



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und  
Lebensmittelwissenschaften

Fachgebiet Angewandter Pflanzenschutz

**Optimierung der Einsatzstrategie des  
wachstumshemmenden Fungizides Torex<sup>®</sup> in  
Winterraps auf Trockenstandorten**

**Bachelorarbeit**

Vorgelegt von: Christian Hinz

1. Gutachter: Prof. Dr. agr. Heinz Große Hokamp
2. Gutachter: Dipl. agr. Ing. Günter Lehmann

URN: nbn:de:gbv:519-thesis2008-0389-8

im Januar 2009

# Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in Winterraps auf Trockenstandorten

---

1.	Einleitung und Problemstellung.....	7
2.	Literatur .....	10
2.1.	Standortansprüche .....	10
2.1.1.	Boden.....	10
2.1.2.	Klima .....	11
2.1.3.	Fruchtfolge .....	12
2.2.	Entwicklung des Rapsanbaus.....	16
2.2.1.	Entwicklung der Anbaufläche.....	16
2.2.2.	Entwicklung der Rapsrerträge .....	17
2.2.3.	Preisentwicklung Raps.....	17
2.3.	Verwendungsmöglichkeiten des Erntegutes.....	19
2.3.1.	Non- Food- Produkte.....	19
2.3.2.	Futtermittel in der Tierproduktion .....	21
2.3.3.	Menschliche Nahrungsmittel .....	21
2.4.	Bedeutende pilzliche Rapskrankheiten.....	22
2.4.1.	Wurzelhals- und Stängelfäule .....	22
2.4.2.	Weißstängeligkeit.....	26
2.4.3.	Verticillium.....	27
2.4.4.	Grauschimmel .....	28
2.5.	Bestandesführung.....	29
2.5.1.	Fungizide Pflanzenschutzmaßnahmen .....	30
2.5.2.	Wachstumsregulierende Pflanzenschutzmaßnahmen.....	32
3.	Material und Methoden.....	34
3.1.	Standortbeschreibung.....	34
3.1.1.	Boden.....	35
3.1.2.	Klima .....	35
3.1.3.	Fruchtfolge .....	37
3.2.	Versuchsaufbau und Durchführung .....	38
3.2.1.	Sorten.....	38
3.2.2.	Versuchsanlage und Prüfvarianten .....	39
3.2.3.	Düngung.....	42
3.2.4.	Pflanzenschutz.....	42
3.2.5.	Technik der Versuchsdurchführung .....	43
4.	Ergebnisse.....	45
4.1.	Datenaufbereitung und statistische Auswertung .....	45
4.2.	Bestandesdichte .....	45
4.3.	Parameter Winterhärte .....	47
4.3.1.	Wurzelhalsdicke Herbst .....	47
4.3.2.	Höhe Vegetationskegel .....	48
4.4.	Parameter der Standfestigkeit .....	50

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

4.4.1.	Bestandeshöhe .....	50
4.5.	Fungizide Wirkung gegen den Pilz Phoma lingam .....	56
4.5.1.	Phoma lingam Herbst.....	56
4.5.2.	Phoma lingam Frühjahr 1 .....	57
4.5.3.	Phoma lingam Frühjahr 2 .....	58
4.5.4.	Phoma Ernte .....	59
4.6.	Ertrag und Ölgehalt.....	61
4.6.1.	Ölgehalt.....	61
4.6.2.	Ertrag .....	62
5.	Auswertung.....	64
5.1.	Liniensorte .....	64
5.2.	Hybridsorte .....	64
5.3.	Wirkungsunterschiede in Abhängigkeit von der Sorte .....	65
6.	Diskussion .....	66
7.	Zusammenfassung .....	68
	Literaturverzeichnis.....	70
	Anhang .....	74

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abb.</b>	Abbildung
<b>BH</b>	Befallshäufigkeit
<b>BS</b>	Befallsstärke
<b>Ca</b>	Calcium
<b>ha</b>	Hektar
<b>Jh.</b>	Jahrhundert
<b>K</b>	Kalium
<b>Kap.</b>	Kapitel
<b>kg</b>	Kilogramm
<b>l</b>	Liter
<b>LFA</b>	Landesforschungsanstalt
<b>Mg</b>	Magnesium
<b>N</b>	Stickstoff
<b>P</b>	Phosphor
<b>Pfl.</b>	Pflanzen
<b>S.</b>	Seite
<b>t</b>	Tonnen
<b>Temp.</b>	Temperatur
<b>TKG</b>	Tausendkorngewicht
<b>TM</b>	Trockenmasse
<b>TS</b>	Trockensubstanz
<b>Wdh</b>	Wiederholung
<b>Veget.- Tage</b>	Vegetationstage

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kreuzungsschema zur Entstehung von Raps	7
Abbildung 2: Auftreten von Rapskrankheiten in Abhängigkeit von der Anbaukonzentration	15
Abbildung 3: Anbauumfang und Produktions-	16
Abbildung 4: Ertragsverlauf ab 1990 (Quelle: Weise 2008, Syngenta Seeds)	17
Abbildung 5: Entwicklung der Rapspreise	18
Abbildung 6: Zyklus der Wurzelhals- und Stängelfäule	23
Abbildung 7: Blattsymptome Phoma lingam	24
Abbildung 8: Wurzelsymptome Phoma lingam	24
Abbildung 9: Satellitenansicht Versuchsfläche	34
Abbildung 10: Satellitenansicht Mürzitzregion	34
Abbildung 11: Temperaturverlauf über die Vegetationsperiode 2007/2008	36
Abbildung 12: Niederschlagsverteilung über die Vegetationsperiode	36
Abbildung 13: Randomisierungsplan	40
Abbildung 14: Bestandesdichte NK Nemax	46
Abbildung 15: Bestandesdichte NK Petrol	46
Abbildung 16: Wurzelhalsdicke NK Nemax	47
Abbildung 17: Wurzelhalsdicke NK Petrol	48
Abbildung 18: Höhe Vegetationskegel NK Nemax	49
Abbildung 19: Höhe Vegetationskegel NK Petrol	49
Abbildung 20: Bestandeshöhe Herbst NK Nemax	50
Abbildung 21: Bestandeshöhe Herbst NK Petrol	51
Abbildung 22: Bestandeshöhe 1 Frühjahr NK Nemax	52
Abbildung 23: Bestandeshöhe 1 Frühjahr NK Petrol	52
Abbildung 24: Bestandeshöhe 2 Frühjahr NK Nemax	53
Abbildung 25: Bestandeshöhe 2 Frühjahr NK Petrol	53
Abbildung 26: Bestandeshöhe Vollblüte NK Nemax	54
Abbildung 27: Bestandeshöhe Vollblüte NK Petrol	54
Abbildung 28: Bestandeshöhe Blühende NK Nemax	55
Abbildung 29: Bestandeshöhe Blühende NK Petrol	55
Abbildung 30: Phomabonitur Herbst NK Nemax	56
Abbildung 31: Phomabonitur Herbst NK Petrol	57
Abbildung 32: Phomabonitur 1 Frühjahr NK Nemax	57
Abbildung 33: Phomabonitur 1 Frühjahr NK Petrol	58
Abbildung 34: Phomabonitur 2 Frühjahr NK Nemax	58
Abbildung 35: Phomabonitur 2 Frühjahr NK Petrol	59
Abbildung 36: Phomabonitur Ernte NK Nemax	60
Abbildung 37: Phomabonitur Ernte NK Petrol	60
Abbildung 38: Ölgehalt NK Nemax	61
Abbildung 39: Ölgehalt NK Petrol	62
Abbildung 40: Ertrag NK Nemax	62
Abbildung 41: Ertrag NK Petrol	63

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klimatisch Ansprüche Winterraps	12
Tabelle 2: Inhaltsstoffe Raps	13
Tabelle 3: Rapsrerträge in Abhängigkeit der Fruchtfolge	15
Tabelle 4: Phoma lingam Entwicklung nach Wärmesummen	25
Tabelle 5: Wichtige Fungizide im Winterraps	30
Tabelle 6: Applikationsplan	41
Tabelle 7: Nährstoffbilanz des Versuchsstandortes	42
Tabelle 8: Klimatische Verhältnisse bei den Applikationen	44

## Anlagenverzeichnis

Datenerhebungsplan Fungizidversuch Toprex® 2007/2008 Standort Melz	74
Ergebnisse Bestandesdichte Herbst 2007	76
Ergebnisse Wurzelhalsdicke	76
Ergebnisse Vegetationskegelhöhe 2007	77
Ergebnisse Bestandeshöhe Herbst 2007	77
Ergebnisse Bestandeshöhe 1 Frühjahr 2008	78
Ergebnisse Bestandeshöhe 2 Frühjahr 2008	78
Ergebnisse Bestandeshöhe Vollblüte	79
Ergebnisse Bestandeshöhe Blühende	79
Ergebnisse Phomabonitur Herbst 2007	80
Ergebnisse Phomabonitur 1 Frühjahr 2008	80
Ergebnisse Phomabonitur 2 Frühjahr 2008	81
Ergebnisse Phomabonitur Wurzelhals	81
Ergebnisse Ölgehalt	82
Ergebnisse Ertrag	82
Ergebnisse Bestandesdichte Nachauflauf	83
Ergebnisse Blattzahl Herbst 2007	83
Ergebnisse Bodenbedeckung Herbst 2007	84
Ergebnisse Wurzelhalsdicke Frühjahr 2008	84
Ergebnisse Wurzellänge Frühjahr 2008	85
Ergebnisse Bodendeckung Frühjahr 2008	85
Gesamtauswertung der Boniturergebnisse	86
Faltblatt Übersicht Prüfvarianten	87
Faltblatt klimatische Bedingungen bei der Applikation	87

## 1. Einleitung und Problemstellung

Raps gehört zur Gattung *Brassica*, der Familie der Kreuzblütler (*Brassicaceae*). Man geht davon aus, dass Raps durch eine spontane Kreuzung von Kohl und Rübsen, wie in Abbildung 1 zu sehen ist, im mediterranen Überlappungsgebiet entstanden ist. Bisher wurden noch keine Wildformen des Rapses gefunden, was darauf hinweist, dass *Brassica napus* eine sehr junge Pflanze ist (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 17 ff).

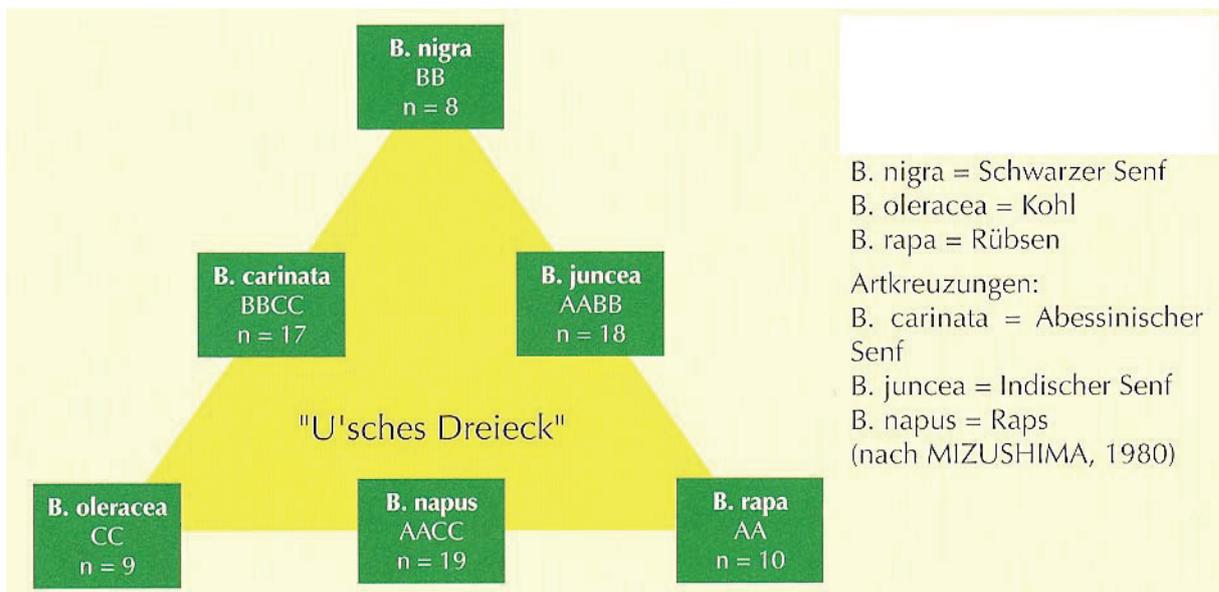


Abbildung 1: Kreuzungsschema zur Entstehung von Raps  
(Quelle: Christen/ Fried, 2007, S. 18)

Es gibt Raps als sommer- und winterannuelle Formen. Im Folgenden sollen aber die winterannuellen Formen behandelt werden.

Raps bildet eine Pfahlwurzel, welche bis zu 1,8 m tief in den Boden wachsen kann. Nach dem Auflaufen bildet die Pflanze ein Rosettenstadium, welches bis ins Frühjahr erhalten bleibt. Erst dann wird die Rosette durch die Streckung des Sprosses aufgelöst. Nach der Entwicklung des Haupttriebes entwickeln sich die Nebentriebe der ersten und zweiten, ggf. auch höherer Ordnungen, wobei die apikale Dominanz deutlich ausgeprägt ist. Die Blüte besteht aus einer Blütenhülle, 4 freien Kelchblättern, im Wechsel mit 4 freien, im Normalfall gelben Kronblättern. Weiterhin sind 6 Staubblätter in 2 Kreisen angeordnet, welche den Stempel in der Mitte einschließen (vgl. Christen/ Fried, 2007, S. 53 ff). Der Fruchtstand des Rapses wird als Schote bezeichnet und ist ca. 5 – 10 cm lang. Die Schote ist durch eine falsche Scheidewand in 2 Räume unterteilt, von denen jeder, abhängig vom Versorgungsgrad der Pflanze, mit 5 – 12 Samen gefüllt sein kann. Der Rapssamen ist kugelig, ca. 1,8 – 2,8 mm groß, bei einem Tausend Korn Gewicht von 4 und 7 g. Der Reife Samen hat eine

blau/ braun- schwarze Färbung. Er besteht aus ca. 40 – 50 % Öl, welches ihn zu einer so bedeutsamen Frucht macht.

Brassica napus kann, laut Christen/ Fried (2007, S. 3), als eine der Erfolgsfrüchte des Ackerbaus in Deutschland bezeichnet werden. Er wurde im Jahr 2007 auf 1,5 Millionen ha Ackerfläche angebaut, was rund 83 % der für den Rapsanbau geeigneten Fläche von 1,8 Mio. ha (vgl. Christen/ Fried, 2007, S. 3) in Deutschland entspricht. Dieser Zustand hängt in großem Maße von der hohen Nachfrage ab, welche dem Raps in den letzten Jahren zugekommen ist.

Aus Raps lässt sich nicht nur eines der hochwertigsten Pflanzenöle für die menschliche und tierische Ernährung erzeugen, sondern auch nachwachsende Rohstoffe in Form von Brennstoffen, welche immer mehr an Bedeutung gewinnen, und somit die Nachfrage weiter ankurbeln. Dies hat zur Folge, dass Raps auch wirtschaftlich eine der attraktivsten Kulturen für die Landwirte ist. Weiterhin bietet er aus ackerbaulicher Sicht einige Vorteile. Dazu zählen sein guter Vorfruchtwert, die Entzerrung der Arbeitsspitzen im Getreideanbau, die Vereinfachung der pfluglosen Bodenbearbeitung aus phytosanitärer Sicht und der tiefgründigen Durchwurzelung des Bodens.

Durch die teilweise hohe Anbauintensität treten jedoch verstärkt fruchtfolgebedingte Krankheiten auf, welche den Ertrag und die Qualität des Erntegutes stark mindern können. Um diesem entgegen zu wirken, setzen die Landwirte auf den Einsatz fungizider Pflanzenschutzmittel. Laut einer Deckungsbeitragsberechnung von Goldhofer und Reisenweber (2008), der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, belaufen sich die Fungizidkosten für einen Hektar Raps, in der mittleren Intensitätsstufe, auf ca. 20 €/ha. Das würde bedeuten, dass bei 1,5 Mio. ha Raps jährlich 30.000.000,00 € für Fungizide im Rapsanbau von den Landwirten ausgegeben werden.

Die Firma Syngenta Agro hat ein neues Fungizid, Toprex®, mit wachstumshemmenden Eigenschaften entwickelt und sie strebt die Zulassung für das Frühjahr 2009 an. Um Erfahrungen mit der Anwendung dieses Produktes im Freiland zu sammeln, die Wirkung unter verschiedenen Bedingungen zu testen, so dass die Sicherung einer guten Beratung der Landwirte und ein möglichst gutes Marketing erfolgen kann, wurde an 3 Standort in Deutschland, darunter Vipperow, ein Versuch angelegt, in welchem verschiedene Intensitätsstufen und Applikationszeitpunkte für Fungizidmaßnahmen, insbesondere mit dem Produkt Toprex®, im Winterraps mit einander verglichen werden sollen.

Ziel ist es, die unterschiedlichen Behandlungserfolge durch die Veränderung des Applikationszeitpunktes und der Applikationsmenge aufzuzeigen, um optimale Strategien für das neue Produkt zu entwickeln. Weiterhin wird durch die Verwendung einer ortsüblichen Strategie, mit einem Fungizid eines anderen Marktteilnehmers, eine Vergleichsmöglichkeit der Ergebnisse geschaffen, die zu Marketingzwecken verwendet werden kann. Dies soll die Vor-

züge des neuen Produkts gegenüber anderen Fungiziden auf dem Markt verdeutlichen. Durch die Anlage des Versuches in 2 verschiedenen Sorten am selben Standort kann eine Interaktion der Produkte mit den Sorten aufgezeigt werden. Somit soll die optimale Strategie nicht nur für den Standort, sondern auch für Hybrid- bzw. Liniensorten ermittelt werden.

Durch die stark gestiegene Wirtschaftlichkeit des Rapses werden immer mehr suboptimale Standorte genutzt. Um speziell Landwirten in Regionen mit leichteren Böden und starken Trockenproblemen bei der Optimierung ihrer Fungizidstrategien, zu Gunsten des neuen Produkts Toprex®, helfen zu können, wurde mit der Fläche in Melz genau solch ein Standort ausgewählt.

Die Durchführung, die Ergebnisse und die Auswertung dieses Versuches sollen in dieser Arbeit dargelegt werden.

## **2. Literatur**

Um die Notwendigkeit darzustellen und die Ergebnisse dieses Versuches bestmöglich interpretieren zu können, ist es wichtig, im Vorfeld einige grundlegende Themen wie Standortansprüche und Bestandesführung zu erläutern. Weiterhin sollen im Literaturteil Aussagen getroffen, welche durch die Versuche bestätigt, bzw. widerlegt werden können.

### **2.1. Standortansprüche**

Für den erfolgreichen Anbau einer Kultur ist es wichtig deren Bedürfnisse zu kennen und nur Standorte zu nutzen die einen wirtschaftlichen Anbau ermöglichen. Der Nächste Abschnitt befasst sich mit den Ansprüchen des Rapses an Boden, Klima und Fruchtfolge.

#### **2.1.1. Boden**

Winterraps ist eine Kultur mit hohen Ansprüchen an den Boden, ganz besonders jedoch an die Struktur, die Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit. Der Boden sollte keine Strukturschäden besitzen. Besonders Verdichtungen im Untergrund sind für die Entwicklung der Pfahlwurzel ungünstig. Sie behindern nicht nur das Tiefenwachstum, sondern können auch zu Staunässe führen, auf die die Rapswurzel, welche Sauerstoff benötigt, empfindlich reagiert. Standorte, welche Probleme mit der Wasserführung haben, sollten in diesem Fall ordentlich drainiert sein. Die Drainagen sind regelmäßig zu kontrollieren, da es zu Verstopfung durch die bis zu 1,80 m tiefe Wurzel kommen kann (vgl. Lochow Petkus/ KWS (Hrsg.) 2007, S. 16 ff). Raps stellt als Feinsämerei hohe Anforderungen an das Saatbett. Fehler in diesem Bereich können zu ungleichmäßigen Beständen, kümmernden Einzelpflanzen, Lückenverunkrautung, erhöhter Frostanfälligkeit und im schlimmsten Fall zu Totalausfall führen. Strohmatten stellen in der Jugendentwicklung ein Problem dar, da die keimende Pflanze mit ihrer Wurzel keine Verbindung zum Boden aufbauen kann und somit an Wasser- und Nährstoffmangel leidet. Auch kann, laut C.-Hendrik Bothe, 2006, die Wirkung von Herbizideinsätzen verringert werden. Untergepflügte Strohmatten hingegen unterbrechen den Aufstieg von Kapillarwasser, was in trockenen Jahren zu Problemen führen kann. Für die Jugendentwicklung ist es weiterhin nötig, dass der Rapssamen in einem gut rückverfestigtem Saatbett liegt. Ein zu grobkrümliges Saatbett führt häufig zum „Vergraben“ des Samens, wobei zu feinkrümliger Boden eher zur Verschlämmung neigt. Saure Böden stellen auf Grund der hohen Festlegung an Spurennährstoffe ein weiteres Problem dar. Es sollte also vor Raps eine Kalkung erfolgen, um den pH-Wert zu optimieren. Dieser sollte zwischen 6 und 7 liegen.

Besonders geeignet sind Löß- und Lehmböden, welche Wasser und Nährstoffe gut speichern und der Pflanze kontinuierlich zur Verfügung stellen. Sehr schwierig sind hingegen

Moorstandorte, da es hier häufig zum Überwachsen im Winter und zu Auswinterungsschäden durch Wurzelabriss im Frühjahr kommt (vgl. Alpmann 2006, S. 84 ff). Grundsätzlich werden Standorte mit Ackerzahlen zwischen 28 und 30 als unterste Grenze für den Rapsanbau angesehen.

Hohe Nachfrage und somit steigende Preise machen Rapsanbau mittlerweile auch auf Grenzstandorten lukrativ. Dank neuer robuster Sorten gibt es dabei heute weit aus weniger Probleme als noch vor einigen Jahren. Um auf sandigen Standorten erfolgreich Raps anbauen zu können, sollten diese humos sein und optimal mit Nährstoffen versorgt. Besonders ist dabei auf Bor und Schwefel zu achten, da Raps einen hohen Bedarf an diesen hat. Da leichte Böden häufig Probleme mit der Wassernachlieferung haben, müssen die Rapspflanzen im Frühjahr zügig mit dem Massenwachstum beginnen (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 59 ff), um aus den Wasserreserven des Winters eine kräftige und tiefgründige Pfahlwurzel ausbilden zu können. Diese soll der Pflanze Wasser aus tieferen Bodenregionen in Trockensituationen nachliefern. Da sich leichtere Böden im Frühjahr schneller erwärmen ist ein höherer und früherer Krankheitsdruck gegeben. Eine zeitige und kontinuierliche Kontrolle der Bestände ist laut Alpmann, 2006, nötig.

### **2.1.2. Klima**

Raps ist in der Lage, Mängel des Bodens, durch eine gute und ausreichende Niederschlagsverteilung auszugleichen (vgl. Alpmann 2006, S. 84 ff). Ein hohes Wasserangebot ist für den Raps sehr wichtig. Im Jahr sollten pro m<sup>2</sup> ca. 600 mm Niederschlag fallen. Der Zeitpunkt des höchsten Bedarfs liegt dabei in der Blüte. Wassermangel in der Sprossphase verringert die Bildung von Seitentrieben, die Anzahl der Blüten und somit den Schotenansatz.

Eine genaue Übersicht über benötigte Niederschlagsmengen, deren Verteilung und weitere Standortansprüche gibt Tabelle 1. Das Temperaturminimum für die Keimung liegt bei +3 °C das Optimum bei 20°C (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 60). Damit der Winterraps Fröste bis minus 25°C unbeschadet übersteht, ist eine dreistufige Abhärtung nötig. In der ersten Phase, mit Temperaturen zwischen 2 und 10 °C, kommt das Wachstum zum Erliegen. Der Raps kann dann Tiefsttemperaturen bis – 10 °C ertragen. In der zweiten Phase, mit ersten Frösten, kommt es zur Anreicherung mit Phospholipiden und eine Kältetoleranz bis -17°C wird erreicht. In der letzten Phase, mit ersten tieferen Frösten, kommt es zur Dehydrierung. Eine Abhärtung für Temperaturen bis – 25 °C wird erreicht (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 60). Finden diese Phasen der Abhärtung nicht statt, können schon erste Schäden an Pflanzen bei -10 °C auftreten. Ab etwa 4 °C stellt die Pflanze ihr Wachstum ein, Differenzierungsvorgänge gehen jedoch weiter. Winterraps hat im Gegensatz zu Wintergetreide ein geringes Vernalisationsbedürfnis. Um die Umsteuerung in die generative Phase zu erlangen, reichen ca. 3 Wochen bei Temperaturen um den Gefrierpunkt (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 59 ff).

Stärker wirkt sich hingegen das Licht aus. Raps benötigt als Langtagpflanze zunehmende Tageslängen für die Umsteuerung.

Kahlfröste und Frosttrockenheit im Frühjahr sind ungünstig für den Raps. *Brassica napus* bevorzugt das maritime Klima. Durch ein Fortlaufen der Photosynthese wirken sich hohe Luftfeuchtigkeit und milde Sommertemperaturen besonders positiv auf den Ertrag und den Ölgehalt aus (vgl. Altmann 2006, S. 86 ff). Außerdem erhöhen niedrige Temperaturen den Desaturierungsgrad (Anzahl hochgradig ungesättigter Fettsäuren) der Rapsamen (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 61), was eine Qualitätsverbesserung des Öls für die Ernährung darstellt.

Tabelle 1: Klimatische Ansprüche Winterraps

<b>Herbst</b>		<b>Veget.- Tage</b>	<b>Temp. Summe &gt; 0 °C</b>	<b>Wasserbedarf mm/ m<sup>2</sup></b>
Keimung		4 - 15	80	Keimfeucht
1 - 6 Blatt	Langtag	45	550	50
6 - 10 Blatt	Kurztag	45	270	60
Vegetationstage		100	ca. 900	110 - 120
<b>Frühjahr/ Sommer</b>				
Vegetationsbeginn		Kurztag	30	90
20. März - 20. April		Langtag	30	180
21. April - 5. Juni		Langtag	75	750
5. Juni - 30. Juli		Langtag	25	375
Frühjahr/ Sommer gesamt			1395	480
gesamt / Jahr		260	2295	600
Winter ohne Berechnung		80		
Nach der Ernte vor Aussaat		25		
Tage gesamt		365		

(Quelle: Ludger Altmann, 2006, BASF, Raps- Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive)

### 2.1.3. Fruchtfolge

Winterraps stellt jedoch nicht nur eine anspruchsvolle Kultur hinsichtlich des Standortes dar, sondern bringt als Blattfrucht auch einige Vorteile mit sich. Durch die nachlassenden Absatzmöglichkeiten und somit sinkende Wirtschaftlichkeit anderer Blattfrüchte, wie zum Beispiel Zuckerrüben, kommt es in vielen Regionen zur Verarmung des Blattfruchtanteils in den meist stark getreidelastigen Fruchtfolgen. Sind für den Raps die Standortvoraussetzungen erfüllt und fällt eine wirtschaftliche Prüfung des Anbaus positiv aus, so kann er eine willkommene, sehr positive Abwechslung für den Boden darstellen.

Die Rapspflanze schafft es, unter günstigen Bodenverhältnissen, sehr tiefe Pfahlwurzeln auszubilden, welche für die Lockerung des Bodens eine wichtige Rolle spielen. Weiterhin

verbleibt nach der Ernte diese Wurzelmasse im Boden und hilft somit den Humushaushalt der Böden zu verbessern. (vgl. Bothe 2006, S. 126 ff)

Da sich der Boden, durch die Bedeckung der Oberfläche und die Lockerung, in einem guten Garezustand befindet, kann für die Folgekultur meist auf eine konservierende Bodenbearbeitung zurückgegriffen werden. Laut der Düngeverordnung besitzt Winterraps ein Korn Stroh Verhältnis von 1: 1,7 (siehe Tabelle 2). Bei Erträgen von 3,5 t/ha verbleiben somit knapp 6 Tonnen Stroh auf der Fläche.

Tabelle 2: Inhaltsstoffe Raps

Hauptfrucht	Ernteprodukt	Nährstoffgehalt kg/dt Frischmasse				mitlerer Ertrag dt/ha	Harvestindex 1 : X
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO		
Raps	Korn (91 % TS)	3,35	1,80	1,00	0,50	30	1,7
	Stroh (86 % TS)	0,70	0,35	2,35	0,41		
	Korn + Stroh	4,54	2,40	5,00	1,20		

(Quelle: Düngeverordnung, Anlage 1, Tabelle 1, Stand Juli 2008)

Nach Hendrik Bothe 2006, ist diese organische Masse leicht zersetzbar wodurch dem Boden kurz bis mittelfristig viele Nährstoffe zur Verfügung stehen. Dies wiederum fördert die mikrobielle Aktivität des Bodens. Der Anfall des im Stroh verbleibenden Stickstoffs muss für die Folgekultur mit angerechnet werden. Meist ist das Wintergetreide jedoch nicht in der Lage diesen vor dem Winter komplett aufzunehmen und so besteht die Gefahr der Auswaschung im Frühjahr. Raps bietet demnach einsparpotentiale an Düngemitteln in der Fruchtfolge. Aber auch der Bedarf an Pflanzenschutzmittel verringert sich. Durch die lange Beschattung des Bodens werden viel Unkräuter unterdrückt, andere z.B. Monokotyle Unkräuter können kostengünstig bekämpft werden und stellen wesentlich weniger Probleme als in Getreide dar (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 64 ff). Weiterhin findet durch die Unterbrechung des Getreideanbaus ein Abriss der Infektionskette für Getreidekrankheiten statt. So wurde nachgewiesen, dass die Senföle des Rapses in der Lage sind, das Inokulum der Schwarzbeinigkeit direkt im Boden abzubauen (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 65). Ebenfalls kommt es nicht zur Freisetzung der im Getreidestroh verbleibenden Phenole und niederen Fettsäuren, welche sich negativ auf die Anfangsentwicklung des Getreides auswirken (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 66 ff). Im Folgejahr bietet sich eine sehr wirtschaftliche Kultur an, welche in der Lage ist, diese Vorteile bestmöglich zu nutzen. In den Regionen, in denen die Standortverhältnisse gegeben sind, ist dies Winterweizen. So konnte nachgewiesen werden, dass Winterweizen nach Raps 9 % Mehrertrag zu Weizen nach Weizen erbringt. Wird Weizen 3 fach in Selbstfolge angebaut, so kann sogar mit fast 20 % Mehrertrag der Raps- Weizen- Fruchtfolge gerechnet werden.

Da der Standort und das Klima den Vorfruchtwert überlagern drücken sich die sehr guten Vorfruchteigenschaften besonders auf Grenzstandorten aus (vgl. Christen/Fried 2007, S. 68). Bessere Böden sind in der Lage, ungünstige Fruchtfolgen eher zu kompensieren bzw. zeigen nur langfristig deren Auswirkungen (vgl. Christen/ Fried 2007, S.66). Laut Christen, 2001, ergibt sich durch den Anbau von Winterraps jedoch eine bessere Ertragsstabilität für den Winterweizen. Genaue Zahlen für die Anrechnung des Rapses in der Folgekultur sind hingegen schwer zu ermitteln. Besonders positiv fallen diese jedoch auf Grenzstandorten und Regionen mit geringem Intensitätsniveau beim Einsatz von Düngern und Pflanzenschutzmitteln auf. Laut Hendrik Bothe, 2006, kann dem Raps im Gegensatz zu Weizen in Selbstfolge, ein Vorfruchtwert von 150 €/ha angerechnet werden.

Über die Vorfruchtansprüche hingegen wurde auf Grund der bis vor wenigen Jahren geringen Anbauintensität des Rapses eher wenig geforscht. Festzuhalten ist, dass aufgrund des frühen Saatzeitpunktes frühräumende Früchte benötigt werden. Empfehlenswert sind auch solche, die den Boden in einem guten Garezustand hinterlassen, um eine möglichst gute Jugendentwicklung des Rapses zu ermöglichen. Meist folgt Raps jedoch nach Getreide. Hier bietet sich besonders die Wintergerste an, da diese den Boden früh räumt und somit genügend Zeit für die Bodenbearbeitung lässt. Bei Winterweizen ist eine Anpassung der Sorten hinsichtlich des Abreifezeitpunktes sehr wichtig. Da ein hohes Strohaufkommen, welches auf dem Acker verbleibt, für den Raps eher ungünstig ist, sollten kurzstrohige Sorten bevorzugt werden. Im Fall von Roggen kann dies ein noch größeres Problem darstellen. Auf jeden Fall sollte das Strohmanagement angepasst werden und gegebenenfalls eine N- Gabe zur Strohhrotte erfolgen, um eine N- Sperre zu vermeiden.

Die besten Erträge für Raps lassen sich nach Angaben von Christen/ Fried, 2007, nach Frühkartoffeln und Körnerleguminosen erzielen. Einen Überblick über die unterschiedlichen Erträge des Rapses je nach Fruchtfolge zeigt Tabelle 3, welche auf Grundlage von Versuchsergebnissen des Standorts Hohenschulen bei Kiel aus den Jahren 1988- 2000 erstellt wurde.

## Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toplex® in Winterraps auf Trockenstandorten

Tabelle 3: Rapsrerträge in Abhängigkeit der Fruchtfolge

Fruchtfolge		Ertrag in dt/ha bzw. Kultur				
1	Raps- Monokultur	32,6				
2	Raps- Weizen	34,4	Weizen			
3	Raps- Gerste	35,7	Gerste			
4	Raps- Raps- Weizen	33,7	32,5	Weizen		
5	Raps- Weizen- Gerste	37	Weizen	Gerste		
6	Raps- Weizen- Weizen	35	Weizen	Weizen		
7	Raps- Weizen- Erbsen	39,8	Weizen	Erbsen		
8	Raps- Raps- Weizen- Weizen	35,7	34,3	Weizen	Weizen	
9	Raps- Raps- Weizen- Erbsen	36,5	34,6	Weizen	Erbsen	
10	Raps- Weizen- Erbsen- Weizen	36,7	Weizen	Erbsen	Weizen	
11	Raps- Weizen- Hafer- Gerste	37,3	Weizen	Hafer	Gerste	
12	Raps- Weizen- Erbsen- Weizen- Gerste	38,0	Weizen	Erbsen	Weizen	Gerste
13	Raps- Weizen- Erbsen- Raps- Weizen	34,6	Weizen	Erbsen	36,7	Weizen

(Quelle: Christen/ Fried, Raps- Das Handbuch für Profis 2007, Kap. 4)

Es ist in der Tabelle zu erkennen, dass die Rapsrerträge mit Abnahme der Anbauintensität zunehmen. Weiterhin machen Beispiel 5 und 6 den Einfluss der Vorfrucht deutlich.

Äußerst ungünstig wirkt sich der Anbau in Selbstfolge aus. Der Anstieg von Pilzkrankheiten (siehe Abbildung 2.) kann hier zu Einbrüchen im Ertrag führen, welche nur bedingt durch höheren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Dünger kompensiert werden können. Im Maximum sollte Raps laut Bothe, 2006, daher zu 33 % in der Fruchtfolge auftreten, besser noch, nur zu 25 %.

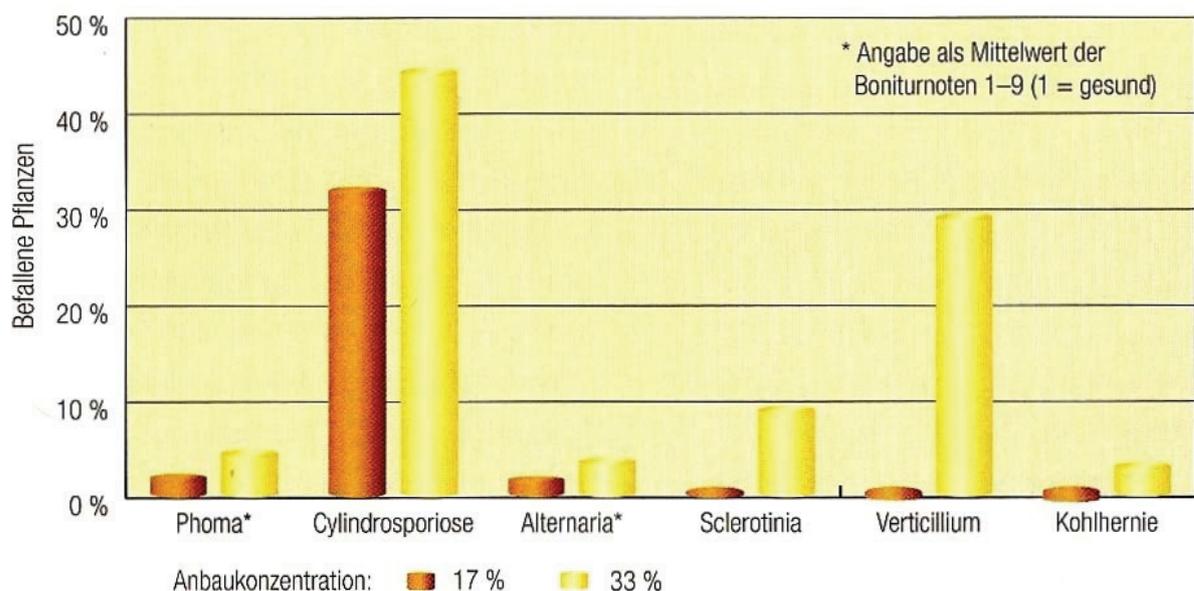


Abbildung 2: Auftreten von Rapskrankheiten in Abhängigkeit von der Anbaukonzentration  
(Quelle: Bothe, BASF, Raps- Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive 2006)

## 2.2. Entwicklung des Rapsanbaus

Der Rapsanbau in Europa hat in den vergangenen Jahren fast problematische Dimensionen angenommen. Dies ist nicht nur aus phytosanitärer Sicht zu sehen. Durch die hohe Attraktivität des Rapses und die damit hohe Anbauintensität stellt Raps, welcher nicht in die Nahrungsmittelproduktion gelangt, ein Konkurrenzprodukt zur Lebensmittelproduktion dar. Dies führt, auf lange Sicht gesehen, zum Anstieg der Preise, zum Beispiel für Weizen, und somit zu einer Verteuerung der Lebensmittel.

### 2.2.1. Entwicklung der Anbaufläche

Innerhalb der EU 27 Staaten wurde im Jahr 2007 Raps auf insgesamt 6,1 Mio. ha angebaut (C. Olliere/H. Utz 2007). Deutschland und Frankreich nehmen dabei die führende Position der Rapsanbauer in Europa ein. Dies trifft nicht nur in Bezug auf die Rapsfläche, sondern auch bei den Erträgen zu (vgl. Lochow Petkus/ KWS (Hrsg.) 2007, S. 8 ff).

In Deutschland wurde Raps im Jahr 2007 auf ca. 1,5 Mio. ha angebaut, wobei Mecklenburg-Vorpommern (258.400 ha), Bayern (172.800 ha) und Sachsen Anhalt (181.300 ha) zu den größten Produzenten gehören (Statistisches Bundesamt (Hrsg.) 2008). Laut Prognosen und unter Beachtung pflanzenbaulicher Aspekte wird der Anbau im Jahr 2010 auf 1,8 Mio. ha geschätzt (vgl. Christen/Fried 2007, S. 3), was 15 % der gesamten deutschen Ackerfläche darstellt. Laut ZMP wurden im Jahr 2007 rund 5,3 Mio. Tonnen Rapssaat produziert. In Abbildung 3 ist der Anstieg der Produktionsmenge und des Anbauumfangs in Deutschland seit dem Jahr 2000 deutlich sichtbar.

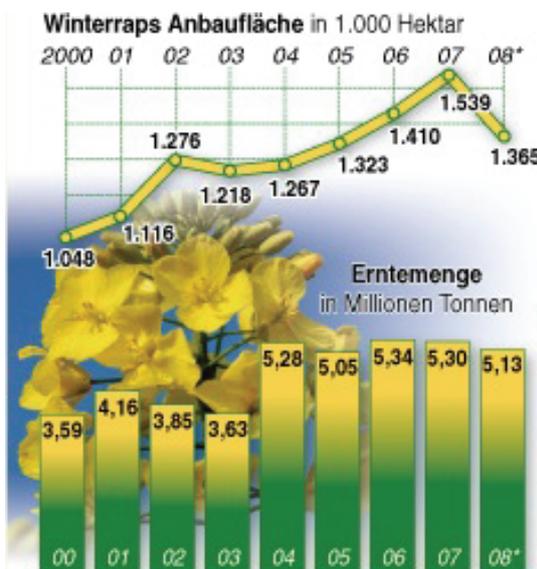


Abbildung 3: Anbauumfang und Produktionsmenge Winterraps

(Quelle: ZMP, BMELV, Statistisches Bundesamt, 2008)

### 2.2.2. Entwicklung der Rapserrträge

Die Abbildung 4 zeigt den Anstieg des Ertrages bei Raps seit 1990. Bis auf 1996, wo es zu starken Auswinterungen kam und den Jahren 2002 und 2003, wo Phoma und Trockenstress ertragsmindernde Ursache darstellten, ist ein stätiger Anstieg der Erträge bis zum Erntejahr 2004 zu verzeichnen.

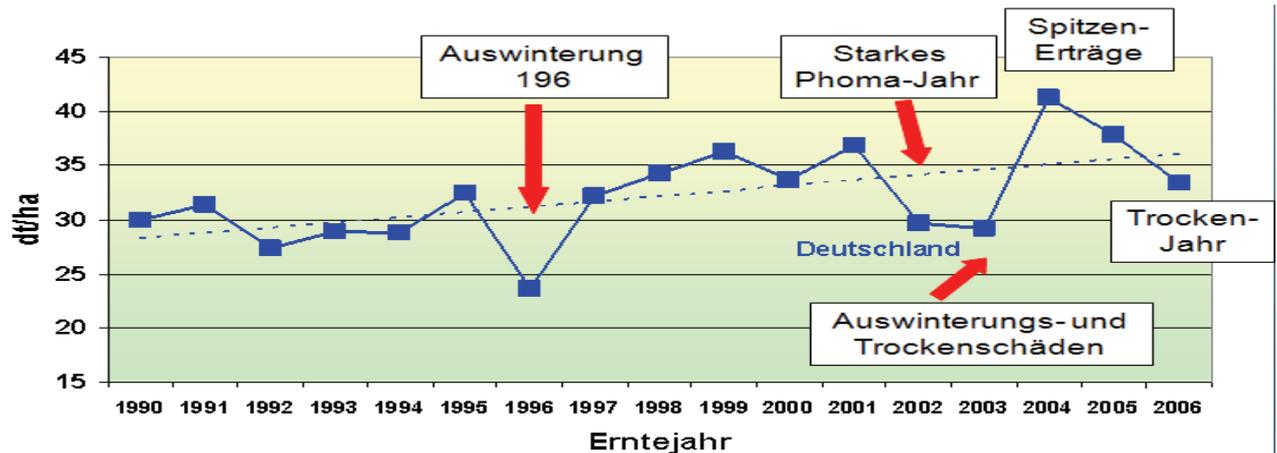


Abbildung 4: Ertragsverlauf ab 1990

(Quelle: Weise 2008, Syngenta Seeds)

Diese steigenden Ertragsleistungen sind vor allem dem Zuchtfortschritt in Form von ertragsstarken und widerstandfähigen Sorten, jedoch auch den verbesserten Anbaustrategien und der Entwicklung leistungsstarker Pflanzenschutzmittel zu verdanken. Die leichten Rückgänge der Erträge in den letzten Jahren können mit der Häufung der Vorsommertrockenheit erklärt werden. Laut der UFOP, 10/2008, kann davon ausgegangen werden, dass die Erträge bis 2012 auf durchschnittlich 40 dt/ha und 45 % Ölgehalt ansteigen könnten.

### 2.2.3. Preisentwicklung Raps

Auf dem Rapsmarkt gab es vor allem ab dem Wirtschaftsjahr 2006/2007 eine überdimensionale Entwicklung. Der Rapspreis stieg von ca. 25 €/dt Anfang 2007 bis auf zwischenzeitlich 47 €/dt Anfang 2008. Momentan ist der Preis rückläufig bei rund 32 €/dt (siehe Abb. 5). Diese starken Schwankungen kommen auf Grund der seit einigen Jahren anhaltenden Verflechtung der internationalen Agrarmärkte und den verstärkten spekulativen Aspekten zustande.

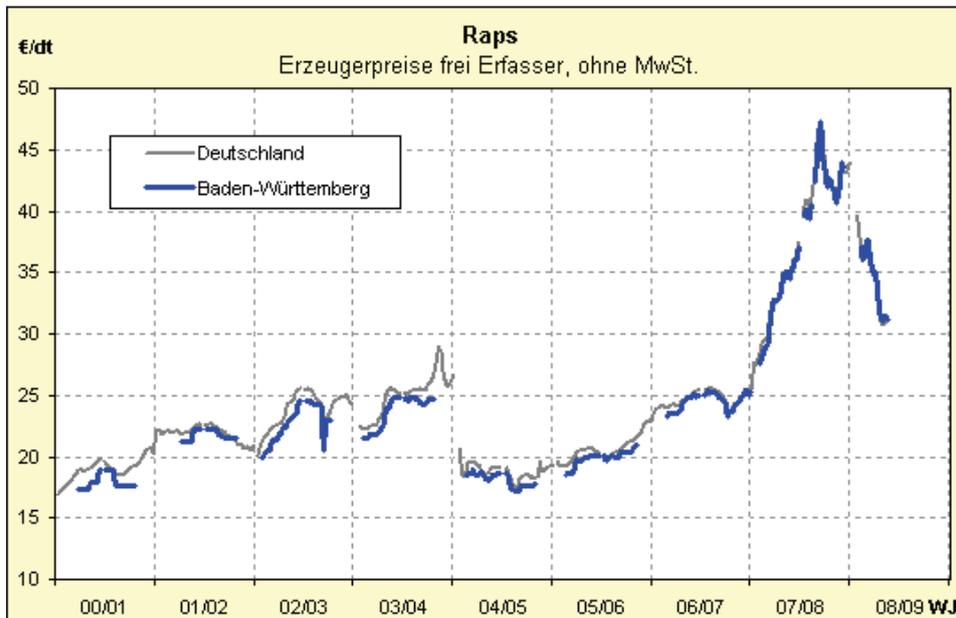


Abbildung 5: Entwicklung der Rapspreise

(Quelle: Landesstelle für landwirtschaftliche Marktkunde, Schwäbisch Gmünd, 2008)

Es sind nicht nur die Witterungsverläufe und Ernteprognosen in Deutschland für die Preisbildung von Bedeutung, es spielen auch Ernteprognosen von Soja in Nord- und Südamerika eine Rolle. Auch die Nachfrageseite wird stark beeinflusst z.B. durch die Kauflust Südostasiens. Trotz der starken Schwankungen im Rapsmarkt ist klar festzuhalten, dass die Erzeugerpreise seit dem Wirtschaftsjahr 2001/2002 von rund 22 €/dt bis heute deutlich angestiegen sind und es ist kaum vorstellbar, dass die Preise langfristig wieder unter 30 €/dt fallen. Dazu dürften auch die momentanen Höchstpreise für Rohöl beitragen, welche die Suche nach alternativen Kraftstoffen ankurbeln und die Nachfrage national stärken. Man muss jedoch dazu sagen, dass die Wirtschaftlichkeit von Biodiesel, bei Höchstpreisen von Raps mit 47 €/dt, sicher nicht in allen Fällen gegeben ist und eine Weiterverwertung des Rapskuchen erfolgen muss. Für die Landwirte wird es von größerer Bedeutung werden, ihre Preise langfristig abzusichern und nicht auf Maximalpreise zu spekulieren. Trotz des hohen Angebotes kommt es dank der hohen Nachfrage zu keiner Überproduktion, was auf lange Sicht den Preis auf einem guten Niveau halten sollte.

### **2.3. Verwendungsmöglichkeiten des Erntegutes**

In Deutschland wird die Verarbeitung von Raps und Rübsen seit etwa 500 Jahren aufgezeichnet. (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 247). Bis ins 19. Jahrhundert erfolgte dies jedoch eher in kleinem Stil. Erst ab Anfang des 20. Jh. wurden industrielle Ölmühlen an schiffbaren Flüssen erbaut. Durch diese Positionierung war es möglich, Importware, ohne teuren und aufwändigen Transport über das Festland zu verarbeiten. Nach einer starken Abnahme der Ölmühlen von 3000 – 4000 um 1900 auf knapp 100 um 1950 (vgl. Christen/Fried 2007, S. 247), ist bis zum heutigen Tag ein Aufwärtstrend zu verzeichnen. So wurden 2005 wieder mehr als 300 Pressen- und 14 Extraktionsbetriebe gezählt. Dieser Trend liegt sicher mit an den Tatsachen, dass die Auspresserfolge verbessert und die Extraktion mit chemischen Lösungsmitteln entwickelt wurde. Es gibt somit 2 Wege der Ölgewinnung. Diese unterscheiden sich nicht nur in der Art der Ölgewinnung, sondern auch in der Verwendung der gewonnenen Produkte und der Verarbeitungskapazitäten.

Die Qualitätsverbesserung der Rapssaat durch die Einführung der 00 Sorten führte zu einem Ausbau der Verarbeitungsmenge vor allem für die menschliche Ernährung und die Futtermittelproduktion im Nutztierbereich. Von 1900 bis 2005 wurde die Ölausbeute aus Raps von 5 auf 63 % ausgebaut (vgl. Christen/Fried 2007, S. 248).

#### **2.3.1. Non- Food- Produkte**

In diesen Bereich der Verwendungsmöglichkeiten werden alle Endprodukte geordnet, welche nicht in den Lebensmittelbereich zählen und somit nicht als Nahrungsmittel geeignet sind. Raps wird im Non-Food-Bereich zu Biodiesel, Rapsölkraftstoff, Schmierstoffen und Hydrauliköl verarbeitet. Außerdem findet das reine Öl Anwendung in Rapsöl- BHKW. Die Hälfte der in der EU produzierten Rapssaat wird zu Biodiesel oder zu reinem Rapsöl für die Kraftstoffnutzung verarbeitet (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 264).

##### **2.3.1.1. Biodiesel/ RME**

Als Biodiesel werden alle Kraftstoffe bezeichnet, welche durch Umesterung von Triglyceriden entstehen. Das bedeutet, dass Biodiesel nicht nur aus den Fettsäuren des Rapses, sondern auch anderen pflanzlichen und tierischen Fetten hergestellt werden kann. Biodiesel wird daher korrekt als FAME (Fatty- Acid- Methyl- Ester) bezeichnet. Im Folgenden soll es aber um RME (Rape- Methyl- Ester) gehen, welcher durch die Umesterung der Triglyceride des Rapsöls gewonnen wird. Der erste Schritt der RME Herstellung ist das Gewinnen des Rapsöls. Dies kann durch Pressen oder Extraktion erfolgen. Im Zweiten Schritt werden die drei im Rapsöl enthaltenden Fettsäuren mit Hilfe eines Katalysators (meistens Natriummethanol) vom Glycerid abgespalten und anschließend mit Methanol verestert

(vgl. Wenig 2006, S. 26 ff.). Das bei der RME Herstellung als Abfallstoff anfallende Glycerin kann in der Pharma- und Kosmetikindustrie Verwendung finden. Allerdings ist kritisch anzumerken, dass durch die stark gestiegene Produktionsmenge von Biodiesel, so hohe Mengen an Glycerin auf den Markt gebracht wurden, dass der Preis stark sank.

In Deutschland sind ab Ende 2007 Produktionskapazitäten von 3,7 – 4 Mio. Tonnen Biodiesel vorhanden (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 264), somit stellt Biodiesel den wichtigsten alternativen Kraftstoff in Deutschland dar. Angetrieben durch die Freigabe aller Diesel PKW von VW im Jahre 1995, befindet sich der Markt auf diesem Sektor seit Jahren im Aufwärtstrend. Ein regelrechter Boom wurde im Jahr 2000 durch die Einführung der Ökosteuern ausgelöst, da Biodiesel nicht nur ökologisch sondern auch preislich sehr interessant wurde. Abzuwarten ist jedoch, wie sich die eingeführte Besteuerung für Biokraftstoffe auf die Nachfrage auswirken wird. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Erdöl, Erdgas und Steinkohlevorkommen abnehmen, der Preis für diese Kraftstoffe steigt und somit die Nachfrage auf lange Sicht zumindest erhalten werden wird. Auch Umweltaspekte wie zum Beispiel eine ausgeglichene CO<sub>2</sub> Bilanz spielen besonders in Zeiten des Klimawandels bei den Verbrauchern eine zunehmende Rolle. Zudem sorgt die staatliche Gesetzgebung für Biotreibstoffe dafür, dass die Importabhängigkeit Deutschlands sinkt und die Forderungen des Kyoto-Protokoll erfüllt werden können. Somit wird trotz gegenspieler Ökosteuern dem Rapsmarkt positiv unter die Arme gegriffen. (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 265)

#### **2.3.1.2. Rapsölkraftstoff**

Reines Rapsöl, welches fälschlicherweise häufig auch als Biodiesel bezeichnet wird, kann gefiltert oder naturbelassen ebenfalls als Kraftstoff verwendet werden. Dies sollte jedoch nur in dafür geeigneten und vom Hersteller freigegebenen Motoren erfolgen.

Vor allem in der Landwirtschaft und im Transportgewerbe wird Rapsöl als Kraftstoff genutzt, da dieser komplett von der Mineralölsteuer befreit war. Der Absatz betrug 2005 196.000 Tonnen (vgl. Christen/Fried 2007, S. 268). Ab 2008 wird jedoch durch das „Gesetz zur Neuordnung der Besteuerung von Energieerzeugnissen und zur Änderung des Stromgesetzes“ auch für einige biogene Kraftstoffe eine Besteuerung von 0,10 €/l erhoben, welche bis 2012 auf 0,45 €/l gesteigert wird. Somit ist für Transportunternehmen die Lukrativität gemindert. Landwirte können sich diese Steuer auf Antrag aber zurückerstatten lassen.

Reines Rapsöl hat gegenüber RME den Vorteil, dass die Produktion wesentlich einfacher ist, da auf die Umesterung verzichtet wird. Da Rapsöl noch mit schwankenden Qualitäten zu kämpfen hat, gibt es noch keine Freigabe seitens der Motorenhersteller. Somit ist mit der Nutzung dieses Kraftstoffes ein starkes Risiko verbunden.

Auf Grund der gestiegenen Nachfrage wird besonders von Seiten der Motorenhersteller landwirtschaftlicher Nutzfahrzeuge mit der Entwicklung in diese Richtung begonnen.

Weiterhin können mit dem Rapsöl speziell dafür vorgesehene Blockheizkraftwerke betrieben werden. Dies ist notwendig, da in der EU bis zum Jahr 2010, erneuerbare Energien 12 % am Primärenergieverbrauch betragen sollen. Auch wirtschaftlich sind Rapsöl- BHKW durch das Erneuerbare Energien Gesetz interessanter geworden. Dieses sieht eine Mindestvergütung für den produzierten Strom vor (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 269 ff).

### **2.3.2. Futtermittel in der Tierproduktion**

Die Abfallprodukte der Biokraftstoffherstellung stellen ein wertvolles Eiweißfuttermittel in der Tierernährung dar. Mit Rohproteinen um 35% ist der Rapskuchen bzw. das Rapsextraktionsschrot eine gute Alternative zu Sojaextraktionsschrot, welches preislich gesehen immer intensiver wird. Vom Jahr 2005 bis zum Jahr 2007 wurde die deutsche Jahresproduktionsmenge von 3,2 Mio. Tonnen auf 4,6 Mio. Tonnen gesteigert (vgl. Christen/ Fried 2007, S. 277 ff). Dies entspricht etwa 27% am gesamten Markt der Ölkuchen und –Schrote in Deutschland. Ca. 76 % davon werden über Mischfutter und 24 % direkt in die landwirtschaftlichen Betriebe zurückgeführt. Die Nutzung als Futtermittel wurde jedoch erst durch die Einführung der 00-Rapssorten möglich, da diese arm an Erucasäure und Glucosinolaten sind und somit weder den Geschmack verschlechtern noch gesundheitsgefährdend sind.

### **2.3.3. Menschliche Nahrungsmittel**

Auch der Markt für die menschliche Ernährung besitzt hohes Entwicklungspotential. Durch den besonders niedrigen Gehalt an gesättigten Fettsäuren (7-8 %), wird Rapsöl als positiv für die menschliche Ernährung angesehen. Es muss jedoch beachtet werden, dass maximal 5 % Erucasäure enthalten sind, um nicht gesundheitsschädlich zu wirken. Dies ist in der Regel kein Problem, da durch den Einsatz der 00- Rapssorten Erucasäuregehalte von 2 % im Öl erreicht werden. Heute kommen auch so genannte HOLLI- Sorten zum Einsatz, da diese außerdem arm an Öl- und Linolensäure sind. Das Öl kommt kaltgepresst oder raffiniert auf den Markt. Beide Öle werden nicht nur unterschiedlich verarbeitet, sondern besitzen auch sensorische Unterschiede. Besonders beim kaltgepressten Öl ist eine intensive Vorreinigung der Rapssaat nötig, da Verunreinigungen zur Beeinflussung des Geschmacks führen können und das Öl verdorben wäre. Beim Raffinieren des Öls ist dies nicht so problematisch, da hier Fremdstoffe während der Destillation des Extraktionsmittels mit entfernt werden können. Im Angebot findet man Raps als Standardöl, preisgünstig raffiniert oder kaltgepresstes, natives und somit hochpreisiges Rapsöl. Der Marktanteil des Rapses am Speiseölmarkt beträgt 9 % (UFOP, 2006).

## 2.4. Bedeutende pilzliche Rapskrankheiten

In Deutschland sind momentan 16 Pilzarten als Krankheitserreger im Raps bekannt. Sie treten regional sehr unterschiedlich, in Abhängigkeit der Witterung, der Fruchtfolge, der Bodenbearbeitung, der Saatzeit, den Sorten und der Bestandesführung auf. 50 % aller Krankheiten kommen jedoch nur unter ganz speziellen Voraussetzungen zum Vorschein. Die Anbauhäufigkeit von Winterraps führt zu einer Ausbreitung der Wurzelhals- und Stängelfäule, der Weißstängeligkeit, der Kohlhernie, Verticillium und des Grauschimmels. Treten Krankheiten im Bestand auf, so ist deren Schadwirkung abhängig vom Erreger, dem Schadpotential, der Befallsdauer, dem Zustand und der Reaktionsfähigkeit der betroffenen Pflanze und dem befallenen Organ. Häufig führt ein früher Krankheitseintritt zu einer verfrühten Abreife, was hohe Ertragsverluste oder Ernteerschwernisse mit sich bringen kann (vgl. Syngenta Agro (Hrsg.) Raps Spezial 2007, S. 26 ff)). Da es in den Auswertungen hauptsächlich um den Befall mit *Phoma lingam* geht, soll diese im Folgenden ausführlich erläutert werden. Alle weiteren wichtigen Krankheiten werden kurz dargestellt aber weit weniger tiefgründig betrachtet.

### 2.4.1. Wurzelhals- und Stängelfäule

Der Pilz der Wurzelhals- und Stängelfäule besitzt 2 Phasen der Entwicklung. In der sexuellen Phase wird er *Leptosphaeria maculans* genannt. In dieser Phase werden die Askosporen in den Pseudothezien produziert. In der asexuellen Entwicklungsphase wird er als *Phoma lingam* bezeichnet, in dieser werden die Pyknidiosporen in den Pyknidien gebildet.

Für die Primärinfektion, welche häufig im Herbst, bei mittleren Temperaturen, hohen Niederschlagsmengen, Taubildung und ausreichend Tageslicht auftritt, können je nach Bodenbearbeitung beide Sporentypen verantwortlich sein. Bei einer tiefgründigen und wendenden Bodenbearbeitung sind im Herbst hauptsächlich die Askosporen verantwortlich. Diese werden auf der Rapsstoppel gebildet und können von dort aus junge Pflanzen im Umkreis von bis zu 100 m befallen. Ist dies nicht der Fall, erfolgt die Infektion über Pyknidiosporen. Diese können beim Mähdrusch oder der Bodenbearbeitung aufgewirbelt und durch den Wind übertragen werden. Eine weitere Möglichkeit der Primärinfektion stellt der Befall über das Myzel bzw. über Sporen an Rapskörnern dar. Die Sekundärinfektion geht hingegen nur von der asexuellen Form, den Pyknidiosporen aus. Diese erreichen ihre parasitäre Phase im Frühjahr und werden dann in Pyknidien in den Befallsstellen gebildet und von dort aus verbreitet. Die Sekundärinfektion verursacht vor allem in starken Trockenjahren höhere Schäden durch die frühe, krankhafte Abreife.

Die Lebensdauer beider Sporentypen beträgt bis zu 4 Jahre. Ihr Eintritt in die Pflanze wird vor allem durch Wunden, welche zum Beispiel durch tierische Schädlinge oder starke Nacht-Tag-Temperaturunterschiede entstehen, gefördert (vgl. Paul 2003, S. 34 ff).

## Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toplex® in Winterraps auf Trockenstandorten

*Leptosphaeria meculans* tritt vorwiegend in 2 Haupttypen auf. Typ A, er bevorzugt etwas tiefere Temperaturen und kommt in unterschiedlichen Rassen hauptsächlich in Westaustralien, Kanada und Westeuropa vor. Typ B hingegen ist weniger aggressiv und hat sein Befallsgebiet in Osteuropa und als einziger Stamm in China (vgl. Frahm 2008). In Abbildung 6 ist dieser Entwicklungszyklus noch einmal graphisch dargestellt. Als Wirtspflanzen dienen dem Pilz hauptsächlich Kreuzblütler. Es werden z.B. Raps, Rübsen Senf und Kohlartern befallen. Jedoch auch Unkräuter wie Ackerhellerkraut und Hederich stellen Wirtspflanzen dar.

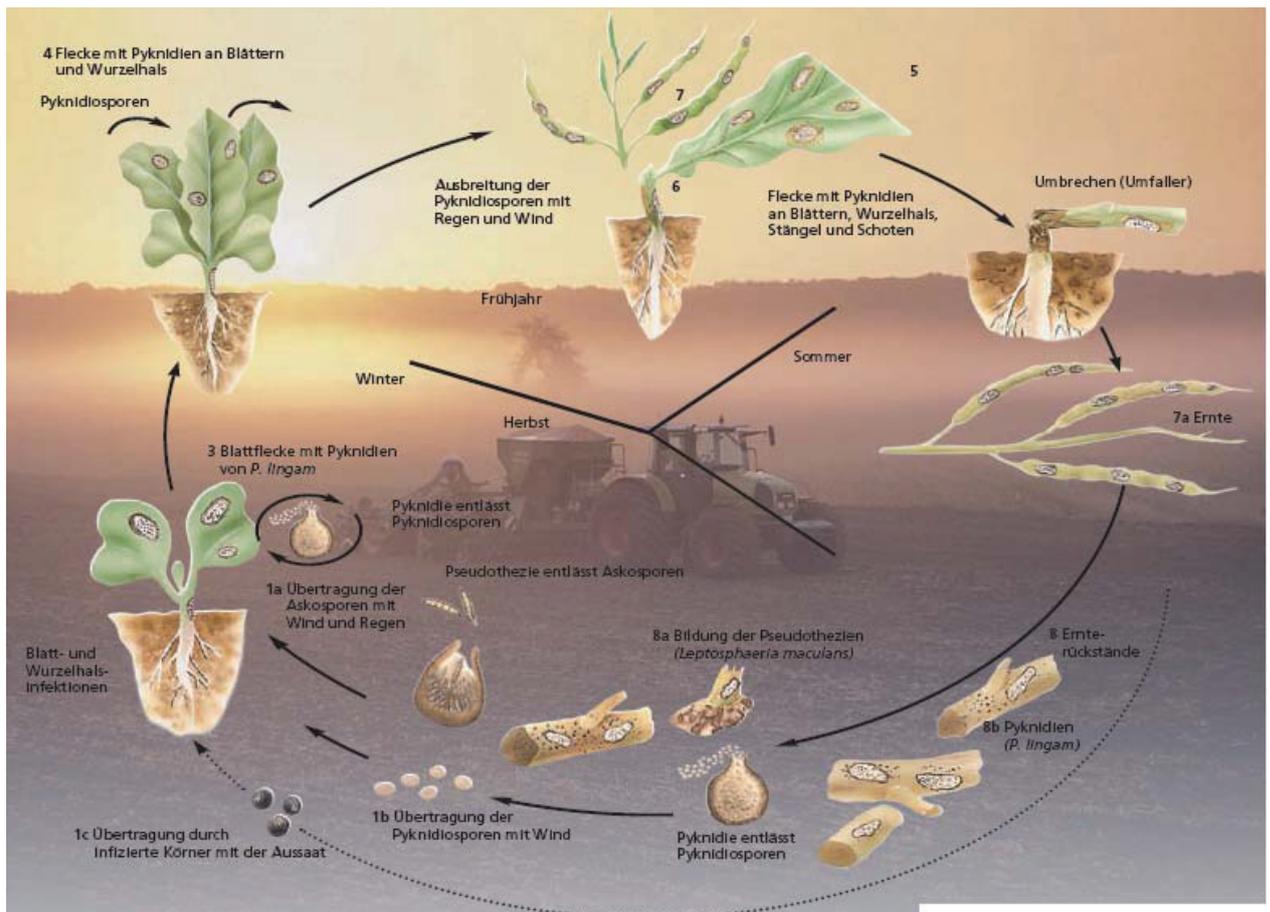


Abbildung 6: Zyklus der Wurzelhals- und Stängelfäule  
(Quelle: Innovation 2/2008 Dr. Johann Frahm, Münster)

Die Krankheit ist bereits im Herbst auf jungen Pflanzen sichtbar. Auf den Blättern bilden sich gelbliche Flecken mit einer Graufärbung im Zentrum. Auf diesen verfärbten Blattstellen sind kleine schwarze Punkte zu erkennen, die Pyknidien (siehe Abb. 7). Diese liegen an der Wurzel, auf Grund des Gewebeabfalls frei, an den Blättern, Stängeln und Schoten hingegen wird die Epidermis nur punktuell durchbrochen. Dehnen sich die Flecken aus, kommt es meistens zum aufreißen der Blätter. Starker Herbstbefall kann zum Absterben der befallenen Blätter führen.



Abbildung 7: Blattsymptome Phoma lingam  
(Quelle: Astrid Oldenburg 2006)



Abbildung 8: Wurzelsymptome Phoma lingam  
(Quelle: Innovation 4/2007: Phoma lingam)

Ebenfalls können im Herbst braune bis schwarze Flecken am Wurzelhals (siehe Abb. 8) entstehen. In diesem Fall ist es bei fortschreitendem Befall möglich, dass sich stängelumfassende Vermorschungen und Einschnürungen entwickeln. Diese können später zum Abknicken und oder Absterben der Pflanze führen. Die Symptome am Wurzelhals treten jedoch meist erst im Frühjahr hervor und breiten sich über den gesamten Stängelgrund aus. Die hellgrauen bis weißlichen Flecken mit schwarz- braunem Rand können Risse bilden und vermorschen. Tritt der Befall erst später auf, findet man Flecken mit schwarz- braunem Rand und grünem, eingesunkenem Gewebe in der Mitte. Durch das starke Wachstum der Pflanze im Frühjahr können sich auch blau- schwarze Verfärbungen in den unteren 20 cm des Stängels bilden. Häufig kommt es ab der Blüte zum Umfallen der Pflanzen oder zur Verkorkung

des Wurzelhalses. An den Schoten bildet der Pilz braune, leicht eingesunkene Flecken, welche ebenfalls den typischen schwarz braunen Rand aufweisen. Die dort gebildeten Pyknidien sind, auf Grund ihrer geringen Größe, mit dem Auge kaum sichtbar.

Die Ausbreitung der Krankheit in der Pflanze wird maßgebend von der Temperatur gesteuert. So gibt Tabelle 4 eine Aufschlüsselung der nötigen Temperatursummen.

Tabelle 4: Phoma lingam Entwicklung nach Wärmesummen

Entwicklungsstadium Raps	°C- Tage, Temperatursummen*
Askosporenflug- Symptome	+130
Erste Symptome Wurzelhals	+1070
Resistente Sorte	+320
Wirksame Behandlung	+200 - 300
Summe	1800
*nach Befallsbeginn	

(Quelle: Innovation 02/2008, Dr. Johann Frahm)

Die Schadwirkung der Krankheit ist abhängig vom Erregertyp, der Sorte, der Anbausituation und den klimatischen Verhältnissen.

Die Wurzelhals und Stängelfäule stellt weltweit eine der wichtigsten Rapskrankheiten dar und verursacht in Deutschland neben der Weißstängeligkeit die höchsten Ertragsverluste. Kommt es schon im Herbst zu einem starken Befall, können verstärkt Auswinterung und Ausdünnung der Bestände auftreten. Häufig kommt es jedoch durch die Verringerung des Nährstofftransports und die Schwächung der Pflanze vor allem in Trockenjahren zu Ertrags- einbußen oder lagernden Pflanzen, welche die Ernte erschweren. Die größten Verluste werden in Süd- West Australien und in Westeuropa hervorgerufen (vgl. Frahm 2008). In Deutschland treten laut Volker H. Paul, 2003, Ertragsverluste im Schnitt zwischen 10 und 20 % auf. Im Maximum können diese jedoch bis zu 60 % betragen. An der Universität Rostock wurden Versuche zu den Auswirkungen unter Einfluss der Befallshäufigkeit durchgeführt. Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass die Höhe der Ertragsausfälle und die Verluste des TKG bei Zunahme der befallenen Pflanzen mit Vermorschung an der Stängelbasis zunehmen. So kam es bei 25- 50 % der befallenen Pflanzen zu Ertragsverluste von ca. 20 % bei einer Abnahme des TKG von 23 %. Bei einer Befallshäufigkeit von 50-75 % kam es zu Verlusten von durchschnittlich 40% im Ertrag und 27 % im TKG, bei noch stärkerem Befall fiel der Ertrag um bis zu 60% und das TKG sank um 40 %. Abhängig sind die Verluste weiterhin vom Infektionszeitpunkt und dem Infektionsort. Traten bei Primärbefall im Herbst nur Verluste von rund 12,5 % auf, so waren es bei Sekundärbefall an der Stängelbasis in BBCH 52 ca. 15 % Minderertrag, bei Befall in BBCH 65- 69 ca. 26,5 % Minderertrag und bei

einem Befall ab BBCH 78 nur noch 11 %. Ein Befall am Oberen Stängel führte unabhängig vom BBCH zu rund 10 % Ertragsverlusten (vgl. Syngenta Agro (Hrsg.) 2007, Raps Spezial 2007, S. 26 ff).

Um diesen entgegen zu wirken, sollten alle möglichen Maßnahmen ergriffen werden. Dazu zählen das Unterpflügen von Rapsrückständen und die Auswahl weniger anfälliger Sorten. Besonders in sehr dichten Beständen hat der Pilz gute Verbreitungsmöglichkeiten und Pflanzenschutzbehandlungen werden erschwert. Ebenso sollten Schädlinge, welche Eintrittspforten schaffen, bekämpft werden, um die gute Jugendentwicklung der Pflanze nicht zu gefährden. Meist ist ein gezielter Einsatz von Pflanzenschutzmaßnahmen unumgänglich. Da eingedrungene Pilze laut Dr. Johann Frahm 2008, nicht mit Fungiziden erfasst werden können, gilt es die Infektion zu verhindern!

#### **2.4.2. Weißstängeligkeit**

Der Pilz *Sclerotinia sclerotiorum* verbreitet sich über Sklerotien, welche in befallenen Pflanzen, bei hohen Temperaturen, innerhalb von 7 bis 8 Tagen, bei hoher Feuchtigkeit auch außen an den Rapspflanzen, aus dem Myzel gebildet werden. Sie sind ca. 15 mm groß. Beim Drusch gelangen Sie auf den Acker und können dort bis zu 10 Jahre überleben. Bei kleineren Sklerotien kann es in Ausnahmefällen vorkommen, dass diese mit ins Rapssaatgut gelangen.

Vor der Keimung der Sclerotien ist eine Konditionierungsphase nötig. Die Dauer ist abhängig vom Alter, der Temperatur und der Feuchtigkeit. Bei einer anhaltenden Bodenfeuchtigkeit von 10 bis 14 Tagen keimen die Sclerotien, welche sich in den ersten 5 cm des Bodens befinden, aus. Für die vollständige Entwicklung sind dabei 7- 11 °C nötig. Bis zur Entstehung des fertilen Fruchtkörpers, den Apothezie, dauert es 3 bis 4 Monate. Kommt es in dieser Zeit zu einer anhaltenden Trockenheit, erfolgt keine Apothezienbildung. Kommt es nach deren Bildung zu einer Trockenperiode, so schrumpfen diese ein und es erfolgt eine Quellung zu einem späteren Zeitpunkt. Die Apothezien sind 6- 15 mm groß und gelborange. In den Apothezien sind die Askosporen enthalten. Diese werden durch den Wind verbreitet und keimen auf abgestorbenem oder altem Pflanzengewebe. Da sie zum Keimen 16 – 24 Stunden Blattnässe und Optimumtemperaturen von 15 – 20 °C benötigen, erfolgt dies meist in Blatt- oder Triebachseln. Ihre Lebensdauer beträgt bei anhaltender Trockenheit nur 17 Stunden. In sehr milden Wintern kann der Befall sich schon im Herbst einstellen. Der direkte Befall des Pilzes über das Myzel ist eher selten. Ein starker Befall der Pflanze ist bei hoher Bodenwärme von März bis April, bei ausreichend Niederschlag von Mai bis Juni und einer Konzentration von mindestens 3 Apothezien je m<sup>2</sup> Boden zu erwarten (vgl. Paul 2003, S. 41 ff). An der Universität Göttingen wurden zwischen 2001 und 2005 Untersuchungen durchgeführt, welche zeigten, dass mit 0,58 bis 1,31 % Ertragsverlusten gerechnet werden kann, je Prozent Befallshäu-

figkeit. Die Schadschwelle für die Behandlung ist jedoch von der Sorte abhängig. Bei Hybrid-sorten ist eine Behandlung je nach Ertragserwartungen ab einer Befallshäufigkeit von 13 bis 25 % angebracht, bei Liniensorten sollte dies schon bei 5 bis 16 % befallener Pflanzen erfolgen (Syngenta Agro (Hrsg.) 2007, Raps Spezial 2007, S. 26 ff). Da in den befallenen Pflanzen selber keine Sporen gebildet werden, kann eine Übertragung nur über das Myzel bei dicht stehenden Pflanzen erfolgen, womit sich das Auftreten in Nestern erklärt. Die Symptome der Weißstängeligkeit treten meist erst nach der Blüte auf. Dabei bilden sich an Haupt- und Seitentrieben, bei Spätbefall im oberen Teil der Pflanzen, stängelumfassende Verfärbungen. Diese sind außen gelblich bis weiß und im Zentrum gräulich. Meist ist der Ausgangspunkt der Flecken in Blatt oder Triebachseln, da hier, wie erklärt die Feuchtigkeitsdauer am höchsten ist. An den befallenen Stellen kommt es zur Zerstörung der Rinde und des Markes. Somit wird ein Nährstofftransport unterbunden. Oberhalb dieser Stellen kommt es zur gelblichen Verfärbung der Pflanzenorgane, welche notreif werden und absterben. In den hohlen Stängeln sind meist ein weißliches Myzel und bei fortgeschrittener Entwicklung auch die grau bis schwarzen Sklerotien sichtbar. Diese können auch außen am Stängel sichtbar sein. Dasselbe lässt sich auch bei Schotenbefall feststellen. Tritt ein Befall in sehr milden Wintern bereits im Herbst auf, sind weichfaule und fahlgraue Blätter und Triebspitzen sichtbar und die Pflanzen können zum Teil absterben.

Da die Weißstängeligkeit ein sehr breites Spektrum an Wirtspflanzen besitzt ist besonderen Wert auf die Beseitigung von Unkräutern zu legen. Ebenso sind eine weit gestellte Fruchtfolge und eine sorgfältige Bodenbearbeitung wichtig, um dem Pilz keine Verbreitungsmöglichkeit zu geben. Bei bekannt hohem Befallsdruck ist im Vorfeld auf die Sortenwahl besonders Acht zu geben, da hier nennenswerte Unterschiede bestehen. Auch ist eine Kalkstickstoffgabe von Ende Februar bis Mitte April wirkt keimhemmend für die Sklerotien. Eine weitere Art der biologischen Sklerotienbekämpfung stellen Mykoparasiten, die *Coniothyrium minitans*, dar (vgl. Paul 2003, S. 41 ff).

### **2.4.3. Verticilium**

Der Pilz *Verticillium longisporum* ist ein bodenbürtiger Pilz, welcher in Form von schwärzlichen Mikrosclerotien bis zu 8 Jahre im Boden überleben kann. Von dort infiziert er unter guten klimatischen Bedingungen die Wurzel. Die Infektion über Myzel oder Konidiosporen ist auf Grund der kurzen Überlebensdauer im Boden und auf Ernterückständen kaum von Bedeutung. Problematisch ist der Pilz vor allem, da er bei Spätbefall im Herbst bis zu 9 Monate latent in der Pflanze auftritt, ohne sichtbare Schäden zu hinterlassen. Diese werden meist erst ab Blühende sichtbar. Die Infektion der Pflanze erfolgt über die Wurzel. Einmal eingedrungen, verbreitet er sich über das Xylem und tritt erst bei Reifebeginn durch dieses hindurch. Die Reife setzt auf Grund der Verminderung des Nährstofftransportes früher ein, bzw.

eine Notreife erfolgt. Daher hat die Krankheit den Namen Rapswelke (vgl. Paul 2003, S. 56 ff).

Da die Symptome erst sehr spät auftreten, ist die Krankheit sehr schwer zu erkennen. Eher selten kommt es während der Blüte zu einer halbseitigen Vergilbung der Blätter. Aber Vorsicht, dieses Symptom kann auch durch Seneszenz oder den Befall mit Stängelschädlingen hervorgerufen werden. Eindeutig ist die Rapswelke erst ab Beginn der Reife zu erkennen. Wässrige Verfärbungen am Stängel, später silbergrau bis schwärzliche, mit winzigen schwarzen Mikrosporen und die darunter verbräunten Gefäßbündel, sind eindeutige Symptome. Da die Rapswelke eine Fruchtfolgekrankheit darstellt, tritt sie vor allem in sehr intensiv geführten Rapsanbauregionen wie Schleswig Holstein und Mecklenburg Vorpommern auf. Hier kann es zu Ertragsverlusten von 25 % und mehr, im Einzelfall bis zu 50 % kommen. Signifikante Ertragsverluste treten in Versuchen erst ab einer Befallshäufigkeit von 75 % auf (Syngenta Agro (Hrsg.)2007, Raps Spezial 2007, S. 26 ff). Eine Bekämpfung der Rapswelke ist bislang nicht möglich. Betroffenen Regionen bleibt nur die Ausweitung der Fruchtfolge und der Verzicht auf Kreuzblütler als Zwischenfrüchte, um eine Sklerotienvermehrung im Boden zu vermeiden.

#### **2.4.4. Grauschimmel**

*Botrytis cinerea* ist ein Pilz mit sehr hoher Verbreitung. Im Raps ist er jedoch eher weniger bekannt, anders als in der Sonnenblume. Der Pilz wird als Schwächeparasit angesehen, was vielleicht erklären könnte, warum er selbst in Beständen mit genügend homogenem Befallsdruck nur Einzelpflanzen infiziert. Ein Befall wird gefördert durch feuchtkühle Witterung, Spätfrösten und Pflanzenschäden durch Insekten, Pflanzenschutzmitteln oder Dünger. Eine Ausbreitung im Bestand erfolgt nur durch direkten Kontakt.

Befallene Pflanzen zeigen zunächst weißgraue, dann beigebraune Verfärbungen an älteren Blättern. Diese Flecken breiten sich über das gesamte Blatt aus, die Blätter werden gelb, welken und sterben schließlich ab. Am Stängel erscheinen im unteren Teil gelb- bis grau-braune Verfärbungen. Anfangs ist diese Verfärbung einseitig in Form eines ovalen Fleckes, später stängelumfassend. Die Symptome an der Schote sind ähnlich. Befallene Pflanzen weisen ein langsames Wachstum auf, es kommt zu einer Welke und bei Frühbefall auch zur Notreife. Schoten hingegen schrumpfen und platzen vor allem in wechselfeuchten Reifephasen auf. Laut dem Heft Raps Spezial, der Firma Syngenta Agro, kommt es ab einer Befallsgrenze von 10% zu leichten Ertragsverlusten.

## 2.5. Bestandesführung

Bevor dieses Kapitel beschreiben soll, welche Möglichkeiten des chemischen Pflanzenschutzes in der Bestandesführung des Rapses bestehen, soll noch einmal mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, dass der Einsatz aller Pflanzenschutzmittel nicht zur Routine werden darf. Die Gewissheit, chemische Mittel für die Bekämpfung von Unkräutern, Krankheiten und Insekten zu besitzen und sie relativ leicht ausbringen zu können, darf nicht zu einer Vernachlässigung der Fruchtfolgegestaltung, unzureichender Bodenbearbeitung, falscher Sortenwahl und einer suboptimalen Bestandesführung führen. Auch wenn bei Einsparungen in diesen Bereichen die Wirtschaftlichkeit der angebauten Kultur angehoben werden kann, so sind Langzeitfolgen teilweise nicht vorhersehbar. So führte z.B. die Resistenz der Rapsglanzkäfer gegen die Wirkstoffgruppe der Pyrethroide, im Jahr 2006, in manchen Regionen, fast zu einer Katastrophe. Jedoch war dies nicht nur der Fähigkeit der Käfer, Resistenzen auszubilden, zu verdanken. Auch die Unterstützung der Landwirte, durch die fahrlässige Handhabung mit Pflanzenschutzmitteln in Form von Routinebehandlungen und stark minimierten Aufwandmengen, förderten die Rapsglanzkäfer. Weiterhin kann eine ungenügende Unkrautbekämpfung ebenso wie zu enge Fruchtfolgen die Ausbreitung von Krankheiten fördern, da die, häufig von Wirtspflanzen dargestellte grüne Brücke, nicht unterbrochen wird. Ebenso kann der Einsatz des Pfluges ein sehr hilfreiches Mittel zur Unterdrückung mancher Krankheit sein.

Ein Befall mit Pilzen tritt häufig nur sporadisch auf und kann durch gute Kompensationsfähigkeit der Bestände verkraftet werden. Anbaugeschädigende Verluste kommen eher selten bzw. nur in Einzelfällen vor (Syngenta Agro (Hrsg.) 2007, Raps Spezial 2007, S. 26 ff). Es gilt in jedem Fall: Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sollte nur nach guter fachlicher Praxis erfolgen und auf das Notwendige reduziert werden. Das bedeutet, dass ein möglicher Befall vorzubeugen ist, eine Kontrolle der Notwendigkeit der Behandlung durchgeführt werden muss, bevor eine sachgerechte Durchführung der Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgen darf. Man sollte auch berücksichtigen, dass die meisten Pflanzenschutzmaßnahmen der Pflanze zwar zu Gute kommen, jedoch durch den Eingriff in den Stoffwechsel immer auch Beeinträchtigungen hervorgerufen werden können.

Sinnvoll ist es, Behandlungen nach Möglichkeiten zu kombinieren, um Kosten für Kraftstoff zu sparen und den Boden und die Rapsbestände nicht unnötig mit Überfahrten zu belasten.

### 2.5.1. Fungizide Pflanzenschutzmaßnahmen

Im Falle einer Notwendigkeit stehen für den Raps, laut der Internetseite des Bundesministeriums für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Stand 11/2008 und des Pflanzenschutzmanager der Raiffeisen AG, Stand 28.11.2008, die in Tabelle 5 aufgeführten Pflanzenschutzmittel zu Verfügung. Andere Produkte spielen nur eine untergeordnete Rolle und werden hier nicht aufgeführt.

Tabelle 5: Wichtige Fungizide im Winterraps

Produkt	Wirkstoffe	zugelassenes Einsatzspektrum	Aufwandmenge l/ha
Cantus®	Boscalid	Weißstängeligkeit Rapsschwärze Wurzelhals- und Stängelfäule	3x 0,5 kg/ha
Cantus Gold®	Boscalid, Dimonoxystrobin	Weißstängeligkeit Rapsschwärze Wurzelhals- und Stängelfäule	4x 0,5 l/ha
Caramba®	Metconazol	Weißstängeligkeit Wurzelhals- und Stängelfäule	2x 1,5 l/ha
Folicur®	Tebuconazol	Weißstängeligkeit Rapsschwärze Wurzelhals- und Stängelfäule	2x 1,5 l/ha
Harvesan®	Carobendazim, Fusilazol	Weißstängeligkeit	1x 0,8 l/ha
Ortiva®	Azoxystrobin	Rapsschwärze Sclerotinia	1x 1l /ha
Proline®	Prothioconazol	Sclerotinia	1x 0,7 l/ha
Score®	Difenoconazol	Wurzelhals- und Stängelfäule	1x 1l /ha
Verisan®	Iprodion	Rapsschwärze Weißstängeligkeit	2x 3 l/ha

(Quelle: Raiffeisen AG, Pflanzenschutzmanager, Stand 28.11.2008)

Anhand der Wirkstoffbezeichnungen ist zu sehen, dass ein Großteil der Produkte aus der Wirkstoffgruppe der Azolen stammt. Dies trifft auch auf das im Feldversuch getestete Produkt Toprex® zu. Es ist ein Wirkstoffmix aus 250 g/l Difenoconazol und 125 g/l Paclobutrazol. Das letztere dient jedoch überwiegend der wachstumshemmenden Wirkung. Die Wirkstoffgruppe der Triazole unterbindet die Ergosterolsynthese der Pilze. Ergosterol ist ein Bestandteil der Zellmembran. Somit wird die Stabilität und die Abgrenzung der Zelle nach außen gestört bzw. kann es nicht zur Neubildung von Pilzzellen kommen. Es ist von einer vornehmlich protektiven Wirkung auszugehen, weniger von einer kurativen Wirkung (vgl. Entrup/ Oehmichen 2000, S. 228 ff). Einige Triazole sind systematisch und werden in der Pflanze verteilt, andere hingegen sind Kontaktfungizide und wirken lokal an den Orten der Applikation. Aufgrund der Wirkstoffstruktur und der Formulierung weisen die Triazole unter-

schiedliche Mobilität und Wirkungsstärken auf. Dies ist bei der Auswahl und der Dosierung zu beachten (vgl. Entrup/ Oehmichen 2000, S. 230). Die Strobilurine unterbinden die Atmung in den Mitochondrien der Pilzzellen. Sie sind die einzige Fungizidgruppe die diesen Wirkungsort nutzt. Da sie besonders protektiv, wenig kurativ wirken, ist häufig eine Mischung sinnvoll. Ein weiterer Vorteil der Strobilurine ist die lange Wirkungsdauer von deutlich über vier Wochen und der Greening-Effect (vgl. Entrup/ Oehmichen 2000, S. 230 ff).

Besonders in intensiv geführten Rapsbeständen kommt es zu 3 Hauptapplikationsterminen. Im Herbst, im Frühjahr und zur Vollblüte. Im Herbst wird vorwiegend versucht eine Infektion der Blätter mit *Phoma lingam* zu verhindern und ein Überwachsen zu vermeiden.

Die beiden vorherrschenden Produkte auf dem Markt sind Caramba® und Folicur®. Im Produkt Caramba® wird der Wirkstoff Metconazol genutzt. Dieser dringt laut Angaben des Herstellers, schnell in die Pflanze ein und wird akropetal mit dem Saftstrom in der Pflanze verteilt. Es wirkt vorbeugend, erzielt jedoch auch bei beginnendem Befall noch Wirkung, wodurch eine Befallsausbreitung verhindert wird. Weiterhin dient der Wirkstoff der Wachstumsregulierung. Da diese in der Praxis stärker angesehen wird als beim Produkt Folicur®, dient Folicur® im Herbst häufig der *Phoma lingam* Bekämpfung. Folicur® ist ein breit wirksames Fungizid mit systemischen Eigenschaften. Es wirkt vorbeugend als auch befallsstoppend mit einer Dauer von mehreren Wochen. Ebenso wie Caramba® besitzt es auch wachstumshemmende Eigenschaften. Diese ist jedoch nach eigenen Erfahrungen nicht so stark wie bei Caramba®. Je nach Bedarf (abhängig von Sorte, Bestandesführung, Witterung) kommen Caramba® und Folicur® in Aufwandmengen von 0,75 bis 1,5 l/ha zum Einsatz. Eine Minderung der Aufwandmengen ist möglich. Die Mindestaufwandmenge, welche den Produktbeschreibungen entnommen werden kann, sollte aber auf jeden Fall eingesetzt werden, um Resistenzbildungen zu vermeiden. Bei hohem Befallsdruck und voller Aufwandmenge ist je nach Bedarf eine Splittung der Fungizidausbringung empfehlenswert. Dies verhindert eine Belastung der Pflanzen mit hohen Wirkstoffdosen und bei lang anhaltendem Befallsdruck wird die protektive Wirkung verlängert. Für die Bekämpfung von *Phoma lingam* im Frühjahr (ab BBCH 35) stehen ebenfalls Folicur®, Caramba®, und voraussichtlich ab 2009 auch Torex® zur Verfügung. Für die Bekämpfung von *Sclerotinia* in der Blütenbehandlung, d.h. in BBCH 65 sind die Produkte Harvesan® (0,8 l/ha), Proline® (0,7 l/ha), Mirage® (1,5 l/ha), Cantus Gold® (0,5 l/ha), Verisan® (3,0 l/ha), Folicur® (1 l/ha), Caramba® (1,0 l/ha) und Ortiva® (1 l/ha) zugelassen. Um eine subjektive Meinung zu behalten, soll an dieser Stelle keine Empfehlung gegeben werden. Zu beachten ist in jedem Fall auch die maximale Anwendungsmenge und Anwendungshäufigkeit. So darf Folicur® z. B. nur 2-mal je Kultur ausgebracht werden.

Um den Einsatzbedarf abschätzen zu können ist eine intensive Bestandeskontrolle nötig. Unterstützend dazu ist der Einsatz von Prognosemodellen wie Proplant oder ScleroPro zu empfehlen, da sie nicht nur eine Befallsvorhersage, sondern auch eine Berechnung der Wirt-

schaftlichkeit der Behandlung geben. Im gemeinsamen Versuchsbericht 2007 der Ämter für ländliche Räume Husum, Kiel, Lübeck kam es bei keiner der durchgeführten Herbstbehandlungen zu einem statistisch signifikanten Unterschied im Befall von *Phoma lingam* gegenüber der unbehandelten Kontrolle. In den Versuchen schnitt am besten das Produkt Caramba® ab. Toprex® in zwei verschiedenen Aufwandmengen hatte nur wenig Einfluss. *Sclerotinia* trat im Mittel der Jahr 1996 bis 2007 in 48 Versuchen mit schwacher bis mittlerer Befallsstärke auf, so dass eine Blütenbehandlung nur zu durchschnittlich 1,7 dt/ha Mehrertrag führte. Nur in 8 Versuchen war ein mittlerer bis hoher Befallsdruck gegeben und es konnte ein Mehrertrag von 5,1 dt/ha erzielt werden. Eine *Sclerotinia* Standardbehandlung ist also nicht immer rentabel. Es wird weiterhin gesagt, dass in 3 von 6 Versuchen in der Saison 2006/2007 keine Mehrerträge durch Fungizidbehandlungen erzielt wurden, so dass von einer Verringerung der Wirtschaftlichkeit auszugehen ist. In den anderen 3 Versuchen kam es zu Mehrerträgen, diese konnten aber nur die Kosten decken und brachten keine Gewinnsteigerung.

Der Versuchsbericht 2008 der Landwirtschaftskammer Schleswig Holstein gibt ähnliches wieder. Bei der Wirkung aller getesteten Produkte auf die Wurzelhals- und Stängelfäule ließ sich das Befallsniveau an allen Versuchsstandorten deutlich senken. Der Unterschied zwischen den getesteten Produkten ist jedoch wie schon 2007 sehr gering. Es wird weiterhin dargestellt, dass es bei 4 von 5 Intensitätsvarianten zu Verlusten kam, was bedeutet, dass eine Schadschwelle nicht gegeben war und eine Applikation nicht nötig gewesen wäre. Zu beachten ist jedoch die wachstumshemmende Wirkung der Produkte und die damit verbundene Stärkung der Pflanzen für den Winter. Daher gibt die Landwirtschaftskammer die Empfehlung, eine Applikation im Herbst mit 30 – 50 % der Aufwandmenge durchzuführen, im Frühjahr sollte jedoch nur bei starkem Befall eine Behandlung erfolgen! Obwohl die Wirtschaftlichkeit eine Blütenbehandlung nicht vorhersehbar ist, wird empfohlen, eine Blütenbehandlung in BBCH 65 durchzuführen (Landwirtschaftskammer Schleswig Holstein (Hrsg.) 2008, S. 115 ff.).

### **2.5.2. Wachstumsregulierende Pflanzenschutzmaßnahmen**

Eine Wachstumsregulierung im Herbst ist vor allem nötig, wenn die Gefahr des Überwachens der Bestände besteht. Dazu kann es kommen, wenn sehr frohwüchsige Sorten früh gedrillt werden und/oder die Temperaturen im Herbst und Winter sehr warm und wüchsig sind. Grund ist, dass Rapsbestände zwar gut ausgebildet und kräftig in den Winter gehen sollen, jedoch ein Abheben des Vegetationskegels bei Frösten zum Abfrieren der Bestände führen kann. Neben der Senkung der Auswinterungsgefahr, sollen die Stärkung des Wurzelhalses und eine Erhöhung der Stresstoleranz erfolgen. Bei Behandlungen im Frühjahr wird hingegen eher auf die Verringerung der Lagergefahr abgesehen. Durch die Einkürzung des Stängels soll das Lagerrisiko gesenkt und ein höherer Verzweigungsgrad angestrebt werden.

Weitere Ziele sind die Synchronisation der Blüte, einer somit gleichmäßigeren Abreife und die daraus resultierende Druscherleichterung (vgl. Lochow Petkus/ KWS (Hrsg.) 2007, S. 77 ff.) Zugelassen zur Wachstumsregulierung im Raps sind die Wirkstoffe Metaconazol (Caramba®), Tebuconazol (Folicur®), Trinexapac (Moddus® und SYD 51010- W). Die Wirkung der Stoffe beruht auf der Hemmung der Gibberellinsynthese. Gibberelline sind Phytohormone welche das Pflanzenwachstum steuern. Durch die Produktionsverhinderung dieser in der Pflanze kommt es zum Einkürzen der Internodien und zur Vergrößerung des Halm-  
durchmessers.

Im Herbst sollen nach Einsatzempfehlungen der Neuen Landwirtschaft 08/2008 im 4 bis 6 Blattstadium 0,5 l/ha Folicur®, 0,7 l/ha Caramba®, oder ab 2009 0,3 l/ha Toprex® eingesetzt werden. Bei sehr wüchsigem Wetter sollte die Dosis auf 0,8 / 1,0 / 0,4 l/ha gesteigert werden. Als Faustregel gilt, je Laubblatt 0,1 l/ha Azolfungizid (vgl. Lochow Petkus/ KWS (Hrsg.) 2007, S. 76 ff). Es ist zu berücksichtigen, dass Nachbehandlungen weniger Effekte bringen als höhere Dosierungen. Je weiter der Raps in seiner Entwicklung ist, desto höher ist die Aufwandmenge zu wählen. Wie schon bei den Fungiziden beschrieben, sollte im Herbst, bei Bedarf der starken Wachstumsregulierung das Produkt Caramba® bevorzugt werden. Auf jeden Fall muss eine Applikation vor dem Streckungswachstum im Herbst erfolgen. Das Produkt Toprex® soll dabei einen weiteren Effekt aufweisen. So sollen die Bestände vitalisiert werden und die Pflanzen eine intensivere Grünfärbung behalten, wodurch die Winterfestigkeit gesteigert werden soll. Bei der Frühjahrsbehandlung können 0,75 – 1 l/ha Caramba®, Folicur®, ab 2009, 0,5 l/ha Toprex® oder eine Mischung aus 0,5 l Caramba® + 0,2 l Folicur® + 0,3 l/ha Moddus eingesetzt werden. Eine zweite Applikation zur Einkürzung im Frühjahr ist nur bei sehr hohem Lagerdruck zu empfehlen. Im gemeinsamen Versuchsbericht 2007 der Ämter für ländliche Räume Husum, Kiel, Lübeck wurde die beste Einkürzung zu BBCH 61 bei der Sorte NK Bravour mit dem Produkt Toprex® (0,5 l/ha) erzielt. Bis zum BBCH 69 kürzte jedoch 0,75 l/ha Folicur® am besten ein. Im Versuchsbericht 2008 werden die Unterschiede zwischen den einzelnen Produkten und der unbehandelten Kontrolle als gering bezeichnet. In keiner Variante kam es zu Lager. Somit ist für die Saison 07/08 eine Notwendigkeit nicht gegeben gewesen. Eine Behandlung im Frühjahr, bei Beginn des Längenwachstums, wird jedoch auf Grund des häufig gegebenen Lagerrisikos verabreicht (vgl. Landwirtschaftskammer Schleswig Holstein (Hrsg.) 2008, S. 116 ff.). Die Entscheidung, ob eine Einkürzung sinnvoll ist und wenn ja, in welcher Höhe, ist unter Betrachtung der Sorte, des N- Düngeni-  
veaus, der Witterung und der Bestandesdichte, zu treffen. Bei jeder Applikation von Wachstumshemmern muss berücksichtigt werden, dass das Ertragspotential der Pflanze ein wenig zurück geht, da durch die Verminderung des Wachstums eine Verminderung der Photosynthese-  
fläche hervorgerufen wird.

### 3. Material und Methoden

Der folgende Abschnitt beschreibt die Bindungen für den Raps am Versuchsstandort Melz. Die Standortansprüche des Rapses, welche bereits in Kapitel 2 beschrieben wurden, werden in Melz erfüllt.

#### 3.1. Standortbeschreibung

Die Versuche wurden auf den Flächen der Agrargenossenschaft Vipperow am Standort Melz durchgeführt. Dieser befindet sich im Landkreis Müritz, südlich des gleichnamigen Sees (siehe Abbildung 9, 10) Die Versuchsfläche lag ca. 40 m vom Feldrand entfernt, so dass es nicht zur Beeinflussung durch Bäume kommen konnte. Des Weiteren wurden die Wiederholungen so angelegt, dass es für den Betrieb nicht zu Problemen in der Bestandesführung des Betriebsschlages gekommen ist. Die Standortauswahl erfolgte durch die Firmen Syngenta Agro und Syngenta Seeds.



Abbildung 10: Satellitenansicht Versuchsfläche

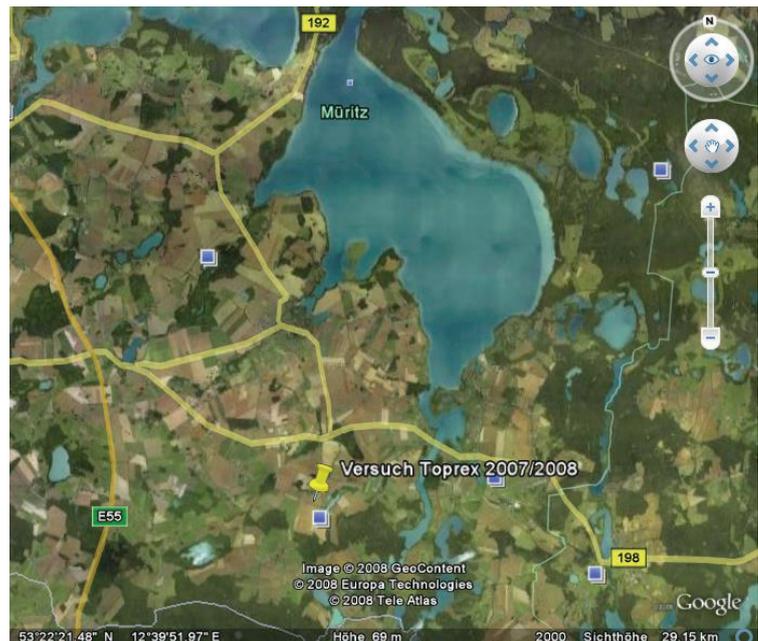


Abbildung 9: Satellitenansicht Müritzregion

Quelle: Google Earth, 28.11.2008

### 3.1.1. Boden

Der Boden ist ein sandiger Lehm auf einem D3 Standort. Die Einstufung erfolgt mit 33 Bodenpunkten. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Bodenpunkte von Wiederholung 1 zu 4 abnehmen und der Sandanteil steigt.

Die Schlaggröße auf dem sich der Versuch befindet, beträgt insgesamt 31,64 ha. Bei den Untersuchungen des Bodens am 19.09.2006 wurde ein PH- Wert von 6,4 ermittelt. Das ist für diesen Boden die Klasse D. Die Nährstoffe Phosphor (8,9 mg/ 100 g Boden), Kalium (14 mg/ 100 g Boden) und Magnesium (12 mg/ 100 g Boden) sind auch in der Gehaltsklasse D vorhanden. Es kann also davon ausgegangen werden, dass zu keiner Zeit ein Mangel an Nährstoffen bestand.

In der Tiefe von ca. 30 - 35 cm gibt es über die gesamte Versuchsfläche starke Bodenverdichtungen. Zu Staunässe kam es während der Vegetationsperiode nicht.

Vergleichend zu den Bodenansprüchen des Rapses stellt dieser Boden eher einen Grenzstandort für den Anbau dar. Er wurde allerdings bewusst gewählt, um besonders die Trockenstressproblematik und die damit verbundene Befallsituation mit Krankheiten zu untersuchen. Aufgrund der nicht gewünschten Bodenverdichtung, kann schon im Vorfeld eine Unterscheidung der Wirkung der Produkte hinsichtlich des Wurzelwachstums ausgeschlossen werden. Die Trockenstressproblematik wird durch diesen Gesichtspunkt allerdings verschärft, da die Pflanze nicht in der Lage ist, tiefgründige Wasserreserven zu nutzen. Um Bodenverdichtungen besonders in Regionen der Fahrspuren aufzubrechen, wurden diese mit einem Spurenreißer bis in eine Tiefe von 45 cm gelockert. Anschließend erfolgte am 18.07.2008 eine Bearbeitung der Gerstenstoppel um die Strohverteilung zu verbessern und den Kapillarschluss des Oberbodens sicher zu stellen, damit nicht unnötig Wasser verschwendet wird. Zur Vorbereitung des Saatbettes wurde am 14.08.2008 eine ca. 25 cm tiefe Saatfurche gezogen und für die Rückverfestigung ein Packer eingesetzt.

### 3.1.2. Klima

Die genauen Klimadaten, welche von der LFA Gülzow stammen und für den Standort Vipperow gemessen worden sind, befinden sich im Anhang. In Abbildung 11 und 12 ist eine Zusammenfassung des Temperaturverlaufs und der Niederschlagsverteilung gegeben. Es werden nur die Bedingungen in der Saison 2007/2008 aufgeführt, da Wetteraufzeichnungen früherer Jahre nicht kostenlos zur Verfügung standen. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass Niederschlag und Temperatur über die Vegetationsperiode hinweg stark von den vergangenen Jahren abweichen.

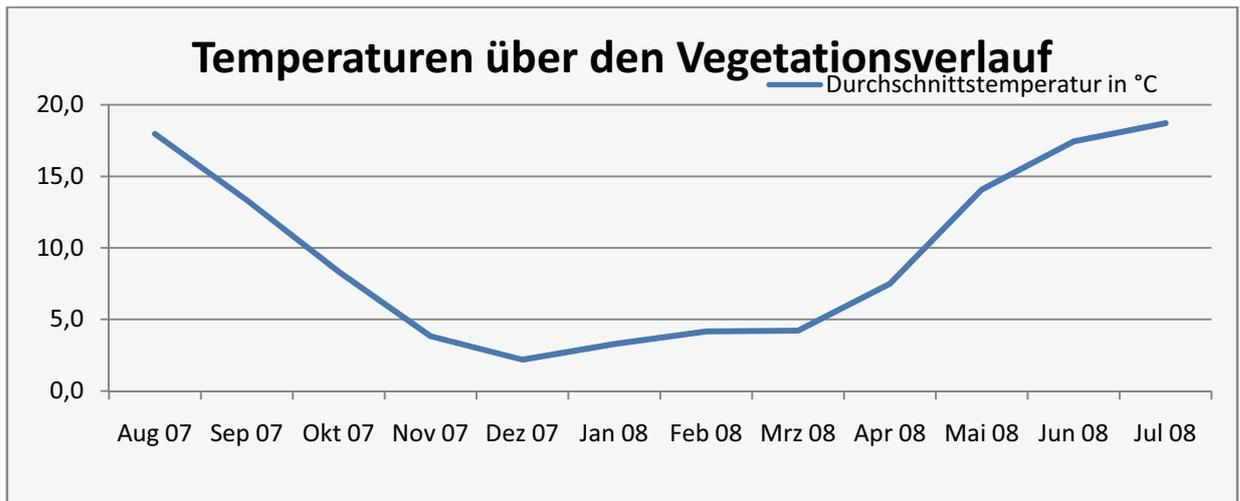


Abbildung 11: Temperaturverlauf über die Vegetationsperiode 2007/2008  
(Quelle: Landesforschungsanstalt Gülzow, 08/2008)

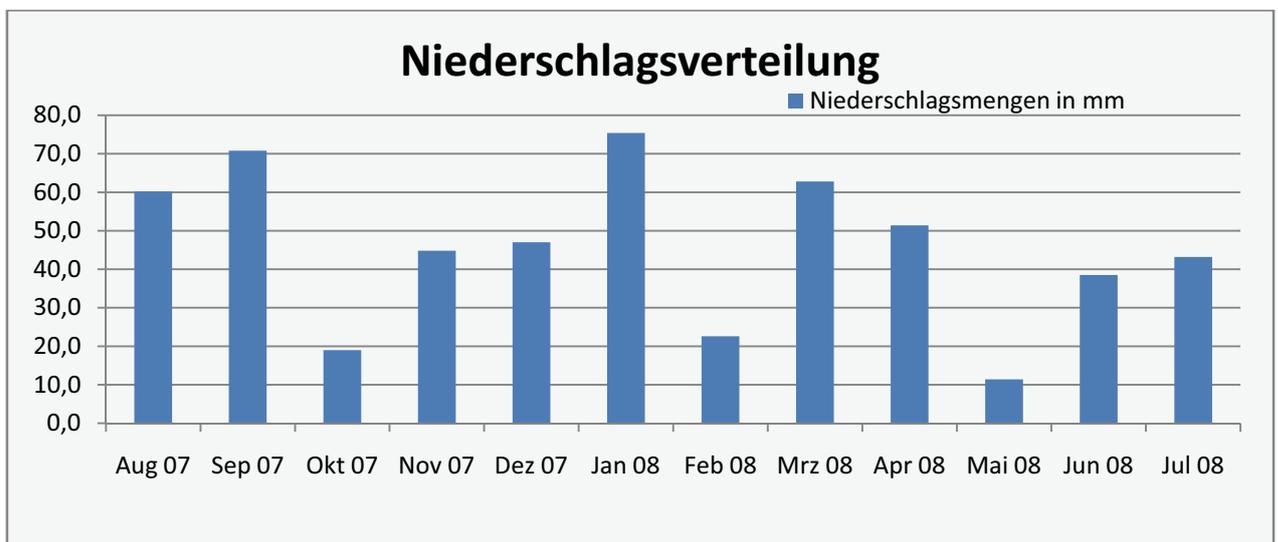


Abbildung 12: Niederschlagsverteilung über die Vegetationsperiode  
(Quelle: Landesforschungsanstalt Gülzow, 08/2008)

Die feuchten Bedingungen zur Aussaat des Rapses riefen lange Zeit Probleme bei der Keimung hervor. Feuchte Bedingungen im Herbst förderten hingegen das Wachstum des Rapses bis weit in den Winter herein. Dies unterstützte zwar nur bedingt die Versuchsfrage in Richtung der Trockenstandorte, hätte jedoch zur Ausbreitung des Pilz *Phoma lingam* optimal sein müssen. Die Trockenperiode im Vorsommer, genauer gesagt im Mai 2008, sollte auf Grund des rechtzeitig zur Blüte einsetzenden Regens, keine ertragsbeeinflussende Wirkung haben. Der relativ milde Winter, in dem die Temperaturen nie wirklich in den Minusbereich sanken, sorgte dafür, dass es nicht zu Auswinterungsverlusten kam. Die Verbesserung der Winterhärte der Pflanzen konnte demnach nicht ausreichend überprüft werden. Der Standort liegt stark windexponiert, dies fördert die Verbreitung der Pilzsporen, sorgte aber auch dafür, dass durch geringe Blattnässedauer der Infektionsdruck relativ gering blieb.

### **3.1.3. Fruchtfolge**

Die Fruchtfolge für diesen Standort ist als suboptimal zu betrachten. Raps rotiert mit Winterweizen und Wintergerste. Somit ist eine 33% Anbaukonzentration mit Raps für diese Fläche gegeben. Wie in Kapitel 2.1.3. beschrieben, erhöht sich somit der Befallsdruck für viele Krankheiten stark. Dies ist im Falle der Versuchsfrage hinsichtlich der fungiziden Wirkung wünschenswert. Da Winterraps nach Wintergerste steht, bleibt genügend Zeit für die Bodenbearbeitung. Strohprobleme waren nicht ersichtlich. Hinsichtlich der Vorfrucht sollte es also nicht zu Beeinträchtigungen kommen. Der Winterweizen als Folgekultur soll die Vorzüge des Rapsanbaus in vollem Umfang genießen können. Er ist als sehr wirtschaftliche Kultur an diese Stelle zu setzen, um den maximalen ökonomischen Erfolg aus der Fruchtfolge zu erwirtschaften.

### **3.2. Versuchsaufbau und Durchführung**

Nach der Beschreibung der Standortverhältnisse soll der Aufbau und die Durchführung des Versuchs erläutert werden. Mögliche Versuchsfehler werden erst bei der Auswertung beschrieben.

#### **3.2.1. Sorten**

Die Auswahl der Rapsorten in denen das Produkt Toprex® geprüft werden sollte, erfolgt durch die Firma Syngenta Agro in Absprache mit dem Saatgutzüchter Syngenta Seeds. Es wurde großen Wert darauf gelegt, dass eine Liniensorte und eine Hybridsorte mit unterschiedlichen Eigenschaften in der Wüchsigkeit genutzt wurden, um Interaktionen des Produktes mit der Sorte aufzudecken.

Die Aussaat erfolgt am 22.08.2008 durch eine Versuchsdrillmaschine der Firma Syngenta Seeds. Gedrillt wurden unabhängig von der Sorte 40 Körner je m<sup>2</sup> mit einer Ablagetiefe von 1,5 cm und einem Reihenabstand von 14,5 cm.

##### **3.2.1.1. NK Nemax**

Bei der Sorte NK Nemax handelt es sich um eine Liniensorte. Als Liniensorte werden solche bezeichnet, welche in ihrer Sortenstruktur mit genetisch eng verwandten, morphologisch ähnlichen Genotypen zusammen stehen (vgl. Christen/ Fried, 2007). Bei der Züchtung von Liniensorten lässt sich besonders auf einfach vererbare Merkmale wie Ölgehalt, Pflanzlänge und Resistenzen Einfluss nehmen. Durch die ebenfalls steigenden Erträge sind Liniensorten unter guten Bedingungen in der Lage, dasselbe Ertragsniveau wie Hybridsorten zu erreichen. Liniensorten sollten in den meisten Fällen mit einer höheren Pflanzenzahl je m<sup>2</sup> gedrillt werden, um die Schwäche der Einzelpflanze zu überdecken. Die Aussaatmenge ist abhängig vom Saatzeitpunkt. Trotz der höheren Aussaatmenge bleiben die Kosten für das Saatgut im Vergleich zu Hybridsaatgut geringer. Besonders bei Liniensorten ist eine gute Vorwinterentwicklung nötig, daher sollten sie zum optimalen Zeitpunkt gedrillt werden. Das Pflanzenschutz- und Düngemanagement ist der Sorte und der Ertragserwartung anzupassen.

Die Sorte NK Nemax wird von der Firma Syngenta Seeds als eine früh reife Sorte mit mittlerer Herbstentwicklung und dementsprechend guter Frühsaateignung angegeben. Weiterhin verkraftet sie leichte Standorte sehr gut und wird bei den Krankheitstoleranzen auf Phoma lingam und Verticillium mit 2 von 3 Punkten eingestuft. Die Ertragsleistungen und Ölgehalte werden mit sehr hoch angegeben, wobei die Glucosinolatkonzentration gering ist. Diese Einstufung ist auf der Internetseite URL: [www.nk.com/de/raps/nk-nemax/nk-nemax---sortenprofil](http://www.nk.com/de/raps/nk-nemax/nk-nemax---sortenprofil)

zu finden. Bis auf den Wert für die Verticilliumtoleranz stammen die Ergebnisse laut NK Seeds jedoch aus den beschreibenden Sortenlisten 2008 (Stand: 10.11.2008).

### **3.2.1.2. NK Petrol**

Die Sorte NK Petrol stellt in dem Fungizidversuch die Hybridsorte dar. Sie stammt ebenfalls aus dem Züchterhaus der NK Seeds. Hybridsaatgut entsteht bei der Kreuzung von Inzuchtlinien und kann bei sorgfältiger Auswahl der Mutter- und Vaterlinien in der F1 Generation überlegene Ertragsleistungen durch den Heterosiseffekt erzielen. Die Pflanzen sind meist vitaler und robuster als die des Liniensaatgut. Auf Grund der höheren Ertragssicherheit, auch unter suboptimalen Anbaubedingungen werden Hybridsorten trotz ihres hohen Saatgutpreises seit 2006 auf mehr als der Hälfte der Rapsfläche angebaut (vgl. Christen/ Fried, 2007). Man darf jedoch nicht pauschal sagen, dass Hybridsorten die bessere Lösung sind. Die Wahl des richtigen Saatgutes muss an den Standort angepasst werden, um daraus möglichst hohe Erträge mit hohem Ölgehalt zu erzielen und somit die optimale Erlöse zu erwirtschaften. NK Petrol wird durch den Züchter in der Reife als frühe bis mittelfrühe Sorte eingestuft. Sie hat eine zügige Herbstentwicklung und eignet sich auf Grund der Gefahr des Überwachsens nicht für Fröhsaaten. Allerdings ist sie spätsaattauglich. Bei einer mittleren Pflanzenlänge neigt sie nur gering zu Lager. Die Phomatoleranz ist mittel eingestuft, die Verticilliumtoleranz eher niedrig. Der Kornertrag und der Ölgehalt sind bei niedrigen Glucosinolatgehalten sehr hoch. Die Sorteneigenschaften sind wie bei der Liniensorte auf der Internetseite der Firma NK Seeds nachzulesen.

### **3.2.2. Versuchsanlage und Prüfvarianten**

Der Versuch wurde auf einem homogenen Stück Ackerfläche angelegt. Eine geringfügige Abnahme des Lehmantils des Bodens in Richtung der höheren Wiederholungen spielt auf Grund der guten Nährstoffversorgung des Bodens und der ausreichenden Niederschläge keine Rolle. Die Versuchsanlage erfolgte randomisiert mit insgesamt 4 Wiederholungen. Die 2 zu prüfenden Sorten wurden getrennt von einander betrachtet, so dass für jede Sorte 8 Varianten in 4-facher Wiederholung angelegt worden sind. Um Randeffekte zu vermeiden wurde über alle Wiederholungen Randparzellen mit angelegt. Jede Parzelle hatte eine Breite von 1,5 m und eine Länge von 9 m. Es ergibt sich also eine Fläche von 13,5 m<sup>2</sup>. Die Versuchsfläche betrug pro Sorte einschließlich Wege und Rand knapp 1000 m<sup>2</sup>. Im Prüfplan der Firma Syngenta Agro ist die Parzellengröße mit 3 m Breite angegeben, um Randstreifen für die Probenahme zu haben. Dies wurde bei der Aussaat, auf Grund fehlender technischer Voraussetzungen, nicht berücksichtigt und so mussten Proben aus den Erntereihen ent-

## Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in Winterraps auf Trockenstandorten

nommen werden. Da die Probenahme bei allen Prüfgliedern im gleichen Maße erfolgte, sind keine Verfälschungen in den Ergebnissen entstanden.

Die Aussaat und die Festlegung des Randomisierungsplans wurden durch die Firma Syngenta Seeds übernommen. Der Randomisierungsplan kann der Abbildung 13 entnommen werden.

Straße						
Vorgewende Betriebsfläche						
Sortendemo	1. Wdh	2. Wdh	3. Wdh	4. Wdh	Betriebsfläche	
	Rand	Rand	Rand	Rand		Rand
	N 1*	N 7	N 2	N 1		
	N 2	N 2	N 8	N 5		
	N 3	N 5	N 3	N 3		
	N 4	N 1	N 6	N 2		
	N 5	N 4	N 7	N 8		
	N 6	N 6	N 1	N 6		
	N 7	N 8	N 5	N 4		
	N 8	N 3	N 4	N 7		
	Rand	Rand	Rand	Rand		
	Weg	Weg	Weg	Weg		
	Rand	Rand	Rand	Rand		
	P 1 *	P 7	P 7	P 4		
	P 2	P 4	P 3	P 6		
	P 3	P 8	P 4	P 1		
	P 4	P 2	P 1	P 3		
	P 5	P 3	P 2	P 5		
	P 6	P 6	P 8	P 8		
	P 7	P 1	P 6	P 7		
	P 8	P 5	P 5	P 2		
	Rand	Rand	Rand	Rand		

Abbildung 13: Randomisierungsplan

(Quelle: eigene Erhebung)

\* N steht für die Sorte NK Nemax, P steht für die Sorte NK Petrol, die Zahl steht für die zu prüfende Variante

Für jede Sorte wurden im Vorfeld 8 Prüfglieder festgelegt. Prüfglied 1 stellt jeweils die unbehandelte Kontrolle dar. Die Prüfglieder 2-7 unterscheiden sich hinsichtlich der Applikationshäufigkeit, des Applikationszeitpunktes und der Aufwandmenge des Produkts Toprex®. In Variante 8 wurde eine für die Region übliche Variante zum Vergleich angelegt. In dieser wurde das Produkt Caramba® verwendet. Die Festlegung der Applikationshäufigkeiten, der -termine und der -menge erfolgten durch Syngenta Agro. In Tabelle 6 sind die Behandlungsstrategien der einzelnen Prüfglieder dargestellt. Die geplante Blütenbehandlung musste auf

## Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in Winterraps auf Trockenstandorten

Grund unvorhergesehener Probleme ausfallen. Da aber keine der Prüfglieder appliziert wurde, ergeben sich keine Verfälschungen im Versuchsergebnis.

Wie in Kapitel 2.5.1 erläutert, findet man in der Landwirtschaft unterschiedliche Strategien und Empfehlungen für den Einsatz von Fungiziden mit wachstumshemmenden Eigenschaften. Mit den Prüfgliedern 2 – 7 sollen diese am Produkt Toprex® dargestellt werden. Prüfglied 8 gilt in diesem Fall als Vergleich durch eine in der Praxis bewährte Variante. Prüfglied 2 stellt die Herbst und Frühjahrsapplikation mit voller Aufwandmenge von Toprex® dar, welche in Prüfglied 3 reduziert wird. Da sich Variante 3 und 4 nur hinsichtlich der Blütenbehandlung unterscheiden, welche ausgefallen ist, wird Variante 4 nicht betrachtet.

Tabelle 6: Applikationsplan

BBCH	14-16	18	35	55	63-65
N 101					
N 102	0,5 Toprex®		0,5 Toprex®		1,0 Ortiva®
N 103	0,35 Toprex®		0,35 Toprex®		1,0 Ortiva®
N 104	0,35 Toprex®		0,35 Toprex®		
N 105	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	1,0 Ortiva®
N 106	0,35 Toprex®		0,25 Toprex®, 0,5 Moddus®		1,0 Ortiva®
N 107	0,35 Toprex®			0,35 Toprex®	1,0 Ortiva®
N 108	0,7 Caramba®		0,7 Caramba®		1,0 Ortiva®
P 101					
P 102	0,5 Toprex®		0,5 Toprex®		1,0 Ortiva®
P 103	0,35 Toprex®		0,35 Toprex®		1,0 Ortiva®
P 104	0,35 Toprex®		0,35 Toprex®		
P 105	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	1,0 Ortiva®
P 106	0,35 Toprex®		0,25 Toprex®, 0,5 Moddus®		1,0 Ortiva®
P 107	0,35 Toprex®			0,35 Toprex®	1,0 Ortiva®
P 108	0,7 Caramba®		0,7 Caramba®		1,0 Ortiva®

\* Die Mengenangabe vor dem Produkt ist in Liter / Hektar

(Quelle: Dr. W. Gleißl, Syngenta Agro, 2007)

In Prüfglied 5 wurde mit voller Aufwandmenge behandelt, jedoch gesplittet auf 4 Applikationstermine. In variante 6 wurde die Aufwandmenge im Herbst reduziert, nimmt aber bei voller Aufwandmenge im Frühjahr Moddus, einen reinen Wachstumsregler, zur Unterstützung. In Variante 7 wird die Aufwandmenge erneut reduziert, der Termin der Frühjahrsbehandlung wird im Unterschied zu Prüfglied 3 aber nach hinten verlegt. In Prüfglied 8 kommt mit 0,7 l/ha Caramba® die ortsübliche Aufwandmenge zum Einsatz. Es muss erwähnt werden, dass bei Betrachtung aller Empfehlungen, die Aufwandmenge eher im unteren Bereich angesiedelt ist.

### 3.2.3. Düngung

Um dem Winterraps einen optimalen pH- Wert des Bodens zu liefern, wurde am 8.8.2008 vor der Aussaat eine Kalkung mit 1,25 t/ha Kalk auf die Gerstenstoppel durchgeführt. Am 13.10.2008 erfolgte eine Mikronährstoffdüngung über 1 kg/ha Profi Bor 140. Die Stickstoffdüngung erfolgte über 3,85 dt/ha Optimag am 26.10.2007 (enthält zusätzlich Magnesium), 2,86 dt/ha KAS (27 N, zusätzlich Magnesium) am 19.03.2008 und 100 kg/ha MAP (enthält zusätzlich Phosphor) am 28.03.2008. Einen Tag zuvor wurde über Kamex ® Kalium und Magnesium ausgebracht. Am 07.04.2008 und am 24.04.2008 erfolgte über jeweils 1 kg/ha Foliarel eine Spurennährstoffdüngung. In der folgenden Tabelle 7 findet sich eine Nährstoffbilanz für den Raps. Es ist also deutlich zu erkennen, dass der Raps genügend Nährstoffe zur Verfügung hatte. Das Defizit im Phosphor sollte keinen Einfluss haben, da die Ausgangswerte des Bodens nicht bekannt waren und auf Grund der Pflanzengesundheit nicht von einem Mangel auszugehen ist. Die Daten stammen aus der Schlagkartei der Agrargesellschaft Vipperow und werden durch Herrn Utecht aktualisiert.

Tabelle 7: Nährstoffbilanz des Versuchsstandortes

Datum	Dünger	Menge	Nährstoffgehalte kg/ha					
			N	P	K	Mg	Ca	Bor
08.08.2007	U-Kalk	1.25 t/ha	0	0	0		399.38	0
13.10.2008	Profi Bor 140	1 kg/ha	0	0	0	0	0	0.14
26.02.2008	Optimag	3.85 dt/ha	92.4	0	0	30.8	0	0
19.03.2008	KAS	2.86 dt/ha	77.22	0	0	6.86	0	0
27.03.2008	Kamex	2 dt/ha	0	0	80	12	0	0
28.03.2008	MAP	100 kg/ha	12	22.88	0	0	0	0
07.04.2008	Foliarel	1 kg/ha	0	0	0	0	0	0.28
24.04.2008	Foliarel	2 kg/ha	0	0	0	0	0	0.28
Gesamtnährstoffzufuhr			181.62	22.88	80	49.66	399.38	0.7
Nährstoffentzug durch Ernteprodukt			132	72	40	20		
Bilanz			49.62	-49.12	40	29.66		

(Quelle: Schlagkartei der Agrargesellschaft Vipperow)

### 3.2.4. Pflanzenschutz

Alle Pflanzenschutzmaßnahmen, welche keine fungizide oder wachstumshemmende Wirkung haben, wurden, wie auf dem Betriebsschlag selber, auf den Versuch ausgebracht. Dazu gehörte als erstes eine Herbizidbehandlung am 22.08.2008 mit 2 l/ha Brasan® im Vorauf- lauf. Da die Mittelreserven des Betriebes an Brasan® nicht ausreichten, erfolgte nur eine Be- handlung der Wiederholung 1 und 2. Die Wiederholung 3 und 4 wurden dann am 27.08.2008 mit dem Nachauf- laufherbizid Butisan Top® behandelt. Unterschiede wurden schon im Herbst sichtbar. Besonders die Rauke entwickelte sich in den beiden letzten Varianten sehr stark. Weitere Behandlungen erfolgten im Herbst nicht, da der Betrieb bei der Ausbringung von

Fusilade Max® und Effigo®, das Fungizid Folicur® mit in der Tankmischung hatte durfte der Versuch nicht appliziert werden. Weiterhin wurde am 24.04.2008 das Insektizid Talstar® ausgebracht um den Rapsglanzkäfer zu bekämpfen.

Auf dem Betriebsschlag erfolgten insgesamt 3 Behandlungen mit Folicur® und eine Blütenbehandlung mit dem Produkt Ortiva®. Dies soll nur zeigen, dass eine Behandlung mit mehr als 3 Applikationsterminen auch auf Grenzstandorten schon durchgeführt wird. Der Sinn dieser Behandlungen Bestand nach Aussagen von Herrn Utecht nicht in der Bekämpfung von Pilzkrankheiten, sondern in der einkürzenden Wirkung des Produktes und der Verbesserung der Standfestigkeit, was bei Wuchshöhen von 2 m absolut nötig war.

### 3.2.5. Technik der Versuchsdurchführung

In diesem Kapitel soll es nicht um die Technik des landwirtschaftlichen Betriebes gehen, sondern um all diese, welche für Arbeiten in dem Versuch eingesetzt wurde.

Für die Aussaat stand der Firma Syngenta Seeds eine Parzellendrillmaschine mit einer Arbeitsbreite von 1,5 m zur Verfügung. Durch die noch sehr feuchten Bedingungen vom Vortag, hatte die Maschine große Probleme bei der Ablage der Rapskörner. Wie in den Auswertungen zur Bestandesdichte zu sehen sein wird, entstanden durch verschlammte Säschare stark ungleichmäßige Bestandesdichten.

Alle Pflanzenschutzapplikation, welche nicht durch den Agrarbetrieb übernommen werden konnten, erfolgten durch die Firma BioChem agrar. Diese nutzten ein Parzellenspritzgerät der Firma Baumann Saatzuchtbedarf. Die Arbeitsbreitenanpassung erfolgte an die Parzellenbreite. Die Pflanzenschutzspritze arbeitet mit Pressluftunterstützung, um eine Applikation der Spritzbrühe bei konstantem Druck von 2,5 bar zu gewährleisten. Kritisch anzumerken ist, dass es keine Anpassung der Ausbringmenge an die Geschwindigkeit während der Überfahrt gibt. Es liegt also in der gleichmäßigen Geschwindigkeit des Versuchstechnikers, wie exakt die Applikation erfolgt. Die klimatischen Bedingungen der einzelnen Applikationstermine können der Tabelle 8 entnommen werden. Es ist zu erkennen, dass die Bedingungen, bis auf die feuchten Pflanzen bei Termin 1 und 3 optimal waren, so dass nicht mit Beeinträchtigungen in der Wirkung der Produkte zu rechnen ist. Die geplante Applikation der Blüte entfiel, da es mit der Parzellenspritze nicht möglich war, den Raps mit einer Wuchshöhe von knapp 2 m zu applizieren. Weiterhin war es nicht möglich, zwischen den einzelnen Parzellen zu laufen, da die Verzweigung der Pflanzen so stark war, dass es sonst zu Verletzungen der Pflanzen in der Blüte und somit zur Verfälschungen der Ergebnisse hätte kommen können.

Vor der Ernte wurden die Parzelle durch die Firma Syngenta Seeds mit einem Scheitelgerät bearbeitet, um eine Ernte ohne Vermischungen zu gewährleisten. Die Ernte selber erfolgte mit einem Parzellenmähdrescher der Firma Hege. Es wurde während der Ernte der Ertrag

## Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in Winterraps auf Trockenstandorten

---

aufgezeichnet und Proben entnommen. Diese wurden später im Labor auf Ölgehalt und Feuchtigkeit untersucht. Die Ernte erfolgt unter Trockenbedingungen am 30.07.2008.

Tabelle 8: Klimatische Verhältnisse bei den Applikationen

Termin	1	2	3	4
BBCH	14-16	18	35	55
Datum	02.10.2007	27.10.2007	28.03.2008	24.04.2008
Uhrzeit	11.00	10.00	10.00	13.00
Bewölkung	100 %	100 %	80 %	0 %
Pflanzenfeuchte	Feucht	Trocken	Feucht	Trocken
Bodenfeuchte	Feucht	Trocken	Feucht	Trocken
Lufttemperatur	15 °C	10,1 °C	9,2 °C	18,2 °C
Bodentemperatur	14 °C	11 °C	5 °C	10 °C
Luftfeuchte	81 %	71 %	71 %	52 %
BBCH	15-16	17-18	35	55
Wind	0,5 m/s Nord	0,5 m/s Ost	1,5 m/s SO	0 m/s

(Quelle: Mario Thiel, BioChem agrar 2008)

## 4. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel soll es um die Ergebnisse der wichtigsten Bonituren gehen. Es werden alle Bonituren näher betrachtet, welche direkt Einfluss auf die Versuchsfrage bzw. den Ertrag haben. Es werden jeweils die Ergebnisse beider Sorten dargestellt, um die Wirkung der Strategien in Abhängigkeit der Sorten zu zeigen. Die Ergebnisse weiterer, für die Versuchsfrage nicht benötigten Bonituren befinden sich im Anhang.

### 4.1. Datenaufbereitung und statistische Auswertung

Für jede Untersuchung wurden die Daten in Exceltabellen festgehalten und über die Einfaktorielle Varianzanalyse aufbereitet. In dieser wird der Mittelwert der Untersuchungsergebnisse der einzelnen Varianten berechnet und die Varianz dieser Werte angegeben. Des Weiteren wird geprüft, ob die Abweichungen der Mittelwerte zwischen den Varianten signifikant sind, oder ob sie auf Grund eines Messfehlers beruhen. Das Fehlerniveau wurde für jede Untersuchung mit 5 % angegeben. Ist die Prüfgröße F zwischen den Gruppen größer als der kritische F- Wert, werden die Ergebnisse als signifikant bezeichnet. Das bedeutet, die Unterschiede der Mittelwerte sind deutlich und beruhen nicht auf einen Zufall. Die Mittelwerte der einzelnen Untersuchungen werden graphisch mit Excel in Diagrammen gefasst. In den Diagrammen wird zusätzlich die Standardabweichung für jede Gruppe dargestellt, um zu zeigen, wie dicht die Werte am Mittelwert liegen und wie hoch die Aussagekraft des Mittelwertes ist. Je kleiner die Standardabweichung, desto aussagekräftiger ist der Mittelwert.

### 4.2. Bestandesdichte

Die Bestandesdichte wurde am 26.10.2007 ermittelt. Es ist davon auszugehen, dass zu diesem Zeitpunkt alle Pflanzen aufgelaufen waren. Der Großteil der Pflanzen befand sich in BBCH 18. Da die Bestände innerhalb der Parzelle sehr unterschiedlich wirkten, erfolgte die Auszählung an jeweils 4-mal einem fortlaufendem Meter pro Parzelle und wurde dann auf einen Quadratmeter hochgerechnet. Somit stehen pro Parzelle 4 Pflanzenzahlen pro m<sup>2</sup> zur Verfügung, was eine möglichst genaue Aussage zulassen dürfte. Zu erwähnen ist noch einmal, dass beide Sorten mit 40 Körnern/m<sup>2</sup> ausgedrillt wurden. Für die Bestände kann festgehalten werden, dass die durchschnittliche Anzahl der Pflanzen auf einem Quadratmeter dicht bei einander liegt. In der Liniensorte sind ca. 30 Pflanzen aufgelaufen. In der Hybridsorte ist die Bestandesdichte mit knapp 40 Pflanzen je m<sup>2</sup> höher und erreicht im Durchschnitt betrachtet 100 % Feldaufgang. Erwähnenswert ist die sehr hohe Standardabweichung mit bis zu 20 bei der Liniensorte und 17 bei der Hybridsorte. Daran ist sehr gut zu sehen, welche starke Unterschiede es in den Beständen innerhalb der Varianten gibt. Statistisch betrachtet sind diese Unterschiede jedoch nicht signifikant, so dass davon ausgegangen werden kann, dass

keine Beeinflussung auf weitere Ergebnisse besteht. Die genauen Ergebnisse können der  
Abbildung 14 und 15 entnommen werden.

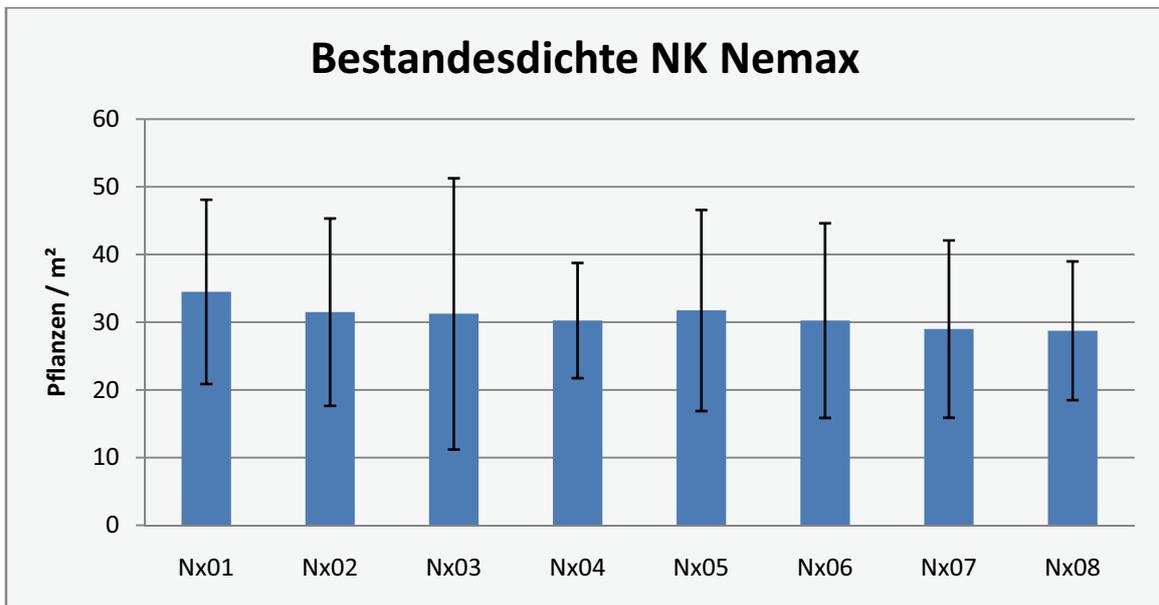


Abbildung 14: Bestandesdichte NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

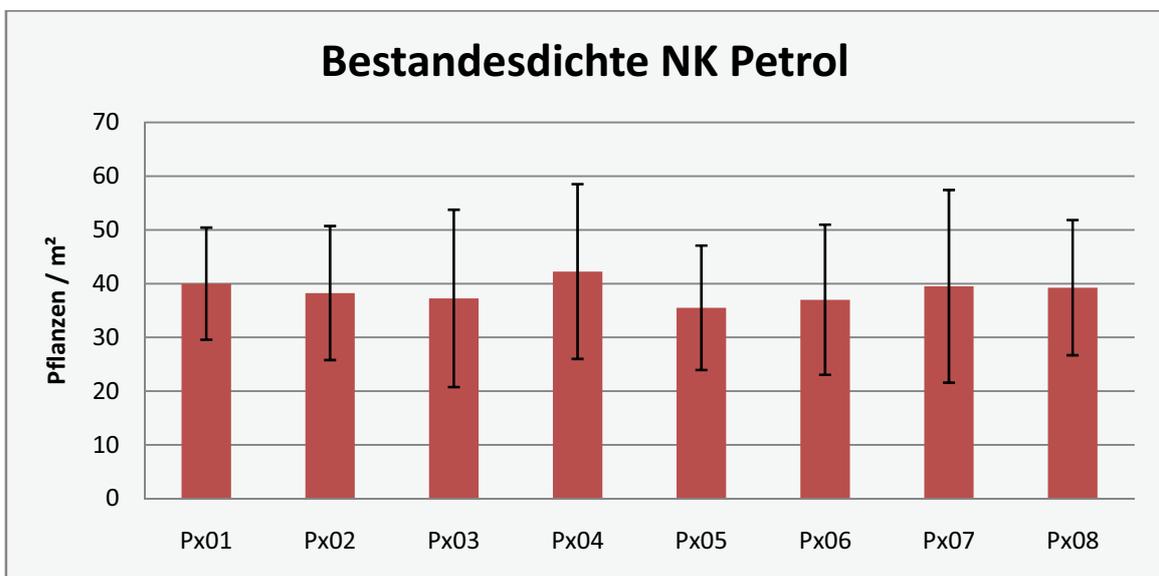


Abbildung 15: Bestandesdichte NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

### 4.3. Parameter Winterhärte

Die Winterhärte der Rapspflanzen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Zum einen ist die genetische Veranlagung der einzelnen Sorten und zum anderen die wie in Kapitel 2 beschriebene Abhärtung durch die Temperaturen im Herbst dafür zuständig. Die Winterhärte der Rapspflanze hängt jedoch auch von der Höhe des Vegetationskegels vor dem Winter und der Dicke des Wurzelhalses ab, die durch die Bestandesführung beeinflusst werden können. Ob es eine Beeinflussung der Pflanzen durch die verschiedenen Varianten gibt, sollen die nachfolgenden Erhebungen zeigen.

#### 4.3.1. Wurzelhalsdicke Herbst

Für die Untersuchung der Wurzelhalsdicken wurden am 26.10.2008 je Parzelle 10 Pflanzen entnommen und mit einem Messschieber vermessen. Die Dicke des Wurzelhalses wird in mm angegeben. Rapspflanzen mit großem Wurzelhalsdurchmesser sind weniger gefährdet, bei Wechselfrösten von der Wurzel abgerissen zu werden. Angestrebt wird ein Wurzelhals, der vor Ende der Vegetationsperiode eine Dicke von 8- 10 mm besitzt. Des Weiteren ist die Dicke ein Zeichen für die Vitalität der Pflanze und der Herbstentwicklung. Die eingesetzten Produkte sollen laut Herstellerangaben und Literatur die Dicke des Wurzelhalses beeinflussen. Die Liniensorte NK Nemax hat im Durchschnitt einen Durchmesser von 9,6 mm und unterscheidet sich von der Hybridsorte NK Petrol, 10 mm, nur geringfügig. Die Unterschiede der einzelnen Varianten sind laut Abbildung 16 sehr gering. Die Standardabweichung der Messwerte innerhalb der Gruppe ist als hoch anzusehen. Es gibt weder bei der Liniensorte noch bei der Hybridsorte statistisch signifikante Unterschiede. Zu sehen ist, dass in der Liniensorte die Prüfglieder 4 und 5 mit den höchsten Wurzelhalsdurchmesser abschneiden. Variante 2, dicht gefolgt von der Variant 6 gehen mit dem geringsten Durchmesser in den Winter.

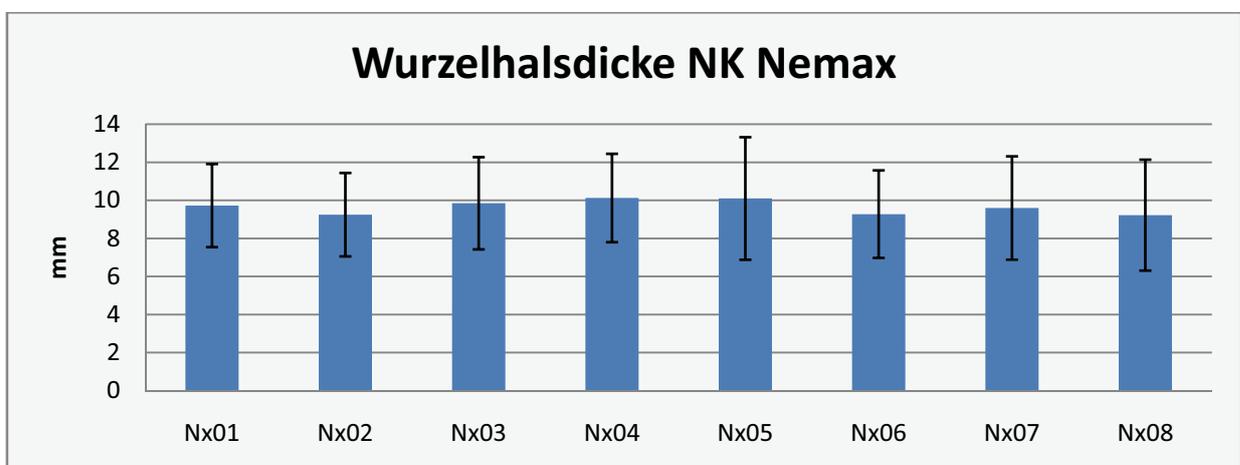


Abbildung 16: Wurzelhalsdicke NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

Bei der Hybridsorte (siehe Abb. 17) liegen die Wurzelhalsdurchmesser ebenfalls sehr dicht bei einander. Die Variante 7 und 1 heben sich leicht positiv heraus, die Variante 2 und 5 leicht negativ.

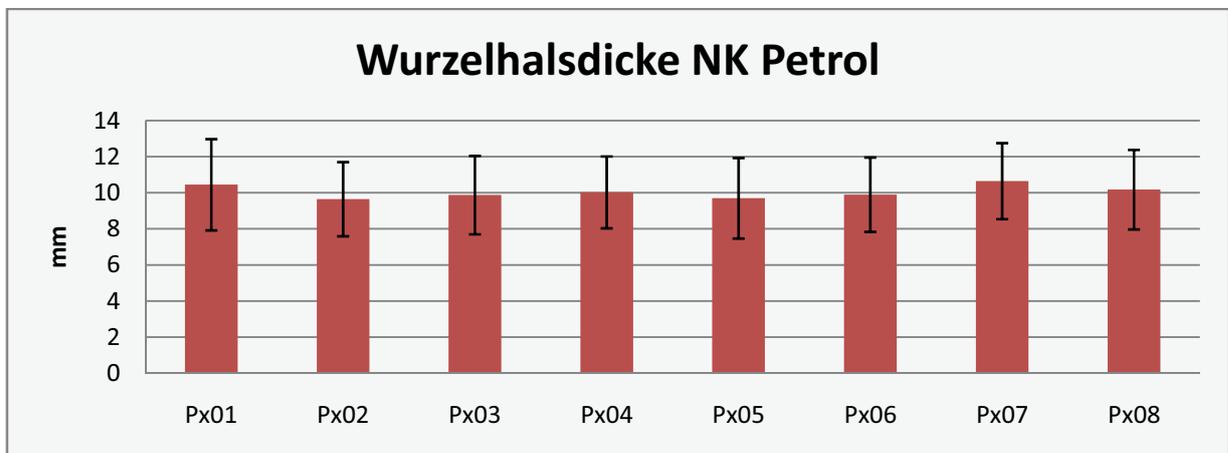


Abbildung 17: Wurzelhalsdicke NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.3.2. Höhe Vegetationskegel

Für die Messung der Höhe des Vegetationskegels wurden dieselben Pflanzen verwendet wie für die Messung der Wurzelhalsdicken. Sie wurden in der Mitte aufgeschnitten, um den Vegetationskegel besser zu erkennen. Gemessen wurde mit dem Messschieber vom Wurzelhals bis zur Spitze des Vegetationskegels. Der Einsatz von wachstumshemmenden Fungiziden erfolgt mit dem Sinn, dass der Vegetationskegel nicht vor dem Winter vom Boden abhebt und somit die potentielle Winterhärte der Sorte ausgenutzt wird. Maximal 1,5 cm werden in der Praxis toleriert und sichern ein gutes Überwintern der Pflanze. Die Winterhärte wird auch von der Stellung der Blätter beeinflusst und in wie weit sie den Vegetationskegel schützen. Die Angabe der Messergebnisse erfolgt in mm.

Zu erkennen ist, dass die Hybridsorte eindeutig weiter vom Boden abgehoben ist. Durchschnittlich 12,3 mm ist der Vegetationskegel hier vom Boden entfernt. Bei der Liniensorte sind es nur gut 9,7 mm. Die Unterschiede innerhalb beider Sorten (siehe Abb. 18 und 19) reichen nicht aus, um eine Strategie bzw. ein Produkt signifikant von den anderen abzusetzen. Bei der Liniensorte haben Strategie 7 und 8 die stärkste einkürzende Wirkung. Trotz dessen, dass Prüfglied 1 unbehandelt blieb, gibt es außer in der Spannweite der Werte keine Unterschiede zu den behandelten Prüfglied 4.

Die Hybridsorte weist das gleiche Bild auf. Hier zeigten jedoch die Varianten 7 und 8 die geringsten Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle. Prüfglied 2 und 5 heben den Vegetationskegel am wenigstens vom Boden ab.

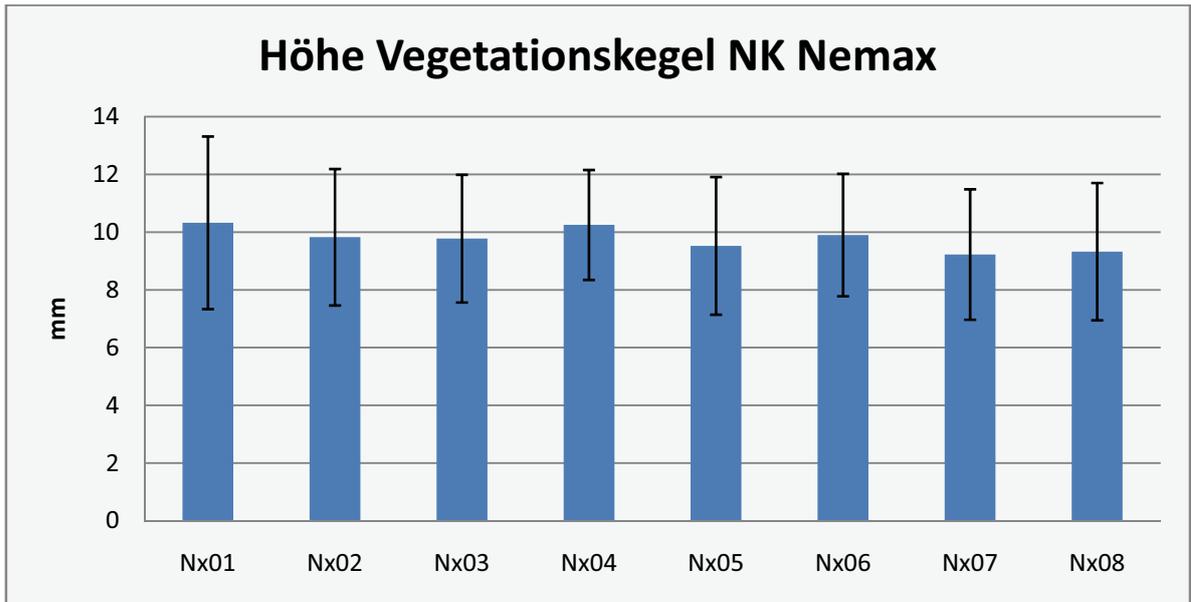


Abbildung 18: Höhe Vegetationskegel NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

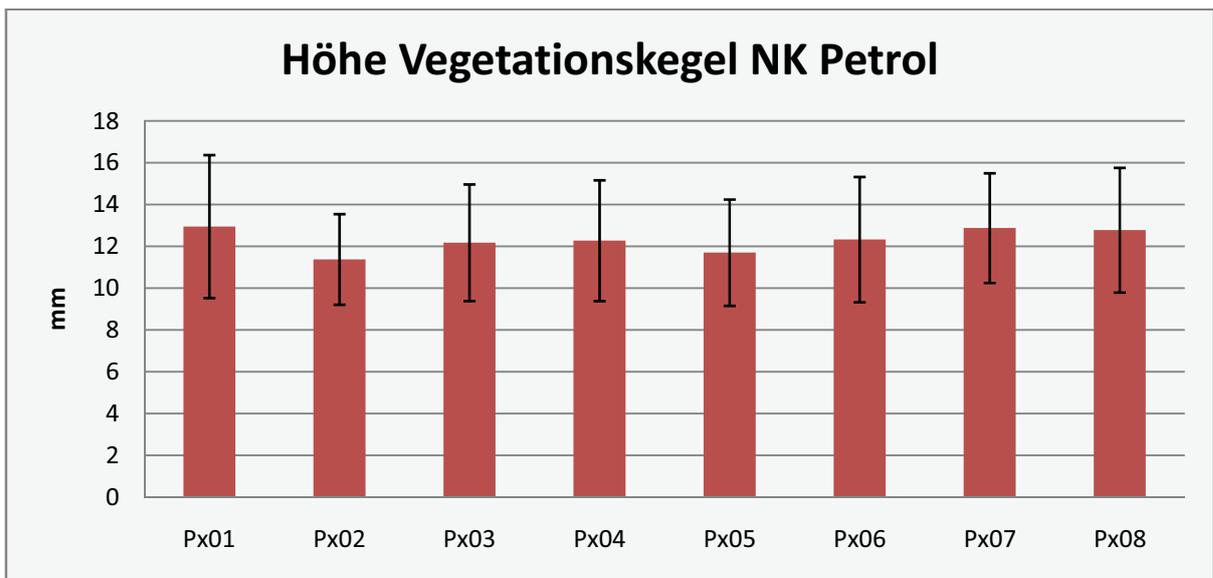


Abbildung 19: Höhe Vegetationskegel NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.4. Parameter der Standfestigkeit

Zu den Parametern der Standfestigkeit werden alle Messungen der Bestandeshöhe gezählt sowie die Messung der Stängeldicke nach der Ernte. Der Befall mit Krankheiten spielt zwar für die Standfestigkeit ebenfalls eine Rolle, soll aber extra betrachtet werden. Die hohe Standfestigkeit der Bestände ist wichtig, um ein Abknicken der Pflanzen einerseits vor der physiologischen Reife zu vermeiden, um durch eine gute Nährstoffversorgung das sortenspezifische Ertragsmaximum auszuschöpfen und andererseits nach der physiologischen Reife eine Ernte der Rapssaat unter optimalen Voraussetzungen zu gewährleisten.

##### 4.4.1. Bestandeshöhe

Die Messung der Bestandeshöhe erfolgte über die Vegetation hinweg an 4 Pflanzen je Parzelle. Dazu wurde mit einem Zollstock die Höhe der Gesamtpflanze vom Boden bis zum höchsten Punkt gemessen. Die Angabe erfolgte in cm. Der Plan, die Messung mit Hilfe einer Styroporplatte zu machen, welche auf dem Bestand liegt, schlug fehl, da durch die stark windexponierte Lage keine Messung möglich war.

##### 4.4.1.1. Herbst 2007

Die Messung im Herbst erfolgte in BBCH 18 am 26.10.2008. Relativ große Unterschiede innerhalb der Parzellen spiegeln die Unterschiede in der Entwicklung wieder, worauf später noch eingegangen wird. Die Ergebnisse können der Abbildung 20 und 21 entnommen werden. Die Unterschiede zwischen den Varianten sind in der Linien- und Hybridsorte mit Hilfe von Excel als signifikant berechnet worden.

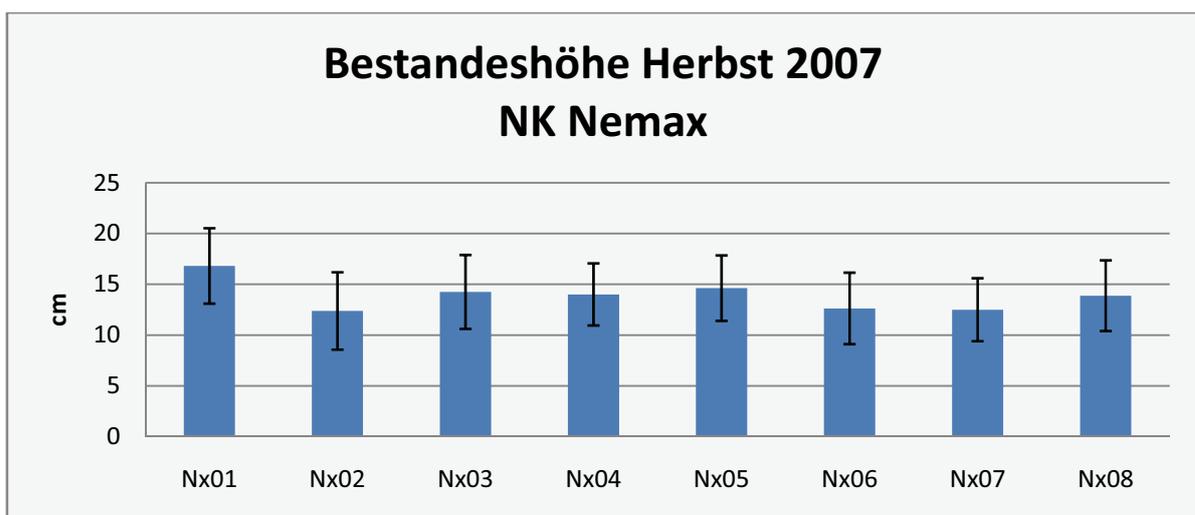


Abbildung 20: Bestandeshöhe Herbst NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

In der Liniensorte heben sich besonders die Varianten 2,6 und 7 ab. Diese haben die geringste Höhe vor dem Winter. Dies muss nicht unbedingt von Vorteil für die Überwinterung sein, zeigt jedoch den Einfluss der wachstumshemmenden Maßnahmen. Alle behandelten Varianten sind kürzer als die unbehandelte. Die geringsten Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle zeigen die Prüfglieder 3,4,5.

In der Hybridsorte zeigt Variante 6 den größten Effekt. Alle anderen Varianten stehen etwa auf dem gleichen Niveau, aber mit deutlichem Unterschied zu der unbehandelten Kontrolle.

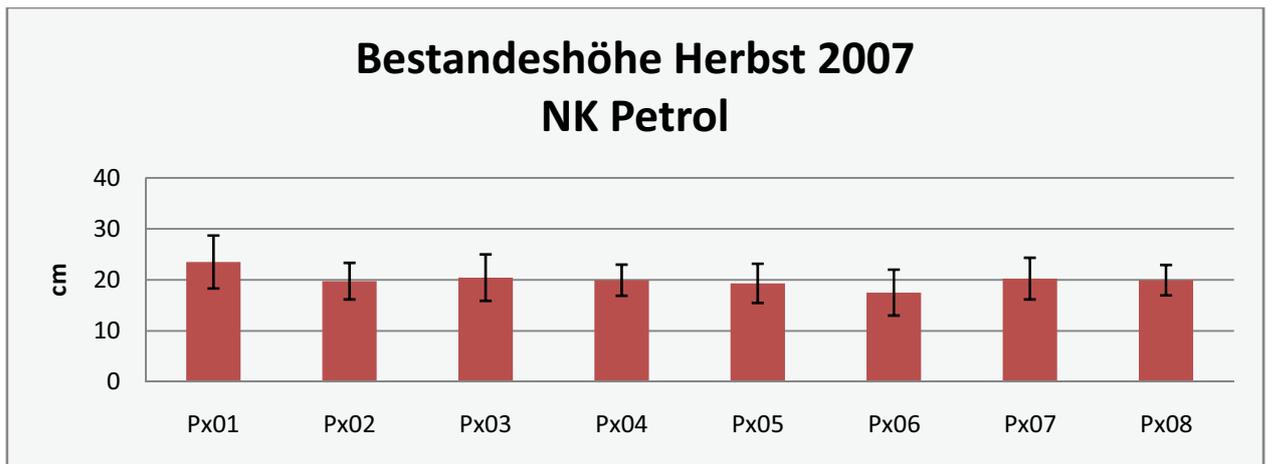


Abbildung 21: Bestandeshöhe Herbst NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.4.1.2. 1. Frühjahr 2008

Die erste Messung der Bestandeshöhe im Frühjahr erfolgte am 29.03.2008. Der Bestand hat hier etwa BBCH 39 erreicht. Seit Schossbeginn am 07.03.2008 hatte der Raps knapp 21 Tage um in die Höhe zu wachsen.

Die Liniensorte hatte eine durchschnittliche Höhe von knapp 24 cm. Das sind ca. 4 cm weniger als bei der Hybridsorte. Zwischen den einzelnen Prüfvarianten innerhalb der Sorten gab es keine signifikanten Unterschiede. In Abbildung 22 ist zu erkennen, dass es in der Liniensorte jedoch Unterschiede zwischen den behandelten Varianten zur unbehandelten Variante gibt. Die stärkste einkürzende Wirkung bis zum BBCH 39 zeigt Prüfglied 5. Gefolgt von Variante 2 und 4. Die geringsten Effekte stellten sich in Variante 6 ein.

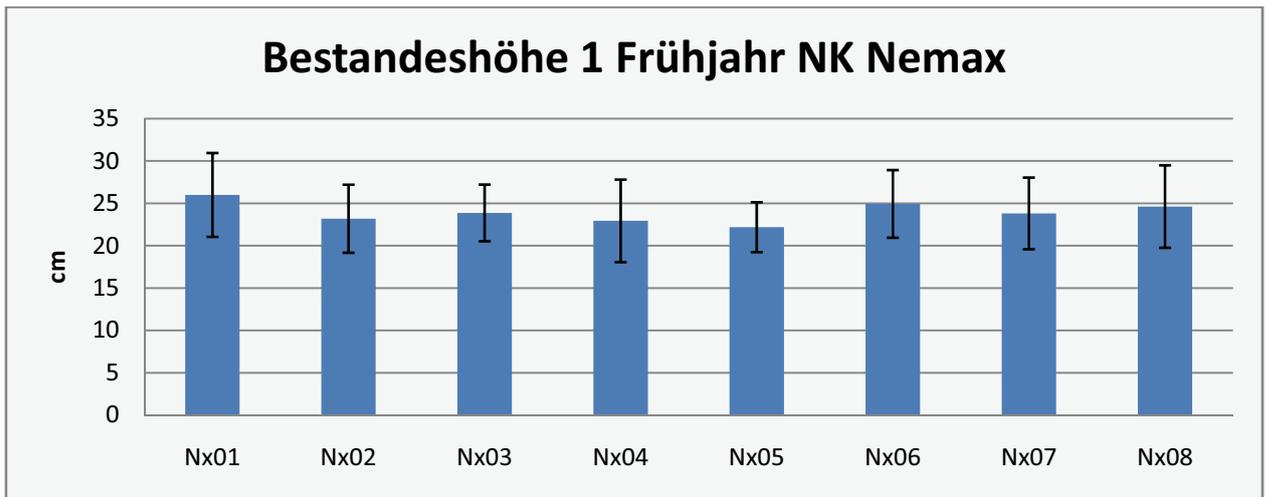


Abbildung 22: Bestandeshöhe 1 Frühjahr NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

Bei der Hybridsorte (siehe. Abb. 23) hebt sich Variante 3 am meisten ab. Die stärkste einkürzende Wirkung haben hier die Varianten 2,3,5 und 6. In Variante 7 und 8 sind hingegen fast keine Unterschiede zur Kontrollvariante zu erkennen.

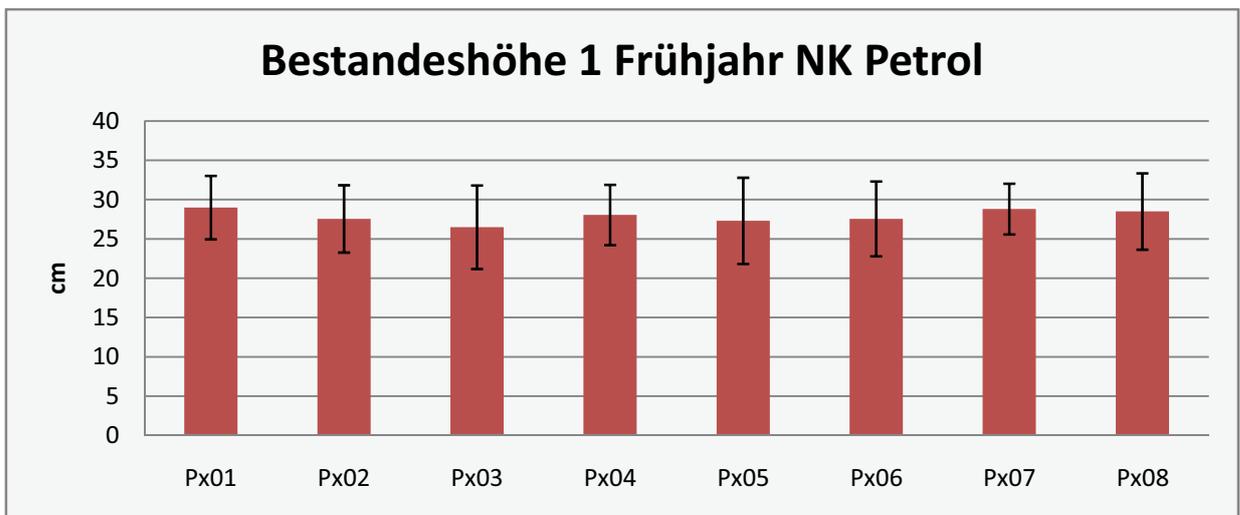


Abbildung 23: Bestandeshöhe 1 Frühjahr NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.4.1.3. 2. Frühjahr 2008

Die 2. Messung der Bestandeshöhe war laut Prüfplan für das BBCH Stadium 55 vorgesehen. Dies war am 17.04.2008 der Fall. In der Liniensorte als auch in der Hybridsorte zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Varianten. Bei der Sorte NK Nemax (siehe Abbildung 24) kann die deutlichste Einkürzung in Prüfglied 2, gefolgt von 3,4,5 und 6 angegeben werden. Weitaus weniger Wirkung zeigten Variante 7 und 8.

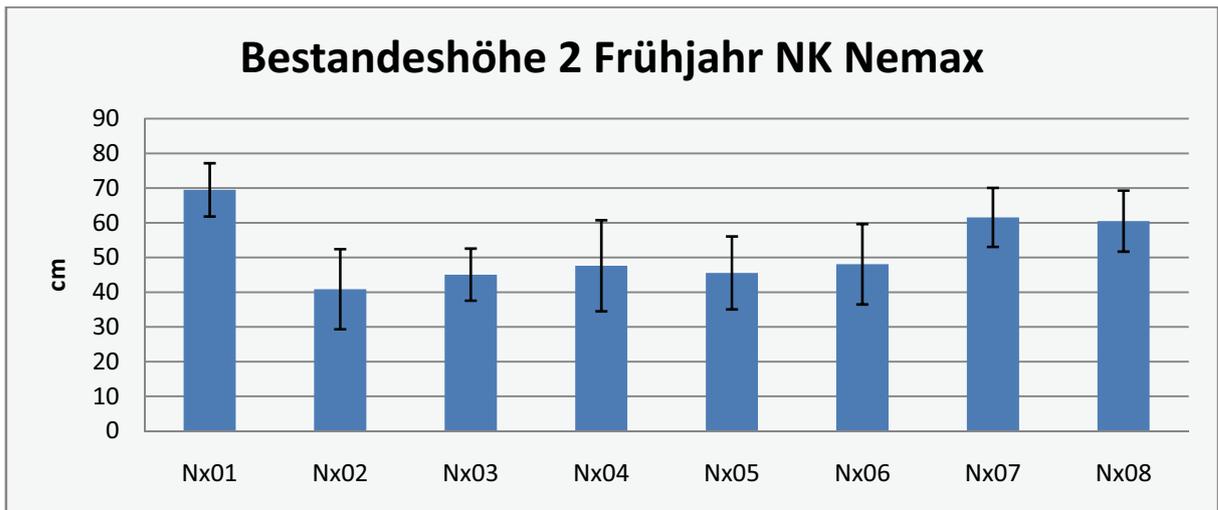


Abbildung 24: Bestandeshöhe 2 Frühjahr NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

Die Unterschiede in der Bestandeshöhe bei der Hybridsorte sind zwar ebenfalls signifikant, fallen aber nicht in allen Varianten so stark aus, wie beim Prüfglied 2 (siehe Abb. 25) Diese zeigt mit Abstand die stärkste Einkürzung. Fast keine Unterschiede zur Kontrolle zeigten sich hingegen bei den Varianten 7 und 8.

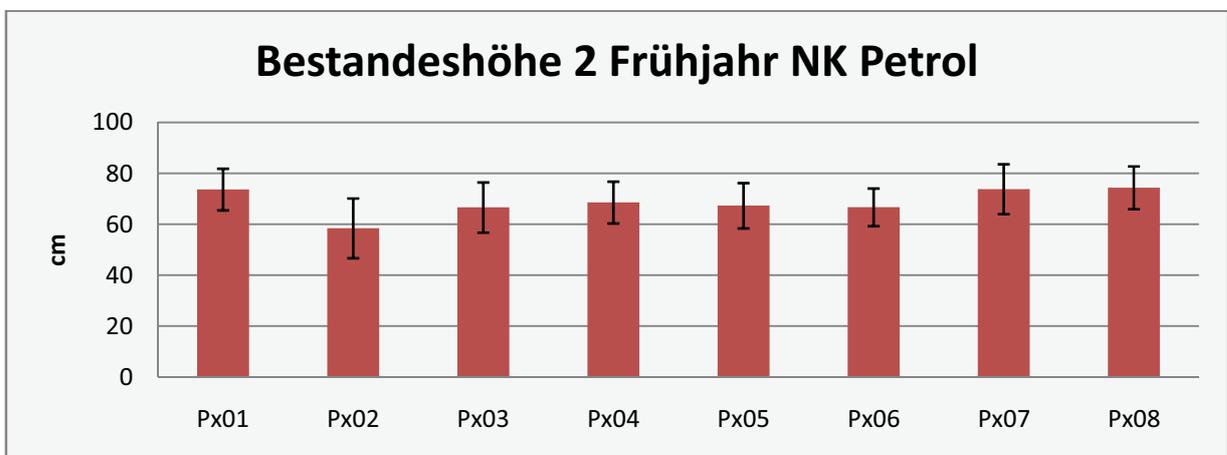


Abbildung 25: Bestandeshöhe 2 Frühjahr NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.4.1.4. Vollblüte

Die 3. Bestandeshöhenmessung erfolgt zum Termin der Vollblüte. Diese erreichte der Raps am 04.05.2008. Bei der Erhebung traten erstmalig Unterschiede in der Signifikanz zwischen den Sorten auf. In der Liniensorte NK Nemax sind die Unterschiede zwischen den Prüfgliedern signifikant, in der Hybridsorte nicht.

In Abbildung 26 ist zu erkennen, dass Prüfglied 2 und 5 am stärksten eingekürzt wurden. Die geringste Kürzung zu diesem Zeitpunkt ist in Variante 6, 7, 8 zu erkennen.

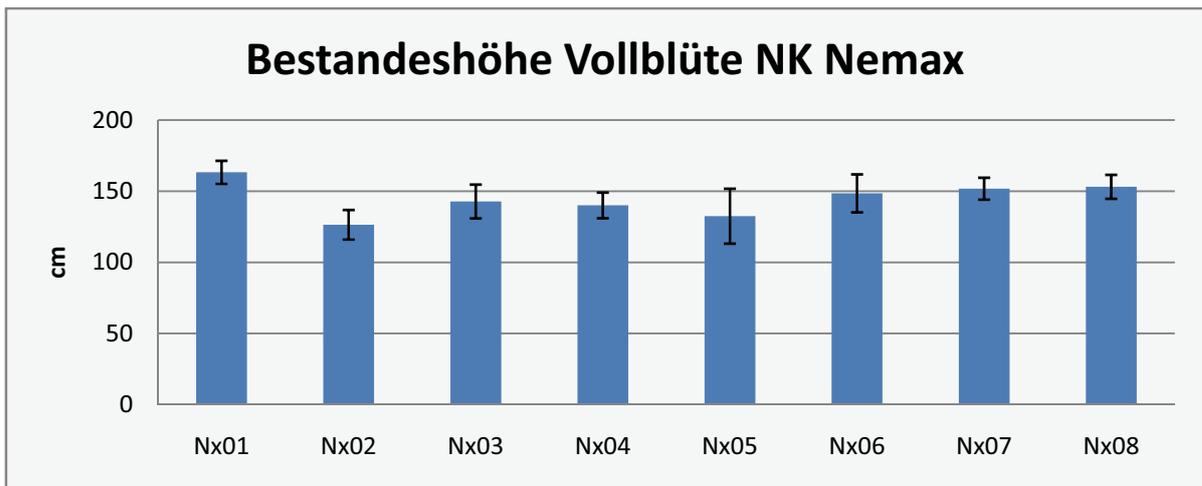


Abbildung 26: Bestandeshöhe Vollblüte NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

Wie die Abbildung 27 zeigt, fallen die Unterschiede zwischen den Varianten in der Hybridsorte nicht so stark aus. Prüfglied 2, 3, 5 und 7 sind am kürzesten und heben sich auch deutlich von der unbehandelten Kontrolle ab. Variante 6 und 8 hingegen unterscheiden sich kaum von der Kontrolle.

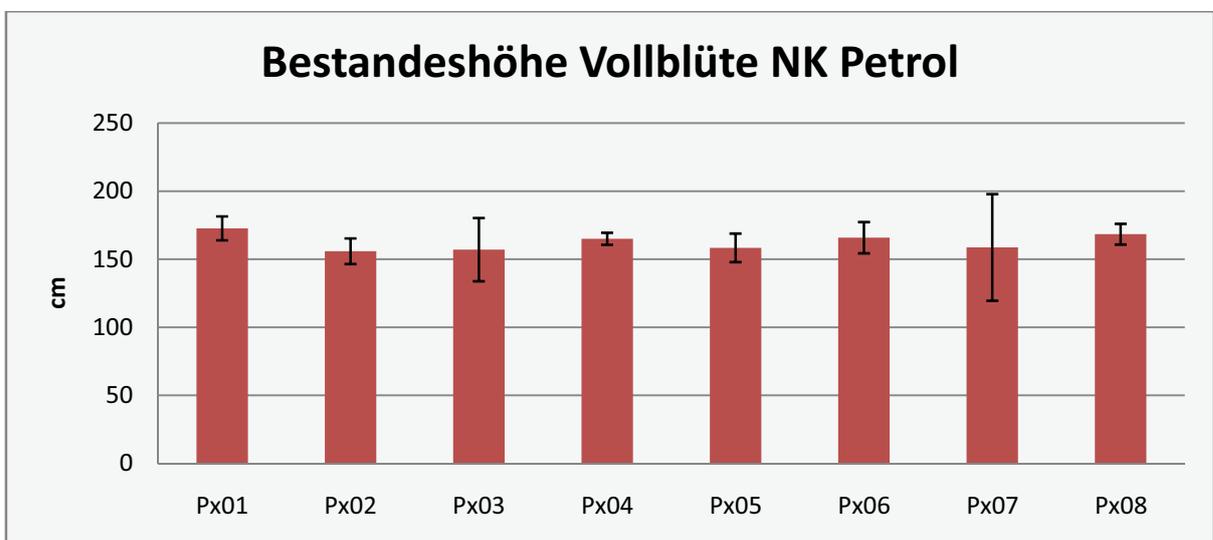


Abbildung 27: Bestandeshöhe Vollblüte NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.4.1.5. Blühende

Am 25.05.2008 wurde die Höhe des Bestandes zum letzten mal gemessen, da davon ausgegangen wird, dass es nicht zu einer weiteren Entwicklung in der Höhe kommt. Da eine Begehung zwischen den Parzellen unmöglich war, wurden nur noch 2 Höhenmessungen, am Anfang und am Ende der Parzelle durchgeführt. Dies minimiert die Sicherheit der Aussa-

ge. In Abbildung 28 und 29 sind zwar Unterschiede zwischen den Prüfvarianten in den Sorten zu erkennen, eine statistische Signifikanz kann hier nicht festgehalten werden. Bei der Liniensorte zeigte Variante 2, dicht gefolgt von der Nr. 5 die stärkste einkürzende Wirkung. Variante 6, 7 und 8 hingegen zeigten fast keine Unterschiede zu der unbehandelten Kontrolle. Bei der Hybridsorte sticht hingegen Prüfglied 2 sehr deutlich hervor. Mit einem Höhenunterschied von fast 15 cm zu der unbehandelten Kontrolle ist zwar eine Wirkung deutlich zu sehen, jedoch durch die hohe Standardabweichung der Werte keine Signifikanz zu berechnen. Ebenfalls große Unterschiede erzielten Strategie 4 und 5. Variante 7 und 8 zeigen sich wie schon in der 1. Messung der Bestandeshöhe als wenig beeinflussend.

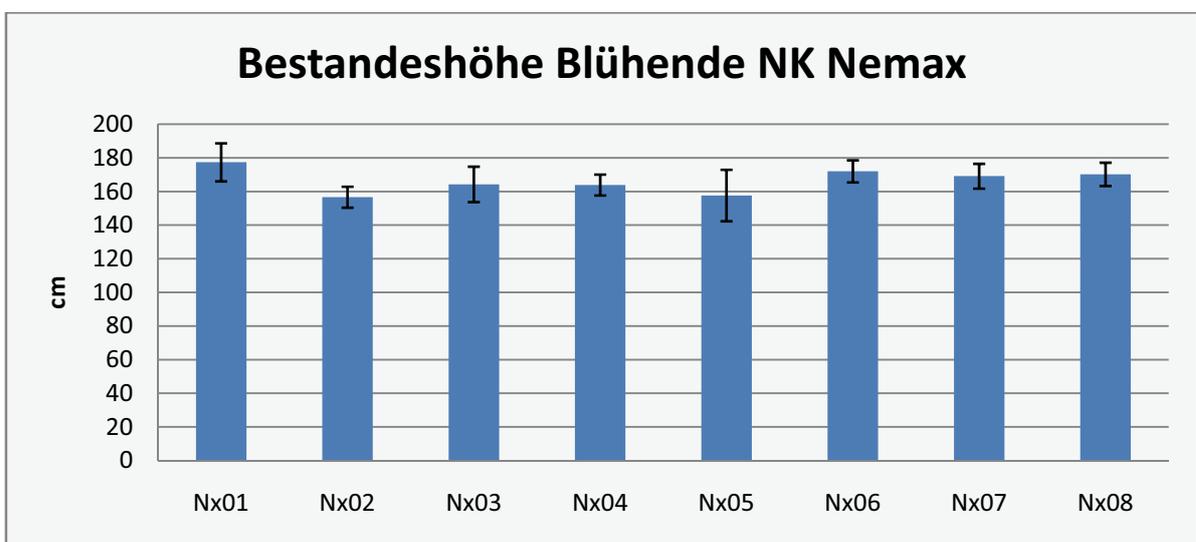


Abbildung 28: Bestandeshöhe Blühende NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

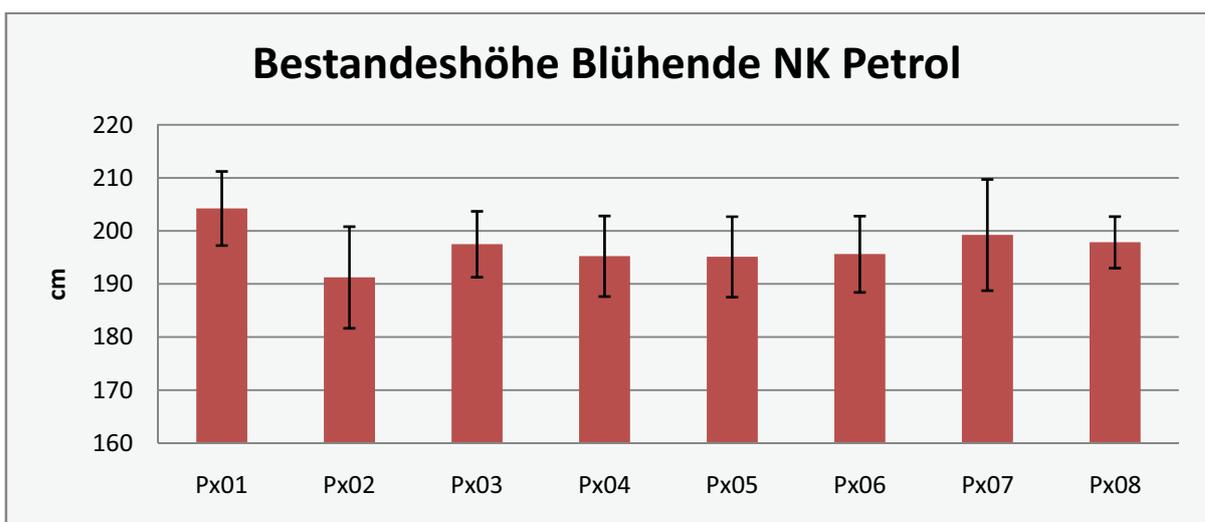


Abbildung 29: Bestandeshöhe Blühende NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.5. Fungizide Wirkung gegen den Pilz *Phoma lingam*

Die Bonitur auf die Befallssymptome des Pilzes *Phoma lingam* soll die unterschiedliche Wirkung der Produkte auf diesen zeigen. Es erfolgte eine Blattbonitur im Herbst, 2 weitere im Frühjahr und eine Abschlussbonitur des Wurzelhalses. Bei der Blattbonitur wurde der prozentuale Anteil der befallenen Blattfläche an 25 Pflanzen der Parzelle festgehalten. So kann nicht nur die Befallsstärke, sondern auch die Befallshäufigkeit festgehalten werden. Die Bonitur auf *Phoma lingam* am Wurzelhals erfolgte nach der Ernte. In diesem Fall wurde eine Einstufung von 1 bis 9 vorgenommen. 1 stellt dabei befallsfreie Pflanzen dar, 9 sehr stark befallenen Pflanzen, bei denen es zur vollständigen Vermorschung und tiefen Einkerbung des Wurzelhalses kam.

##### 4.5.1. *Phoma lingam* Herbst

Die Bonitur im Herbst erfolgte am 26.10.2007. Sie wurde wie in Kap. 4.5 beschrieben durchgeführt. Der Befallsdruck war zu dieser Zeit jedoch eher gering. Auf eine Angabe der Standardabweichung wird in diesem Fall verzichtet.

Die Unterschiede zwischen den Varianten sind signifikant. Dies trifft für beide Sorten zu. Innerhalb der behandelten Varianten gibt es in der Liniensorte nur geringfügige Unterschiede. Der Unterschied zur Kontrolle ist allerdings deutlich zu sehen. Die meiste Wirkung gegen *Phoma lingam* erfolgte durch die Variante 8. Einen leicht geringeren Behandlungserfolg zeigten die Varianten 4, 5 und 6 (siehe Abb. 30).

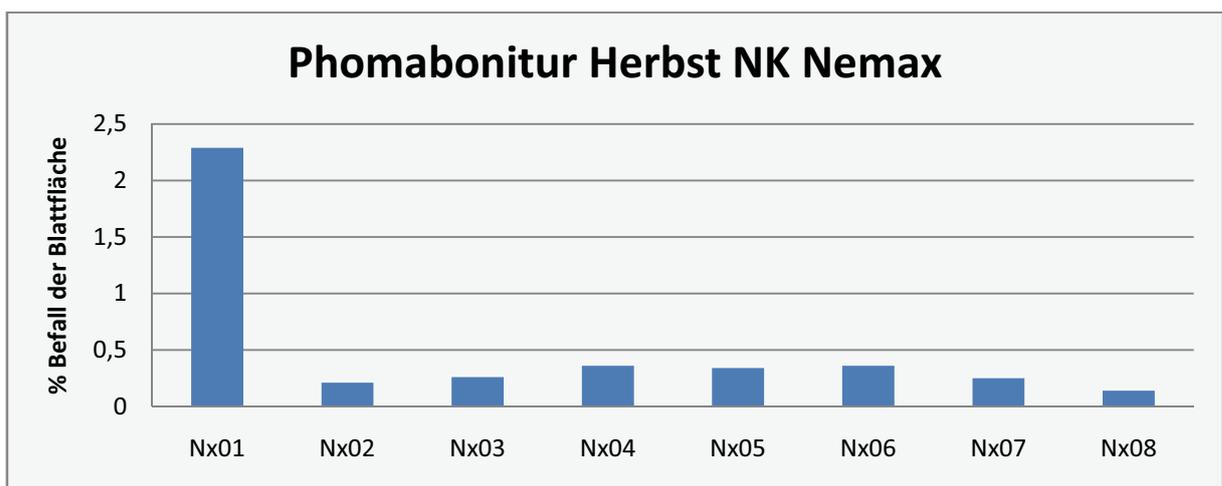


Abbildung 30: Phomabonitur Herbst NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

Ein ähnliches Bild ist in der Hybridsorte zu sehen (siehe Abb. 31). Hier hat auch die Variante 8 die größte Wirkung erzielt. Variante 5 schneidet hier jedoch besser ab als bei der Liniensorte.

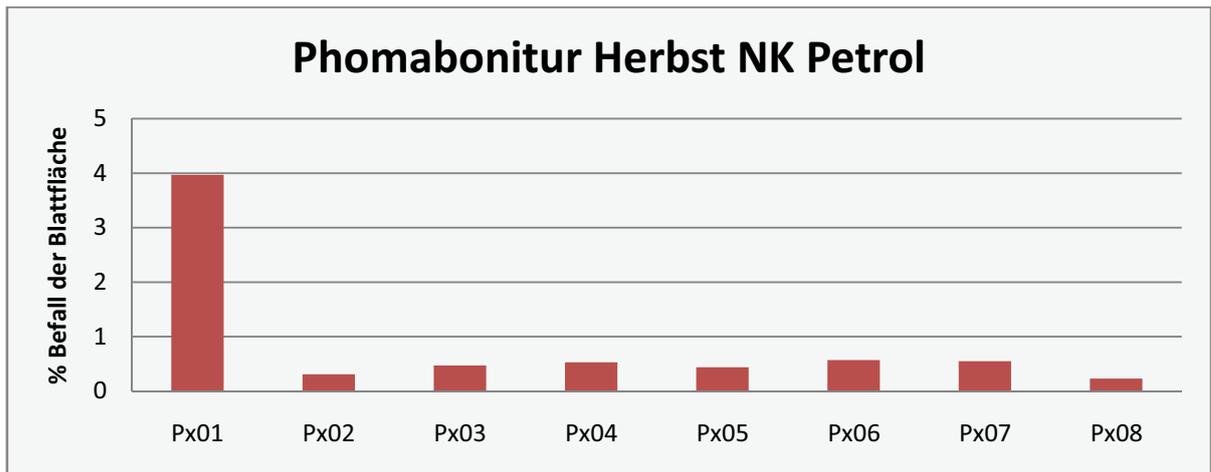


Abbildung 31: Phomabonitur Herbst NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.5.2. Phoma lingam Frühjahr 1

Bei der Bonitur auf Phoma lingam im Frühjahr, in BBCH 22 am 28.02.2008 wurden nur die Blätter bewertet, welche über Winter nicht abgefroren waren. Es kann also davon ausgegangen werden, dass es sich um neuen Befall handelt. Es gibt erneut signifikante Unterschiede in der Linien- und Hybridsorte.

Wie in Abbildung 32 zu sehen ist, ist der geringste Befall mit Phoma lingam in der Variante 5 festzustellen. Variante 6 und 8 schneiden im Gegensatz zum Herbst schlechter ab.

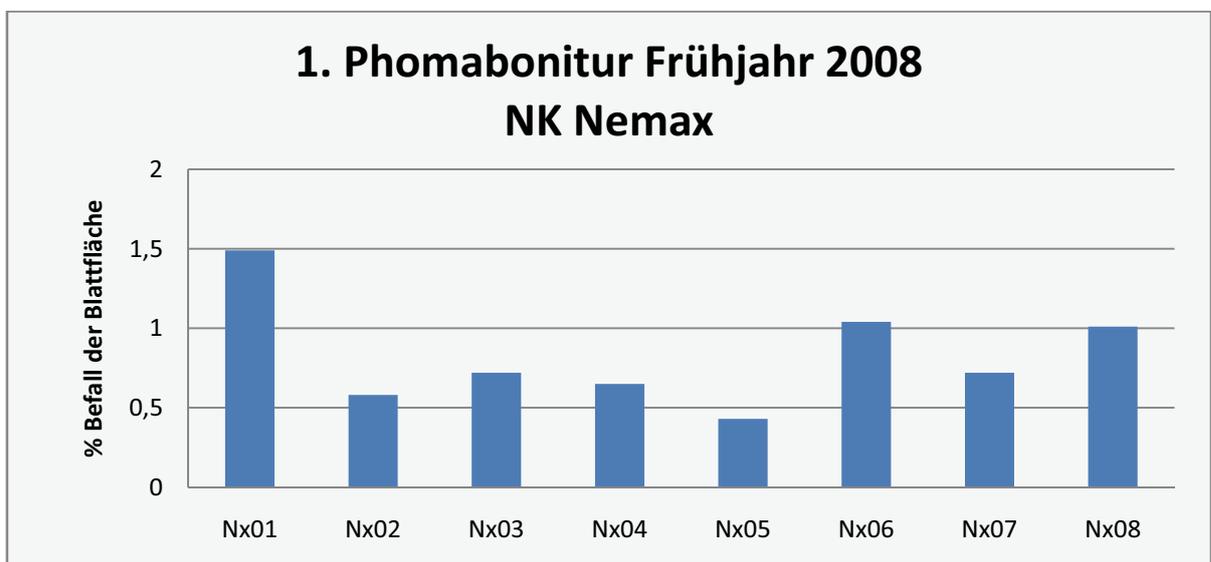


Abbildung 32: Phomabonitur 1 Frühjahr NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

Auch in der Hybridsorte hat der Unterschied zwischen Kontrolle und Varianten abgenommen (siehe Abb. 33). Hier bleibt jedoch die Variante 8 mit den geringsten Befallswerten. Prüfglied 5 und 7 schneiden mit dem höchsten Befall ab.

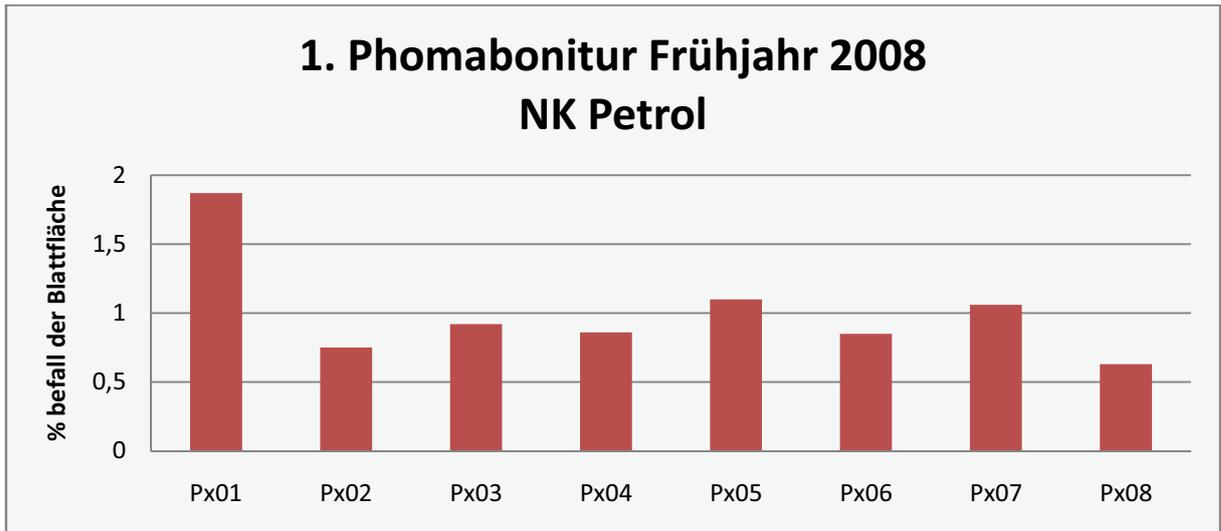


Abbildung 33: Phomabonitur 1 Frühjahr NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.5.3. Phoma lingam Frühjahr 2

Die 2. Prüfung auf Phoma lingam erfolgte im BBCH Stadium 55 am 17. 04. 2008.

Im Gegensatz zu den vorherigen Bonituren kann diesmal keine Signifikanz in der Liniensorte berechnet werden. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten fallen zu gering aus. Laut Abbildung 34 ist der geringste Befall bei Prüfglied 5 zu beobachten. Die Variante 6,7 und 8 befinden sich auf einem Niveau. Den höchsten Befall neben der Kontrolle hat Variante 3, dicht gefolgt von Prüfglied 2.

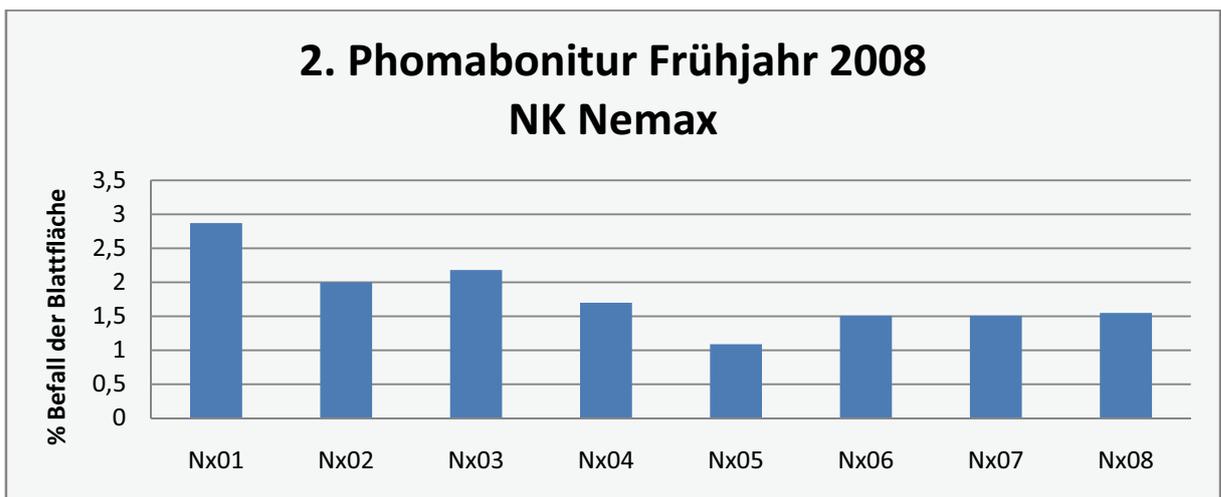


Abbildung 34: Phomabonitur 2 Frühjahr NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

Die Varianten in der Hybridsorte wiesen hingegen signifikante Unterschiede auf. Prüfglied 4 und 7 zeigen hierbei den geringsten Befall. Wie schon bei der Liniensorte scheint auch hier die Variante 8 die starke Wirkung aus dem Herbst und Frühjahr verloren zu haben. Sie schneidet hier mit den höchsten Befallswerten neben der Kontrolle ab (siehe Abb. 35).

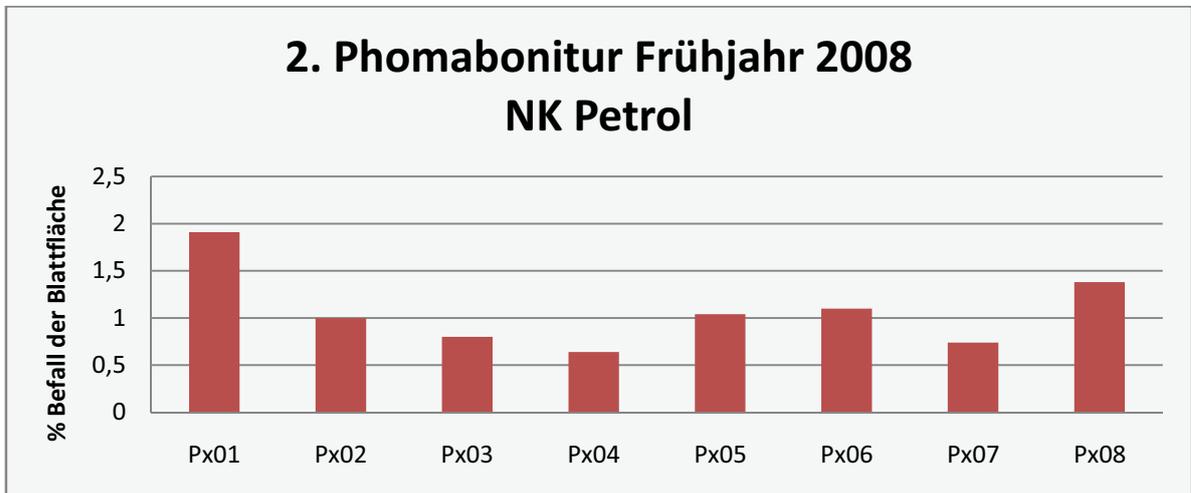


Abbildung 35: Phomabonitur 2 Frühjahr NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

#### 4.5.4. Phoma Ernte

Die Phoma lingam Bonitur nach der Ernte erfolgte im Gegensatz zu den Vorherigen nicht nach prozentualem Befall der Blattfläche, sondern nach Klassifizierung des Befalls am Wurzelhals in die Boniturnoten 1 – 9. Es wurden je Parzelle 20 Pflanzen nach der Ernte am 28.07.2008 bonitiert. Die Anzahl der Pflanzen einer Klasse multipliziert mit der Klasse selber und dividiert durch die Anzahl der bonitierten Pflanzen ergibt die Boniturnote für das Prüfglied. Note 1 steht für keinen Befall und Note 9 wurde bonitiert, wenn der Wurzelhals komplett vermorscht bzw. eingerissen war. Es gibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Prüfgliedern in beiden Sorten.

In Abbildung 36 ist zu erkennen, dass bei der Liniensorte der Befall am stärksten in der unbehandelten Variante 1 aufgetreten ist. Den geringsten Befall zeigte Prüfglied 5. Variante 2,3 und 6 schlossen von den behandelten Varianten mit den stärksten Befallssymptomen ab.

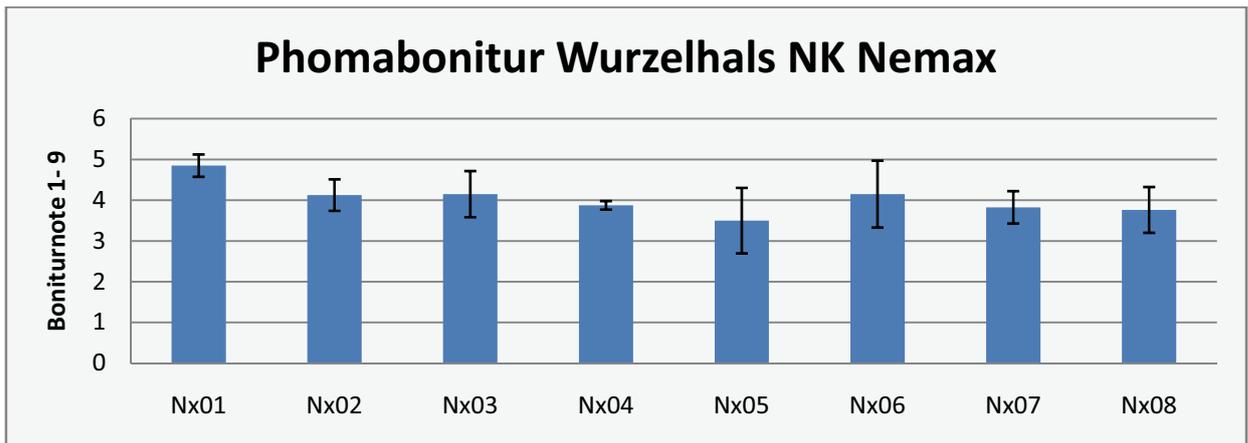


Abbildung 36: Phomabonitur Ernte NK Nemax  
(Quelle: eigene Erhebung)

Bei der Auswertung der Hybridsorte zeigt Abbildung 37, dass weniger Unterschiede zwischen den Prüfgliedern erzielt wurden als in der Liniensorte. Sehr auffällig ist, dass die Kontrollvariante 1 zu den am wenigstens betroffenen Varianten gehört. Sehr stark befallen ist hingegen Variante 6.

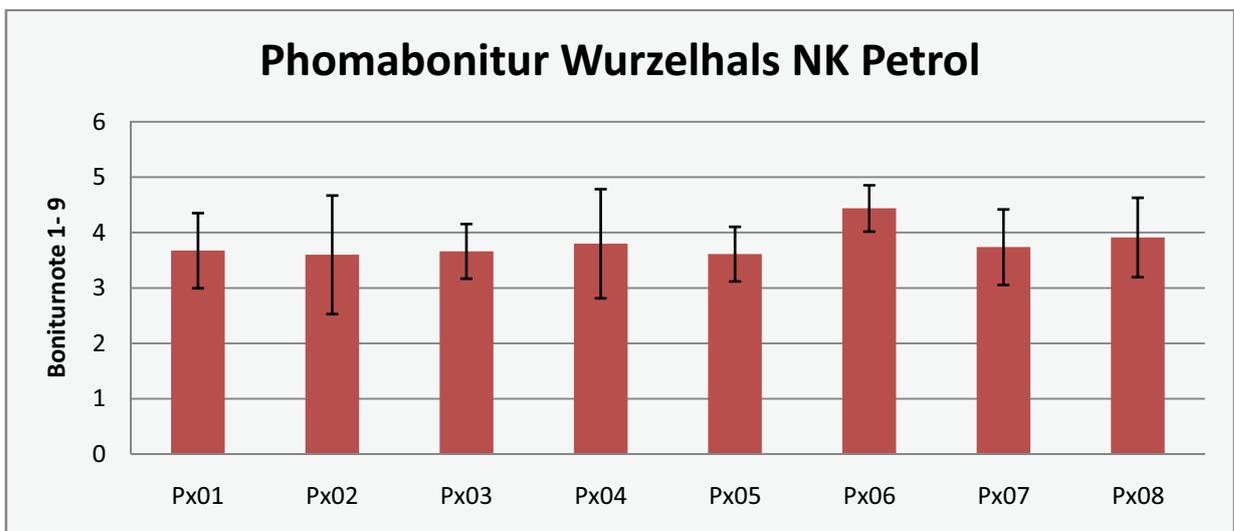


Abbildung 37: Phomabonitur Ernte NK Petrol  
(Quelle: eigene Erhebung)

## 4.6. Ertrag und Ölgehalt

Das oberste Kriterium für den Landwirt ist der Ertrag und der Ölgehalt, da diese das Einkommen sichern. Der Ertrag wurde während der Ernte vom Parzellenmähdrescher erfasst und nach Ermittlung der Feuchte auf den Ertrag pro Hektar hochgerechnet. Der Ölgehalt wurde aus einer Probe, welche während der Ernte gezogen wurde, im Labor der Firma Syngenta Seeds bestimmt. Die Ernte erfolgte am 28.07.2008.

### 4.6.1. Ölgehalt

Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten gibt es nur in der Liniensorte.

Die höchsten Ölgehalte wurden widererwarten in der Kontrollvariante gemessen. Ebenfalls hohe Gehalte konnten in den Prüfgliedern 7 und 8 festgehalten werden. Den geringsten Ölgehalt hatten die Varianten 2, 5 und 6 (siehe Abb. 38).

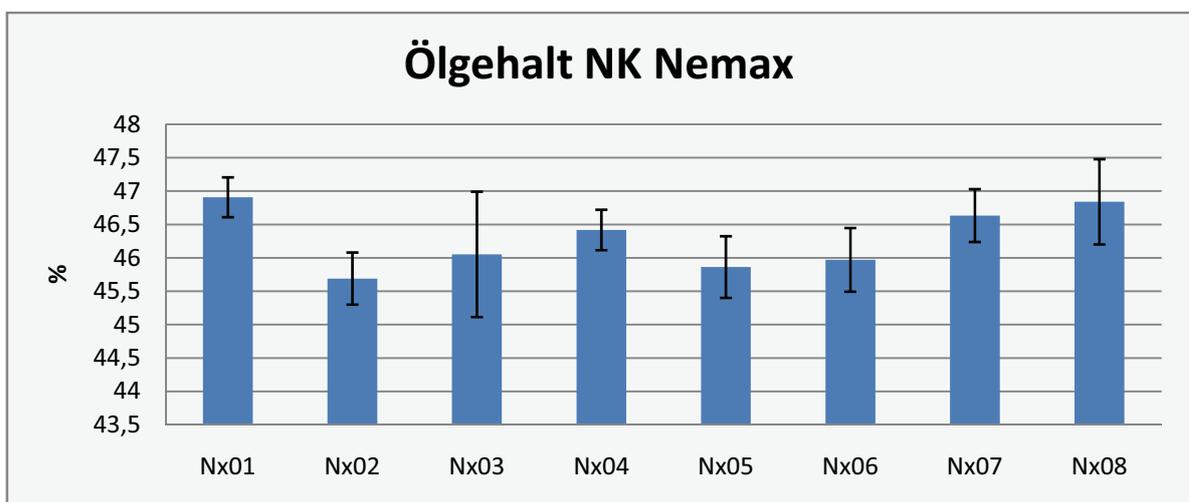


Abbildung 38: Ölgehalt NK Nemax  
(Quelle: Datenerfassung Syngenta Seeds 2008, eigene Auswertung)

In der Hybridsorte ist es ähnlich. Wie Abbildung 39 zeigt, wird auch hier der höchste Ölgehalt in Variante 1 ermittelt. In diesem Fall ist Prüfglied 8 jedoch gleich auf. Mit dem geringsten Ölgehalt schneiden Variante 3 und 6 ab.

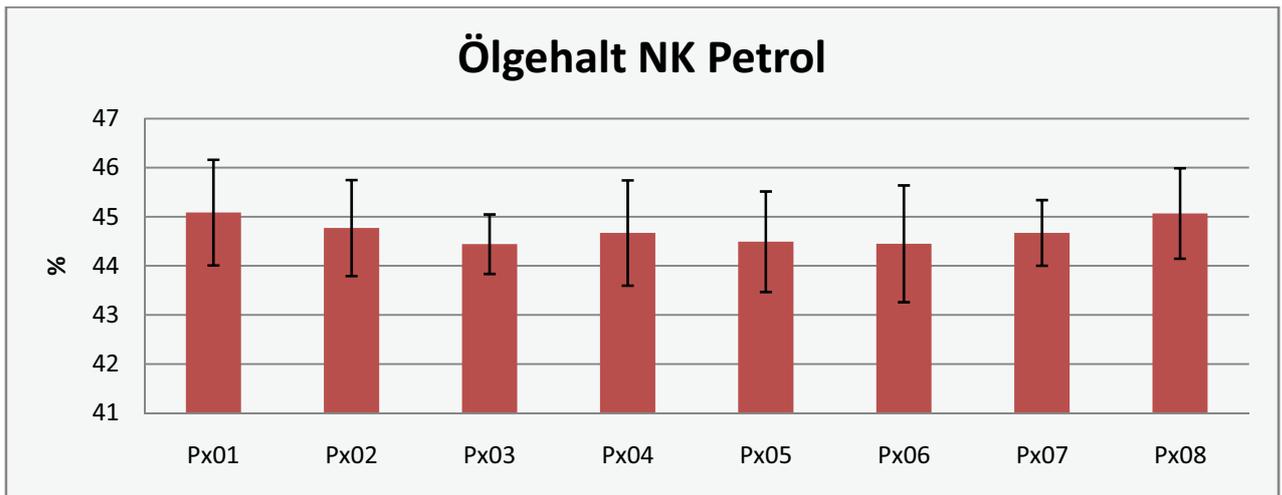


Abbildung 39: Ölgehalt NK Petrol  
(Quelle: Datenerfassung Syngenta Seeds 2008, eigene Auswertung)

#### 4.6.2. Ertrag

Auch beim Ertrag gibt es signifikante Unterschiede nur in der Liniensorte. Es spiegelt sich leicht das Ergebnis der Ölgehaltsbestimmung wieder (siehe Abbildung 40). Den höchsten Ertrag bei 9 % Feuchte erbrachte die Kontrolle. Dicht dahinter lagen die Varianten 7 und 8. Die restlichen Prüfglieder hingegen sind mit fast 1 t/ha weit abgeschlagen.

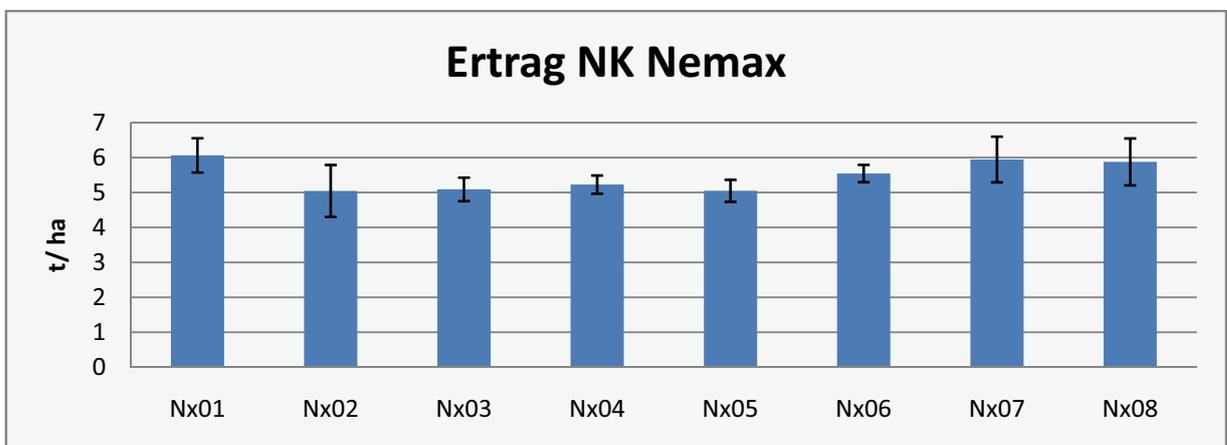


Abbildung 40: Ertrag NK Nemax  
(Quelle: Datenerfassung Syngenta Seeds 2008, eigene Auswertung)

In Abbildung 41 kann man erkennen, dass die Unterschiede in der Hybridsorte nicht ausreichen um signifikant zu sein. Alle Erträge liegen sehr dicht beieinander. Ertragsschwächen zeigen sich nur in den Varianten 2, 3, 4 und 5.

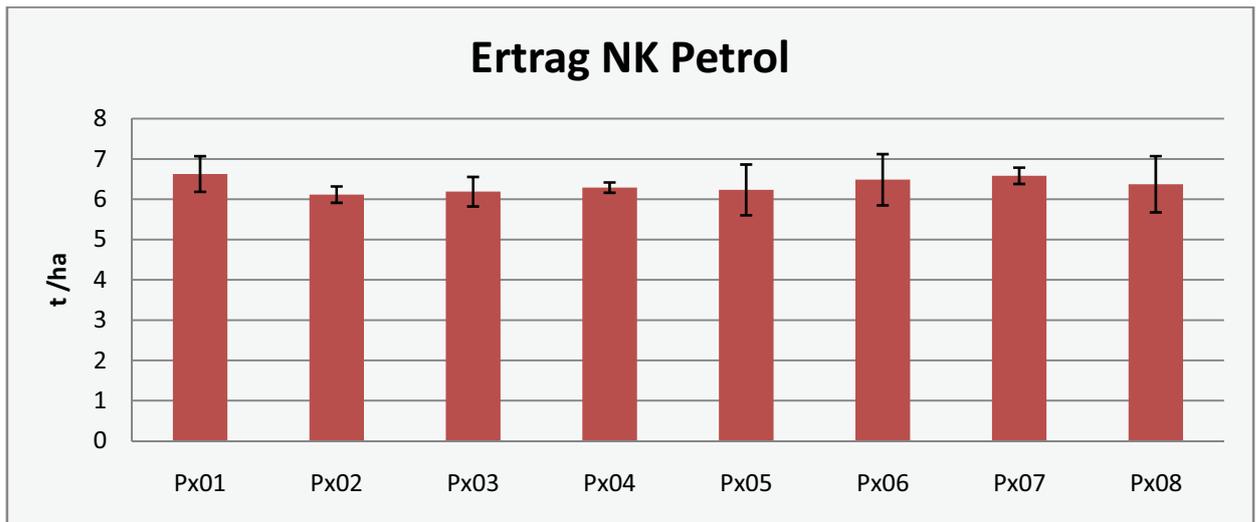


Abbildung 41: Ertrag NK Petrol

(Quelle: Datenerfassung Syngenta Seeds 2008, eigene Auswertung)

## 5. Auswertung

Ziel der Auswertung soll es sein, die beste Variante, in Bezug auf die Winterfestigkeit, die Wirkung gegen *Phoma lingam*, die Standfestigkeit und den Ertrag herauszufinden und die im vorherigen Kapitel dargestellten Ergebnisse kritisch zu hinterfragen.

Um eine möglichst genaue Aussage treffen zu können, welche Strategie in welcher Sorte die größte Wirkung zeigt, ist es wichtig, hinsichtlich der verschiedenen Boniturschwerpunkte, Beeinflussung der Winterhärte, Längenwachstum/ Standfestigkeit, Wirkung gegen die Wurzelhals- und Stängelfäule, dem Ölgehalt und dem Ertrag, zu unterteilen. Da die Bewertung möglichst objektiv und mathematisch begründet sein soll, wurden für jede Bonitur, die in diese Bereiche fällt, die 2 Varianten mit der größten positiven und die 2 Varianten mit der größten negativen Wirkung mit jeweils einem Plus- bzw. Minuspunkt bewertet. Die Variante, die die meisten Pluspunkte hat, schneidet als Beste Variante des Wirkungsbereichs, bzw. als beste Variante Gesamt ab. Die genaue Aufstellung kann dem Anhang entnommen werden. Im Anschluss an die Auswertung geht es um die Diskussion dieses Ergebnisses.

### 5.1. Liniensorte

Nach Auswertung der einzelnen Ergebnisse, ist für die Liniensorte folgendes festzuhalten. Die Parameter der Winterfestigkeit, möglichst großer Wurzelhalsdurchmesser und geringe Höhe des Vegetationskegels vor Winter, werden am ehesten positiv von der Variante 5 und 7 beeinflusst. In die entgegengesetzte Richtung wirkte sich fast Strategie 6 aus. Die Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle waren jeweils sehr gering und es gab bei beiden Parametern keine Signifikanz. Die Bestandeshöhe wurde positiv von den Varianten 2 und 5 beeinflusst. Weitaus weniger Einfluss hatten die Strategien 7 und 8.

Besonders in der Wirkung auf den Pilz *Phoma lingam* hob sich die Strategie 5 hervor. Bis auf den Boniturtermin im Herbst, wurde hier immer der geringste Befall mit diesem Pilz festgestellt. In den jedoch für die meisten Landwirte wichtigsten Parametern, dem Ölgehalt und dem Ertrag fallen diese Strategien, 2 und 5, welche jeweils vorher ihrer positiven Einfluss darstellten, sehr negativ aus. Mit signifikantem Unterschied konnten hier die unbehandelte Kontrolle und die Variante 8 die besten Ergebnisse erzielen. Es ist in diesem Fall sehr schwer, eine deutliche Aussage für bzw. gegen eine Variante zu treffen.

### 5.2. Hybridsorte

Bei der Hybridsorte trat hinsichtlich der Winterfestigkeit keine Strategie positiv oder negativ hervor. Den größten positiven Einfluss auf die Bestandeshöhe und somit auf die Standfestigkeit hatte Variante 2. Varianten 7 und 8 hingegen konnten sich am wenigsten von der unbehandelten Kontrolle absetzen. Bei der Wirkung gegen die Wurzelhals und Stängelfäule zeigt

wie bei der Höhenregulierung Variante 2 starke Wirkung. Wiederum die Prüfglieder 7 und 8 stehen mit der geringsten Wirkung dar. Wie schon bei der Liniensorte haben jedoch alle Prüfglieder einen geringeren Ertrag und Ölgehalt als die unbehandelte Kontrolle. Variante 8 kann allerdings fast gleichziehen, wobei Prüfglied 2 zu den Varianten mit dem geringsten Ertrag zählt. Somit lässt sich ebenfalls keine überzeugende Strategie herausstellen.

### **5.3. Wirkungsunterschiede in Abhängigkeit von der Sorte**

Betrachtet man die Wirkung der verschiedenen Strategien in Abhängigkeit von der Sorte, lässt sich feststellen, dass Unterschiede vorhanden sind. Zeigt Variante 5 bei der Höhenregulierung in der Liniensorte die stärkste Wirkung, so ist es in der Hybridsorte Variante 2. Das gleiche Bild findet man auch bei der Wirkung gegen die Wurzelhals- und Stängelfäule. Sortenunterschiede hinsichtlich des Ertrags waren jedoch nicht festzustellen. Die Hybridsorte hatte zwar einen geringen Mehrertrag, welcher sicherlich auf das Ertragspotential der Sorte zurückzuführen ist, sonst traten aber die gleichen Strategien positiv bzw. negativ hervor.

Da es bei in der Liniensorte jedoch 8 von 14-mal zu signifikanten Unterschieden kam und in der Hybridsorte nur zu 5, sollte man davon ausgehen, dass eine Abhängigkeit der Wirkung von der Sorte besteht. In weiteren Untersuchungen sollte die Frage gestellt werden, ob diese Unterschiede durch den Heterosiseffekt der Hybridsorten oder nur den verschiedenen Sorteneigenschaften der im Versuch verwendeten Sorten hervorgerufen werden.

## 6. Diskussion

Nachdem in den vorhergehenden Kapiteln die Ergebnisse und die Auswertung behandelt wurden, soll es in der Diskussion darum gehen, die Aussagekraft der erlangten Werte herauszustellen. Dabei sollen als erstes Fehler verdeutlicht werden, die bei der Versuchsvorbereitung und bei der Durchführung begangen wurden. Es soll erwähnt werden, dass unter anderen klimatischen Verhältnissen nicht unbedingt dieselben Auswirkungen hätten auftreten müssen.

Die Sorten NK Nemax und NK Petrol wurden durch den Züchter ausgewählt. Sie besitzen eine gute Standfestigkeit und sind nicht besonders anfällig auf *Phoma lingam*. Um deutliche Unterschiede herauszustellen, wäre es besser gewesen Sorten mit negativen Eigenschaften in diesen Bereichen zu wählen. Ein weiterer Punkt war die identische Bestandesführung der beiden Sorten. Hybridsorten eignen sich eher bei Spätsaaten, wurden jedoch gleichzeitig mit der Liniensorte gedreht. Auch die Düngung muss an das Ertragsniveau der Sorte angepasst werden, um die Ertragsunterschiede hervorzuheben. Unterschiede bei der Wirkung hinsichtlich der Sorten können stark mit den Bestandesdichten bzw. mit der Vitalität der Sorte zusammen hängen. Sollte es zu einer mehrjährigen Durchführung dieses Versuches kommen, ist es womöglich ratsam, den Versuchsaufbau entsprechend zu verändern um die Bestandesführung an die Sorte anpassen zu können.

Durch die Aussaat unter nassen Bedingungen hatte die Liniensorte lange Zeit Probleme auf ein vergleichbares Erscheinungsbild wie die Hybridsorte zu kommen. Dadurch kann es auch zu Unterschieden im Auftreten mit dem Pilz *Phoma lingam* gekommen sein. Dieser breitet sich besser in dichten Beständen mit langer Blattnässedauer aus. Diese war vor allem durch die windexponierte Lage nicht gegeben.

Die Winterhärte, welche schon kaum von den verschiedenen Varianten beeinflusst wurde, spielte in diesem milden Winter keine Rolle. Die Standfestigkeit wurde bei fast 2 m hohen Pflanzen zwar stark beansprucht, da es aber in der Kontrolle wie auch in den behandelten Prüfgliedern nicht zu Lager bzw. abgebrochenen Pflanzen kam, ist auch hier der Erfolg der Behandlung fragwürdig, bzw. lässt sich nicht darstellen. Auch wenn bei dem Befall mit *Phoma lingam* deutliche Unterschiede zu sehen waren, so muss die Frage nach dem Bedarf der Behandlung gestellt werden. Der Befall in der Saison 2007/08 war sehr gering und der Pilz trat lange Zeit nur latent auf. Wie in Kap. 2.4.1 beschrieben, beeinflusst *Phoma lingam* den Ertrag negativ. In den Versuchsergebnissen ist nun festzustellen, dass die unbehandelte Variante den größten Ertrag und höchsten Ölgehalt besitzt. Damit kommt man zu der Frage, ob der Befall mit *Phoma lingam* ausreichend war, um einen Fungizideinsatz zu rechtfertigen. Hätte man zu diesem Zwecke Sorten mit einer hohen Anfälligkeit auf diesen Pilz genutzt, wäre es womöglich zu deutlicheren Erscheinungsbildern gekommen. Weitere Versuchsver-

fälschung entstanden durch das Scheitern der Parzellen zu einem Zeitpunkt, welcher zu spät gewählt war. So platzten Schoten einzelner Parzellen auf und die Körner fehlten im Ertrag. Unterschiede zwischen den Parzellen entstanden durch die differenzierte Abreife. Auch der Standort bzw. das Klima, welches diese Saison vorherrschte, war für die Versuchsfrage hinsichtlich der Trockenstandorte nicht ideal. Zwar gab es Bodenverdichtungen welche das Wurzelwachstum behinderten und für erhöhten Trockenstress hätten sorgen können, jedoch spielte Trockenheit bzw. der dadurch verursachte Stress keine Rolle.

In Bezug auf den Artikel von Frau Dr.- Simone Koch in den DLG Mitteilungen 8/2008 soll die Sinnhaftigkeit der Fungizidmaßnahmen auch für diesen Versuch in Frage gestellt werden. Das Problem einer jeden Fungizidmaßnahme ist die Abschätzung der Notwendigkeit im Vorfeld. Meist lässt sich erst nach der Ernte ein Erfolg bzw. Misserfolg beurteilen. Eine geringfügige Beurteilungsmöglichkeit gibt ein Spritzfenster. Schon in dem Artikel wird gesagt, dass nur 23 % der Fungizidmaßnahmen mit 3 Applikationsterminen sinnvoll sind. Hingegen sind 52 % der Blütenbehandlungen wirtschaftlich. Meist führen sie jedoch nicht zu höheren Erlösen, sondern können nur die produzierten Mehrkosten decken. Je höher jedoch die Preise für den Raps, desto wirtschaftlicher ist eine Fungizidbehandlung, vorausgesetzt, dass die Kosten für die Produkte und Ausbringung konstant sind. Gleiches, bzw. ein noch extremeres Bild ergibt sich im Fall der durchgeführten Versuche. Ohne auf genaue Werte einzugehen, kann gesagt werden, dass die behandelten Varianten nicht nur Mehrkosten produzierten, sondern auch noch Mindererträge im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle brachten. Es bestand also kein Bedarf für eine Behandlung und betriebswirtschaftlich keinen Sinn! Geht man nun davon aus, dass die gleichen Ergebnisse auf den Flächen des Betriebes erzielt worden wären, so hätte hier sehr großes Einsparpotential bestanden. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass bei unerwartet hohem Befallsdruck starke Ausfälle hätten eintreten können. Es ist in jedem Fall sinnvoll Prognoseprogramme, wie ScleroPro oder Prop-lant zu nutzen, um ein Risiko abschätzen zu können. Diese können zwar keine 100 prozentigen Aussagen treffen, können aber einen Trend zeigen. Das wichtigste Mittel um seine Erlöse langfristig zu optimieren und nicht kurzfristig zu maximieren, ist die Gestaltung einer gesunden Fruchtfolge, die Unterbrechung Grüner Bücken für Krankheiten, die richtige Sortenwahl, die damit verbundene Saat und die bestmögliche Bestandesführung. Werden die Grundsätze der guten fachlichen Praxis eingehalten, kann nicht nur die Belastung für die Umwelt gesenkt werden, sondern auch der Erlös der Betriebe gesteigert.

## 7. Zusammenfassung

Winterraps ist in Deutschland neben Winterweizen eine der wichtigsten Kulturen des Ackerbaus. Durch die züchterische Arbeit an der noch sehr jungen Kultur, zur Anpassung an die klimatischen Bedingungen, welche mit milden Wintern, milden Sommern und hohen Niederschlagsmengen nicht immer erfüllt werden können, werden die Anforderungen der Landwirte an den Ertrag mittlerweile auch auf Grenzstandorten erfüllt. Durch die verbesserte Verarbeitung und die Erschließung neuer Verwendungsbereiche, besonders im Non-Food-Sektor, stieg die Nachfrage stark an, was auch die Preise nach oben trieb. Dank der gestiegenen Preise und der guten Zuchtfortschritte hinsichtlich der Ertragssteigerung und Ertragsstabilität wurde Winterraps zu einer der wirtschaftlichsten Kulturen im Ackerbau. Das führte wiederum zur Ausdehnung der Anbaufläche. Auch der Anbau auf Grenzstandorten ist keine Seltenheit mehr. Raps stellt in der Fruchtfolge eine Kultur mit geringen Ansprüchen dar, und schafft den Folgekulturen gute Voraussetzung, welche immer auch anzurechnen sind. Die Ausdehnung der Anbaukonzentration führt aber auch zu einigen Problemen. Dazu gehört vor allem die Ausbreitung von Rapschädlingen und Rapskrankheiten, wie Phoma lingam, Weißstängeligkeit und Verticillium. Um weiterhin hohe und vor allem stabile Erträge zu erzielen, gewinnt die intensive Bestandesführung immer mehr an Bedeutung. Die Bodenbearbeitung, Sortenwahl, Aussaatparameter, Düngung und ganz besonders der Pflanzenschutz spielen eine große Rolle. Die wichtigsten Bereiche im Pflanzenschutzsektor nehmen die Herbizide, die Fungizide mit wachstumsregulierenden Eigenschaften und die Insektizide ein. In allen Bereichen spielt nicht nur der Wirkstoff bzw. das Mittel selber eine Rolle, sondern auch die richtige Strategie. In intensiv geführten Rapsbeständen kommt es zu 3 Hauptapplikationen. Die erste erfolgt im Herbst. Sie dient zur Wachstumsregulierung und zur Bekämpfung von Phoma lingam, ebenso wie die zweite Behandlung im Frühjahr. Die Blütenbehandlung hat meistens den Hintergrund der Weißstängeligkeitsbekämpfung. Bei besonders hohem Befallsdruck der Pilzkrankheiten und sehr starker Lagergefahr, können die Anwendungen gesplittet werden. Besonders bei Höchstmengen ist dies zu empfehlen, um die Pflanze nicht zu schwächen. Die wachstumsregulierende Wirkung, der auf dem Markt verfügbaren Produkte, dient bei der Herbstbehandlung dem Schutz der Pflanze vor Frostschäden. Dazu sollen die Pflanzen soweit eingekürzt werden, dass sich der Vegetationskegel nicht vom Boden abhebt. Der Wurzelhals soll gestärkt werden, um Frostabriss zu vermeiden und die Vitalisierung der Pflanze soll erfolgen, um mit möglichst viel grüner Blattmasse in die nächste Vegetationsperiode zu starten. Die fungizide Wirkung dient vor allem der Wirkung gegen den Pilz Phoma lingam, der unter Umständen den Wurzelhals schon vor dem Winter infizieren kann. Die Frühjahrsbehandlung richtet sich ebenfalls gegen die Wurzelhals- und Stängelfäule. Nebenwirkungen

gegen andere Pilze wie den Grauschimmel sind dabei erwünscht. Die einkürzende Wirkung im Frühjahr hingegen dient der Verbesserung der Standfestigkeit.

Auch die Synchronisation, also die Vereinheitlichung der Blüte und somit auch der Abreife der Bestände kann als Ziel angesehen werden, um den Drusch zu verbessern. Die letzte Behandlung der Bestände in der Vollblüte dient der Bekämpfung der Weißstängeligkeit. Zusammenfassend ist zu sagen, dass alle Maßnahmen der Gesunderhaltung der Pflanze dienen, um einerseits die Nährstoffzufuhr über eine gesunde Wurzel und einen gesunden Stiel zu gewährleisten und andererseits diese Nährstoffe mit Hilfe der größten möglichen gesunden Photosynthesefläche in Ertrag umzuwandeln. Die Maßnahmen dienen nicht zur Ertragssteigerung sondern der Ausschöpfung des Ertragspotentials. Die Firma Syngenta Seeds möchte mit dem Produkt Toprex®, welches Anfang 2009 zugelassen wird, in den bestehenden Markt vordringen. Um eine gute Grundlage für das Marketing und bei der Beratung von Landwirten mit diesem Produkt zu haben, sollte in verschiedenen Versuchen die optimale Strategie für den Einsatz des Produktes auf Trockenstandorten erforscht werden. Weiterhin wurden verschiedene Erfolge in Abhängigkeit von der Rapsorte vermutet, weshalb der Versuch in 2 Sorten am selben Standort angelegt wurde. Der Standort, welcher als mit leichtem Boden, geringen Niederschlägen und sehr Windexponierter Lage zu den Grenzstandorten gehört, eignet sich mit seiner intensiven Rapsfruchtfolge- Winterraps, Winterweizen, Wintergerste, besonders für den Versuch. Die erprobten 7 Varianten decken alle in der Praxis üblichen Strategien ab. Mit den Sorten NK Nemax und NK Petrol wurden die Mittel in einer Linien- und einer Hybridsorte getestet. Die Bestandesführung erfolgte bis auf die fungiziden und wachstumshemmenden Maßnahmen betriebsüblich. Die restlichen Maßnahmen wurden von einem Unternehmen im Feldversuchswesen durchgeführt. Die durchgeführten Bonituren dienten der Erforschung der Wirkung der Strategien zur Verbesserung der Winterfestigkeit, der Standfestigkeit, der Bekämpfung der Wurzelhals- und Stängelfäule. Ebenso wichtig sind Auswirkungen der Strategien auf den Ölgehalt und den Ertrag. Alle erzielten Einflüsse reichen jedoch wie in der Auswertung zu sehen nicht aus, um eine Strategie signifikant hervorzuheben. Die Strategien haben nicht nur unterschiedlich stark Erfolge auf die einzelnen Wirkungsbereiche sondern auch in den verschiedenen Sorten erzielt. Es ließ sich im Endeffekt keine Strategie als klarer Sieger herausstellen. Beim Ölgehalt und dem Ertrag zeigt sich die unbehandelte Kontrolle klar vorne. Selbst wenn es ein klares Ergebnis gegeben hätte, wäre die Aussagekraft des Versuchs am Trockenstandort Melz auf Grund der vorhandenen Probleme, welche durch die misslungene Aussaat und die für diesen Standort teilweise untypischen klimatischen Bedingungen entstanden sind als sehr gering einzuschätzen. Sinnvoll wäre es, die gesammelten Daten mit den Ergebnissen der anderen Versuchsstandorte Bernburg und Dresden zu vergleichen und die Versuche mehrjährig durchzuführen, um den Landwirten die optimale Strategie bieten zu können.

## Literaturverzeichnis

- Alpmann, L.:** Phoma lingam - Welche Gefahr droht dem Rapsanbau. In: Innovation 4 (2007), Nr. 4, S. 21 – 22
- Alpmann, L.:** Standortansprüche für eine erfolgreiche Produktion. In: Raps: Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive, Landwirtschaftsverlag, Münster, 2006, S. 84 – 91
- Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Bundesrepublik Deutschland** (Hrsg.): EPPO Richtlinie PP 1/78 (3) - Rapskrankheiten an Blatt, Stängel, Wurzelhals und Schoten allgemein, Abteilung Braunschweig Stand 9/2002
- Bleiholder, H./ Bötger, H. et al.:** EPPO Richtlinie PP 1/153 (2) - Verbesserung der Standfestigkeit und Beeinflussung des Pflanzenaufbaus in Raps. Biologische Bundesanstalt für Land- Und Forstwirtschaft Bundesrepublik Deutschland, Abteilung Braunschweig, Stand 12/2000
- Bothe, C. – H.:** Fruchtfolgegestaltung mit Winterraps. In: Raps: Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive, Landwirtschaftsverlag, Münster, 2006, S. 126 – 132
- Christen, O./ Fried, W.:** Winterraps: Das Handbuch für Profis. 1. Auflage: Frankfurt/Main: DLG Verlags GmbH, 2007
- Entrup, L./ Oehmichen, J.:** Lehrbuch des Pflanzenbaues, Band 2: Kulturpflanzen, 1. Auflage, Gelsenkirchen- Buer, 2000, Verlag Th. Mann, Kap. 4
- Frahm, J.:** Wurzelhals- und Stängelfäule – Welchen Einfluss haben Infektionszeitpunkt und Bekämpfungserfolg auf den Befall? In: Innovation 2 (2008), Nr. 2, S. 16 - 18
- Glescher, H.-J.:** Versuchsbericht 2008, Landwirtschaftskammer Schleswig- Holstein, 2008, Abteilung Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Landtechnik
- Koch, S.:** Spritzen allein ist keine Lösung. DLG- Mitteilungen 08 (2008) Nr. 8, S. 44 – 50
- Kreye, H.:** Was 2007 schiefgelaufen ist. DLG- Mitteilungen 2 (2008), Nr. 2, S. 60 - 64
- Lochow Petkus/ KWS** (Hrsg.): Winterraps: Anbauplaner. Einbeck, Bergen, 2007
- o. V.:** Neues für den Raps. Neue Landwirtschaft 8 (2008), Nr. 8, S. 34 – 38
- Paul, V. H.:** Raps- Krankheiten, Schädlinge, Schadpflanzen, 3. Auflage, Gelsenkirchen, Verlag Th. Mann, 2003
- Schleich- Saidfar, C./ Gleser, H.-J./ Petersen, G.:** Gemeinsamer Versuchsbericht 2007, Ämter für ländliche Räume Husum, Kiel und Lübeck, 2007, Abteilung Pflanzenschutz, S. 127-134
- Statistisches Bundesamt** (Hrsg.): Wachstum und Ernte: Feldfrüchte: Fachserie 3 Reihe 3.2.1., Berlin, August 2008

- Syngenta Agro GmbH** (Hrsg.): Toprex®: Technische Kurzinfo für den Einsatz in Raps, Maintal, 2007
- Syngenta Agro GmbH** (Hrsg.): Raps Spezial 2007, Maintal, 2007
- Tiedemann, A. v.:** Prognose contra Praxis? DLG- Mitteilungen 3 (2008), Nr. 3, S. 54 – 59
- Utecht:** Schlagkarte 2, Feldstück 357/ 1 Schröder, Stand 7/2008
- Wenig, B.:** Bioenergie. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Stand 8/2006, Gülzow, 2006
- Bundesministerium für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit** (Hrsg.): Online Datenbank Pflanzenschutzmittel 14.02.2008. Online in Internet. URL: <https://portal.bvl.bund.de/psm/jsp/ListeMain.jsp?page=1&ts=1226994988820> (Stand 12.11.2008)
- Céline OLLIER:** Anbaufläche der Europäischen Union 2007. Statistik kurz gefasst – Landwirtschaft und Fischerei, Ausgabe: 86/ 2007. Online in Internet. URL: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-SF-07-086/DE/KS-SF-07-086-DE.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-07-086/DE/KS-SF-07-086-DE.PDF) (Stand 15.11.2008)
- Goldhofer, H./ Reisenweber, J.:** Deckungsbeitragsberechnung Raps. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. 24.11.2008. Online in Internet. URL: [http://www.lfl.bayern.de/ilb/db/14249/db\\_berechnung.php?was=h\\_raps](http://www.lfl.bayern.de/ilb/db/14249/db_berechnung.php?was=h_raps) (Stand 28.11.2008)
- Proplanta** (Hrsg.): Tabelle über Anbaufläche und Ernte Raps nach Bundesländern. 09/2008 Online in Internet. URL: [http://www.proplanta.de/agrar/proplanta\\_header.php?katalogid\\_=1224065042&lasu=&can=](http://www.proplanta.de/agrar/proplanta_header.php?katalogid_=1224065042&lasu=&can=) (Stand 14.11.2008)
- Raiffeisen AG** (Hrsg.): Pflanzenschutz Manager. 17.11.2008. Online in Internet URL: <http://www.raiffeisen.com/pflanzen/psm-manager> (Stand: 28.11.2008)
- Syngenta Seeds GmbH** (Hrsg.): Sortenprofile im Überblick. Online in Internet. URL: <http://www.nk.com/de/raps/sortenprofile-im-%C3%BCberblick> (Stand: 14.11.1008)
- Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.** (Hrsg.): Ergebnisse der UFOP Studie zum Winterrapsanbau zur Ernte 2008 13.-11.2007. Online in Internet. URL: <http://www.ufop.de/2668.php> (Stand: 15.11.2008)
- Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle** (Hrsg.): Gute Rapsernte von weniger Fläche. 15.9.2008. Online in Internet. URL: [http://www.zmp.de/presse/agrarwoche/marktgrafik/2008\\_09\\_15\\_zmpmarktgrafik\\_338\\_Raps-Anbau-Ernte-D2008.asp](http://www.zmp.de/presse/agrarwoche/marktgrafik/2008_09_15_zmpmarktgrafik_338_Raps-Anbau-Ernte-D2008.asp) (Stand 20.11.2008)
- Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle** (Hrsg.): Anbau und Ernte von Raps in Deutschland. 27.10.2007. Online in Internet. URL: [http://www.zmp.de/presse/agrarwoche/marktgrafik/archiv/grafik\\_2007\\_43b.asp](http://www.zmp.de/presse/agrarwoche/marktgrafik/archiv/grafik_2007_43b.asp) (Stand 20.11.2008)

**Gesetzesblätter:**

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der Guten fachlichen Praxis beim Düngen. Stand: 27.02.2007. In: Bundesgesetzblatt 1, Seite 221ff.

### **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit versichre ich, dass ich die vorliegende Bachelor – Arbeit selbständig angefertigt habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Datum, Ort

Christian Hinz

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

## Anhang

### Datenerhebungsplan Fungizidversuch Toprex® 2007/2008 Standort Melz

Datum	BBCH	Datenerhebung	Maße	Beschreibung
21.09.2007	13-15	Bestandesdichte	Pfl./m <sup>2</sup> %	Zählrahmen 1 m <sup>2</sup> 2 Stellen je Parzelle, Auswertung
12.10.2007	17-18	Bodenbedeckung		Cover
26.10.2007	19	Bestandesdichte	Pfl./m <sup>2</sup> Blätter/Pfl.	Zählung in der Reihe alle Blätter bis ca. 5 mm
		Blattzahl je Pflanze	mm	10 Pflanzen pro Parzelle
		Messung der Wurzelhalsdicke	mm	10 Pflanzen pro Parzelle
		Messung der Höhe des Vegetationskegels	mm	10 Pflanzen pro Parzelle
		Phomabefall Blätter	BH/BS	25 Pflanzen pro Parzelle
		Bestandeshöhe	cm	4 Stellen pro Parzelle
28.02.2008	Ca. 22	Phomabefall	BH/BS	25 Pflanzen pro Parzelle
		Bodendeckung	%	2 Stellen je Parzelle, Auswertung
		Messung der Wurzellänge	cm	15 Pflanzen pro Parzelle
		Messung der Wurzelhalsdicke	cm	15 Pflanzen pro Parzelle
		Termin Schoßbeginn	Datum	Nur in Kontrolle; wenn Stängel ca. 5 cm hoch;
07.03.2008	30			
	35	1. Frühjahrsindikation		
29.03.2008	39	Pflanzenlänge	cm	
Anfang April	55	2. Frühjahrsindikation		
17.04.2009	55	Pflanzenlänge	cm	
		Befall	BH/BS	Blatt und Stängelbefall 25 Pfl. Pro Parzelle
	55	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phoma</li> <li>• Grauschimmel</li> </ul>		
		Termin Blühbeginn	Datum	wenn 50 % d. Blüten offen in Kontrolle
29.04.2008	60			Erfassung des BBCH Stadiums in Spritzvarianten
06.05.2008	63-65	Termine Weiterentwicklung (1 Woche nach Termin Blühbeginn)	BBCH	Alle Varianten als BBCH-Stadium
16.05.2008	66-67	Termine Weiterentwicklung (2 Wochen nach Termin Blühbeginn)	BBCH	Alle Varianten als BBCH-Stadium
04.05.2008	65	Pflanzenlänge (Vollblüte)	cm	
		Termin Blühende	Datum	wenn 50 % d. Pflanzen nicht mehr blühen in der Kontrolle;
25.05.2008	69			Erfassung des BBCH Stadiums in Spritzvarianten
		Pflanzenlänge	cm	
		Anteil Nachblüher (Blühende)	%	
		Lager (Gelbreife)	%	Bonitur der Lagerfläche + Lagerwinkel (nach EPPO-Richtlinie)
01.07.2008	80			
25.07.2008	89	Termin Vollreife	Datum	Kontrolle und Variante 2

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

28.07.2008	89	Termin Ernte		
		Stängeldurchmesser, basal	cm	Messung an den Stoppeln ca. 10 cm über Boden
		(nach der Ernte)		20 Stängel pro Parzelle
		Phomabefall	BH	Stängelbonitur
		(nach der Ernte)		<i>(Boniturschema folgt)</i>
		Kornertrag (Parzellenfrischgewicht)	kg	
		Kornfeuchte	%	
		Kornertrag	dt/ha	bei 91 % TM
		Ölgehalt	% TM	
		TKG	g	

(Quelle: Syngenta Agro, eigene Vervollständigung)

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse Bestandesdichte Herbst  
26.10.2007, BBCH 18

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	16	552	34,5	185,333333
Nx02	16	504	31,5	191,733333
Nx03	16	500	31,25	401,533333
Nx04	16	484	30,25	72,4666667
Nx05	16	508	31,75	220,733333
Nx06	16	484	30,25	206,866667
Nx07	16	464	29	171,733333
Nx08	16	460	28,75	105

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	16	640	40	108,8
Px02	16	612	38,25	155,666667
Px03	16	596	37,25	272,466667
Px04	16	676	42,25	264,466667
Px05	16	568	35,5	134,133333
Px06	16	592	37	195,2
Px07	16	632	39,5	321,866667
Px08	16	628	39,25	158,333333

Ergebnisse Wurzelhalsdicke Herbst  
26.10.2007, BBCH 18

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	40	389	9,725	4,76858974
Nx02	40	370	9,25	4,80769231
Nx03	40	394	9,85	5,87435897
Nx04	40	405	10,125	5,39423077
Nx05	40	404	10,1	10,3487179
Nx06	40	371	9,275	5,28141026
Nx07	40	384	9,6	7,37435897
Nx08	40	369	9,225	8,48653846

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	40	418	10,45	6,40769231
Px02	40	386	9,65	4,23333333
Px03	40	395	9,875	4,7275641
Px04	40	401	10,025	3,97371795
Px05	40	388	9,7	4,98461538
Px06	40	396	9,9	4,24615385
Px07	40	426	10,65	4,43846154
Px08	40	407	10,175	4,86602564

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse Höhe Vegetationskegel 2007  
26.10.2007, BBCH 18

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	40	413	10,325	8,94294872
Nx02	40	393	9,825	5,58397436
Nx03	40	391	9,775	4,89679487
Nx04	40	410	10,25	3,62820513
Nx05	40	381	9,525	5,69166667
Nx06	40	396	9,9	4,5025641
Nx07	40	369	9,225	5,10192308
Nx08	40	373	9,325	5,66089744

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	40	518	12,95	11,6897436
Px02	40	455	11,375	4,70192308
Px03	40	487	12,175	7,78910256
Px04	40	491	12,275	8,35833333
Px05	40	468	11,7	6,47179487
Px06	40	493	12,325	8,99423077
Px07	40	515	12,875	6,88141026
Px08	40	511	12,775	8,89679487

Ergebnisse Bestandeshöhe Herbst 2007  
26.10.2007, BBCH 18

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	16	269	16,8125	13,7625
Nx02	16	198	12,375	14,5166667
Nx03	16	228	14,25	13,2666667
Nx04	16	224	14	9,33333333
Nx05	16	234	14,625	10,3833333
Nx06	16	202	12,625	12,3833333
Nx07	16	200	12,5	9,6
Nx08	16	222	13,875	12,1166667

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	16	376	23,5	26,9333333
Px02	16	316	19,75	12,8666667
Px03	16	327	20,4375	20,6625
Px04	16	319	19,9375	9,2625
Px05	16	309	19,3125	14,7625
Px06	16	280	17,5	20,2666667
Px07	16	324	20,25	16,6
Px08	16	319	19,9375	8,8625

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toplex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse Bestandeshöhe 1 Frühjahr  
29.03.2008, BBCH 39

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	16	416	26	24,5333333
Nx02	16	371	23,1875	16,1625
Nx03	16	382	23,875	11,1833333
Nx04	16	367	22,9375	23,7958333
Nx05	16	355	22,1875	8,69583333
Nx06	16	399	24,9375	15,9291667
Nx07	16	381	23,8125	17,8958333
Nx08	16	394	24,625	23,7166667

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	16	464	29	16,2666667
Px02	16	441	27,5625	18,3958333
Px03	16	424	26,5	28,2666667
Px04	16	449	28,0625	14,7291667
Px05	16	437	27,3125	30,0958333
Px06	16	441	27,5625	22,6625
Px07	16	461	28,8125	10,4291667
Px08	16	456	28,5	23,6

Ergebnisse Bestandeshöhe 2 Frühjahr  
17.04.2008, BBCH 55

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	16	1112	69,5	58,8
Nx02	16	654	40,875	133,316667
Nx03	16	721	45,0625	56,3291667
Nx04	16	762	47,625	172,383333
Nx05	16	729	45,5625	110,395833
Nx06	16	769	48,0625	134,329167
Nx07	16	985	61,5625	72,3958333
Nx08	16	968	60,5	77,2

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	16	1179	73,6875	66,7625
Px02	16	935	58,4375	137,729167
Px03	16	1066	66,625	97,3166667
Px04	16	1097	68,5625	67,3291667
Px05	16	1077	67,3125	79,4291667
Px06	16	1067	66,6875	54,4958333
Px07	16	1181	73,8125	95,7625
Px08	16	1190	74,375	70,5166667

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse Bestandeshöhe Vollblüte  
04.05.2008, BBCH 65

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	16	2613	163,3125	65,8291667
Nx02	16	2023	126,4375	107,995833
Nx03	16	2285	142,8125	141,629167
Nx04	16	2241	140,0625	81,5291667
Nx05	16	2120	132,5	372,4
Nx06	16	2376	148,5	178,133333
Nx07	16	2429	151,8125	59,6291667
Nx08	16	2450	153,125	71,05

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	16	2763	172,6875	77,2958333
Px02	16	2494	155,875	88,7833333
Px03	16	2513	157,0625	538,995833
Px04	16	2640	165	19,4666667
Px05	16	2534	158,375	110,516667
Px06	16	2653	165,8125	132,295833
Px07	16	2539	158,6875	1532,89583
Px08	16	2694	168,375	58,25

Ergebnisse Bestandeshöhe Blühende  
25.05.2008, BBCH 69

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	8	1419	177,375	127,696429
Nx02	8	1253	156,625	39,125
Nx03	8	1314	164,25	111,071429
Nx04	8	1311	163,875	38,6964286
Nx05	8	1261	157,625	234,553571
Nx06	8	1376	172	43,1428571
Nx07	8	1353	169,125	54,6964286
Nx08	8	1362	170,25	47,9285714

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	8	1634	204,25	48,7857143
Px02	8	1530	191,25	91,6428571
Px03	8	1580	197,5	38,5714286
Px04	8	1562	195,25	57,6428571
Px05	8	1561	195,125	57,5535714
Px06	8	1565	195,625	51,6964286
Px07	8	1594	199,25	109,928571
Px08	8	1583	197,875	23,5535714

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse Phomabonitur Herbst 2007  
26.10.2007, BBCH 18

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Befallshäufigkeit</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	100	229	84	2,29	7,62212121
Nx02	100	21	31	0,21	0,16757576
Nx03	100	26	28	0,26	0,19434343
Nx04	100	36	36	0,36	0,23272727
Nx05	100	34	35	0,34	0,22666667
Nx06	100	36	28	0,36	0,63676768
Nx07	100	25	25	0,25	0,18939394
Nx08	100	14	24	0,14	0,12161616

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Befallshäufigkeit</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	100	397	94	3,97	10,21121212
Px02	100	31	38	0,31	0,21606061
Px03	100	47	39	0,47	0,65565657
Px04	100	53	49	0,53	0,81727273
Px05	100	44	46	0,44	0,45090909
Px06	100	57	45	0,57	1,35868687
Px07	100	55	58	0,55	0,85606061
Px08	100	23	23	0,23	0,17888889

Ergebnisse 1. Phomabonitur Frühjahr 2008  
28.02.2008, BBCH 22

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Befallshäufigkeit</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	100	149	66	1,49	5,02010101
Nx02	100	58	42	0,58	1,25616162
Nx03	100	72	43	0,72	2,02181818
Nx04	100	65	32	0,65	2,35101010
Nx05	100	43	31	0,43	0,85363636
Nx06	100	104	50	1,04	4,09939394
Nx07	100	72	39	0,72	2,32484848
Nx08	100	101	40	1,01	5,84838384

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Befallshäufigkeit</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	100	187	54	1,87	7,85161616
Px02	100	75	34	0,75	2,71464646
Px03	100	92	33	0,92	4,92282828
Px04	100	86	34	0,86	2,74787879
Px05	100	110	29	1,1	6,75757576
Px06	100	85	36	0,85	3,05808081
Px07	100	106	39	1,06	4,68323232
Px08	100	63	26	0,63	2,55868687

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse 2. Phomabonitur Frühjahr 2008  
17.04.2008, BBCH 55

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Befallshäufigkeit</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	100	39	287	2,87	25,5889899
Nx02	100	25	200	2	21,5151515
Nx03	100	31	218	2,18	17,5026263
Nx04	100	28	170	1,7	14,8585859
Nx05	100	23	109	1,09	8,48676768
Nx06	100	26	151	1,51	11,1413131
Nx07	100	28	151	1,51	12,4544444
Nx08	100	28	155	1,55	13,0782828

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Befallshäufigkeit</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	100	40	191	1,91	11,8807071
Px02	100	27	100	1	6,96969697
Px03	100	27	80	0,8	3,29292929
Px04	100	21	64	0,64	4,27313131
Px05	100	22	104	1,04	7,83676768
Px06	100	24	110	1,1	6,95959596
Px07	100	20	74	0,74	3,83070707
Px08	100	30	138	1,38	9,06626263

Ergebnisse Phomabonitur Wurzelhals Ernte  
28.07.2008

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	4	19,4	4,85	0,075
Nx02	4	16,5	4,125	0,14916667
Nx03	4	16,6	4,15	0,32166667
Nx04	4	15,5	3,875	0,01083333
Nx05	4	14	3,5	0,645
Nx06	4	16,6	4,15	0,67166667
Nx07	4	15,3	3,825	0,1575
Nx08	4	15,05	3,7625	0,315625

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	4	14,7	3,675	0,46083333
Px02	4	14,4	3,6	1,145
Px03	4	14,65	3,6625	0,24395833
Px04	4	15,2	3,8	0,97166667
Px05	4	14,45	3,6125	0,24395833
Px06	4	17,75	4,4375	0,175625
Px07	4	14,95	3,7375	0,465625
Px08	4	15,65	3,9125	0,51395833

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse Ölgehalt  
28.07.2008

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	4	187,63	46,9075	0,089425
Nx02	4	182,76	45,69	0,15228333
Nx03	4	184,21	46,0525	0,88164167
Nx04	4	185,67	46,4175	0,09175833
Nx05	4	183,45	45,8625	0,21375833
Nx06	4	183,88	45,97	0,22745
Nx07	4	186,535	46,63375	0,15685625
Nx08	4	187,36	46,84	0,4086

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	4	180,345	45,08625	1,15902292
Px02	4	179,085	44,77125	0,95853958
Px03	4	177,77	44,4425	0,36829167
Px04	4	178,68	44,67	1,15206667
Px05	4	177,97	44,4925	1,04969167
Px06	4	177,805	44,45125	1,41707292
Px07	4	178,69	44,6725	0,44809167
Px08	4	180,275	45,06875	0,84973958

Ergebnisse Ertrag  
28.07.2008

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	4	24,2557688	6,06394221	0,24113771
Nx02	4	20,1839414	5,04598535	0,55305471
Nx03	4	20,3575759	5,08939398	0,11349776
Nx04	4	20,9062011	5,22655026	0,06791484
Nx05	4	20,1958535	5,04896337	0,09954236
Nx06	4	22,1744241	5,54360602	0,06151713
Nx07	4	23,7839137	5,94597843	0,42847996
Nx08	4	23,5044314	5,87610786	0,45198816

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	4	26,5051233	6,62628083	0,19566088
Px02	4	24,4627733	6,11569333	0,04148586
Px03	4	24,7553195	6,18882987	0,13424227
Px04	4	25,1629271	6,29073179	0,01613834
Px05	4	24,9311127	6,23277818	0,39741921
Px06	4	25,945094	6,4862735	0,40354631
Px07	4	26,3330729	6,58326821	0,04119762
Px08	4	25,4928742	6,37321856	0,48827006

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toplex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse Bestandesdichte Nachauflauf  
21.09.2007, BBCH 13 - 15

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	4	156	39	50,66666667
Nx02	4	147	36,75	22,91666667
Nx03	4	155	38,75	50,25
Nx04	4	143	35,75	64,25
Nx05	4	132	33	11,33333333
Nx06	4	134	33,5	27,66666667
Nx07	4	152	38	60,66666667
Nx08	4	158	39,5	99,66666667

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	4	182	45,5	167
Px02	4	189	47,25	131,5833333
Px03	4	177	44,25	113,5833333
Px04	4	205	51,25	154,25
Px05	4	176	44	168
Px06	4	166	41,5	341,6666667
Px07	4	147	36,75	24,25
Px08	4	216	54	228,6666667

Ergebnisse Blattzahl Herbst 2007  
26.10.2007, BBCH 18

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	40	416	10,4	4,092307692
Nx02	40	427	10,675	3,404487179
Nx03	40	441	11,025	2,742948718
Nx04	40	420	10,5	2,820512821
Nx05	40	422	10,55	3,946153846
Nx06	40	416	10,4	2,964102564
Nx07	40	419	10,475	2,666025641
Nx08	40	416	10,4	3,630769231

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	40	391	9,775	5,204487179
Px02	40	405	10,125	2,573717949
Px03	40	401	10,025	2,691666667
Px04	40	413	10,325	3,968589744
Px05	40	396	9,9	3,887179487
Px06	40	407	10,175	3,225
Px07	40	430	10,75	2,705128205
Px08	40	425	10,625	3,625

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toplex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse Bodenbedeckung Herbst 2007  
12.10.2007, BBCH 17-18

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	8	383,4	47,925	251,205
Nx02	8	435,7	54,4625	196,05125
Nx03	8	325,2	40,65	44,05714286
Nx04	8	421,1	52,6375	196,9683929
Nx05	8	393,6	49,2	181,5571429
Nx06	8	394	49,25	119,6257143
Nx07	8	412,7	51,5875	312,34125
Nx08	8	387,8	48,475	224,2535714

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	6	475,8	79,3	104,124
Px02	8	563,3	70,4125	152,08125
Px03	8	550,4	68,8	232,6914286
Px04	8	567,5	70,9375	129,9626786
Px05	8	597	74,625	119,5478571
Px06	8	553,5	69,1875	164,5155357
Px07	8	563,1	70,3875	150,7898214
Px08	8	563,2	70,4	234,7342857

Ergebnisse Wurzelhalsdicke Frühjahr 2008  
28.02.2008, BBCH 22

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	40	411	10,275	11,64038462
Nx02	40	479	11,975	9,871153846
Nx03	40	459	11,475	9,896794872
Nx04	40	462	11,55	10,76666667
Nx05	40	447	11,175	14,96858974
Nx06	40	453	11,325	13,35320513
Nx07	40	453	11,325	11,76346154
Nx08	40	458	11,45	10,76666667

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	40	479	11,975	9,61474359
Px02	40	420	10,5	11,64102564
Px03	40	474	11,85	11,77179487
Px04	40	417	10,425	12,60961538
Px05	40	427	10,675	14,63525641
Px06	40	463	11,575	13,3275641
Px07	40	452	11,3	10,98461538
Px08	40	488	12,2	14,47179487

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Ergebnisse Wurzellänge Frühjahr 2008  
28.02.2008, BBCH 22

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	40	530	13,25	10,6025641
Nx02	39	549	14,07692308	7,441295547
Nx03	40	519	12,975	6,127564103
Nx04	40	533	13,325	6,378846154
Nx05	39	497	12,74358974	8,24831309
Nx06	40	530	13,25	11,26923077
Nx07	40	505	12,625	10,34294872
Nx08	40	547	13,675	8,122435897

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	40	593	14,825	7,789102564
Px02	40	571	14,275	7,486538462
Px03	40	587	14,675	6,789102564
Px04	40	511	12,775	7,61474359
Px05	40	551	13,775	13,05064103
Px06	40	567	14,175	5,840384615
Px07	40	590	14,75	9,884615385
Px08	40	593	14,825	8,866025641

Ergebnisse Bodenbedeckung Frühjahr 2008  
28.02.2008, BBCH 22

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Nx01	8	405,3	50,6625	86,74839286
Nx02	8	340,2	42,525	66,54214286
Nx03	8	361	45,125	92,58785714
Nx04	8	411,9	51,4875	50,77553571
Nx05	8	396,5	49,5625	80,37125
Nx06	8	366,4	45,8	152,5
Nx07	8	375,3	46,9125	46,04410714
Nx08	8	377,5	47,1875	80,31553571

<i>Gruppen</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>Varianz</i>
Px01	8	496,3	62,0375	155,6426786
Px02	8	472,3	59,0375	201,1769643
Px03	8	505,4	63,175	124,265
Px04	8	528,3	66,0375	180,4455357
Px05	8	444,5	55,5625	166,71125
Px06	8	536,7	67,0875	106,6955357
Px07	8	494,9	61,8625	207,3998214
Px08	8	523	65,375	119,2878571

Optimierung der Einsatzstrategie des wachstumshemmenden Fungizides Toprex® in  
Winterraps auf Trockenstandorten

---

Gesamtauswertung der Boniturergebnisse

		Linien sorte		Hybridsorte	
		positive Wirkung	negative Wirkung	positive Wirkung	negative Wirkung
Winterfestigkeit					
	Wurzelhalsdurchmesser	4,5	2,6,8	7,8	2,5
	Vegetationskegelhöhe	7,8	4,6	2,5	7,8
Ergebnis		5,7	6	keine Ergebnis	
Standfestigkeit					
	Bestandeshöhe Herbst	2,6,7	5	6	7,8
	Bestandeshöhe Frühjahr 1	5,4	6,8	3	4,7,8
	Bestandeshöhe Frühjahr 2	2	7,8	2	7,8
	Bestandeshöhe Vollblüte	2,5	7,8	2,5	4,6,8
	Bestandeshöhe Blühende	2,5	6,7,8	2	7,8
Ergebnis		2,5	7,8	2	7,8
Phoma lingam					
	Bonitur Herbst	2,8	4,5,6	2,8	6,7
	Bonitur Frühjahr 1	5,2	6,8	2,8	5,7
	Bonitur Frühjahr 2	5	2,3	4,7	6,8
	Bonitur Ernte	5	3,6	1,2,5	6,8
Ergebnis		5	6	2	6,7,8
Ertragsparameter					
	Ertrag	1,7,8	2,5	1,7,8	2,3,5
	Ölgehalt	1,8	2,5	1,8	3,6
Ergebnis		1,8	2,5	1,8	2,3

Grün eingefärbte Felder sind mit signifikanten Unterschieden  
(Quelle: eigene Erhebung)

Faltblatt Übersicht Prüfvarianten

BBCH	14-16	18	35	55
N 101				
N 102	0,5 Toprex®		0,5 Toprex®	
N 103	0,35 Toprex®		0,35 Toprex®	
N 104	0,35 Toprex®		0,35 Toprex®	
N 105	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®
N 106	0,35 Toprex®		0,25 Toprex®, 0,5 Moddus®	
N 107	0,35 Toprex®			0,35 Toprex®
N 108	0,7 Caramba®		0,7 Caramba®	
P 101				
P 102	0,5 Toprex®		0,5 Toprex®	
P 103	0,35 Toprex®		0,35 Toprex®	
P 104	0,35 Toprex®		0,35 Toprex®	
P 105	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®	0,25 Toprex®
P 106	0,35 Toprex®		0,25 Toprex®, 0,5 Moddus®	
P 107	0,35 Toprex®			0,35 Toprex®
P 108	0,7 Caramba®		0,7 Caramba®	

Klimatische Bedingungen bei der Applikation

Termin	1	2	3	4
BBCH	14-16	18	35	55
Datum	02.10.2007	27.10.2007	28.03.2008	24.04.2008
Uhrzeit	11.00	10.00	10.00	13.00
Bewölkung	100 %	100 %	80 %	0 %
Pflanzenfeuchte	Feucht	Trocken	Feucht	Trocken
Bodenfeuchte	Feucht	Trocken	Feucht	Trocken
Lufttemperatur	15 °C	10,1 °C	9,2 °C	18,2 °C
Bodentemperatur	14 °C	11 °C	5 °C	10 °C
Luftfeuchte	81 %	71 %	71 %	52 %
BBCH	15-16	17-18	35	55
Wind	0,5 m/s Nord	0,5 m/s Ost	1,5 m/s SO	0 m/s