftfeuchte und Blattnässe) und somit die Anzahl infektionsbegünstigender Witterungskonstellationen deutlich eingeschränkt. Analog zum Vorjahr fielen die Ascosporenfänge an diesem Standort bis Anfang November gering aus. Erst jetzt konnten in zyklischen Abständen ausgeprägtere ascosporenbürtige Auszählungen gemacht werden.

Der Befallsverlauf verlief in Birkenmoor 2005 ebenfalls etwas zögerlich; zwar konnten zum ersten Boniturtermin Ende September erste Blattsymptome erfasst werden, ein gleichmäßiger Anstieg der Befallshäufigkeit in beiden Sorten ereignete sich aber erst ab Mitte Oktober.

Maximalwerte der Befallsstärke von ca. 150 Pyknidien wurden gegenüber dem Vorjahr in beiden Sorten erst vier Wochen später erreicht und blieben unter dem Vorjahresniveau.

Am Standort Hovedissen (Abb. 25 B) wurde im Beobachtungszeitraum 2005 gegenüber dem Vorjahr ebenfalls ein geringerer Befallsverlauf ermittelt. Wie schon für Birkenmoor 2005 beschrieben, wurden ein schleppend verlaufender Anstieg der Befallshäufigkeit und geringere Befallsstärkewerte erfasst. Analog zu Birkenmoor verlief der Witterungsverlauf heterogen. Die größte Differenz zwischen der Sorte Talent mit 102 Pyknidien und 64 Pyknidien der Sorte Pronto wurde am 14. November 2005 ermittelt, wobei an diesem Termin gleichzeitig das Maximum des Befallsniveaus in dieser Saison erreicht wurde.

Im Jahr 2005 rangierte lediglich der Standort Großenstein (Abb. 26) im Befallsaufkommen beider Sorten auf einem dem Vorjahr entsprechenden hohen Befallsniveau. Auslöser dieses vergleichsweise starken Befallsaufkommens waren erste Infektionsbedingungen, die bereits um den 17. September 2005 und in der Folge zu Beginn Oktober festgestellt werden konnten. Ascosporenaufkommen, Temperaturverlauf und die Feuchteparameter Niederschlag und Blattnässe bildeten eine günstige Ausgangssituation für die Infektion der jungen Rapsbestände. Analog zum Verlauf der Befallshäufigkeit mit Werten zwischen 75 % und 100 %, manifestierte sich bereits zu Beginn Oktober eine ausgeprägte Befallsstärke im Bestand, die sich bis Ende November erstreckte. Mit Pyknidienwerten, die im Maximum zwischen 300 in der Sorte Pronto und 470 in der Sorte Talent lagen, konnte ein deutlicher Sortenunterschied belegt werden.

In Freising konnte im Herbst 2005 (Abb. 27), bedingt durch widrige Witterungsbedingungen, nicht wie pflanzenbaulich erforderlich in der letzten Augustdekade, sondern erst am 09. September 2005 der Raps bestellt werden. Aufgrund der somit verzögerten Jugendentwicklung der Bestände und des geringen Befallsdrucks rangierte der Herbstbefall sowohl in der Befallshäufigkeit als auch in der Befallsstärke unter den Werten des Vorjahres. Die Anstiege der Befallshäufigkeit und der Befallsstärke beider Sorten verlaufen dabei, bis zum Erreichen der Maximalwerte, zögerlich. Am letzten Boniturtermin vor Wintereinbruch erreichte die Sorte Talent Befallsstärkewerte von 96 und die Sorte Pronto von 55 Pyknidien.

Die außergewöhnlichen Witterungskonstellationen im Herbst 2006, geprägt durch die milde Herbstwitterung, führten dazu, dass sich die Rapsbestände im Vergleich zu den Vorjahren rasch entwickelten. Am Standort Birkenmoor (Abb. 24 C) und Großenstein (Abb. 26, Abb.

30) reagierten die Bestände ab Oktober mit einer Streckung des Hypokotyls. Die milde Witterung im September mit vergleichsweise verhaltenem Niederschlagsaufkommen ermöglichte dennoch eine zeitige Infektion der Rapsbestände. Erste Befallssymptome wurden bereits zu Beginn der Bonituren Ende September an allen Standorten, mit Befallshäufigkeiten zwischen 5% in der Sorte Talent in Hovedissen und 63 % in der Sorte Pronto in Birkenmoor, gemessen. Der darauf folgende Anstieg der Ausbreitung des Erregers im Bestand verlief an den einzelnen Standorten über die nächsten drei Boniturtermine konstant bis zum Erreichen der Maximalwerte, die Mitte/Ende Oktober erreicht wurden. Der Entwicklungsverlauf der Fruchtkörperwerte verlief witterungsabhängig zu Beginn der Infektionen über alle Standorte gemäßigt; stieg dann aber ab Mitte Oktober am Standort Birkenmoor (Abb. 24 C) und zeitversetzt in Hovedissen (Abb. 25 C), Großenstein (Abb. 26 C) und Freising (Abb. 27 C) konstant an.

Niederschlagsereignisse mit gleichzeitig steigenden Feuchtwerten ab Mitte Oktober führten in der Folge in Birkenmoor (Abb. 24 C) zum ersten Höhepunkt der Befallsstärke in der Sorte Talent mit ca. 400 Pyknidien. Im Gegensatz zu den Vorjahren ergaben sich in der Zeit von Ende September bis Anfang Oktober die ausgeprägtesten Spitzen des Ascosporenfluges, welcher im weiteren Verlauf abnahm. Die beiden Sorten differierten kaum, die Befallshäufigkeit verlief ab Mitte Oktober auf konstanter Höhe zwischen 75 % und 100 % bis zum Saisonende. Ende November wurden die maximalen Pyknidienwerte gemessen (Talent 694 am 20. November 2006 und Pronto 960 Pyknidien am 27. November 2006).

Wie schon in den beiden Vorjahren konnte in Hovedissen (Abb. 25 C) über die gesamte Herbstperiode ein konstantes luftbürtiges Ascosporenaufkommen mit Spitzen gegen Ende September, Mitte Oktober und sogar Ende November dokumentiert werden.

Ebenfalls stark ausgeprägt war der Blattbefall ab der zweiten Oktoberhälfte. Ab dem 15. Oktober 2006 bis zum folgenden Boniturtermin schnellten die Befallshäufigkeiten von ca. 30 % in beiden Sorten auf Maximalwerte um 100% in die Höhe, die danach bis zum Ende der Aufzeichnungen keinem merklichen Abfall unterlagen. Bei der Befallsstärke dagegen kam es Ende Oktober zu einer Differenz der Befallswerte zwischen beiden Sorten; es konnten deutlich mehr Fruchtkörper in der Sorte Pronto gegenüber der Sorte Talent ausgezählt werden. Gegen Ende der Saison blieb an diesem Standort die in allen Jahren mit der Seneszenz einhergehende Abnahme der Pyknidienzahlen aus. Zu diesem Zeitpunkt wurden in Hovedissen gemittelt über alle Standorte die höchsten Pyknidienwerte von 1325 Pyknidien (Sorte Talent) bzw. 1313 (Sorte Pronto) ausgezählt.

Ähnlich wie in Birkenmoor und in Hovedissen entwickelte sich ab Mitte Oktober der Blattbefall in Großenstein (Abb. 26 C), insbesondere die Befallsstärke. Auch hier wurde zu diesem Zeitpunkt ein erster Höhepunkt der Fruchtkörperzahlen belegt. Vor diesem Befallsstärkeanstieg ergaben sich zwei Zeiträume mit höchsten Sporenaufkommen im Beobachtungszeitraum. Im weiteren Verlauf zeigte sich, dass gegen Ende November der Befall in der Sorte Pronto bezüglich der Befallsstärke ausgeprägter verlief. Am 20. November 2007 konnte die höchste Differenz zwischen den Sorten erfasst werden; zu diesem Zeitpunkt lagen die Pyknidienwerte für die Sorte Pronto mit 959 Pyknidien fast doppelt so hoch wie die in der Sorte Talent festzustellenden Werte.

Der schwächste Epidemieverlauf war an dem Standort Freising (Abb. 27 C) zu beobachten. Nicht nur die Anzahl der Ascosporen lag im gesamten Herbstzeitraum auf sehr geringem Niveau. Insbesondere der gesamte Befallsverlauf in der Sorte Talent lag mit einem Maximalwert von 78 % befallenen Pflanzen deutlich unter den Werten der Vergleichstandorte und auch die Befallsstärkewerte rangierten auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Zwar war die Sorte Pronto durch einen etwas höheren Befall gekennzeichnet, dennoch lagen auch hier die Boniturwerte unter den Befallsverläufen der Referenzstandorte.

Ergebnisse

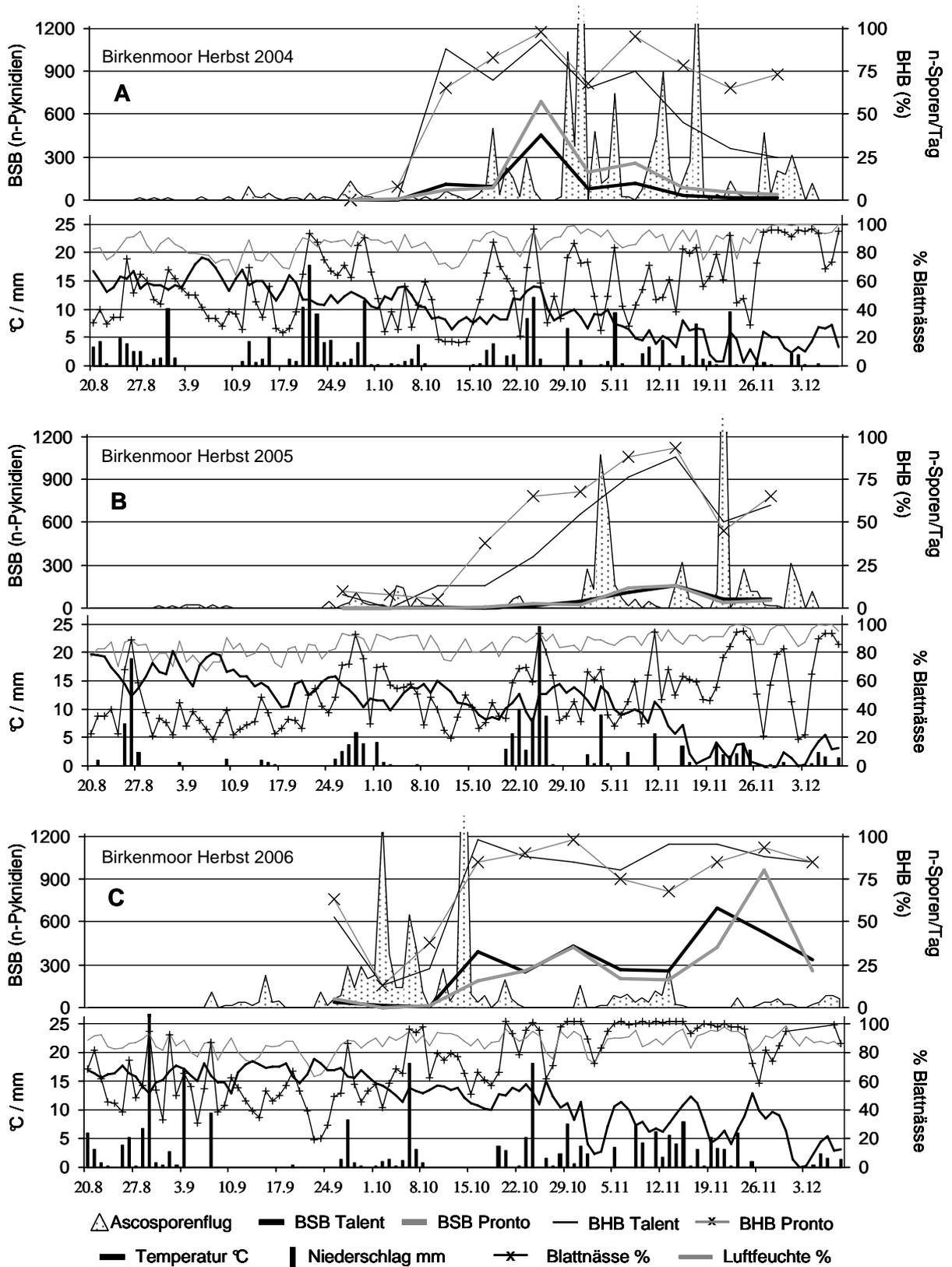


Abb. 24: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen), *Phoma lingam* im Herbst; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag, Blattnässe und Luftfeuchte), Standort Birkenmoor Jahre 2004 (A), 2005 (B), 2006(C)

Ergebnisse

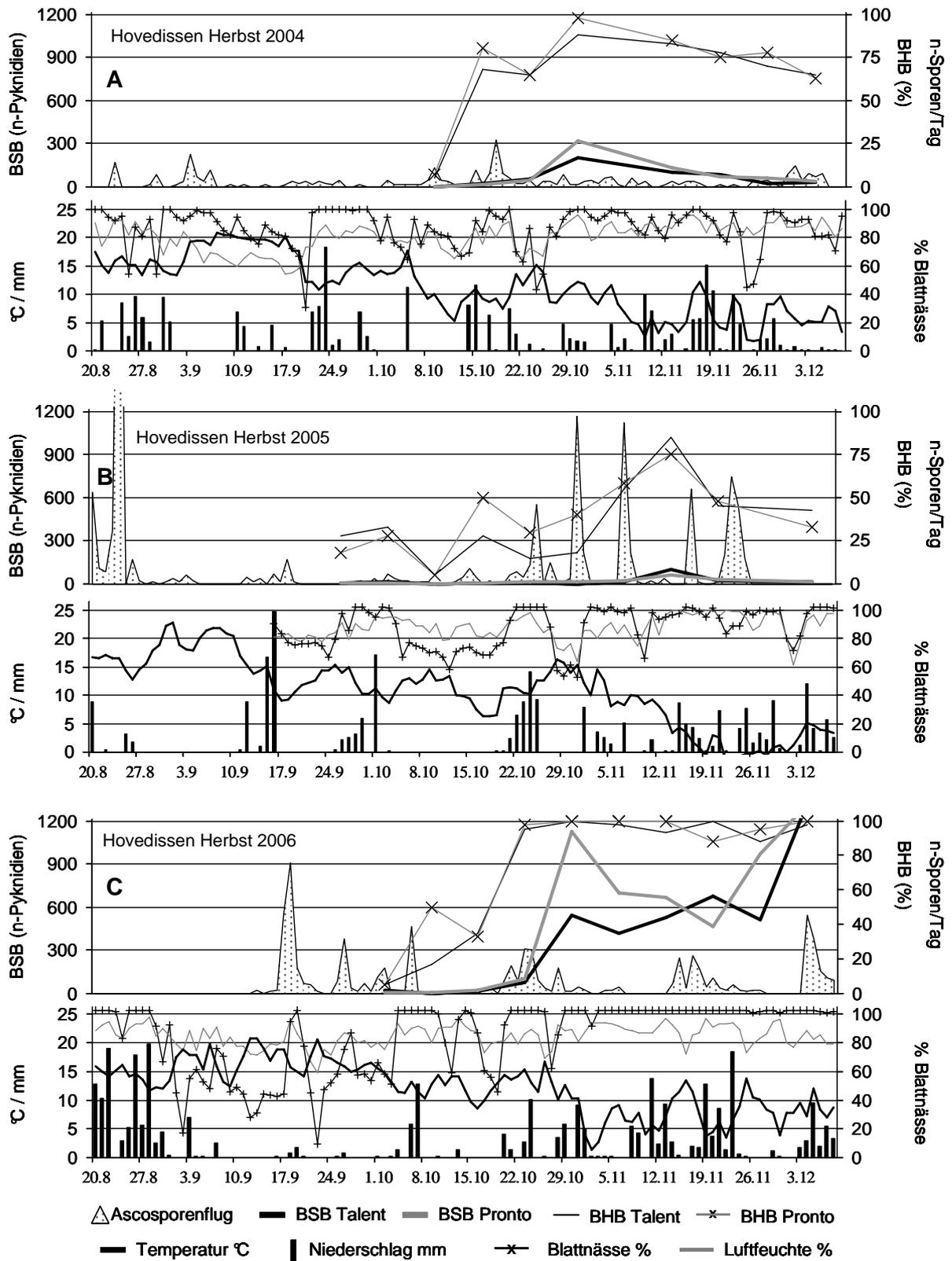


Abb. 25: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen), *Phoma lingam* im Herbst; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag, Blattnässe und Luftfeuchte), Standort Hovedissen, Jahre 2004 (A), 2005 (B), 2006(C)

Ergebnisse

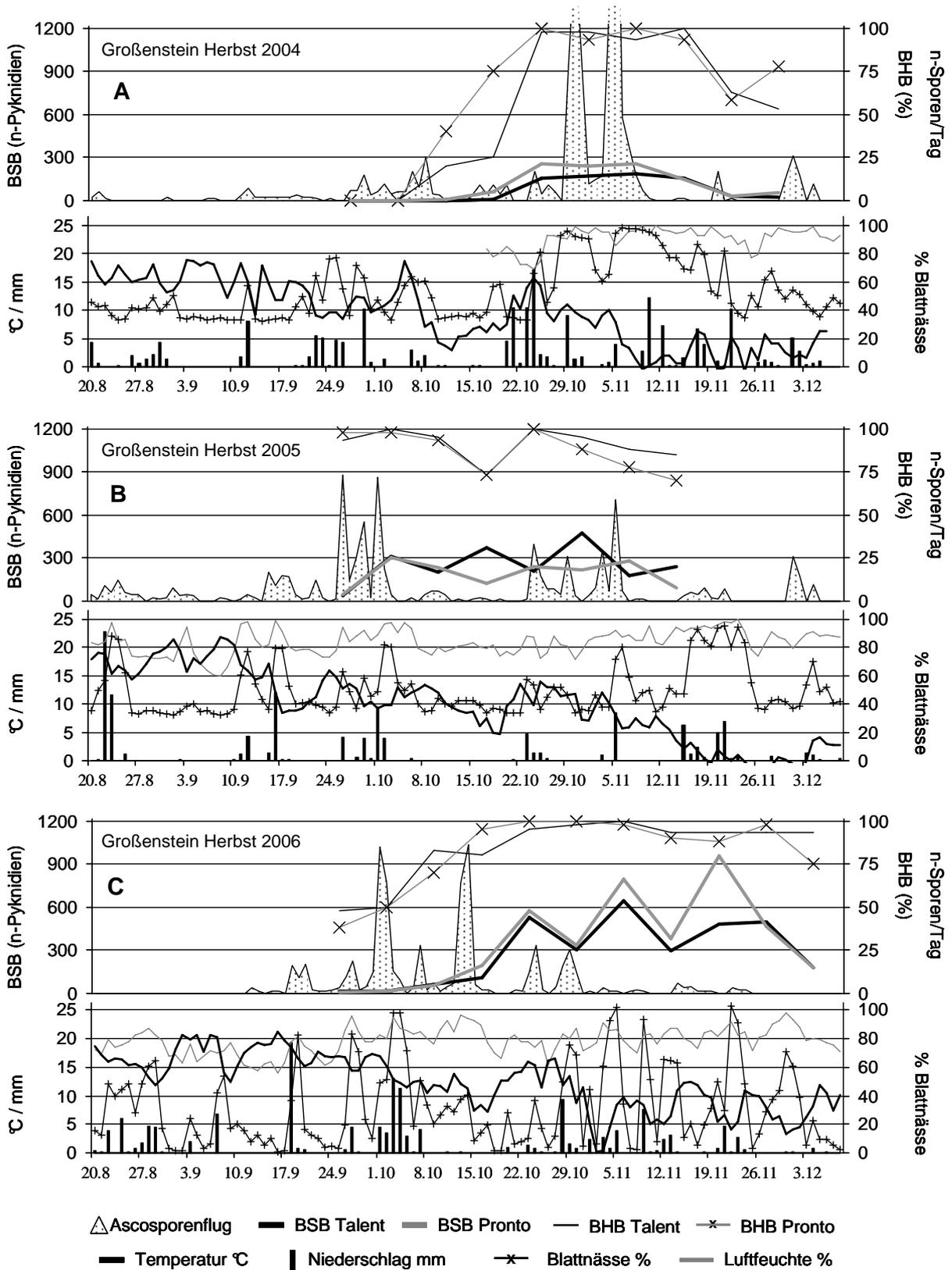


Abb. 26: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen), *Phoma lingam* im Herbst; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag, Blattnässe und Luftfeuchte) Standort Großenstein Jahre 2004 (A), 2005 (B), 2006(C)

Ergebnisse

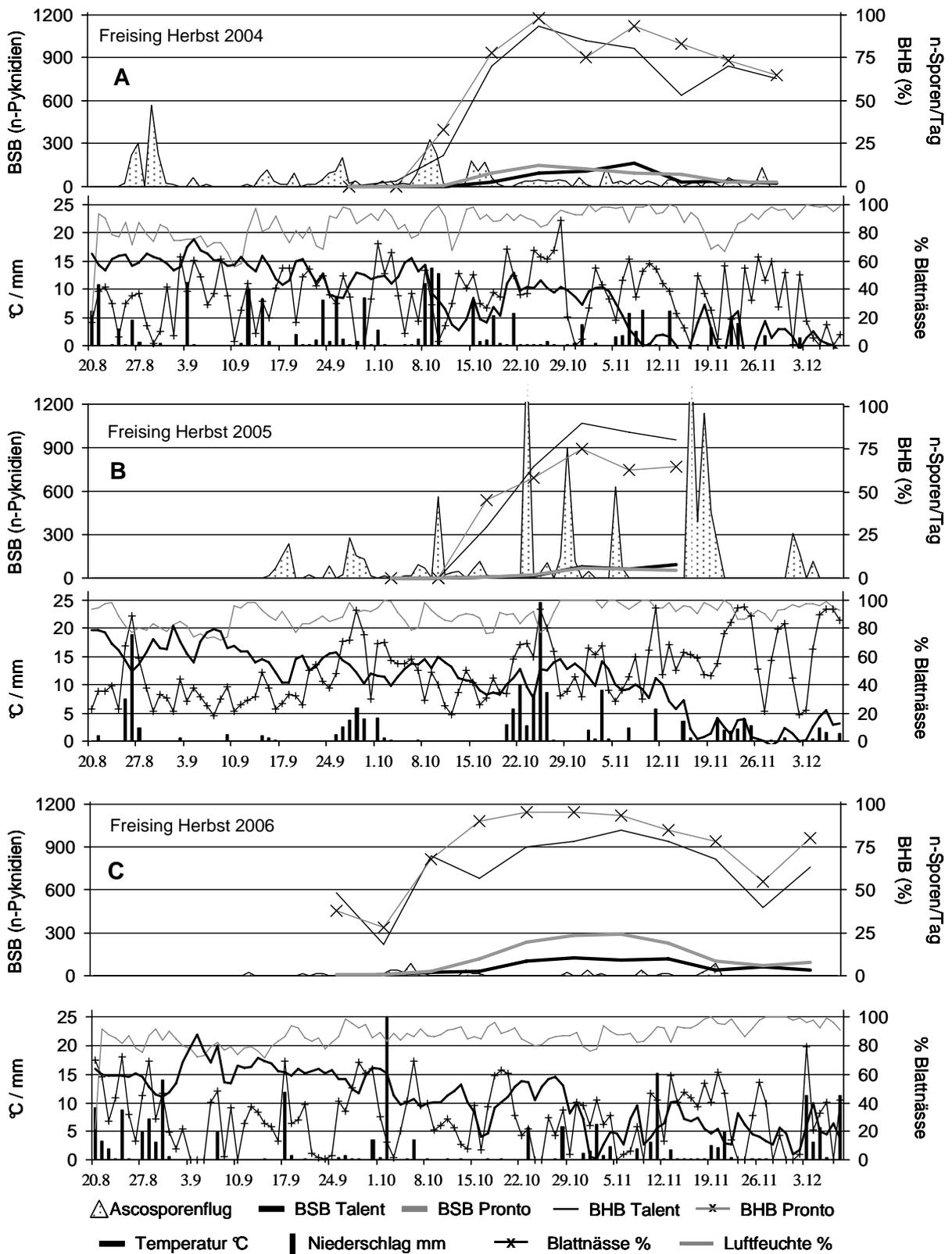


Abb. 27: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen), *Phoma lingam* im Herbst; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag, Blattnässe und Luftfeuchte), Standort Freising Jahre 2004 (A), 2005 (B), 2006(C)

Tab. 23: Monatliches Ascosporenaufkommen an den Standorten Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Herbst 2004, 2005, 2006

Standort	Birkenmoor	Hovedissen	Großenstein	Freising
Monatssummen Herbst 2004				
August	3	45	10	113
September	54	48	63	82
Oktober	432	125	466	155
November	543	75	547	67
Monatssummen Herbst 2005				
August	1	429	49	-
September	33	44	263	99
Oktober	50	226	219	333
November	580	337	143	381
Monatssummen Herbst 2006				
September	146	204	104	5
Oktober	577	187	481	26
November	98	106	33	22

Über die drei Beobachtungszeiträume (2004/2005, 2005/2006, 2006/2007) konnten an den Einzelstandorten jahresabhängig unterschiedlich stark ausgeprägte Ascosporenflüge der einzelnen Monate (Tab. 23) festgestellt werden. Aufgrund der über die Standorte differierenden Werte wies der Ascosporenausflug zwischen den Standorten kaum Parallelen auf.

Bei der Betrachtung der Monatssummen für den Ascosporenflug war auffällig, dass es parallel zur Pseudothecienentwicklung (3.3.2.), zu einer Zunahme des Sporenaufkommens von August bis in den Monat Oktober kam. Darüber hinaus sind noch im November Spitzen der gemessenen Sporenmengen zu belegen. Auffällig in Hovedissen im Herbst 2005 waren die bereits im August gemessenen Maximalwerte an Sporen dieser Herbstperiode.

3.3.5.2 Epidemiologie von *Leptosphaeria maculans* und *Phoma lingam* am Blattapparat im Zusammenhang mit der Witterung im Frühjahr

Die Witterungsverläufe der Beobachtungszeiträume 2004/2005 und 2005/2006 verliefen über Winter an den vier Standorten ähnlich. Bei den Temperaturwerten war ein Nord/Süd- Gefälle festzustellen und insbesondere in Großenstein (Abb. 30) und Freising (Abb. 31) kam es zu längeren Perioden, in denen die Rapsbestände schneebedeckt waren. Im Gegensatz zum Januar 2005 fiel der Temperaturabfall gegen Ende des Monats Januar 2006 etwas ausgeprägter aus. Zum Vegetationsbeginn 2005 konnten sprunghaft ansteigende Temperaturen an allen Standorten zwischen dem 10. und 20. März beobachtet werden. Im Folgejahr lag der Vegetationsbeginn nochmals um ca. 10 Tage verspätet vor. Dennoch

entwickelten sich in beiden Jahren die Bestände sprunghaft und durchliefen die Phase des Schossens (ab BBCH 32) bis zur vollständigen Ausbildung der Infloreszenz in kurzer Zeit.

Mit Vegetationsbeginn 2005 konnten auch erste Befallsbonituren im Blattbereich durchgeführt werden. Ebenso rasch wie das Wachstum der Pflanzen im Frühjahr 2005, vollzog sich auch der Befall der schossenden Rapspflanzen. Insbesondere in Hovedissen (Abb. 29 A) und Großenstein (Abb. 30 A) konnte schon zu Beginn der Bonituren Mitte März auf allen Rapspflanzen ein Blattbefall erfasst werden. An diesen beiden Standorten fiel im weiteren Verlauf auch die Befallsstärke am höchsten aus. Zu Unterschieden im Anfangsbefall zwischen den Sorten kam es in Birkenmoor (Abb. 28 A); dort war die Sorte Pronto doppelt so stark befallen (95%) wie die Sorte Talent, beide blieben jedoch unter dem Niveau von Hovedissen und Großenstein. Ebenfalls geringer als in Hovedissen und Großenstein, war, wie auch für Freising (Abb. 31 A) zu belegen, der Befall der Blätter mit Pyknidien. Insgesamt verlief der Frühjahrsbefall in Freising, verglichen mit den übrigen Standorten, auf einem niedrigeren Niveau.

Der verspätete Vegetationsbeginn im Frühjahr 2006 zog an allen Standorten (Abb. 28 B bis Abb. 31 B) einen geringen Befall nach sich; an keinem Standort konnten die Ausprägungen des Vorjahresbefalls beobachtet werden. Auffällig war an allen Standorten ein Rückgang der Befallsstärke.

Wie schon der Herbstbefall 2006 stellte auch der weitere Verlauf der Witterung mit dem sich anschließenden Frühjahrsbefall in 2007 eine Besonderheit dar. Im Zeitraum Dezember bis Februar konnten kaum Minusgrade gemessen werden, lediglich in Großenstein (Abb. 30 C) und Freising (Abb. 31 C) fielen die Temperaturen im Tagesmittel für kurze Zeit auf Werte um -10°C . Erste Bonituren im Januar bestätigten eine intensive Befallsausbreitung in den Beständen. Mit den ab Januar kontinuierlich steigenden Temperaturen entwickelte sich der Raps und im selben Maße auch der Befall. Insbesondere in Birkenmoor (Abb. 28 C) und Hovedissen (Abb. 29 C) konnten hohe Befallsstärkewerte ermittelt werden, in Großenstein und Freising dagegen waren niedrigere Werte gegeben. Mit dem frühen Einsatz der Blüte und dem damit einhergehenden Blattabwurf Ende April endete die Phase der Blattbonitur in diesem Jahr deutlich zeitiger als in den Vorjahren.

Witterungsbedingt konnte über die Jahre nur in Birkenmoor eine komplette Überwachung des Ascosporenfluges über den Winter durchgeführt werden (Tab. 24). Dabei war festzustellen, dass auch über die Wintermonate in Birkenmoor starke Ascosporenflüge, ausgehend von

Ernteresten, ermittelt werden konnten. Ebenfalls ausgeprägt war der Sporenflug in Hovedissen, der im Jahr 2006 noch bis in den Mai anhielt.

In Großenstein und in Freising wurden witterungsbedingt über den Winter keine Sporenfallen aufgestellt. Die mit Vegetationsbeginn durchgeführten Fänge zeigten nur ein geringes Aufkommen an infektiösem Sporenmaterial in der Luft, welches jedoch bis Mai nachgewiesen werden konnte.

Tab. 24: Monatliches Ascosporenaufkommen an den Standorten Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Winter bis Frühjahr 2004/2005, 2005/2006 und 2006/ 007

Standort	Birkenmoor	Hovedissen	Großenstein	Freising
Monatssummen Winter / Frühjahr 2004 / 2005				
Dezember	389	14	-	-
Januar	212	-	-	-
Februar	13	11	-	-
März	11	103	15	44
April	148	148	50	672
Monatssummen Winter / Frühjahr 2005 / 2006				
Dezember	398	1	61	-
Januar	21	4	-	-
Februar	23	192	-	-
März	130	19	1	1
April	91	637	1	52
Monatssummen Winter / Frühjahr 2006 / 2007				
Dezember	270	108	-	-
Januar	182	5	7	-
Februar	68	486	156	-
März	12	659	36	23
April	21	39	6	0

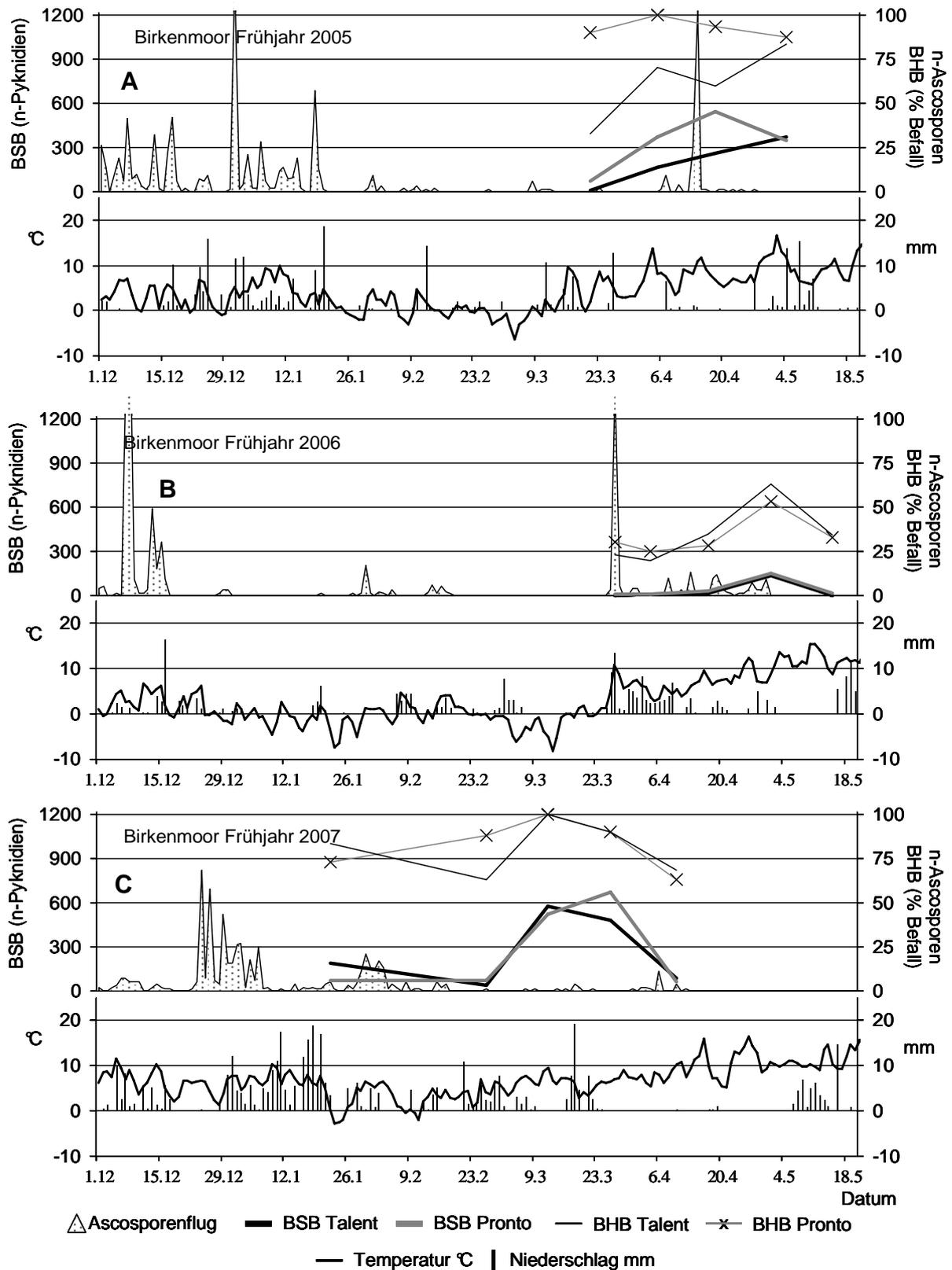


Abb. 28: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen) und *Phoma lingam* im Frühjahr; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag), Frühjahr, Standort Birkenmoor, Jahre 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)

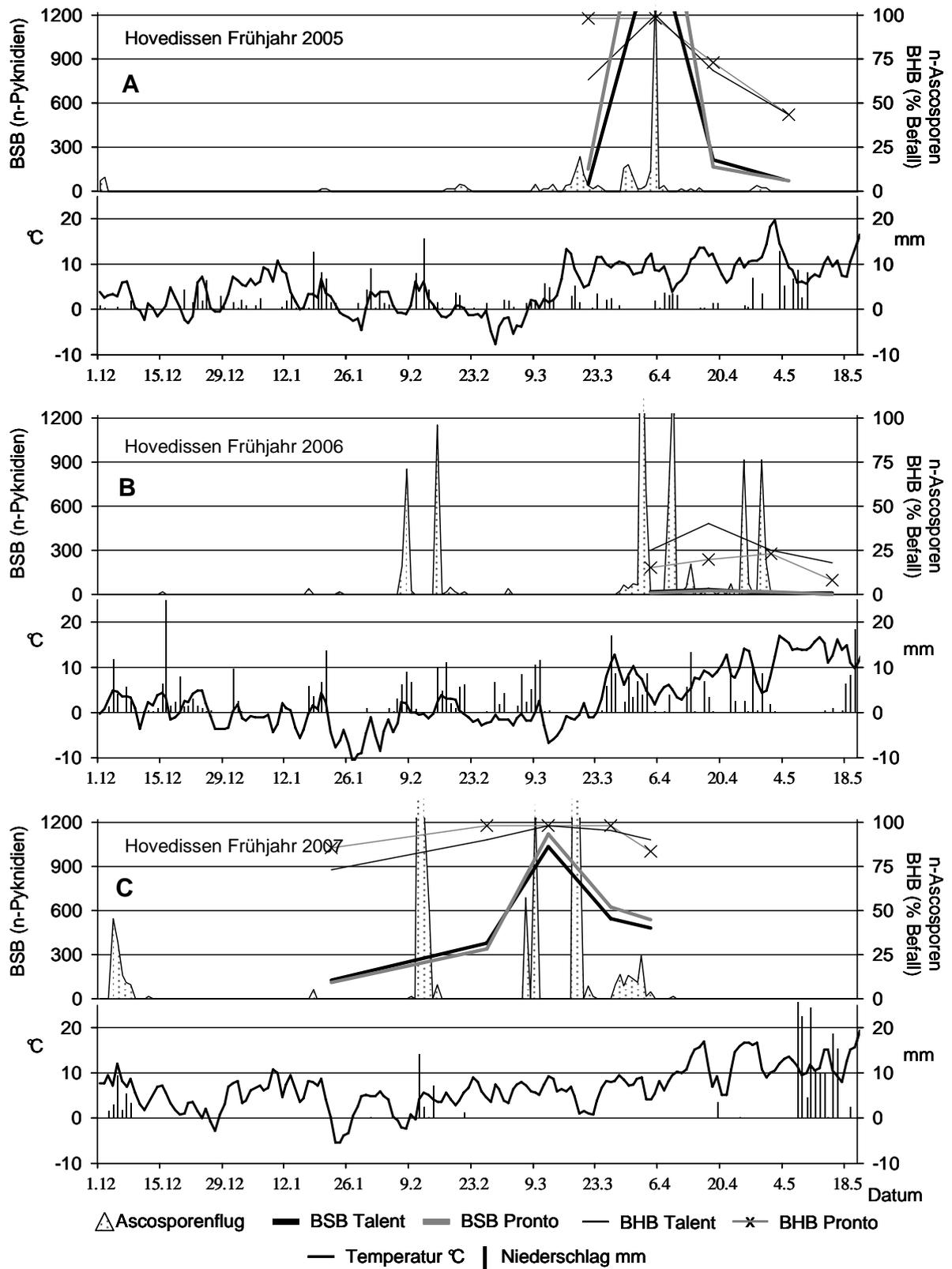


Abb. 29: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen) und *Phoma lingam* im Frühjahr; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag), Standort Hovedissen, Jahre 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)

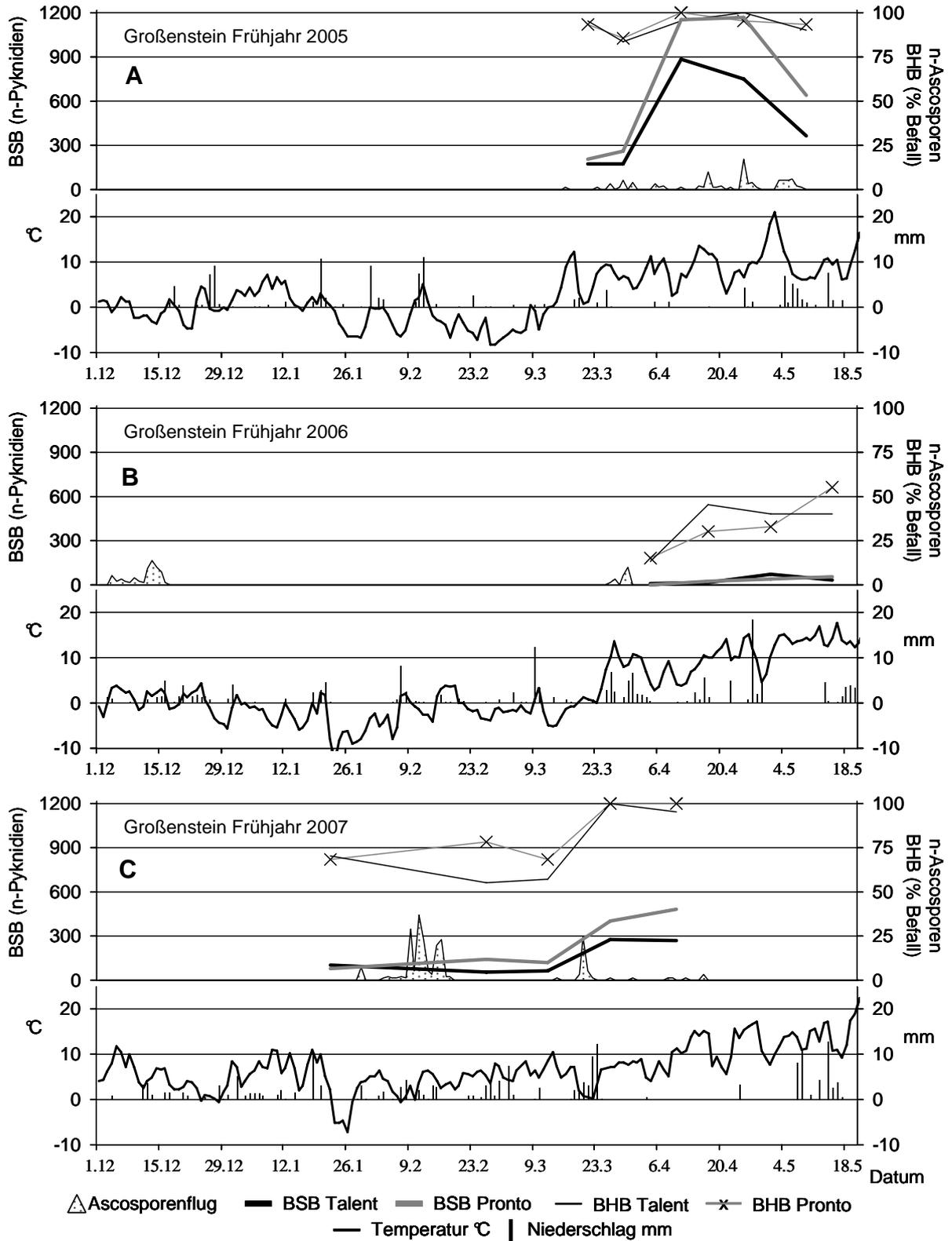


Abb. 30: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen) und *Phoma lingam* im Frühjahr; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag), Standort Großenstein, Jahre 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)

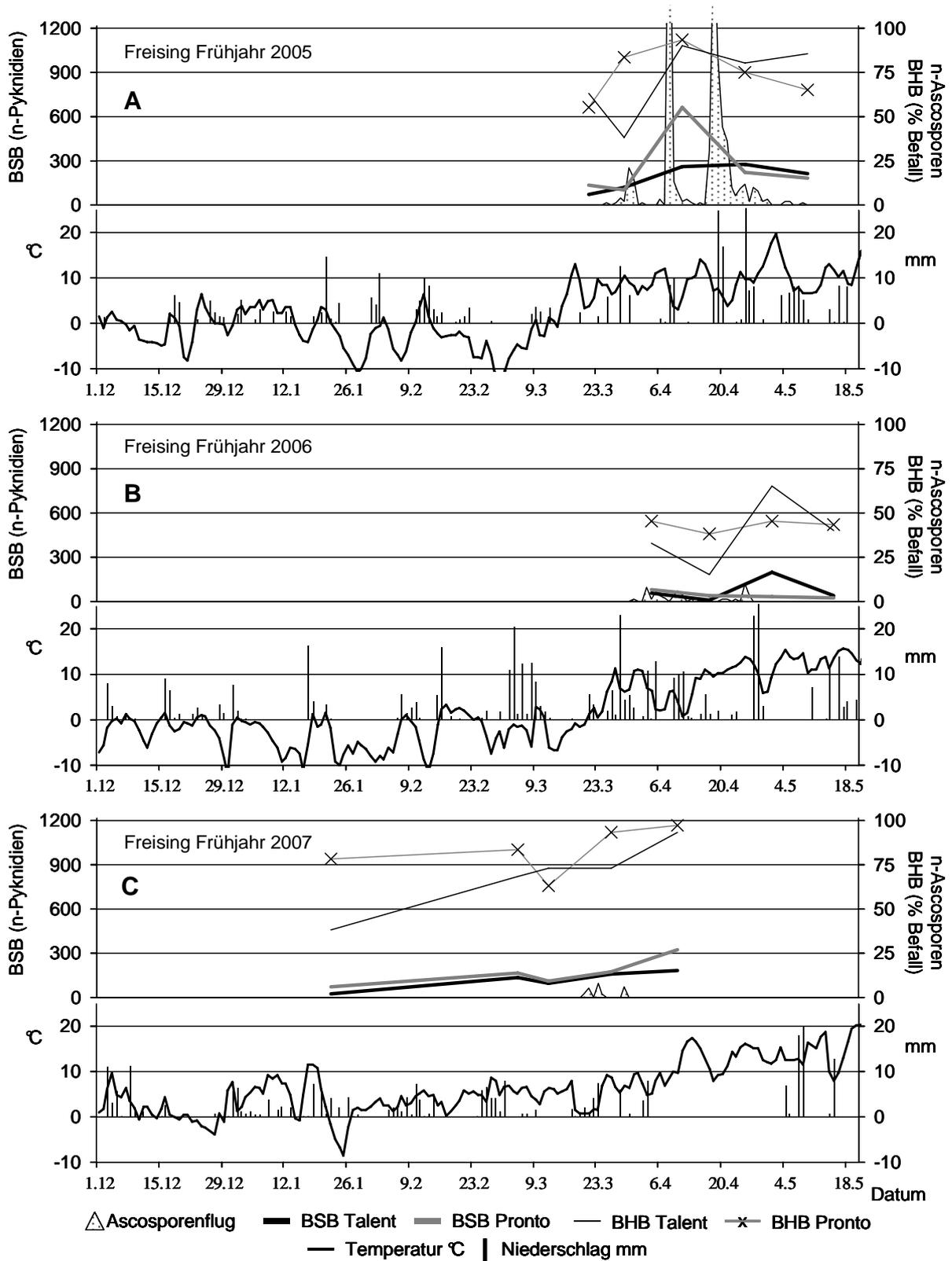


Abb. 31: Epidemie von *Leptosphaeria maculans* (Ascosporenaufkommen) und *Phoma lingam* im Frühjahr; Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) im Zusammenhang mit der Witterung (Temperatur, Niederschlag), Standort Freising, Jahre 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)

3.3.5.3 Epidemiologie von *Phoma lingam* an Wurzelhals und Stängel in der unbehandelten Kontrolle

Am Standort Birkenmoor (Abb. 32 A) wurden in beiden Sorten (Talent und Pronto) von Mai bis Juli 2005 verhaltend ansteigende Befallswerte am Wurzelhals registriert. Mitte Juli erreichten die Befallswerte (BW 1-9) am Wurzelhals die Boniturnote 5. Erst zum Ende der Vegetation stiegen die Befallswerte an. Der Stängelbefall wies, mit maximalen Befallswerten von 3 in der Sorte Talent bzw. von 4 in der Sorte Pronto, geringe Befallsgrade gegenüber dem Wurzelhals auf.

Die Befallsstärke (BSB = n-Pyknidien) des Erregers, bemessen an der Anzahl Pyknidien je Wurzelhals bzw. Stängel, weist in beiden Sorten auf eine auf niederem Niveau verlaufende Pathogenese hin. So wurde am Wurzelhals ein Maximum von 26 bzw. am Stängel von 14 Fruchtkörpern registriert. Sortenunterschiede waren nur für den Befallsparameter Befallshäufigkeit am Wurzelhals zu attestieren, die Sorte Talent wies durchschnittlich einen 10-15 % höheren Befall auf.

Die Befallswerte am Wurzelhals in Birkenmoor für das Jahr 2006 (Abb. 32 B) lagen im Vergleich zum Vorjahr zwischen Ende Mai und Ende Juni in beiden Sorten etwas höher. Allerdings differierten die Befallswerte zum Abschlussboniturtermin im Juli 2006 mit 4,5 (2005: 4,8) in der Sorte Talent und 5,1 (2005: 5) in der Sorte Pronto kaum noch von den Werten des Vorjahres. Ausgeprägter als 2005 ist im Zeitverlauf Ende Mai bis Ende Juni der Anteil bestimmter Pyknidien, insbesondere am Wurzelhals kommt es zu einem Anstieg der Werte. Besonders die Sorte Pronto ist durch eine ausgeprägte Ausbildung von Fruchtkörpern gekennzeichnet. Für den Stängelbefall lassen sich im Jahr 2006 wie schon 2005 nur geringe Befallswerte und auch nur eine geringe Fruchtkörperzahl aufzeigen.

Der schon im Herbst 2006 ausgeprägte Blattbefall der Bestände in Birkenmoor (Abb. 32 C) bestätigt sich auch im daraus resultierenden Wurzelhals- und Stängelbefall 2007. Schon zu Vegetationsbeginn konnten Befallssymptome am Wurzelhals beobachtet werden. Im weiteren Verlauf etablierte sich ein ausgeprägter *Phoma lingam*- Befall. Anfang Juni überstieg der Befallswert mit 6,1 in der Sorte Talent und 4,9 in der Sorte Pronto die Werte des Vorjahres deutlich, bis zum Ende der Messreihe wurden Befallswerte am Wurzelhals größer 7 ermittelt. Die Befallsstärke am Wurzelhals stieg ebenfalls, im Zuge der ausgeprägten Prädisposition des Erregers im Bestand, deutlich an, auch waren im Vergleich zu den Vorjahren wesentlich früher Pyknidien in den Läsionen lokalisiert. Im Vergleich zum Wurzelhalsbefall 2007 stieg

der Befall am Stängel 2007 erst später an, dann aber zeichnete sich eine deutliche Befallsprogression ab.

Am Standort Hovedissen waren von Mitte Mai bis Anfang Juli 2005 (Abb. 33 A) in beiden Sorten am Wurzelhals und Stängel nur geringe Befallswerte zwischen 2 und 3 festzustellen. Anfang bis Ende Juli stiegen die Werte in beiden Sorten bis zur Boniturnote 5 am Wurzelhals und bis auf 4 am Stängel an. In ähnlicher Weise wurden erst ab Anfang Juli steigende Pyknidienwerte an Wurzelhals und Stängel registriert. Der Verlauf der Befallsstärkekurven an Wurzelhals und Stängel über den Boniturzeitraum im Jahr 2005 verlief in den beiden Sorten nahezu identisch. Allerdings lagen die erfassten Werte am Stängel mit maximal 236 Pyknidien deutlich über den Werten am Wurzelhals mit maximal 76 Pyknidien.

Für das Jahr 2006 (Abb. 33 B) lässt sich in Hovedissen, vergleichbar mit dem Standort Birkenmoor, ebenfalls zwischen Ende Mai und Ende Juni ein erhöhter Befallswert für den Wurzelhals für beide Sorten beschreiben. Zwar konnte ein hoher Deckungsgrad des Erregers in den Beständen über nahezu den gesamten Beobachtungszeitraum festgestellt werden, die Pyknidienauszählungen lagen aber auch an diesem Standort, wie am Standort Birkenmoor, sehr niedrig.

Gegenüber dem Vorjahr war die Fruchtkörperausbildung am Wurzelhals im Jahr 2006 (Abb. 33 B) deutlich ausgeprägter. Das Maximum wurde mit 72 Pyknidien in der Sorte Pronto am 26 Juni 2006 erreicht. Die Befallswerte am Wurzelhals rangierten im Zeitverlauf zwischen 4 und 5 in einem fast vollständig befallenen Bestand. Der starke Anstieg der Pyknidienwerte der im Jahr 2005 am Stängel zu beobachten war, konnte im folgenden Jahr nicht wieder belegt werden. Auch lagen die Befallsstärke- und die Befallshäufigkeitswerte am Stängel unter den Vorjahreswerten.

Im Jahr 2007 konnten in Hovedissen (Abb. 33 C) sehr früh befallene Wurzelhälse ausgezählt werden, vergleichend zu den Vorjahren kam es, wie am Standort Birkenmoor, zu einem raschen Anstieg des Befalls am Wurzelhals. Sortenunterschiede konnten für die Befallsstärke ermittelt werden, hier zeichnete sich in der Sorte Pronto eine wesentlich höhere Fruchtkörperbildungsrate ab. Das Maximum in der Sorte Pronto lag am 18. Juni 2007 bei 231 Pyknidien und in der Sorte Talent bei 84 Pyknidien. Das Niveau des Stängelbefalls spielte an diesem Standort eine untergeordnete Rolle, nennenswerte Befallszuwächse konnten seneszenzbedingt erst zur Abschlussbonitur erfasst werden.

In Großenstein verlief die Befallsausprägung am Wurzelhals und Stängel 2005 (Abb. 34 A) annähernd vergleichbar zu den übrigen Standorten. Somit stellte sich, einhergehend mit einem

Anstieg der Befallshäufigkeit, erst nach einer längeren Periode niedriger Befallswerte an Wurzelhals und Stängel ab Juli eine zunehmende *phoma-lingam*-spezifische Verbräunung des Stängel- und Wurzelhalsbereiches ein. Auch stiegen die Pyknidienwerte in dem vom Erreger parasitierten Gewebe ab Juli deutlich an, wobei die nachgewiesene Fruchtkörperzahl am Stängel am 18. Juli 2005 (Pronto 315, Talent 190 Pyknidien) deutlich gegenüber dem Wurzelbereich (Pronto 59, Talent 27 Pyknidien) erhöht war. Dieser Befallsstärkeparameter ist demnach ausgeprägter in der Sorte Pronto festzustellen.

Im Jahr 2006 stieg das Befallsniveau am Wurzelhals in Großenstein (Abb. 34 B) schon am zweiten Boniturtermin gegenüber dem Vorjahr auf erhöhte Werte an. Allerdings verlief die Befallsprogression im weiteren Verlauf vergleichend zum Versuchsjahr 2005 verhaltener. Am vorletzten Boniturtermin stagnierte die Progression vollends und somit lagen die Endboniturwerte für den Wurzelhals in Großenstein sowohl in der Sorte Talent als auch in der Sorte Pronto unterhalb der Vorjahreswerte. Die Ergebnisse der Bewertungen der Stängelbonitur zeigten dagegen Parallelen zu den Standorten Birkenmoor und Hovedissen. Auch hier konnte eine nur geringe Infektion des Erregers am Stängel nachgewiesen werden, was sich auch in den Befallshäufigkeitswerten bestätigte.

Stark ausgeprägt war der Befall im Jahr 2007 in Großenstein (Abb. 34 C). Von Anfang bis Ende April erfolgte für die Befallshäufigkeit am Wurzelhals in beiden Sorten ein deutlicher Anstieg auf 75 % in der Sorte Talent und auf 84 % in der Sorte Pronto. Wie schon in Hovedissen ergaben sich auch in Großenstein Sortenunterschiede in der Anzahl ausgezählter Fruchtkörper, allerdings fielen diese erst zum Termin der Abschlussbonitur mit einem Unterschied von 531 Pyknidien (Pronto) und 326 Pyknidien (Talent) ins Gewicht. Der Stängelbefall spielte eine untergeordnete Rolle, erst gegen Ende der Beobachtungsphase 2007 wurden ausgeprägte Befallssymptome sichtbar.

Der Verlauf der Befallsausprägung am Wurzelhals und Stängel am Standort Freising 2005 (Abb. 35 A) entsprach dem der bundesweit analysierten Fallstudien in diesem Jahr. In den Monaten Mai und Juni stiegen die Befallswerte am Wurzelhals verhalten, jedoch kontinuierlich an, und erreichten im Juli erhöhte Werte. Der Befallsgrad war am Wurzelhals vergleichend zum Stängel stärker ausgeprägt. Die Pyknidienbildung verstärkte sich gleichfalls zu diesem Zeitpunkt und lag mit höheren Fruchtkörperzahlen im Stängelbereich gegenüber dem Wurzelhals vor. In der Sorte Pronto waren die Befallsgrade vergleichend zur Sorte Talent erhöht.

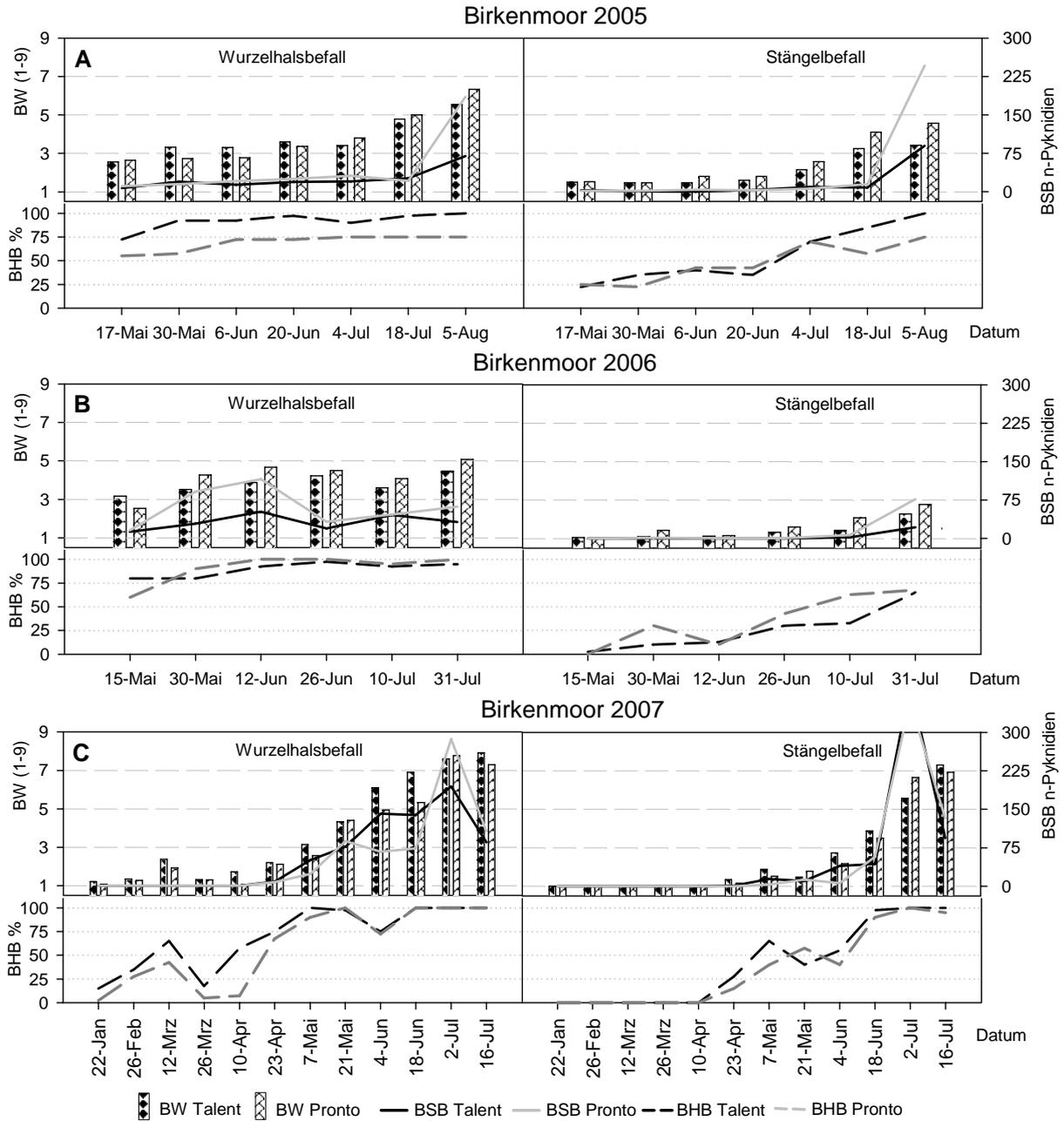


Abb. 32: Epidemie von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel, Befallswert (BW 1-9), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB %), Sorten Talent und Pronto, Standort Birkenmoor, Jahr 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)

Wie schon in der Herbstbonitur 2005 beschrieben, präsentiert sich bei der Wurzelhals- und Stängelbonitur im Jahr 2006 am Standort Freising (Abb. 35 B) der bundesweit geringste Befall. Das schon im Jahr 2005 als gering einzustufende Erregeraufkommen fiel in diesem Jahr noch niedriger aus. So konnte an allen Terminen in beiden Sorten am Wurzelhals wie auch am Stängel eine nur geringe Anzahl gebildeter Fruchtkörper nachgewiesen werden. Einhergehend mit dieser mäßigen Erregerausbreitung fielen auch die Boniturwerte für den

Wurzelhals in beiden Sorten gering aus. Stängelsymptome stellten bei der Bonitur in diesem Jahr die Ausnahme dar.

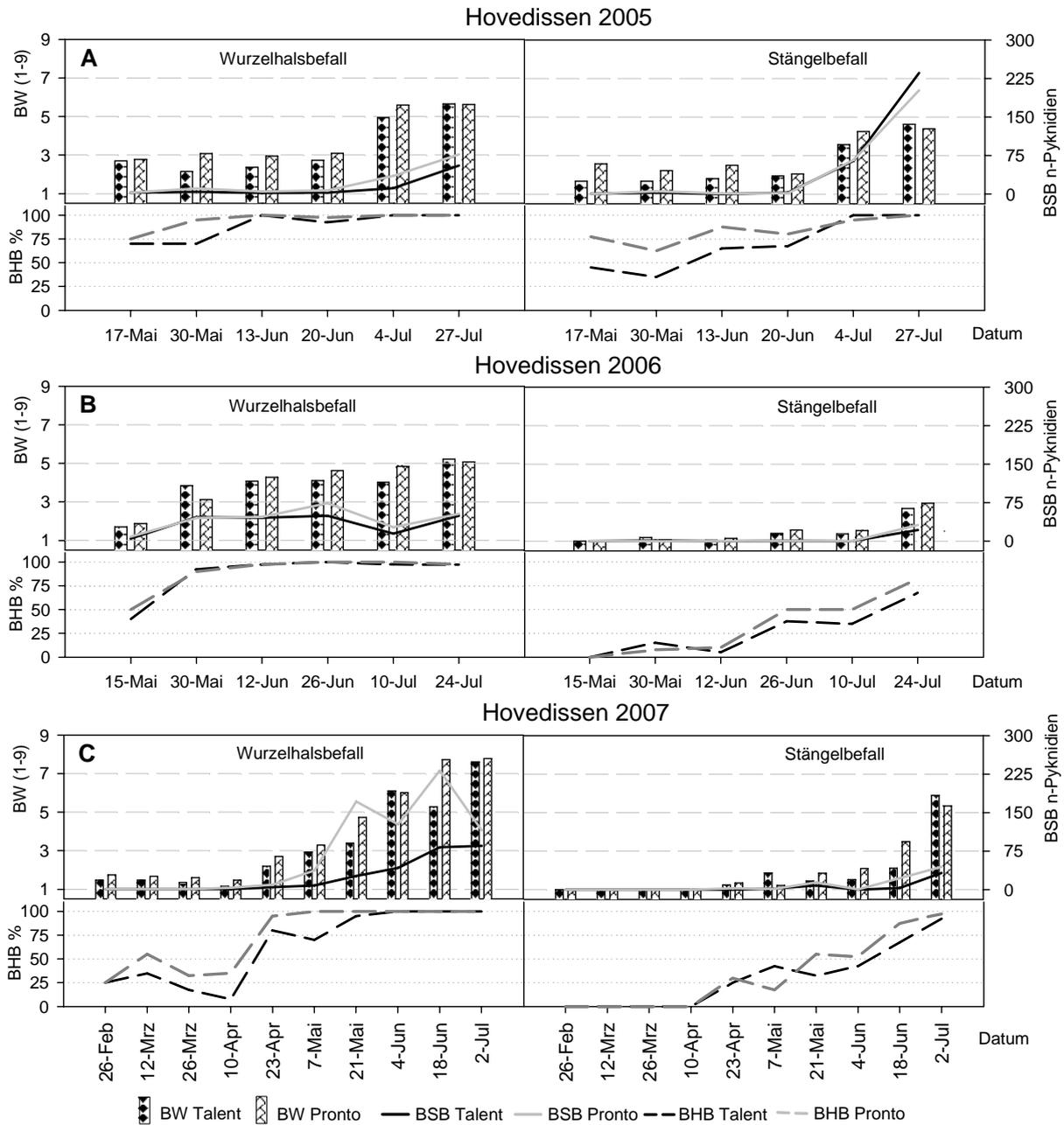


Abb. 33: Epidemie von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel, Befallswert (BW 1-9), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB %), Sorten Talent und Pronto, Standort Hovedissen, Jahr 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)

Die in 2007 an den Standorten Hovedissen und Großenstein festgestellten deutlichen Sortenunterschiede in der Pyknidienbildung am Wurzelhals bestätigten sich für das Jahr 2007 auch in Freising (Abb. 35 C). Hier lagen die Pyknidienwerte der Sorte Pronto zum Teil

erheblich über denen der Vergleichssorte Talent. Der Zeitpunkt des Auftretens erster Symptome am Wurzelhals sowie der Verlauf von Befallshäufigkeit und des Befallswertes entsprechen den Beobachtungen der übrigen Standorte. Wie bereits in den Vorjahren festgestellt, ist der Stängelbefall in Freising in 2007 auf einem geringen Niveau einzustufen.

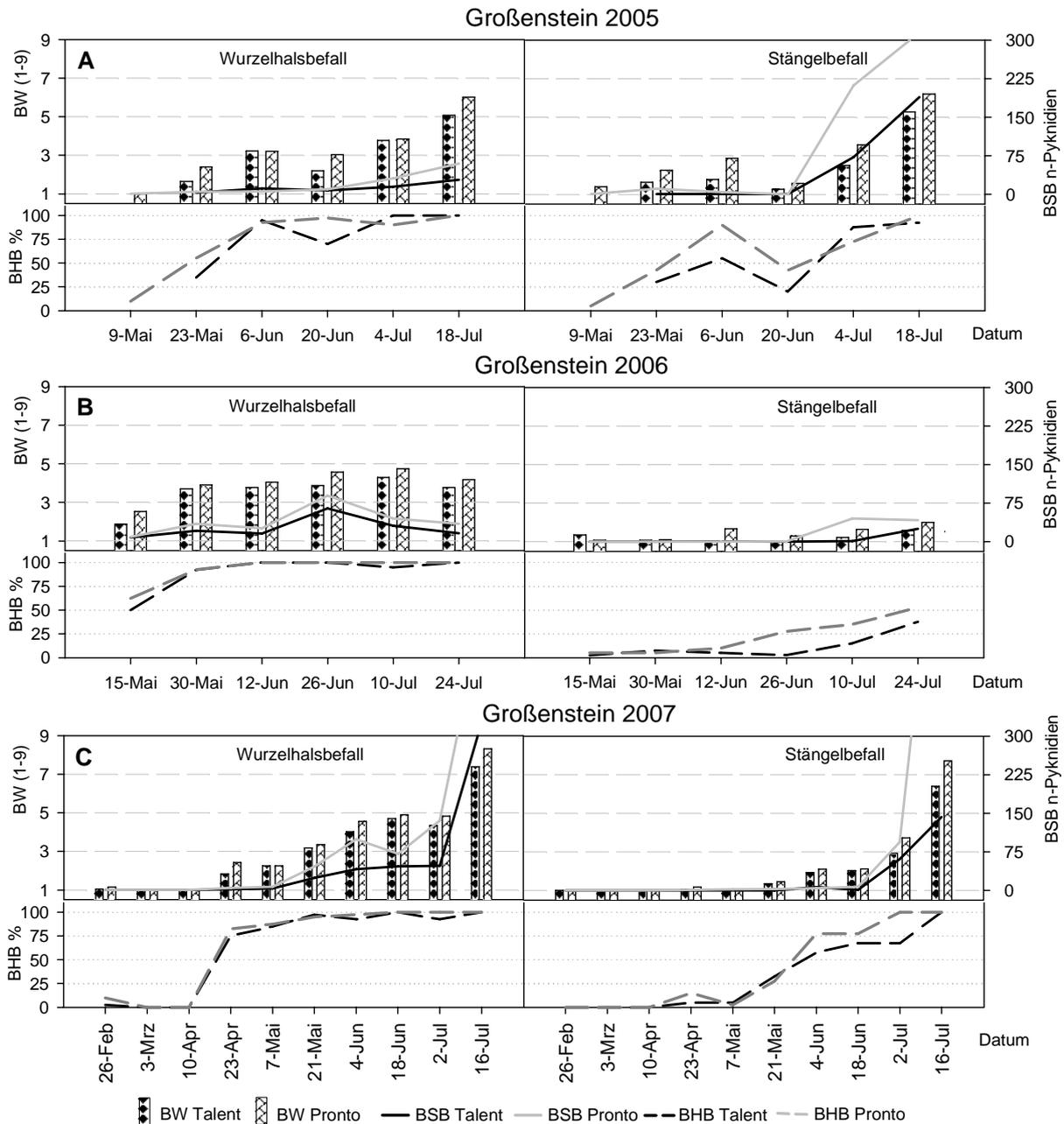


Abb. 34: Epidemie von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel, Befallswert (BW 1-9), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB %), Sorten Talent und Pronto, Standort Großenstein, Jahr 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)

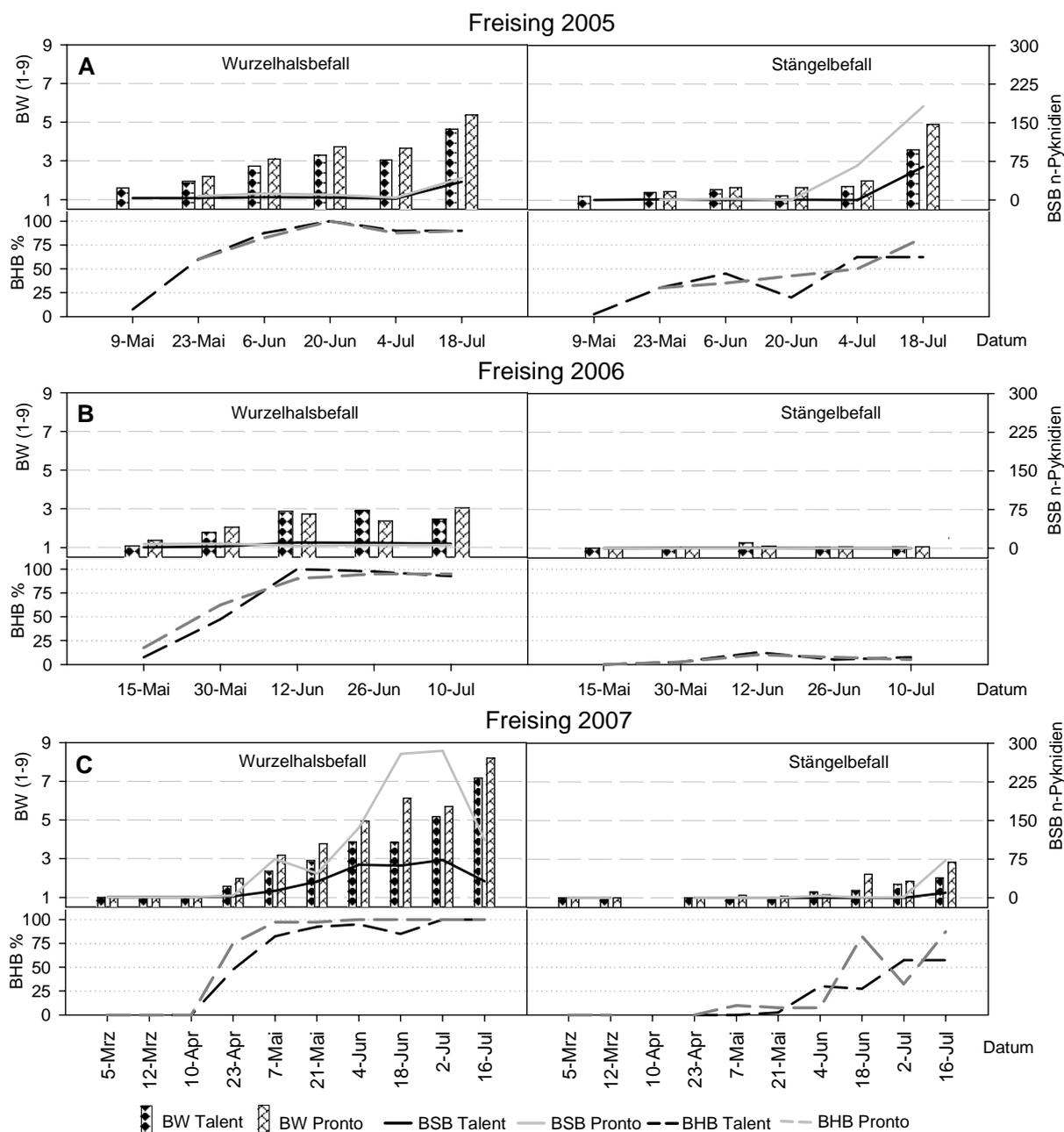


Abb. 35: Epidemie von *Phoma lingam* am Wurzelhals und Stängel, Befallswert (BW 1-9), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Befallshäufigkeit (BHB %), Sorten Talent und Pronto, Standort Freising, Jahr 2005 (A), 2006 (B), 2007(C)

3.3.6 Epidemiologie von *Phoma lingam* auf den einzelnen Blattfraktionen

Die Befallsausbreitung von *Phoma lingam* im Blattbereich ist, jeweils zusammengefasst für zwei Blätter, in den Abbildungen 36 bis 38 auf den jeweiligen Blattfraktionen an den Standorten Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising dargestellt. In den Abbildungen sind neben den epidemiologischen Ausbreitungsmustern des Erregers das erste „Erscheinen“ wie auch das durch Seneszenz bedingte Absterben bzw. der „Blattfall“ der zusammengefassten Blattfraktionen verdeutlicht.

Die ersten beiden Laubblätter wiesen über alle Jahre und über die Standorte (Abb. 36 - Abb. 38) betrachtet die kürzeste Verweildauer auf. In allen Beobachtungszeiträumen konnte auf diesen Blättern spätestens am zweiten Boniturtermin, in der Regel in der 40. Kalenderwoche, ein Befall nachgewiesen werden. Befallsbegrenzend wirkte im weiteren Verlauf die einsetzende Seneszenz mit einhergehendem Blattabfall, so dass bereits ab Mitte Oktober kein weiterer Befall auf den unteren Blattfraktionen zu analysieren war.

Die für Freising belegte verlängerte Verweildauer der ersten Blattfraktion im Herbst stellt eine Folge des witterungsbedingt verzögerten Aussattermins dar. Die über die Standorte und Sorten höchsten Blattbefallswerte in dieser Fraktion (1 + 2) wies im Herbst 2005 (Abb. 37) der Standort Großenstein auf.

Unterschiedlich stark fiel der Befall der Blattfraktion 3 + 4 aus. Einer ab Oktober 2004 deutlich ausgeprägten Pyknidienbildung an allen Standorten (Abb. 36) folgten nur geringe Fruchtkörperwerte in Birkenmoor und Hovedissen im Herbst 2005. Die Verweildauer der Blätter war über die Jahre unterschiedlich. Im Frühjahr 2005 wurden in Großenstein und Freising noch Blätter dieser Fraktionen nachgewiesen, ebenfalls am Standort Freising auch im Frühjahr 2007 (Abb. 38), allerdings tendierte der Blattbefall im Frühjahr auf niedrigerem Niveau.

Eine starke Fruchtkörperbildung wiesen insgesamt die Blätter der Fraktion 5 + 6 auf; diese Beobachtung schließt den gesamten Untersuchungszeitraum ein. Zudem blieben der Pflanze diese Blattorgane noch bis spät in das sich anschließende Frühjahr erhalten. Dem Erreger war, ausgehend von diesen Blattfraktionen die Möglichkeit gegeben, vom Zeitpunkt des Erstbefalls im Oktober bis in das Frühjahr hinein den Wirt weiter zu besiedeln.

Ergebnisse

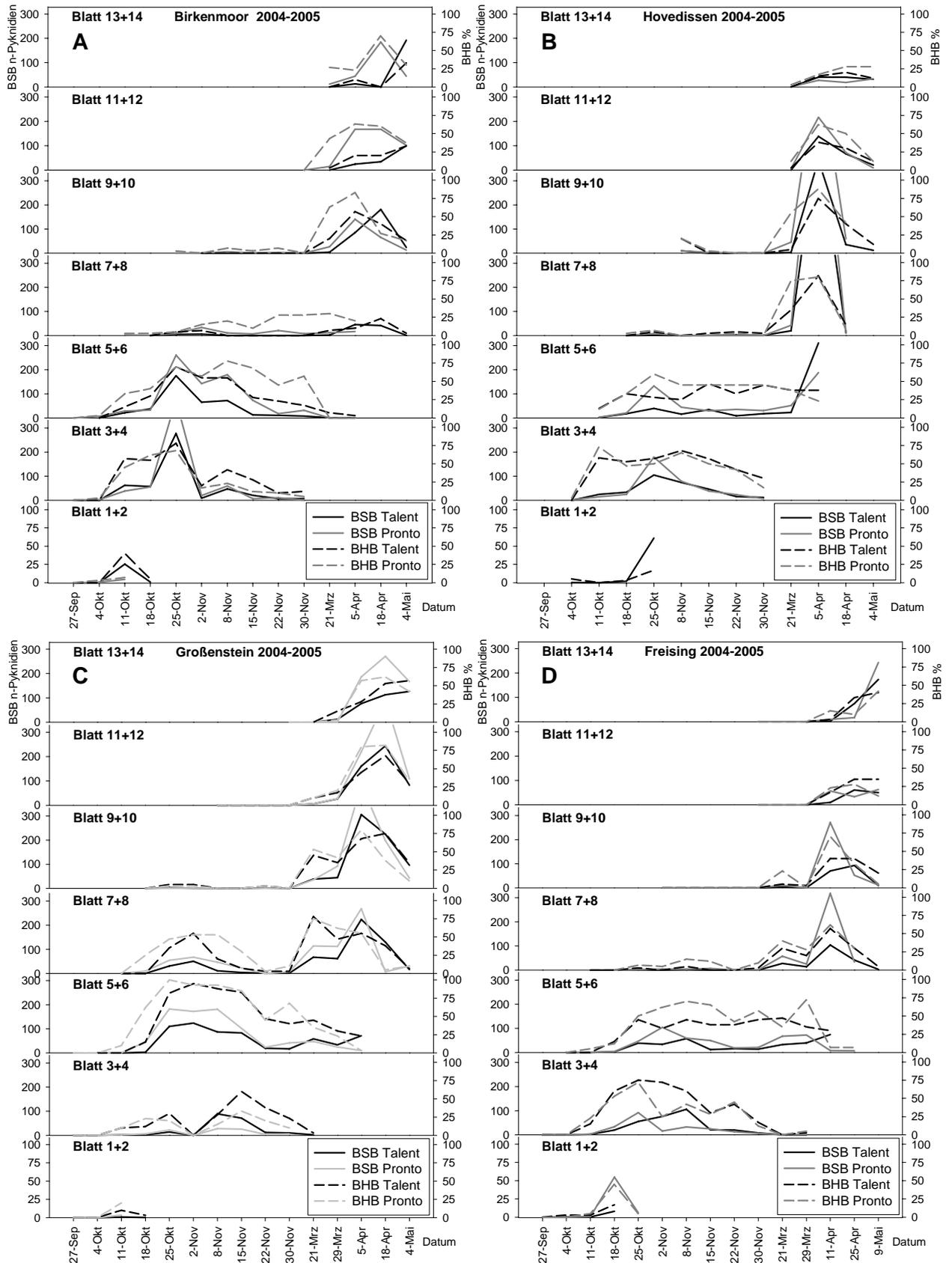


Abb. 36: Epidemiologie von *Phoma lingam* auf den einzelnen Blattfraktionen, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standorte Birkenmoor (A), Hovedissen (B), Großenstein (C) und Freising (D), Jahr 2004/2005

Ergebnisse

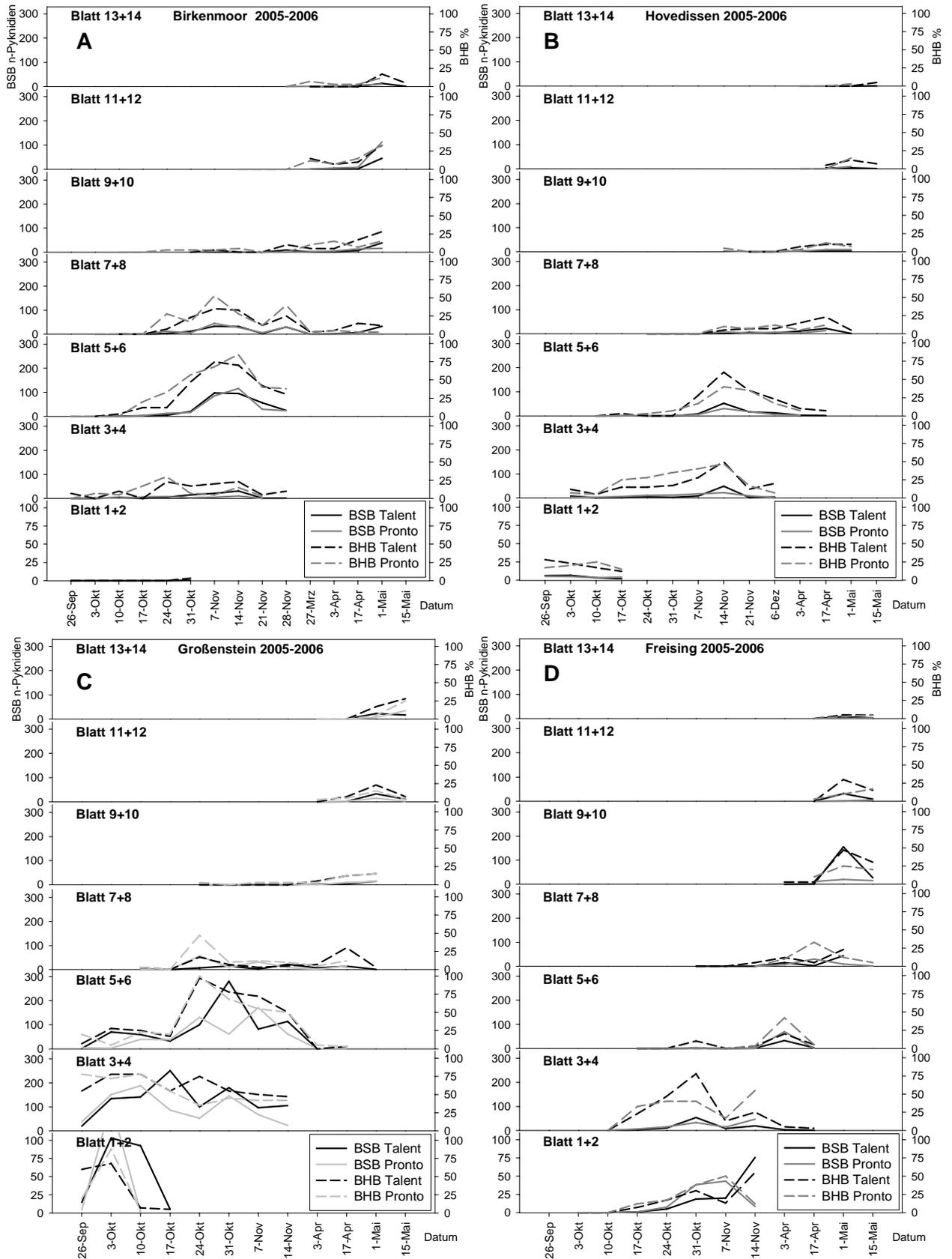


Abb. 37: Epidemiologie von *Phoma lingam* auf den einzelnen Blattfraktionen, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standorte Birkenmoor (A), Hovedissen (B), Großenstein (C) und Freising (D), Jahr 2005/2006

Ergebnisse

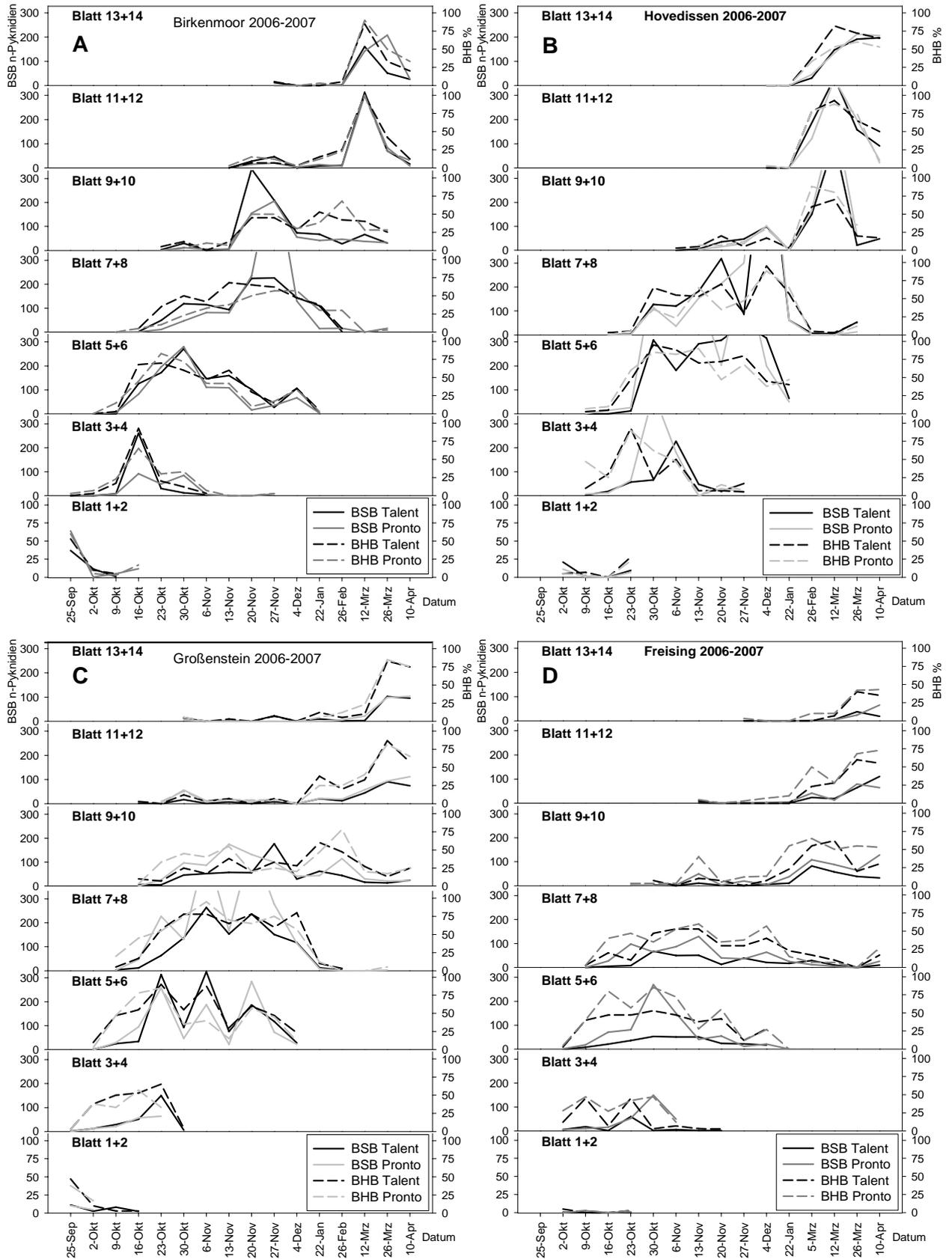


Abb. 38: Epidemiologie von *Phoma lingam* auf den einzelnen Blattfraktionen, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standorte Birkenmoor (A), Hovedissen (B), Großenstein (C) und Freising (D), Jahr 2006/2007

Befallene Blätter der Fraktion 7 +8 waren erst ab Mitte bis Ende Oktober mit Ausnahme der Herbstsaison 2006 nachweisbar. In dieser Blattfraktion kam es zu größeren Unterschieden in der Befallsausprägung im Herbst. Schwachen Befallswerten im Herbst 2004 und 2005 standen ausgeprägte Befallswerte im Herbst 2006 gegenüber. Da diese Blätter eine lange Verweildauer an der Kulturpflanze bis in das folgende Frühjahr aufwiesen, konnten in diesen Fraktionen auch starke Frühjahrsinfektionen analysiert werden, insbesondere im Frühjahr 2005 in Hovedissen, Großenstein und Freising sowie im Frühjahr 2007 in Hovedissen. Dagegen fiel der Befall in dieser Blattfraktion an den Standorten Großenstein und Freising in der Saison 2005/2006 gering aus.

An den Fraktionen 9 + 10 wurden ebenfalls bereits im Herbst ab Ende Oktober an einzelnen Standorten erste Infektionen nachgewiesen, ein nennenswerter Befall stellte sich allerdings lediglich im Herbst 2006 an den Standorten Birkenmoor und Freising ein.

Die obersten Blätter der Fraktion 11 + 12 wurden, mit Ausnahmen des Herbstes 2006, nur im Frühjahr vorgefunden. Auf dieser Blattfraktion war über die Jahre eine intensive Symptomatologie in Form von hohen Pyknidienwerten vorzufinden.

Die verstärkte Infektion der Fraktionen 13 + 14 erfolgte ausschließlich im Frühjahr. Während in den Jahren 2005 und 2007 deutliche Progressionen nachzuweisen waren, verblieb die Ausbildung der Fruchtkörper im Frühjahr 2006 auf niederem Niveau.

3.3.7 Einfluss der differenzierten Fungizidapplikationen auf die Epidemiologie von *Phoma lingam*

3.3.7.1 Effekte der differenzierten Fungizidapplikationstermine auf den Blattbefall mit *Phoma lingam* im Herbst

In den Abbildungen 39 bis 42 (Anhangtabellen 1-9) finden die Ergebnisse des Blattbefalles durch *Phoma lingam* für die Herbst- und Frühjahrperioden der Versuchstandorte und Varianten der Jahre 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007 der Sorten Talent und Pronto detaillierte Darstellung.

Die Applikationen im ersten Versuchsjahr (Herbst 2004) fanden in wöchentlichen Staffellungen statt, um die Auswirkungen der Maßnahmen auf die epidemiologischen Ausbreitungsmuster des Erregers deduktiv im Zusammenhang mit den resultierenden Verlustminderungen analysieren zu können. Die zeitlich gestaffelte Applikationsreihenfolge der verschiedenen Varianten verlief an den einzelnen Standorten identisch (vgl. Kapitel 2.1.2). Begonnen wurde mit der Behandlung in der Variante T1, gefolgt von den Varianten

T2, den zum ortsüblichen Termin behandelten Varianten T3 und T3ORT und der abschließenden Behandlung in Variante T4. Die Variante G stellt die Gesundvariante dar und wurde im Herbst zweimal, zu Beginn und gegen Ende der Applikationsperiode, behandelt.

Die im Herbst 2004 durchgeführten Maßnahmen (Abb. 39 A, Abb. 40 A, Abb. 41 A, Abb. 42 A) führten an allen Standorten zu einer Befallsreduktion (BSB) vergleichend zur fungizidunkontaminierten Kontrolle. An den Standorten Hovedissen (Abb. 40 A), Großenstein (Abb. 41 A) und Freising (Abb. 42 A) ist in der Variante T1, die bereits Ende September behandelt wurde, im weiteren Zeitverlauf von annähernd vier Wochen nach Applikation eine Erholung der Erregerpopulation anhand ansteigender Befallshäufigkeitswerte (BHB) nachzuweisen. An den Standorten Birkenmoor (Abb. 39 A) und Hovedissen (Abb. 40 A) ist, durch den zeitlich verzögert einsetzenden Applikationstermin T4 (Birkenmoor 14. Oktober 2004. Hovedissen 19. Oktober 2004), die Erregerausbildung nicht in dem Maße unterbunden worden, wie dies vergleichend in der Varianten T3ORT und T2 mit Applikationsterminen zwischen dem 30. September 2004 und dem 13. Oktober 2004 der Fall gewesen ist. Die Unterschiede zwischen den Sorten waren gering.

Im zweiten Versuchsjahr 2005 (Abb. 39 B, Abb. 40 B, Abb. 41 B, Abb. 42 B) basierten die Herbstapplikationen, mit Ausnahme der ortsüblichen Behandlungen (ORT, ORTH), ausschließlich auf biologisch- bzw. witterungsorientierten Grenzwerten (s. Herbstprognose Kap. 3.3.1). Erste Applikationen erfolgten in der Variante ESS zum Zeitpunkt der Bonitur „erste sichtbare Symptome“. Die zweite befallsorientierte Terminierung der Variante BHB („Befallshäufigkeit > 50%“) erfolgte meist unmittelbar im Anschluss an die ESS-Behandlung. Darauf folgen zeitgleich die zum ortsüblichen Termin applizierten Varianten ORT (Herbst Frühjahr) und ORTH, letztere bestand aus einer alleinigen Herbstapplikation. Die der alleinigen Blütenapplikation vorbehaltene Variante BL blieb bis zum Zeitpunkt der Blüte fungizidfrei. Die Variante G wurde als Gesundvariante jeweils zu Beginn und gegen Ende der Applikationskaskade doppelt behandelt.

Wie im Jahr 2004 führten im Jahr 2005 alle Behandlungen zu einer Befallsreduktion vergleichend zur unbehandelten Kontrollvariante K. Signifikante Unterschiede der Behandlungen wurden aufgrund des gegenüber dem Vorjahr geringen Befallsaufkommens, mit Ausnahme von Großenstein, für die differenzierten Applikationen nicht festgestellt. Anhand der Bemessung der Befallshäufigkeitswerte kam es in Hovedissen (behandelt 28.

September 2005) (Abb. 40 B) und Großenstein (behandelt 28. September 2005) (Abb. 41 B) zu einer Erholung der Erregerpopulation in der früh behandelten Variante ESS. Der in Großenstein gegenüber den anderen Standorten erhöhte Herbstblattbefall wies im Zusammenhang mit den Terminierungen als einziger Standort in beiden Sorten eine sichtbare Beeinflussung der Befallsstärke- und Befallshäufigkeitswerte (BHB) auf.

Wie schon im Vorjahr (2005) basierten im Herbst 2006 (Abb. 39 C, Abb. 40 C, Abb. 41 C, Abb. 42 C) die Herbstapplikationen ausschließlich auf biologisch- bzw. witterungsorientierten Grenzwerten (s. Herbstprognose Kap. 3.1) mit Ausnahme der Varianten ORT und SP (späte Kalender orientierte Behandlung). In der Reihung zeitlich versetzt erfolgte an den Standorten Birkenmoor (Abb. 39 C), Großenstein (Abb. 41 C) und Freising (Abb. 42 C) die ortsübliche Applikationen (ORT) frühzeitig im Herbst terminliche übereinstimmend mit dem witterungsorientierten Grenzwert ESS. In der weiteren Folge setzte die auf die Biologie des Erregers ausgerichtete Variante BHB ein, gefolgt von der spät einsetzenden und kalendariumorientierten Variante SP (Spät). Letztere entfiel am Standort Freising.

In Hovedissen erfolgte als Erstbehandlung die Variante ESS vor der ortsüblichen Behandlung (ORT), die zeitgleich mit der Variante BHB ausgeführt wurde. Die Variante SP wurde deutlich versetzt am 26. Oktober 2006 behandelt.

Im Herbst 2006 war ein deutlich ausgeprägtes Pyknidienaufkommen (Abb. 39 C, Abb. 40 C, Abb. 41 C, Abb. 42 C), dominant an den Standorten Birkenmoor, Hovedissen und Freising, festzustellen. An den Standorten Birkenmoor, Großenstein und Freising hatte die früh einsetzende Indikation (26. September 2006) der Variante ESS („erste Symptome sichtbar“) in beiden Sorten nach annähernd vier Wochen einer Erholung mit Epidemiestieg (16.-30. Oktober 2006) der Erregerpopulation zur Folge, zurückzuführen auf die, durch Metabolisierung des fungiziden Wirkstoffes, abnehmende Wirkung. Die annähernd zeitgleiche Terminierung der Variante ORT und ESS-Variante an den Standorten Birkenmoor, Großenstein und Freising führte ebenfalls zu einer frühen Befallskontrolle mit zeitlich versetzter, abnehmender Wirkung. Die auf dem Grenzwert $BHB > 50$ basierende Terminierung in der Variante BHB reduzierte überregional das Befallsgeschehen des Erregers im Blattbereich vor Winter. Die am Standort Hovedissen (Abb. 41 C) am 26. Oktober 2006 zeitlich verzögert einsetzende Behandlung der Variante SP, wies einen nur geringen Einfluss auf das Befallsgeschehen auf. Es ist zu belegen, dass der späte Termin in der Variante SP nur einen geringen Einfluss auf die Populationsdynamik des Erregers hatte; dies gilt insbesondere für die Sorte Pronto.

Ergebnisse

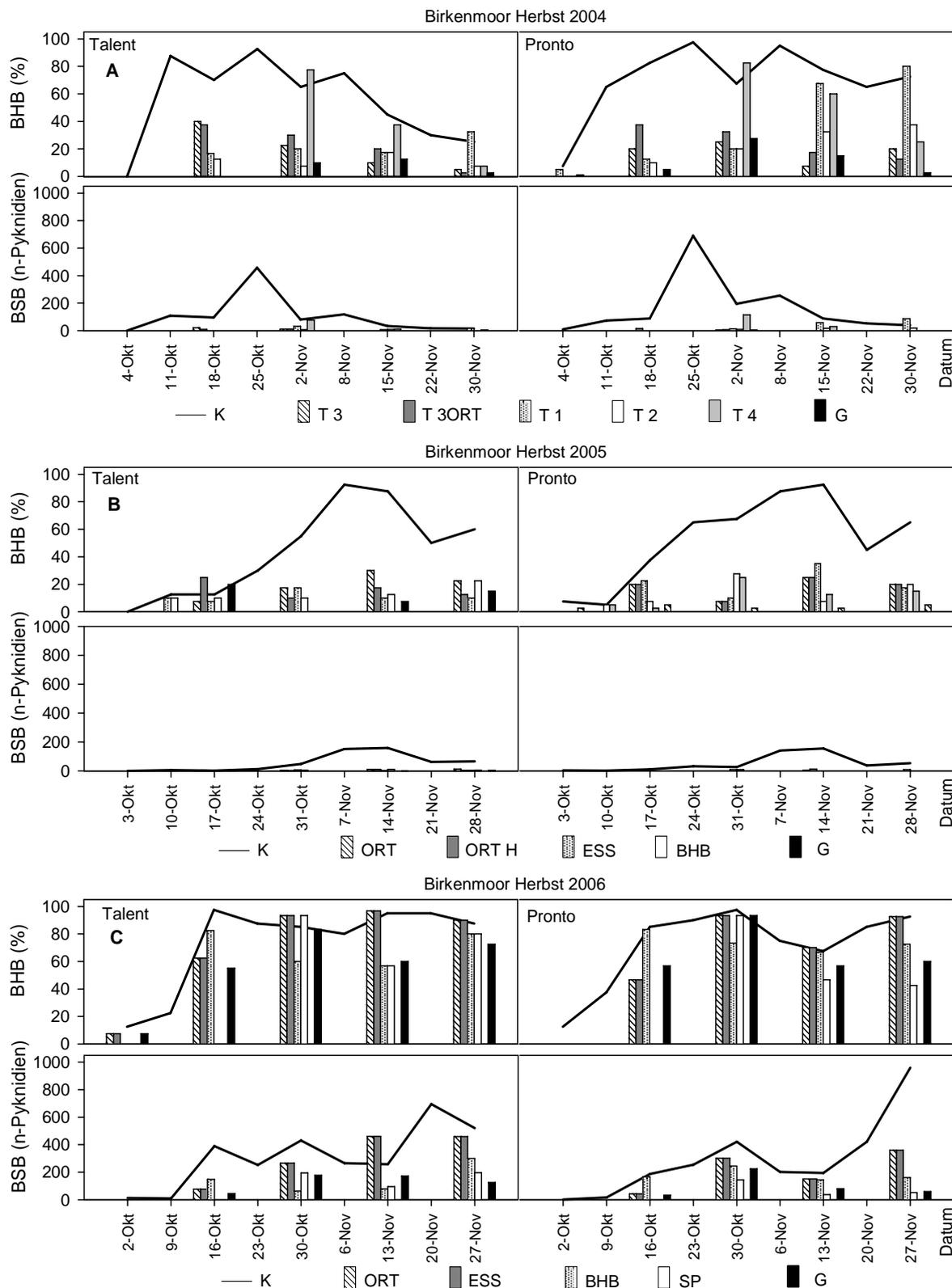


Abb. 39: *Phoma lingam*-Herbstblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Birkenmoor; 2004/2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005/2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C)

Ergebnisse

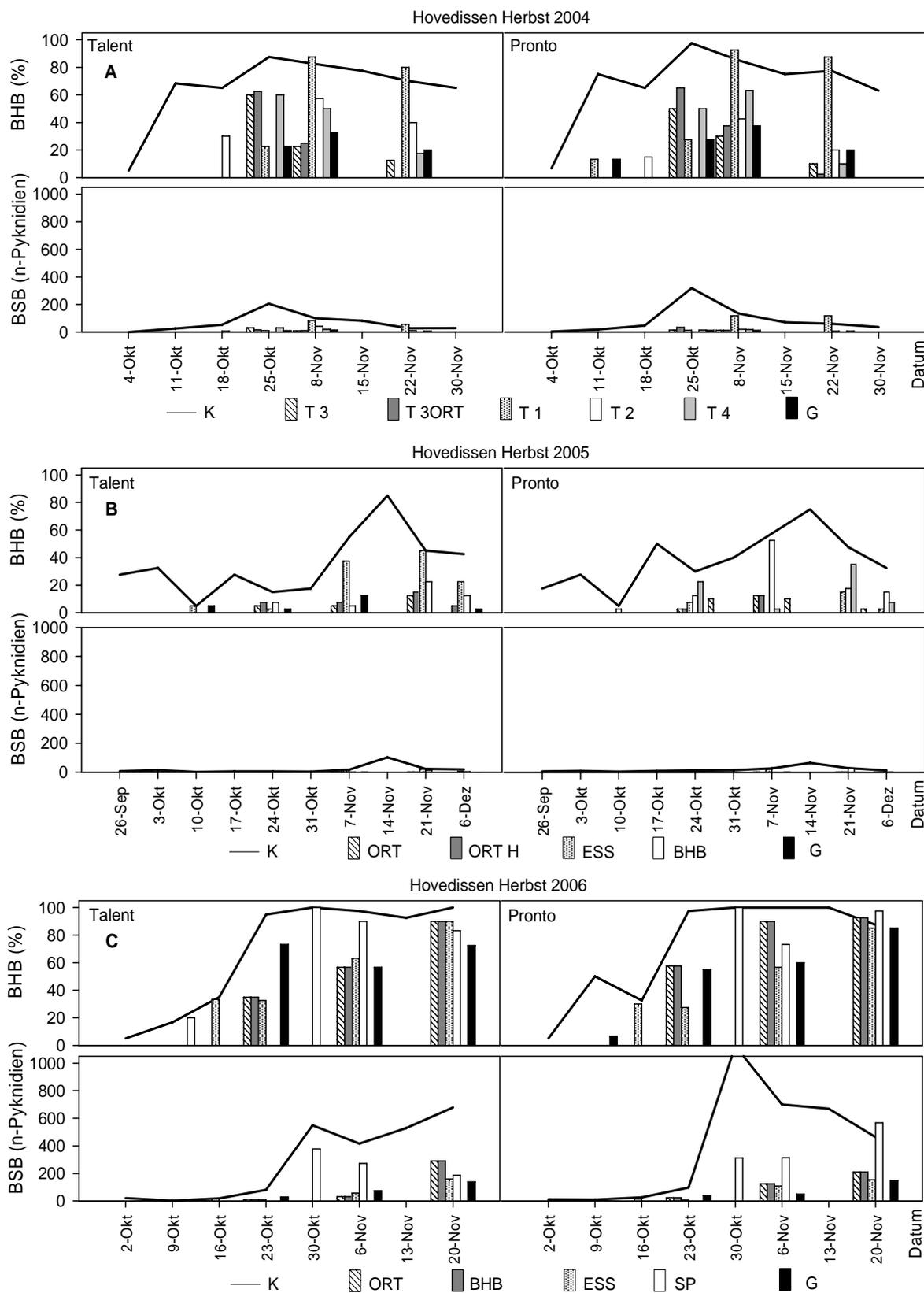


Abb. 40: *Phoma lingam*-Herbstblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Hovedissen; 2004/2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005/2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C)

Ergebnisse

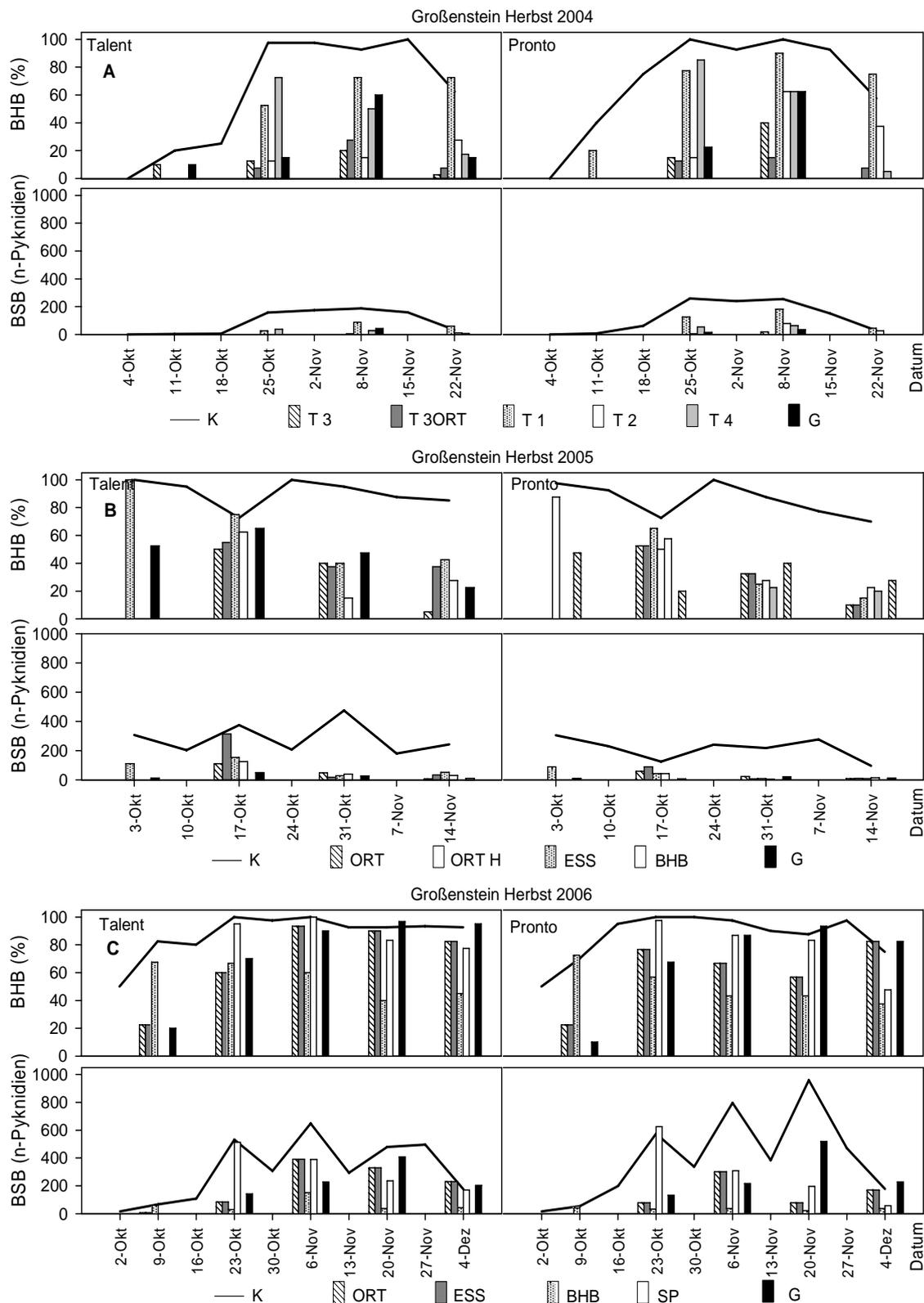


Abb. 41: *Phoma lingam*-Herbstblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Großenstein; 2004/2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005/2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C)

Ergebnisse

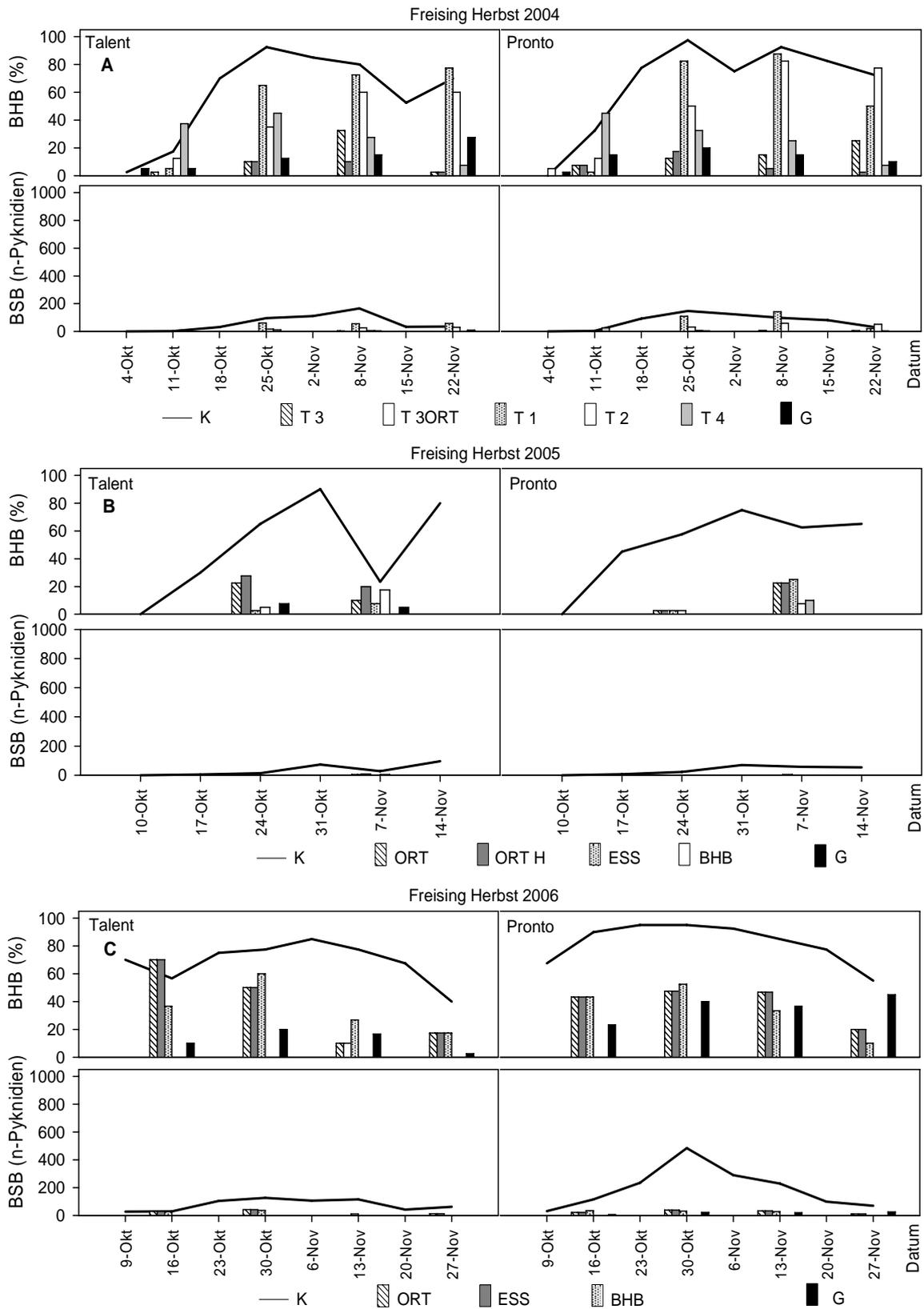


Abb. 42: *Phoma lingam*-Herbstblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Freising; 2004/2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005/2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, G (C)

3.3.7.2 Effekte der differenzierten Fungizidapplikationstermine auf den Blattbefall mit *Phoma lingam* im Frühjahr

Die Effekte differenzierter Fungizidapplikationstermine auf den Blattbefall mit *Phoma lingam* im Frühjahr sind in den Abbildungen 43 bis 46 (Anhangtabellen 1 bis 8) dargestellt.

In Abhängigkeit eines verzögerten Vegetationsbeginns erfolgte die erste Frühjahrsbonitur im Jahr 2005 am 21. März (Abb. 43A bis 46A). An allen Standorten konnte ohne sichtliche Differenzierung der Varianten ein deutlicher Blattbefall (Befallshäufigkeit) festgestellt werden. Befallsreduzierende Effekte der Frühjahrsapplikation auf die Befallshäufigkeitswerte sind für alle Standorte in der Variante T3ORT nachzuweisen. Am deutlichsten beeinflusste die Doppelbehandlung der Gesundvariante G die Häufigkeitswerte. Bezogen auf die Befallsstärke (BSB) weist ausschließlich die Variante G Reduzierungen der Pyknidienwerte auf. Differenzierungen zwischen den Sorten waren nicht gegeben.

Die Boniturergebnisse aus dem Frühjahr 2006 (Abb. 43B, bis Abb. 46 B) ließen bezüglich der Befallsstärke aufgrund der sehr geringen Fruchtkörperwerte an keinem der Standorte einen Fungizideffekt erkennen. Für die Befallshäufigkeitswerte, welche deutlich unter dem Niveau des Vorjahres lagen, ist lediglich eine Abnahme im Befall in der Variante G gegenüber der fungizidfreien Kontrolle zu erkennen.

Im Jahr 2007 konnte in allen Varianten und an allen Standorten ein ausgeprägter Frühjahrsbefall beobachtet werden (Abb. 43 C bis Abb. 46 C). Hinsichtlich der Befallsstärkewerte (BSB) konnten in Großenstein (Abb. 45 C) und Hovedissen (Abb. 44 C) in beiden Sorten eine Befallsreduktionen durch die einmalige Frühjahrsapplikation in der Variante ORT ähnlich der Gesundvariante G nachgewiesen werden.

In Freising (Abb. 46 C) wurden aufgrund der vergleichsweise geringen Pyknidienwerte keine Differenzierungen zwischen den Behandlungsvarianten und der Kontrolle festgestellt.

Ergebnisse

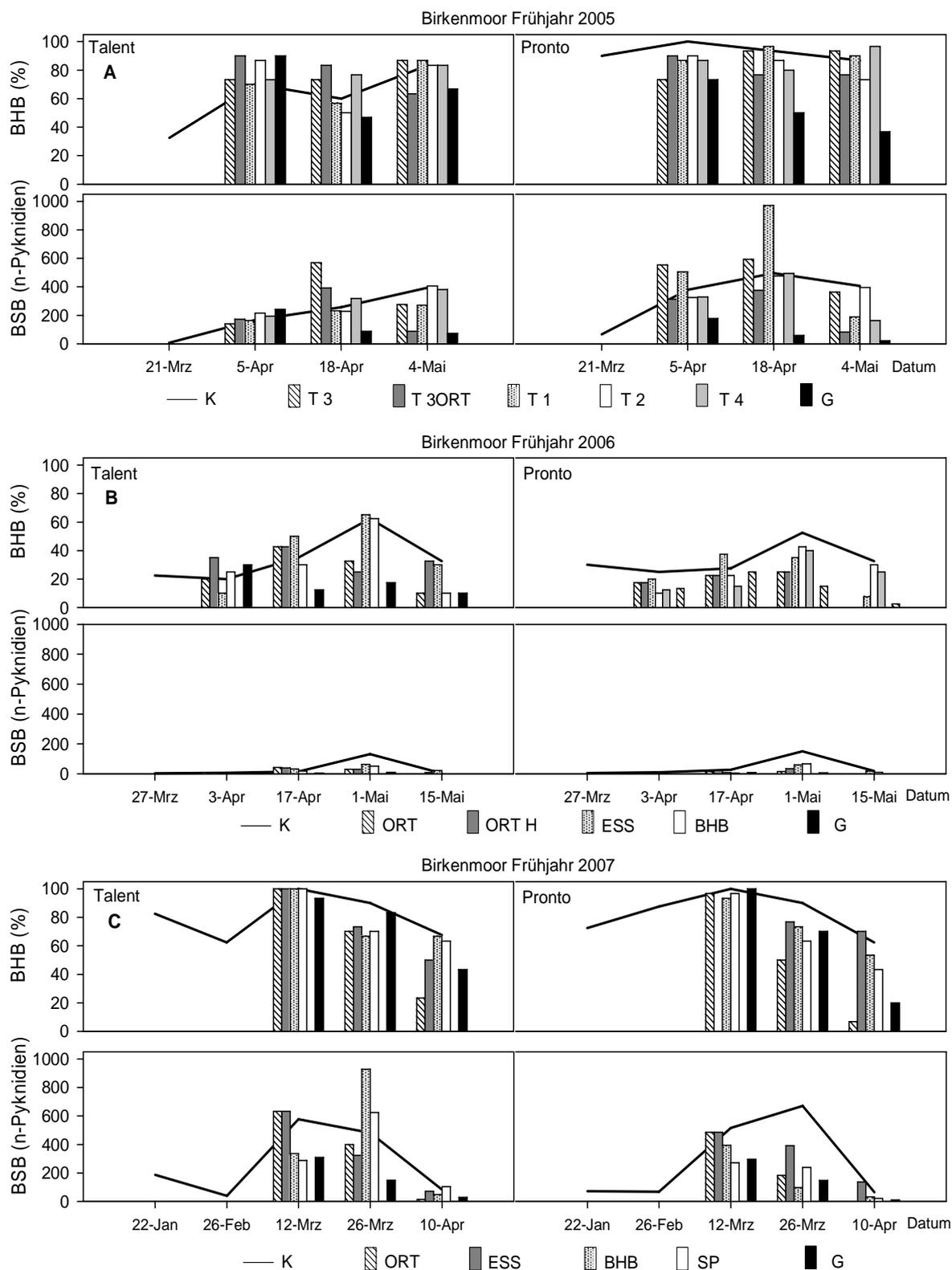


Abb. 43: *Phoma lingam*-Frühjahrsblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Birkenmoor; 2004/2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005/2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C)

Ergebnisse

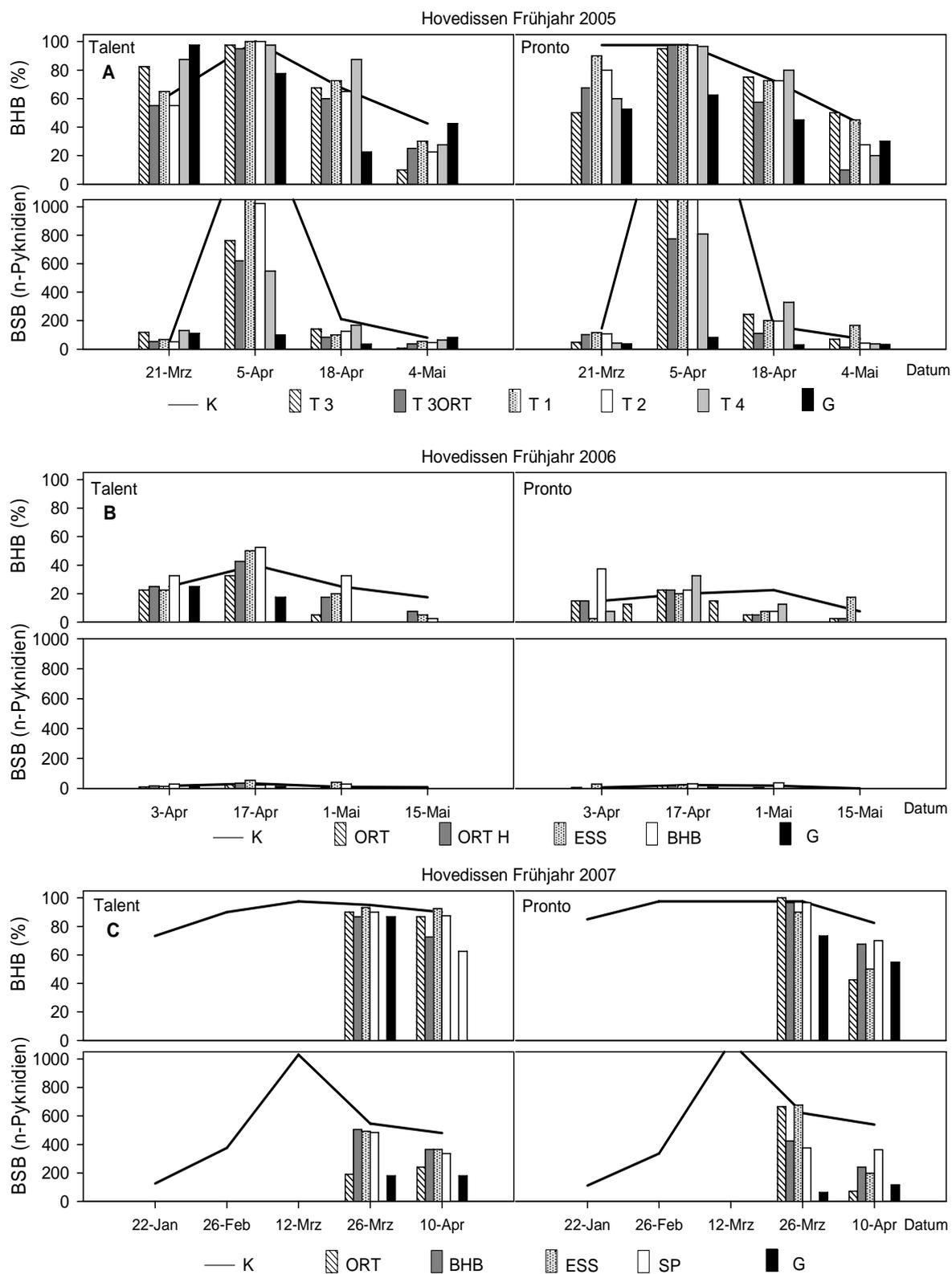


Abb. 44: *Phoma lingam*-Frühjahrsblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Hovedissen; 2004/2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005/2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C)

Ergebnisse

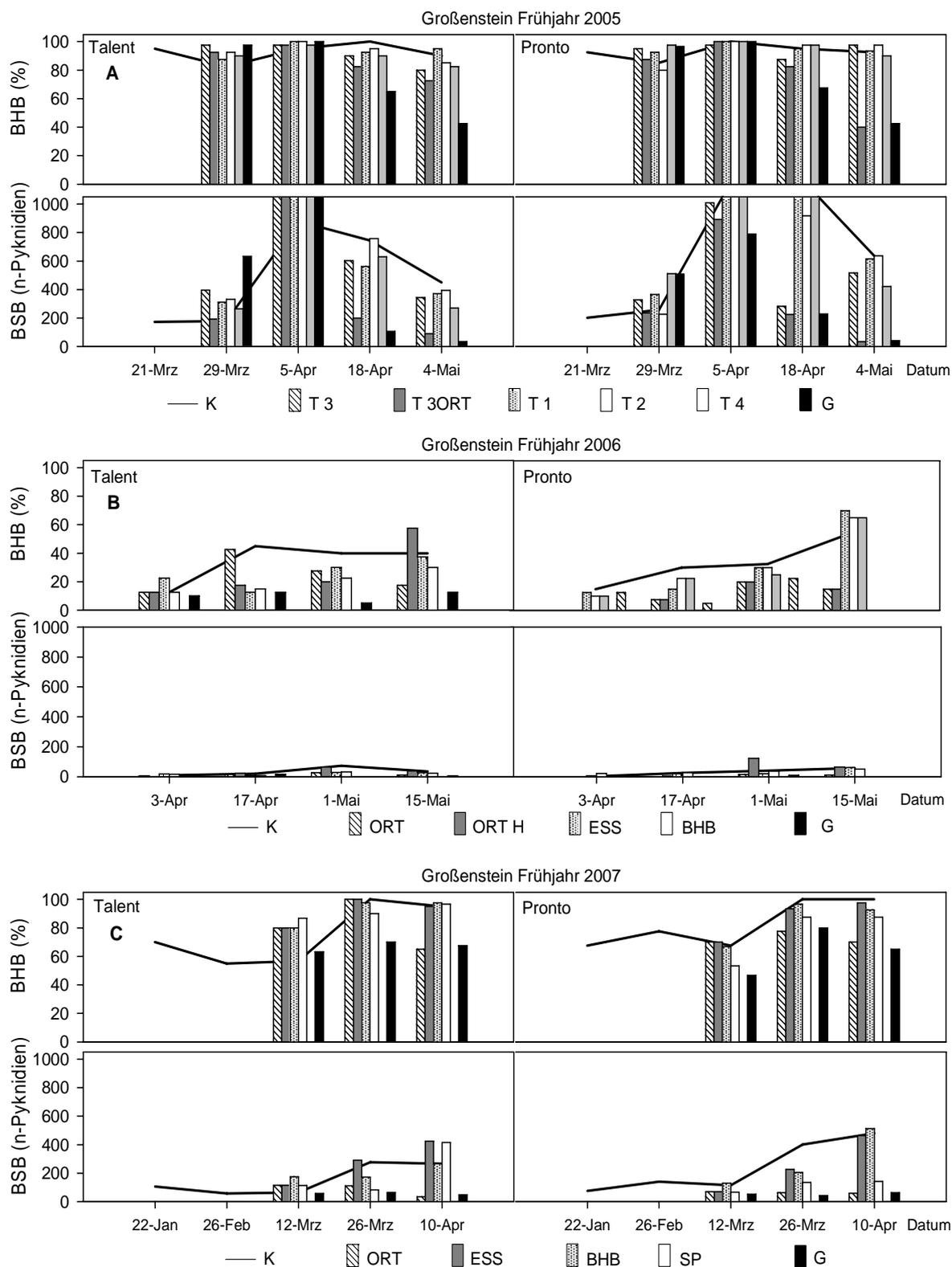


Abb. 45: *Phoma lingam*-Frühjahrsblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Großenstein; 2004/2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005/2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, SP, G (C)

Ergebnisse

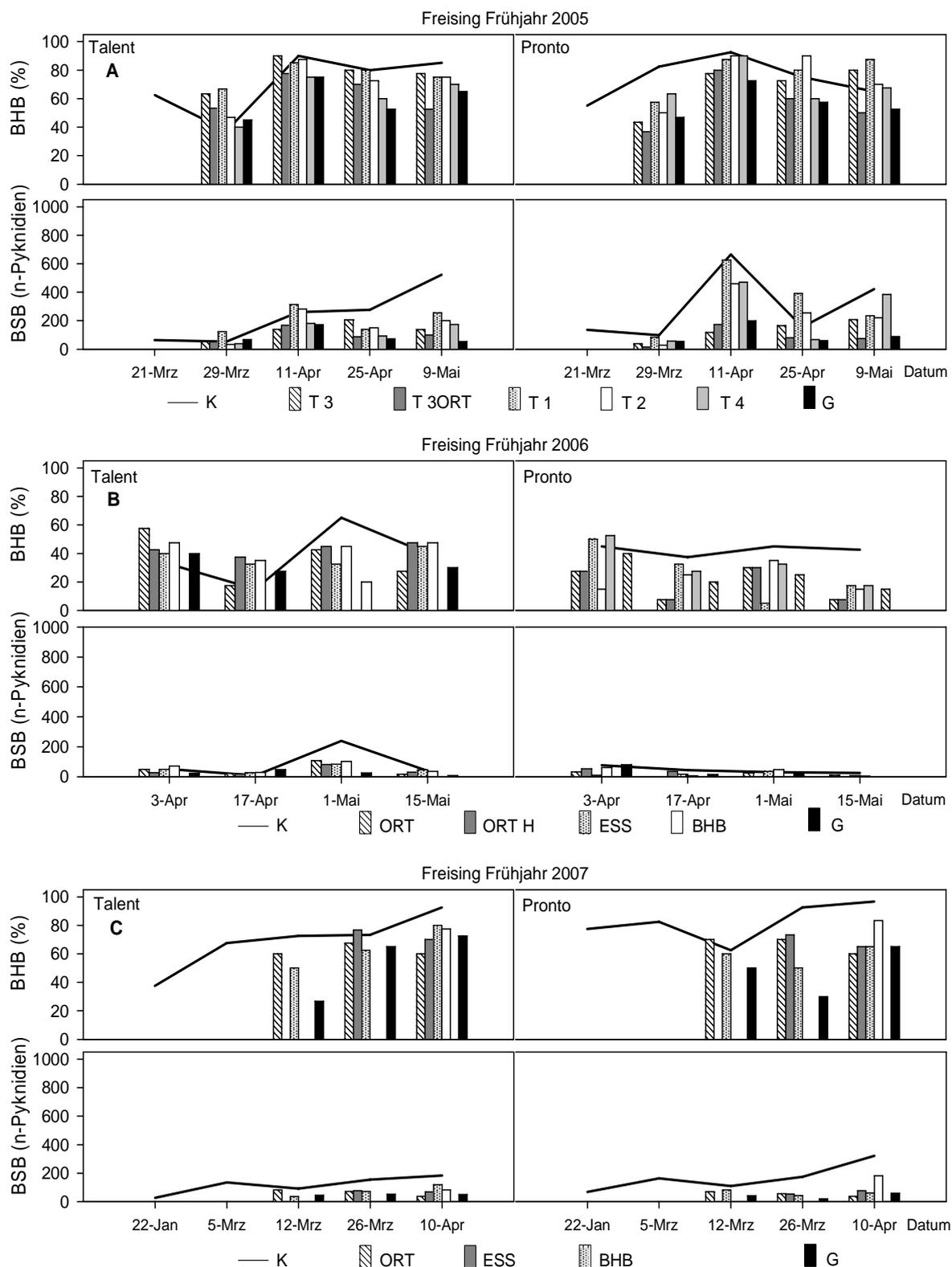


Abb. 46 *Phoma lingam*-Frühjahrsblattbefall (Befallshäufigkeit = BHB %, Befallsstärke = BSB n-Pyknidien), Sorten Talent und Pronto, Standort Freising; 2004/2005, Varianten K, T3, T3ORT, T1, T2, T4, G (A); 2005/2006, Varianten K, ORT, ORT H, ESS, BHB, G (B); 2006/2007, Varianten K, ORT, ESS, BHB, G (C)

3.3.7.3 Effekte der differenzierten Fungizidapplikationstermine auf den Wurzelhals- und Stängelbefall mit *Phoma lingam*

Die Effekte differenzierter Fungizidapplikationen auf den Wurzelhals- und Stängelbefall durch *Phoma lingam* sind für die Jahre 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007 in den Abbildungen 47 bis 58 (Anhangtabellen 10 bis 24) hinsichtlich des Befallswertes (BW 1 = kein Befall, bis 9 = Höchstbefall), die Befallshäufigkeit (BHB %) und die Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) über die Standorte Birkenmoor, Großenstein, Hovedissen und Freising dargestellt.

Der Wurzelhalsbefall am Standort Birkenmoor (Abb. 47A, Anhangtabellen 10, 11, 12) erreichte in 2005 in beiden Sorten Befallswerte (BW) über weite Vegetationsphasen des Frühjahres von 3 bzw. 4, am 18. Juli lag ein BW von 5 vor. Zwischen den Varianten waren nur geringe Unterschiede feststellbar. Die Befallshäufigkeitswerte stiegen bis 6. Juni auf 100%, wobei geringe fungizide Auswirkungen festzustellen waren. Die Befallsstärkewerte (Abb. 47 A oben) erreichten ein nur geringes Niveau. Der Stängelbefall (Abb. 47 B) vollzog sich in beiden Sorten über weite Phasen auf einem BW von 1 bis 2 und erreichte zum Vegetationsende den Wert 3. Die Häufigkeit des Befalles (BHB) (Abb. 47 B Mitte) verlief ebenfalls auf geringem Niveau; erst am 18. Juli 2005 wiesen in der Sorte Talent 100% der Stängel einen *phoma*-spezifischen Befall von 100% auf, in der Sorte Pronto annähernd 80%. Die Pyknidienbildung am Stängel verlief auf äußerst geringem Befallsniveau (Abb. 47 B unten).

Der jahresspezifische Befall in 2005 am Standort Hovedissen (Abb. 50, Anhangtabellen 13, 14, 15) wies Ähnlichkeiten mit Birkenmoor auf. Der Wurzelhalsbefall (Abb. 50 A oben) erreichte über weite Vegetationsphasen des Frühjahres in beiden Sorten Befallswerte (BW) von 3, die am 4. Juli 2005 auf 4 anstiegen. Während in der Sorte Talent (Abb. 50 A Mitte) erst am 4. Juli eine 100%-ige Besiedlung (BHB) des Wurzelhalses registriert werden konnte, war dies in der Sorte Pronto bereits ab dem 17. Mai mit Beginn der Frühjahrsbonituren festzustellen. Die Ausbildung von Pyknidien (BSB) (Abb. 50 A unten) war über weite Phasen der Vegetationsperiode nur in geringfügigem Ausmaß gegeben.

Die spezifische Witterung im Jahr 2005 hatte am Standort Großenstein (Abb. 53, Anhangtabellen 16, 17, 18) einen ähnlichen Verlauf der Befallsparameter zur Folge. Das Niveau des Wurzelhalsbefalles (Abb. 53 A oben) erreichte erst gegen Ende der Vegetation (18. Juli) an Wurzelhals (A) und Stängel (B) einen Befallswert von 3 (Sorte Talent) bzw. von 4 (Sorte Pronto). Die Befallshäufigkeit (BHB) (Abb. 53 A Mitte) erreicht in der Sorte Talent

bereits Anfang Mai, in der Sorte Pronto Ende Mai hohe Werte von 100%. Die Häufigkeiten des Stängelbefalles (Abb. 53 B Mitte) variieren über die Frühjahrsvegetation bis Mitte Juli und erreichen Werte um 80%. Während am Wurzelhals die Befallsstärke (BSB) (Abb.53 A unten) in beiden Sorten auf äußerst geringem Niveau verlief, stieg der Stängelbefall (Abb. 53 B) ab dem 20. Juni 2005, verstärkt in der Sorte Pronto; auf mehr als 120 Pyknidien/Stängel an. Vergleichend zur Kontrolle ließen sich in den Fungizidvarianten geringfügige Reduktionen feststellen.

Der Wurzelhals- und Stängelbefall am Standort Freising in 2005 (Abb. 56, Anhangtabellen. 19, 20, 21) erreichte im Jahr 2005 bis zum 4. Juli Befallswerte (BW) am Wurzelhals (Abb. 56 A oben) von 3 (Sorte Talent) bzw. 4 (Sorte Pronto), mit Ende der Bonituren (18. Juli) von 4 bzw. 5. Der Stängelbefall (Abb. 56 B oben) lag in beiden Sorten bis zum 4. Juli bei BW 2 und stieg bis zum Ende der Bonituren (18. Juli) auf BW 3 (Talent) bzw. BW 5 (Pronto) an. Die Häufigkeit des Befalls stieg (Abb. 56 A Mitte) ab Anfang Juni in beiden Sorten auf 100% an, dagegen blieb ein verstärkter Befall (BSB) (Abb. 56 A unten) am Wurzelhals in beiden Sorten bis Ende der Vegetation nahezu vollständige aus. Bis zum 18. Juli wiesen in der Sorte Talent 70% (BHB)(Abb. 56 B Mitte), in Pronto 90% der Rapspflanzen eine Infektion durch *Phoma lingam* auf. Die Befallstärkewerte (Abb. 56 B unten) stiegen erst am 18. Juli, verstärkt in der Sorte Pronto, an. Insgesamt weisen die Befallswerte des Jahres 2005 auf ein geringes Epidemieniveau von *Phoma lingam* hin.

Anhand statistischer Berechnungen biologischer Befallsparameter sollten die Unterschiede differenzierter Fungizidmaßnahmen vergleichend zur Kontrolle aufgezeigt werden. Im Jahr 2005 (Anhangtabellen 10 - 21) waren keine signifikant differenzierten Behandlungseffekte hinsichtlich der Befallsparameter Befallswert, Befallshäufigkeit und Befallsstärke an Wurzelhals und Stängel nachzuweisen.

In 2005/2006 weist der Erreger in der Vegetationsperiode 2006 an Wurzelhals und Stängel ebenfalls ein geringes Befallsniveau auf. In Birkenmoor (Abb. 48; Anhangtabellen 10, 11, 12) erreichte der Wurzelhalsbefall (Abb. 48 A oben) in beiden Sorten maximale Befallswerte (BW) von 3 (Talent) bzw. 5 (Pronto). Zwischen den Varianten waren geringe Unterschiede feststellbar. Die Befallshäufigkeitswerte stiegen Ende Mai bis Anfang Juni auf 100%. Die Befallstärkewerte erreichten nur ein geringes Niveau. Der Stängelbefall (Abb. 48 B oben) vollzog sich in beiden Sorten über weite Phasen auf einem BW von 1 und erreichte zum Vegetationsende den maximalen Wert von 2. Die Befallshäufigkeit von 100% war bereits zu Beginn des Frühjahres 2006 gegeben. Die Befallstärkewerte (BSB) (Abb. 48 B unten) am Stängel blieben über die Gesamtvegetation auf äußerst geringem Niveau.

Am Standort Hovedissen (Abb. 51, Anhangtabellen 13, 14, 15) war ein jahresspezifisch ähnlicher Befallsverlauf wie am Standort Birkenmoor nachzuweisen. Der Wurzelhalsbefall (Abb. 51 A oben) erreichte über die Vegetationsphase in beiden Sorten Befallswerte (BW) von 4. Eine Befallsstärke (BSB) (Abb. 51 A unten) höheren Ausmaßes war in beiden Sorten nicht festzustellen. Entsprechende Fungizidwirkungen waren im Zusammenhang mit dem geringen Befall nachweisbar. Während der Befallswerte (Abb. 51 B oben) des Stängels über die gesamte Vegetationsperiode einen Wert von maximal 1 erreichte, konnte in der Sorte Talent ein BHB von 100% im Vergleich zum BHB von 40% in der Sorte Pronto ermittelt werden, eine Pyknidienbildung (BSB) (Abb. 51 B unten) blieb vollständig aus.

Auch in Großenstein (Abb. 54, Anhangtabellen 16, 17, 18) blieb das Befallsniveau in 2006 gering. Der Wurzelhals (Abb. 54 A oben) erreichte in beiden Sorten Befallswerte von 4, die prozentuale Befallshäufigkeit (Abb. 54 A Mitte) hingegen lag bei 100% und die Befallsstärkewerte erreichten ein Maximum von 60 Pyknidien/Pflanze. Ein Stängelbefall (Abb. 54 B) unterblieb am Standort Großenstein nahezu vollständig.

Ähnlich den übrigen Versuchsstandorten war auch in Freising (Abb. 57, Anhangtabellen 19, 20, 21) in 2006 nur ein auf äußerst geringem Niveau verlaufendes Befallsgeschehen von *Phoma lingam* an Wurzelhals und Stängel nachzuweisen. Während die Befallshäufigkeit (Abb. 57 A Mitte) Anfang Juni Werte von 100% befallene Pflanzen aufwies, erreichten die Befallswerte (Abb. 57 A oben) maximale Werte von 3 und es resultierten nur minimale Fruchtkörperwerte (BSB) (Abb. 57 A unten). Noch geringer konnte der Stängelbefall (Abb. 57 B) bewertet werden. So stagnierte der Befallswert (Abb. 57 B oben) in beiden Sorten bei 1, die Häufigkeit des Befalls (Abb. 57 B Mitte) bei maximal 20% und eine Befallsstärke (BSB) (Abb. 57 unten) war nicht zu verzeichnen.

In 2006 (Anhangtabellen 10 - 21) ergaben sich bei den vergleichenden statistischen Analysen hinsichtlich differenzierter Behandlungseffekte der Befallsparameter Befallswert, Befallshäufigkeit und Befallsstärke an Wurzelhals und Stängel keine signifikant absicherbaren Unterschiede zur Kontrollvariante.

Das Versuchsjahr 2006/2007 stellte sich als das im Untersuchungszeitraum befallstärkste *phoma*-spezifische Befallsjahr mit abgestuften Befallsunterschieden zwischen den Standorten dar. In Birkenmoor (Abb. 49, Anhangtabellen 10, 11, 12) erreichte die Erregerprogression am Wurzelhals erstmals in beiden Sorten Befallswerte (Abb. 49 A oben) von 7. Entsprechend frühzeitig lagen hohe Befallshäufigkeits- (100%) und Befallsstärkewerte (Abb. 49 Mitte bzw. unten) vor. Bereits ab dem 21. Mai wurden in beiden Sorten Pyknidienwerte von 120/Wurzelhals analysiert. Fungizide Wirkungen waren ausgeprägt vorhanden.

Auch in Hovedissen (Abb. 52, Anhangtabellen 13, 14, 15) war das Jahr 2007 durch einen hohen erregerspezifischen Befallsgrad, der jedoch vergleichend zu Birkenmoor auf geringerem Niveau verlief, gekennzeichnet. Der Befall erreichte in beiden Sorten an Wurzelhals (Abb. 52 A oben) Befallswerte von 7, am Stängel (Abb. 52 B oben) über weite Phasen der Vegetation von 2-3, zum Boniturende (2. Juli) von 5. Hohe Befallshäufigkeitswerte (BHB) an Wurzelhals (100%) (Abb. 52 A Mitte) waren bereits im zeitigen Frühjahr, am Stängel (Abb. 52 B Mitte) hingegen erst zum Ende des Boniturzeitraumes nachzuweisen. Die Anzahl *phoma*-spezifischer Pyknidien (BSB; Sorte Talent 60, Sorte Pronto > 120) am Wurzelhals (Abb. 52 A unten) war deutlich höher als im Stängelbereich (Abb. 52 B unten), wo maximale Werte von 40 Pyknidien/Stängel nachgewiesen wurden.

Deutlich differenziert und abgestuft gegenüber den Standorten Birkenmoor und Hovedissen erreichte in Großenstein (Abb. 55, Anhangtabellen 16, 17, 18) in 2007 der Wurzelhalsbefall (Abb. 55 A oben) in beiden Sorten Befallswerte um 4; eine Wurzelhals-Befallshäufigkeit (Abb. 55 A Mitte) von 100% wurde Mitte (Sorte Talent) bzw. Anfang Mai (Sorte Pronto) nachgewiesen. Die Befallsstärkewerte (Abb. 55 A unten) von 40 Pyknidien (Talent) bzw. 120 Pyknidien (Pronto) stellten die maximale Erregerprogression dar. Der Stängelbefall (Abb. 55 B oben) vollzog sich auf niedrigerem Niveau mit Befallswerten von bis zu 3. Auch setzte der nachweisbare Befall am Stängel, bemessen anhand der BHB (Abb. 55 B Mitte), erst spät in der Vegetation (ab 7. Mai) ein. Dementsprechend war nur ein geringer Befallsstärkegrad am Stängel in beiden Sorten nachzuweisen.

In Freising (Abb. 58, Anhangtabellen 19, 20, 21) wies der Wurzelhals (Abb. 58 A) höheren *phoma*-spezifischen Befall auf als der Stängel (Abb. 58 B). Der Befallswert am Wurzelhals (Abb. 58 A oben) lag bei 4 (Talent) bzw. 5 (Pronto), am Stängel (Abb. 58 B oben) in den Sorten bei 2 bzw. 3. Während sich am Wurzelhals (Abb. 58 A unten), verstärkt in der Sorte Pronto, erhöhte BSB-Werte von >120 Pyknidien resultierten, blieben die Befallsstärkewerte am Stängelhals (Abb. 58 B unten) auf niedrigerem Niveau.

In 2007 (Anhangtabellen 10 - 21) waren über die Standorte und analysierten Befallsparameter mit wenigen Ausnahmen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten und der Kontrolle nachzuweisen.

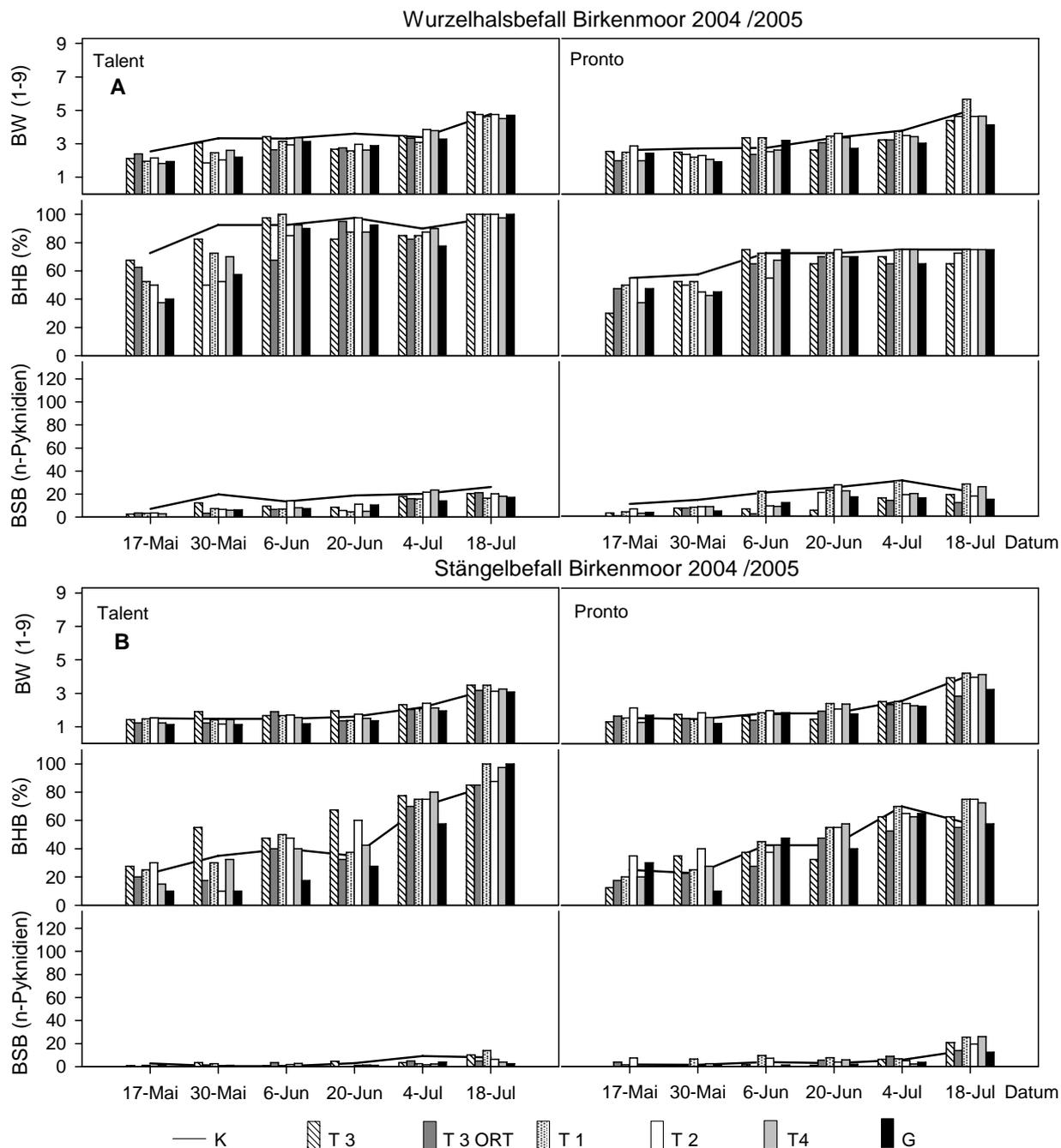


Abb. 47: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Birkenmoor, Jahr 2004/2005

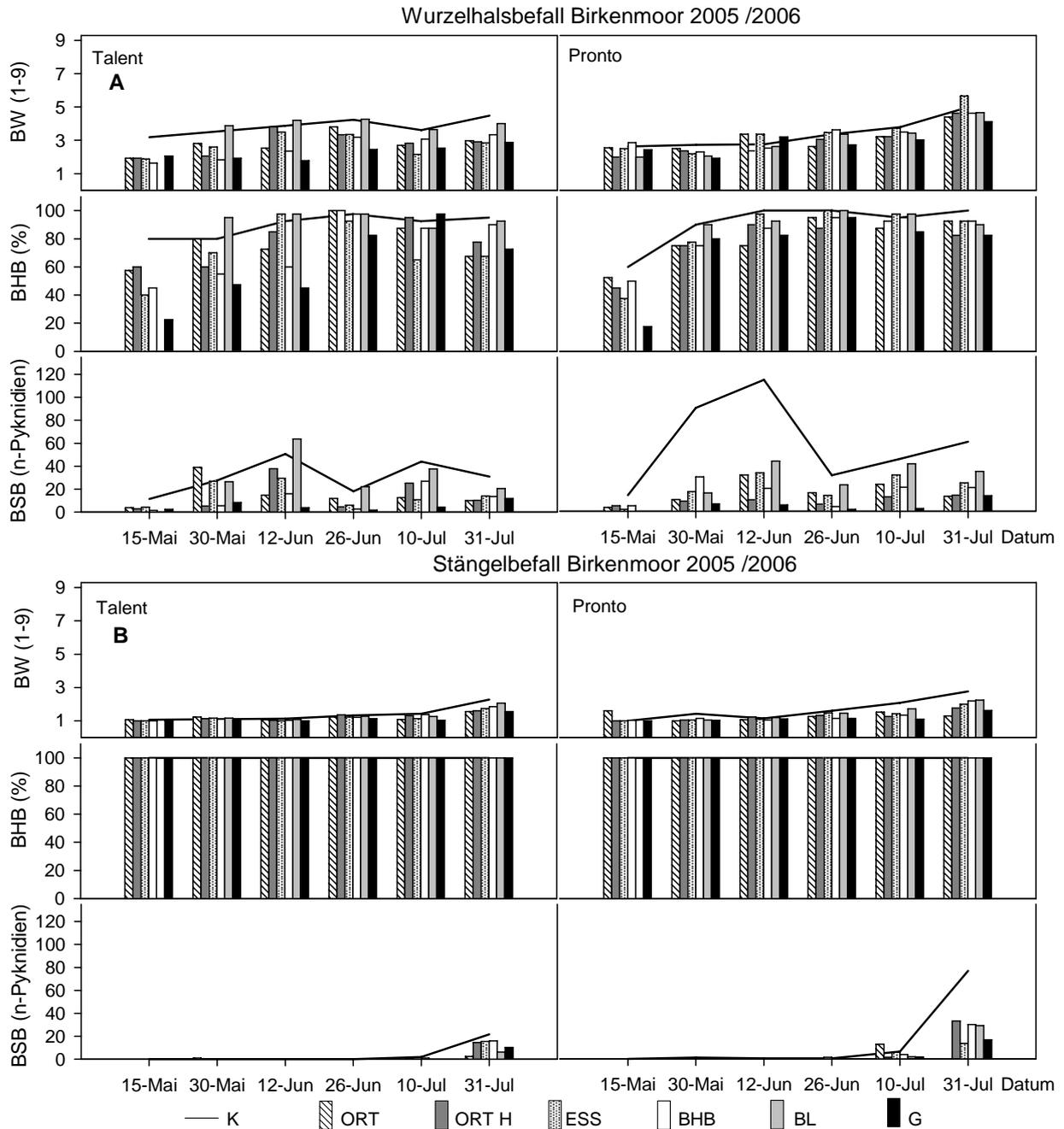


Abb. 48: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Birkenmoor, Jahr 2005 /2006

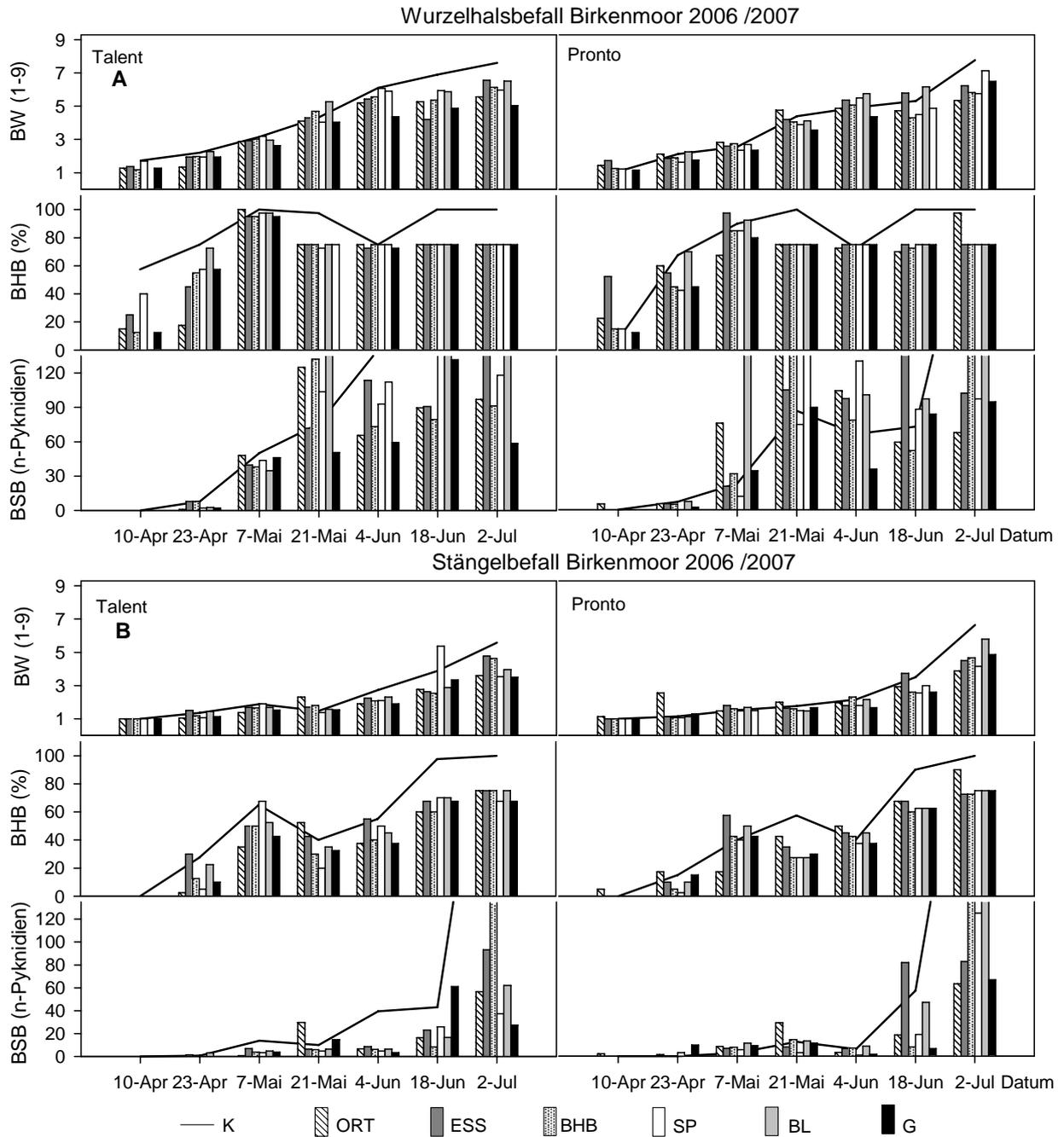


Abb. 49: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Birkenmoor, Jahr 2006 /2007

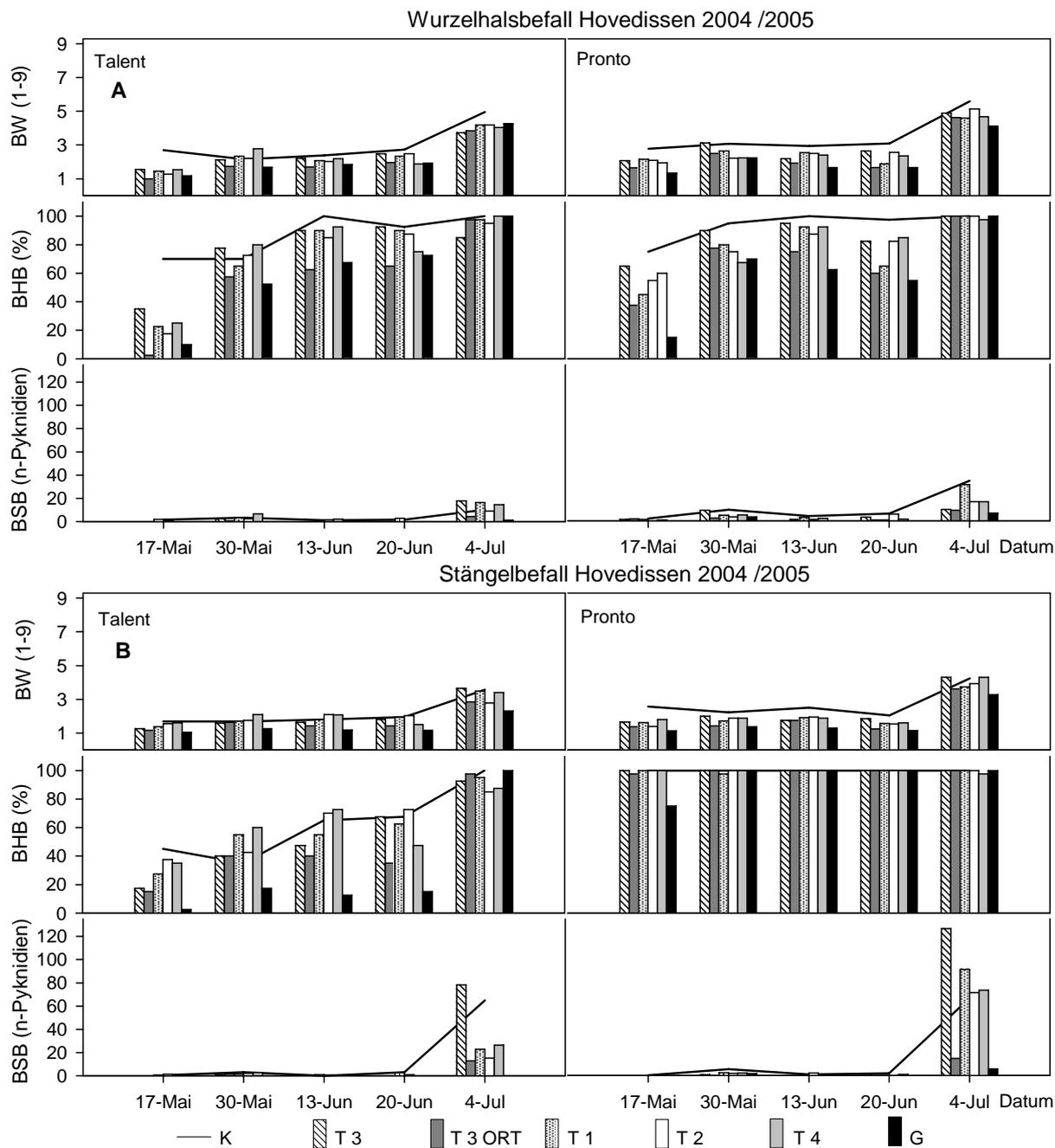


Abb. 50: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Hovedissen, Jahr 2004 /2005

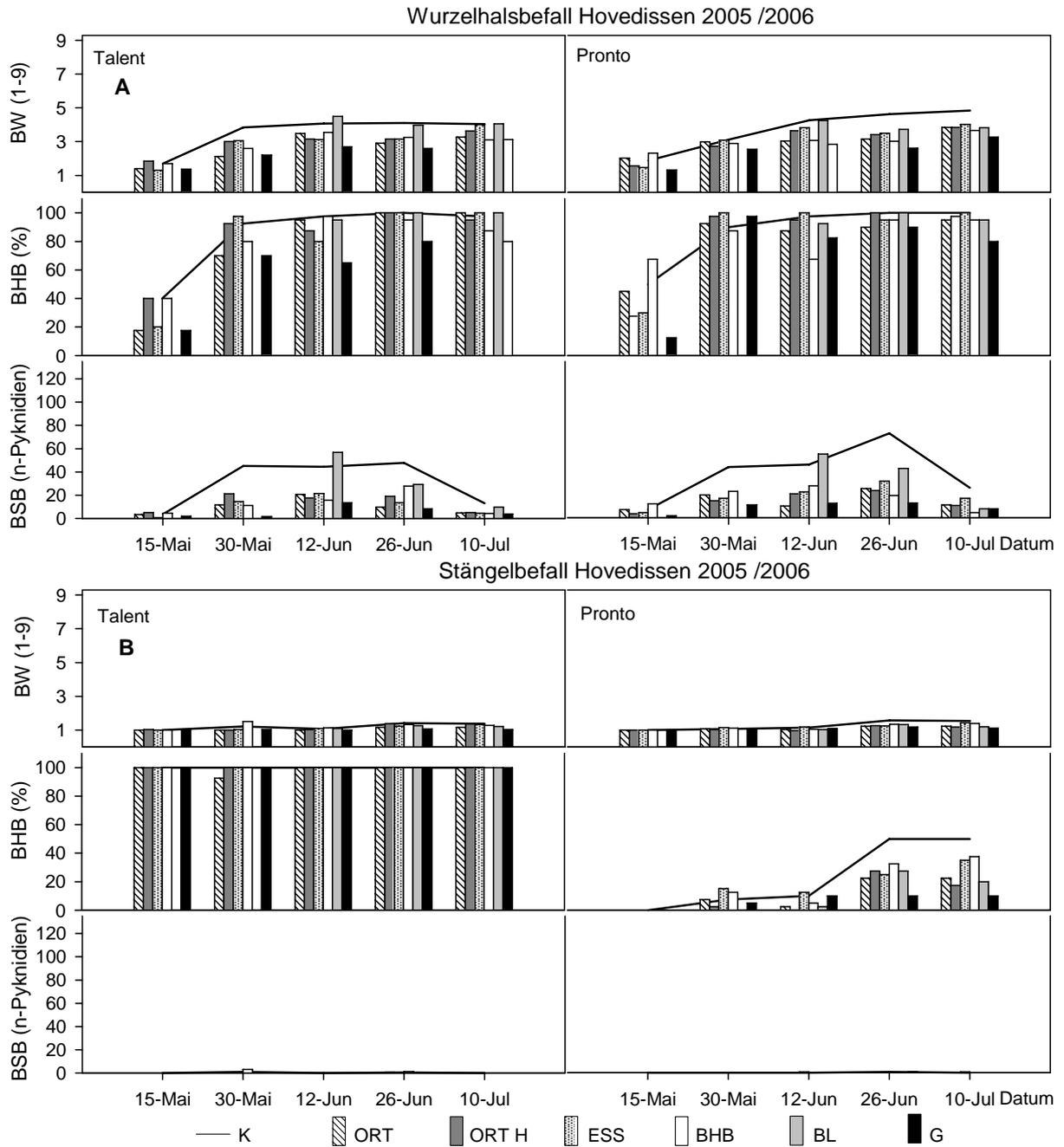


Abb. 51: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Hovedissen, Jahr 2005 /2006

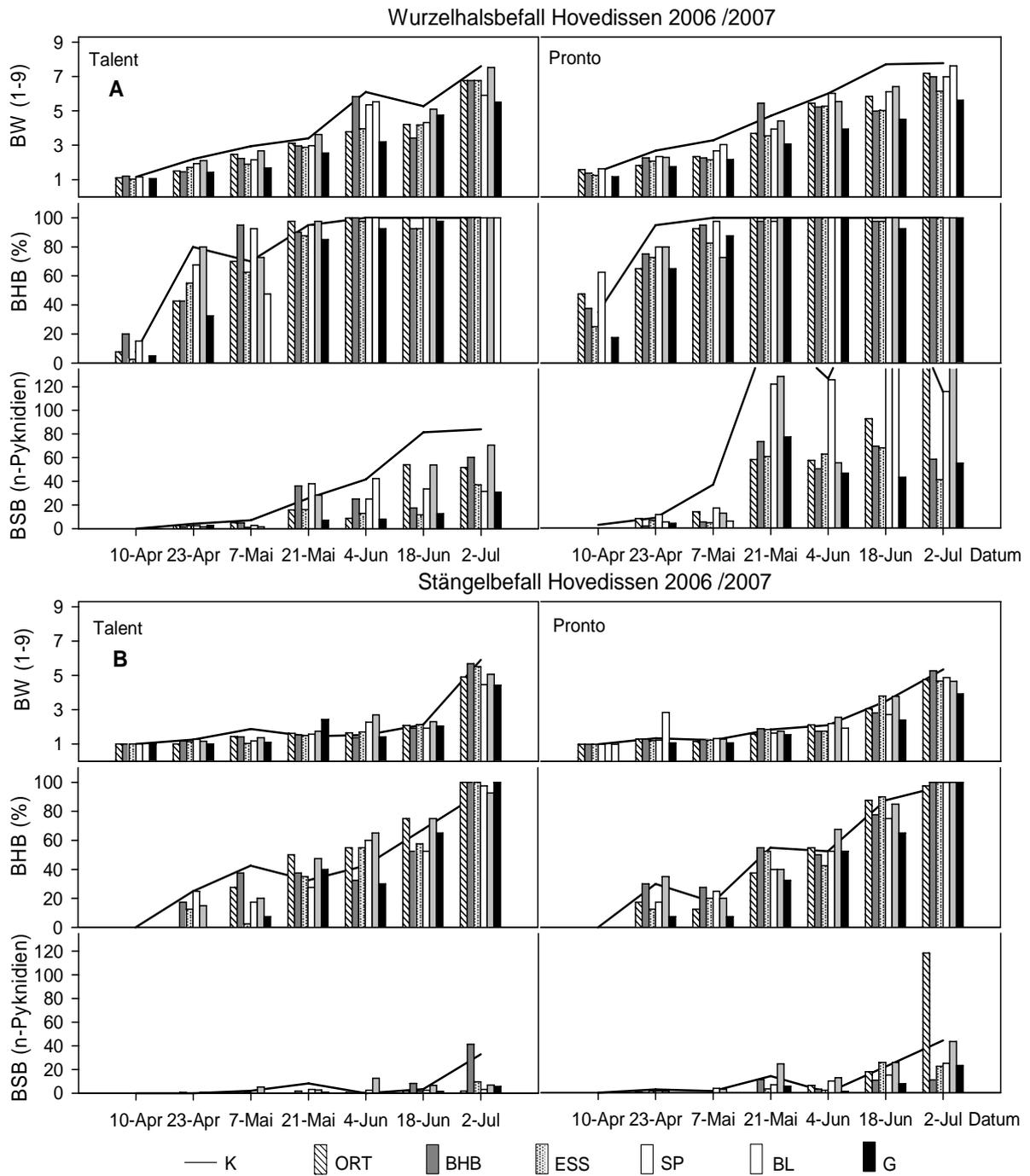


Abb. 52: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Hovedissen, Jahr 2006 /2007

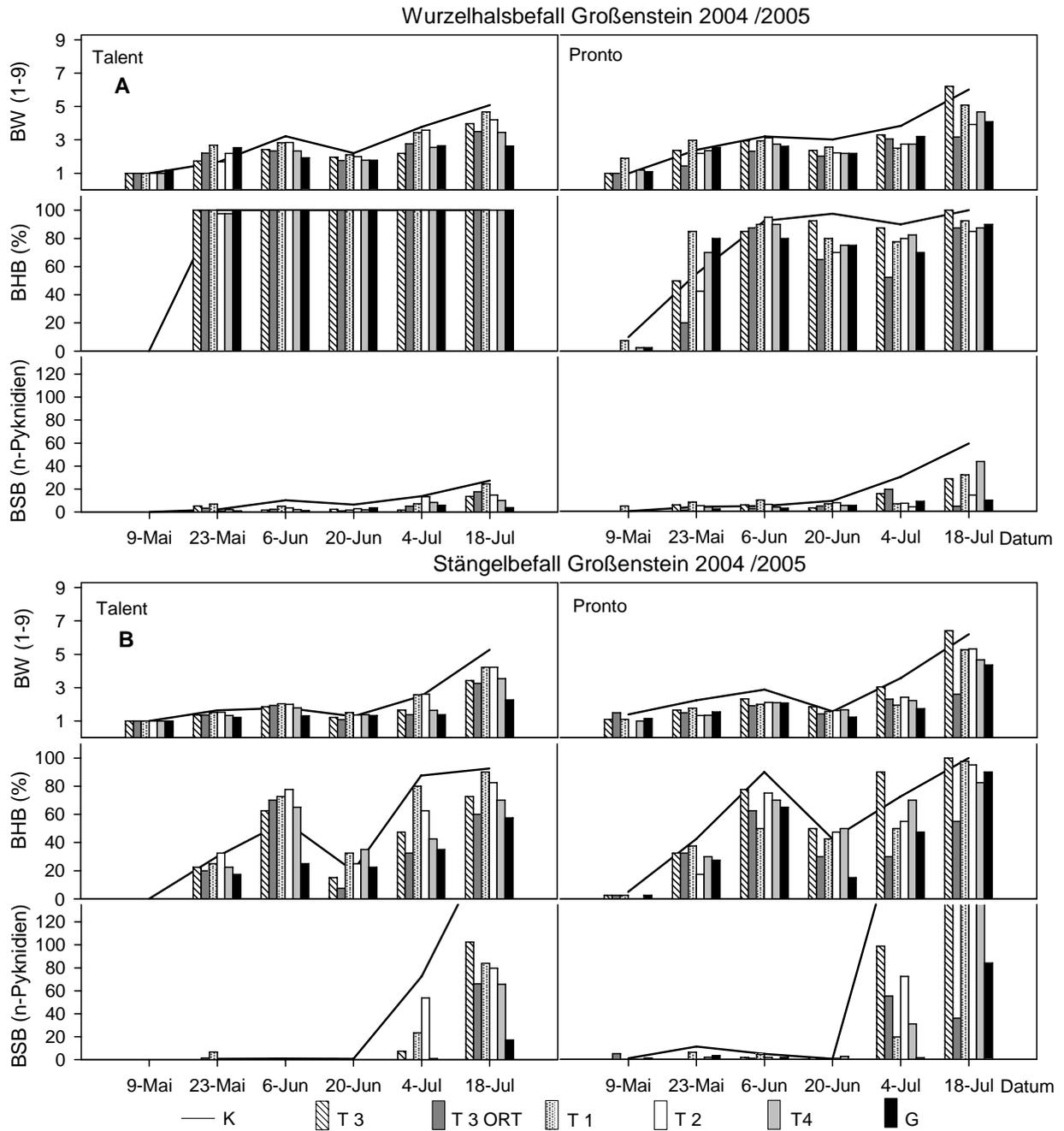


Abb. 53: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Großenstein, Jahr 2004 /2005

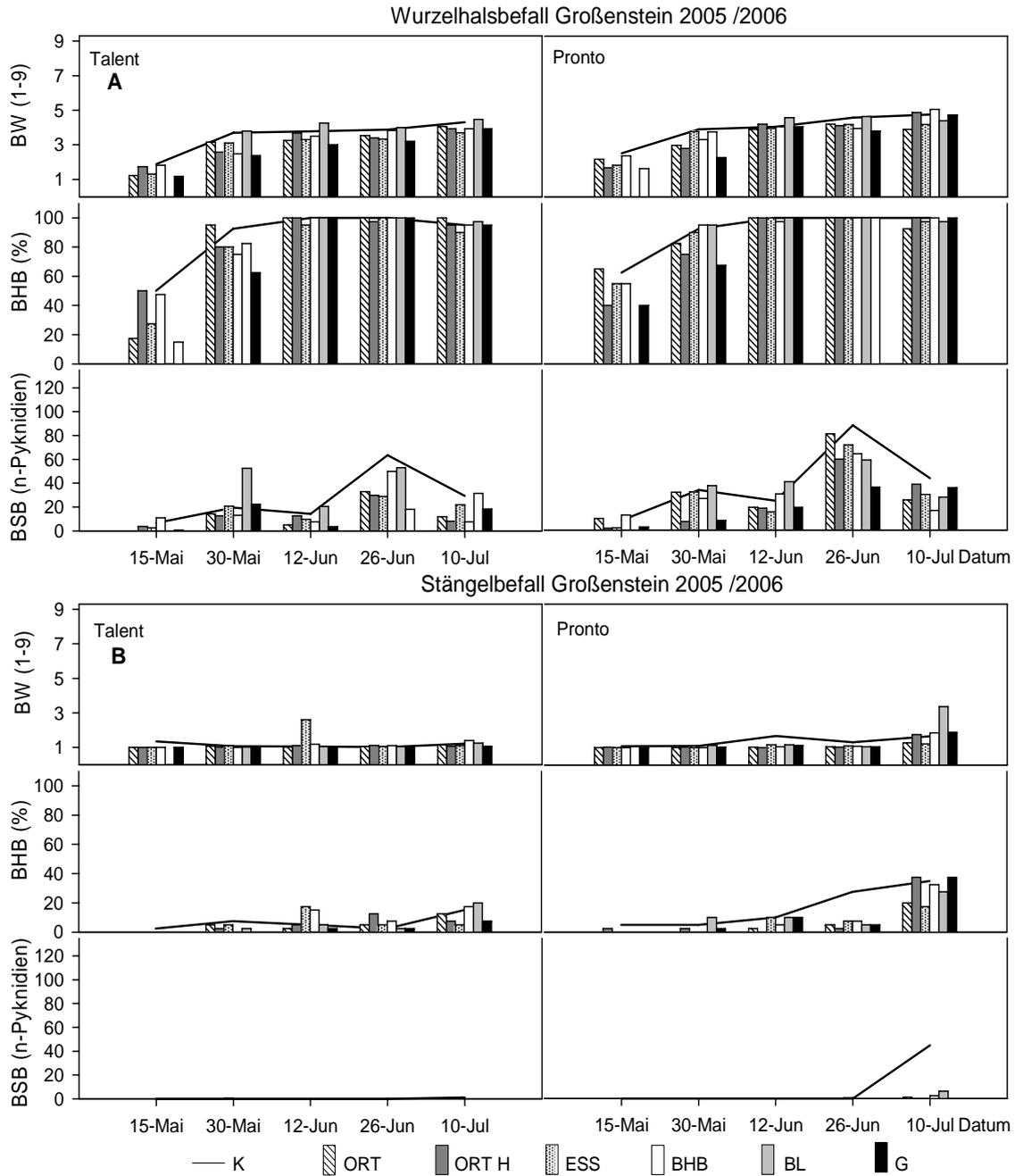


Abb. 54: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Großenstein, Jahr 2005 /2006

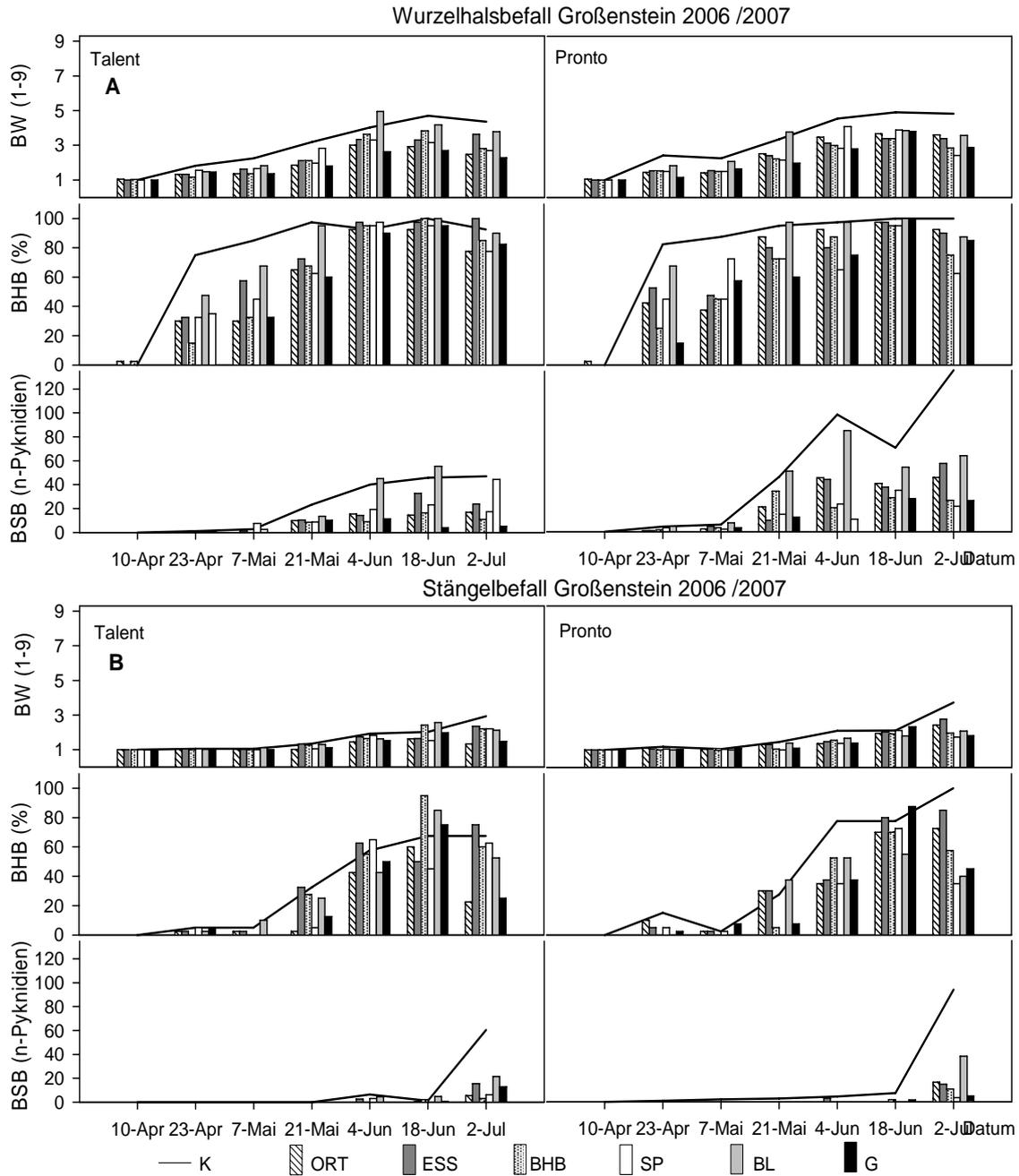


Abb. 55: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Großenstein, Jahr 2006 /2007

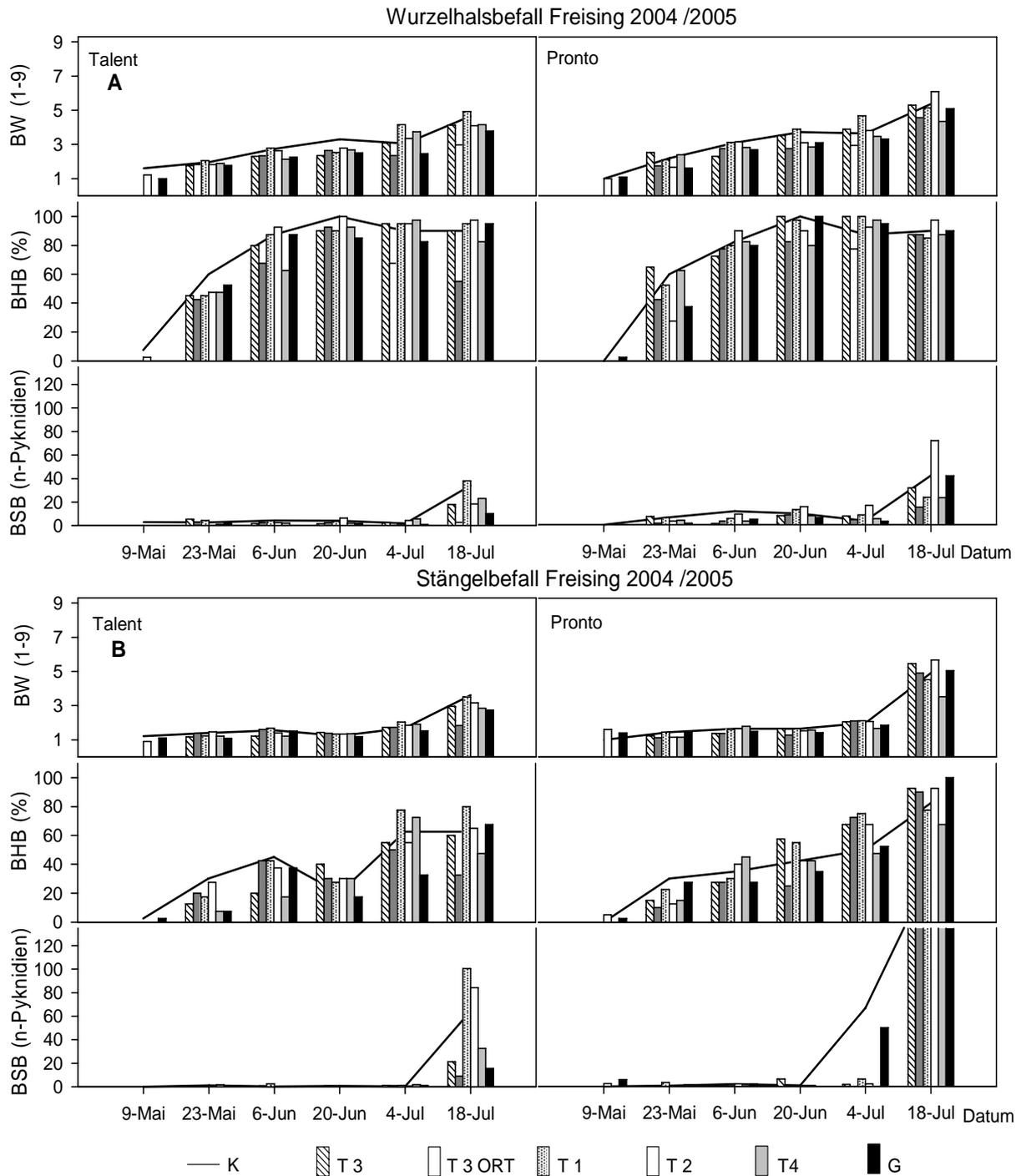


Abb. 56: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Freising, Jahr 2004 /2005

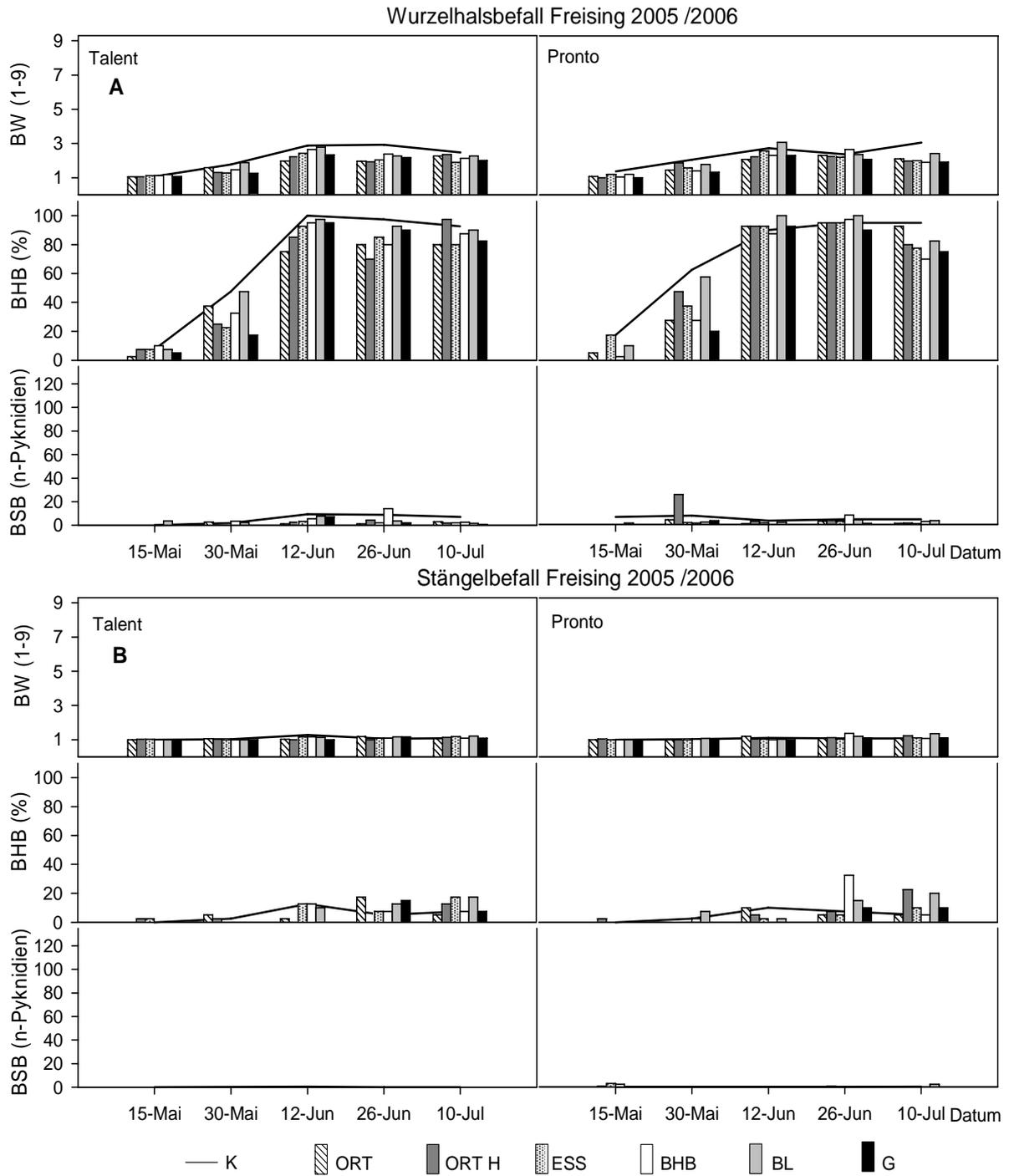


Abb. 57: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Freising, Jahr 2005 /2006

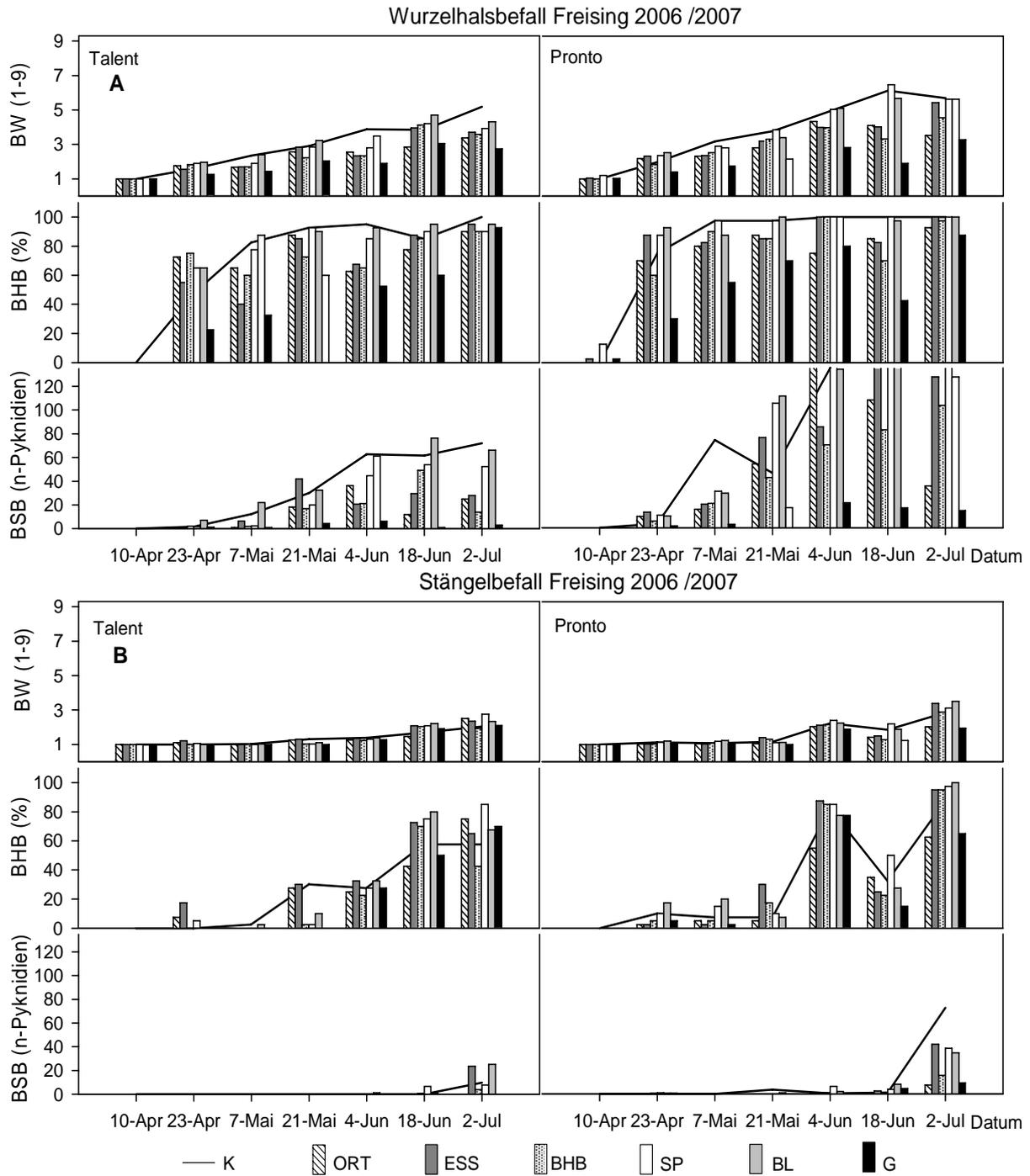


Abb. 58: *Phoma lingam* Wurzelhals- (A) und Stängelbefall (B), Befallswert (BW 1-9) oben, Befallshäufigkeit (BHB %) Mitte, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) unten, Standort Freising, Jahr 2006 /2007

3.3.8 Effekte der differenzierten Fungizidapplikationstermine auf den Ertrag

Die Erträge der einzelnen Varianten sind in Tabelle Tab. 25 und Abbildung Abb. 59 dargestellt. Die differenzierten Behandlungen hatten unterschiedliche Ertragseffekte gegenüber der unbehandelten Kontrolle zur Folge. Nicht jede Behandlung führte zu Verlustminderung in Form eines Ertragsanstieges vergleichend zur unbehandelten Kontrollvariante; auch waren diese nicht nicht immer signifikant gegenüber der unbehandelten Kontrolle.

Im Jahr 2004 konnten an den Einzelstandorten in beiden Sorten keine signifikanten Ertragsunterschiede beobachtet werden (Tab. 25). Im Mittel der Standorte resultierten in der Gesundvariante G und der ortsüblichen Variante T3ORT (Herbst, Frühjahr) die deutlichsten Ertragseffekte. In der Sorte Pronto konnte der Mehrertrag in der Variante T3ORT statistisch gegenüber der Kontrolle abgesichert werden. Gegenüber anderen Varianten war dies nicht möglich. Positive Ertragszuwächse in beiden Sorten zogen die einmalig im Herbst applizierten Varianten T1, T3, und T4 nach sich; die Variante T2, die ebenfalls eine Herbstapplikation darstellt induziert in der Sorte Talent keine Effekte bzw. nur eine geringe Verlustminderung (Pronto) (Abb. 60 A).

Im Jahr 2005/2006 wurde am Standort Hovedissen signifikante Mehrerträge durch eine reine Herbstbehandlung einzelner Varianten (ORTH, ESS und BHB), der reinen Blütenbehandlung (BL) in beiden Sorten und der Gesundvariante G gegenüber der Kontrolle festgestellt. Die erhöhte Ertragsleistung der zusätzliche Frühjahrsapplikation der Variante ORT war hingegen nur in der Sorte Pronto signifikant vergleichend zur Kontrolle (Tab. 25).

Im Mittel der Standorte ergaben sich keine signifikanten Ertragssteigerungen, gleichwohl lagen alle Erträge behandelter Varianten über den Kontrollwerten (Abb. 60 B).

Signifikante Mehrerträge im Jahr 2006/2007 gegenüber der Kontrolle K wurden in Birkenmoor in der Sorte Talent durch die Gesundvariante G nachgewiesen. Die positiven Ertragseffekte, der im Herbst und Frühjahr behandelten Variante ORT (ortsüblich) sowie der einmalig im Herbst nach Prognose behandelten Variante BHB waren ebenfalls statistisch abzusichern (Tab. 25).

Im Mittel über die Standorte zeigten sich im Jahr 2006/2007 differenzierte Behandlungseffekte. In der Sorte Talent kam es zwar nicht zu signifikanten Ertragseffekten unter den Varianten, dennoch zeigten sich deutliche Ertragszuwächse in den Varianten ORT (Herbst, Frühjahr), den prognostizierten Varianten ESS und BHB, der reinen Blütenapplikation (BL) sowie der Gesundvariante G gegenüber der fungizidfreien

Ergebnisse

Kontrollvariante. Der späte Herbstapplikationstermin (Variante SP), der je nach Standort zwischen Mitte und Ende Oktober appliziert wurde, blieb ohne ertragliche Auswirkung. Die Ertragseffekte der Sorte Pronto ähneln denen der Sorte Talent; hier konnten signifikante Effekt der Variante ORT und BHB nachgewiesen werden, die auf dem ebenfalls abzusichernden Niveau der Gesundvariante G lagen (Abb. 60 C).

Tab. 25 Erträge der einzelnen Versuchsvarianten (Var.), Sorten Talent und Pronto, Standorte Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Jahr 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 2007 sowie Jahresmittelwerte und die Differenzen (Δ) der Erträge in den Einzelvarianten gegenüber der Kontrolle (Δ K)

Ertrag Talent									Ertrag Pronto							
Jahre 2004/2005																
Var.	K	T3	T3 ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3*ORT	T1	T2	T4	G	p
Bim	50,1	51,1	55,9	53,0	51,1	49,0	56,4	n.s.	47,0	45,2	50,9	47,7	46,6	45,1	51,6	n.s.
Hov	44,3	50,2	62,1	48,3	43,0	52,2	59,6	n.s.	44,6	50,6	52,4	51,0	47,5	52,1	57,1	n.s.
Gro	57,5	59,0	57,1	58,8	57,1	58,7	56,6	n.s.	59,8	57,5	60,2	59,8	58,4	61,1	59,9	n.s.
Frei	51,2	52,0	53,0	51,7	50,4	53,3	53,8	n.s.	49,0	51,5	52,0	50,2	51,3	51,2	53,1	n.s.
Mittel	50,8ab	53,0ab	57,0b	53,0ab	50,4a	53,3ab	56,6b	*	50,1	51,2	53,9	52,2	50,9	52,4	55,4	n.s.
Δ K	–	2,3	6,2	2,2	-0,4	2,5	5,8	–	–	0,4	3,1	1,4	0,1	1,6	4,6	–
Jahre 2005/2006																
Var..	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
Bim	39,9	45,0	42,5	43,7	41,2	40,9	48,0	n.s.	49,8	49,4	48,4	50,2	50,0	49,3	48,5	n.s.
Hov	37,9a	34,3ab	38,3b	37,5b	36,0b	38,2ab	35,3b	*	48,9a	56,2bc	57,3bc	58,4bc	57,6bc	54,3ab	59,9c	***
Gro	59,8	68,4	67,9	70,9	69,7	67,7	69,6	n.s.	47,9	52,2	48,5	49,3	47,6	50,3	50,4	n.s.
Frei	61,8	62,9	61,1	60,2	58,7	62,8	62,1	n.s.	47,5	50,0	49,1	49,7	48,9	50,0	45,5	n.s.
Mittel	52,4	55,1	54,8	55,8	52,3	54,9	56,2	n.s.	48,6	52,0	50,8	51,9	51,0	51,0	51,1	n.s.
Δ K	–	1,5	1,9	2,5	1,6	1,1	2,3	–	–	4,5	3,4	4,4	3,6	3,5	3,6	–
Jahre 2006/2007																
Var..	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
Bim	39,9a	45,0ab	42,5ab	43,7ab	41,2ab	40,9ab	48,0b	*	34,4a	42,8bc	40,2abc	43,0bc	36,6ab	36,5ab	46,1c	n.s.
Hov	37,9	34,3	38,3	37,5	36,0	38,2	35,3	n.s.	34,8	38,4	40,7	39,4	34,5	37,1	38,7	n.s.
Gro	59,8a	68,4b	67,9b	70,9b	69,7b	67,7b	69,6b	**	64,4	68,0	68,7	70,1	70,6	68,0	67,6	n.s.
Frei	61,8	62,9	61,1	60,2	58,7	62,8	62,1	n.s.	59,4	62,6	59,4	60,4	56,0	58,3	60,9	n.s.
Mittel	52,4	55,1	54,8	55,8	52,3	54,9	56,2	n.s.	50,8ab	55,4c	54,4bc	56,1c	50,6a	52,5abc	55,8c	***
Δ K	–	2,8	2,4	3,4	0,0	2,6	3,9	–	–	3,1	2,1	3,7	-1,8	0,1	3,5	–
Mittel identische Varianten 2005/2006 2006/2007																
Var..	K	ORT	ESS	BHB	–	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	–	BL	G	p
	48,7	50,8	51,4	51,3	–	50,5	51,8	n.s.	48,4	52,4	52,3	52,4	–	50,5	52,2	n.s.
Δ K	–	2,1	2,8	2,7	–	1,8	3,1	–	–	3,8	3,6	3,7	–	1,8	3,5	–

Der Vergleich der Mittelwerte identischer Varianten über die Jahre 2005/2006-2006/2007 belegten in beiden Sorten Ertragszuwächse der rein herbstbehandelten Varianten ESS und BHB gegenüber der Kontrollvariante (K). In der Sorte Talent liegt der Ertragszuwachs für die Variante ESS bei 2,8 dt/ha und in der Variante BHB bei 2,7 dt/ha; damit wird das Ertragsniveau der im Herbst und Frühjahr applizierten Variante ORT mit 2,1 dt/ha deutlich überschritten. Höchste Ertragszuwächse vergleichend zur Kontrolle resultierten nach

Behandlung der Gesundvariante (G) in der Sorte Talent war mit 3,5 dt/ha. In der Sorte Pronto lagen die drei Varianten ORT = 3,8 dt/ha, ESS = 3,6 dt/ha und BHB = 3,7 dt/ha auf annähernd gleichem Niveau und damit über dem der Gesundvariante G (3,5dt/ha). Deutlich geringer fielen die Effekte der reinen Blütenapplikation mit jeweils 1,8 dt/ha aus (Abb. 60 D).

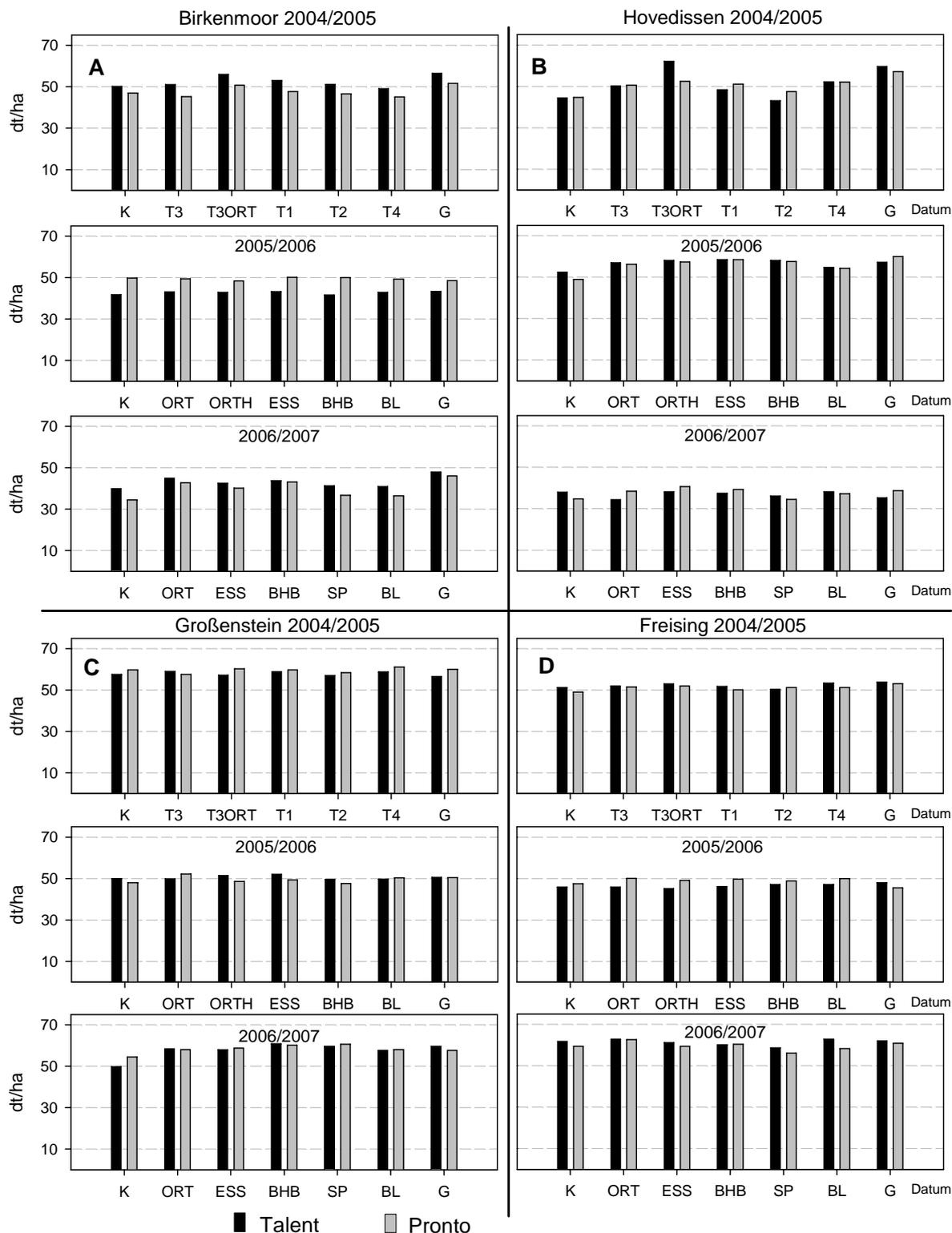


Abb. 59 Rapsertträge (dt/ha), Jahr 2004/2005, 2005/2006 und 2006/2007, Sorte Talent und Pronto, Standort: Birkenmoor (A), Hovedissen (B), Großenstein (C) und Freising (D)

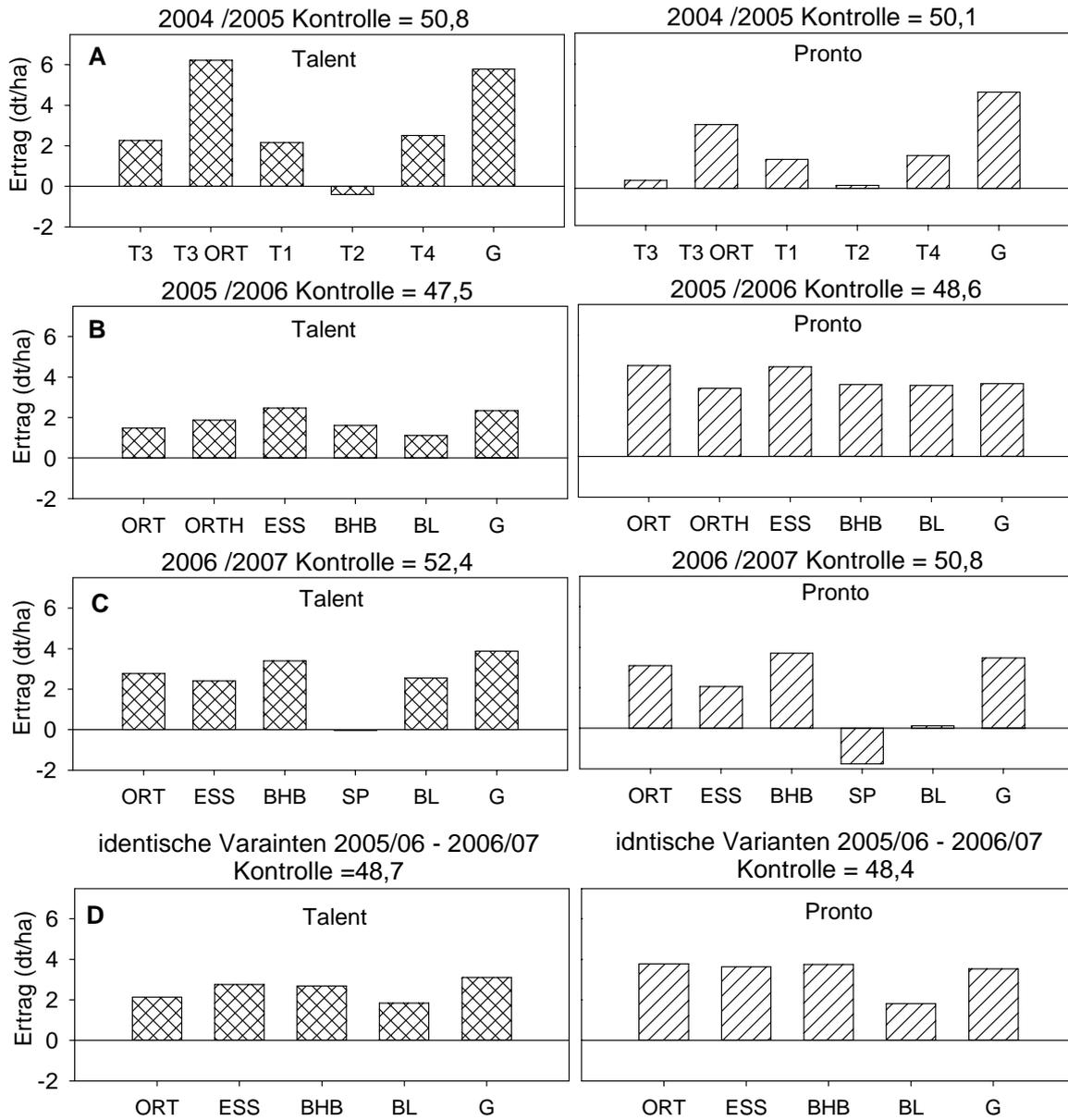


Abb. 60 Ertragseffekte der differenziert applizierten Varianten gegenüber der unbehandelten Kontrolle, Mittelwert über die Standorte der Jahr 2004 /2005 (A), 2005 /2006 (B) und 2006 /2007 (C) sowie über identische Varianten der Jahre 2005 /2006 und 2006 /2007 (D)

3.3.9 Rapswelke, *Verticillium longisporum*

Die über die drei Jahre durchgeführten Diagnosen zum Auftreten des Erregers der Rapswelke, *Verticillium longisporum*, unterlagen starken standort- und jahresabhängigen Schwankungen. Dargestellt sind die jeweils vier letzten Boniturtermine der unbehandelten Kontrolle an den Standorten Birkenmoor und Hovedissen (Tab. 26, Abb. 61) sowie für für Großenstein und Freising (Abb. 62, Tab. 26).

Im Rahmen des überregionalen Monitoring konnte der erst spät in der Vegetationsperiode auftretende Erreger anhand der visuellen Symptombonitur jahres- und standortspezifisch mit unterschiedlichen Befallsgraden nachgewiesen werden. Auswirkungen differenzierter Fungizidapplikationen konnten nicht festgestellt werden, weshalb von der Darstellung abgesehen der behandelten Varianten wird.

Im Jahr 2004/2005 wurden standortspezifisch hohe Befallswerte gemessen. In Birkenmoor betrug die Befallshäufigkeit in der Sorte Talent 12,5 %, während sie bei Pronto 47,5 % erreichte. Die insgesamt als hoch einzustufende Befallshäufigkeit in der Sorte Pronto bestätigt sich in Befallsstärkewerten von 3,6 zu Vegetationsende (Abb. 61 A).

Auffallend erhöhte Befallsgrade in 2004/2005 waren am Standort Hovedissen gegeben (Abb. 61 D). Bereits frühzeitig in der Vegetation (04.Juli 2005) waren in beiden Sorten (Talent 75 %, Pronto 67,5 %) sehr hohe Befallshäufigkeiten zu verzeichnen. Die Werte stiegen zum letzten Boniturtermin (18.Juli 2005) auf 80 % (Talent) bzw. 100 % (Pronto) BHB an. In Folge der starken Befallsausbreitung in den Beständen zu einem vergleichsweise frühen Boniturtermin, kam es darüber hinaus in beiden Sorten am Standort Hovedissen zu einem starken Stängelbefall (BW Talent = 5,4, BW Pronto = 7,0).

Die Standorte Großenstein (Abb. 62 A) und Freising (Abb. 62 B) wiesen im Vergleich mit den Standorten Birkenmoor und insbesondere Hovedissen in 2004/2005 in beiden Sorten eine geringe Befallsausbreitung des Erregers auf; die Boniturwerte lagen an beiden Standorten auf annähernd gleichem Niveau (BW 1)

In 2005/2006 (Tab. 26) wurde am letzten Probenahmetermin (31. Juli 2006) an allen Standorten ein nur geringer Befall nachgewiesen. Lediglich in Birkenmoor (Abb. 61 B) waren leichte Befallsgrade (Talent 30% BHB, BW 3 bzw. Pronto 40 % BHB, BW 4) nachzuweisen. In Hovedissen (Abb. 61 E) war Ende Juli ebenfalls nur ein minimaler Befall erkennbar. An den Standorten Großenstein (Abb. 62 B) und Freising (Abb. 62 E) blieb ein Auftreten von *Verticillium longisporum* nahezu vollständig aus.

Ergebnisse

Tab. 26 Epidemiologie von *Verticillium longisporum* am Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallswert (1-9), Standort: Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Sorte Talent und Pronto

Befallshäufigkeit <i>Verticillium longisporum</i> 2004/2005											
Birkenmoor			Hovedissen			Großenstein			Freising		
	Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto
20-Jun	0	0	13-Jun	0	0	6-Jun	0	0	20-Jun	0	0
4-Jul	0	0	20-Jul	0	0	20-Jun	0	0	4-Jul	5	0
18-Jul	13	48	4-Jul	75	68	4-Jul	0	0	18-Jul	3	18
5-Aug	40	53	27-Jul	85	100	18-Jul	23	13	27-Jul	3	0
Befallshäufigkeit <i>Verticillium longisporum</i> 2005/2006											
Birkenmoor			Hovedissen			Großenstein			Freising		
	Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto
12-Jun	0	0	12-Jun	0	0	12-Jun	0	0	30-Mai	0	0
26-Jun	0	0	26-Jun	0	0	26-Jun	0	3	12-Jun	0	0
10-Jul	0	20	10-Jul	0	0	10-Jul	0	0	26-Jun	0	0
31-Jul	28	33	31-Jul	0	8	24-Jul	0	0	10-Jul	0	0
Befallshäufigkeit <i>Verticillium longisporum</i> 2006/2007											
Birkenmoor			Hovedissen			Großenstein			Freising		
	Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto
4-Jun	0	0	25-Main	0	0	4-Jun	0	0	4-Jun	0	0
18-Jun	15	28	4-Jun	0	0	18-Jun	0	0	18-Jun	0	0
2-Jul	50	78	18-Jun	0	0	2-Jul	0	0	2-Jul	5	10
16-Jul	50	70	2-Jul	5	10	16-Jul	13	13	16-Jul	10	30
Befallswert <i>Verticillium longisporum</i> 2004/2005											
Birkenmoor			Hovedissen			Großenstein			Freising		
	Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto
20-Jun	1,0	1,0	13-Jun	1,0	1,0	6-Jun	1,0	1,0	20-Jun	1,0	1,0
4-Jul	1,0	1,0	20-Jul	1,0	1,0	20-Jun	1,0	1,0	4-Jul	1,1	1,0
18-Jul	1,2	3,6	4-Jul	4,4	5,7	4-Jul	1,0	0,5	18-Jul	1,2	1,3
5-Aug	3,0	5,6	27-Jul	5,4	7,0	18-Jul	1,4	1,1	27-Jul	1,1	1,0
Befallswert <i>Verticillium longisporum</i> 2005/2006											
Birkenmoor			Hovedissen			Großenstein			Freising		
	Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto
12-Jun	1,0	1,0	12-Jun	1,0	1,0	12-Jun	1,0	1,0	30-Mai	1,0	1,0
26-Jun	1,0	1,0	26-Jun	1,0	1,0	26-Jun	1,0	1,3	12-Jun	1,0	1,0
10-Jul	1,0	1,9	10-Jul	1,0	1,0	10-Jul	1,0	1,0	26-Jun	1,0	1,0
31-Jul	2,1	2,8	31-Jul	1,0	1,1	24-Jul	1,0	1,0	10-Jul	1,0	1,0
Befallswert <i>Verticillium longisporum</i> 2006/2007											
Birkenmoor			Hovedissen			Großenstein			Freising		
	Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto		Talent	Pronto
4-Jun	1,0	1,0	25-Main	1,0	1,0	4-Jun	1,0	1,0	4-Jun	1,0	1,0
18-Jun	1,6	2,2	4-Jun	1,0	1,0	18-Jun	1,0	1,0	18-Jun	1,0	1,0
2-Jul	4,3	4,7	18-Jun	1,0	1,0	2-Jul	1,0	1,0	2-Jul	1,2	1,3
16-Jul	4,6	6,0	2-Jul	1,2	1,2	16-Jul	1,6	1,4	16-Jul	1,3	2,5

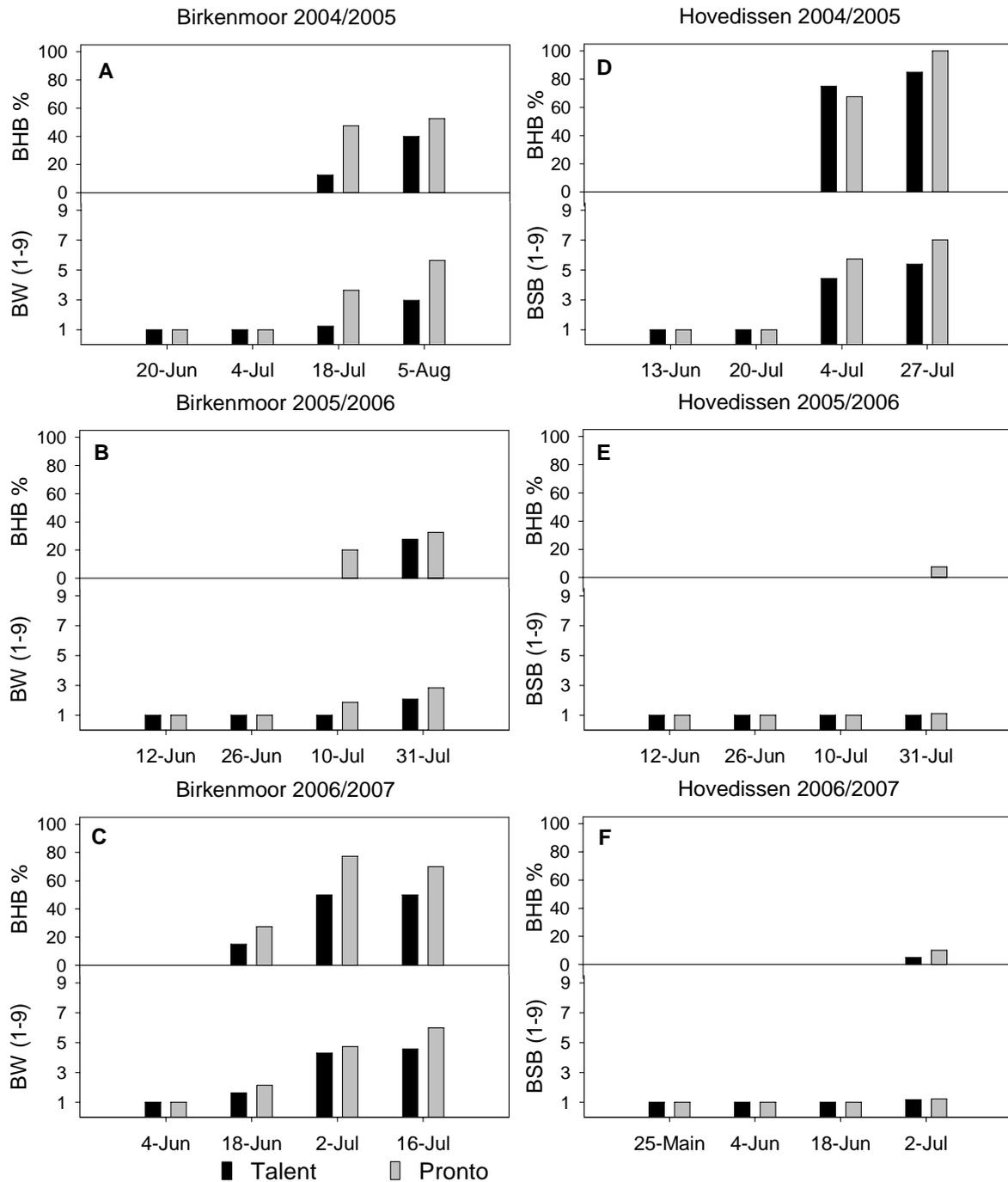


Abb. 61 Epidemiologie von *Verticillium longisporum* am Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallswert (1-9), Standort: Birkenmoor, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) und 2006/2007 (C), Standort Hovedissen, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) und 2006/2007 (C), Sorte Talent und Pronto

Den ausgeprägtesten Befall verzeichnete der Standort Birkenmoor (Abb. 61 C) im Jahr 2006/2007, bereits am 18. Juni 2007. Im Maximum wurden 50 % befallene Stängel in der Sorte Talent und 78 % in der Sorte Pronto erfasst. Die Befallsstärkewerte erreichten mit 4,6 (Talent) und 6,0 (Pronto) die höchsten gemessenen Befallswerte im gesamten

Beobachtungszeitraum. An den weiteren Standorten Hovedissen (Abb. 61 F), Großenstein (Abb. 62 C) und Freising (Abb. 62 F) wurden gegen Ende der Beobachtungsphase nur wenige schwach befallenen Stängel bonitiert.

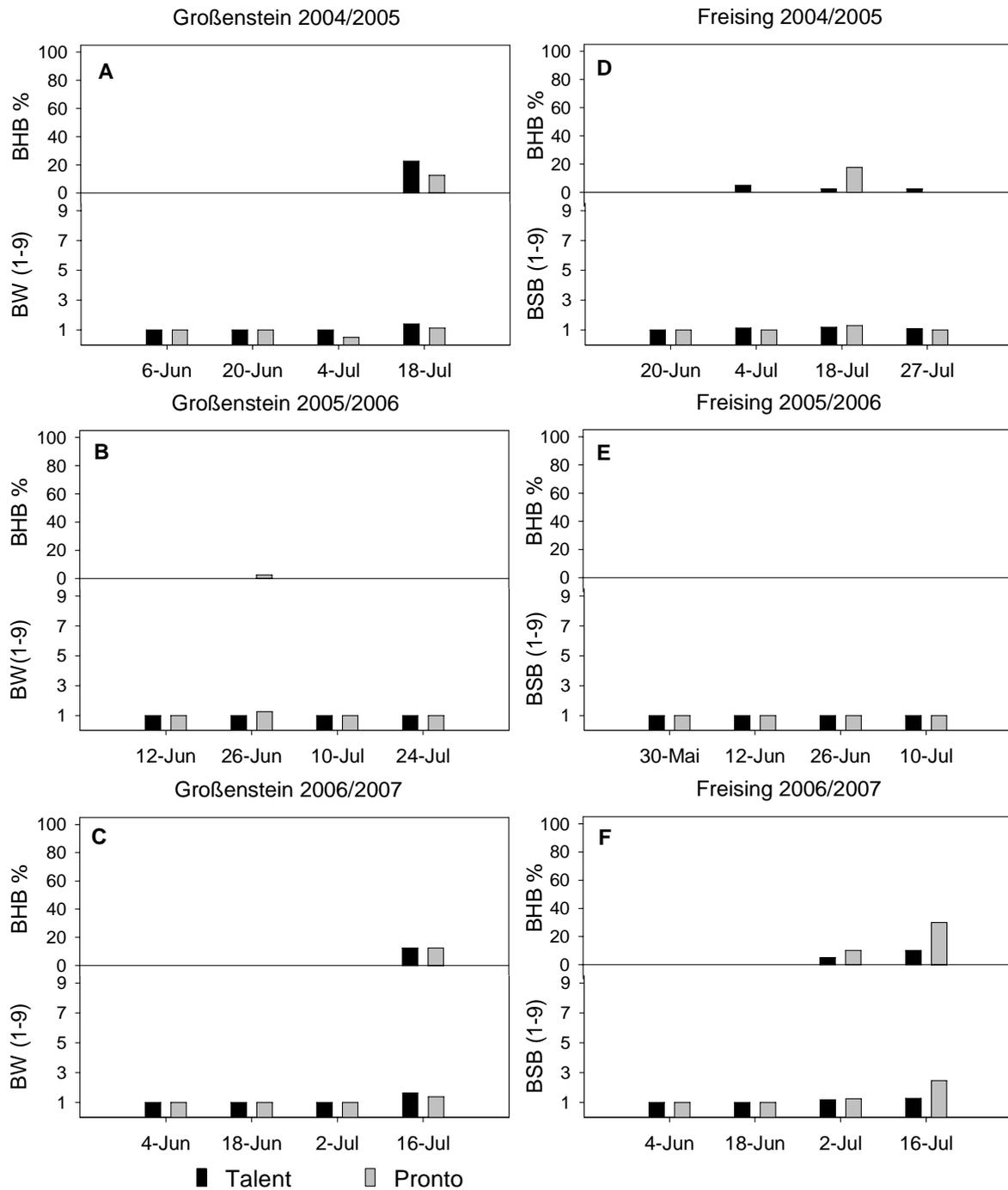


Abb. 62 Epidemiologie von *Verticillium longisporum* am Stängel, Befallshäufigkeit (BHB %), Befallswert (1-9), Standort Großenstein, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) und 2006/2007 (C), Standort Freising, Jahre 2004/2005 (A), 2005/2006 (B) und 2006/2007 (C), Sorte Talent und Pronto

Weißstängeligkeit, *Sclerotinia sclerotiorum*

Der Erreger der Weißstängeligkeit, *Sclerotinia sclerotiorum*, konnte in den bundesweit Untersuchungen als Begleitpathogen nur vereinzelt an einzelnen Pflanzen im Bestand nachgewiesen werden. Ertragliche sclerotinia-spezifische Effekte sind daher auszuschließen. Trotz regional erhöhter Befallshäufigkeitsgrade an Einzelpflanzen in 2006/2007, blieb der Erreger an den bundesweiten Monitoringstandorten ohne epidemiologische und wirtschaftliche Bedeutung.

3.3.10 Auftreten pilzlicher Rapspathogene mit untergeordneter Bedeutung

3.3.10.1 Falscher Mehltau, *Peronospora parasitica*

Der Erreger des falschen Mehltaus, *Peronospora parasitica*, konnte standortunabhängig in jedem Versuchsjahr als Begleitpathogen nachgewiesen werden. Die Befallsausprägung differierte in den Einzeljahren in Abhängigkeit der Temperatur und dem Niederschlagsaufkommen. Insbesondere im Monat September konnte nach Niederschlagsereignissen und milder Witterung ein Befall festgestellt werden, der zwischen 5% und 50% befallener Pflanzen (BHB) differierte. Die Befallsstärke auf den einzelnen Blättern variierte je nach Blattstellung; so konnte auf den älteren, kleineren Blättern (Blatt 1-3) tendenziell ein höherer Befallsdeckungsgrad als auf jüngeren, größeren Blättern mit einer an den Pflanzen längeren Verweildauer beobachtet werden. Mit fallenden Temperaturen ab Mitte/Ende Oktober waren einzelne Beobachtungen anhand erregerspezifischer Symptome in Form von typischen Konidiophoren (erhöht im milden Herbst 2007) die Ausnahme.

3.3.10.2 Grauschimmel, *Botrytis cinerea*

Im Frühjahr 2006 konnten zu Beginn der Boniturphase im März insbesondere an den Standorten Birkenmoor und Großenstein einzelne Pflanzen mit Befall des Erregers des Grauschimmels erfasst werden. Mit Einleitung der Sprossstreckungsphase verlor der Befall an Bedeutung. Ähnliche Beobachtungen konnten für das Frühjahr 2007 gemacht werden, der Befall einzelner Pflanzen über alle Standorte blieb im weiteren Entwicklungsverlauf der Rapsbestände bedeutungslos.

3.3.10.3 Echter Mehltau, *Erysiphe cruciferarum*

Der Erreger des echten Mehltau, *Erysiphe cruciferarum*, konnte in den Jahren 2004/2005 und 2005/2006 am Standort Großenstein in Form typischer Pusteln auf der Blattober- und Blattunterseite in geringem Maße nachgewiesen werden. An den übrigen Standorten waren kaum Erregernachweise gegeben. Im Herbst 2006 zeichnete sich in Großenstein ein gegenüber den Vorjahren deutlicher Befall am Blattapparat ab. Im Maximum waren Mitte Oktober 20 % der Pflanzen durch einzelne Befallssymptome gezeichnet. An den übrigen Standorten wurde der Erreger vermehrt bonitiert, insbesondere in Birkenmoor und Freising. Nach der langen Trockenperiode im Frühjahr die bis in den Mai hinein anhielt, kam es jedoch im Anschluss an die Niederschläge Anfang/Mitte Mai zu einer raschen Ausbreitung des Erregers, die einen verstärkten Befall, der in der Phase der Schotenausbildung befindlichen, Bestände zur Folge hatte.

3.3.11 Interaktionen in der Epidemiologie von *Leptosphaeria maculans* und *Phoma lingam*

3.3.11.1 Einflüsse der Witterung auf den Ascosporenflug von *Leptosphaeria maculans* sowie Effekte des Sporenfluges auf den Herbstblattbefall

Bei der Überprüfung der Zusammenhänge zwischen Witterungsparametern, Pseudotheciensporulation und der Menge gemessener, luftbürtiger Ascosporen konnte am Standort Großenstein eine Beziehung zwischen den monatlichen Niederschlagssummen und der Summe der Ascosporen für die Monate September, Oktober und November der drei Jahre (Herbstzeiträume) belegt werden (Abb. 63). Demnach stieg der Ascosporenflug in Abhängigkeit der Niederschlagsmenge an. Für die übrigen Standorte konnten diese Zusammenhänge nicht belegt werden. Für die Temperatur konnte keine Zusammenhänge bezüglich des Ascosporenfluges abgeleitet werden.

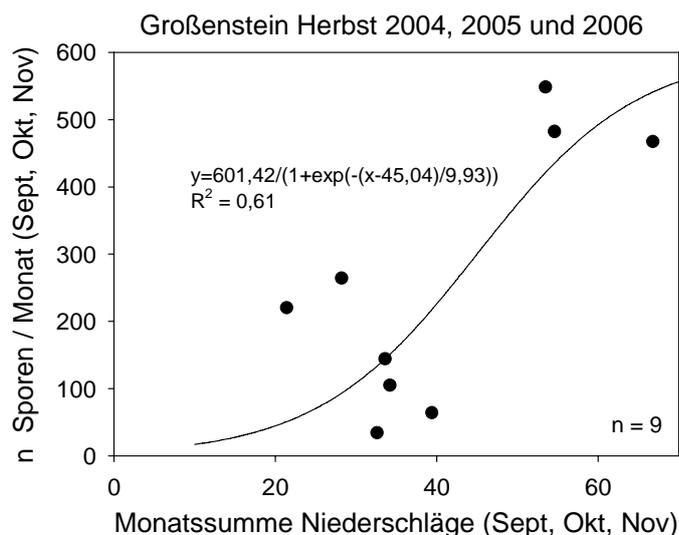


Abb. 63 Zusammenhang zwischen den Niederschlagssummen und das aufsummierte Sporenaufkommen in den Monaten September, Oktober und November in den Jahren 2004, 2005 und 2006

3.3.11.2 Einflüsse des Ascosporenaufkommens von *Leptosphaeria maculans* auf den Herbstblattbefall

Um einen Zusammenhang zwischen primärem Herbstblattbefall (Anzahl n-Pyknidien) und induzierendem Ascosporenflug berechnen zu können, wurde das wöchentliche Sporenaufkommen ab der Kalenderwoche 38-40 dem Blattbefall (BSB n-Pyknidien) der Kalenderwochen 39-41 gegenübergestellt (Abb. 64). Dabei konnte eine Abhängigkeit der Befallsstärke (n-Pyknidien) vom Ascosporenaufkommen der jeweiligen Vorwoche für alle Standorte in der Sorte Talent im Herbst 2005 ermittelt werden. Somit konnte für den Herbst 2005 eine Abhängigkeit des primären Blattbefalls vom Ascosporenaufkommen festgestellt werden.

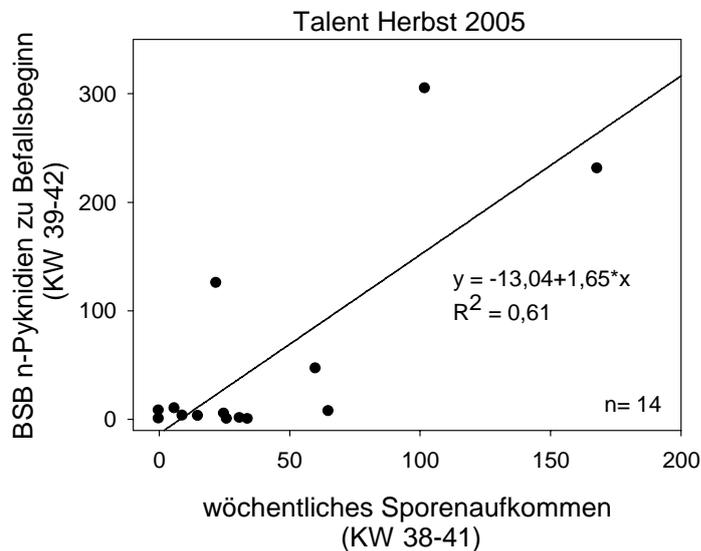


Abb. 64 Einfluss der wöchentlich gemessenen Sporenmenge (KW 38-41) auf den jeweils eine Woche später resultierenden primären Blattbefall (BSB n-Pyknidien, KW 39-42), Sorte Talent, Standorte Birkenmoor, Hovedissen, Großenstein und Freising, Herbst 2005

In gleicher Weise konnte am Hovedissen im Herbst 2004 zwischen dem Blattbefall (n-Pyknidien) (KW 40-48) und dem wöchentlichen Sporenaufkommen (Ascosporen) (KW 39-47) in beiden Sorten eine enge Beziehung hergestellt werden (Abb. 65). Dieser Zusammenhang ließ sich im Herbst 2005 auch für die ascosporenbürtige Primärfektion des Blattapparates der Sorte Pronto am Standort Freising bestätigen.

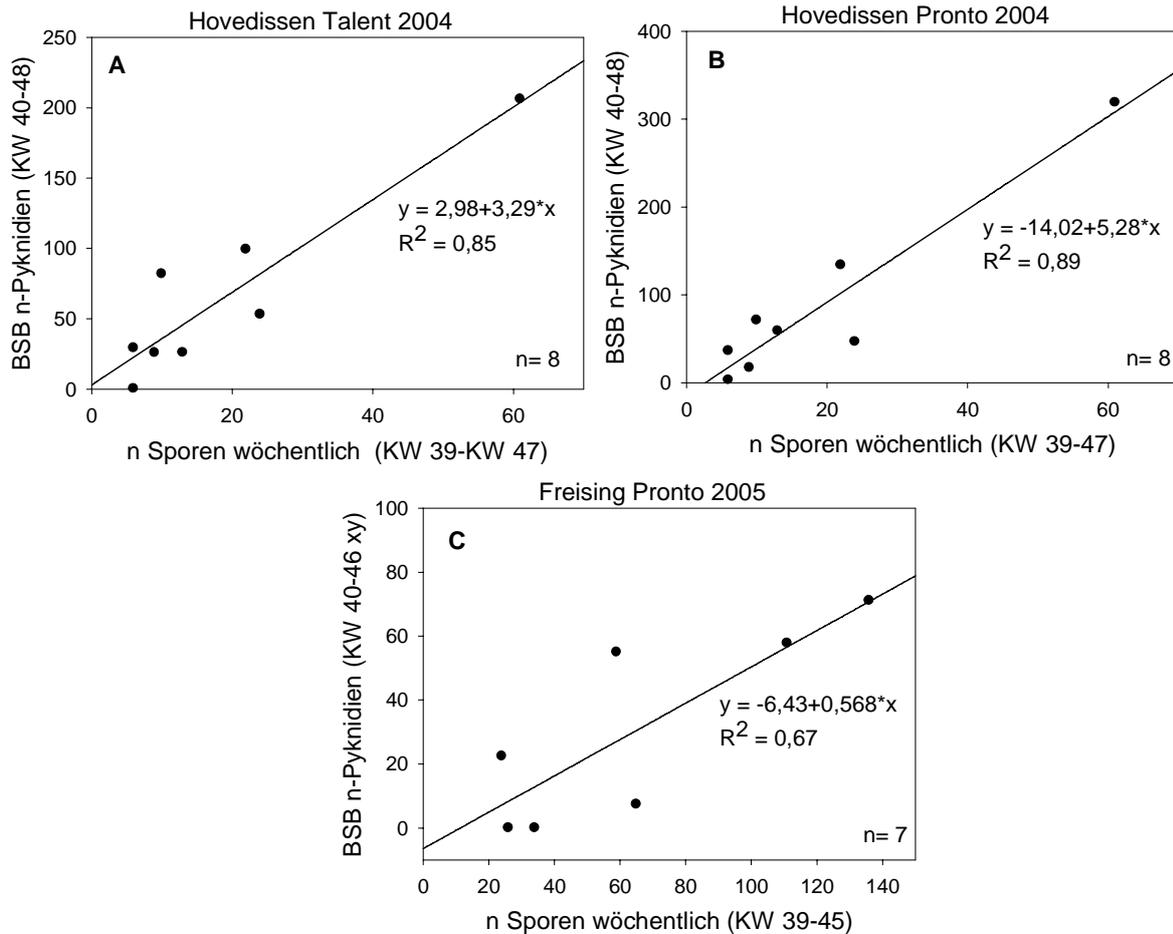


Abb. 65 Zusammenhang zwischen dem wöchentlichen Ascosporenaufkommen und dem jeweils eine Woche später resultierenden Blattbefall, Standort Hovedissen Herbst 2004 Sorten Talent (A) und Pronto (B), Standort Freising, Herbst 2005, Sorte Pronto (C)

3.3.11.3 Einfluss des Herbstblattbefalls auf den Wurzelhalsbefall auf Basis mehrjähriger Monitoringergebnisse

Bei der Analyse der Daten aus sieben Jahren Rapsmonitoring in Schleswig Holstein und den Monitoringergebnisse aus dem Bundesgebiet hinsichtlich eines Zusammenhanges zwischen dem maximalen Blattbefall im Herbst (Zeitraum September /Oktober) und dem maximalen Wurzelhalsbefall des darauf folgenden Jahres (Zeitraum Mai bis Anfang Julie), konnte eine Abhängigkeit zwischen der Befallsstärke im Herbst und dem Befallswert am Wurzelhals für insgesamt 44 Fallstudien abgeleitet werden (Abb. 66 A). Eine weitere Analyse auf der Basis der Mediane der Einzeljahre konnte diesen Zusammenhang noch deutlicher bestätigen (Abb. 66 B). Demnach ist im Rahmen des Lebenszyklusse von *Phoma lingam* der Blattbefall im Herbst kausal für den sich nach der Vegetationsruhe am Wurzelhals einstellenden Befall verantwortlich.

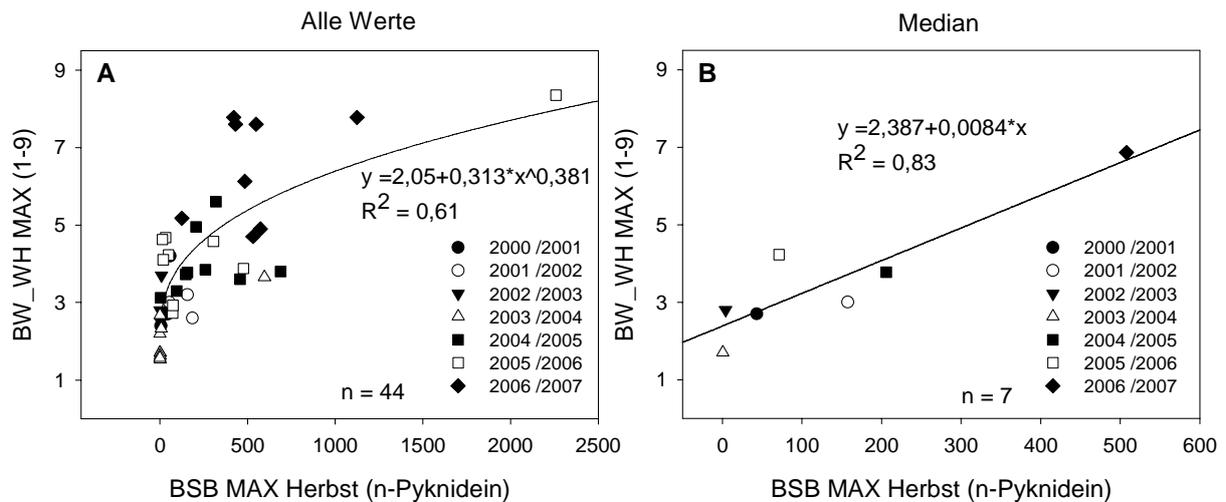


Abb. 66 Zusammenhang zwischen dem maximalen Herbstblattbefall, Zeitraum September Oktober (BSB n-Pyknidien) und dem maximalen Befallswert am Wurzelhals für alle Fallstudien (A) sowie für den Median der einzelnen Jahre (B)

3.3.11.4 Einfluss des Herbstblattbefalls auf den Wurzelhalsbefall auf Basis des bundesweiten Rapsmonitoring

Ein Zusammenhang zwischen dem Herbstblattbefall wurde anhand der Maximalwerte für den Blattbefall im Herbst (Zeitraum September /Oktober) und den Maximalwerten für die Wurzelhals- und Stängelbefallsparameter (Befallswert, Befallshäufigkeit, Befallsstärke), im Frühjahr (Zeitraum Mai bis Anfang Juli) untersucht.

Im betrachteten Zeitraum ergab sich ein Zusammenhang zwischen dem Blattbefall im Herbst und der Anzahl der Pyknidien am Wurzelhals, mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,52$ (Abb. 67 B). Ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Blattbefall im Herbst und dem Befallswert am Wurzelhalsbefall ($R^2 = 0,39$) (Abb. 67 A) wie auch zwischen der maximalen Befallsstärke im Zeitraum September /Oktober und dem Stängelbefall im Folgejahr (Abb. 67 C) konnte nachgewiesen werden.

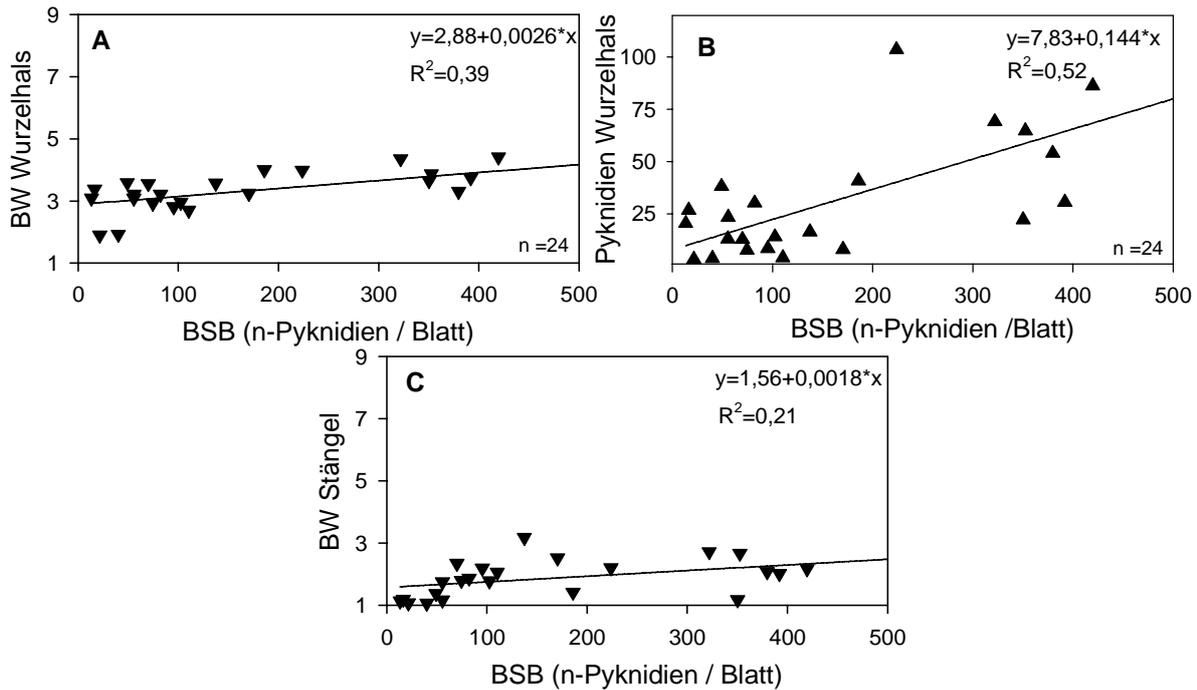


Abb. 67 Zusammenhang zwischen dem maximalen Herbstblattbefall Zeitraum September Oktober (BSB n-Pyknidien) und maximalen Befallswert am Wurzelhals (A), dem Pyknidienbefall am Wurzelhals (B) sowie dem Befallswert am Stängel (C) im Zeitraum Mai bis Juni

3.3.11.5 Einfluss der Herbstwitterung auf die Epidemiologie von *Phoma lingam* am Wurzelhals auf Basis mehrjähriger Monitoringergebnisse

Bei der Analyse des Witterungseinfluss auf den Wurzelhalsbefall wurden die Temperatursummen verschiedener Monatszeiträume in Jahren mit einem Herbstbefall den Maximalboniturwerten für den Wurzelhals von insgesamt 30 Studien verschiedener Standorte gegenübergestellt. Es stellte sich heraus, dass die Temperatur im Herbst einen Effekt auf die Etablierung des Erregers im Wirt und damit auf die Befallsprogression am Wurzelhals im Folgejahre ausübt. Insbesondere milde Temperaturen im Zeitraum September /Oktober, gekennzeichnet durch ansteigende Temmpertatursummenwerte, beeinflussen die Etablierung des Erregers im Wirt positiv (Abb. 68 C). Nicht so stark ausgeprägt sind die Effekte bei der ausschließlichen Betrachtung des Monats September (Abb. 68A). Demnach ist davon auszugehen, dass der Temperaturverlauf im Zeitraum September /Oktober von entscheidender Bedeutung für die Etablierung des Erregers im Wurzelhals ist.

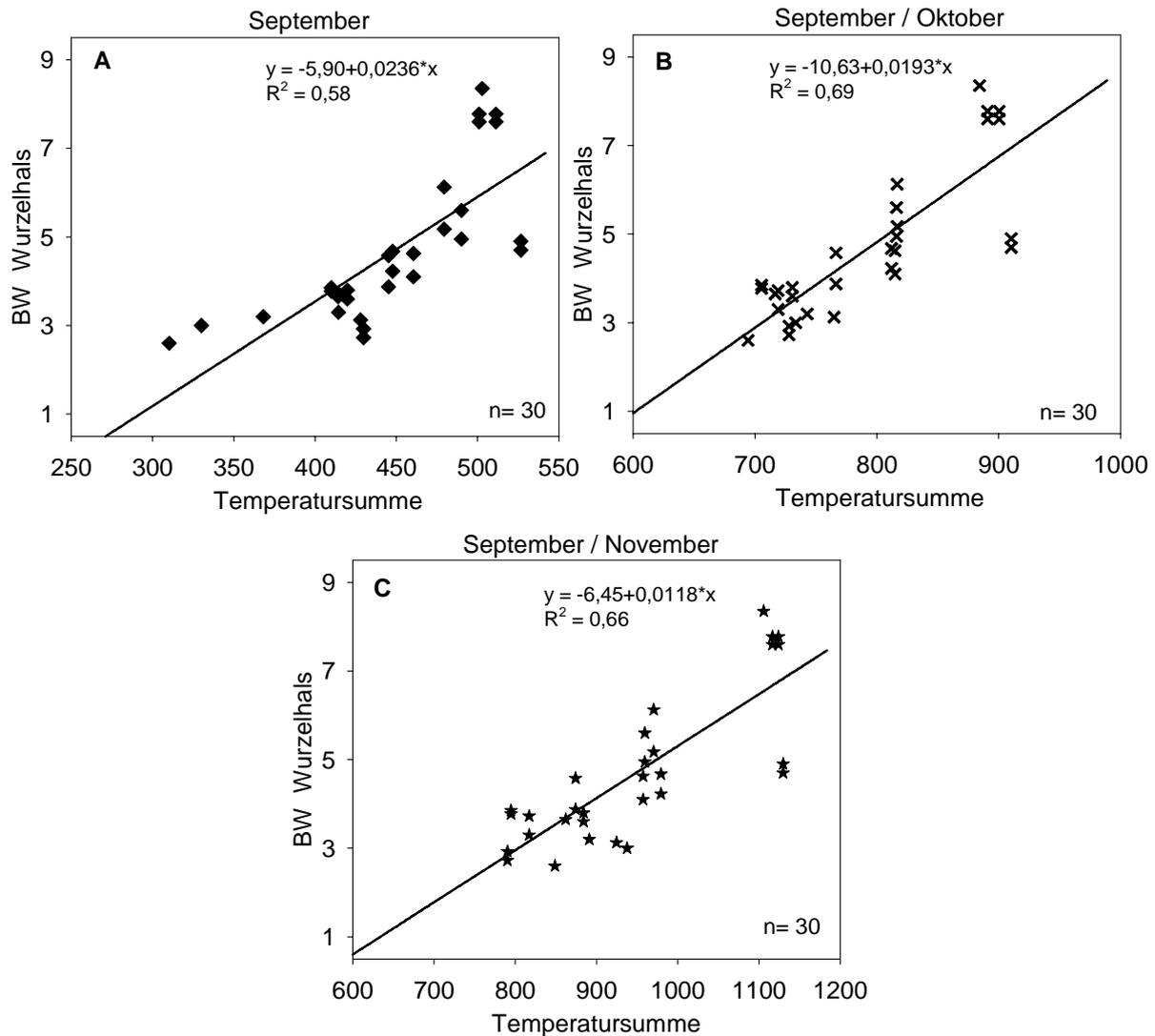


Abb. 68 Zusammenhang zwischen der Temperatursumme im Herbst, Monat September (A), Zeitraum September /Oktober (B), Zeitraum September bis November und dem maximalen Wurzelhalsbefall (BW Wurzelhals) mehrere Standorte und Jahre (n = 30), in denen ein Herbstbefall erfasst wurde

3.3.11.6 Einfluss des Witterungsverlaufs über den Winter auf die Epidemiologie von *Phoma lingam* am Wurzelhals auf Basis mehrjähriger Monitoringergebnisse

Die epidemiologischen Untersuchungen zum Befallsverlauf von *Phoma lingam* im Herbst wiesen trotz hoher Befallsprogressionen, insbesondere in 2004, im Folgejahr einen vergleichsweise nur mäßigen Befall am Wurzelhals auf. Die Untersuchungen zum Einfluß der Temperatur über verschiedene Winterzeiträume verdeutlichen einen Zusammenhang der Befallsausprägung am Wurzelhals mit der Höhe der Temperatursummen $> 3^{\circ}\text{C}$. . Lag ein ausreichender erhöhter Herbstblattbefall vor, so war der weitere Verlauf der Erregerentwicklung vor allem abhängig von der Temperatursumme oberhalb von 3°C in den

Zeiträumen von September bis März (Abb. 69 A) sowie Dezember bis März (Abb. 69B). Demnach zieht ein ausreichender Herbstblattbefall mit erhöhten Temperaturwerten im Zeitraum September bis März eine Steigerung der Befallswerte am Wurzelhals nach sich. Diese Zusammenhänge konnten ebenfalls für den Zeitraum Dezember bis März belegt werden.

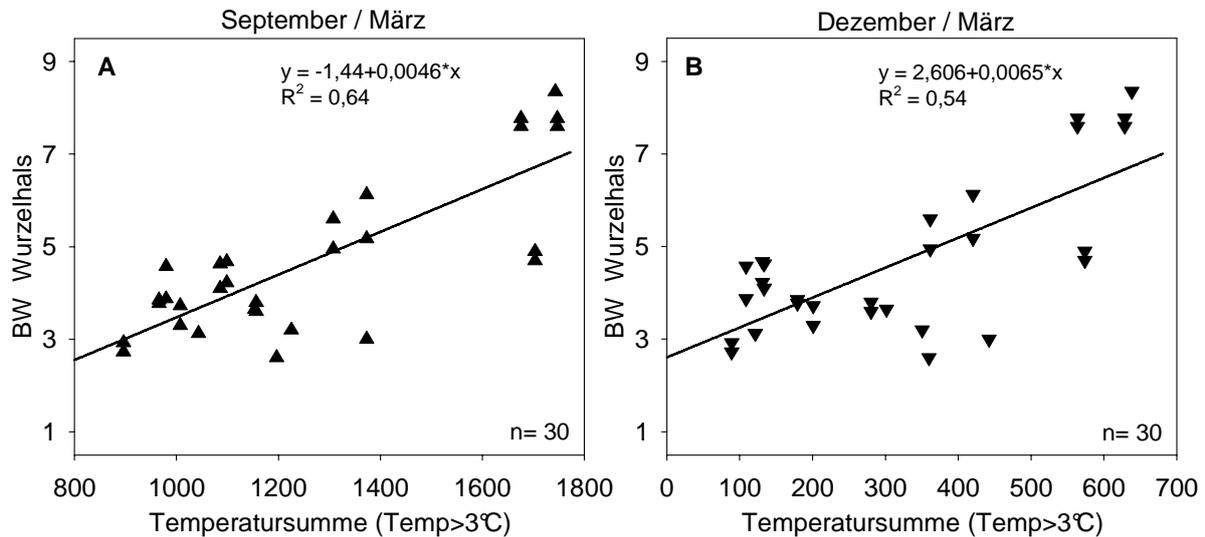


Abb. 69 Zusammenhang zwischen der Temperatursumme, aufsummiert ab 3°C, Zeitraum September bis März (A), Zeitraum Dezember bis März (B) und dem maximalen Wurzelhalsbefall (BW Wurzelhals), mehrere Standorte und Jahre (n=30) in denen ein Herbstbefall erfasst wurde

3.3.11.7 Interaktionen zwischen Standort-, Jahres- sowie Sorteneffekten auf den Herbstblattbefall mit *Phoma lingam* in der unbehandelten Kontrolle im bundesweiten Rapsmonitoring

Durch die Auswahl unterschiedlicher Standorte und Sorten im mehrjährigen bundesweiten Monitoring, bestand die Möglichkeit einzelne Faktoren und deren Einfluss auf den Blattbefall im Herbst mit *Phoma lingam* zu untersuchen.

Bei der Darstellung der Maximalwerte aller Wiederholungen für die Befallsstärke (BSB n-Pyknidien) aller Versuche im Herbst in Boxplottediagrammen, betrachtet nach Einzeljahren (Abb. 71 A), Standorten (Abb. 71 B) bzw. Sorten (Abb. 71 C) und der Mittelwerte der Bonituren wird anhand der Streuung der Daten deutlich, dass die Befallsstärke unterschiedlichen Effekten der betrachteten Faktoren ausgesetzt ist.

Für den Blattbefall im Herbst ergab sich eine höchst signifikante Abhängigkeit von Standort und Jahr. Die Standorte Birkenmoor, Hovedissen und Großenstein unterschieden sich demnach signifikant vom Standort Freising; ferner unterschieden sich die Jahre 2004 und

2005 vom Herbstbefall im Jahr 2006. Diese Abhängigkeiten bestätigten sich ebenfalls bei der Kombination beider Faktoren (Standort und Jahr) gegenüber dem Befall.

Auswirkungen der Sorte auf den Befall konnten nicht nachgewiesen werden, auch die Interaktion zwischen der Sorte und einem anderen fixen Faktor (Standort und /oder Jahr) hatte keinen Effekt (Abb. 71 C).

Bei der Betrachtung der Einzeljahre kam es in den Jahren 2006 und 2007 ebenfalls zu hoch signifikanten Zusammenhängen zwischen dem Faktor Standort und dem Blattbefall, im Jahr 2005 konnten keine signifikanten Effekte ermittelt werden. Sorteneffekte auf den Befall blieben bei der Betrachtung der Einzeljahre ebenfalls aus.

Tab. 27 Mittelwerte des Herbstblattbefalls (BSB n-Pyknidien) in Abhängigkeit von Standort, Jahr und Sorte

Standort	Birkenmoor	Hovedissen	Großenstein	Freising	p	gesamt
BSB-Blatt	444b	584b	547b	173a	***	437
Jahr	2004	2005	2006			gesamt
BSB-Blatt	204a	173a	926b		***	437
Sorte	Talent	Pronto				gesamt
BSB-Blatt	397	479				437

Tests of Between-Subjects Effects

Abhängige Variable: BSB_Blatt

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	19551551,766(a)	23	850067,468	8,391	,000
Intercept	17918386,558	1	17918386,558	176,866	,000
Standort	2486944,808	3	828981,603	8,183	,000
Sorte	139323,352	1	139323,352	1,375	,245
Jahr	11539043,563	2	5769521,782	56,949	,000
Standort * Sorte	99755,828	3	33251,943	,328	,805
Standort * Jahr	4671098,945	6	778516,491	7,684	,000
Sorte * Jahr	392515,840	2	196257,920	1,937	,152
Standort * Sorte * Jahr	191091,955	6	31848,659	,314	,927
Error	7193034,673	71	101310,348		
Total	44897917,790	95			
Corrected Total	26744586,438	94			

a R Squared = ,731 (Adjusted R Squared = ,644)

Abb. 70 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen Herbstblattbefall und Jahres-, Standort- und Sorteneinflüssen, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

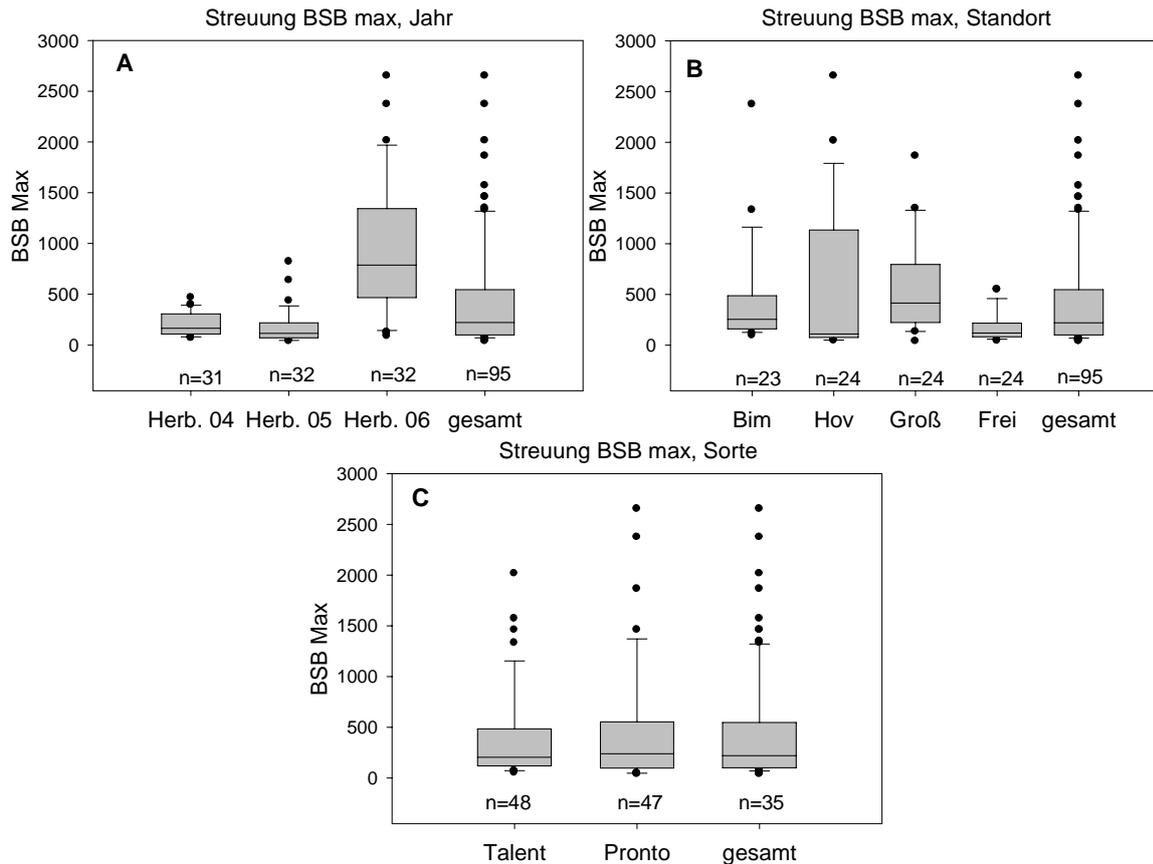


Abb. 71 Streuung der Maximalwerte, Blattbonitur Herbst (BSB n-Pyknidien / Blatt) aller Wiederholungen getrennt nach Jahr (A), Standort (B), und Sorte (C)

3.3.11.8 Interaktionen zwischen Standort-, Jahres- sowie Sorteneffekten und dem Befall mit *Phoma lingam* an Wurzelhals- und Stängel in der unbehandelten Kontrolle im bundesweiten Rapsmonitoring

Zwischen den Maximalwerten aller Wiederholungen auf den Befallswert am Wurzelhals und Stängel konnten Standort- und Jahresabhängigkeiten anhand der dreijährigen Versuche abgeleitet werden (Abb. 72, 73, 74). Die Streuung der Befallswerte (Abb. 73) differiert sowohl für den Wurzelhals als auch für den Stängel je nach Standort und Jahr unterschiedlich. Die Standorte und Jahre unterschieden sich dabei ebenfalls voneinander. Auch die Interaktion Standort/Jahr auf den Befallswert am Wurzelhals und Stängel war signifikant (Abb. 72 und Abb. 74).

Sorteneffekte (Tab. 28) konnten weder für die Betrachtung des gesamten Beobachtungszeitraums noch bei Analyse der Einzeljahre festgestellt werden. In jedem Jahr konnten dagegen die beschriebenen Auswirkungen von Standort ($p=***$), Jahr ($p=***$) und Standort/Jahr ($p=***$) auf den Befall bestätigt werden.

Tab. 28 Mittelwerte des Wurzelhals- (BW_WH = 1-9) und Stängelbefall (BW_ST = 1-9) in Abhängigkeit von Standort, Jahr und Sorte

Standort	Birkenmoor	Hovedissen	Großenstein	Freising	p	gesamt
BW_WH	5,28 b	5,78b	4,21 a	3,81 a	***	4,76
BW_ST	3,34 c	3,67 c	2,51 b	1,78 a	***	2,82
Jahr	2005	2006	2007			gesamt
BW_WH	4,01a	3,90 a	6,35 b		***	4,76
BW_ST	2,79 b	1,29 a	4,38 c		***	437
Sorte	Talent	Pronto				gesamt
BW_WH	4,59	4,94				4,76
BW_ST	2,6	3,05				2,82

Tests of Between-Subjects Effects

Abhängige Variable: BW_WH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	221,829(a)	23	9,645	16,575	,000
Intercept	2139,141	1	2139,141	3676,345	,000
Standort	58,301	3	19,434	33,399	,000
Sorte	2,663	1	2,663	4,577	,036
Jahr	121,874	2	60,937	104,727	,000
Standort * Sorte	,258	3	,086	,148	,931
Standort * Jahr	35,332	6	5,889	10,120	,000
Sorte * Jahr	,147	2	,074	,127	,881
Standort * Sorte * Jahr	2,200	6	,367	,630	,706
Error	41,313	71	,582		
Total	2418,470	95			
Corrected Total	263,141	94			

a R Squared = ,843 (Adjusted R Squared = ,792)

Abb. 72 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen Wurzelhalsbefall (BW_WH = 1-9) und Jahres-, Standort- und Sorteneinflüssen, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

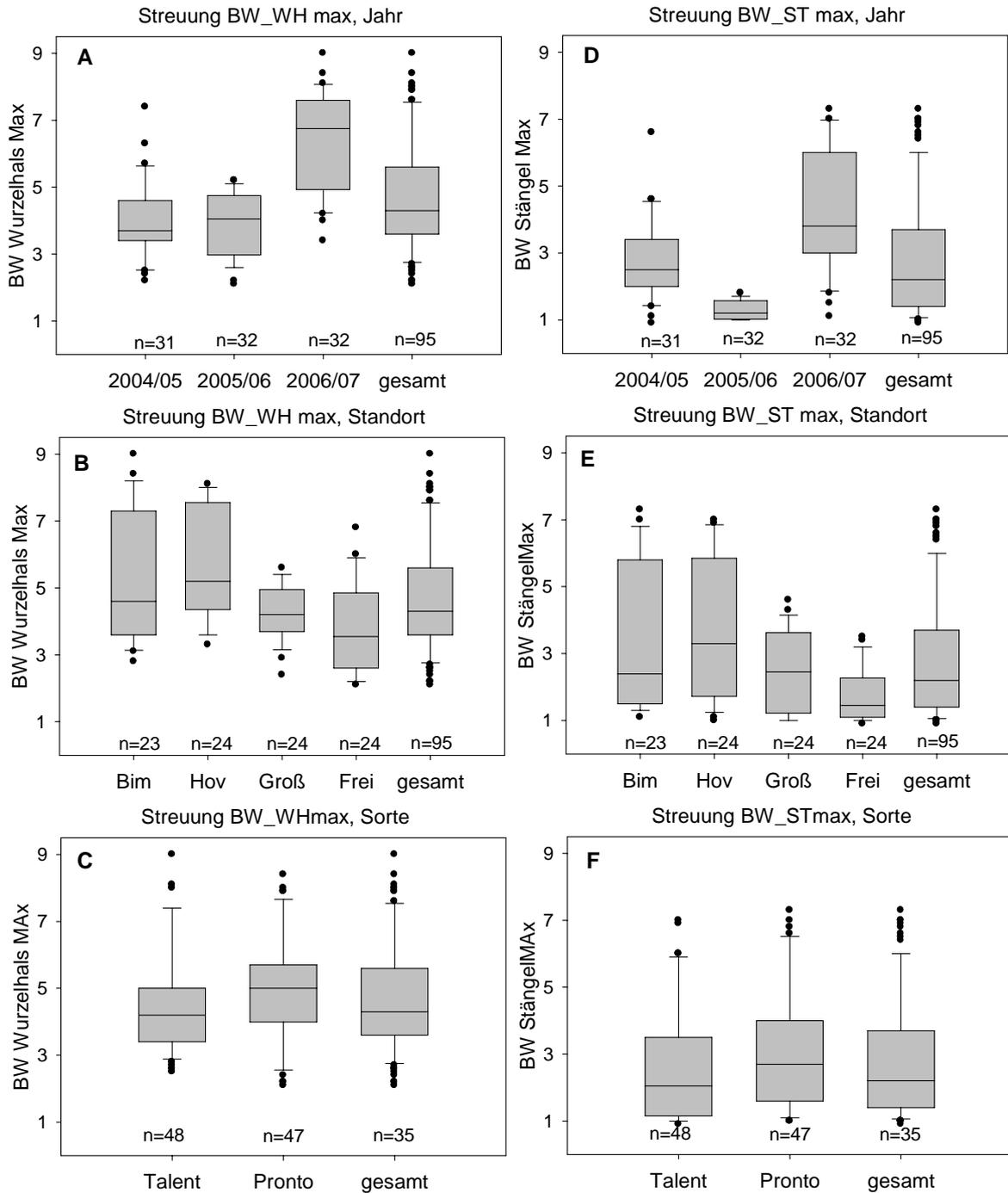


Abb. 73 Streuung der Maximalwerte, Befallswert Wurzelhals (BW_WH 1-9) aller Wiederholungen getrennt nach Jahr (A), Standort (B) und Sorte (C) sowie Streuung der Maximalwerte, Befallswert Stängel (BW_ST 1-9) aller Wiederholungen getrennt nach Jahr (D), Standort (E) und Sorte (F)

Tests of Between-Subjects Effects

Abhängige Variable: BW_ST

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	257,282(a)	23	11,186	16,594	,000
Intercept	752,676	1	752,676	1116,551	,000
Standort	51,147	3	17,049	25,291	,000
Sorte	4,734	1	4,734	7,023	,010
Jahr	151,947	2	75,974	112,702	,000
Standort * Sorte	1,297	3	,432	,642	,591
Standort * Jahr	43,221	6	7,203	10,686	,000
Sorte * Jahr	,825	2	,413	,612	,545
Standort * Sorte * Jahr	2,698	6	,450	,667	,676
Error	47,862	71	,674		
Total	1061,750	95			
Corrected Total	305,144	94			

a R Squared = ,843 (Adjusted R Squared = ,792)

Abb. 74 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen Stängelbefall (BW_ST = 1-9) und Jahres-, Standort- und Sorteneinflüssen, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

3.3.11.9 Standort-, Jahres- und Sorteneffekte auf den Ertrag in der unbehandelten Kontrolle im bundesweiten Rapsmonitoring

Für die Analyse der Abhängigkeit des Ertrages von den fixen Faktoren Standort, Sorte und Jahr wurden die Ertragsdaten aller Wiederholungen der Kontrollvariante gegenüber gestellt; ferner wurde der Effekt des Befalls als variabler Faktor in diesem Kontext ermittelt (Tab. 29, Abb. 75, 76, 77, 78, 79, 80).

Für den Faktor Standort konnten höchst signifikante (p***) und für die Jahre signifikante (p*) Abhängigkeiten ermittelt werden(Tab. 29), damit kann ein Teil der Ertragsdifferenzen durch die Faktoren Standorte und Jahr untereinander begründet werden. Der Sorteneffekt blieb, wie schon bei der Analyse bezüglich des Blatt-, Wurzelhals- und Stängelbefalls, aus. Anschaulich finden die Ergebnisse bei der Betrachtung der Streuung in Abbildung 77 und der Mittelwerte in Tabelle Tab. 29 Darstellung.

Tab. 29 Mittelwerte des Ertrages (dt/ha) in Abhängigkeit von Standort, Jahr und Sorte

Standort	Birkenmoor	Hovedissen	Großenstein	Freising	p	gesamt
Ertrag	43,5 a	43,83 a	56,55 c	52,47 b	***	49,15
Jahr	2005	2006	2007			gesamt
Ertrag	50,42 b	48,00 a	49,05 ab		*	49,15
Sorte	Talent	Pronto				gesamt
Ertrag	49,03	49,27				49,15

Ergebnisse

Tests of Between-Subjects Effects

Abhängige Variable: Ertrag

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6240,509(a)	23	271,326	21,150	,000
Intercept	228506,351	1	228506,351	17812,336	,000
Jahr	84,348	2	42,174	3,288	,043
Standort	2942,756	3	980,919	76,464	,000
Sorte	1,666	1	1,666	,130	,720
Jahr * Standort	2835,388	6	472,565	36,837	,000
Jahr * Sorte	28,902	2	14,451	1,126	,330
Standort * Sorte	46,572	3	15,524	1,210	,312
Jahr * Standort * Sorte	250,609	6	41,768	3,256	,007
Error	910,827	71	12,829		
Total	236600,740	95			
Corrected Total	7151,335	94			

a R Squared = ,873 (Adjusted R Squared = ,831)

Abb. 75 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und Jahres-, Standort- und Sorteneinflüssen über den gesamten Beobachtungszeitraum, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

Für den Zusammenhang zwischen dem maximalen Wurzelhalsbefall und dem Ertrag konnte bei der Betrachtung des Gesamtzeitraumes kein gesicherter Effekt belegt werden, wenngleich dieser auch nur knapp von einem signifikanten Einfluss entfernt war (Abb. 76).

Bei der Analyse der Einzeljahre differenziert sich das Bild. In den Jahren 2004/2005 (Abb. 78) und 2005/2006 (Abb. 79) blieb demnach der Wurzelhalsbefall ohne signifikanten Ertragseffekt, allerdings lassen sich im Jahr 2006/2007 (Abb. 80) signifikante Zusammenhänge zwischen der Befallshöhe am Wurzelhals und dem Ertrag beschreiben (p*).

Tests of Between-Subjects Effects

Abhängige Variable: Ertrag

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5964,485(a)	12	497,040	34,341	,000
Intercept	5926,555	1	5926,555	409,468	,000
BW_WH	52,314	1	52,314	3,614	,061
Jahr	123,711	2	61,856	4,274	,017
Standort	1399,026	3	466,342	32,220	,000
Jahr * Standort	2061,136	6	343,523	23,734	,000
Error	1186,851	82	14,474		
Total	236600,740	95			
Corrected Total	7151,335	94			

a R Squared = ,834 (Adjusted R Squared = ,810)

Abb. 76 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und fixen Faktoren, Jahre und Standort und dem variablen Faktor maximaler Befallswert am Wurzelhals (BW_WH) über den gesamten Beobachtungszeitraum, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

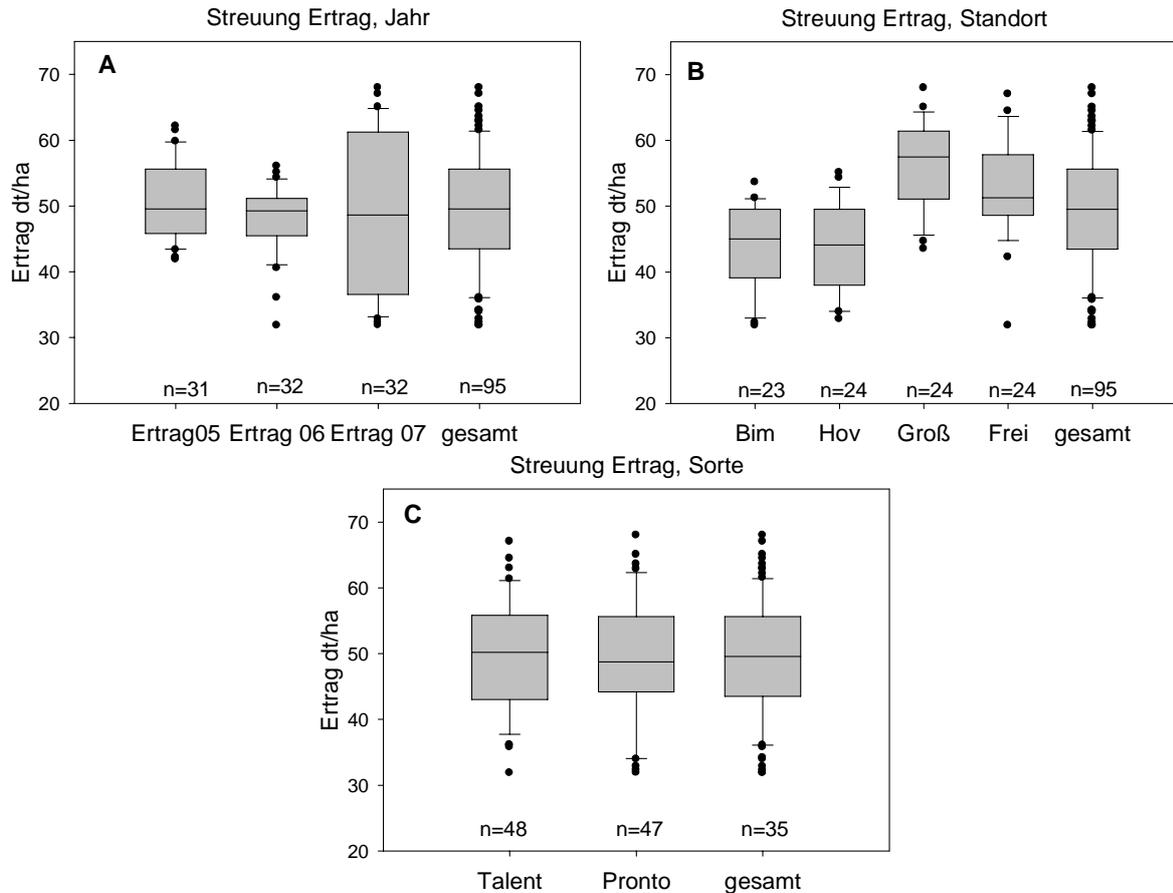


Abb. 77 Streuung der Ertragswerte (dt/ha) aller Wiederholungen getrennt nach Jahr (A), Standort (B) und Sorte (C), unbehandelte Kontrolle

Tests of Between-Subjects Effects

Abhängige Variable: Ertrag

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	864,386(a)	4	216,096	39,566	,000
Intercept	3769,731	1	3769,731	690,220	,000
BW_WH	7,317	1	7,317	1,340	,258
Standort	717,266	3	239,089	43,776	,000
Error	142,002	26	5,462		
Total	79811,840	31			
Corrected Total	1006,388	30			

a R Squared = ,859 (Adjusted R Squared = ,837)

Abb. 78 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und dem fixen Faktoren Standort sowie dem variablen Faktor Maximaler Befallswert am Wurzelhals (BW_WH) im Jahr 2004 /2005, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

Tests of Between-Subjects Effects

Abhängige Variable: Ertrag

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	864,386(a)	4	216,096	39,566	,000
Intercept	3769,731	1	3769,731	690,220	,000
BW_WH	7,317	1	7,317	1,340	,258
Standort	717,266	3	239,089	43,776	,000
Error	142,002	26	5,462		
Total	79811,840	31			
Corrected Total	1006,388	30			

a R Squared = ,859 (Adjusted R Squared = ,837)

Abb. 79 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und dem fixen Faktoren Standort sowie dem variablen Faktor maximaler Befallswert am Wurzelhals (BW_WH) im Jahr 2005/2006, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

Tests of Between-Subjects Effects

Abhängige Variable: Ertrag

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4909,905(a)	4	1227,476	104,300	,000
Intercept	1274,116	1	1274,116	108,263	,000
BW_WH	64,261	1	64,261	5,460	,027
Standort	622,161	3	207,387	17,622	,000
Error	317,755	27	11,769		
Total	82226,350	32			
Corrected Total	5227,660	31			

a R Squared = ,939 (Adjusted R Squared = ,930)

Abb. 80 Ergebnisse der Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen dem Ertrag (dt/ha) und dem fixen Faktoren Standort sowie dem variablen Faktor maximaler Befallswert am Wurzelhals (BW_WH) im Jahr 2006/2007, Irrtumswahrscheinlichkeit (p) entspricht; *:p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001

4 Diskussion

Im Rahmen des bundesweiten Rapsmonitoring wurden über drei Jahre epidemiologische Studien zum bundesweit bedeutendsten Erreger in der Rapskultur, *Leptosphaeria maculans* / *Phoma lingam*, durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sowie vorhandene Daten aus dem Rapsmonitoring Schleswig-Holstein dienten als Datengrundlage für die Entwicklung eines witterungsgestützten Prognosemodells zur zielgerichteten Herbstapplikation im Winterraps auf Basis des kumulierten Tagesinfektionswerts.

Die überregional in den beiden Sorten Talent und Pronto angelegten Versuche zeigten in den durchgeführten, differenzierten, teilweise nach Prognose applizierten Fungizidbehandlungen einen unterschiedlichen Einfluss auf die Kontrolle des Blattbefalls sowie den resultierenden Wurzelhalsbefall im Folgejahr.

Daneben wurden im Herbst und Frühjahr die Erreger *Peronospora parasitica* und *Erysiphe cruciferum*, zu Vegetationsbeginn der Erreger *Botrytis cinerea*, zur Hauptblüte in Einzelfällen *Sclerotinia sclerotiorum* und in der Abreifephase ab BBCH 82 der Erreger *Verticillium longisporum* nachgewiesen. Diese Erreger stellen, mit Ausnahme von *Verticillium longisporum*, Begleitpathogene dar, deren Auftreten an einzelnen Standorten und über die Jahre von untergeordneter Bedeutung blieb.

Für die Erstinfektion der jungen Rapsbestände mit dem Erreger *Leptosphaeria maculans* werden unterschiedliche Wege beschrieben. Ein direkter Befall kann bereits über das Saatgut erfolgen (PAUL 2003, HALL 1992, DAEBLER 1988), allerdings konnte SCHRAMM (1989) in seinen Untersuchungen nur einen sehr geringen Anteil mit *Phoma lingam* kontaminierter Rapssamen unter 1% feststellen. Dies wird von HEPPNER & HEITEFUSS (1995) bestätigt. In Australien geht MC GEE (1977) ebenfalls von einer geringen Bedeutung eines *Phoma lingam* kontaminierten Saatgutes für die Erstinfektion aus. Das in den eigenen Versuchen eingesetzte Rapssaatgut der Sorten Talent und Pronto wurde gebeizt ausgedrillt. Eine direkte Infektion der auskeimenden Saat durch den anhaftenden Erreger wird damit ausgeschlossen. WEST (2001) sieht in der Verwendung von fungiziden Beizzusätzen, wie sie in Australien, Canada und Europa Verwendung finden, eine hinreichende Maßnahme zum Schutz der Samenkörner.

SOSNOWSKI et al. (2001) halten auch eine Infektion der Rapspflanzen über verwundete Wurzeln für möglich.

Für die initiale Infektion der Bestände mit dem monozyklischen Erreger ist in allen Anbauregionen der Welt gleichermaßen die primäre Infektion mit Ascosporen von

übergeordneter Bedeutung (GUO & FERNANDO 2005, MAHUKU et al. 1997, POISSON & PERES 1999b). Darüber hinaus besteht die Möglichkeit einer direkten Infektion durch den Kontakt mit Ernteresten sowie durch Regenspritzer induzierte Verbreitung von Pyknosporen (HALL 1992). Als weitere Inokulumquelle besteht nach Auffassung von HALL (1992) ebenfalls die Möglichkeit einer Übertragung des Erregers von anderen kruziferen Nebenwirtspflanzen.

Die Bedeutung der Ascosporen für die Primärinfektion der Bestände war der Anlass für die Überwachung der Pseudothecienentwicklung auf den Ernteresiduen der Vorjahre in angelegten Stoppeldepots. BERNARD et al. (1999) sehen in der Kenntnis der Pseudothecienentwicklung die unabdingbare Voraussetzung für das Abschätzen des resultierenden Ascosporenfluges.

Die Stoppelreste auf dem Acker werden als Hauptinokulumquelle angesehen (REMPELL & HALL 1993, MC GEE 1977, BÖKER et al. 1975). Neben den Pseudothecien konnten in den eigenen Untersuchungen auch Pyknidien an den Ernteresten festgestellt werden, deren Anzahl allerdings ab Mitte Oktober stark abnahm. GOSENDE et al. (2003) bestätigten ebenfalls das Vorhandensein und die Neubildung von Pyknidien, sprechen sich allerdings für eine übergeordnete Bedeutung der Ascosporen bei einer Erstinfektion aus.

In den eigenen Untersuchungen konnten in den Einzeljahren schon zu Beginn der Beobachtungszeiträume erste reife und damit sporulationsfähige Pseudothecien festgestellt werden. Diese bildeten sich zumeist in den, vom Erreger hervorgerufenen, deutlich sichtbaren Wurzelhalsläsionen. Somit war schon zu Beginn der Aussaat eine potentielle Gefährdung durch reife Ascosporen gegeben. SCHRAMM (1989) und PETRI (1994) stellten in Laborversuchen fest, dass die Optimaltemperatur für eine maximale Pseudothecienbildung bei 15°C liegt; bei dieser Temperatur wird eine vollständige Entwicklung der Fruchtkörper am schnellsten durchlaufen. Untersuchungen von PERES et al. (1999) konnten bei 14°C die höchste Pseudothecienbildung belegen; zwischen 16 und 18°C war diese weiterhin möglich, dauerte jedoch länger. HUANG et al. (2002) und TOSCANO-UNDERWOOD et al. (2003) konnten belegen, dass die Pseudothecienreife von A- und B-Typen zwischen 15 und 20°C parallel verlief, der B-Typ allerdings unter 10°C wesentlich geringere Wachstumsraten verzeichnete.

In den eigenen Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass die Entwicklung der Pseudothecien auf den seneszenten Ernteresten mit dem Beginn der Messungen ab Ende August durch rasch ansteigende Pseudothecienwerte gekennzeichnet war.

Vergleicht man den Witterungsverlauf in den eigenen Untersuchungen im Zeitraum Ende August/Anfang September an den einzelnen Standorten mit den biologischen Witterungsansprüchen des Erregers zur maximalen Bildungsraten von Pseudothecien, so ist festzustellen, dass in diesem Zeitraum die Tagesmitteltemperaturen um ca. 15°C schwankten und somit günstige Temperaturbedingungen zur Fruchtkörperbildung vorherrschten. Das Maximum der Entwicklung sowohl in der Befallsstärke, der Befallshäufigkeit als auch im Reifegrad war in der Regel Mitte/Ende Oktober erreicht. Danach wurden jedoch an allen Standorten weiterhin heranreifende Pseudothecien ermittelt, die somit eine stetige Präsenz von Ascosporen ermöglichten. Schwankungen in der Anzahl und in der Entwicklung des Reifegrads konnten auch von REMPEL & HALL (1993) beobachtet werden, die eine genaue Analyse der Pseudothecienentwicklung an Ernteresten von Sommerraps in Australien durchgeführt haben.

Über alle Jahre konnte in den Monitoringversuchen eine leichte zeitversetzte Bildung der Pseudothecien am Stängel gegenüber dem Wurzelhals ermittelt werden. In Versuchen von HUANG et al. (2002) zeigte sich ebenfalls eine um ca. zwei Wochen verzögerte Bildung von Pseudothecien am Stängel gegenüber dem Wurzelhals.

Die ausgezählten Pseudothecienwerte am Stängel lagen dagegen weit über denen am Wurzelhals erfassten Sexualfruchtkörpern. Dabei ist zu beachten, dass der Anteil der Oberfläche, die für den Wurzelhals ausgezählt wurde (durchschnittliche Länge 3 cm) gegenüber der Fläche des Stängel (durchschnittliche Länge 25 cm) wesentlich geringer war.

In den eigenen Untersuchungen konnte zwischen den Witterungsparametern (Temperatur °C, Niederschlag mm) und den jeweils erfassten Boniturparametern Befallsstärke (BSB n-Pseudothecien), Befallshäufigkeit (prozentualer Anteil befallener Wurzelhäuse/Stängel) und dem Reifegrad (Note 1 = kein Befall, Note 6 = leeres Pseudothecium) keine direkten Zusammenhänge abgeleitet werden. Hingegen beschreibt SCHRAMM (1989) eine Abhängigkeit zwischen der Temperatur und der Pseudothecienbildung.

Wenn auch zwischen dem Niederschlag und der Pseudothecienentwicklung bestätigte Zusammenhänge ausbleiben, bescheinigen doch Quellen in der Literatur den beobachteten positiven Effekt der Niederschläge in einzelnen Entwicklungszeiträumen an den einzelnen Standorten. Nach SCHRAMM (1998) haben Niederschlagsereignisse einen positiven Effekt auf die Pseudothecienentwicklung. Untersuchungen von PERES et al. (1999) bestätigen diese Beobachtungen, wobei mit zunehmenden Niederschlägen eine gesteigerte Pseudothecienbildung festzustellen war und das ebenso bereits hohe Luftfeuchtigkeiten nahe

der Sättigung ein weiteres Heranreifen gewährleisten, ohne dass Niederschläge erforderlich sind.

WHERRETT et al. (2003) und PERES et al. (1999) vertreten dabei die Auffassung, dass es möglich sei anhand der Witterung auf die Pseudothecienentwicklung und somit das Erscheinen erster Ascosporen schließen zu können. Diese Zusammenhänge dienen dabei der Ableitung einer auf die Pseudothecienentwicklung basierenden Prognose für ein Infektionsrisiko junger Rapsbestände.

Mangelnde Niederschlagsereignisse können demnach auch der Grund für eine verzögerte Pseudothecienentwicklung in Großenstein im Herbst 2004 sein.

BAIRD et al. (1999) konnten bezüglich der Überdauerung des Erregers auf den Ernteresten in einem Fruchtfolgeversuch noch nach drei Jahren Überdauerung eine Pseudothecienentwicklung auf Ernteresten belegen. In den von BAIRD et al. (1999) angestellten Versuchen zeigte sich, dass der Anteil der über die Jahre nicht abgebauten Erntereste und somit die Quelle für die Bildung sporulationsfähiger Pseudothecien mit abnehmender Intensität der Bodenbearbeitung zunahm. KHARBANDA & TEWARI (1996) konnten sogar nach fünf Jahren noch Erntereste nachweisen, auf denen Pseudothecien heranwuchsen.

Eigene Beobachtungen am Standort Hohenschulen in Schleswig-Holstein können diese Beobachtungen bestätigen. Hier konnte auf einer Versuchsfläche mit einer dreigliedrigen Fruchtfolge (Raps, Weizen, Gerste) zu jedem Bestelltermin der jeweiligen Frucht Rapsstoppelreste im Boden nachgewiesen werden, die bei der jeweiligen Bestellung an die Oberfläche befördert wurden und somit über die Rotation selbst nach drei Jahren in den neu angesäten Rapssaaten nachgewiesen wurden (BREMER unveröff.).

Rotationsversuche von PETRI et al. (1995b) zeigten auf, dass das höchste gemessene Befallsauftreten im Bestand, aufgrund der Anreicherung von Ernteresten, in einer zweijährigen Fruchtfolge zu belegen war. Den geringsten Befall verzeichneten Schläge, die eine mindestens sechsjährige Fruchtfolge aufwiesen. Eine einjährige Anbaupause reduzierte das Infektionsrisiko deutlich, danach verringerte sich das Risiko mit jedem weiteren Jahr Anbaupause nur langsam. Die größten Reduktionseffekte wurden in diesem Versuch mit einer wendenden Bodenbearbeitung erreicht. Jedoch ist bereits ein geringer Teil überdauernder Ernteresiduen in der Lage, das Infektionspotential für ausgedehnte Primärinfektionen zu stellen.

POISSON und PERES (1999a) konnten an unterschiedlich anfälligen Sorten eine differenzierte Pseudothecienentwicklung feststellen. Sorten ohne eine Toleranz gegen *Phoma*

lingam begannen früher mit der Ausbildung von Pseudothecien als tolerante Sorten. Allerdings zeigten sich im weiteren Entwicklungsverlauf der Fruchtkörper, insbesondere in der Geschwindigkeit zum vollständigen Heranreifen und letztlich zu dem Termin an dem Ascosporen ausgeschleudert wurden, keine Unterschiede.

In den eigenen Untersuchungen konnten jeweils bis weit in die erste Jahreshälfte hinein, in den Jahren 2005 und 2006 sogar bis in den Juli, intakte und fruktifikationsfähige Pseudothecien auf den Ernteresten nachgewiesen werden.

Dass der Reifegrad der Pseudothecien einen Einfluss auf das Ascosporenaufkommen hatte, zeigte sich für die jeweils beobachteten Herbstzeiträume 2004, 2005, und 2006 am Standort Freising. Mit zunehmender Reife stieg auch der Anteil an Ascosporen in der Luft. Am Standort Birkenmoor konnte darüber hinaus ein Zusammenhang zwischen der am Stängel gebildeten Pseudothecienzahl und dem resultierenden Ascosporenaufkommen über die drei beobachteten Herbstzeiträume signifikant belegt werden. Die differenzierte Pseudothecienbildung an den Einzelstandorten steht somit auch im Zusammenhang mit dem Ascosporenflug, geringe Mengen Ascosporen konnten in den Einzeljahren bereits zur Aussaat (Ende August) nachgewiesen werden, was zeitlich mit dem Nachweis erster, in geringerem Maße nachgewiesener, reifer Pseudothecien Ende August übereinstimmte. WEST et al. (2002a) konnten ebenfalls geringe Mengen Ascosporen im August belegen, die dann einhergehend mit den heranreifenden Pseudothecienwerten anstiegen.

Da Ascosporen zwischen 500 m und 8 km (BARBETTI et al. 2000) weit verbreitet werden können (MC GEE 1977a, BOKER et al. 1975), ist auch das Umfeld für eine Bewertung des Infektionsrisikos in Betracht zu ziehen. Ferner spielt bei der Infektion junger Rapsbestände auch die Windrichtung eine Rolle (GUO & FERNANDO 2005), da das meiste Inokulum mit der Hauptwindrichtung herangetragen wird. Die Gefahr einer Infektion nimmt allerdings mit zunehmender Entfernung der Inokulumquelle ab (BARBETTI et al. 2000). KRUSE (2004) konnte für den Standort Ehst an der Nordseeküste mit vornehmlich westlichen Winden ein geringeres Inokulumpotential vergleichend mit Standorten in Regionen mit intensivem Rapsanbau im Binnenland belegen. In diesem Fall wirkte die Nordsee am Standort Ehst als natürliche phytosanitäre Barriere. Zu beachten ist allerdings, dass nach PAUL & RAWLINSON (1992) Ascosporen bis zu sechs Wochen lebensfähig sind.

Jahres und standortspezifische Unterschiede kennzeichneten das Ascosporenaufkommen an den einzelnen Standorten im Beobachtungszeitraum. Schwankungen im Ascosporenflug finden einerseits in Abhängigkeit der zeitlichen Entwicklung reifer Pseudothecien ihre kausale Erklärungen, andererseits übt die Witterung (MC GEE 1977), insbesondere die

Feuchtigkeit, einen entscheidenden Einfluss auf die Freisetzung der Ascosporen aus. So konnten die gemessenen Ascosporenmengen deutlich mit Niederschlagsereignissen in Zusammenhang gebracht werden. Bei den *Loculoascomyceten* beruht der Ausschleuderungsmechanismus auf der schnellen Absorption von Feuchtigkeit der inneren Wand des bitunicaten Ascus, die dadurch anschwillt. Die entstehende Spannung der Schlauchzelle bewirkt, durch das Platzen, das aktive Ausschleudern der Ascosporen (SCHRAMM 1998). Dass Niederschlagsereignisse einen Einfluss auf die Freisetzung der Ascosporen ausüben, belegen die dreijährigen Untersuchungen für den Standort Großenstein. Hier ergab sich ein enger Zusammenhang zwischen den monatlichen Niederschlagsaufkommen und dem resultierenden Ascosporenflug. PETRI et al. (1995a) bestätigen diesen Sachverhalt ebenfalls, jedoch war die Niederschlagsmenge von untergeordneter Bedeutung.

GUO & FERNANDO (2005) beobachteten in Kanada einen maximalen Sporenflug zwischen 14 und 19°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von >80%; der Ascosporenflug stieg nach Regenereignissen >2 mm und hielt dann bis zu drei Tagen nach einem Niederschlagsereignis an. In Jahren mit geringen Niederschlagsaufkommen wurden von PETRI et al. (2005b) geringe Sporenaufkommen in der Luft gemessen, Temperaturen über 30°C hatten dabei einen negativen Effekt.

Nach dem Erscheinen erster Ascosporen reicht schon die Taubildung oder die Gutationsfeuchtigkeit an den Lagerstätten der Inokula aus, um ein weiteres Ausschütten an Sporen zu gewährleisten (HUANG et al. 2002, KRÜGER & WITTERN 1985). Unter südenglischen Bedingungen konnten TOSCANO-UNDERWOOD et al. (2003) einen ansteigenden Ascosporenflug im Herbst mit einsetzenden Niederschlägen und sinkenden Temperaturen feststellen. In den eigenen Untersuchungen konnte dieser Sachverhalt für den Herbst 2004 und 2005 in Birkenmoor, 2004 in Großenstein und 2005 in Freising bestätigt werden, an den genannten Standorten kam es erst verspätet im Herbstzeitraum zu steigenden Ascosporenwerten, was aber auch auf die bereits erwähnten Zusammenhänge mit der Pseudothecienentwicklung zurückzuführen sein könnte.

Die Höhe des gemessenen Ascosporenaufkommen unterlag an allen Standorten größeren Schwankungen, in der Regel konnte für die Standorte Birkenmoor und Großenstein in jedem Jahr ein längere Zeitraum fixiert werden, in dem maximale Ascosporenflüge gemessen wurden. Diese lagen dann bei maximalen Tagesfängen zwischen 100 und 160 Sporen.

Am Standort Hovedissen lag das Ascosporenaufkommen bei täglichen Maximalwerten von >100 Sporen, erstreckte sich jedoch auf konstantem Niveau über die gesamten Boniturzeiträume im Herbst.

Bezüglich des Sporenfluges in Birkenmoor lagen die ermittelten Werte auf einem ähnlichen Niveau wie es von KRUSE (2004) für diesen Standort beschrieben wurde. Auch anhand seiner Untersuchungen wurden ähnliche Streuungen in Hinblick auf die Menge und das zeitliche Erscheinen der Ascosporenfänge festgestellt.

Für den Standort Freising, der über die Jahre einem stark wechselnden Sporenflug mit maximal 150 Sporen im Herbst 2005 unterlag, konnte SCHRAMM (1989) an „älteren“ Winterrapssorten mit bis zu 2600 Sporen eine wesentlich ausgeprägtere Ascosporenausschleuderung nachweisen. Diese hohen Werte wurden für den Standort Ammerthal mit bis zu 2400 Ascosporen täglich vom selben Autor bestätigt. Gegenüber den von WOHLLEBEN (2001) in Schleswig-Holstein belegten, täglichen maximalen Sporenwerten von 420 Sporen/m³ sind in den eigenen Untersuchungen festgestellten Ascosporenmengen als deutlich geringer einzustufen. Gründe für die Unterschiede in den zeitlich differierenden Untersuchungszeiträumen sind nach WOHLLEBEN (2001) in dem geänderten Sortenspektrum zu sehen. Die in der Züchtung betriebene Selektion auf tolerante Sorten kann eine Reduktion der Inokulumbildung auf den Ernteresten zur Folge haben. Bestätigt werden diese Aussagen durch POISSON & PERES (1999b), die auf den Ernteresten unterschiedlich toleranter Rapssorten eine Beeinflussung der Pseudothecienbildung messen konnten. Der Einfluss der Sorte auf die geänderten Ascosporenmengen in der Luft gewinnt, insbesondere bei der Betrachtung der Entwicklung der Anbaufläche, die sich von 400.000ha im Jahr 1989 (SCHRAMM 1989) auf ca. 1,5 mio ha/Jahr in 2007 mehr als verdreifacht hat und unter Berücksichtigung der Anbausysteme mit der Zunahme der minimalen Bodenbearbeitung an Bedeutung.

In Birkenmoor wurde die Sporenfalle auch über die Wintermonate betrieben und verzeichnete an frostfreien Tagen einen kontinuierlich anhaltenden Sporenflug, der bis zum Ende der Überwachungsperiode im Mai anhielt.

An den übrigen Standorten wurde der Betrieb der Sporenfalle witterungsbedingt unterbrochen und dann mit Vegetationsbeginn wieder aufgenommen. Bei der Auswertung der durchgeführten Sporenflüge konnte festgestellt werden, dass sich auch noch im Folgejahr größere Mengen Ascosporen, zum Teil auf dem Niveau der täglichen Maximalwerte des Herbstes der Standorte Birkenmoor und Hovedissen, nachweisen ließen.

Die Untersuchungen im Herbst 2004 über die Standorte dokumentieren, dass trotz eines anfänglich geringen Ascosporenaufkommens (Ende August/Anfang September) bereits frühzeitig nach Feldaufgang eine primäre Infektion der Rapsbestände nachzuweisen war, die innerhalb kürzester Zeit einen vollständigen Befall mit steigender Progression der Blattorgane zur Folge hatte. Für den Standort Hovedissen ergab sich im Herbst eine signifikante Abhängigkeit des Blattbefalls zum Ascosporenaufkommen der vorherigen Woche. Dieser Zusammenhang bestätigte sich auch im Herbst 2005 in der Sorte Talent für alle Standorte.

Für Schleswig-Holstein konnte KRUSE (2004) ebenfalls einen Zusammenhang zwischen dem Sporenflug und dem Blattbefall feststellen, indem ein hohes Ascosporenaufkommen einen hohen Herbstbefall zur Folge hat. WEST et al. (2002a) stellten ebenfalls fest, dass auf den einsetzenden Ascosporenflug zwei Wochen später ansteigende Befallshäufigkeitswerte folgen.

Prinzipiell besteht sowohl für die Ascosporen als auch für die Pyknosporen die Möglichkeit die Pflanzen zu infizieren (GOSENDE et al. 2003). Allerdings werden die Ascosporen als Auslöser der Primärinfektion angesehen (MC GEE 1977, BOKER et al. 1985, HALL 1992). Ein Grund dafür wird in der geringen Mobilität der Pyknosporen gesehen, wobei PAUL (2003) die Ansicht vertritt, dass auch Pyknosporen, die während des Mähdruschs aufgewirbelt werden, junge Rapsbestände infizieren können. GUO & FERNANDO (2005) beschrieben in ihren Studien eine maximale Entfernung von 45 m, die von Pyknosporen zurückgelegt wurden. Hier ist jedoch der biologische Sachverhalt einer passiven Verbreitung von Pyknosporen ausschließlich durch die kinetische Energie von Regentropfen (Niederschlagsverbreitung) zu berücksichtigen.

Nach Untersuchungen von LI et al. (2004) bestehen auch Unterschiede im Infektionsverhalten zwischen Ascosporen und Pyknosporen. Sowohl die Keimung, das Eindringen der Keimhyphen als auch das Erscheinen erster Symptome an den Pflanzen, hervorgerufen durch Ascosporen, verlaufen bei gleichen Umweltbedingungen bedeutend schneller als durch die Pyknosporen. Innerhalb von sechs Stunden waren 90% der Ascosporen gekeimt. Die Pyknosporen dagegen erreichen erst am dritten Tag eine Keimrate von nahezu 50%. Darüber hinaus dringen die Keimschläuche der Pyknosporen erst nach zwei Tagen durch die Stomata in das Blattinnere ein, während die Keimschläuche der Ascosporen bereits vier Stunden nach der Inokulation die Stomata durchdringen.

Für die Infektion spielt die Feuchtigkeit eine größere Rolle als die Temperatur. HALL (1992) konnte nachweisen, dass eine Infektion innerhalb von vier Stunden bei Temperaturen zwischen 4 und 28°C durch Ascosporen vollzogen sein kann. Allerdings konnten BIDDULPH

et al. (1999) darüber hinaus nachweisen, dass unabhängig vom Pathotyp die minimale Anforderung an die permanente Blattnässedauer bei nur vier Stunden liegt. Bei 20°C beträgt die Inkubationszeit fünf Tage und zwei Wochen bei 8 °C.

Ein bis zwei Ascosporen reichen nach Meinung von WOOD & BARBETTI (1977) aus um eine Läsion auf dem Blatt hervorzurufen. Die Infektion des Wirts erfolgt über das Eindringen durch die Stomata, die Blattstiele oder direkt in den Stängel (HAMMOND 1985). Die sekundäre Infektion durch Pyknosporen ist in Europa und Kanada von untergeordneter Bedeutung, wobei WEST et al. (1999 b) darauf hinweisen, dass die Rolle der Pyknosporen für eine Infektion der Bestände noch nicht hinlänglich geklärt sei. In Australien dagegen ist unter geänderten Klimabedingungen die Infektion der Bestände durch Pyknosporen unter dem Einfluss milder Temperaturen in erhöhtem Maße gewährleistet (ALABOUVETTE et al. 1974, WOOD & BARBETTI 1977, GLADDERS & MUSA 1980, NATHANIELS & TAYLOR 1983, THÜR WÄCHTER et al. 1999) und auch BARBETTI et al. (1976) messen der Pyknosporeinfektion eine Bedeutung bei.

Die im Herbst 2005 erst verspätet einsetzenden Infektionen der Bestände in Birkenmoor, Hovedissen und Freising lassen darauf schließen, dass die bestätigten Zusammenhänge zwischen Sporenflug und Ascosporenaufkommen für die Infektion verantwortlich zu machen sind. Durch die abnehmenden Temperaturen standen für eine Pyknosporeinfektionen nur ungünstige Witterungsbedingungen zur Verfügung. Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass die Primärinfektionen von Blattorgenen in erster Linie aus Ascosporeinfektionen resultiert.

Die über die Jahre festgestellten Schwankungen im Befallsaufreten der Standorte konnten auch durch Untersuchungen von KHANGURA & BARBETTI (2001) bestätigt werden, die ebenfalls ein jahresspezifisches Befallsaufreten beobachteten.

Im gesamten Beobachtungszeitraum konnten sowohl signifikante Standort- als auch Jahreseffekte bezüglich des Herbstblattbefalls festgestellt werden. Ein Standorteinfluss hinsichtlich der zeitlichen Abfolge sowie Quantität der Herbstinfektionen konnten nicht beobachtet werden.

Die kausalen Zusammenhänge zwischen den im Herbst stattfindenden, ascosporenbürtigen Blattinfektionen und dem systemischen Hyphenwachstum des Erregers durch den Blattstiel in den Blattgrund und letztlich in den Wurzelhals werden von GLADDERS & MUSA (1980), HAMOND et al. (1985), GARBE (1998) und SUN et al. (2000) dokumentiert. Einen Zusammenhang zwischen Herbstblattinfektionen in Schleswig-Holstein und einem daraus resultierenden Wurzelhalsbefall konnten KRUSE (2004) und MÜLLER (2007) nachweisen.

Die eigenen Untersuchungen weisen nach Auswertung mehrjähriger Versuchsergebnisse aus Schleswig-Holstein und dem bundesweiten Monitoring, einen engen Zusammenhang zwischen dem Herbstblattbefall und dem Befall am Wurzelhals nach.

WEST et al. (2002a) weisen darauf hin, dass nicht in jedem Jahr ein Herbstblattbefall einen Wurzelhalsbefall bedingen muss. In den eigenen Untersuchungen konnte im Herbst 2004 ein ausgeprägter Blattbefall an allen Standorten festgestellt werden, der jedoch einen Wurzelhalsbefall auf nur geringem Niveau zur Folge hatte. Ein Grund für die verhaltene Ausbreitung des Erregers konnte durch einen Zusammenhang zwischen dem Temperaturverlauf und der Entwicklung des Erregers im Wirt bis Vegetationsbeginn belegt werden. Demnach ist das Erregerwachstum stark von der Temperatur abhängig. In den eigenen Ergebnissen konnte dieser Zusammenhang im Winter 2004/2005 und 2005/2006 nachgewiesen werden; hier verzögerte der verspätete Vegetationsbeginn im Frühjahr einhergehend mit niederen Temperaturen eine Etablierung des Erregers im Wirtsgewebe. Im Untersuchungszeitraum 2006/2007 dagegen manifestierte sich der Erreger bei milden Wintertemperaturen mit einem ausgeprägten Wurzelhalsbefall im Folgejahr.

Der Einfluss der Temperatur auf das Erregerwachstum über den Winter finden ihre Bestätigung in den Ergebnissen von HAMMOND & LEWIS (1986) nach denen die Zeit zwischen dem Erscheinen von Blattläsionen und dem Erscheinen von Stängelläsionen bei einer Temperatur von 15°C 75 Tage betrug, bei einer Temperatur von 3°C 175 Tage. Unter englischen Verhältnissen bedeutet dies, dass eine Mitte Oktober stattfindende Blattinfektion durch die Ascosporen von *Leptosphaeria maculans* ungefähr im April an Wurzelhals und Stängel sichtbar wird. Nach WEST et al. (1999a) folgten auf erste Blattläsion am 22. Oktober 1997 erste Wurzelhalsläsionen am 16. April 1998.

Insbesondere die ersten sechs jungen Blätter sind für Infektionen empfänglicher als später angelegte Blätter (MC GEE & PETRI 1979, WEST et al. 2001, MARCROFT et al. 2005). Für das erfolgreiche Durchwachsen der Blätter mittels Pilzmyzel und das damit verbundene Erreichen des Wurzelhalses, ist ebenfalls die Infektionsstelle auf der Blattfläche sowie die Länge des Blattstieles und darüber hinaus die Verweildauer des Blattes entscheidend. Nach WEST et al. (2002b) übt die durch die Sorte beeinflusste Länge des Blattstiels Einfluss auf den resultierenden Wurzelhalsbefall aus.

Bei den Bonituren im durchgeführten Monitoring konnten die primären Wurzelhalssymptome zum Zeitpunkt der Vollblüte an den Blattansatzstellen der Blätter vier bis acht festgestellt werden. Jüngere Blätter wiesen im Herbst zwar einen deutlichen Blattbefall auf, dieser führte jedoch aufgrund der eingeschränkten Verweildauer an der Pflanze im Herbst nicht immer zu

einer erfolgreichen Besiedelung des Wurzelhalses. Insbesondere Infektionen auf dem siebten und achten Blatt konnten an den jeweils auf die Herbstsaison folgenden Frühjahrsblattbonituren bestätigt werden. Vorausgesetzt die Temperaturen waren nicht zu niedrig, blieb dem Erreger somit Zeit genug in den Wirt einzuwachsen. SUN et al. (2002) belegten Zusammenhänge zwischen der Temperatur zum Zeitpunkt der Infektion und dem Wurzelhalsbefall, in den eigenen Untersuchungen konnte gleichfalls eine Abhängigkeit zwischen den Temperaturen im Zeitraum September und Oktober und dem Wurzelhalsbefall bestätigt werden. Ebenso wie für den Blattbefall waren auch für den Wurzelhalsbefall signifikante Jahres- und Standorteffekte zu ermitteln; Sorteneffekte blieben wiederum aus.

Die Infektionen am Stängel resultieren nach Auffassung von GLADDERS & SYMONDS (1995) aus dem Blattbefall der oberen Blätter, die dann mit der Streckungsphase emporwachsen und somit die Läsionen am Stängel bedingen. Ähnliche Beobachtungen konnten in den eigenen Ergebnissen gemacht werden; Stängelläsionen an den Blattansatzstellen waren in der Regel an den Blätter zu finden, die entweder sehr spät im Herbst oder aber erst mit Vegetationsbeginn voll ausgebildet waren.

Der durch den Erreger verursachte Ertragseinfluss steht in Zusammenhang mit dem Erscheinen ausgeprägter Befallssymptome am Wurzelhals. In England wurde von WEST et al. (2002a) bei einem Anteil von 50% Vermorschungsgrad am Wurzelhals ein signifikanter Ertragseinfluss belegt, wobei das Hauptschadpotential vom Erreger des A-Typ ausgelöst wird, (ZHOU et al. 2000), wohingegen der B-Typ bevorzugt am Stängel auftritt (HUANG et al. 2002). WEST et al. (1999a) kommen in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass der Zeitpunkt der Wurzelhalsinfektion einen Einfluss auf die Etablierung des Erregers und somit auf den Ertrag ausübt. Es wird davon ausgegangen, dass sich insbesondere eine Schädigung ab der Phase der Vollblüte und in der Kornfüllphase durch die Zerstörung der Leitgefäße, folglich einer Unterbrechung des Nährstoff- und Wassertransportes, negativ auf die Ertragsausbildung auswirkt (ZHOU et al. 2000). Neuere Ergebnisse von COULES et al. (2002) gehen von bis zu 1 t/ha Ertragsverlust aus.

Es gibt unterschiedliche Ansätze für eine nachhaltige Einflussnahme auf die Ausbreitung des Erregers. Beim Einsatz von Fungiziden gegen den Erreger wird der Herbstapplikation eine wesentliche Bedeutung beigemessen (BALLINGER 1976, KHARBANDA 1992, FREER et al. 1998, COULES et al. 2002, WEST et al. 2002b, MÜLLER 2007).

Bei der Applikationsterminierung ist es entscheidend zu beachten, dass eine Behandlung in der Pflanze noch zur Wirkung kommt bevor der Erreger in den Wurzelhals eingewachsen ist, da ansonsten von einer fungiziden Wirkung auf das Mycelwachstum nicht mehr ausgegangen

werden kann (GLADDERS et al. 1999, WEST et al. 1999a). Infektionen die zum Zeitpunkt der Applikation älter als eine Woche sind können nicht mehr geheilt werden. Lediglich eine Weiterentwicklung des Erregers kann unterbunden werden (WEST et al. 2002b).

Zum Einsatzzeitpunkt einer Maßnahme gibt es unterschiedliche Argumentationen. WEST et al. (1999 b) vertreten die Ansicht, dass insbesondere junge Entwicklungsstadien vor einer Infektion geschützt werden müssen. Allerdings sind dann bei anhaltendem Infektionsdruck weitere Fungizidmaßnahmen einzuplanen, da sich die Erregerpopulation nach frühen Erstinfektionen erneut aufbaut; problematisch ist dann eine ökonomisch sinnvolle Applikationsfolge.

GLADDERS et al. (1999) konnte belegen, dass eine einmalige frühe Applikation der Bestände geringe Auswirkungen auf die Wurzelhalssymptome hatte. PENAUD (1995) ist der Ansicht, dass eine Herbstapplikation mit Triazolen vom Einblattstadium bis zum Sechsbblattstadium durchgeführt werden sollte. Generell besteht nach Ansicht von WEST et al. (1999b) mehr Spielraum in der Applikationsterminierung, wenn spätere Infektionstermine vorliegen.

Bei hohem Infektionsdruck sollte eine Doppelapplikation erfolgen in der die erste Behandlung als protektive Maßnahme eingesetzt wird (GLADDERS et al. 1999). Dies ist insbesondere in England und Nordfrankreich der Fall, wenn sich der Sporenflug und infektionsbegünstigende Witterungskonstellationen über einen längeren Zeitraum erstrecken (WEST et al. 1999b), darüber hinaus ist bei späteren Applikationsterminen mit einer Zunahme der Blattmasse und damit mit einem Verdünnungseffekt zu rechnen (RAWLINSON & MUTHYALU 1979). TURNER et al. (2000) bescheinigen einer Kombination aus einer Herbst und Frühjahrsbehandlung einen Effekt auf den Befall. Als Mittel der Wahl wird der Einsatz von Azolfungiziden gesehen (KHARABANDA 1992, PENAUD 1995, FREER et al. 1998, COULES 2002, MÜLLER 2007).

Die in den eigenen Versuchen mit dem Azolwirkstoff Metconazol (Caramba) durchgeführten, differenziert terminierten Fungizidapplikationen, mit einem Schwerpunkt auf der Herbstapplikation, führten zu vergleichbaren Ergebnissen. Insgesamt hatten alle im Herbst durchgeführten Applikationen einen reduzierenden Effekt auf die Befallsstärke zur Folge, es zeigte sich dabei aber, dass insbesondere die frühen Applikationen im Herbst eine Erholung der Erregerpopulation vier bis sieben Wochen nach der Behandlung zuließen. Ebenfalls konnte ein geringeres Reduktionspotential durch die jeweils letzten Behandlungen im Herbst beobachtet werden.

Bei den Wurzelhalsbonituren war auffällig, dass sich die differenzierten Herbstapplikationen bezüglich der Befallsreduktion am Wurzelhals des darauffolgenden Vegetationsjahres trotz nachzuweisender Befallsreduktionen im Herbst in der Regel nur geringfügig unterschieden. Auch die Kombination einer Herbst- Frühjahrsbehandlung erbrachte keinen gesteigerten Einfluss hinsichtlich einer Befallsreduktion. Gänzlich ohne Einfluss auf den Wurzelhalsbefall war die alleinige Blütenbehandlung, erwartungsgemäß konnte hier kein Effekt einer Fungizidapplikation beobachtet werden, da der Erreger den Wurzelhals nachweislich in allen Jahren schon vor, oder zumindest zum Zeitpunkt der Blütenbehandlung in BBCH 65 parasitiert hatte. Somit war eine postinfektionelle Bekämpfung im Wurzelhals auszuschließen. Grundsätzlich führten die fungiziden Herbstbehandlungen kurzfristig zu Reduktionen im Blattbefall vor Winter. Aufgrund der sich anschließenden geringen Befallsgrade der Jahre 2005 und 2006 an Wurzelhals und Stängel fielen die Ertragszuwächse vergleichend zur Kontrolle gering aus. Für die Auswirkungen auf den Rapsertag stellte sich der Einfluss des Wurzelhalsbefalls sehr differenziert dar. Verlustminderungen in Form eines Ertragsanstieges durch Fungizidapplikationen waren in der Regel gegeben, konnten allerdings nicht in jedem Versuch statistisch abgesichert werden. Unter den fungizidbehandelten Varianten waren keine statistisch gesicherten Differenzen nachweisbar, mit Ausnahme der reinen Blütenbehandlung, die ertraglich nicht signifikant von der Kontrolle zu unterscheiden war und nur geringe Ertragseffekte zur Folge hatte.

Bei der Analyse zum Einfluss des Wurzelhalsbefall auf den Ertrag über die Jahre konnte für das Jahr 2006/2007, neben signifikanter Standorteinflüsse auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Wurzelhalsbefall und dem Ertrag über alle Standorte und beide Sorten nachgewiesen werden.

Ziel der Epidemiologie sind Erkenntnisse über das Verhalten von Krankheiten, Erregern und deren Epidemien zu gewinnen, um darauf basierend einen rationalen und differenzierten Pflanzenschutz aufzubauen (KRANZ 1996).

Bei der nachhaltigen Bekämpfung der Wurzelhals- und Stängelfäule ist das gesamte Anbausystem im Raps von Bedeutung, die Anbaudichte einer Region sowie die Fruchtfolgegestaltung (ANONYM 1996, SALISBURY et al. 1995, KHANGURA & BARBETTI 2001) und die Bodenbearbeitung (WEST et al. 2002a) haben einen Effekt auf das Vorhandensein möglicher Infektionsquellen in Form von Ernteresten.

Maßnahmen, wie die Applikation von Fungiziden und Herbiziden auf die Rapsstoppel (HUMPHERSON-JONES & BURCHILL 1982, PETRI 1995, TURKINGTON et al. 2000, WHERRWTT et al. 2003), zur Reduktion der Ausgangsinokula bieten einen möglichen

Ansatz, stellen aber genau wie fungizidbehandelter Phosphordünger (HUMPHERSON-JONES 1985) eine wenig praktikable und ohne Indikation nicht akzeptable Maßnahme zur Reduktion des Erregerpotentials dar.

In der Literatur sind unterschiedlich basierte Modelle als Entscheidungshilfen für ein Erkennen befallsstarker und damit bekämpfungswürdiger Jahre beschrieben (West et al. 1999a). Verschiedene Ansätze von der Vorhersage des Ausgangsinokulums, z.B. der Pseudothecienreife (BERNARD et al. 1999) oder die Ableitung der Infektionswahrscheinlichkeit von der Dynamik und Menge der Ascosporen im Herbst (HALL 1992, West et al. 1999a), werden als Entscheidungshilfe diskutiert. Ebenfalls der Zeitpunkt des Erscheinens erster Blattsymptome wurde von HAMMOND & LEWIS (1986) als mögliches Entscheidungskriterium für eine Herbstapplikation herangezogen. Allen Ansätzen ist gemein, dass der entscheidende Zeitpunkt in der Behandlung im Herbst liegt. Hierdurch soll einer frühzeitigen Ausbreitung des systemisch wachsenden Erregers in Wurzelhals und Stängel im Zusammenhang ascosporenbürtiger Primärinfektionen und pykno-sporenbürtiger Sekundärinfektionen des Blattapparates entgegen gewirkt werden (GLADERS et al 1998).

Die mehrjährigen Untersuchungen haben gezeigt, dass das Jahr und der Standort ebenfalls einen Einfluss auf das Gefährdungspotential im Herbst nehmen. Darüber hinaus erwächst nicht aus jeder Herbstinfektion zwangsläufig ein Befall am Wurzelhals, der ebenfalls durch den Einfluss der Winter- und Frühjahrswitterung, vorrangig der Temperatur bis zu Vegetationsbeginn, determiniert wird.

Demnach kann sich die Prognose zur gezielten Bekämpfung des Erregers nur auf die empfindliche Phase der Herbstinfektion beschränken und eine Möglichkeit zur Abwägung des Infektionsrisikos bieten. Eine Vorhersage des resultierenden Wurzelhalsbefalls im Folgejahr kann aufgrund der dargestellten Abhängigkeit zur Winterwitterung nicht getätigt werden. Darum ist es von entscheidender Bedeutung die empfindlichen Phasen der Erregerepidemie (Akkreszenz zu Progression) zu überwachen und im Falle eines erhöhten Infektionsrisikos mit Hilfe von gezielten Fungizidmaßnahmen einen Einfluss auf die weitere Pathogenese des Erregers *Phoma lingam* zu nehmen.

Der in dieser Arbeit verfolgte Ansatz zur Optimierung von Fungizidmaßnahmen basiert auf der Witterung und den vorhandenen Monitoringdaten mehrjähriger Studien. Um die Infektionswahrscheinlichkeit und damit die Möglichkeit einer erfolgreichen Infektion als Voraussetzung für einen Wurzelhalsbefall beschreiben zu können, wurde ein witterungsbasiertes Modell erarbeitet. Die vorliegende Datengrundlage führte unter Einbeziehung der neuen bundesweiten Monitoringergebnisse zum Modell für die Berechnung

des Tagesinfektionswerts, von dem ausgehend durch Aufsummieren der täglichen Einzelwerte der kumulierte Tagesinfektionswert ermittelt wird.

Von kumulierten Tagesinfektionswerten abgeleitete Grenzwerte sollen nach Überschreiten unter Berücksichtigung der ebenfalls bestimmten Infektionsereignisse eine Entscheidungshilfe für eine gezielte Fungizidmaßnahme geben.

Das größte Gefährdungspotential besteht nach den dargestellten Ergebnissen in den Monaten September und Oktober, da zum einen in diesem Zeitraum ein Zusammenhang zwischen dem Temperaturverlauf in diesem Zeitraum und dem Wurzelhalsbefall im Folgejahr besteht, zum anderen sind die Blätter vier bis acht angelegt die aufgrund der langen Verweildauer an der Pflanze dem sich ausbreitenden Pilzmycel die Möglichkeit bieten erfolgreich in den Wirt einzuwachsen.

Zur Entwicklung derartiger Grenzwerte, die zur Reduktion des Primär- und Sekundärbefalls vor Winter beitragen sollen, stand die Ableitung von Bekämpfungsschwellenwerten anhand der erhobenen zeitlich gestaffelten Terminierungen und ihren Auswirkungen auf die Epidemie, im Vordergrund der Analysen. Die entwickelten Grenzwerte sind für den Befallsparameter Befallshäufigkeit im Bestand (BHB prozentualer Anteil befallener Pflanzen), für die Bedingungen „erstes Erscheinen sichtbarer Symptome“ (ESS) und den Parameter „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50) erarbeitet worden.

Die epidemieorientierten Bekämpfungsschwellen sind als Indikator des Fungizideinsatzes zu sehen. In der Regel definieren sie jenes Stadium der Epidemie vom Übergang der bloßen Existenz in ein Stadium der Massenvermehrung (WOLF et al.1998).

Die zur Entwicklung herangezogenen Daten erwiesen sich bezüglich der Standort- und Jahreseffekte als sehr heterogen. Hohen kumulierten Tagesinfektionswerten von Standorten mit spätem und geringem Befallsauftreten standen Standorte und Jahre gegenüber an denen der Befall sehr schnell anstieg und ausgeprägt ausfiel woraus nur sehr niedrige kumulierte Tagesinfektionswerte resultierten.

Zwar konnte die Streuung der Tagesinfektionswerte über alle Studien durch die Optimierung der in die Berechnungen einfließenden Mindestfeuchteparameter (Luftfeuchtigkeit, Niederschlag und Blattnässe) auf ein Minimum reduziert werden, dennoch zeigten sich bei der Betrachtung der Einzelstandorte, dass die standortindividuellen Werte untereinander sehr heterogen ausfielen und somit die dem Applikationsterminen im Versuch zugrunde gelegten Grenzwerte für die Befallsbedingungen ESS und BHB standortbezogen abgeleitet werden mussten.

Epidemiologisch betrachtet bietet die Möglichkeit der Bestimmung der Erstinfektion einen Ansatzpunkt, dem Erreger schon in seiner Entstehung entgegenzuwirken und somit der epidemischen Ausbreitung im Bestand Einhalt zu gebieten. Allerdings zeigte sich in den Versuchen, dass die zu diesem Zeitpunkt durchgeführten Applikationen in der Variante ESS den Erreger nicht nachhaltig kontrollieren konnte, zurückzuführen auf eine begrenzte Wirkungsdauer eingesetzter Fungizide und die sich anschließende lange Vegetationsperiode. Der zweite Grenzwert BHB50 interagiert im Rahmen der primären epidemiologischen Etablierung in ein Stadium der verstärkten Erregerausbreitung im Bestand. Es ist demnach gerade zu diesem Zeitpunkt möglich der massenhaften Ausbreitung des Erregers als kausale Infektionsquelle für einen zu erwartenden Wurzelhals- und Stängelbefall entgegen zuwirken. Die in den Versuchen durchgeführte Indikation hatte folglich auch eine Reduktion des Herbstblattbefalls und die Unterdrückung einer verstärkten Erholung der Erregerpopulation zur Folge.

Den nach Grenzwertüberschreitung behandelten Varianten ESS und BHB konnte gegenüber der unbehandelten Kontrolle im Mittel über die Jahre eine signifikante Reduktion des Befallswertes am Wurzelhals (BW Wurzelhals) nachgewiesen werden. Allerdings unterschieden sich die beiden Varianten im erzielten Wirkungsgrad nicht voneinander.

Eine grundsätzliche Entscheidung zwischen den Grenzwerten ist abschließend schwierig zu bewerten und Bedarf einer weiteren Validierung.

Insbesondere der Zeitraum Ende September/Oktober wird als bedeutender Infektionszeitraum angesehen. Die Orientierung anhand von Tagesinfektionswerten ermöglicht in diesem Zeitraum neben der Dokumentation von Infektionstagen und deren kumulierten Verlauf eine Basis für eine zielgerichtete und standortangepasste Herbstapplikation.

Dem bodenbürtigen Erreger *Verticillium longisporum* wird aufgrund der Intensivierung des Rapsanbaus und der damit verbundenen Anreicherung des Bodeninokulums in den vergangenen Jahren wachsende Bedeutung beigemessen (STEINBACH 2006). Erst 1997 wurde von KARAPAPA et al. der Erreger *Verticillium dahliae* var. *longisporum* als eigene Spezies erkannt und mit dem Namen *Verticillium longisporum* bezeichnet. Die beiden *Verticillium*-Typen differenzieren sich anhand bestimmter Merkmale, wie der Konidiengestalt und der Konidiengröße. Zur erfolgreichen Differenzierung des Erregers können verschiedene Verfahren, wie Sichtbonitur, ELISA- Test oder PCR eingesetzt werden (STEINBACH 2006). In den eigenen Untersuchungen konnten jahres- und standortspezifische Beobachtungen zum Befallsauftreten gemacht werden. Erste typische Befallssymptome traten in der Regel an den

letzten beiden Boniturterminen auf was in den Untersuchungsergebnissen von KRÜGER (1986a) Bestätigung findet. Über alle Standorte betrachtet kam es in Birkenmoor zu dem höchsten, nachgewiesenen Befall. Hier konnte der Erreger in jedem Jahr nachgewiesen werden, die Befallshäufigkeiten schwankten hierbei zwischen 30 und 80% befallener Pflanzen mit maximalen Befallswerten von anähernd BW 6.

An den übrigen drei Standorten war der Erreger mit Ausnahme von Hovedissen (Sommer 2005 >90 % befallene Pflanzen) nur latent oder überhaupt nicht festzustellen. HORNIG (1987) geht für Schleswig-Holstein davon aus, dass praktisch auf jedem Winterrapsschlag ein Befall vorliegt. PEGG & BRADY (2002) belegten ebenfalls Standortunterschiede, wobei sie davon ausgingen, dass die Befallshäufigkeit durch abiotische Faktoren beeinflusst wird. Insbesondere der Temperaturverlauf und einhergehende Trockenheit beeinflussen maßgeblich die Vitalität der Pflanzen, wodurch eine Entwicklung des Erregers begünstigt wird. Auswirkungen auf den Ertrag sind dabei nur schwer abzuschätzen und wenig durch die Sortenwahl zu beeinflussen (STEINBACH 2006). In der Literatur wird von Verlusten zwischen 10 und 50% berichtet (DEABLER et al. 1988, GÜNZELMANN & PAUL 1990, PAUL 2003). Nach der Beschreibung von ZEISE & STEINBACH (2004) kann es an Einzelpflanzen in Abhängigkeit von ihrer Seneszenz zu deutlichen Ertragminderungen kommen. Zusätzlich erkannten sie eine Reduzierung des Tausendkorngewichts bei zunehmenden Befallswerten. DUNKER (2005) dagegen konnte trotz befallener Pflanzen in eigenen Versuchen keine Beeinflussung des Ertrages und der Tausendkornmasse nachweisen. Darüber hinaus nimmt VON TIEDEMANN (2004) an, dass eine ertragsreduzierende Wirkung allein durch das vorzeitige Aufplatzen der Schoten hervorgerufen wird.

Infektionen durch *Verticillium spp.* induzieren einen Anstieg des Reifehormons Ethylen (PEGG & CRONSHAW 1976), welches die Symptomausprägung beeinflusst (HOFFMANN et al. 1999, LUND et al. 1998, THOMMA et al. 1999, FRADIN & THOMMA 2006). Die nachgewiesene Ethylenproduktion kann von Welke-Toxinen, wie sie bereits in Tomatenpflanzen nachgewiesen wurden, gesteigert werden (ROBINSON et al. 2001, FRADIN & THOMMA 2006). Nach ZEISE & SEIDEL (1990) beeinflussen die sich zur Reifephase hin verändernden Stoffwechselprozesse die Symptomausprägung. Als effiziente Methode der Bekämpfung gilt die Einhaltung weitgestellter Fruchtfolgen, um durch Anbaupausen, in denen auch das Wachstum kruziferer Zwischenfrüchte oder Unkräuter vermieden wird, die Erregerzyklen zu durchbrechen (STEINBACH 2006). Eine chemische Bekämpfung gegen *Verticillium spp.* ist nicht möglich, da sich das Pathogen schon sehr früh im vaskulären Gewebe der Pflanze entwickelt und sich dort vermehrt (JOHNNSON, 2006).

Untersuchungen von ZEISE & SEIDEL (1990) zeigten, dass es durch das Auskeimen der bis zu 14 Jahren im Boden überdauernden Mikrosklerotien bereits im Herbst zu einer Infektion der Rapspflanzen kommen kann (AHLERS 1989, HOLTSCHULTE 1992, GARBE 1996).

Nach Auffassung von ZEISE & STEINBACH (2004) kam es durch den Einsatz von Azolen zu einer gesteigerten Vitalität der Pflanzen, jedoch konnte keine signifikante Reduktion der Welke erzielt werden. Die Ergebnisse aus dem bundesweiten Monitoring zeigten ebenfalls keine fungiziden Effekte der behandelten Varianten. Eine alternative Möglichkeit der Bekämpfung wird im Einsatz antagonistischer Rhizobakterien, wie *Serratia plymuthica*, gesehen (BERG et al. 2005, TJAMOS et al. 2005).

5 Zusammenfassung

Die Ausdehnung des Rapsanbaus, allgemein kürzere Fruchtfolgen mit einhergehender Intensivierung und der Ausweitung konservierender Bodenbearbeitung, hat die Zunahme des wirtschaftlich bedeutensten pilzlichen Pathogens, *Phoma lingam*, dem Erreger der Wurzelhals- und Stängelfäule, zur Folge.

In dem dreijährigen überregionalen Monitoring zum Befallsauftreten von Rapspathogenen konnten neben dem Hauptschadpathogen *Phoma lingam* ferner in der Abreifephase der Erreger *Verticillium longisporum* sowie die ohne wirtschaftliche Relevanz begleitend auftretenden Krankheitserreger *Peronospora parasitica*, *Erysiphe cruciferum*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum* nachgewiesen werden.

Die in vier bedeutenden Rapsanbaugebieten und zwei Sorten (Talent, Pronto) in Thüringen, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein durchgeführten Untersuchungen dienten der Ableitung eines Prognosemodells zur gezielten Herbstapplikation in befallsstarken Jahren. Das Auftreten von *Leptosphaeria maculans* / *Phoma lingam* wurde durch qualitative und quantitative Erfassung der Pseudothecienentwicklung, der Ascosporenflüge und der asexuellen Befallsverläufe des Erregers auf dem Blatt in der Herbst- bzw. an Wurzelhals und Stängel in der anschließenden Vegetationsperiode charakterisiert.

Bereits Ende August konnten erste reife Pseudothecien auf den Stoppelresten mit einem Maximum an Fertilität von Mitte Mai bis Ende Oktober festgestellt werden. Sporulationsfähige Fruchtkörper waren bis in das Folgejahr bis einschließlich Juli nachzuweisen.

Es ließen sich Zusammenhänge zwischen der Pseudothecienentwicklung am Wurzelhals bzw. Stängel und der Anzahl gemessener Ascosporen für den Standort Freising bzw. Birkenmoor ableiten. Die Hauptphasen an Ascosporenflügen verliefen zwischen den Standorten differenziert. Für den Standort Großenstein wurden signifikante Zusammenhänge zwischen dem Niederschlags- und Ascosporenaufkommen ermittelt. Der kausale Primärbefall des Blattapparates, ausgehend von ascosporenbürtigen Infektionen konnte für den Herbst 2005 für alle Standorte sowie jahresabhängig für Einzelstandorte bestätigt werden.

Der Herbstbefall in 2004/2005 wies über alle Standorte einen klimatisch bedingten, einheitlich hohen Befallsverlauf im Blattapparat als Ausgangsinfektionspotential für die Myzelbesiedlung von Wurzelhals und Stängel auf. Bedingt durch eine lang anhaltende Vegetationsruhe (Januar – März) mit einhergehend niederen Temperaturen blieb ein erhöhter Wurzelhalsbefall im Folgejahr aus. In 2005 differierte das Befallsgeschehen im Blattbereich

überregional. Wie bereits im Vorjahr blieb aufgrund niedriger Temperaturwerte ein verstärkter Wurzelhals- und Stängelbefall aus. Entsprechend gering fielen auch die durch differenzierte Fungizidmaßnahmen erzielten Verlustminderungen aus. Der ausgeprägte Herbstblattbefall in 2006 führte bei begünstigenden Winterwitterungsbedingungen zu einem ausgeprägten Wurzelhalsbefall im Folgejahr. Hoch signifikante Zusammenhänge ergaben sich zwischen dem Herbstblattbefall, dem Befall an Wurzelhals und Stängel und den Standort- und Jahreseffekten. Ein Einfluss der Sorte konnte nicht festgestellt werden. Eine erregerspezifisch signifikante Ertragsbeeinflussung war für das Versuchsjahr 2007 nachzuweisen.

Der Befall mit *Phoma lingam* im Herbst ist jedoch jahres-, witterungs- und standortspezifischen Einflüssen unterlegen. In der Literatur sind unterschiedlich basierte Modelle als Entscheidungshilfen für ein Erkennen befallsstarker und damit bekämpfungswürdiger Jahre beschrieben.

Der in dieser Arbeit verfolgte Ansatz der Entwicklung einer herbstorientierten, optimierten Terminierung fungizider Wirkstoffe zur Unterbrechung des ascosporenbürtigen, quantitativen Primär- und pykno-sporeneninduzierten Sekundärbefalles von Blättern mit in der Folge durch das Mycelwachstum ausgelöstem Wurzelhals- und Stängelbefall, basiert auf erhobenen Witterungs- und biologischen Daten mehrjähriger Studien in Schleswig-Holstein und den eigenen, bundesweit ermittelten epidemiologischen wie meteorologischen Daten.

Das entwickelte Prognosesystem unterteilt sich einerseits in ein witterungsbasiertes Modell zur Bestimmung der täglichen Infektionswahrscheinlichkeit, basierend auf dem Tagesinfektions- (TIW) und kumulierten Tagesinfektionswert (k-TIW), andererseits in die Ermittlung von Grenzwerten, basierend auf den Befallsparemtern Befallshäufigkeit im Bestand (BHB = prozentualer Anteil befallener Pflanzen im Bestand). Die Indikation erfolgt nach Überschreiten definierter Grenzwerte des „ersten Erscheinens sichtbarer Symptome“ (ESS) bzw. einer „Befallshäufigkeit >50 %“ (BHB50). Der Zeitraum Ende September bis Oktober wird als bedeutender ascosporenbürtiger Infektionszeitraum angesehen. Die zeitlich unterschiedlich terminierten Fungizidapplikationen im Herbst wiesen trotz nachweislicher Befallsreduktionen des Erregers im Blattbereich in der Ausprägung von Wurzelhalssymptomen nur geringe Differenzen auf.

Die in den Versuchen mit dem Azolwirkstoff Metconazol (Caramba) durchgeführten differenzierten Fungizidapplikationen hatten im Herbst reduzierende Effekte auf die Befallsstärke zur Folge. Frühe Terminierungen im Herbst ließen durch abnehmende Wirkungsdauer eine Erholung der Erregerpopulation nach vier bis sieben Wochen erkennen. Entsprechend geringe Wirkungsgrade erzielten spät eingeleitete Terminierungen vor Winter.

6 Summary

The recent expansion of oilseed rape cultivation leads to an increased share in crop rotation as well as to an increasing implementation of minimum tillage systems which in turn caused a higher disease severity and incidence of oilseed rape pathogens.

A forecast model for the prediction of epidemic years where fungicide applications are necessary already in autumn was developed based on experimental data obtained in four main growing regions (Thuringia, Bavaria, North Rhine Westphalia and Schleswig-Holstein) of oilseed rape. Experiments were carried out using the cultivars Talent and Pronto. Disease incidence and disease severity of *Leptosphaeria maculans* / *Phoma lingam* were assessed on leaves and stem. Furthermore, development of pseudothecia on plant residues and ascospore dispersal were monitored.

The emergence of pseudothecia on stem and stem base of plant residues started at the end of August and subsequently progressed throughout the observation period with a peak of mature pseudothecia around mid to end of October. Pseudothecia were continually produced and sporulation was observed until July of the following year.

A correlation between the development of pseudothecia and the number of sampled ascospores was observed at Freising (Bavaria) for the stem basis, whereas in Birkenmoor (Schleswig-Holstein) a correlation was found for pseudothecia located on the upper stem. The highest ascospore release was observed to be year- and site-specific; a correlation between precipitation and the level of ascospore release was found for Großenstein (Thuringia). An effect of ascospore release on the disease severity of oilseed rape leaves in autumn could be demonstrated for all sites in 2005 and in detail for some sites in different years.

Leaf disease severity in autumn 2004/2005 proceeded analogically over all sites due to climatic reasons; nevertheless, an enhanced stem base infestation in spring could not be observed due to low temperatures from January to March which delayed plant growth.

In 2005 the epidemiology of the disease was inconsistent over all sites; as in the previous year, the leaf infestation had a low impact on the severity of the disease on the stem basis.

Contrary to 2005, the severe leaf infestation in autumn 2006 resulted in a pronounced appearance of symptoms of *P. lingam* on the stem base in spring 2007 due to mild winter temperatures. Over the years there exists a correlation between the magnitude of leaf disease severity in autumn and the severity of symptoms on the stem base in spring, which is also affected by temperature from September until start of vegetation.

There were significant relations between site- and year-specific parameters and leaf disease severity in autumn, canker in spring as well as effects on disease severity of the upper stem in spring; whereas cultivar interactions of Talent and Pronto could not be found. Yield was significantly reduced by the pathogen in 2007; the sites also had a significant impact on yield in some years.

The forecasting system developed in the present thesis is subdivided into different parts: (1) a weather-based model predicting the daily probability of an infection based on the daily infection values, (2) the evaluation of threshold values for fungicide application based on the parameters disease incidence and cumulative daily infection value. After exceeding the defined threshold values of disease incidence or first visible symptoms, a recommendation for an application can be made regarding the site-specific conditions and the risk of infection. It could be shown that weather conditions between the end of September and October significantly accounted for the infection of young oilseed rape plants.

An application of the triazole fungicide metconazole (Caramba) in autumn reduced disease severity significantly in comparison to the untreated control, but effects were lower in early-treatments due to a recovery of the pathogen population 4-6 weeks after application. A late application in autumn was less effective.

All autumn treatments reduced canker in spring in comparison to the untreated control. Nevertheless, only minor effects on the disease severity at the stem base in spring due to varying fungicide application times in autumn were observed. Likewise, the combined applications in autumn and spring did not reduce disease severity beyond the level of single autumn treatment. A fungicide application during anthesis did not affect disease severity probably because the pathogen had already grown into the stem base.

7 Literaturverzeichnis

ADAMS, R., KERBER, E., PFISTER, K., WEILER, E.W.W. (1992): Studies on the action of new growth retardant CGA 163`935 (Cimectacarb). In: Karssen, C. M., Van Loon, C. C., Verngdenhill, D. Progress in Plant Growth Regulation, 818-827

AHLERS., D. (1989): Integrierter Pflanzenschutz bei Pilzkrankheiten im Winterraps. Gesunde Pflanzen 41, 306-311

ALABOUVETTE, C., BRUNIN, B., LOUVET, J. (1974): Recherches sur la maladie du Colza due a (Desm.) Ces. De. Not. IV. Pouvoir infectieux des pycnospores et sensibilite varietale. Annals Phytopathologie 6 (3), 265-275

ALPMANN, L. (2006): Botanische Grundlagen zum Raps. In: Raps- Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive. BASF, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 94-99

AMELUNG, D. & SCHULZ, R.-R. (1996): Einfluß der Fruchtfolge auf Rapskrankheiten. Raps 14, 52-56

ANONYM (1996): Guideline on good plant protection practise. Bulletine OEPP / EPPO bulletine 26, 349-367

ANONYM (2004): Beschreibende Sortenliste 2004, Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen, Hackfrüchte, Bundessortenamt Hannover

ANONYM (2006): www.biosicherheit.de/de/raps/landwirtschaft/ 22.02.2008

ANONYM (2007):

http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2007/05/PD07_216_411.psml 22.02.2008

BADAWY, H.M.A., HOPPE H.H., KOCH, E. (1991): Differential reactions between the genus *Brassica* and aggressive single spore isolates of *Leptosphaeria maculans*. Journal of Phytopathology 131, 109-119

BAIRD, R. E., PHILLIPS, D. V., MULLINIX, B. G., ALT, P. J. (1999): Relative longevity of *Leptosphaeria maculans* and associated mycobiota on canola debris. Phytoprotection 80 (1), 1999

BALESDENT, M.H., JEDERYZKA, M., JAIN, L., MENDES-PEREIRA, E., BERTRANDY, J., ROUXEL, T. (1998): Conidia as a substrate for internal transcribed spacer-based PCR identification of members of the *Leptosphaeria maculans* species complex. Phytopathology 88, 1210-1217

BALLINGER, D. J., SALSBURY, P. A., DENNIS, J. I., KOLLMORGAN, J. F., BARBETTI, M. (1976): The role of pyknospores of *Leptosphaeria maculans* in the spread of blackleg disease in Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 19, 911-914

- BARBETTI, M. J., CARMODY, P., KHANGURA, R. K., SWEETINGHAM, M., WALTON, G. (2000): Managing Blackleg in 2000. Perth, W.A.: Agriculture Western Australia, Bulletin no. 4400
- BERG, G. & BAHL, H. (1997): Charakterisierung der nützlichen Rhizobakterien von Winterraps für einen Einsatz in der biologischen Kontrolle der *Verticillium*-Welke. Gesunde Pflanzen 3, 76-81
- BERG, G., MARTEN, P., BAHL, H. (1998): Population dynamics of bacteria including antifungal species in the rhizosphere of oilseed rape during its life cycle. Archieve für Phytopathologie und Pflanzenschutz 31, 215-224
- BERNARD, C., MAISONNEUVE, C., POISSON, B., PERES, A., PENAUD, A. (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.
- BIDDULPH, J. E., FITT, B. D. L., WELHAM, S. J. (1998): Effects of temperature and wetness duration on infection of oilseed rape leaves by ascospores of *Leptosphaeria maculans* (stem canker). 7th International congress of Plant Pathology, August 9-16, 1998, Edinburgh, Scotland
- BIDDULPH, J. E., FITT, B. D. L., LEECH, P. K., WELHAM, S. J., GLADDERS, P. (1999): Effects 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 Biodieselmärkt wächst. Raps 21, 81-84.
- BOKER, A., BARBETTI, M. J., BROWN, A. G., MAC NISH, G., WOOD, P. M. (1975): Blackleg of rapeseed. Journal Department of Agriculture Western Australia 16, 7-10
- BÖRNER, H. (1997): Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 7. Auflage, Stuttgart, Ulmer
- BREMER, H. & Verreet, J.-A. (2006): „*Phoma lingam* Monitoring Deutschland“- Ergebnisse des bundesweiten Rapsmonitorings mit der Zielsetzung der gezielten Bekämpfung von *Phoma lingam* (*Leptosphaeria maculans*) im Herbst in den Jahren 2004-2006, Abstract, Mitteilungen aus der biologischen Bundesanstalt Berlin-Dahlem, 54. Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen 276
- COULES, A. E., LUNN, G. D., ROSALL, S. (2002): Disease and canopy control in oilseed rape using triazole fungicides. The BCPC Conference- Pest & Diseases (220), 617-622
- CRAMER, N. (1990): Raps: Anbau und Verwertung. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart
- CUNNINGHAM, G. H. (1927): Dry-rot of swedes and turnips: its cause and control. New Zealand Department of Agriculture, Bulletin 133, 51
- DAEBLER, F., AMELUNG, D., ZEISE, K. (1988): *Verticillium*- Welke an Winterraps – Auftreten und Bedeutung. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutzdienst in der DDR 42, 71-73

- DIXELIUS, C., HAPPASTADIUS, I., BERG, G. (2005): *Verticillium* wilt on *Brassica* oil crops – a Swedish perspective. Journal of the Swedish Seed Association 115, 36-48
- DUNKER, S. (2005): Untersuchungen zur Schadwirkung von *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib. de Bary) und *Verticillium longisporum* (comb. nov. Karapapa) in Winterraps (*Brassica napus*). Dissertation, Universität Göttingen
- ECKERT, M.R. (2005): Investigating populations of *Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa* on winter oilseed rape in England. Ph.D. Thesis, University of Nottingham, UK
- FITT, B. D. L., GLADDERS, P., TURNER, J. A., SUTHERLAND, K. G., WELHAM, S. J., Davies, J. M. L. (1997): Prospects for developing a forecasting scheme to optimize use of fungicides for disease control on winter oilseed rape in the UK. Aspects of Applied Biology 48, 135-142
- FITT, B.D.L., GLADDERS, P., SUTHERLAND, K.G., TURNER, J.A., WELHAM, S.J. (1999): Epidemiology, forecasting and management of winter oilseed rape diseases in the UK. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, 26.-29. September 1999, Canberra, Australia
- FITT, B. D. L., BRUN, H., BARBETTI, M. J., RIMMER, S. R. (2006): World-wide importance of phoma stem canker (*Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*) on oilseed rape (*Brassica napus*). European Journal of Plant Pathology 114, 3-15
- FRADIN, E.F & THOMMA, B.P.H.J. (2006): Physiology and molecular aspects of *Verticillium* wilt diseases caused by *V. dahliae* and *V. albo-atrum*. Molecular Plant Pathology 7, 71-86
- FREER, J. B. S., GLADDERS, P., HARDWICK, N. V., SUTHERLAND, K. G. (1998): The effect of site, season and cultivar on disease management strategies for winter oilseed rape grown in England and Scotland. The BCPC conference- Pest & Diseases 1047-1052
- FÜHRER, M.E., HOPPE, H.-H., KOOPMANN, B. (2000): Genetische Diversität von *Leptosphaeria maculans* innerhalb einer internationalen Isolatsammlung des „International Blackleg of Crucifers Network“ (IBCN). Mitt.Biol. Bundesanstalt Land,- Forstwirtschaft 376
- GABRIELSON, R.L. (1983): Blackleg disease of crucifers caused by *Leptosphaeria maculans* (*Phoma lingam*) and its control. Seed Science and Technology 11, 749-780
- 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
- GLADDERS, P. & MUSA, T. M. (1980): Observation on the epidemiology of *Leptosphaeria maculans* stem canker in winter oilseed rape. Plant Pathology 29, 28-37
- GLADDERS, P. & SYMONDS, B. V. (1995): Occurrence of canker (*Leptosphaeria maculans*) in winter oilseed rape in eastern England 1977-1993. International Organisation for Biological Control Bulletin 18, 1-11

- GLADDERS, P., SYMONDS, B. V., HARDWICK, N. V., SASFORD, C. E. (1998): Opportunities to control canker (*Leptosphaeria maculans*) in winter oilseed rape by improvement of spray timing. International Organisation for Biological Control Bulletin 21, 111-120
- GLADDERS, P., FITT, B. D. L., TURNER, J. A. (1999): Improving strategies to control canker in the U.K. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26-29 1999, Canberra, Australia
- GOSSENDE, S., PENAUD, A., AUBERTOT, J. N., SCHNEIDER, O. PINOCHET, X. (2003): Evolution of soil surfaces rape stubbles and their ability to produce spores of *Leptosphaeria maculans*: preliminary results. Proceedings of the 11th International Rapeseed Congress, 6-10. July 2003, Copenhagen, Denmark
- GUGEL, R.K. & PETRIE, G.A. (1992): History, occurrence, impact and control of blackleg of rapeseed. Canadian Journal of Plant Pathology 14, 36-45
- GÜNZELMANN, H. & PAUL, V.H. (1990): Zum Auftreten und der Bedeutung der *Verticillium*-Welke an Raps in der Bundesrepublik Deutschland in 1989. Raps 8, 23-25
- GUO, X. W. & FERNANDO, W. D. G. (2005): Seasonal and diurnal patterns of spore dispersal by *Leptosphaeria maculans* from canola stubble in relation to environmental conditions. Plant disease (2005), 97-104
- HALL, R. (1992): Epidemiology of blackleg of oilseed rape. Canadian Journal of Plant Pathology 14,46-55
- HAMMOND, K.E. (1985): Systemic infection of *Brassica napus* L. ssp. *oleifera* (Metzger) Sink. by *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. Ph.D. Thesis, University of East Anglia, UK
- HAMMOND, K. E., LEWIS, B. G., MUSA, T. M. (1985): A systemic pathway in the infection of oilseed rape plants by *Leptosphaeria maculans*. Plant Pathology 34, 557-565
- HAMMOND, K. E. & LEWIS, B. G. (1986): The timing and sequence of events leading to stem canker disease in populations of *Brassica napus* var. *oleifera* in the field. Plant Pathology 35, 551-564
- HEITEFUSS, R. (2000): Pflanzenschutz: Grundlagen der praktischen Phytomedizin. 3. neubearbeitete Auflage, Stuttgart, Thieme
- HOFFMANN, G.M. & SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen, 2.Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 455-462
- HOFFMANN, T., SCHMIDT, J.S., ZHENG, X.Y., BENT, A.F. (1999): Isolation of ethylene-insensitive soybean mutants that are altered in pathogen susceptibility and gene-for-gene disease resistance. Plant Physiology 199, 935-949
- HOLTSCULTE, B. (1992): Untersuchungen zur Biologie und Bedeutung von *Verticillium dahliae* Kleb. und *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. (Anamorph: *Phoma*

lingam (Tode ex. Fr.) de Bary)- einige Feststellungen, Resultate und ungelöste Fragen-. Raps 1, 31-34

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

HOWLETT, B. J. (2004): Current knowledge of the interaction between *Brassica napus* and *Leptosphaeria maculans*. Canadian Journal of Plant Pathology 26, 242-252

HUANG, Y.-J., UNDERWOOD, C. T., FITT, B. D. L., TODD, A. D., WEST, J. S., KOOPMANN, B., BALESIDENT, M. H. (2001): Effects of temperature on germination and hyphal growth from ascospores of A-group and B-group *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker of oilseed rape). Annals of Applied Biology 139, 193–207

HUANG, Y. J. & FITT, B. D. L. (2002): Maturation of Ascospores of A-group and B-group *Leptosphaeria maculans* (stem canker) on winter oilseed rape debris. BCPC Conference-Pest & Diseases, 729-732

HUANG, Y.J., FITT, B. D. L., JEDRYZKA, M., DAKOWSKA, S., WEST, J.S., GLADDERS, P., STEED, J.M., LI, Z.Q. (2005): Patterns of ascospore release in relation to phoma stem canker epidemiology in England (*Leptosphaeria maculans*) and Poland (*Leptosphaeria biglobosa*). European Journal of Plant Pathology 111, 263-277

HUMPHERSON-JONES, F. M. & BURCHILL, R. T. (1982): Chemical suppression of the sexual stage of *Leptosphaeria maculans* on soil-seed rape and turnip seed crop straw. Ann. Appl. Biol. 100, 281-288

HUMPHERSON-JONES, F. M. (1985): The incidence of *Alternaria* ssp. and *Leptosphaeria maculans* in commercial *Brassica* seed in the United Kingdom. Plant Pathology 48, 308-319

JANIHOFF, A. (1998). Winterrapsanbau heute und morgen! Wettbewerbskraft und Vorzüglichkeit. Raps 16, 106-109

JEDRYCZKA M., FITT. B. D. L., KACHLICKI. P, LEWARTOWSKA. E., BALESIDENT. M.H., ROUXEL. T. (1999): Comparison between Polish and United Kingdom populations of *Leptosphaeria maculans*, cause of stem canker of winter oilseed rape. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 106, 608-617

JEDRYCZKA, M., NIKONORENKOV, V.A., LEVITIN, M., GASICH, E., LEWARTOWSKA, E., PORTENKO, L. (2002): Spectrum and severity of fungal diseases on spring oilseed rape in Russia. International Organisation for Biological Control Bulletin 25, 13-20

JOHANNSON, A. (2006): *Verticillium longisporum*, Infection, Host Range, Prevalence and Plant Defence Responses. Dissertation, Universität Uppsala

- KARAPAPA, V.K., BAINBRIDGE, B.W., HEALE, J.B. (1997): Morphological and molecular characterisation of *Verticillium longisporum* comb. nov., pathogenic to oilseed rape. *Mycological Research* 101, 1281-1294
- KHANGURA, R. K. & BARBETTI, M. J. (2001): Prevalence of blackleg (*Leptosphaeria maculans*) on canola (*Brassica napus*) in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41, 71-50
- KHANGURA, R. K. & BARBETTI, M. J. (2002): Efficacy of Impact to manage blackleg (*Leptosphaeria maculans*) in canola. *Australian Journal of Agricultural Research* 53
- KHARBANDA, P. D. (1992): Performance of fungicides to control blackleg of canola. *Canadian Journal of Plant Pathology* 14, 169-176
- KHARBANDA, P. D. & TEWARI, J. T. (1996): Integrated management of canola disease using cultural methods. *Canadian Journal of Plant Pathologie* 18, 168-175
- KOOPMANN, B. (2005): Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, Universität Göttingen, Deutschland: wwwuser.gwdg.de/~instphyt/app/koopmann/phoma-tab-d.htm 19.03.2007
- KOOPMANN, B. & BALESSENT, M.-H. (2001): Effects of temperature on germination and hyphal growth from ascospores of A-group and B-group *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker on oilseed rape). *Annals of Applied Biology* 139, 193-207
- KOOPMANN, B., SOCK, J., HOPPE, H. H. (2002): Aggressive und nicht –aggressive Isolate von *Phoma lingam* dem Erreger der Wurzelhals- und Stängelfäule des Rapses – Handelt es sich um verschiedene Arten ?. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt* 390, 352-353
- KRANZ, J. (1999): *Epidemiologie der Pflanzenkrankheiten: Eine Einführung*. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co. 1996 ISBN 3-8001-3096-3
- KREYE, H. (2003). Auftreten von Krankheiten im Raps. Welche Rolle spielen Fruchtfolge und Bodenbearbeitung? *Raps* 21, 66 - 69.
- 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): Verbreitung der Wurzelhals und Stängelfäule (verursacht durch *Phoma lingam*) bei Raps in der Bundesrepublik Deutschland. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 31, 145-148
- KRÜGER, W. (1986a): *Verticillium dahliae* Kleb. Auftreten und Beurteilung bei Raps in Schleswig-Holstein. *Raps* 4, 14-16
- KRÜGER, W (1989): Untersuchungen zur Verbreitung von *Verticillium dahliae* Kleb. Und anderen Krankheits- und Schaderregern bei Raps in der Bundesrepublik Deutschland. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzes* 41, 49-56

- KRÜGER, W. & WITTERN, I. (1985): Epidemiologische Untersuchungen bei der Wurzelhals- und Stängelfäule des Rapses, verursacht durch *Phoma lingam*. Phytopathologische Zeitschrift 113, 125 - 140
- KRUSE, T. (2004): Epidemiologie, Bedeutung und integrierte Bekämpfungsmöglichkeiten von *Leptosphaeria maculans* (*Phoma lingam*) sowie weiterer pilzlicher Krankheitserreger im schleswig-holsteinischen Winterrapsanbau (*Brassica napus* L. var. *napus*). Dissertation, Universität Kiel
- LI, H., SIVSITHAMPARAM, K., BARBETTI, M.J., KUO, J. (2004): Germination and invasion by ascospores and pycnidiospores of *Leptosphaeria maculans* on spring-type *Brassica napus* canola varieties with varying susceptibility to blackleg. Journal of General Plant Pathology 70, 261-269
- LUND, S.T., STALL, R.E., KLEE, H.J. (1998): Ethylene regulates the susceptible response to pathogen infection in tomato. Plant Cell 10, 371-382
- MAHUKU, G. S., GOODWIN, P. H., HALL, R., HSIANG, T. (1997): Variability in the highly virulent type of *Leptosphaeria maculans* within and between oilseed rape fields. Canadian Journal of Botany 75, 1485 -1492
- MARCROFT, S. J., PURWANTARA, A., SALISPURY, P. A., POTTER, T. D., WRATTEN, N., KHANGURA, R., BARBETTI, M. J., HOWLETT, B. J. (2002): Reaction of range of *Brassica* species under Australian conditions to the fungus, *Leptosphaeria maculans*, the causal agent of blackleg. Australian Journal of Experimental Agriculture 42, 587-594
- MARCROFT, S. J., SOSNOWSKY, M. R., SCOTT, E. S., RAMSEY, P. A., SALISPURY, P. A., HOWLETT, B. J. (2005): *Brassica napus* infected by *Leptosphaeria maculans* after the fifth leaf growth stage in south-eastern Australia do not develop stem canker. European Journal of Plant Pathology 112: 289-292
- MC GEE, D. C. (1977a): Blackleg (*Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces et de Not.) of rapeseed in Victoria: sources of infection an relationship between inoculum, environmental factors and disease severity. Journal of Agriculture Research 28, 53-62.
- MC GEE, D. C. & EMMETT, R. W. (1977): Blackleg (*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, 47-57
- MC GEE, D. & PETRI, G. A. (1979): Seasonal patterns of ascospore discharge by *Leptosphaeria maculans* in relation to blackleg in oilseed rape. Phytopathology 69, 586-589
- MENDES-PEREIRA, E., BALESIDENT, M.H., BRUN, H., ROUXEL, T. (2003): Molecular phylogeny of the *Leptosphaeria maculans* - *L. biglobosa* species complex. Mycological Research 107, 1287-1304
- MIELKE, T. (2005): Perspektiven der Rapsproduktion durch wachsende Food- und Non-Food-Märkte. Raps 23 (2), 79-82

NATHANIELS, N. Q. R. & TAYLOR, G. S. (1983): Latent infections of winter oilseed rape by *Leptosphaeria maculans*. Plant Pathology 32, 23-31

PAUL, V. H. (2003): Raps. Krankheiten – Schädlinge- Schadpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen –Buer, ISBN 3-7862-0148-X

PAUL, V. H., GERDIKEN, K. J., GÜNZELMANN, A. (1991): Neue Erkenntnisse über die Reaktion von 00-Sorten und die Wirkung von Fungiziden auf die Wurzelhals- und Stängelfäule des Winterrapses. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 43, 9-92

PAUL, V. H. & RAWLINSON, C. J. (1992): Diseases and Pest of Rape. Gelsenkirchen–Buer, Verlag Th. Mann

PEGG, G.F. & BRADY, B.L. (2002): Introduction. In: *Verticillium* elts. Wallingford, UK: CAB Publishing, 1

PEGG, G.F. & CROWNSHAW, D.K. (1976): Relationship of in vitro to in vivo ethylene production in *Pseudomonas solanacearum* infection of tomato. Physiological and Molecular Plant Pathology 9, 145-154

PENAUD, A. (1995): Studies on the optimum timing to control rapeseed blackleg caused by *Leptosphaeria maculans* with fungicides. International Organisation for Biological Control Bulletin 18,6-61

PERES, A., POISSON, B., LE SOURNE, V., MAISONNEUVE, C. (1999): *Leptosphaeria maculans*: Effect of temperature, rainfall and humidity on the formation of pseudothecia. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26-29 1999, Canberra, Australia

PETRI, G. A. (1994): Effects of temperature and moisture on the number, size and septation of ascospores produced by *Leptosphaeria maculans* (blackleg) on rapeseed stubble. Canadian Plant Disease survey 74 (2), 1994

PETRI, G. A. (1995a): Patterns of ascospores 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

PETRI, G. A. (1995b): Long-term survival and sporulation of *Leptosphaeria maculans* (blackleg) on naturally-infected rapeseed/canola stubble in Saskatchewan. Canadian Plant Disease survey 75 (1), 123-34

PETRI, G. A. (1995c): Effects on ascospore production by *Leptosphaeria maculans* on blackleg-infection canola stubble in Saskatchewan. Canadian Plant Disease survey 75 (1), 45-49

POISSON, B. & PERES, A. (1999a): Study of rapeseed susceptibility to primary contamination of *Leptosphaeria maculans* in relation to plant vegetativ stage. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26-29 1999, Canberra, Australia

- POISSON, B. & PERES, A. (1999b): Studies to maturation of *Leptosphaeria maculans* pseudothecia on rapeseed stubbles infected by stem canker. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26-29 1999, Canberra, Australia
- POTTER, T. D. (1988): Evaluation of fungicides, applied at sowing, for control of blackleg in rapeseed. Australian Journal of Experimental Agriculture 28, 511-515
- PUNITHALINGHAM, E. & HOLLIDAY, P. (1972): *Leptosphaeria maculans*, CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 331. in: Commonwealth Mycological Institute (Edit.) Kew, Surrey, England, Set 34
- RAWLINSON, C. J. & MUTHYALU, G. (1979): Diseases of winter oilseed rape - occurrence, effect and controls. Journal of Agricultural Science, Cambridge 93, 593-606
- REMPELL, C. & HALL, R. (1993): Dynamics of production of ascospores of *Leptosphaeria maculans* in autumn on stubble of the current year's crop of spring rapeseed. Canadian Journal of Plant Pathology 15, 182-184
- ROBINSON, M.M., SHAH, S., TAMOT, B., PAULS, K.P., MOFFAT, B.A., GLICK, B. R. (2001): Reduced symptoms of *Verticillium* wilt in transgenic tomato expressional bacterial ACC deaminase. Molecular Plant Pathology 2, 135-145
- SALAM, M. U., KHANGURA, R. K., DIGGLE, A. J., BARBETTI, M. J. (2003): Blackleg Sporacle: a model for predicting seasonal onset of pseudothecia maturity and seasonal ascospore showers in relation to blackleg in canola. Phytopathology 93, 1073-1081
- SALISBURY, P. A., BALLINGER, D. J., WRATTEN, N., PLUMMER, K. M., HOWLETT, B. J. (1995): Blackleg disease on oilseed rape Brassica in Australia: a review. Australian Journal of Agriculture 35, 665-672
- SCHÖNE-WARNEFELDE, A. (1994): Die Struktur der Rapsverarbeitung in Deutschland. Raps 9, 176-183
- SCHULZ, R.-R. & STEINBACH, P. (2006). Wie hoch darf die Anbaukonzentration von Raps in der Fruchtfolge sein? Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.
<http://www.agrarnet.mv.de/content/lfa/pflanzen/oelfruechte/anbaukonzentration.html?PHPSESSID=8cce9680c205578c7a4dd4fa315919bd> 24.11.2006
- SOMDA, I., HARKOUS, S., BRUN, H. (1997): Bipolar heterothallism in B-group isolates of *Leptosphaeria maculans*. Plant Pathology 46, 890-896
- SOSNOWSKI, M., RAMSEY, M., MURRAY, G., SCOTT, E., WILMSHURST, C. (2001): Symptoms of blackleg (*Leptosphaeria maculans*) on the roots of canola in Australia. Plant Pathology 50, 808
- STEINBACH, P. (2006): Standortbezogene Risikobewertung für den Erreger der „Rapswelke“ *Verticillium longisporum* auf der Grundlage der Quantifizierung des Bodeninokulums. www.ufop.de/downloads/Abschlussbericht-Rapswelke.pdf 16.01.2007

SUN, P., FITT, B. D. L., GLADDERS, P., WELHAM, S. J. (2000): Relation between Phoma leaf spot and development of Phoma canker (*Leptosphaeria maculans*) on winter oilseed rape (*Brassica napus*) in southern England. *Annals of Applied Biologie* 137, 113-125

SUN, P., FITT, B. D. L., STEED, J. M., UNDERWOOD, C. T., WEST, J. S. (2001): Factors affecting development of Phoma canker (*Leptosphaeria maculans*) on stem of winter oilseed rape (*Brassica napus*) in southern England. *Annals of Applied Biology* 139, 227-242

THOMMA, B.P.H.J., EGGERMONT, K., TIERENS, K.F.M.J., BROERKERT, W.F. (1999): Requirement of functional Ethylene-Insensitive 2 gene for efficient resistance of *Arabidopsis* to infection by *Botrytis cinerea*. *Plant Physiology* 121, 1093-1101

THÜRWÄCHTER, F., GARBE, V., HOPPE, H. H. (1999): Ascospore discharge, leaf infestation and variation in pathogenicity as criteria to predict impact of *Leptosphaeria maculans* on oilseed rape. *Journal of Phytopathology* 147, 215 - 222

TIEDEMANN, A. v. (2004): Aktuelle Krankheiten. Welche Lösungen zeichnen sich ab? *Raps* 2, 56-59

TJAMOS, E.C., FEMETAKI, E., PAPLOMATAS, E.J., KATINAKIS, P. (2005): Induction of resistance to *Verticillium dahliae* in *Arabidopsis thaliana* by the biocontrol agent K-165 and pathogenesis-related proteins gene expression. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 18, 555-561

TOSCANO-UNDERWOOD, C., WEST, J.S., FITT, B.D.L., TODD, A.D., JEDRYZKA, M. (2001): Development of *Phoma* lesions on oilseed rape leaves inoculated with ascospores of A-group or B-group *Leptosphaeria maculans* (stem canker) at different temperatures and wetness durations. *Plant Pathology* 50, 28-41

TOSCANO-UNDERWOOD, C., HUANG, Y., FITT, B. D. L., Hall A. (2003): Effects of temperature on maturation of pseudothecia of *Leptosphaeria maculans* and *Leptosphaeria biglobosa* on oilseed rape stem debris. *Plant Pathology* 52, 726-736

TURKINGTON, T. K., CLAYTON, G. W., WOODS, D. L. (2000): The impact of soil incorporation of canola residues and stubble application of chemicals on decomposition and inoculum production by *Leptosphaeria maculans*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 22, 155-159

TURNER, J. A., ELCOCK, S. J., HARDWICK, N. V. (2000): Changes in fungicide use on winter oilseed rape in England and Wales during the 1990s. *The BCPC conference- Pest & Diseases* (2000), 865-870

WEBER, E. & BLEIHOLDER, H. (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

WEBSTER, J. (1983): *Pilze, eine Einführung*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 164-166

- WEST, J.S., BIDDULPH, J.E., FITT, B.D.L., GLADDERS, P. (1999a): Epidemiology of *Leptosphaeria maculans* in relation to forecasting stem canker severity on winter oilseed rape in the UK. *Annals of Applied Biology* 135, 535–46
- WEST, J. S., LEECH, P. K., FITT, D. B. L., WELHAM, S. J., PENAUD, A., PERES, B., POISSON, B. (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., KHARABANDA, P., BARBETTI, M. J., FITT, B. D. L. (2001): Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (*Phoma* stem canker) in Australia, Canada and Europe. *Plant Pathology* 50, 10-27
- WEST, J.S., Fitt, B. D. L., LEECH, P. K., HUANG, Y.-J., BALESIDENT, M.-H. (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., HUANG, Y.-J., STEED, J. M., LEECH, P. K., FITT, D. B. L. (2002b): New perspectives on the epidemiology and management of *Phoma* stem canker of winter oilseed rape in England. BCPC Conference- Pest & Diseases, 563-568
- WHERRETT, A. D., SIVASITHAMPARAM, K., BARBETTI, M. J. (2003): Chemical manipulation of *Leptosphaeria maculans* on (blackleg disease) pseudothecial development and timing of ascospore discharge from canola (*Brassica napus*) residues. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54, 837-848
- WILLIAMS, R.H. (1992): Biology of *Leptosphaeria maculans*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 14, 30-35
- WILLIAMS, R.H. & FITT, B.D.L. (1999): Differentiating A and B groups of *Leptosphaeria maculans*, causal agent of stem canker of oilseed rape. *Plant Pathology* 48: 161-175
- WOFF, P., WEIS, F.-J., VERREET, J.-A. (1998): IPS (Integriertes Pflanzenschutzsystem) - Entwicklungsschritte und Einführung in die Praxis-. *Gesunde Pflanzen*, 50 (8), 1998
- WOLF, P. F. J. (2001): Über die Integration von Bekämpfungsmaßnahmen gegen pilzliche Blattkrankheiten der Zuckerrübe. Habilitationsschrift. Verlag Shaker ISBN 3-8322-0125-4
- WOOD, P. & BARBETTI, M. J. (1977): A study on the inoculum of rapeseed seedlings with ascospores and pyknidiospores of the blackleg disease causal agent *Leptosphaeria maculans*. *Journal of the Australian Institut of Agricultural Sciences* 43, 79–80
- ZEISE, K. & SEIDEL, D. (1990): Zur Entwicklung und Schadwirkung der *Verticillium*-Welkekrankheit am Winterraps. *Raps* 8, 20-22
- ZEISE, K. & STEINBACH, P. (2004): Schwarze Rapswurzeln und der Vormarsch der *Verticillium*-Rapswelke. *Raps* 22, 170-174
- ZHOU, Y., FITT, B. D. L., WELHAM, S. J., GLADDERS, P., STANSFORD, C. E. WEST, J. (1999): Yield losses of winter oilseed rape in relation to severity of stem canker

(Leptosphaeria maculans) in UK. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, September 26-29 1999, Canberra, Australia

ZHOU, Y., FITT, B. D. L., WELHAM, S. J., GLADDERS, P., STANSFORD, C. E., WEST, J. S. (1999b): 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

ZHOU, Y., FITT, B. D. L., WELHAM, S. J., EVANS, N., GLADDERS, P. (2000): Effects of stem canker (*Leptosphaeria maculans*) and light leaf spot (*Pyrenopeziza brassicae*) on yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*) in southern England. Plant Pathology. 49 (4), 487

ZWATZ, B. (1993): Erfahrungen mit dem *Phoma* Prognosemodell in Österreich. RAPS, 11 (4) 173-175

Anhangtabellen

8 Anhangtabellen

Anhangtab. 1: Blattbefall von *Phoma lingam* im Herbst und Frühjahr der Varianten (K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G), Befallshäufigkeit (BHB %), Standort Birkenmoor, Sorten Talent und Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 /2007

Birkenmoor BHB Blatt Talent									Birkenmoor BHB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
27. Sep	0							n.s.	0							n.s.
04. Okt	0			0			0	n.s.	8			5			1	n.s.
11. Okt	88							n.s.	65							n.s.
18. Okt	70b	40ab	38ab	17a	13a		0a	**	83c	20ab	38b	13b	10ab		5ab	***
25. Okt	93							n.s.	98							n.s.
02. Nov	65b	23a	30a	20a	8a	78b	10a	***	68ab	25a	33ab	20a	20a	83b	28a	**
08. Nov	75							n.s.	95							n.s.
15. Nov	45	10	20	18	18	38	13	n.s.	78c	8a	18a	68bc	33ab	60bc	15a	***
22. Nov	30							n.s.	65							n.s.
30. Nov	25bc	5ab	3a	33c	8ab	8ab	3a	***	73b	20a	13a	80b	38ab	25a	3a	***
21. Mrz	33							n.s.	90							n.s.
05. Apr	70	73	90	70	87	73	90	n.s.	100	73	90	87	90	87	73	n.s.
18. Apr	60	73	83	57	50	77	47	n.s.	93	93	77	97	87	80	50	n.s.
04. Mai	83	87	63	87	83	83	67	n.s.	87	93	77	90	73	97	37	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
26. Sep	8							n.s.	10							n.s.
03. Okt	0						0	n.s.	8						3	n.s.
10. Okt	13			10	10			n.s.	5			5	5			n.s.
17. Okt	13	8	25	8	10		20	n.s.	38	20	23	8	3		5	n.s.
24. Okt	30							n.s.	65							n.s.
31. Okt	55a	18ab	10a	18ab	10a		0a	*	68b	8a	10a	28a	25a		3a	***
07. Nov	93							n.s.	88							n.s.
14. Nov	88b	30a	18a	10a	13a		8a	***	93b	25a	35a	8a	13a		3a	***
21. Nov	50							n.s.	45							n.s.
28. Nov	60a	23ab	13a	10a	23ab		15a	**	65b	20a	18a	20a	15a		5a	***
27. Mrz	23							n.s.	30							n.s.
03. Apr	20	20	35	10	25		30	n.s.	25	18	20	10	13		13	n.s.
17. Apr	35	43	43	50	30		13	n.s.	28	23	38	23	15		25	n.s.
01. Mai	63b	33a	25a	65b	63b		18a	***	53	25	35	43	40		15	n.s.
15. Mai	33	10	33	30	10		10	n.s.	33a	0b	8ab	30ab	25ab		3ab	*
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
25. Sep	53							n.s.	63							n.s.
02. Okt	13	8	8				8	n.s.	13	0	0				0	n.s.
09. Okt	23							n.s.	38							n.s.
16. Okt	98	63	63	83			55	n.s.	85	47	47	83			57	n.s.
23. Okt	88							n.s.	90							n.s.
30. Okt	85	93	93	60	93		83	n.s.	98a	93ab	93ab	73b	93ab		93ab	*
06. Nov	80							n.s.	75							n.s.
13. Nov	95b	97b	97b	57a	57a		60a	***	68	70	70	67	47		57	n.s.
20. Nov	95							n.s.	85							n.s.
27. Nov	88	90	90	80	80		73	n.s.	93b	93b	93b	73ab	43a		60ab	***
04. Dez	85							n.s.	75							n.s.
22. Jan	83							n.s.	73							n.s.
26. Feb	63							n.s.	88							n.s.
12. Mrz	100	100	100	100	100		93	n.s.	100	97	0	93	97		100	n.s.
26. Mrz	90	70	73	67	70		83	n.s.	90	50	77	73	63		70	n.s.
10. Apr	68	23	50	67	63		43	n.s.	63c	7a	70c	53c	43bc		20ab	***

Anhangtabellen

Anhangtab. 2: Blattbefall von *Phoma lingam* im Herbst und Frühjahr der Varianten (K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standort Birkenmoor, Sorten Talent und Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 /2007

Birkenmoor BSB Blatt Talent									Birkenmoor BSB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
27. Sep	0							n.s.	0							n.s.
04. Okt	0			0			0	n.s.	9			1			1	n.s.
11. Okt	109							n.s.	74							n.s.
18. Okt	96b	20a	9a	3a	3a		0a	***	89b	4a	16a	2a	2a		1a	***
25. Okt	458							n.s.	689							n.s.
02. Nov	79b	10a	11a	32ab	6a	76b	1a	***	195b	5a	7a	13a	8a	113b	5a	***
08. Nov	119							n.s.	255							n.s.
15. Nov	34	1	2	7	9	11	4	n.s.	88b	1a	3a	57ab	16ab	30ab	4a	**
22. Nov	17							n.s.	52							n.s.
30. Nov	14	0	1	17	3	5	1	n.s.	39ab	2a	2a	87b	19a	4a	1a	**
21. Mrz	7							n.s.	65							n.s.
05. Apr	167	139	172	162	215	195	243	n.s.	378	554	311	505	324	329	178	n.s.
18. Apr	257	570	391	230	227	318	88	n.s.	496ab	594ab	375ab	970b	476ab	494ab	60a	*
04. Mai	393	277	88	271	406	380	74	n.s.	406	362	82	188	395	163	22	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
26. Sep	0							n.s.	0							n.s.
03. Okt	0						0	n.s.	3						0	n.s.
10. Okt	5			3	4			n.s.	1			1	2			n.s.
17. Okt	2	1	6	2	3		3	n.s.	10	3	6	2	1		1	n.s.
24. Okt	13							n.s.	33							n.s.
31. Okt	48	4	3	6	5		0	n.s.	26b	2a	1a	8a	8a		1a	***
07. Nov	152							n.s.	140							n.s.
14. Nov	158b	11a	10a	2a	11a		1a	***	156b	5a	13a	2a	4a		1a	***
21. Nov	62							n.s.	37							n.s.
28. Nov	66	13	3	3	5		3	n.s.	53	4b	3a	8a	2a		2a	***
27. Mrz	3							n.s.	5							n.s.
03. Apr	6	10	9	3	6		9	n.s.	11	6	3	3	6		2	n.s.
17. Apr	16	44	40	33	20		6	n.s.	28	16	22	8	5		9	n.s.
01. Mai	132b	32a	31a	64a	52a		11a	***	151	16	35	61	66		6	n.s.
15. Mai	3	2	9	23	2		1	n.s.	19	0	1	20	11		0	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
25. Sep	37							n.s.	65							n.s.
02. Okt	12	1	1				1	n.s.	2a	0b	0b					***
09. Okt	9							n.s.	16							n.s.
16. Okt	389ab	75b	75b	147a			44a	**	186	41	41	165			33	n.s.
23. Okt	252							n.s.	255							n.s.
30. Okt	431	264	264	63	195		176	n.s.	421	301	301	245	144		223	n.s.
06. Nov	264							n.s.	202							n.s.
13. Nov	258	461	461	78	95		171	n.s.	194	151	151	143	36		81	n.s.
20. Nov	694							n.s.	420							n.s.
27. Nov	521	459	459	299	195		124	n.s.	960	359	359	160	52		59	n.s.
04. Dez	335							n.s.	255							n.s.
22. Jan	187							n.s.	73							n.s.
26. Feb	40							n.s.	68							n.s.
12. Mrz	578	633	633	337	287		310	n.s.	516	485	485	394	272		296	n.s.
26. Mrz	482	400	324	927	623		149	n.s.	671	182	393	96	240		146	n.s.
10. Apr	83	14	73	48	104		28	n.s.	64ab	3a	136b	32ab	21ab		10a	*

Anhangtabellen

Anhangtab. 3: Blattbefall von *Phoma lingam* im Herbst und Frühjahr der Varianten (K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G), Befallshäufigkeit (BHB %), Standort Hovedissen, Sorten Talent und Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 /2007

Hovedissen BHB Blatt Talent									Hovedissen BHB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
04. Okt	5							n.s.	7							n.s.
11. Okt	68			0			0	n.s.	75			13			13	n.s.
18. Okt	65				30			n.s.	65				15			n.s.
25. Okt	88c	60b	63bc	23a		60b	23a	***	98b	50ab	65ab	28a		50ab	28a	**
08. Nov	83b	23a	25a	88b	58ab	50ab	33a	***	85bc	30a	38a	93c	43ab	63abc	38a	***
15. Nov	78							n.s.	75							n.s.
22. Nov	70c	13a	0a	80bc	40abc	18a	20ab	***	78b	10a	3a	88b	20a	10a	20a	***
30. Nov	65							n.s.	63							n.s.
21. Mrz	63	83	55	65	55	88	98	n.s.	98	50	68	90	80	60	53	n.s.
05. Apr	100b	98b	95b	100b	100b	98b	78a	**	98b	95b	98b	98b	98b	97b	63a	n.s.
18. Apr	68ab	68ab	60ab	73ab	65ab	88b	23a	*	73	75	58	73	73	80	45	n.s.
04. Mai	43	10	25	30	23	28	43	n.s.	43	50	10	45	28	20	30	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
26. Sep	28							n.s.	18							n.s.
03. Okt	33							n.s.	28							n.s.
10. Okt	5			5			5	n.s.	5			3				n.s.
17. Okt	28							n.s.	50							n.s.
24. Okt	15	5	8	3	8		3	n.s.	30	3	8	13	23		10	n.s.
31. Okt	18							n.s.	40							n.s.
07. Nov	55c	5a	8a	38b	5a		13a	***	58b	13a	0a	53b	3a		10a	***
14. Nov	85							n.s.	75							n.s.
21. Nov	45	13	15	45	23		0	n.s.	48c	0a	15a	18abc	35bc		3a	***
06. Dez	43c	0a	5ab	23b	13ab		3a	***	33	0	3	15	8		0	n.s.
03. Apr	25	23	25	23	33		25	n.s.	15a	15a	3a	38b	8a		13a	***
17. Apr	40	33	43	50	53		18	n.s.	20	23	20	23	33		15	n.s.
01. Mai	25	5	18	20	33		0	n.s.	23b	5ab	8ab	8ab	13ab		0a	*
15. Mai	18	0	8	5	3		0	n.s.	8	3	18	0	0		0	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	BHB	ESS	SP	BL	G	p	K	ORT	BHB	ESS	SP	BL	G	p
02. Okt	5							n.s.	5							n.s.
09. Okt	17						20	n.s.	50						7	n.s.
16. Okt	35			33				n.s.	33			30				n.s.
23. Okt	95c	35a	35a	33a			73b	***	98b	58a	58a	28a			55a	**
30. Okt	100				100			n.s.	100				100			n.s.
06. Nov	98	57	57	63	90		57	n.s.	100	90	90	57	73		60	n.s.
13. Nov	93							n.s.	100							n.s.
20. Nov	100b	90ab	90ab	90ab	83ab		73a	*	88	93	93	85	98		85	n.s.
27. Nov	88							n.s.	95							n.s.
04. Dez	98							n.s.	100							n.s.
22. Jan	73							n.s.	85							n.s.
26. Feb	90							n.s.	98							n.s.
12. Mrz	98							n.s.	98							n.s.
26. Mrz	95	90	87	93	90		87	n.s.	98b	100b	97b	90b	97b		73a	***
10. Apr	90	87	73	93	88		63	n.s.	83	43	68	50	70		55	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 4: Blattbefall von *Phoma lingam* im Herbst und Frühjahr der Varianten (K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standort Hovedissen, Sorten Talent und Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 /2007

Hovedissen BSB Blatt Talent									Hovedissen BSB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
04. Okt	0							n.s.	3							n.s.
11. Okt	26			0			0	n.s.	17			2			2	n.s.
18. Okt	53				6			n.s.	47				2			n.s.
25. Okt	206b	31a	16a	10a		31a	10a	***	319b	15a	35a	13a		15a	13a	**
08. Nov	99b	10a	11a	83ab	43ab	20a	15a	**	134	13	13	118	19	18	12	n.s.
15. Nov	82							n.s.	71							n.s.
22. Nov	26ab	4a	0a	57b	10ab	2a	7ab	*	59ab	2a	1a	119b	8a	2a	6a	***
30. Nov	29							n.s.	36							n.s.
21. Mrz	45	118	54	68	52	131	110	n.s.	146	47	101	116	106	42	37	n.s.
05. Apr	1715 ab	763 ab	620 a	3279 b	1022 ab	548 a	99 a	*	2389 b	1436 ab	774 ab	1697 ab	1117 ab	807 ab	81 a	*
18. Apr	211	142	83	99	125	168	35	n.s.	163	243	110	201	196	328	29	n.s.
04. Mai	81	6	37	55	46	64	82	n.s.	72	70	13	165	42	36	33	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
26. Sep	6							n.s.	5							n.s.
03. Okt	15							n.s.	8							n.s.
10. Okt	1			0			2	n.s.	3			0				n.s.
17. Okt	4							n.s.	10							n.s.
24. Okt	5	2	1	1	1		0	n.s.	13	0	1	5	4		3	n.s.
31. Okt	3							n.s.	14							n.s.
07. Nov	17b	0a	3a	11ab	1a		1a	**	26b	1a	0a	20b	0a		1a	***
14. Nov	102							n.s.	64							n.s.
21. Nov	24	2	2	22	12		0	n.s.	29	0	2	2	28		1	n.s.
06. Dez	19b	0a	0a	5ab	3ab		1a	*	12	0	1	2	1		0	n.s.
03. Apr								n.s.	7a	7a	1a	29b	2a		7a	***
17. Apr	33	25	35	55	22		14	n.s.	22	15	18	21	32		9	n.s.
01. Mai	10	2	9	42	29		0	n.s.	19	1	5	4	38		0	n.s.
15. Mai	9	0	2	3	1		0	n.s.	1	1	2	0	0		0	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	BHB	ESS	SP	BL	G	p	K	ORT	BHB	ESS	SP	BL	G	p
02. Okt	21							n.s.	11							n.s.
09. Okt	3						1	n.s.	9						1	n.s.
16. Okt	18			13				n.s.	26			13				n.s.
23. Okt	81b	10a	10a	9a			29a	***	98b	24a	24a	7a			41a	***
30. Okt	548				379			n.s.	1124				313			n.s.
06. Nov	417b	31a	31a	56a	273b		74a	***	699b	124a	124a	108a	314a		49a	***
13. Nov	529							n.s.	669							n.s.
20. Nov	678	289	289	158	186		139	n.s.	463	210	210	154	566		148	n.s.
27. Nov	514							n.s.	970							n.s.
04. Dez	1325							n.s.	1313							n.s.
22. Jan	126							n.s.	112							n.s.
26. Feb	375							n.s.	335							n.s.
12. Mrz	1031							n.s.	1120							n.s.
26. Mrz	545	191	504	492	484		180	n.s.	621	664	424	675	376		62	n.s.
10. Apr	481	241	365	364	336		180	n.s.	539b	71a	242ab	197ab	363ab		116a	*

Anhangtabellen

Anhangtab. 5: Blattbefall von *Phoma lingam* im Herbst und Frühjahr der Varianten (K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G), Befallshäufigkeit (BHB %), Standort Großenstein, Sorten Talent und Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 /2007

Großenstein BHB Blatt Talent									Großenstein BHB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
27. Sep	0			0			0	n.s.	0			0			0	n.s.
04. Okt	0							n.s.	0							n.s.
11. Okt	20	10	0	0	0		10	n.s.	40	0	0	20	0	0	0	n.s.
18. Okt	25							n.s.	75							n.s.
25. Okt	98c	13a	8a	53b	13a	73b	15a	***	100c	15a	13a	78b	15a	85bc	23a	***
02. Nov	98							n.s.	93							n.s.
08. Nov	93c	20ab	28ab	73c	15a	50abc	60bc	***	100b	40a	15a	90b	63ab	63ab	63ab	***
15. Nov	100							n.s.	93							n.s.
22. Nov	63bc	3a	8a	73c	28ab	18a	15a	*	58bc	0a	8ab	75c	38abc	5ab	0a	***
30. Nov	53							n.s.	78							n.s.
21. Mrz	95							n.s.	93							n.s.
29. Mrz	83	98	93	88	93	90	98	n.s.	85	95	88	93	80	98	97	n.s.
11. Apr	95	98	98	100	100	98	100	n.s.	100	98	100	100	100	100	100	n.s.
25. Apr	100b	90ab	83ab	93ab	95ab	90ab	65a	*	95ab	88ab	83ab	95ab	98b	98b	68a	*
09. Mai	90b	80ab	73ab	95b	85b	83b	43a	**	93b	98b	40a	93ab	98b	90b	43a	***
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
26. Sep	93							n.s.	98							n.s.
03. Okt	100b			100b			53a	**	98b			88b			48a	**
10. Okt	95							n.s.	93	0						n.s.
17. Okt	73	50	55	75	63		65	n.s.	73	53	65	50	58		20	n.s.
24. Okt	100							n.s.	100							n.s.
31. Okt	95b	40a	38a	40a	15a		48ab	**	88b	33a	25a	28a	23a		40ab	**
07. Nov	88							n.s.	78							n.s.
14. Nov	85b	5a	38a	43ab	28a		23a	***	70b	10a	15a	23ab	20ab		28ab	*
03. Apr	13	13	13	23	13		10	n.s.	15	0	13	10	10		13	n.s.
17. Apr	45	43	18	13	15		13	n.s.	30	8	15	23	23		5	n.s.
01. Mai	40	28	20	30	23		5	n.s.	33	20	30	30	25		23	n.s.
15. Mai	40ab	18a	58b	38ab	30ab		13a	*	55bc	15a	70c	65ab	65c		0a	***
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
25. Sep	48						38	n.s.	38						25	n.s.
02. Okt	50							n.s.	50							n.s.
09. Okt	83b	23a	23a	68ab	0		20a	**	70bc	23ab	23ab	73c	0		10a	**
16. Okt	80							n.s.	95							n.s.
23. Okt	100	60	60	67	95		70	n.s.	100	77	77	57	98		68	n.s.
30. Okt	98							n.s.	100							n.s.
06. Nov	100b	93b	93b	60a	100b		90b	***	98b	67ab	67ab	43a	87b		87b	**
13. Nov	93							n.s.	90							n.s.
20. Nov	93b	90b	90b	40a	83b		97b	**	88a	57ab	57ab	43ab	83ab		93b	*
27. Nov	93							n.s.	98							n.s.
04. Dez	93b	83ab	83ab	45a	78ab		95b	*	75	83	83	38	48		83	n.s.
22. Jan	70							n.s.	68							n.s.
26. Feb	55							n.s.	78							n.s.
12. Mrz	57	80	80	80	87		63	n.s.	68	70	70	67	53		47	n.s.
26. Mrz	100b	100b	100b	98b	90ab		70a	**	100	78	93	97	88		80	n.s.
10. Apr	95	65	95	98	97		68	n.s.	100c	70ab	98bc	93abc	88abc		65a	**

Anhangtabellen

Anhangtab. 6: Blattbefall von *Phoma lingam* im Herbst und Frühjahr der Varianten (K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standort Großenstein, Sorten Talent und Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 /2007

Großenstein BSB Blatt Talent									Großenstein BSB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
27. Sep	0			0			0	n.s.	0			0			0	n.s.
04. Okt	0							n.s.	0							n.s.
11. Okt	4	1	0	0	0		1	n.s.	7	0	0	3	0	0	0	n.s.
18. Okt	5							n.s.	61							n.s.
25. Okt	157b	3a	2a	25a	4a	38a	3a	***	259c	2a	3a	126b	6a	55a	14a	***
02. Nov	174							n.s.	240							n.s.
08. Nov	187	2	5	88	4	27	42	n.s.	255b	19a	3a	182ab	78ab	63ab	36a	**
15. Nov	159							n.s.	150							n.s.
22. Nov	35	1	1	59	10	7	4	n.s.	28ab	0a	1a	44b	27ab	1a	0a	**
30. Nov	27							n.s.	55							n.s.
21. Mrz	172							n.s.	203							n.s.
29. Mrz	177a	396ab	194a	310ab	331ab	263ab	633b	*	256	328	235	366	227	512	509	n.s.
11. Apr	879	1101	1121	1553	1147	1391	1140	n.s.	1151	1009	892	1433	1766	1325	789	n.s.
25. Apr	745b	603ab	201ab	561ab	758b	629ab	107a	**	1167	284	224	1059	918	1069	228	n.s.
09. Mai	450b	344ab	89ab	370ab	394ab	271ab	35a	*	637	517	35	615	637	421	41	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
26. Sep	36							n.s.	47							n.s.
03. Okt	308c			112b			13a	***	305b			89a			11a	n.s.
10. Okt	204							n.s.	231							n.s.
17. Okt	375	111	314	154	125		50	n.s.	125	58	88	44	43		6	n.s.
24. Okt	207							n.s.	240							n.s.
31. Okt	476b	49a	18a	28a	39a		26a	***	218	24	7	8	6		22	n.s.
07. Nov	181							n.s.	276							n.s.
14. Nov	242	7	35	52	31		11	n.s.	96	9	10	8	14		13	n.s.
03. Apr	9	6	3	18	16		4	n.s.	3	0	4	7	22		3	n.s.
17. Apr	19	15	23	8	8		17	n.s.	26	2	6	21	27		1	n.s.
01. Mai	72	26	65	28	32		2	n.s.	42	16	123	21	37		10	n.s.
15. Mai	35	11	38	26	22		5	n.s.	58	12	65	63	52		0	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
25. Sep	12						6	n.s.	10						3	n.s.
02. Okt	16							n.s.	17							n.s.
09. Okt	66	6	6	58			1	n.s.	53b	4a	4a	40ab			2a	n.s.
16. Okt	107							n.s.	198							n.s.
23. Okt	531	84	84	30	513		141	n.s.	574ab	78ab	78ab	33a	625b		131ab	**
30. Okt	306							n.s.	336							n.s.
06. Nov	648	391	391	151	388		228	n.s.	796b	301ab	301ab	36a	309ab		215ab	*
13. Nov	293							n.s.	383							n.s.
20. Nov	479	329	329	36	234		409	n.s.	959	78	78	21	196		518	n.s.
27. Nov	495							n.s.	470							n.s.
04. Dez	175	229	229	42	171		203	n.s.	178	169	169	37	58		228	n.s.
22. Jan	106							n.s.	76							n.s.
26. Feb	58							n.s.	139							n.s.
12. Mrz	63	114	114	175	113		57	n.s.	115	69	69	129	66		51	n.s.
26. Mrz	277	111	291	172	82		65	n.s.	400b	63ab	225ab	204ab	134ab		42a	*
10. Apr	266	34	425	266	415		48	n.s.	481b	58a	464b	513ab	141ab		62a	**

Anhangtabellen

Anhangtab. 7: Blattbefall von *Phoma lingam* im Herbst und Frühjahr der Varianten (K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G), Befallshäufigkeit (BHB %), Standort Freising, Sorten Talent und Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 /2007

Freising BHB Blatt Talent									Freising BHB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3**ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3**ORT	T1	T2	T4	G	p
27. Sep	0							n.s.	0							n.s.
04. Okt	3				0		5	n.s.	0				5		3	n.s.
11. Okt	18	3	0	5	13	38	5	n.s.	33b	8ab	8ab	3a	13	45	15a	*
18. Okt	70							n.s.	78							n.s.
25. Okt	93d	10a	10a	65c	35ab	45b	13a	***	98c	13a	18a	83bc	50a	33ab	20a	***
02. Nov	85							n.s.	75							n.s.
08. Nov	80d	33ab	10a	73cd	60ab	28bc	15ab	***	93c	15a	5a	88c	83b	25ab	15ab	***
15. Nov	53							n.s.	83							n.s.
22. Nov	70c	3a	3a	78c	60bc	8ab	28a	***	73bc	25ab	3a	50abc	78c	8ab	10a	***
30. Nov	63							n.s.	65							n.s.
21. Mrz	63							n.s.	55							n.s.
29. Mrz	38	63	53	67	47	40	45	n.s.	83	43	37	58	50	63	47	n.s.
11. Apr	90	90	78	85	88	75	75	n.s.	93	78	80	88	90	90	73	n.s.
25. Apr	80	80	70	80	73	60	53	n.s.	75	73	60	80	90	60	58	n.s.
09. Mai	85	78	53	75	75	70	65	n.s.	65	80	50	88	70	68	53	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
03. Okt	0							n.s.	0							n.s.
10. Okt	0			0			0	n.s.	0			0			0	n.s.
17. Okt	30							n.s.	45							n.s.
24. Okt	65b	23a	28a	3a	5a		8a	***	58b	3a	3a	3a	0a		0a	***
31. Okt	90							n.s.	75							n.s.
07. Nov	23	10	20	8	18		5	n.s.	63b	23a	25a	8a	10a		0a	***
14. Nov	80							n.s.	65							n.s.
03. Apr	33	58	43	40	48		40	n.s.	45	28	50	15	53		40	n.s.
17. Apr	15	18	38	33	35		28	n.s.	38	8	33	25	28		20	n.s.
01. Mai	65	43	45	33	45		20	n.s.	45	30	5	35	33		25	n.s.
15. Mai	40	28	48	45	48		30	n.s.	43	8	18	15	18		15	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
02. Okt	18						18	n.s.	28						38	n.s.
09. Okt	70							n.s.	68						0	n.s.
16. Okt	57a	70a	70a	37ab			10a	**	90	43	43	43			23	n.s.
23. Okt	75							n.s.	95							n.s.
30. Okt	78	50	50	60			20	n.s.	95b	48a	48a	53ab			40a	**
06. Nov	85							n.s.	93							n.s.
13. Nov	78b	10a	10a	27a			17a	***	85	47	47	33			37	n.s.
20. Nov	68							n.s.	78							n.s.
27. Nov	40	18	18	18			3	n.s.	55	20	20	10			45	n.s.
04. Dez	63							n.s.	80							n.s.
22. Jan	38							n.s.	78							n.s.
05. Mrz	68							n.s.	83							n.s.
12. Mrz	73	60		50			27	n.s.	63	70		60			50	n.s.
26. Mrz	73	68	77	63			65	n.s.	93c	70bc	73bc	50ab			30a	***
10. Apr	93	60	70	80	78		73	n.s.	97	60	65	65	83		65	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 8: Blattbefall von *Phoma lingam* im Herbst und Frühjahr der Varianten (K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G), Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standort Freising, Sorten Talent und Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006 und 2006 /2007

Freising BSB Blatt Talent									Freising BSB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
27. Sep	0							n.s.	0							n.s.
04. Okt	0				0		1	n.s.	0				1		0	n.s.
11. Okt	2	0	0	1		9	1	n.s.	4b	2ab	1ab	0ab	2	26	3a	*
18. Okt	32							n.s.	92							n.s.
25. Okt	96b	2a	1a	62b	17a	11a	2a	***	147b	3a	3a	109b	30a	8a	5a	***
02. Nov	111							n.s.	124							n.s.
08. Nov	165b	5a	2a	55a	26a	6a	5a	**	97b	8a	1a	141b	60a	4a	2a	***
15. Nov	33							n.s.	82							n.s.
22. Nov	35ab	0a	0a	57b	29ab	2a	9a	***	32b	6a	0a	20ab	52a	5a	2a	***
30. Nov	23							n.s.	28							n.s.
21. Mrz	64							n.s.	136							n.s.
29. Mrz	54	54	51	123	33	37	68	n.s.	99	39	16	83	28	57	55	n.s.
11. Apr	260	140	168	314	281	180	172	n.s.	664	117	173	625	460	471	199	n.s.
25. Apr	276b	206ab	86a	140ab	150ab	93a	74a	**	156ab	164ab	80a	391b	254ab	68a	60a	**
09. Mai	523	138	99	255	200	173	53	n.s.	421	208	75	235	220	385	90	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
03. Okt	0							n.s.	0							n.s.
10. Okt	0			0			0	n.s.	0			0			0	n.s.
17. Okt	4							n.s.	7							n.s.
24. Okt	15b	2a	2a	0a	1a	0	1a	***	22b	0a	0a	0a	0a		0a	***
31. Okt	74							n.s.	71							n.s.
07. Nov	28	4	8	2	5	0	4	n.s.	58b	4a	6a	3a	2a		0a	***
14. Nov	96							n.s.	55							n.s.
03. Apr	52	49	26	49	70		23	n.s.	77	32	53	10	61		80	n.s.
17. Apr	7	21	17	27	29		48	n.s.	43	2	35	15	6		14	n.s.
01. Mai	239	108	82	83	103		24	n.s.	31	24	3	36	47		25	n.s.
15. Mai	39	16	30	47	36		8	n.s.	25b	9ab	4a	7ab	5a		3a	*
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
02. Okt	7						3	n.s.	7						13	n.s.
09. Okt	27							n.s.	31							n.s.
16. Okt	28	28	28	27			3	n.s.	114b	21a	21a	35ab			6a	**
23. Okt	103							n.s.	235							n.s.
30. Okt	125	40	40	35			4	n.s.	484b	37a	37a	30a			20a	***
06. Nov	106							n.s.	288							n.s.
13. Nov	115b	2a	2a	9a			3a	***	229	32	32	26			18	n.s.
20. Nov	40							n.s.	98							n.s.
27. Nov	61	12	12	4			1	n.s.	68b	9ab	9ab	2a			25ab	*
04. Dez	43							n.s.	91							n.s.
22. Jan	27							n.s.	68							n.s.
05. Mrz	134							n.s.	163							n.s.
12. Mrz	91	83		36			45	n.s.	109	69		82			41	n.s.
26. Mrz	155	72	78	73			52	n.s.	175b	55a	54a	43a			20a	**
10. Apr	183b	37a	67ab	119ab	83ab		50ab	*	322	37	77	61	181		59	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 9: Mittelwerte Herbstblattbefall über die Standorte Birkenmoor (Bim), Hovedissen (Hov), Großenstein (Gro) und Freising (Freis) der Varianten (K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G), Befallshäufigkeit (BHB %), Befallsstärke (n-Pyknidien), Jahre 2004, 2005, 2006, sowie über identische Varianten der Jahre 2006 und 2007, Sorte Talent und Pronto

Mittelwert BHB Blatt Talent									Mittelwert BHB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Var.	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
Bim	51b	19a	23a	22a	11a	41ab	6a	***	75c	18a	25ab	45b	25ab	56b	13a	***
Hov	80c	32ab	29ab	63bc	49ab	43ab	25a	***	87c	30a	35a	69bc	31a	41ab	28a	***
Gro	68c	11a	11a	49b	14a	47b	25a	***	74c	14a	9a	66c	29ab	38bc	21ab	***
Frei	65d	12ab	6a	55cd	42bc	29bc	15a	***	74c	15a	8a	56bc	56bc	28ab	15a	***
Mittel	66c	19a	17a	47b	29a	40b	18a	*	77d	19a	19a	59c	35ab	41b	19a	*
Jahre 2005/2006																
Var.	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
Bim	46b	19a	16a	11a	13a	a	11a	***	54b	18a	21a	14a	12a	a	4a	***
Hov	33c	6a	9ab	23bc	12ab		5a	***	35b	4a	6a	20a	17a		6a	***
Gro	88c	32a	43ab	64bc	35a		47ab	***	82b	32a	35a	47a	33a		34a	***
Frei	44b	16ab	24ab	5a	11a		6a	**	60b	13a	14a	5a	5a		0a	***
Mittel	53b	18a	23a	26a	18a		17a	***	57b	17a	19a	21a	17a		11a	***
Jahre 2006/2007																
Var.	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
Bim	76	70	70	70	77		56	n.s.	71	61	61	74	61		53	n.s.
Hov	98b	61a	62a	61a	87ab		68ab	***	95b	80ab	56a	80ab	85b		67ab	**
Gro	94b	70ab	70ab	56a	71b		74ab	***	86b	61ab	61ab	51a	63ab		68ab	**
Frei	63b	37a	37a	35a			12a	***	81b	39a	39a	35a			36a	***
Mittel	82b	59a	60a	55a	78b		52a	***	83c	60ab	54a	60ab	70bc		56a	***
Mittelwert identische Varianten 2006-2007 Talent									Mittelwert identische Varianten 2006-2007 Pronto							
	K	ORT	ESS	BHB			G		K	ORT	ESS	BHB			G	
	67b	39a	43a	37a			35a	***	70b	38a	38a	38a			33a	***
Mittelwert BSB Blatt Talent									Mittelwert BSB Blatt Pronto							
Jahre 2004/2005																
Var.	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
Bim	56a	8a	6a	15a	5a	31a	1b	***	103a	3a	7a	40a	11a	49a	3b	***
Hov	110b	15a	9a	50a	26a	18a	11a	***	170b	10a	16a	83a	14a	12a	10a	***
Gro	95b	2a	2a	43ab	4a	24a	13a	***	137c	5a	2a	89bc	28ab	30ab	12ab	***
Frei	75c	2a	1a	44bc	24ab	7a	4a	***	70b	5a	1a	68b	36a	11a	3a	***
Mittel	84c	7a	4a	38b	15a	20a	7a	*	120c	6a	6a	70b	22a	25a	7a	***
Jahre 2005/2006																
Var.	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
Bim	56b	7a	5a	3a	5a	a	2b	***	49a	3a	6a	4a	4a	a	1b	***
Hov	13b	1a	2a	8ab	4ab		1a	***	16b	0a	1a	6a	8ab		1a	***
Gro	350b	56a	122a	86a	65a		25a	***	186b	30a	35a	37a	21a		13a	***
Frei	22b	3a	5a	1a	3a		2a	**	40b	2a	3a	1a	1a		0a	***
Mittel	110b	17a	34a	25a	20a		7a	***	73b	9a	11a	12a	9a		4a	***
Jahre 2006/2007																
Var.	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
Bim	322	252	252	146	162		103	n.s.	353	170	170	178	77		99	n.s.
Hov	392b	110a	110a	74a	230ab		81a	**	420b	119a	89a	119a	440b		79a	***
Gro	380b	208ab	63ab	208a	327b		196ab	***	512b	126a	126a	33a	297ab		219a	***
Frei	82b	21a	21a	19a			3a	***	224a	25a	25a	23a			17a	***
Mittel	294c	148ab	111ab	112a	239bc		96a	***	377b	110a	103a	89a	271b		104a	***
Mittelwert identische Varianten 2006-2007 Talent									Mittelwert identische Varianten 2006-2007 Pronto							
	K	ORT	ESS	BHB			G	p	K	ORT	ESS	BHB			G	p
	202b	82a	68a	66a			52a	***	225b	60a	57a	49a			54a	***

Anhangtabellen

Anhangtab. 10: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallswert (BW 1-9), Standort Birkenmoor, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007

Birkenmoor BW Wurzelhals Talent										Birkenmoor BW Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																	
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p		K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	2,6	2,1	2,4	2	2,2	1,8	1,9	n.s.		2,6	2,6	2	2,5	2,9	2	2,4	n.s.
30. Mai	3,3	3,1	1,9	2,5	2	2,6	2,2	n.s.		2,7	2,5	2,4	2,2	2,3	2,1	1,9	n.s.
06. Jun	3,3	3,4	2,6	3,2	2,9	3,4	3,1	n.s.		2,8	3,4	2,4	3,4	2,5	2,6	3,2	n.s.
20. Jun	3,6	2,7	2,8	2,6	3	2,6	2,9	n.s.		3,4	2,6	3,1	3,5	3,6	3,4	2,7	n.s.
04. Jul	3,4	3,5	3,3	3,1	3,9	3,8	3,3	n.s.		3,8	3,2	3,2	3,7	3,5	3,4	3	n.s.
18. Jul	4,8	4,9	4,8	4,6	4,8	4,5	4,7	n.s.		5	4,4	4,6	5,7	4,6	4,7	4,1	n.s.
Jahre 2005/2006																	
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p		K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	3,2	1,9	1,9	1,9	1,6	0	2,1	n.s.		2,5	2,1	2	1,8	1,9	0	1,2	n.s.
30. Mai	3,5	2,8	2,1	2,6	1,8	3,9	1,9	n.s.		4,3	3,9	2,5	2,6	3	3,4	2,7	n.s.
12. Jun	3,9ab	2,5ab	3,8ab	3,5ab	2,4ab	4,2b	1,8a	*		4,7b	2,9a	2,7a	3,6ab	3,3ab	3,9ab	2,6a	**
26. Jun	4,2b	3,8ab	3,3ab	3,4ab	3,2ab	4,3ab	2,5a	**		4,5	3,9	3,3	3,9	3,3	4	3	n.s.
10. Jul	3,6b	2,7ab	2,8ab	2,2a	3,1ab	3,7b	2,5ab	**		4,1	3,1	2,7	3,8	2,9	3,6	2,6	n.s.
31. Jul	4,5	3	2,9	2,9	3,3	4	2,9	n.s.		5,1b	3,2a	3,0a	3,6ab	3,5ab	3,9ab	3,1a	**
Jahre 2006/2007																	
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p		K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	1,4							n.s.		1,3							n.s.
12. Mrz	2,4	1,5		1,5	1,7		1,2	n.s.		1,9	1,7		1,8	1,3		1,2	n.s.
26. Mrz	1,3	1	1	1,2	1,2		1	n.s.		1,3	1	1,2	1,1	1,1		1	n.s.
10. Apr	1,7	1,3	1,4	1,2	1,7		1,3	n.s.		1,1a	1,4ab	1,7b	1,3ab	1,2ab		1,2ab	*
23. Apr	2,2	1,3	1,9	2	1,9	2,3	1,9	n.s.		2,1	2,1	1,9	1,9	1,6	2,3	1,8	n.s.
07. Mai	3,2	2,9	2,9	3	3,2	3	2,6	n.s.		2,6	2,8	2,6	2,8	2,4	2,7	2,4	n.s.
21. Mai	4,3	4,1	4,3	4,7	4	5,3	4	n.s.		4,4	4,8	4,2	4,1	3,9	4,1	3,6	n.s.
04. Jun	6,1	5,2	5,4	5,6	6,1	5,9	4,4	n.s.		4,9	4,9	5,4	5,1	5,5	5,8	4,4	n.s.
18. Jun	6,9	5,3	4,2	5,4	5,9	5,9	4,9	n.s.		5,3	4,7	5,8	4,3	4,5	6,2	4,9	n.s.
02. Jul	7,6	5,6	6,6	6,1	6	6,5	5	n.s.		7,8	5,4	6,2	5,8	5,8	7,1	6,5	n.s.
16. Jul	7,9	7	7,8	7,9	7,6	7,9	7,3	n.s.		7,3	7,3	7,9	7,5	7,9	7,9	7,2	n.s.
Birkenmoor BW Stängel Talent										Birkenmoor BW Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																	
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p		K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	1,5	1,4	1,2	1,5	1,5	1,2	1,1	n.s.		1,5	1,3	1,6	1,5	2,1	1,3	1,7	n.s.
30. Mai	1,5	1,9	1,2	1,4	1,2	1,4	1,1	n.s.		1,5	1,7	1,5	1,4	1,8	1,6	1,2	n.s.
06. Jun	1,5	1,7	1,9	1,7	1,7	1,6	1,2	n.s.		1,8	1,6	1,4	1,8	2	1,7	1,8	n.s.
20. Jun	1,6	2	1,4	1,4	1,8	1,5	1,4	n.s.		1,8	1,5	1,9	2,4	2,1	2,4	1,8	n.s.
04. Jul	2,2	2,3	2	2,1	2,4	2,1	2	n.s.		2,6	2,5	2,3	2,5	2,4	2,3	2,2	n.s.
18. Jul	3,3	3,5	3,2	3,5	3,1	3,3	3,1	n.s.		4,1	3,9	2,8	4,2	4	4,1	3,2	n.s.
Jahre 2005/2006																	
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p		K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	1,1	1,1	1	1	1	0	1	n.s.		1	1,6	1	1	1	0	1	n.s.
30. Mai	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1	n.s.		1,4	1	1,1	1,1	1,2	1,1	1	n.s.
12. Jun	1,1	1,1	1	1	1	1,1	1	n.s.		1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	n.s.
26. Jun	1,3	1,2	1,4	1,2	1,2	1,3	1,1	n.s.		1,6b	1,3ab	1,3ab	1,5ab	1,2a	1,5ab	1,2a	***
10. Jul	1,4	1,1	1,3	1,1	1,4	1,3	1	n.s.		2,1b	1,5ab	1,3a	1,4a	1,4a	1,7ab	1,1a	**
31. Jul	2,3	1,6	1,6	1,7	1,9	2,1	1,6	n.s.		2,8	1,3	1,8	2	2,2	2,3	1,6	n.s.
Jahre 2006/2007																	
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p		K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	1							n.s.		1							n.s.
12. Mrz	1	1		1	1		1	n.s.		1	1		1	1		1	n.s.
26. Mrz	1	1	1	1	1		1	n.s.		1	1	1	1	1		1	n.s.
10. Apr	1	1	1	1	1		1	n.s.		1	1,1	1	1	1		1	n.s.
23. Apr	1,4	1	1,5	1,2	1,1	1,4	1,1	n.s.		1,2	2,6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	n.s.
07. Mai	1,9	1,4	1,7	1,7	1,9	1,7	1,5	n.s.		1,5	1,5	1,8	1,6	1,5	1,7	1,5	n.s.
21. Mai	1,5	2,3	1,7	1,8	1,4	1,6	1,5	n.s.		1,8	2	1,6	1,6	1,5	1,5	1,7	n.s.
04. Jun	2,7	1,9	2,2	2,1	2,1	2,3	1,9	n.s.		2,2	2	1,8	2,3	1,8	2,2	1,7	n.s.
18. Jun	3,9	2,8	2,6	2,5	5,4	2,9	3,3	n.s.		3,5	2,9	3,7	2,6	2,6	3	2,6	n.s.
02. Jul	5,6	3,6	4,8	4,6	3,5	4	3,5	n.s.		6,7	3,9	4,5	4,7	4,2	5,8	4,9	n.s.
16. Jul	7,3	6,2	7	6,9	7	7,2	6,3	n.s.		6,9	6,6	7	6,8	7	7,3	6,5	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 11: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallshäufigkeit (BHB %), Standort Birkenmoor, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007

Birkenmoor BHB Wurzelhals Talent										Birkenmoor BHB Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																	
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p		K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	73	68	63	53	50	38	40	n.s.		55	30	48	50	55	38	48	n.s.
30. Mai	93	83	50	73	53	70	58	n.s.		58	53	50	53	45	43	45	n.s.
06. Jun	93	98	68	100	85	93	90	n.s.		73	75	65	73	55	68	75	n.s.
20. Jun	98	83	95	88	98	88	93	n.s.		73	65	70	73	75	70	70	n.s.
04. Jul	90	85	83	85	88	90	78	n.s.		75	70	65	75	75	75	65	n.s.
18. Jul	98	100	100	100	100	98	100	n.s.		75	65	73	75	75	75	75	n.s.
Jahre 2005/2006																	
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p		K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	80	58	60	40	45	0	23	n.s.		60	53	45	38	50	0	18	n.s.
30. Mai	80	80	60	70	55	95	48	n.s.		90	75	75	78	75	90	80	n.s.
12. Jun	93b	73ab	85ab	98b	60ab	98b	45a	**		100	75	90	98	88	93	83	n.s.
26. Jun	98	100	100	93	98	98	83	n.s.		100	95	88	100	95	100	95	n.s.
10. Jul	93	88	95	65	88	88	98	n.s.		95	88	93	98	95	98	85	n.s.
31. Jul	95	68	78	68	90	93	73	n.s.		100	93	83	93	93	90	83	n.s.
Jahre 2006/2007																	
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p		K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
22. Jan	15							n.s.		3							n.s.
26. Feb	35							n.s.		28							n.s.
12. Mrz	65b	20ab		20ab	25ab		10a	*		43	33		28	15		10	n.s.
26. Mrz	18	0	0	10	15		0	n.s.		5ab	0a	20b	8ab	10ab		3a	*
10. Apr	58	15	25	13	40		13	n.s.		8a	23ab	53b	15a	15a		13a	**
23. Apr	75	18	45	55	58	73	58	n.s.		68	60	55	45	43	70	45	n.s.
07. Mai	100	100	95	95	98	98	95	n.s.		90	68	98	85	85	93	80	n.s.
21. Mai	98	75	75	75	73	75	75	n.s.		100	75	75	75	75	75	75	n.s.
04. Jun	75	75	73	75	75	75	73	n.s.		73	73	75	75	75	75	75	n.s.
18. Jun	100	75	75	75	75	75	75	n.s.		100	70	75	73	75	75	75	n.s.
02. Jul	100	75	75	75	75	75	75	n.s.		100	98	75	75	75	75	75	n.s.
16. Jul	100	100	100	100	100	100	100	n.s.		100	100	100	100	100	100	100	n.s.
Birkenmoor BHB Stängel Talent										Birkenmoor BHB Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																	
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p		K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	23	28	20	25	30	15	10	n.s.		25	13	18	20	35	20	30	n.s.
30. Mai	35	55	18	30	10	33	10	n.s.		23	35	23	25	40	28	10	n.s.
06. Jun	40	48	40	50	48	40	18	n.s.		43	38	28	45	38	43	48	n.s.
20. Jun	35	68	33	38	60	43	28	n.s.		43	33	48	55	55	58	40	n.s.
04. Jul	70	78	70	75	75	80	58	n.s.		70	63	53	70	65	63	65	n.s.
18. Jul	85	85	85	100	88	98	100	n.s.		58	63	55	75	75	73	58	n.s.
Jahre 2005/2006																	
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p		K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	3	3	0	0	0	0	0	n.s.		0	8	0	0	3	0	0	n.s.
30. Mai	10	15	8	15	8	10	3	n.s.		30b	0a	5ab	5ab	8ab	3	3ab	*
12. Jun	13	5	3	0	3	5	0	n.s.		10	8	18	8	5	18	10	n.s.
26. Jun	30	18	28	20	20	28	13	n.s.		43	28	28	38	15	43	15	n.s.
10. Jul	33	8	25	10	25	18	3	n.s.		63c	28ab	18ab	28ab	20ab	45bc	8a	***
31. Jul	65	30	33	43	53	55	28	n.s.		68	23	38	65	53	58	33	n.s.
Jahre 2006/2007																	
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p		K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
22. Jan	0							n.s.		0							n.s.
26. Feb	0							n.s.		0							n.s.
12. Mrz	0	0		0	0		0	n.s.		0	0		0	0		0	n.s.
26. Mrz	0	0	0	0	0		0	n.s.		0	0	0	0	0		0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.		0	5	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	28	3	30	13	5	23	10	n.s.		15	18	10	5	3	10	15	n.s.
07. Mai	65	35	50	50	68	53	43	n.s.		40	18	58	43	40	50	43	n.s.
21. Mai	40	53	43	30	20	35	33	n.s.		58	43	35	28	28	28	30	n.s.
04. Jun	55	38	55	40	50	45	38	n.s.		40	50	45	43	38	45	38	n.s.
18. Jun	98	60	68	60	70	70	68	n.s.		90	68	68	60	63	63	63	n.s.
02. Jul	100	75	75	75	68	75	68	n.s.		100	90	73	73	75	75	75	n.s.
16. Jul	100	100	100	100	98	100	98	n.s.		95	93	98	98	100	100	95	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 12: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standort Birkenmoor, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007

Birkenmoor BSB Wurzelhals Talent									Birkenmoor BSB Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	7	3	4	3	4	3	0	n.s.	11	3	1	4	6	3	4	n.s.
30. Mai	20	12	3	7	7	6	6	n.s.	14b	7ab	7a	8ab	8ab	8ab	4a	*
06. Jun	13	10	7	7	14	8	7	n.s.	21	6	2	22	9	9	12	n.s.
20. Jun	19	9	6	5	11	5	11	n.s.	25	5	21	23	27	22	17	n.s.
04. Jul	20	18	16	16	22	23	14	n.s.	31	16	14	31	19	20	16	n.s.
18. Jul	26	20	21	16	20	18	17	n.s.	21	19	12	28	18	26	15	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	11b	4ab	3a	4ab	1a	0	2a	*	14	3	5	2	5	0	0	n.s.
30. Mai	28	39	5	27	6	26	8	n.s.	90b	10a	9a	17a	30ab	16	6a	**
12. Jun	51	15	38	29	16	64	4	n.s.	115b	32a	10a	34a	20a	44a	6a	***
26. Jun	18bc	12abc	5ab	6abc	3ab	22c	2a	**	31c	16abc	6ab	14abc	4ab	23bc	2a	***
10. Jul	44	13	25	11	27	38	4	n.s.	46	24	13	32	21	41	2	n.s.
31. Jul	31	10	10	14	14	20	12	n.s.	61b	13a	14a	25ab	21ab	35ab	13a	*
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
22. Jan	0							n.s.	0							n.s.
26. Feb	0							n.s.	0							n.s.
12. Mrz	0	0		0	0		0	n.s.	0	0		0	0		0	n.s.
26. Mrz	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	5	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	8	1	8	8	2	3	2	n.s.	7	5	5	5	0	7	2	n.s.
07. Mai	50	48	40	38	44	35	46	n.s.	23	76	21	31	12	134	34	n.s.
21. Mai	76ab	125ab	72ab	132ab	104ab	264b	51a	*	86	184	105	164	74	147	90	n.s.
04. Jun	141	66	114	73	93	112	59	n.s.	66	104	97	78	130	100	35	n.s.
18. Jun	138	90	91	79	147	176	132	n.s.	73	59	136	52	88	97	83	n.s.
02. Jul	194	97	211	91	118	190	59	n.s.	286	67	102	240	97	243	94	n.s.
16. Jul	85	49	79	74	66	91	85	n.s.	106	36	93	67	63	87	81	n.s.
Birkenmoor BSB Stängel Talent									Birkenmoor BSB Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	3	1	0	1	0	1	0	n.s.	2	0	4	1	7	0	0	n.s.
30. Mai	0	3	1	3	1	1	0	n.s.	1	1	1	6	1	2	2	n.s.
06. Jun	0	1	3	1	2	3	0	n.s.	4	1	0	9	7	0	1	n.s.
20. Jun	3	5	0	0	1	1	1	n.s.	3	1	5	8	4	6	2	n.s.
04. Jul	9	3	5	3	2	2	4	n.s.	6	6	9	7	5	2	3	n.s.
18. Jul	8	10	5	14	6	4	3	n.s.	14	21	14	25	19	26	12	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	n.s.
30. Mai	0	1	0	0	0	1	0	n.s.	1	0	0	0	0	1	0	n.s.
12. Jun	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	n.s.
26. Jun	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	1	0	0	2	0	0	0	n.s.
10. Jul	2	0	1	0	1	1	0	n.s.	6	13	2	6	4	2	2	n.s.
31. Jul	22	3	15	15	16	6	10	n.s.	77	0	33	14	30	29	17	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
22. Jan	0							n.s.	0							n.s.
26. Feb	0							n.s.	0							n.s.
12. Mrz	0	0		0	0		0	n.s.	0	0		0	0		0	n.s.
26. Mrz	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	2	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	1	0	2	0	0	3	0	n.s.	0	1	0	0	3	0	10	n.s.
07. Mai	14	1	7	4	3	5	4	n.s.	3	9	7	8	6	11	9	n.s.
21. Mai	10	30	7	6	5	6	15	n.s.	13	29	8	14	3	13	11	n.s.
04. Jun	39	7	9	6	5	6	3	n.s.	6	3	7	7	1	9	2	n.s.
18. Jun	43	17	23	8	26	17	61	n.s.	57	18	82	8	19	47	7	n.s.
02. Jul	392	57	93	140	37	62	27	n.s.	359	63	83	236	125	136	67	n.s.
16. Jul	94	29	63	41	19	33	62	n.s.	132	37	29	30	45	64	43	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 13: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallswert (BW 1-9), Standort Hovedissen, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007

Hovedissen BW Wurzelhals Talent										Hovedissen BW Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																	
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p		K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	2,7	1,6	1	1,5	1,3	1,5	1,2	n.s.		2,8	2,1	1,7	2,2	2,1	2	1,3	n.s.
30. Mai	2,2	2,1	1,7	2,3	2,2	2,8	1,7	n.s.		3,1	3,1	2,5	2,7	2,2	2,3	2,3	n.s.
13. Jun	2,4	2,2	1,7	2,1	2	2,2	1,9	n.s.		3,0c	2,2abc	1,9ab	2,6bc	2,5bc	2,4abc	1,7a	***
20. Jun	2,7	2,5	2	2,3	2,5	1,9	1,9	n.s.		3,1b	2,7ab	1,7a	1,9ab	2,6ab	2,4ab	1,7a	*
04. Jul	5	3,7	3,9	4,2	4,2	4	4,3	n.s.		5,6	4,9	4,6	4,6	5,2	4,7	4,1	n.s.
27. Jul	5,7	5,5	4,9	5,3	5,2	5,6	4,6	n.s.		5,6	5,3	5	5,5	5,9	5,3	4,9	n.s.
Jahre 2005/2006																	
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p		K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	1,7	1,4	1,9	1,3	1,7		1,4	n.s.		1,9	2	1,6	1,5	2,3	0	1,3	n.s.
30. Mai	3,9b	2,1a	3,0ab	3,1ab	2,6ab		2,2a	*		3,1	3	2,7	3,1	2,9	0	2,6	n.s.
12. Jun	4,1ab	3,5ab	3,2ab	3,1ab	3,6ab	4,5b	2,7a	*		4,3	3,1	3,7	3,8	3,1	4,3	2,9	n.s.
26. Jun	4,1	2,9	3,2	3,2	3,3	4	2,6	n.s.		4,6b	3,2a	3,4ab	3,5ab	3,0a	3,7ab	2,6a	**
10. Jul	4	3,3	3,6	4	3,1	4,1	3,1	n.s.		4,9	3,9	3,9	4	3,7	3,8	3,3	n.s.
24. Jul	5,2b	4,3ab	4,3ab	4,0ab	3,9ab	4,9ab	3,0a	*		5,1	4,8	3,7	4,5	3,7	4,3	2,7	n.s.
Jahre 2006/2007																	
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p		K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	1,5							n.s.		1,8							n.s.
12. Mrz	1,5							n.s.		1,7							n.s.
26. Mrz	1,4	1,2	1,2	1,6	1,3		1,2	n.s.		1,6	1,2	1,5	1,6	1,2		1	n.s.
10. Apr	1,2	1,1	1,2	1	1,2		1,1	n.s.		1,5	1,6	1,4	1,3	1,6		1,2	n.s.
23. Apr	2,2	1,5	1,5	1,7	1,9	2,1	1,4	n.s.		2,7	1,8	2,3	2,1	2,4	2,3	1,8	n.s.
07. Mai	2,9c	2,5abc	2,2abc	1,9ab	2,2abc	2,7bc	1,7a	**		3,3b	2,4a	2,3a	2,2a	2,7ab	3,0b	2,2a	***
21. Mai	3,4	3,1	3	2,9	3	3,6	2,6	n.s.		4,7	3,7	5,5	3,6	4	4,4	3,1	n.s.
04. Jun	6,1	3,8	5,8	4	5,4	5,5	3,2	n.s.		6	5,5	5,2	5,3	6	5,6	4	n.s.
18. Jun	5,3	4,2	3,4	4,2	4,3	5,1	4,8	n.s.		7,7b	5,9ab	5,0ab	5,0ab	6,1ab	6,4ab	4,5a	*
02. Jul	7,6	6,8	6,8	6,8	5,9	7,5	5,5	n.s.		7,8b	7,2ab	7,0ab	6,2ab	7,0ab	7,6b	5,6a	*
Hovedissen BW Stängel Talent										Hovedissen BW Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																	
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p		K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	1,7	1,3	1,2	1,4	1,6	1,6	1	n.s.		2,6	1,7	1,4	1,6	1,4	1,8	1,1	n.s.
30. Mai	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	2,1	1,3	n.s.		2,2	2	1,4	1,7	1,9	1,9	1,4	n.s.
13. Jun	1,8ab	1,6ab	1,4ab	1,8ab	2,1b	2,1ab	1,2a	*		2,5	1,8	1,8	1,9	2	1,9	1,3	n.s.
20. Jun	2	1,8	1,4	2	2	1,5	1,2	n.s.		2,1b	1,9ab	1,3ab	1,6ab	1,6ab	1,6ab	1,2a	*
04. Jul	3,6	3,7	2,9	3,5	2,8	3,4	2,3	n.s.		4,3	4,3	3,6	3,7	3,9	4,3	3,3	n.s.
27. Jul	4,6	4,9	3,9	5,7	3,9	4,8	4,5	n.s.		4,4	4,4	4,7	4,3	5	4,9	4,3	n.s.
Jahre 2005/2006																	
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p		K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	1	1	1	1	1		1	n.s.		1	1	1	1	1		1	n.s.
30. Mai	1,2	1	1	1	1,5		1	n.s.		1,1	1,1	1	1,2	1,1		1,1	n.s.
12. Jun	1,1	1	1	1,1	1,1	1,1	1	n.s.		1,2	1	1	1,2	1,1	1	1,1	n.s.
26. Jun	1,4	1,2	1,4	1,2	1,3	1,3	1,1	n.s.		1,6	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	n.s.
10. Jul	1,4	1,2	1,4	1,3	1,3	1,2	1	n.s.		1,6	1,2	1,2	1,4	1,4	1,2	1,1	n.s.
24. Jul	2,7	2,3	1,7	2,8	1,8	2,7	1,6	n.s.		3	2	1,7	2,5	2,2	2	1,9	n.s.
Jahre 2006/2007																	
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p		K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	1							n.s.		1							n.s.
12. Mrz	1							n.s.		1							n.s.
26. Mrz	1	1	1	1	1		1	n.s.		1	1	1	1	1		1	n.s.
10. Apr	1	1	1	1	1		1	n.s.		1	1	1	1	1		1	n.s.
23. Apr	1,3	1	1,2	1,1	1,3	1,2	1	n.s.		1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	2,9	1,1	n.s.
07. Mai	1,9	1,4	1,4	1	1,2	1,4	1,1	n.s.		1,2	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,1	n.s.
21. Mai	1,5	1,6	1,5	1,5	1,6	1,8	2,4	n.s.		1,9	1,6	1,9	1,9	1,7	1,8	1,6	n.s.
04. Jun	1,5	1,7	1,4	1,7	2,3	2,7	1,4	n.s.		2,1	2,1	1,8	1,8	2,2	2,6	1,9	n.s.
18. Jun	2,1	2,1	1,9	2,1	1,9	2,3	2,1	n.s.		3,5	3,1	2,8	3,8	2,7	3,8	2,4	n.s.
02. Jul	5,9	4,9	5,7	5,5	4,5	5,1	4,4	n.s.		5,4	4,8	5,3	4,7	4,9	4,7	3,9	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 14: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallshäufigkeit (BHB %), Standort Hovedissen, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007

Hovedissen BHB Wurzelhals Talent									Hovedissen BHB Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	70b	35ab	3a	23ab	18ab	25ab	10ab	*	75	65	38	45	55	60	15	n.s.
30. Mai	70	78	58	65	73	80	53	n.s.	95	90	78	80	75	68	70	n.s.
13. Jun	100	90	63	90	85	93	68	n.s.	100	95	75	93	88	93	63	n.s.
20. Jun	93	93	65	90	88	75	73	n.s.	98	83	60	65	83	85	55	n.s.
04. Jul	100	85	98	98	95	100	100	n.s.	100	100	100	100	100	98	100	n.s.
27. Jul	100	100	93	95	98	100	98	n.s.	100	100	93	98	98	100	100	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	40	18	40	20	40		18	n.s.	50	45	28	30	68		13	n.s.
30. Mai	93	70	93	98	80		70	n.s.	90	93	98	100	88		98	n.s.
12. Jun	98b	95ab	88ab	80ab	98b	95	65a	*	98	88	95	100	68	93	83	n.s.
26. Jun	100	100	100	100	95	100	80	n.s.	100	90	100	95	95	100	90	n.s.
10. Jul	98	100	95	100	88	100	80	n.s.	100	95	98	100	95	95	80	n.s.
24. Jul	98	90	98	88	88	98	78	n.s.	98	80	90	85	83	90	65	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	25							n.s.	25							n.s.
12. Mrz	35							n.s.	55							n.s.
26. Mrz	18	10	13	25	20		8	n.s.	33	15	30	38	18		0	n.s.
10. Apr	8	8	20	3	15		5	n.s.	35	48	38	25	63		18	n.s.
23. Apr	80b	43ab	43ab	55ab	68ab	80b	33a	*	95	65	75	73	80	80	65	n.s.
07. Mai	70b	70b	95b	63ab	93b	73b	48a	**	100	93	95	83	98	73	88	n.s.
21. Mai	95	98	90	88	95	98	85	n.s.	100	100	98	100	98	100	100	n.s.
04. Jun	100	100	100	98	100	100	93	n.s.	100	100	100	100	100	100	100	n.s.
18. Jun	100	100	93	93	100	100	98	n.s.	100	100	98	98	100	100	93	n.s.
02. Jul	100	100	100	100	100	100	100	n.s.	100	100	100	100	100	100	100	n.s.
Hovedissen BHB Stängel Talent									Hovedissen BHB Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	45	18	15	28	38	35	3	n.s.	78	40	33	38	30	48	3	n.s.
30. Mai	35	40	40	55	43	60	18	n.s.	63	53	40	53	50	50	25	n.s.
13. Jun	65b	48ab	40ab	55ab	70b	73b	13a	*	88	50	63	65	60	58	25	n.s.
20. Jun	68	68	35	63	73	48	15	n.s.	80b	68ab	23ab	48ab	50ab	45ab	15a	*
04. Jul	100	93	98	95	85	88	100	n.s.	95	100	98	100	100	98	98	n.s.
27. Jul	100	100	88	100	98	100	95	n.s.	100	100	93	100	100	100	100	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	0	0	3	0	0		3	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
30. Mai	15	10	0	3	23		3	n.s.	8	8	3	15	13		5	n.s.
12. Jun	5	0	3	8	8	8	0	n.s.	10	3	0	13	5	3	10	n.s.
26. Jun	38b	15ab	33ab	23ab	23ab	25ab	5a	*	50	23	28	25	33	28	10	n.s.
10. Jul	35	13	33	28	23	18	3	n.s.	50	23	18	35	38	20	10	n.s.
24. Jul	68	63	43	75	53	58	35	n.s.	83	60	45	65	65	63	35	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	0							n.s.	0							n.s.
12. Mrz	0							n.s.	0							n.s.
26. Mrz	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	25	0	18	13	25	15	0	n.s.	30	18	30	13	18	35	8	n.s.
07. Mai	43	28	38	3	18	20	8	n.s.	18	13	28	20	25	20	8	n.s.
21. Mai	33	50	38	35	28	48	40	n.s.	55	38	55	53	40	40	33	n.s.
04. Jun	43	55	33	55	60	65	30	n.s.	53	55	50	43	53	68	53	n.s.
18. Jun	68	75	53	58	53	75	65	n.s.	88	88	78	90	75	85	65	n.s.
02. Jul	93	100	100	100	98	93	100	n.s.	98	98	100	100	100	100	100	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 15: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standort Hovedissen, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007

Hovedissen BSB Wurzelhals Talent										Hovedissen BSB Wurzelhals Pronto						
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	2	0	0	2	1	0	0	n.s.	2	1	2	1	0	1	0	n.s.
30. Mai	3	2	1	3	2	7	1	n.s.	9	9	2	5	3	5	3	n.s.
13. Jun	1	1	0	0	1	2	1	n.s.	4	1	1	3	1	2	0	n.s.
20. Jun	2	1	0	3	0	1	0	n.s.	6	3	1	1	6	1	0	n.s.
04. Jul	10	18	4	16	9	15	1	n.s.	35	10	9	31	16	16	7	n.s.
27. Jul	54bc	52bc	9a	42abc	69c	28abc	24ab	**	76	71	36	79	60	71	22	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	4	3	5	1	5		2	n.s.	7	7	3	4	12		2	n.s.
30. Mai	45b	12a	21ab	15a	11a		2a	**	44	20	15	17	23		11	n.s.
12. Jun	44	21	18	21	16	57	13	n.s.	46	10	20	22	27	55	12	n.s.
26. Jun	48	10	19	14	28	29	8	n.s.	73	25	23	31	19	42	13	n.s.
10. Jul	13	5	5	5	4	10	4	n.s.	26	11	11	17	4	8	8	n.s.
24. Jul	48b	44ab	28ab	28ab	24ab	27ab	13a	0.06	52b	31ab	31ab	42ab	34ab	54b	9a	*
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	0							n.s.	0							n.s.
12. Mrz	0							n.s.	0							n.s.
26. Mrz	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	3	0	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	4	3	2	3	3	2	3	n.s.	9	8	2	6	11	5	4	n.s.
07. Mai	7	5	5	1	3	2	0	n.s.	37b	14ab	5a	4a	17ab	13ab	6a	*
21. Mai	26	16	36	16	38	28	7	n.s.	171	58	73	60	122	128	77	n.s.
04. Jun	42	9	25	13	25	42	8	n.s.	126	57	50	62	125	55	46	n.s.
18. Jun	82b	54ab	17ab	12a	34ab	54ab	13a	*	231	92	69	68	180	179	43	n.s.
02. Jul	84	52	60	37	32	71	31	n.s.	115abc	174c	58ab	41a	115abc	164bc	55a	**
Hovedissen BSB Stängel Talent										Hovedissen BSB Stängel Pronto						
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
17. Mai	1	0	0	1	1	1	0	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	n.s.
30. Mai	3	1	2	2	2	3	0	n.s.	5	1	0	2	2	2	2	n.s.
13. Jun	0	0	0	1	1	0	0	n.s.	1	0	0	1	2	0	0	n.s.
20. Jun	3	0	0	3	1	0	0	n.s.	2	1	0	1	0	1	0	n.s.
04. Jul	65	78	13	23	15	26	0	n.s.	67	126	15	91	71	74	6	n.s.
27. Jul	236	167	50	149	178	84	96	n.s.	202	226	140	237	195	234	113	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
30. Mai	1	0	0	0	3		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
12. Jun	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	1	0	0	0	n.s.
26. Jun	1	0	1	0	1	0	0	n.s.	1	0	0	0	0	1	1	n.s.
10. Jul	0	0	1	1	0	0	0	n.s.	0	0	0	1	0	0	0	n.s.
24. Jul	22	15	24	11	6	6	7	n.s.	31	16	12	19	13	4	1	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	0							n.s.	0							n.s.
12. Mrz	0							n.s.	0							n.s.
26. Mrz	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	0	0	1	0	0	1	0	n.s.	3	1	0	2	2	1	0	n.s.
07. Mai	2	1	1	1	0	5	0	n.s.	2	0	0	0	4	3	1	n.s.
21. Mai	8	0	2	0	3	3	1	n.s.	14	0	11	3	7	24	6	n.s.
04. Jun	0	1	0	1	3	13	0	n.s.	0	6	3	2	10	13	1	n.s.
18. Jun	3	2	8	2	3	7	2	n.s.	22	18	11	26	15	26	8	n.s.
02. Jul	33	2	41	10	3	7	6	n.s.	44	118	11	22	25	43	23	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 16: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallswert (BW 1-9), Standort Großenstein, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007

Großenstein BW Wurzelhals Talent									Großenstein BW Wurzelhals Pronto								
Jahre 2004/2005																	
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	
09. Mai	1	1	1	1	1	1	1	n.s.	1	1	1	1,9		1,2	1,1	n.s.	
23. Mai	1,7	1,7	2,2	2,7	1,7	2,2	2,5	n.s.	2,4	2,4	1,4	3	2,2	2,4	2,6	n.s.	
06. Jun	3,2	2,4	2,3	2,8	2,9	2,3	1,9	n.s.	3,2	3	2,3	3	3,1	2,8	2,6	n.s.	
20. Jun	2,2	2	1,8	2,1	2	1,8	1,8	n.s.	3,0b	2,4ab	2,0a	2,6ab	2,2ab	2,2ab	2,2ab	*	
04. Jul	3,8	2,2	2,8	3,4	3,6	2,6	2,7	n.s.	3,9	3,3	3,1	2,5	2,8	2,8	3,2	n.s.	
18. Jul	5,1b	4,0ab	3,5ab	4,7ab	4,2ab	3,5ab	2,6a	*	6	6,2	3,2	5,1	3,9	4,7	4,1	n.s.	
Jahre 2005/2006																	
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	
15. Mai	1,9	1,2	1,7	1,3	1,8		1,2	n.s.	2,5	2,2	1,7	1,8	2,4		1,6	n.s.	
30. Mai	3,7	3,2	2,6	3,1	2,5	3,8	2,4	n.s.	3,9	3	2,8	3,8	3,3	3,8	2,3	n.s.	
12. Jun	3,8	3,3	3,7	3,3	3,5	4,3	3	n.s.	4,1	3,9	4,2	4	4,1	4,6	4,1	n.s.	
26. Jun	3,9	3,5	3,4	3,3	3,8	4	3,2	n.s.	4,6	4,2	4,1	4,2	4	4,7	3,8	n.s.	
10. Jul	4,3	4,1	3,9	3,7	3,9	4,5	3,9	n.s.	4,8	3,9	4,9	4,2	5,1	4,4	4,7	n.s.	
24. Jul	3,8	3,1	3,2	3	3,5	3,4	3,1	n.s.	4,2	3,6	3,7	3,1	3,5	3,9	3,1	n.s.	
Jahre 2006/2007																	
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	
26. Feb	1,1							n.s.	1,2							n.s.	
03. Mrz	1	1		1	1		1	n.s.	1	1		1	1		1,1	n.s.	
10. Apr	1	1,1	1	1	1		1	n.s.	1	1,1	1	1	1		1	n.s.	
23. Apr	1,8	1,3	1,3	1,2	1,6	1,5	1,5	n.s.	2,4b	1,5ab	1,5ab	1,5ab	1,5ab	1,8ab	1,2a	*	
07. Mai	2,3b	1,4a	1,6ab	1,4a	1,7ab	1,8ab	1,4a	**	2,3b	1,4a	1,6ab	1,5ab	1,5ab	2,1ab	1,7ab	**	
21. Mai	3,2b	1,9a	2,1ab	2,1ab	2,0ab	2,8ab	1,8a	*	3,4ab	2,5ab	2,4ab	2,2ab	2,2ab	3,8b	2,0a	*	
04. Jun	4,0ab	3,0a	3,3ab	3,6ab	3,3a	5,0b	2,6a	**	4,6	3,5	3,1	3	2,8	4,1	2,8	n.s.	
18. Jun	4,7b	2,9a	3,3ab	3,8ab	3,2a	4,2ab	2,7a	**	4,9	3,7	3,4	3,4	3,9	3,9	3,8	n.s.	
02. Jul	4,4b	2,5a	3,6ab	2,8ab	2,7a	3,8ab	2,3a	**	4,8b	3,6ab	3,4ab	2,9a	2,4a	3,6ab	2,9a	**	
16. Jul	7,4	6,5	6	6,5	6,3	7,1	6	n.s.	8,3b	6,7ab	7,1ab	6,6ab	6,3a	6,8ab	6,6ab	*	
Großenstein BW Stängel Talent									Großenstein BW Stängel Pronto								
Jahre 2004/2005																	
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	
09. Mai	1	1	1	1	1	1	1	n.s.	1,4	1,1	1,5	1,1		1	1,2	n.s.	
23. Mai	1,6	1,4	1,4	1,5	1,5	1,3	1,2	n.s.	2,3	1,7	1,5	1,8	1,3	1,4	1,6	n.s.	
06. Jun	1,8	1,9	1,9	2	2	1,8	1,3	n.s.	2,9	2,3	1,9	2	2,1	2,1	2,1	n.s.	
20. Jun	1,3	1,2	1,1	1,5	1,4	1,4	1,3	n.s.	1,6	1,9	1,4	1,6	1,6	1,7	1,2	n.s.	
04. Jul	2,5	1,7	1,4	2,6	2,6	1,6	1,4	n.s.	3,6	3,1	2,3	2	2,4	2,2	1,7	n.s.	
18. Jul	5,3b	3,4ab	3,3ab	4,2ab	4,2ab	3,5ab	2,3a	*	6,2b	6,4b	2,6a	5,3ab	5,3ab	4,7ab	4,4ab	**	
Jahre 2005/2006																	
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	
15. Mai	1,4	1	1	1	1		1	n.s.	1,1	1	1	1	1		1	n.s.	
30. Mai	1,1	1,1	1	1,1	1	1	1	n.s.	1,1	1	1	1	1	1,1	1	n.s.	
12. Jun	1,1	1	1,1	2,6	1,2	1,1	1	n.s.	1,7	1	1	1,2	1,1	1,2	1,1	n.s.	
26. Jun	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1	n.s.	1,3	1,1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	n.s.	
10. Jul	1,2	1,2	1,1	1,1	1,4	1,3	1,1	n.s.	1,7	1,3	1,8	1,2	1,9	3,4	1,9	n.s.	
24. Jul	1,6	1,5	1,7	1,5	1,7	1,8	1,4	n.s.	2	2,1	1,6	1,5	1,7	1,7	1,7	n.s.	
Jahre 2006/2007																	
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	
26. Feb	1							n.s.	1							n.s.	
03. Mrz	1	1		1	1		1	n.s.	1	1		1	1		1	n.s.	
10. Apr	1	1	1	1	1		1	n.s.	1	1	1	1	1		1	n.s.	
23. Apr	1,1	1	1,1	1	1,1	1	1,1	n.s.	1,2	1,1	1,1	1	1,1	1	1	n.s.	
07. Mai	1,1ab	1,0ab	1,0ab	1,0a	1,0a	1,1b	1,0a	*	1,1	1	1,1	1	1	1	1,1	n.s.	
21. Mai	1,4	1	1,3	1,3	1,1	1,3	1,1	n.s.	1,5	1,3	1,3	1,1	1	1,4	1,1	n.s.	
04. Jun	1,9	1,5	1,8	1,7	1,8	1,6	1,5	n.s.	2,1	1,4	1,5	1,6	1,4	1,7	1,4	n.s.	
18. Jun	2	1,6	1,7	2,4	1,5	2,6	2	n.s.	2,1	2	2	1,9	2,1	1,8	2,3	n.s.	
02. Jul	2,9	1,3	2,4	2,2	2,2	2,1	1,5	n.s.	3,7ab	2,4ab	2,8a	2,0a	1,7a	2,1a	1,8a	**	
16. Jul	6,4	5,8	4,5	5,2	4,8	5,4	5,1	n.s.	7,7b	5,2a	5,5ab	5,9ab	5,3a	5,6ab	5,4ab	*	

Anhangtabellen

Anhangtab. 17: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallshäufigkeit (BHB %), Standort Großenstein, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007

Großenstein BHB Wurzelhals Talent									Großenstein BHB Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai	0			70	43	60	95	n.s.	10	0	0	8	0	3	3	n.s.
23. Mai	35	40	55	70	43	60	95	n.s.	55	50	20	85	43	70	80	n.s.
06. Jun	95	70	78	93	95	83	65	n.s.	93	85	88	90	95	90	80	n.s.
20. Jun	70	55	50	70	63	55	38	n.s.	98	93	65	80	70	75	75	n.s.
04. Jul	100	63	83	85	93	68	75	n.s.	90	88	53	78	80	83	70	n.s.
18. Jul	100	95	80	100	95	88	90	n.s.	100	100	88	93	85	88	90	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	50	18	50	28	48		15	n.s.	63	65	40	55	55		40	n.s.
30. Mai	93	95	80	80	75	83	63	n.s.	93	83	75	90	95	95	68	n.s.
12. Jun	100	100	100	95	100	100	100	n.s.	100	100	100	100	98	100	100	n.s.
26. Jun	100	100	98	100	100	100	100	n.s.	100	100	100	100	100	100	100	n.s.
10. Jul	95	100	95	90	95	98	95	n.s.	100	93	100	98	100	98	100	n.s.
24. Jul	100	93	90	95	95	100	98	n.s.	100	98	98	93	93	98	88	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	3							n.s.	10							n.s.
03. Mrz	0	0		0	0		0	n.s.	0	0		0	0		5	n.s.
10. Apr	0	3	0	3	0		0	n.s.	0	3	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	75b	30ab	33ab	15a	33ab	48ab	35ab	*	83b	43ab	53ab	25ab	45ab	68ab	15a	*
07. Mai	85b	30a	58ab	33a	45ab	68ab	33a	*	88	38	48	45	45	73	58	n.s.
21. Mai	98	65	73	68	63	95	60	n.s.	95	88	80	73	73	98	60	n.s.
04. Jun	93	93	98	95	95	98	90	n.s.	98	93	80	88	65	98	75	n.s.
18. Jun	100	93	98	100	95	100	95	n.s.	100	98	98	95	95	100	100	n.s.
02. Jul	93	78	100	85	78	90	83	n.s.	100	93	90	75	63	88	85	n.s.
16. Jul	100	100	95	98	98	98	93	n.s.	100	98	100	95	98	100	98	n.s.
Großenstein BHB Stängel Talent									Großenstein BHB Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	5	3	3	3		0	3	n.s.
23. Mai	30	23	20	25	33	23	18	n.s.	43	33	33	38	18	30	28	n.s.
06. Jun	55	63	70	73	78	65	25	n.s.	90	78	63	50	75	70	65	n.s.
20. Jun	20	15	8	33	25	35	23	n.s.	43	50	30	43	48	50	15	n.s.
04. Jul	88	48	33	80	63	43	35	n.s.	73	90	30	50	55	70	48	n.s.
18. Jul	93	73	60	90	83	70	58	n.s.	100ab	100ab	55a	98ab	95ab	83ab	90ab	***
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	3	0	0	0	0		0	n.s.	5	0	3	0	0		0	n.s.
30. Mai	8	5	3	5	0	3	0	n.s.	5	0	3	0	0	10	3	n.s.
12. Jun	5	3	5	18	15	5	3	n.s.	10	3	0	10	5	10	10	n.s.
26. Jun	3	5	13	5	8	3	3	n.s.	28	5	3	8	8	5	5	n.s.
10. Jul	15	13	8	5	18	20	8	n.s.	35	20	38	18	33	28	38	n.s.
24. Jul	38	35	43	43	45	60	30	n.s.	53	65	40	38	43	43	38	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	0							n.s.	0							n.s.
03. Mrz	0	0		0	0		0	n.s.	0	0		0	0		0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	n.s.
23. Apr	5	3	3	0	5	3	5	n.s.	15	10	5	0	5	0	3	n.s.
07. Mai	5	3	3	0	0	10	0	n.s.	3	3	3	0	3	0	8	n.s.
21. Mai	33	3	33	28	5	25	13	n.s.	28	30	30	5	0	38	8	n.s.
04. Jun	58	43	63	55	65	43	50	n.s.	78	35	38	53	35	53	38	n.s.
18. Jun	68	60	50	95	45	85	75	n.s.	78	70	80	70	73	55	88	n.s.
02. Jul	68	23	75	60	63	53	25	n.s.	100	73	85	58	35	40	45	n.s.
16. Jul	100	95	83	93	88	90	90	n.s.	100	88	95	95	93	100	95	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 18: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standort Großenstein, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007

Großenstein BSB Wurzelhals Talent									Großenstein BSB Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	5		0	0	n.s.
23. Mai	2	5	3	7	1	2	1	n.s.	4ab	5ab	1a	8b	5ab	4ab	2ab	*
06. Jun	10b	2a	2ab	5ab	4ab	2ab	1a	*	4	5	2	10	6	4	3	n.s.
20. Jun	6b	2ab	1a	2ab	3ab	2ab	4ab	*	9	3	5	6	7	5	5	n.s.
04. Jul	14	2	5	7	13	8	6	n.s.	30	15	19	7	7	4	9	n.s.
18. Jul	27	13	18	25	15	10	4	n.s.	59	28	4	32	14	43	9	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	7	0	4	3	11			n.s.	8	10	1	2	13		3	n.s.
30. Mai	19	14	13	21	13	52	22	n.s.	34	32	7	32	26	37	8	n.s.
12. Jun	14	5	13	10	7	20	3	n.s.	25	19	18	15	30	41	19	n.s.
26. Jun	63	33	30	29	50	53	18	n.s.	88	81	60	71	64	59	36	n.s.
10. Jul	29	12	8	22	8	31	18	n.s.	43	25	39	30	16	28	36	n.s.
24. Jul	15	17	13	20	17	23	35	n.s.	33	29	31	20	21	39	17	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	0							n.s.	0							n.s.
03. Mrz	0	0		0	0		0	n.s.	0	0		0	0		0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	1	1	0	1	1	1	1	n.s.	4b	1ab	1ab	2ab	3ab	5b	0a	**
07. Mai	3	0	1	0	7	3	0	n.s.	6	2	4	3	2	7	3	n.s.
21. Mai	23	10	10	9	9	13	10	n.s.	46	21	9	34	15	51	12	n.s.
04. Jun	40bc	15abc	14abc	9a	19abc	45c	11ab	**	98	45	44	20	23	85	11	n.s.
18. Jun	46bc	15ab	33abc	16ab	23abc	55c	4a	***	70	40	37	28	35	54	28	n.s.
02. Jul	47b	17ab	24ab	11ab	17ab	44ab	5a	*	135a	45a	57a	26a	21a	64a	26a	***
16. Jul	326	245	85	166	229	272	139	n.s.	531b	193a	336ab	330ab	274ab	314ab	139a	*
Großenstein BSB Stängel Talent									Großenstein BSB Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai								n.s.	1	0	5	0		0	1	n.s.
23. Mai	1	0	1	7	0	0	0	n.s.	11	0	0	6	0	2	3	n.s.
06. Jun	1	0	1	1	0	0	0	n.s.	5	2	1	4	2	1	2	n.s.
20. Jun	1	1	0	1	0	0	0	n.s.	0	2	1	1	1	3	0	n.s.
04. Jul	73	7	0	23	54	1	0	n.s.	212	99	55	19	72	31	1	n.s.
18. Jul	190	103	66	84	80	66	17	n.s.	315	392	36	321	396	226	84	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	0	0	0	0	0			n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
30. Mai	0	0	0	1	0	0	0	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	n.s.
12. Jun	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	1	0	0	0	n.s.
26. Jun	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	1	0	0	0	n.s.
10. Jul	1	1	0	1	0	0	0	n.s.	45	1	0	0	3	6	0	n.s.
24. Jul	25	8	10	3	21	9	1	n.s.	42	30	6	3	18	16	12	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
26. Feb	0							n.s.	0							n.s.
03. Mrz	0	0		0	0		0	n.s.	0	0		0	0		0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	1	0	0	0	0	0	0	n.s.
07. Mai	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	2	0	0	0	0	0	0	n.s.
21. Mai	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	3	0	0	0	0	0	0	n.s.
04. Jun	7	0	3	0	3	5	0	n.s.	4	0	3	1	0	1	0	n.s.
18. Jun	1	0	1	2	0	5	1	n.s.	7	0	0	2	1	0	2	n.s.
02. Jul	60	6	16	3	6	22	13	n.s.	94	16	15	11	4	38	5	n.s.
16. Jul	143	127	91	82	167	89	78	n.s.	855	101	111	273	131	183	114	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 19: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallswert (BW 1-9), Standort Freising, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007

Freising BW Wurzelhals Talent									Freising BW Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai	1,6				1,2		1	n.s.	1				1		1,1	n.s.
23. Mai	2	1,8	1,8	2,1	1,8	1,9	1,8	n.s.	2,2	2,5	1,8	2,1	1,7	2,4	1,6	n.s.
06. Jun	2,7	2,3	2,3	2,8	2,6	2,1	2,3	n.s.	3,1	2,3	2,8	3,1	3,2	2,8	2,7	n.s.
20. Jun	3,3b	2,4a	2,7ab	2,5ab	2,8ab	2,7ab	2,5ab	*	3,7	3,5	2,8	3,9	3,1	2,9	3,1	n.s.
04. Jul	3,1	3,1	2,4	4,2	3,4	3,7	2,5	n.s.	3,7	3,9	3	4,7	3,8	3,5	3,3	n.s.
18. Jul	4,7	4,1	3	4,9	4,1	4,2	3,8	n.s.	5,4	5,3	4,6	5,2	6,1	4,4	5,1	n.s.
27. Jul	5,8	6,1	4,5	5,2	6	5,9	6,2	n.s.	7,1	6,3	6,1	6	6	5,9	5,4	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	n.s.	1,4	1,1	1	1,2	1,1	1,2	1	n.s.
30. Mai	1,8	1,6	1,3	1,3	1,5	1,9	1,3	n.s.	2,1	1,5	1,9	1,6	1,4	1,8	1,3	n.s.
12. Jun	2,9	2	2,2	2,4	2,7	2,8	2,3	n.s.	2,7ab	2,1a	2,2ab	2,6ab	2,3ab	3,1b	2,3ab	*
26. Jun	2,9b	2,0a	1,9a	2,0a	2,4ab	2,3ab	2,2a	***	2,4	2,3	2,3	2,2	2,7	2,4	2,1	n.s.
10. Jul	2,5	2,3	2,4	1,9	2,1	2,3	2	n.s.	3,1b	2,1ab	2,0a	2,0ab	1,9a	2,4ab	1,9a	*
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
05. Mrz	1							n.s.	1							n.s.
12. Mrz	1	1		1			1	n.s.	1	1		1			1	n.s.
10. Apr	1	1	1	1	1		1	n.s.	1	1	1,1	1	1,2		1	n.s.
23. Apr	1,6	1,8	1,6	1,8	1,9	2	1,3	n.s.	2,0ab	2,2ab	2,3ab	1,9ab	2,4b	2,5b	1,4a	*
07. Mai	2,4	1,7	1,7	1,7	1,9	2,4	1,4	n.s.	3,2ab	2,3ab	2,4ab	2,5ab	2,9ab	2,8ab	1,8a	*
21. Mai	2,9	2,6	2,8	2,2	2,9	3,2	2	n.s.	3,8ab	2,8ab	3,2ab	3,3ab	3,9ab	3,4b	2,2a	*
04. Jun	3,9	2,6	2,3	2,3	2,8	3,5	1,9	n.s.	5	4,3	4	4	5	5,1	2,8	n.s.
18. Jun	3,9	2,9	4	4,1	4,2	4,7	3,1	n.s.	6,1bc	4,1ab	4,0ab	3,3a	6,5c	5,7bc	1,9a	***
02. Jul	5,2b	3,4a	3,7ab	3,6ab	3,9ab	4,3ab	2,7a	**	5,7c	3,5ab	5,4bc	4,6abc	5,6c	5,6c	3,3a	***
16. Jul	7,2	6	6,7	6,4	6,6	7,6	4,8	n.s.	8,2	7,5	7,3	7,3	8,2	8	6,3	n.s.
Freising BW Stängel Talent									Freising BW Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai	1,2				0,9		1,1	n.s.	1				1,6		1,4	n.s.
23. Mai	1,4	1,2	1,4	1,2	1,5	1,2	1,1	n.s.	1,5	1,2	1,1	1,5	1,2	1,2	1,5	n.s.
06. Jun	1,6	1,2	1,6	1,7	1,4	1,2	1,5	n.s.	1,7	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,5	n.s.
20. Jun	1,2	1,4	1,4	1,3	1,3	1,4	1,2	n.s.	1,7	1,7	1,3	1,7	1,5	1,6	1,4	n.s.
04. Jul	1,7	1,7	1,7	2	1,9	1,9	1,5	n.s.	2	2,1	2,1	2,1	2,1	1,7	1,9	n.s.
18. Jul	3,6	3	1,8	3,5	3,2	2,9	2,7	n.s.	4,9	5,5	4,9	4,5	5,7	3,5	5,1	n.s.
27. Jul	4,4	4,8	4,1	5	4,1	5,4	5,7	n.s.	4,4	4,7	4,4	4,9	4,2	4,8	3,8	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	1	1	1	1	1	1	1	n.s.	1	1	1,1	1	1	1	1	n.s.
30. Mai	1	1,1	1	1	1	1	1	n.s.	1	1	1	1	1	1,1	1	n.s.
12. Jun	1,3	1	1	1,2	1,2	1,1	1	n.s.	1,1	1,2	1,1	1,1	1	1	1	n.s.
26. Jun	1,1	1,2	1	1,1	1,1	1,2	1,2	n.s.	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	1,2	1,1	n.s.
10. Jul	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	n.s.	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,4	1,1	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
05. Mrz	1							n.s.	1							n.s.
12. Mrz	1	1		1			1	n.s.	1	1		1			1	n.s.
10. Apr	1	1	1	1	1		1	n.s.	1	1	1	1	1		1	n.s.
23. Apr	1	1,1	1,2	1	1,1	1	1	n.s.	1,1	1	1	1	1,1	1,2	1,1	n.s.
07. Mai	1	1	1	1	1	1	1	n.s.	1,1	1,1	1	1,1	1,2	1,2	1	n.s.
21. Mai	1,3	1,3	1,3	1	1	1,1	1	n.s.	1,2	1,1	1,4	1,3	1,1	1,1	1	n.s.
04. Jun	1,4	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,3	n.s.	2,2	2	2,1	2,2	2,4	2,3	1,9	n.s.
18. Jun	1,7	1,5	2,1	2	2,1	2,2	1,9	n.s.	1,9	1,4	1,5	1,3	2,2	1,9	1,2	n.s.
02. Jul	2	2,5	2,4	1,9	2,8	2,3	2,1	n.s.	2,9	2	3,4	2,9	3,1	3,5	2	n.s.
16. Jul	6,4	5,1	5,6	5,7	5,7	6,8	3,8	n.s.	7,6	7,1	6,9	6,7	7,9	7,3	6	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 20: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallshäufigkeit (BHB %), Standort Freising, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007

Freising BHB Wurzelhals Talent									Freising BHB Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai	8				3		0	n.s.	0				0		3	n.s.
23. Mai	60	45	43	45	48	48	53	n.s.	60	65	43	53	28	63	38	n.s.
06. Jun	88	80	68	88	93	63	88	n.s.	83	73	78	80	90	83	80	n.s.
20. Jun	100	90	93	90	100	93	85	n.s.	100	100	83	98	90	80	100	n.s.
04. Jul	90	95	68	95	95	98	83	n.s.	88	100	78	100	93	98	95	n.s.
18. Jul	90	90	55	95	98	83	95	n.s.	90	88	88	85	98	88	90	n.s.
27. Jul	75	75	75	75	75	75	75	n.s.	100	100	75	75	75	100	100	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	8	3	8	8	10	8	5	n.s.	18	5	0	18	3	10	0	n.s.
30. Mai	48	38	25	23	33	48	18	n.s.	63	28	48	38	28	58	20	n.s.
12. Jun	100	75	85	93	95	98	95	n.s.	90	93	93	93	88	100	93	n.s.
26. Jun	98	80	70	85	80	93	90	n.s.	95	95	95	95	98	100	90	n.s.
10. Jul	93	80	98	80	88	90	83	n.s.	95	93	80	78	70	83	75	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
05. Mrz	0							n.s.	0							n.s.
12. Mrz	0	0		3			0	n.s.	0	0		0			0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	3	0	13		3	n.s.
23. Apr	48	73	55	75	65	65	23	n.s.	75ab	70ab	88b	60ab	88b	93b	30a	*
07. Mai	83	65	40	60	78	88	33	n.s.	98b	80ab	83ab	90b	98b	88ab	55a	**
21. Mai	93	88	85	73	93	90	60	n.s.	98	88	85	85	98	100	70	n.s.
04. Jun	95	63	68	65	85	93	53	n.s.	100	75	100	100	100	100	80	n.s.
18. Jun	85	78	88	85	90	95	60	n.s.	100b	85b	83b	70ab	100b	98b	43a	***
02. Jul	100	90	95	90	90	95	93	n.s.	100	93	100	98	100	100	88	n.s.
16. Jul	100	95	98	95	95	100	95	n.s.	100	95	93	100	100	100	95	n.s.
Freising BHB Stängel Talent									Freising BHB Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai	3				0		3	n.s.	0				5		3	n.s.
23. Mai	30	13	20	18	28	8	8	n.s.	30	15	10	23	13	15	28	n.s.
06. Jun	45	20	43	43	38	18	38	n.s.	35	28	28	30	40	45	28	n.s.
20. Jun	20	40	30	28	30	30	18	n.s.	43	58	25	55	43	43	35	n.s.
04. Jul	63	55	50	78	55	73	33	n.s.	50	68	73	75	68	48	53	n.s.
18. Jul	63	60	33	80	65	48	68	n.s.	83	93	90	78	93	68	100	n.s.
27. Jul	75	75	73	75	70	75	75	n.s.	100	100	73	75	70	98	88	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	0	0	3	3	0	0	0	n.s.	0	0	3	0	0	0	0	n.s.
30. Mai	3	5	3	0	0	0	0	n.s.	3	0	0	0	3	8	0	n.s.
12. Jun	13	3	0	13	13	10	0	n.s.	10	10	5	3	0	3	0	n.s.
26. Jun	5	18	0	8	8	13	15	n.s.	8	5	8	5	33	15	10	n.s.
10. Jul	8	5	13	18	8	18	8	n.s.	5	5	23	10	5	20	10	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
05. Mrz	0							n.s.	0							n.s.
12. Mrz	0	0		0			0	n.s.	0	0		0			0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	0	8	18	0	5	0	0	n.s.	10	3	3	5	10	18	5	n.s.
07. Mai	3	0	0	0	0	3	0	n.s.	8	5	3	5	15	20	3	n.s.
21. Mai	30	28	30	3	3	10	0	n.s.	8	5	30	18	10	8	0	n.s.
04. Jun	28	25	33	23	28	33	28	n.s.	83	55	88	85	85	78	78	n.s.
18. Jun	58	43	73	70	75	80	50	n.s.	33	35	25	23	50	28	15	n.s.
02. Jul	58	75	65	43	85	68	70	n.s.	88	63	95	95	98	100	65	n.s.
16. Jul	95	80	83	83	93	93	75	n.s.	100	95	93	100	98	100	85	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 21: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Befallsstärke (BSB n-Pyknidien), Standort Freising, Sorten Talent, Pronto, Jahre 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007

Freising BSB Wurzelhals Talent									Freising BSB Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai	3				1		0	n.s.	0				0		0	n.s.
23. Mai	3	5	1	4	0	1	2	n.s.	7	7	1	6	3	4	1	n.s.
06. Jun	4	2	3	4	3	2	0	n.s.	12b	1a	3ab	5ab	9ab	3ab	5ab	*
20. Jun	4	2	3	4	6	2	2	n.s.	9	8	8	13	16	8	6	n.s.
04. Jul	2	3	1	1	4	6	1	n.s.	3	8	4	8	17	5	3	n.s.
18. Jul	34	18	3	38	18	23	10	n.s.	42	31	15	23	72	23	42	n.s.
27. Jul	54	41	48	18	59	25	30	n.s.	56	61	46	32	34	40	95	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	0a	0a	0a	0a	1a	4b	0a	***	7b	0a	0a	1ab	1ab	1ab	0a	*
30. Mai	2	3	0	0	3	2	0	n.s.	8	4	25	2	1	2	3	n.s.
12. Jun	9	1	3	3	6	8	7	n.s.	3	1	3	1	1	2	0	n.s.
26. Jun	9	1	4	2	14	4	2	n.s.	4	3	3	3	8	4	1	n.s.
10. Jul	7	3	2	2	3	2	1	n.s.	4	1	1	1	3	3	0	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
05. Mrz	0							n.s.	0							n.s.
12. Mrz	0	0		0			0	n.s.	0	0		0			0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	2ab	0a	0a	2ab	2ab	7b	1ab	*	3	10	13	6	11	10	2	n.s.
07. Mai	12ab	1a	6ab	2a	2a	22b	1a	**	74	16	20	21	31	29	3	n.s.
21. Mai	30	18	42	17	20	32	4	n.s.	46	54	76	42	105	111	17	n.s.
04. Jun	63	36	21	21	45	61	6	n.s.	135	157	85	70	181	134	21	n.s.
18. Jun	62	12	30	49	54	76	1	n.s.	279bc	108ab	159abc	83ab	360c	274bc	17a	***
02. Jul	72d	25abc	28abc	14ab	52bcd	66cd	3a	***	284c	35a	127b	103ab	169b	127b	15a	***
16. Jul	31	29	130	38	49	60	20	n.s.	111	45	51	80	109	88	42	n.s.
Freising BSB Stängel Talent									Freising BSB Stängel Pronto							
Jahre 2004/2005																
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
09. Mai	0				0		0	n.s.	0				3		6	n.s.
23. Mai	1	0	0	0	0	2	0	n.s.	1	0	1	3	0	0	2	n.s.
06. Jun	0	0	1	3	0	0	0	n.s.	2	1	1	1	2	0	2	n.s.
20. Jun	1	0	1	0	0	0	0	n.s.	1	6	0	1	1	1	0	n.s.
04. Jul	0	1	1	1	1	2	1	n.s.	67	2	0	6	2	0	50	n.s.
18. Jul	65	21	9	100	84	33	16	n.s.	183	267	340	144	235	138	187	n.s.
27. Jul	109	73	66	64	89	70	90	n.s.	66	82	152	93	64	82	66	n.s.
Jahre 2005/2006																
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
15. Mai	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	1	3	2	0	0	n.s.
30. Mai	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	n.s.
12. Jun	1	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	0	0	0	0	n.s.
26. Jun	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	1	0	0	0	1	n.s.
10. Jul	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	0	0	2	0	n.s.
Jahre 2006/2007																
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
05. Mrz	0							n.s.	0							n.s.
12. Mrz	0	0		0			0	n.s.	0	0		0			0	n.s.
10. Apr	0	0	0	0	0		0	n.s.	0	0	0	0	0		0	n.s.
23. Apr	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	1	1	1	1	n.s.
07. Mai	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	0	0	0	0	1	0	0	n.s.
21. Mai	0	0	0	0	0	0	0	n.s.	4	0	1	0	0	1	0	n.s.
04. Jun	0	0	0	0	0	1	0	n.s.	1	1	1	1	6	2	0	n.s.
18. Jun	0	0	0	1	7	1	0	n.s.	1	0	3	1	4	8	5	n.s.
02. Jul	10	0	24	4	8	25	0	n.s.	73	8	42	16	39	35	9	n.s.
16. Jul	44	11	44	42	43	61	14	n.s.	154	47	51	91	153	92	50	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 22: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Mittelwerte Befallshäufigkeit Wurzelhals (BHB %), Befallshäufigkeit Stängel (BHB %), Standorte Birkenmoor (Bim), Hovedissen (Hov), Großenstein (Gro) und Freising (Freis), Varianten K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007, identische Varianten der Jahre 2005 /2006 und 2006 /2007, Sorten Talent, Pronto

Mittelwert BHB Wurzelhals Talent									Mittelwert BHB Wurzelhals Pronto								
Jahre 2004/2005																	
Vaiane	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	
Bim	86	77	76	77	75	74	72	n.s.	63	59	62	63	60	60	61	n.s.	
Hov	81	67	65	72	73	68	61	n.s.	90	78	73	78	80	71	61	n.s.	
Gro	72	67	76	81	74	72	73	n.s.	85	73	74	80	78	80	62	n.s.	
Frei	83	73	74	85	82	79	81	n.s.	85	79	78	81	81	81	81	n.s.	
Mittel	81b	71ab	73a	79ab	76ab	73ab	71ab	*	81b	72b	72a	76ab	75ab	73ab	66ab	*	
Jahre 2005/2006																	
Vaiane	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	
Bim	84bc	80abc	77abc	71ab	72abc	67c	59a	***	83	78	80	81	78	74	72	n.s.	
Hov	81ab	80ab	81ab	80ab	87ab	76b	63a	*	85	83	84	84	88	81	73	n.s.	
Gro	98	95	92	93	95	94	91	n.s.	97	95	95	97	98	95	82	n.s.	
Frei	56	48	49	53	58	57	52	n.s.	61	57	60	57	60	59	51	n.s.	
Mittel	80bc	76abc	75abc	74ab	78abc	73c	66a	***	81b	78ab	80ab	80ab	81ab	77b	69a	**	
Jahre 2006/2007																	
Vaiane	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	
Bim	79ab	55a	63ab	59ab	63ab	81b	57a	*	69a	60ab	69ab	58ab	57a	80b	55a	*	
Hov	71	66	69	65	74	92	58	n.s.	83	78	79	77	82	92	70	n.s.	
Gro	71ab	54a	69ab	55a	56ab	85b	54a	*	74ab	61ab	68ab	55a	54a	89b	55a	**	
Frei	67abc	61abc	66abc	61ab	74bc	89c	46a	***	74abc	65ab	79abc	67ab	87bc	97c	51a	***	
Mittel	72b	59ab	67ab	60ab	67ab	87c	54a	***	75b	66ab	74b	64ab	70b	90c	58a	***	
Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Talent									Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Pronto								
Vaiane	K	ORT	ESS	BHB		B	G		K	ORT	ESS	BHB		B	G		
	76bc	67a	70a	69ab		80c	60a	***	78cd	72abc	77bc	73ab		83a	64a	***	
Mittelwert BHB Stängel Talent Herbst									Mittelwert BHB Stängel Pronto Herbst								
Jahre 2004/2005																	
Vaiane	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	
Bim	48	46	40	44	43	33	25	n.s.	38	35	38	45	44	40	39	n.s.	
Hov	58	49	52	60	61	45	30	n.s.	71b	57ab	56ab	59ab	59ab	46ab	33a	*	
Gro	51	41	49	58	52	39	32	n.s.	70	56	49	57	59	55	32	n.s.	
Frei	41	36	42	46	39	34	33	n.s.	50	49	49	52	47	46	49	n.s.	
Mittel	49b	43ab	46a	52ab	49ab	38ab	30a	***	57b	49ab	48a	53ab	52ab	47ab	38ab	**	
Jahre 2005/2006																	
Vaiane	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	
Bim	14b	11ab	11ab	10ab	12ab	8ab	4a	*	22c	14ab	15abc	13abc	16abc	14bc	7a	**	
Hov	13	11	13	14	16	8	3	n.s.	17	10	14	18	17	11	7	n.s.	
Gro	13	13	15	16	18	13	9	n.s.	22	18	16	16	18	19	11	n.s.	
Frei	6	4	3	5	5	5	4	n.s.	4	4	3	5	8	4	3	n.s.	
Mittel	11b	10ab	10ab	11ab	12ab	8b	5a	**	16c	11ab	12ab	13abc	15abc	12bc	7a	***	
Jahre 2006/2007																	
Vaiane	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	
Bim	49	36	47	37	38	57	36	n.s.	44	38	43	35	35	53	36	n.s.	
Hov	38	38	35	33	35	53	30	n.s.	43	38	43	40	39	58	33	n.s.	
Gro	37	25	38	37	30	44	29	n.s.	44	34	42	31	27	36	31	n.s.	
Frei	30	29	38	24	36	41	25	n.s.	36	29	42	37	46	50	28	n.s.	
Mittel	38ab	32a	39ab	33ab	35ab	49b	30a	*	42ab	35a	42ab	36ab	36ab	49b	32a	*	
Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Talent									Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Pronto								
Vaiane	K	ORT	ESS	BHB		B	G		K	ORT	ESS	BHB		B	G		
	25ab	21ab	25ab	23ab		28b	17a	*	29b	23ab	28ab	25ab		31b	19a	*	

Anhangtabellen

Anhangtab. 23: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Mittelwerte Befallswert Wurzelhals (BW 1-9), Befallswert Stängel (BW 1-9), Standorte Birkenmoor (Bim), Hovedissen (Hov), Großenstein (Gro) und Freising (Freis), Varianten K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007, identische Varianten der Jahre 2005 /2006 und 2006 /2007, Sorten Talent, Pronto

Mittelwert BW Wurzelhals Talent									Mittelwert BW Wurzelhals Pronto							
Jahre 2004/2005																
Vaiane	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
Bim	3,1	2,8	2,6	2,7	2,8	2,8	2,7	n.s.	3	2,7	2,8	3	2,8	2,7	2,7	n.s.
Hov	2,7	2,2	2,3	2,5	2,5	2,3	2,2	n.s.	3,2	2,7	2,6	2,8	2,8	2,5	2,2	n.s.
Gro	2,8	2,5	2,8	3	2,7	2,4	2,3	n.s.	3,6b	2,9ab	2,8a	3,0ab	2,9ab	2,9ab	2,3ab	*
Frei	2,9	2,6	2,9	3,1	2,9	2,7	2,6	n.s.	3,6	3,2	3,4	3,7	3,4	3,2	3,2	n.s.
Mittel	2,9b	2,5ab	2,6a	2,8ab	2,7ab	2,5ab	2,4ab	*	3,3b	2,9ab	2,9a	3,1ab	3,0ab	2,8ab	2,6ab	**
Jahre 2005/2006																
Vaiane	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
Bim	3,2b	2,8a	2,7a	2,6a	2,8a	2,7b	2,1a	***	3,6c	2,9ab	2,9a	3,0ab	2,9ab	2,7bc	2,4a	***
Hov	3,1bc	2,8ab	2,9ab	2,9ab	3,3ab	3,1c	2,4a	***	3,4b	3,0ab	3,1ab	3,1ab	2,7ab	2,4b	2,5a	***
Gro	3,6ab	3,4ab	3,3ab	3,4ab	3,7ab	3,6b	3,1a	*	4	3,8	3,9	3,9	4,1	3,9	3,3	n.s.
Frei	1,9	1,6	1,7	1,8	2	1,9	1,7	n.s.	1,9	1,8	1,9	1,9	2	1,9	1,7	n.s.
Mittel	3,0b	2,6a	2,7a	2,6a	3,0a	2,8b	2,3a	***	3,2c	2,9ab	2,9a	3,0ab	2,9a	2,7bc	2,5a	***
Jahre 2006/2007																
Vaiane	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
Bim	4,4ab	3,5ab	3,9ab	3,9ab	3,9ab	5,2b	3,4a	*	3,9	3,6	4,1	3,6	3,5	5,2	3,4	n.s.
Hov	3,8ab	3,0ab	3,1ab	3,0ab	3,1ab	4,4b	2,7a	*	4,4b	3,6ab	3,8ab	3,4ab	3,9ab	4,9ab	2,9a	*
Gro	3,3ab	2,4a	2,8ab	2,6ab	2,5ab	3,7b	2,2a	*	3,6	2,8	2,9	2,6	2,5	3,7	2,5	*
Frei	3,2ab	2,5a	3,0ab	2,7ab	3,1ab	3,9b	2,1a	**	4,0bc	3,2ab	3,7abc	3,2abc	4,5bc	4,7c	2,4a	*
Mittel	3,7bc	2,9a	3,2ab	3,0ab	3,2ab	4,3c	2,6a	***	4,0bc	3,3ab	3,6ab	3,2ab	3,6ab	4,6c	2,8a	*
Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Talent									Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Pronto							
Vaiane	K	ORT	ESS	BHB	B	G			K	ORT	ESS	BHB	B	G		
	3,3c	2,8ab	2,9ab	3b		3,6c	2,5a	***	3,6b	3,1a	3,3a	3a		3,7b	2,6ab	***
Mittelwert BW Stängel Talent Herbst									Mittelwert BW Stängel Pronto Herbst							
Jahre 2004/2005																
Vaiane	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p
Bim	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6	1,5	1,3	n.s.	1,8	1,7	1,8	2	2	1,8	1,7	n.s.
Hov	2,1	1,8	1,9	2	2,1	1,8	1,4	n.s.	2,5	2,1	2	2,1	2,2	2	1,6	n.s.
Gro	2,2	1,8	2,1	2,4	2,1	1,7	1,5	n.s.	3,2	2,5	2,2	2,5	2,5	2,3	1,5	n.s.
Frei	1,8	1,6	1,8	1,9	1,8	1,7	1,6	n.s.	2,3	2,3	2,2	2,3	2,2	2,1	2,3	n.s.
Mittel	1,9	1,8	1,8	2	1,9	1,6	1,5	n.s.	2,5	2,1	2,1	2,3	2,2	2	1,8	n.s.
Jahre 2005/2006																
Vaiane	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p
Bim	1,2	1,1	1,1	1,1	1	1	1	n.s.	1,4b	1,2ab	1,2ab	1,2ab	1,1ab	1,1ab	1,1a	*
Hov	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1	n.s.	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	n.s.
Gro	1,2	1,2	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	n.s.	1,4	1,3	1,2	1,3	1,5	1,5	1,2	n.s.
Frei	1,1	1	1	1,1	1,1	1,1	1	n.s.	1,1	1,1	1	1,1	1,1	1,1	1	n.s.
Mittel	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1	n.s.	1,3b	1,2ab	1,2ab	1,2ab	1,2ab	1,2ab	1,1a	**
Jahre 2006/2007																
Vaiane	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p
Bim	2,7	2,2	2,6	2,4	2,5	3	2,2	n.s.	2,7	2,5	2,6	2,4	2,3	3,2	2,3	n.s.
Hov	2	1,8	1,9	1,9	1,8	2,4	1,8	n.s.	2,2	2	2	2,1	2	2,8	1,7	n.s.
Gro	2,1	1,7	1,8	1,9	1,7	2,2	1,7	n.s.	2,4	1,8	2	1,8	1,7	2,1	1,8	n.s.
Frei	1,9	1,7	2	1,8	2	2,3	1,6	n.s.	2,2	2	2,3	2	2,5	2,6	1,8	n.s.
Mittel	2,2	1,9	2,1	2	2	2,5	1,8	n.s.	2,4ab	2,1ab	2,2ab	2,1ab	2,1ab	2,7b	1,9a	*
Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Talent									Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Pronto							
Vaiane	K	ORT	ESS	BHB	B	G			K	ORT	ESS	BHB	B	G		
	1,7	1,5	1,6	1,6		1,8	1,4	n.s.	1,9	1,7	1,8	1,7		2,1	1,6	n.s.

Anhangtabellen

Anhangtab. 24: *Phoma lingam* Wurzelhals- und Stängelbefall, Mittelwerte Pyknidien am Wurzelhals (BSB =n-Pyknidien), Standorte Birkenmoor (Bim), Hovedissen (Hov), Großenstein (Gro) und Freising (Freis), Varianten K, T3, T3Ort, T1, T2, T4, G, Jahre 2004 /2005, 2005 /2006, 2006 /2007, identische Varianten der Jahre 2005 /2006 und 2006 /2007, Sorten Talent, Pronto

Mittelwert BSB Wurzelhals Talent									Mittelwert BSB Wurzelhals Pronto								
Jahre 2004/2005																	
Variante	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	K	T3	T3ORT	T1	T2	T4	G	p	
Bim	13b	9ab	7ab	10ab	10ab	8ab	8a	*	14	8	13	16	13	11	11	n.s.	
Hov	4	3	3	4	4	3	1	n.s.	8	4	6	7	5	4	2	n.s.	
Gro	8	5	7	8	6	4	3	n.s.	16	9	9	10	10	9	4	n.s.	
Frei	8	4	6	8	7	5	3	n.s.	13	9	9	17	16	10	11	n.s.	
Mittel	8b	5ab	6a	7ab	7ab	5ab	4a	**	13b	7ab	9a	12ab	11ab	8ab	7ab	*	
Jahre 2005/2006																	
Variante	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	K	ORT	ORTH	ESS	BHB	BL	G	p	
Bim	23bc	16ab	15ab	13ab	20a	17c	4a	***	38c	13ab	14a	18ab	20ab	14b	3a	***	
Hov	20c	12ab	12ab	12a	20ab	16bc	6a	***	27b	14a	16a	18ab	24a	19b	9a	***	
Gro	22ab	16a	18a	20ab	28ab	28b	20ab	*	41	34	32	33	36	32	20	n.s.	
Frei	3	2	2	4	5	3	2	n.s.	4	5	5	2	2	2	1	n.s.	
Mittel	17b	11a	12a	12a	18a	16b	8a	***	27c	16ab	17a	17ab	21ab	17bc	8a	***	
Jahre 2006/2007																	
Variante	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	K	ORT	ESS	BHB	SP	BL	G	p	
Bim	69ab	47a	68ab	50a	57a	124b	43a	*	65ab	54ab	62ab	64ab	46a	117b	42a	*	
Hov	31b	17ab	18ab	10ab	17ab	33ab	8a	*	86b	50ab	32a	30a	71ab	91ab	29a	***	
Gro	54	34	21	24	34	62	19	n.s.	99	39	61	49	41	83	24	n.s.	
Frei	30abc	13ab	32bc	16ab	28abc	46c	4a	***	104bcd	47ab	66abcd	45abc	121d	110cd	13a	***	
Mittel	46c	28ab	35ab	25ab	34ab	66bc	18a	***	88cd	47ab	55abc	47ab	70bcd	d	27a	***	
Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Talent									Mittelwert identische Varianten 2005/2006-2006/2007 Pronto								
Variante	K	ORT	ESS	BHB	B	G			K	ORT	ESS	BHB	B	G			
	29c	18a	13a	15a		33c	11a	***	48c	26a	32ab	29a		39c	15a	***	

Danksagung

Meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. J.-A. Verreet danke ich für die Möglichkeit, ein interessantes und anspruchsvolles Thema im Raps bearbeiten zu dürfen. Besonders bedanken möchte ich mich für den gewährten, nicht selbstverständlichen, Freiraum rund um alle Arbeiten im Raps und das damit verbundene Vertrauen sowie die konstruktive Kritik.

Mein besonderer Dank gilt den Mitarbeitern des beteiligten Amtlichen Dienstes, insbesondere Henning Lindenberg am Standort Birkenmoor in Schleswig-Holstein, Frau Krüger und Herrn Pauels am Standort Großenstein in Thüringen, Herrn Dr. Zellner, Herrn Wagner und Herrn Weber am Standort Freising in Bayern, Frau Meyer zu Beerentrup, Herrn Korporal und Herrn Renvert von der NPZ Hans Georg Lembke KG am Standort Hovedissen in Nordrhein Westfalen und Rüdiger Ströh vom Versuchsgut Hohenschulen, ohne deren Hilfe diese Arbeit in dem beschriebenen Umfang nicht durchzuführen gewesen wäre. Der NPZ Hans Georg Lembke Kg danke ich für das zur Verfügung gestellte Versuchssaatgut.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Personen, die eine Auswertung von Daten für diese Arbeit überhaupt erst ermöglicht haben, „meinen Raps-Hiwis“, Jens, Gerrit, Lena, Anke, Miriam, Beate, Christiane, Frida, Christina, Simone, Yvonne, Sidonin, Cay, Thorsten, Ella, Katharina, Silke, Jana, Iris und Sebastian, die in unzähligen Stunden einen nicht nur sprichwörtlichen „Berg“ an Rapspflanzen bearbeitet haben.

Allen Mitarbeitern des Instituts für Phytopathologie danke ich für die mir gewährte Hilfsbereitschaft und die freundschaftliche Zusammenarbeit.

Wichtig zu erwähnen sind meine Kondoktoranden Mathis, Lena, Hinrich, Matthias, Melanie und Nina, die den Zeitraum meiner Promotion zu einem unvergesslichen Lebensabschnitt werden ließen, der enge freundschaftliche Kontakt in allen Hoch- und Tiefphasen wird mir fehlen.

Besonders danken möchte ich Anke, Lena und Matthias für die unermüdliche Motivation und Hilfe bei der „Finalisation“ meiner Arbeit.

Für die finanzielle Unterstützung bedanke ich mich bei der BASF, der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landschaft und der UFOP.

Meinen lieben Eltern und meiner Familie möchte ich für die Unterstützung während meiner Studienzeit einen besonderen Dank aussprechen. Die stetige Motivation und das entgegengebrachte Verständnis boten mir einen großen Rückhalt.

Curriculum Vitae

Persönliche Daten

Name	Hagen Bremer
Geburtsdatum	10.03.1977, Lüneburg
Familienstand	ledig

Schulabschluss

06/1996	Allgemeine Hochschulreife Fachgymnasium Agrarwirtschaft Lüneburg
---------	---

Berufsausbildung

08/1996-07/1998	Ausbildung zum Landwirt
-----------------	-------------------------

Studium / Dissertation

10/1998-07/2004	Studium der Agrarwissenschaften, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
02/2001	Vordiplom
06/2003	Bachelor of Science: Bachelorarbeit: „Kartoffel-Pflanzguterzeugung im ökologischen und konventionellen Landbau unter besonderer Berücksichtigung des Virusbefalls – Auswertung der Virustestergebnisse von Schleswig-Holstein für die Jahre 1999-2001“
07/2004	Master of Science Masterarbeit: „Einfluß von Wachstumsregulatoren, Fungiziden und Additiven auf die Morphogenese, den Pathogenbefall und deren Effekte auf den Ertrag in Winterraps (<i>Brassica napus</i> L. var. <i>Napus</i>)“
08/2004-02/2008	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Phytopathologie, Christian-Albrechts Universität zu Kiel mit Dissertationsthema: Entwicklung eines Prognosemodells zur gezielten Bekämpfung von <i>Phoma lingam</i> im Rahmen eines bundesweiten Raps-Monitoring
