

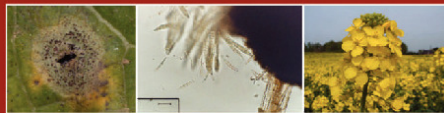


Hagen Bremer (Autor)

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

Hagen Bremer

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



 Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1438>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

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 Befallsituation 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	22.03. 50 kg/ha ASS	13.03. 50 kg/ha ASS
		04.04. 25 kg/ha Piamon		
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 Frühjahrsapplikationen 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				