

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem**



**Studien über den Pilz *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne unter
Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Roggensorten
und der Bekämpfungsmöglichkeiten des Erregers**

Dr. Horst Mielke

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland

Heft 375

Berlin 2000

Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin und Braunschweig

Parey Buchverlag Berlin
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-3259-8

Dr. HORST MIELKE

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland
Messeweg 11/12
38104 Braunschweig
Tel. 0531/299 4545 – Fax. 0531/299 3370

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Studien über den Pilz *Claviceps purpurea* (Fries) Tulane unter Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Roggensorten und Bekämpfungsmöglichkeiten des Erregers. Hrsg. von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig und Berlin. H. Mielke – Berlin, Parey, [in Komm.], 2000.

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, H. 375)
ISBN 3-8263-3259-8

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 2000

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben bei auch nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Kommissionsverlag Parey Buchverlag Berlin, Kurfürstendamm 57, 10707 Berlin,

Printed in Germany by Arno Brynda, Berlin.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	5
2	Über die Biologie, den Infektionsmodus und die Schadwirkung des Erregers <i>Claviceps purpurea</i> (Fries) Tulasne	6
3	Therapeutische Verwendung	8
4	Zur Geschichte der Vergiftungen durch Mutterkornverzehr	17
5	Zur Anfälligkeit der Getreidearten	21
6	Zur Anfälligkeit des Roggens	22
7	Befallsverlauf mit Mutterkorn an Ähren verschiedener Populations- und Hybridroggensortimente bei künstlichen Inokulationen von 1991/92 bis 1998/99	24
8	Frühere und neue Resistenzprüfungen verschiedener Autoren	25
9	Untersuchungen zur Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber dem Mutterkorn	26
9.1	Material und Methoden	26
9.2	Ergebnisse	27
9.2.1	Untersuchungen 1997/98 und 1998/99	27
9.2.2	Resistenzprüfungen 1990/91 bis 1996/97	29
9.2.3	Zur Anfälligkeit von Roggenzuchtstämmen	34
9.2.4	Zur Anfälligkeit von Spätschossem	35
10	Zur Bekämpfung des Mutterkorns im Roggenbau	36
10.1	Bekämpfungsmöglichkeiten	36
10.2	Natürliche Feinde	39
10.3	Hybridroggenanbau im Gemisch mit Populationsroggen	40
10.4	Düngung mit Kalkstickstoff	43
10.4.1	Material und Methoden	43
10.4.2	Ergebnisse	43
10.5	Untersuchungen zur Bekämpfung der Mutterkörner mit Fungiziden	44
10.5.1	Material und Methoden	44
10.5.2	Ergebnisse	45
10.5.2.1	Untersuchungen 1994/95	45
10.5.2.2	Untersuchungen 1995/96	45
10.5.2.3	Untersuchungen 1996/97	45
10.5.2.4	Untersuchungen 1997/98	45

10.6	Was kann noch zur Ernte unternommen werden?	49
10.7	Bearbeitung des Erntegutes	49
10.8	Entsorgung der Mutterkörner	50
10.9	Keimfähigkeitstest mit verkompostierten Mutterkörnern	51
10.10	Zur Perithezien- und Asci-Bildung bei verkompostierten Mutterkörnern	53
11	Diskussion	54
11.1	Vorkommen und Verbreitung	54
11.2	Anfälligkeit	54
11.3	Weißer Mutterkörner	55
11.4	Bekämpfung	55
11.4.1	Sortenwahl	55
11.4.2	Mischanbau	55
11.4.3	Natürliche Feinde	56
11.4.4	Düngung mit Kalkstickstoff	56
11.4.5	Fungizideinsatz	56
11.4.6	Hypothetischer Vergleich über das Auftreten und die Bekämpfung des Mutterkorns in unterschiedlichen Wirtschaftssystemen	57
11.4.7	Mutterkorn-Entsorgung	58
12	Zusammenfassung	59
13	Summary	61
14	Literatur	63
	Danksagung	66

1 Einleitung und Problemstellung

Auf Grund von Fruchtfolge- und Anbauveränderungen bereitete das Mutterkorn im Roggenbau bis Ende der 80er Jahre in der Praxis keine Probleme. Mit Beginn des Anbaus von synthetischen Roggen- und Hybridroggensorten stellten sich Anzeichen für einen hohen Befall mit *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne¹⁾ im Roggen ein. In den letzten Jahren wurde in Deutschland im Hybridroggenanbau ein verstärkter Befall mit Mutterkorn festgestellt. 1998 war der Mutterkornbesatz im Roggen im Saarland und im Rheinland so gravierend, dass gebietsweise der Hybridroggen nicht mehr geerntet werden konnte. Kälte und Nässe während der Roggenblüte sowie Wuchsstörungen waren vermutlich ausschlaggebend für das zunehmende Vorkommen des Mutterkorns. Es entstanden Schäden sowohl durch Ertragsverluste als auch durch zu hohem Mutterkornbesatz im Erntegut. Dem Landwirt bereitete Mutterkorn im Konsumroggen Verkaufsprobleme, denn nur mutterkornfreier Roggen fand Absatz. Im Roggenanbau ist nach wie vor darauf zu achten, dass im Konsumroggen der Grenzwert von 0,05% Mutterkorn im Erntegut nicht überschritten werden darf.

Auch in der Hybridroggenzüchtung ist der Befall mit *C. pur.* zu einem Problem geworden, denn bei den pollensterilen Roggenlinien sind meistens alle Ähren von dem Erreger des Mutterkorns befallen. Daher ist in der Saatgutproduktion des Hybridroggens nicht nur mit einem Ertragsausfall, sondern auch mit erheblichen Reinigungskosten zu rechnen. Infolgedessen würden sich die Saatgutkosten wesentlich erhöhen.

Das verstärkte Auftreten des Mutterkorns im Roggenbau der letzten Jahre war Anlass, nach Möglichkeiten zur Bekämpfung des Erregers *C. pur.* zu suchen. Eine Prognose zum Befall mit Mutterkorn für den Getreidebau gibt es zur Zeit noch nicht. Zwar sind die befallsfördernden Faktoren, die der Erreger zu seiner Entwicklung benötigt, bekannt; aber eine verlässliche Voraussage über den Befall mit *C. pur.* ließ sich bislang noch nicht ableiten. In Jahren, in denen im Vorsommer eine feuchtkühle Witterung herrscht, ist mit einem erhöhten Mutterkornbesatz im Roggen zu rechnen.

Um nach Möglichkeiten zur Verhütung bzw. wirkungsvollen Einschränkungen einer Verseuchung des Roggens mit Mutterkorn zu suchen, war es erforderlich, auf Angaben über die Biologie, den Infektionsmodus und über die Schadwirkung des Erregers hinzuweisen.

Der zunehmende Befall mit Mutterkorn im Roggenanbau war auch Grund genug, in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft inländische Roggensorten und -stämme auf ihr Resistenzverhalten gegenüber dem Erreger des Mutterkorns zu prüfen und darüber hinaus Untersuchungen über Möglichkeiten zur Bekämpfung des Erregers *C. pur.* durchzuführen. Es schien aber auch angebracht, eine Tabelle über Bekämpfungsmaßnahmen aus überlieferten Empfehlungen und aus früheren Arbeiten anderer Autoren zu geben.

¹⁾ Für *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne wird in der vorliegenden Arbeit die Abkürzung *C. pur.* verwendet.

2 Über die Biologie, den Infektionsmodus und die Schadwirkung des Erregers *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne

Von der Gattung *Claviceps* gibt es eine Reihe (über 30) europäischer, amerikanischer, tropischer, australischer und neuseeländischer Spezies, die bei GUGGISBERG (19954) und bei KLUG (1986) beschrieben sind. Der wichtigste Vertreter der Gattung *Claviceps* in Deutschland ist *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne, bekannt als Erreger des Mutterkorns. *C. pur.* entstammt der Klasse der Ascomycetes (s. Tab. 1).

Durch den Befall mit *C. pur.* werden in den Ährchenanlagen der Getreide- und Gräserblüten an Stelle von Karyopsen Mutterkörner (Sklerotien) gebildet, die aus verdichtetem Myzel bestehen. Mutterkorn ist die Dauerform des Erregers *C. pur.*, dieser Pilz ist vorwiegend ein Parasit verschiedener Gramineen. Die Entwicklung und Fortpflanzung von *C. pur.* geht von den Sklerotien aus, die im Spätsommer und während der Reife des Roggens und der Gräser ausfallen und auf bzw. im Boden überwintern.

In der Tabelle 1 sind Entwicklungs- und Fortpflanzungsverlauf sowie Infektionsmodus und Schadwirkung des Erregers des Mutterkorns dargestellt.

Der Lebenszyklus des Mutterkornpilzes ist in einen sexuellen Kreislauf – er dient überwiegend der Erhaltung des Erregers – und asexuellen Kreislauf unterteilt, der ausschließlich für eine rasche Verbreitung des Pilzes während der Infektionszeit sorgt (BAUSBACK 1976). Ausgehend vom Mutterkorn, das auf der Bodenoberfläche und im Boden überwintert, bilden sich im Frühjahr nach erfolgter Vernalisation Stromata (Stielchen und Köpfchen). Innerhalb dieser Stromaköpfchen und unmittelbar unter ihrer Oberfläche entstehen kleine vom parenchymatischen Stromagewebe umgebene Hohlräume. Jede dieser Kammern hat ein einzelnes vielkerniges Ascogon (männliche Gameten) entwickelt. Im Anschluß daran findet eine Plasmogamie (Zellverschmelzung) zwischen einem der Antheriden und dem Ascogon statt, wobei männliche Kerne in das Ascogon hinüberwandern. Daraufhin erfolgt die Dikaryophase (Paarkernstadium), hierbei wird die Ascusmutterzelle gebildet. Auf die Dikaryophase folgen Karyogamie (Verschmelzung der Gametenkerne), eine Meiosis (Kernteilungsvorgang bei der Gametenbildung) und die mitotische Verdoppelung der haploiden Kerne. Jeder der acht entstandenen Kerne wächst in einem Ascus zu einer Ascospore aus. Ein Perithecium weist eine Vielzahl von Asci auf, die nach einem Reifeprozess bei feuchtwarmer Witterung herausbrechen und ihrerseits die Ascosporen herausschleudern. Gelangen die Ascosporen auf Narbenäste von Getreide- oder Gräserblüten, dann kommt es zur sog. Primärfektion durch den Erreger *C. pur.* (ALEXOPOULOS 1966; BAUSBACK 1976; SITTE et al. 1998). Hierbei keimen die Ascosporen des Erregers *C. pur.* aus. Danach wachsen Myzelschläuche der Ascosporen den Griffeln entlang zu den Fruchtknotenböden der Gramineenblüten und bilden jeweils am Fruchtknotengrund verdichtetes Myzel (*Sphacelia segetum*) mit Konidien. Dabei entwickelt sich Honigttau, der aus zuckerhaltiger Flüssigkeit besteht. Mit dem Honigttau werden Konidien von Insekten auf blühende Gräser- und Roggenpflanzen getragen. Es kommt zur Sekundärfektion; hier keimen die Konidien auf Narben der Blüten aus. Nach Myzelentwicklung im Fruchtknoten von Gramineen bildet sich wiederum zunächst Honigttau und danach an Stelle von Karyopsen Mutterkörner (Sklerotien) (ADERHOLD 1905, 1913; PAPE 1943; BAUSBACK 1976; MÜHLE und BREUEL 1977; SITTE et al., 1998).

Im Hinblick auf die Verbreitung und das Vorkommen des Erregers *C. pur.* soll sein großer Wirtspflanzenkreis nicht unerwähnt bleiben. Über 400 Pflanzen werden von *C. pur.* befallen (MÜHLE und BREUEL 1977; TABER 1985). Die meisten Wirtspflanzen sind Gräser. Neben Roggen werden Triticale, selten Weizen, Gerste und Hafer von dieser Krankheit befallen.

Roggenpflanzen an Feldrändern sind einem größeren Befall mit *C. pur.* ausgesetzt. Als Vektoren haben Insekten einen wesentlichen Anteil an der Verbreitung des Mutterkorns. Weiterhin sind Nachschosser und Zwiewuchs des Roggens auf Grund ihrer späten und langen Blühphasen besonders gefährdet.

Die Zunahme des Befalls mit *C. pur.* dürfte im Zusammenhang mit dem vermehrten Abblühen von Gräsern an Feldrainen, -wegen, -rändern, Knicks und sog. Biotopen in Feldschlägen stehen, denn blühende

Gräser sind Wirtspflanzen und damit zusätzlich Infektionsherde von *C. pur.* für den Roggenbau (MÜHLE 1971; TEUTEBERG 1987; JUNGEHÜLSING 1995).

Der zunehmende Anbau des Hybridroggens ist selbst ein weiterer Grund für das verstärkte Vorkommen des Mutterkorns (MIELKE 1993). Weiterhin dürfte die Zunahme des Befalls mit *C. pur.* auch mit dem ansteigenden Triticale-Anbau zusammenhängen (BETZ und MIELKE 1996).

Wo Roggen in Monokulturen – in engen Fruchtfolgen – angebaut wird, kann das Mutterkorn verbreitet auftreten. Auf Moorböden, auf leichten Böden und Gebirgslagen mit geringer Bodenmächtigkeit, auf denen häufig Roggen bestellt wird, ist mit Befall mit *C. pur.* zu rechnen (NIEMANN 1956; HÄRLE 1955; OBST et al. 1990). Hohes Befallsrisiko besteht für Roggen nach Roggen ohne wendende Bodenbearbeitung (OBST und PAUL 1993). Durch späten Mähdrusch fällt bereits ein Teil der Mutterkörner aus, der zur Erhöhung des Infektionspotentials im Boden beitragen kann (BETZ und MIELKE 1996).

Ertragsverluste durch Mutterkornbesatz waren bis vor kurzem im Roggenanbau noch zweitrangig. 1998 war der Befall mit *C. pur.* in West- und Südwestdeutschland teilweise so hoch, dass der Hybridroggen nicht mehr geerntet werden konnte. Schäden können auch weniger durch Ertragsausfälle als durch Mutterkornbesatz im Erntegut entstehen.

In der Hybridroggenzüchtung können Schäden nicht nur durch Befall mit Mutterkorn bei der Herstellung des Saatgutes, sondern auch durch die ständige Vermehrung des Inokulumpotentials im Boden beträchtlich sein. Die Beseitigung dieses Inokulums bereitet den Roggenzuchtbetrieben große Schwierigkeiten. Solche Probleme sind aus der Gräserzucht bereits bekannt (TEUTEBERG 1987). Mutterkörner enthalten bekanntlich erhebliche Mengen an toxischen Alkaloiden. Aus *Claviceps*-Spezies wurden 40 Alkaloide isoliert (KLUG 1986). Vergiftungen durch mutterkornhaltiges Getreide und daraus gebackenem Brot erwiesen sich bei entsprechendem Mutterkorngehalt am gefährlichsten im Herbst mit frisch geerntetem Getreide (POPOFF 1926/27 zit. n. THIEME 1930). 0,1% von frischem Mutterkorn im Mehl gilt noch als ungefährlich, 1% als toxisch, 8 bis 10% als lebensgefährlich. Beim Verbacken oder Kochen des Mehles wird ein Teil der Alkaloide zerstört; nach TEUSCHER (1997) verbleiben beim Backen immerhin noch 50% der Toxizität der Alkaloide erhalten. Rohverzehr des Getreides, z. B. das Müsli, ist also gefährlicher als gekochte Speisen (WIRTH und GLOXHUBER 1994). Auf die Auswirkungen der Mutterkornaufnahmen bei Tieren (Kühe, Schweine, Schafe und Hühner) ist in der Tabelle 1 hingewiesen worden.

3 Therapeutische Verwendung

Unter den Schadpilzen hat das Mutterkorn eine besondere Bedeutung erlangt, da es als Droge (*Secale cornutum*) in der Humanmedizin seine Verwendung findet. Im Jahre 1808 fand das Mutterkorn auf Grund einer Arbeit des amerikanischen Arztes JOHN STERNS als Wehenmittel unter der Bezeichnung „pulvis ad partum“ Eingang in die „offizielle Medizin“ (KLUG 1986).

1918 gelang dem Chemiker STOLL zum ersten Mal die Isolierung des nützlichen, kristallinen Alkaloids – dem Ergotamin (HOFFMANN 1964, zit. bei KLUG 1986).

Das Mutterkorn wurde und wird heute noch für chemisch-pharmazeutische Zwecke pflanzenbaulich gewonnen; u. a. werden praktisch nur noch die aus der Droge isolierten Reinalkaloide und von diesen ausgehend halbsynthetische Produkte verwendet. Es handelt sich um Derivate des Säureamids der Lysergsäure (LS), deren Hauptvertreter das Ergometrin ist (WIRTH und GLOXHUBER 1994). Die Derivate des Säureamids der Lysergsäure werden in der Heilkunde bekanntlich außer bei der Geburtshilfe zur Einleitung von Wehen, zum Stillen innerer Blutungen und zur Migränebehandlung eingesetzt (BROWER 1972; WIRTH und GLOXHUBER 1994; AMELUNG 1999).

Tab 1: Zur Systematik, Biologie sowie zum Infektionsmodus und Schädigung des Erregers *Claviceps purpurea*

	Bemerkungen	Autoren
Zur Systematik		
Abteilung	Eumycota <i>C. pur.</i> gehört zur Abteilung der „Echten Pilze“.	SEIDEL et al. 1981; SITTE et al. 1998
Klasse	Ascomycetes <i>C. pur.</i> entstammt der Klasse Ascomycetes.	SEIDEL et al. 1981; SITTE et al. 1998
Unterklasse	Aschymenomycetidae: Die <i>Claviceps</i> -Arten werden den Schlauchpilzen zugeordnet.	SEIDEL et al. 1981; SITTE et al. 1998
Ordnung	<i>Shaerialis Claviceptales</i>	ALEXOPOULOS 1966; SEIDEL et al. 1981
Gattung	<i>Claviceps</i>	SEIDEL et al. 1981
Art	<i>Claviceps purpurea</i> (Fries) Tulasne <i>Claviceps fusiformis</i> : In Asien und Afrika wird Hirse von <i>C. fusiformis</i> befallen <i>Claviceps zizania</i> : In USA wird Reis von <i>C. zizania</i> infiziert <i>Claviceps gigantea</i> : Der Mais wird in den USA, Peru, Mexiko und Indien von <i>C. gigantea</i> befallen	TULASNE 1853, zit. bei KOBERT 1889; STOLL et al. 1954, zit. bei KLUG 1986; LORENZ 1979, zit. bei KLUG 1986;
Zur Biologie		
Rassen	Die Existenz spezialisierter Formen oder Rassen von <i>C. pur.</i> wird vermutet. Nach GÄUMANN (1951) gibt es bei <i>C. pur.</i> ernährungsphysiologische Rassen mit morphologischer und parasitischer Identität. Von den Autoren NIERE et al. wurden 137 Mutterkornisolate von Wirten der Gattungen <i>Agropyron</i> , <i>Dactylis</i> , <i>Festuca</i> , <i>Hordeum</i> , <i>Milica</i> , <i>Phleum</i> , <i>Phragmatis</i> , <i>Poa</i> , <i>Secale</i> und <i>Triticum</i> sowie ein Isolat von <i>C. fusiformis</i> mittels RAPD (Random amplified polymorphic DNA) charakterisiert, dabei konnten drei Bandenmustergruppen	TEUTEBERG 1987; NIERE et al. 1996; GÄUMANN 1951; NIERE 1996; NIERE et al. 1996;

	Bemerkungen	Autoren
	<p>unterschieden werden: <i>Phragmatis communis</i> <i>Poa pratensis</i> sowie Stämme von einigen anderen Gräsern von Getreidearten und anderen Gräsern = heterogene Gruppe <i>Claviceps</i>-Isolate von <i>Dactylis glomerata</i> und <i>Festuca rubra</i> waren nicht ausschließlich einer Mustergruppe zuzuordnen. <i>C. fusiformis</i> ließ sich mit allen verwendeten Primern von <i>C. pur.</i> unterscheiden. Kreuzinfektionen haben gezeigt, dass Roggen, Weizen und Gerste von 38 verschiedenen Wirtsgräserherkünften (<i>C. pur.</i>) befallen werden können.</p>	<p>PRILLWITZ 1983;</p>
Virulenz	<p>Unter Virulenz versteht man bei <i>C. pur.</i> den Zeitpunkt und die Menge des durch die Pflanze gebildeten Honigtaus und eine einheitliche Sklerotienbildung. Bei virulenteren <i>Claviceps</i>-Stämmen wird von der Pflanze mehr und früher Honigtau gebildet als bei weniger virulenten. Die von GEIGER und BAUSBACK (1979) verwendeten <i>Claviceps purpurea</i>-Pilzstämme unterschieden sich stark in ihrer Virulenz gegenüber pollenfertilen Roggenpflanzen. Diese Unterschiede traten auf dem pollensterilen Roggenmaterial nur in abgeschwächter Form bzw. überhaupt nicht auf.</p>	<p>BÉKESY 1956; zit. bei JUNGEHÜLSING 1995; GEIGER und BAUSBACK 1979;</p>
Genetische Virulenz	<p>Die Autorin UTA JUNGEHÜLSING (1995) charakterisierte verschiedene <i>Claviceps purpurea</i>-Stämme auf genetischer Ebene. Zur Genomanalyse des Pilzes wurden Techniken wie RAPD und Pulsfeld-Gelelektrophorese (PFGE) eingesetzt. Durch RAPD konnte die genetische Varianz unter 29 Wildisolaten des Erregers <i>C. pur.</i> deutlich gezeigt werden. An den RAPD-Gelen wurde auch deutlich, dass alle vom Roggen isolierten <i>Claviceps</i>-Stämme untereinander ähnlicher sind als die anderen von Gräsern isolierten. Mit der Pulsfeld-Gelelektrophorese (PFGE) konnte eine hohe Variabilität unter 23 verschiedenen <i>C. pur.</i>-Isolaten hinsichtlich ihres Karyotyps (Struktur der Chromosomen = ein artkonstantes Merkmal einer Spezies) festgestellt werden, wobei verschieden große Chromosomen und darüber hinaus eine unterschiedliche Anzahl von Chromosomen gefunden wurde. Jedes untersuchte Isolat wies einen spezifischen Karyotyp auf. Die untersuchten <i>Claviceps</i>-Isolate zeigten weiterhin erhebliche Variationen im DNA-Gehalt, hierbei gab es auch Hinweise auf die Existenz von haploiden, triploiden aber auch diploiden und aneuploiden Chromosomen.</p>	<p>JUNGEHÜLSING 1995; JUNGEHÜLSING 1995;</p>

	Bemerkungen	Autoren
Vorkommen Auftreten	Der Pilz <i>C. pur.</i> kommt in Europa, Nordafrika und Amerika vor; er tritt weltweit als Parasit zahlreicher Gräser- und Getreidearten auf. Von den Getreidearten wird Roggen am häufigsten von <i>C. pur.</i> befallen.	ROTH et al. 1990, MÜHLE und BREUEL 1977; MOTHES und SILBER 1952, 1954;
Wirtspflanzen	Mutterkorn tritt vor allem bei der Wiesenrispe (<i>Poa pratensis</i>) in Erscheinung. Das bei der Wiesenrispe vorkommende Mutterkorn hat verschiedene Gräserarten, auch Ungräser als Wirtspflanzen, wobei die Einjährige Rispe (<i>Poa annua</i>) hinsichtlich der Weiterverbreitung des Erregers <i>C. pur.</i> die wichtigste Gräserart ist.	MANTLE et al. 1977; JANK 1986; SHAW 1986; TEUTEBERG 1987; RODE 1990;
Organspezifische Besiedelung des Wirtes	Der Schadpilz <i>C. pur.</i> lebt ausschließlich auf den weiblichen Geschlechtsorganen der Gräser- und Getreidearten; der Erreger stellt also eine streng organspezifische Infektionskrankheit der weiblichen Geschlechtsorgane der Gräser dar.	GÄUMANN 1951;
Morphologie des Mutterkorns	Das Mutterkorn ist im botanischen Sinne die Überwintungsform des Pilzes <i>C. pur.</i> , der auf den Fruchtknoten von Gramineen wächst und dort an Stelle der Karyopsen Mutterkörner (Sklerotien) bildet. Die Sklerotien sind hornartig, zylindrisch geformte, oft gebogene Gebilde, die bis zu 7 cm lang sein können; sie weisen Längsfurchen auf; zwei oder drei sind tiefer als die übrigen Längsfurchen. Daneben sind häufig Längs- und Quersfurchen, die gegen Basis und Spitze des Sklerotiums langsam dünner werden.	GUGGISBERG 1954; SITTE et al. 1998; GUGGISBERG 1954; AMELUNG 1999;
Farbe der Mutterkörner	Die Mutterkörner sind außen am häufigsten dunkelviolet bis schwarz gefärbt; das Innere der Mutterkörner sieht weiß aus. Es gibt auch weiße Mutterkörner.	GUGGISBERG 1954; PRILLWITZ 1983; AMELUNG 1999; RIEBESEL 1953; MOTHES und SILBER 1952; GUGGISBERG 1954; PRILLWITZ 1983; AMELUNG 1999;
Geruch der Mutterkörner	Mutterkörner riechen wie Waldboden, frische Pilze, aber auch wie Heringslake	GUGGISBERG 1954; AMELUNG 1999;
Geschmack	Mutterkörner haben zuerst einen schwach süßlichen und nach einiger Zeit einen beißenden Geschmack.	GUGGISBERG 1954; ROTH et al. 1990;
Größe der Mutterkörner	Wurden die Ährchen des Roggens schon während der Vollblüte oder kurze Zeit danach mit <i>C. pur.</i> infiziert, so entwickelten sich meistens größere Mutterkörner. Auf spät infizierten Ähren der Nachschosser entstanden vorwiegend kleinere Mutterkörner. Die Größe der Mutterkörner hängt aber auch von der Wirtspflanze ab; z. B. haben Roggen insbesondere tetraploider Roggen und Triticale wesentlich größere Mutterkörner als Weizen. Die Sklerotien bei Gräsern sind erheblich kleiner als diejenigen des Weizens.	LÜHE et al. 1999; BROUWER 1972; RODE 1990;

	Bemerkungen	Autoren
Mutterkornartige Gebilde an Halmen und Halmknoten	Gegen eine strenge Organspezifität des Mutterkornpilzes schienen die mutterkornartigen Gebilde zu sprechen, die gelegentlich an Halmen und Halmknoten entstehen; sie beruhen jedoch auf einer traumatischen Infektion, schlummernden Anlagen von sekundären Blütenanlagen. Derartige halmbürtige Sklerotien können auch künstlich erzeugt werden.	GÄUMANN 1951; LÜHE et al. 1999;
Einflussfaktoren		
Klima/Witterung	Zur Vernalisation benötigt das Mutterkorn während des Winters 6 bis 8 Wochen lang Temperaturen von 2 bis 4 °C. Wesentlicher Einflussfaktor, der den Befall mit Mutterkorn im Roggen begünstigt und fördert, ist feuchtkühle Witterung im Vorsommer während der Roggenblüte, die zu einer langen und wiederholten Öffnung der Roggenblüte führt, so dass der Zutritt der Konidien erleichtert wird.	SHAW 1986; OBST und PAUL 1993; MOTHES und SILBER 1952;
Böden	Mutterkorn ist auf allen Böden, wo Getreide angebaut wird, zu finden. Besonders stark kann <i>C. pur.</i> in Moorgebieten, auf sandigen, flachgründigen Böden (Gebirgslagen), feuchten Böden auftreten.	HÄRLE 1955; NIEMANN 1956; OBST et al. 1990; MOTHES und SILBER 1952; LAUBE und QUAST 1959;
Fruchtfolge/ Fruchtwechsel	Wo Roggen im jährlichen Wechsel mit Kartoffeln angebaut wird, ist mit verstärktem Mutterkorn-Befall zu rechnen. Getreidereiche Fruchtfolgen, Grassamen und Roggen als Vorfrüchte führen ebenfalls zum verstärktem Befall mit Mutterkorn.	MOTHES und SILBER 1952; OBST und PAUL 1993; MIELKE 1993;
Grünland	Am Grünland gelegene Roggenschläge weisen häufig Befall mit Mutterkorn auf.	MOTHES und SILBER 1952;
Feldraine	Als Hauptinfektionsquelle für <i>C. pur.</i> gelten nichtgemähte Feldraine, sofern dort Gräser wachsen; wo Feldraine und Gebüschstreifen die Roggenschläge begrenzen, wird das Vorkommen von Mutterkorn gefördert.	MOTHES und SILBER 1952;
Wildgräser/Ungräser in Feldschlägen, an Waldrändern	Wildgräser und Ungräser in Feldschlägen werden von <i>C. pur.</i> sehr häufig befallen, dadurch besteht die Gefahr, dass in der Nähe ausgesäter Roggen infiziert wird und normal große Sklerotien ausbildet (z. B. <i>Alopecurus spec.</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Poa</i> , <i>Festuca</i> , <i>Corynephorus</i>). Wenn <i>Calamagrostis arundinacea</i> -Bestände an Roggenschlägen grenzten, dann unterblieb der Befall mit Mutterkorn beim Roggen.	MOTHES und SILBER 1952;
Weitere Einflussfaktoren	Als weitere Einflussfaktoren für einen verstärkten Befall mit Mutterkorn im Roggenanbau gelten minimale Bodenbearbeitung, mutterkornverunreinigtes Saatgut, Anbau anfälliger Roggen- und Triticale-Sorten, zu späte Saat, Dünnsaat, zu tiefe Saat, starke Bestockung, überzogener Einsatz von Wachstumsreglern, hohe N-Düngung, Lager- und Zwiewuchs	OBST und PAUL 1993; MIELKE 1993; LÜHE et al. 1999;

	Bemerkungen	Autoren
Verbreitung durch Vektoren	Es gibt eine ganze Reihe von Insekten, die von dem zuckerhaltigen Honigtau angelockt werden und somit Konidien auf weitere Ähren verbreiten. Insekten wie z. B. <i>Rhagozycha</i> -Arten, <i>Melanostoma melnum</i> L., <i>Sapomyza</i> -Arten, <i>Anthomyiden</i> u. a. tragen zur Verbreitung des konidienhaltigen Honigtaus bei.	MIELKE 1993;
Langanhaltende Roggenblüte	Eine langanhaltende Roggenblüte ist eine der Ursache des starken Befalls mit <i>C. pur.</i> , bei der die Roggenährchen längere Zeit offen stehen und an mangelnder Bestäubung leiden. Bei Mangel an Roggenpollen wird die Bestäubung bzw. Befruchtung des Roggens verhindert, infolgedessen bleibt die Blüte der Infektion mit <i>C. pur.</i> weiterhin zugänglich.	MOTHES und SILBER 1952;
Isolationsphänome	Einzelroggenpflanzen oder Roggenpflanzengruppen in Hafer- und Weizenschlägen, deren Ähren tragen meist mehrere Sklerotien. Diese Erscheinung nennt man Isolationsphänome. Heutzutage wird diese Erscheinung häufig auf stillgelegten Flächen beobachtet.	MOTHES und SILBER 1952;
Kanten- und Eckenphänome	Verstärkter Mutterkornbesatz an Roggenrandpflanzen eines Roggenschlages; hier scheint die Windrichtung eine entscheidende Bedeutung zu haben, denn bei häufigem Westwind leiden Roggenpflanzen an der Westseite des Schlages unter Pollenmangel, so dass bei ihnen folglich ein stärkerer Befall mit Mutterkorn festzustellen ist.	MOTHES und SILBER 1952;
Entwicklungszyklus		
Vernalisation	Die Entwicklung und Fortpflanzung des Erregers <i>C. pur.</i> geht von Sklerotien aus, die im Spätsommer während der Reife des Roggens und der Gräser ausfallen und auf oder im Boden überwintern. Die Überwinterung der Mutterkörner während des Winters im Boden ist – ähnlich wie beim Wintergetreide – als Vernalisation anzusehen. 6 bis 7 Wochen lang bei 3 bis 4 °C benötigen die Mutterkörner, um keimen zu können.	MÜHLE und BREUEL 1977;
Keimung	Die Keimung der Sklerotien erfolgt im späten Frühjahr nach Erwärmung des Bodens bei Temperaturen von 8 bis 12 °C und bei genügend Feuchtigkeit während der Blüte des Roggens und der Gräser; vorausgesetzt die Mutterkörner liegen nicht zu tief im Boden. Die Keimung beginnt mit der Entwicklung der verlängerten subkortikulären Zellen des Sklerotiums; sie vermehren sich durch Teilung.	GUGGISBERG 1954;
Perithezienstromata	An der Oberfläche der Sklerotien bilden sich bei der Auskeimung Perithezienstromata (Fruchtkörper), die aus Stielchen und kugeligen, feinwarzigen Köpfchen bestehen; 15 bis 60 Köpfchen können aus einem Sklerotium hervorgehen. Das Stielchen ist 15 bis 25 mm lang. Die Basis des Stielchens erscheint etwas dicker und ist von einem Netzwerk des Myceliums umgeben. Stiel und Köpfchen wechseln mit dem Wachstum die Farbe (gelb bis dunkelrot).	GUGGISBERG 1954; MÜHLE und BREUEL 1977;

	Bemerkungen	Autoren
Perithechien	In diesen sog. Köpfchen lagern krugförmig die Perithechien (jeweils bis zu 60). 14 Tage nach Erscheinen der	MÜHLE und BREUEL 1977;
Asci	Perithechien entwickeln sich die Asci mit Ascosporen,	GUGGISBERG 1954;
Ascosporen	Unter der Spitze der Warzen befindet sich eine Anzahl schlanker, dünner, keulenförmiger Asci. In jedem der	
Ausbreitung	Asci liegen 8 einzellige, hyaline, längere, dünne, fadenförmige Sporen (50 bis 70 μ x 0,6 bis 1,0 μ). Nach warmem Regen im Spätfrühjahr zur Zeit der Gräserblüte reißen die reifen Asci durch steigenden Druck auf. Die Ascosporen werden daraufhin einige Zentimeter weit in die Luft nach dem Licht geschleudert (bis 7 cm weit). Durch Luftströmungen werden die Ascosporen verbreitet. Eine Verbreitung durch Wasser kommt bei <i>C. pur.</i> nicht vor. Den <i>Claviceps</i> -Formen auf Landgräsern fehlt jegliche Schwimffähigkeit. Sonst kann die Verbreitung der relativ leichten Ascosporen über weite Strecken erfolgen. Eine Verbreitung der Ascosporen kann auch durch lebende Überträger (Isekten als Vektoren) erfolgen.	GUGGISBERG 1994;
Primärinfektion/ Penetration	Der biotrophe <i>C. pur.</i> infiziert ausschließlich Blüten von Gräsern und Getreidearten. Das Auskeimen der Ascosporen erfolgt auf den Narbenästen. Das Temperaturoptimum liegt bei 19 bis 20 °C. Der Erreger wächst inter- und intrazellulär im Wirtsovarium, dabei treten zunächst stark strukturelle Veränderungen der Mittellamelle der primären Zellwände auf und zuletzt wird der gesamte Fruchtknoten durch pilzliche Struktur, dem Mutterkorn ersetzt. Während der Interaktion sekretiert der Pilz <i>C. pur.</i> eine Reihe verschiedener Zellwandpolymerasen, Katalasen und ein spezielles Hydrophobin. Die Autoren nehmen an, dass diese sekretierten Proteine eine Rolle bei der Besiedelung des Wirtes spielen und von besonderer Bedeutung für die Virulenz des Mutterkornpilzes sind.	MÜHLE und BREUEL 1977; LUTTRELL 1980; SHAW AND MANTLE 1980;
Nebenfruchtform	Nach der Kolonisierung des gesamten Fruchtknotens durch <i>C. pur.</i> -Hyphen verdichtet sich das Myzel; es kommt zur Zerstörung der Samenanlage und zur Entwicklung des <i>Sphacelia</i> -Gewebes, der Nebenfruchtform <i>Sphacelia segetum</i> .	HAMBROCK 1992; TENBERGE und TUDZYNSKI 1998;
Honigtau	Mit der Entwicklung des <i>Sphacelia</i> -Gewebes kommt es am äußeren Hyphengeflecht zur massiven Abschnürung von Konidien, die mit dem zuckerreichen „Honigtau“ freigesetzt werden. Der stark Kohlenhydrat haltige Honigtau entsteht durch einen pilzlichen, enzymatischen Abbau der Saccharose, die in der Wirtspflanze vom Phloem angeliefert wird. Der Honigtau enthält Konidien in hoher Menge, die durch Insekten, Spritzwasser oder durch Bewegungen der Halme auf Gräser- und Getreideblüten anderer Pflanzen getragen werden.	AMELUNG 1999;
		LUTTRELL 1980; HAMBROCK 1992; HOMANN 1993;
		GUGGISBERG 1954; AMELUNG 1999;

	Bemerkungen	Autoren
Sekundärinfektion	Auf Narben der Gräser- und Getreideblüten keimen die <i>Claviceps</i> -Konidien bei hoher Luftfeuchtigkeit und bei Temperaturen zwischen 13 und 20 °C aus (Sekundärinfektion). Im unverdünnten Honigtau können die Konidien noch nicht keimen. Die saure Reaktion und der hohe Gehalt an Zucker verhindert zunächst noch die Keimung. Erst dann, wenn der Honigtau durch Regen verdünnt wird, tritt die Keimung der Konidien ein. Nach Myzelausbreitungen im Fruchtknoten bildet sich zunächst wiederum Honigtau. Nach Erschöpfung der Konidienbildung setzt die Sklerotienbildung (Mutterkörner) ein. Für den Befall des Roggens mit Mutterkorn hat sich herausgestellt, dass die Sekundärinfektion viel bedeutsamer ist als die Primärinfektion.	GUGGISBERG 1954; HECHT 1960; CAMPBELL 1957; MÜHLE und BREUEL 1977; FRAUENSTEIN 1988A; SHAW 1986;
Schadwirkung Ertragsverluste	Ertragsverluste durch Mutterkornbesatz war bis Anfang der 90er Jahre im Roggenanbau noch zweitrangig. 1998 war der Schaden durch Befall mit Mutterkorn gebietsweise im Saarland und im Rheinland so gravierend, dass die Hybridroggenschläge gehäckselt und umgepflügt werden mussten. In der Hybridroggenzüchtung kann der Schaden durch Mutterkornbesatz auch beeinträchtigt sein; denn zwei bis vier Mutterkörner pro Ähre der pollensterilen Linien bedeuten ebenfalls einen Ertragsverlust von drei bis sechs dt/ha.	VON HORN 1998 (pers. Mitt.); HOLZ 1998; (pers. Mitt.) MIELKE 1993;
Mutterkörner im Erntegut	Gefährlich können Mutterkörner und Mutterkornbruchstücke werden, die im Erntegut eine Größe von Weizen- und Roggenkörnern aufweisen und sich nicht ausreinigen lassen. Das Ausreinigen des Mutterkorns selbst ist stets mit Ertragsverlusten verbunden (ca. 15%).	WOLFF et al. 1983; BROUWER 1972;
Alkaloide	Während der Entwicklung des Sklerotiums bildet <i>C. pur.</i> als sekundäre Metaboliten die toxischen Mutterkornalkaloide. Neben Farbstoffen, Amininen, Aminosäuren, Enzymen, fettes Öl, Stearinen enthalten Mutterkörner bekanntlich eine Reihe toxischer Alkaloide, die bei Warmblütlern Vergiftungen hervorrufen können. Alkaloide des Mutterkorns gehören zur Klasse der Indolalkaloide, deren Wirkstoffe 0,1-0,8% Lysergsäurederivate sind. Dieser Gruppe gehören die Alkaloide Ergonovin, Ergocristin, Ergocryptin, Ergometrin, Ergotamin, Ergosin u. a. an. Bei weißen Mutterkörnern fehlen häufig die Alkaloide.	WINING und TABER 1979; SCHLEGEL 1976, zit. in KLUG 1986; ROTH et al. 1990; SEYFFART 1996; MOTHES und SILBER 1954;
Symptome	Akute Mutterkorn-Vergiftungen äußern sich durch Erbrechen, Leibschmerzen, quälenden Singultus, starken Durst, Brennen im Epigastrium, Diarrhöe, Gliederschmerzen, Präkordiallängst, Herrpulpitation, Dyspnoe, spastische Uterusaffektionen, Kopfschmerzen, Schwellungen der Lider, Mydriasis, Herabsetzung des Sehvermögens, Temperaturerhöhung, Zittern, Frösteln, Parästhesie, Kontrakturen, Konvulsionen, eleptische und shanialkalische Ausfälle, Zyanosen, Temperatursenkung, Pulsschwäche, Be-	ROTH et al. 1990; WIRTH und GLOXHUBER 1994; SEYFFART 1996;

	Bemerkungen	Autoren
Ergotismus	<p>wusstseinsverlust, tiefes Koma, Exitus infolge Atem- und Herzlähmung sowie Uterus-Zerreißung.</p> <p>Zwei Formen der chronischen Vergiftung (Ergotismus) gibt es:</p> <p>1. <u>Konvulsischer Ergotismus</u>: Beginnt mit dem Taubheitsgefühl (zunächst Finger, Hände, dann ganzen Körper), Magen-/Darmstörungen, Brechdurchfälle, dann folgen tonische Kontraktionen, insbesondere der Flexoren mit typischen Kontrakturen und schließlich epilepsieartige Krämpfe; hierauf schwere Nachkrankheiten des Zentralnervensystems, die meist eine Verblödung nach sich ziehen.</p> <p>2. <u>Gangränöser Ergotismus</u>: Kribbeln und Durchfall Hämorrhagien und Geschwüre im Magendarm. Verfärbung der Haut, Abhebung der Epidermis, trockener Brand bei Zehen, Finger u. U. bei Ohren und Nase sowie häufig Früh- und Fehlgeburten.</p> <p>3. <u>Ergotismus</u> war bis 1953 in Deutschland ganz verschwunden. Auf Grund der „grünen Welle“ des Verbrauches ungereinigten Getreides, ab Hof und auch in „Bioläden“, nahm der Ergotismus ab der 60er Jahre wieder zu.</p>	ROTH et al. 1990;
Toxizität	<p>Für den Menschen gelten 0,1% frisches Mutterkorn im Mehl als ungefährlich; 1% Mutterkorn als toxisch und 8 bis 10% als lebensgefährlich; 5 bis 10 g frisches Mutterkorn kann für den Menschen tödlich wirken.</p> <p>Bei längerer Lagerung des Getreides nimmt die Alkaloidkonzentration im Mutterkorn ab.</p>	<p>KLUG 1986; WOLFF et al. 1983;</p> <p>BANO et al. 1976, zit. bei KLUG 1986;</p>
Gefährdung der Tiergesundheit	<p>Durch Fraß mutterkornhaltiger Gräser können Tiere leicht erkranken. Die Gefahr der Vergiftungen bei Silagefütterung ist noch eher gegeben als bei der Verfütterung von Heu. Die Vergiftungserscheinungen äußern sich beim Rind durch Gangrän an den Extremitäten, Störungen des zentralen Nervensystems und Darmerkrankungen. PETERSEN (1943); SALOBIR (1980) und PARHAEVA (1979) konnten darüber hinaus feststellen, dass neben dem Rückgang der Milchleistung Ergotalkaloide in der Milch sich befanden. Schweine reagierten auch empfindlich auf mutterkornhaltiges Getreide. Schafe sollen widerstandsfähiger sein. Akute Vergiftungen können auch beim Geflügel auftreten, wobei dann Durst, Appetitmangel, Diarrhöe, Krämpfe, Lähmungen, Nekrosen und Gangrän am Kamm, Kehllappen, Zehen und Tod vorkommen können. Abortus kommt bei Tieren seltener vor.</p>	<p>TEUTEBERG 1987; SCHMIDT 1999;</p> <p>zit. bei WOLFF und RICHTER 1995;</p> <p>ROTH et al. 1990; WILLIAMS 1984;</p>

Bemerkungen	Autoren	
Therapeutische Verwendung von Alkaloiden	<p>In der therapeutischen Verwendung in der Gynäkologie (Geburtshilfe), bei Durchblutungsstörungen, Schockbehandlungen, Migräne u. a. finden praktisch nur noch die aus der Droge isolierten Reinalkaloide und von diesen ausgehend halbsynthetische Produkte Verwendung. Es handelt sich um Derivate des Säureamids der Lysergsäure (LS). Hier werden zwei Typen unterschieden :</p> <p>a) Alkanolmintyp: Dessen Hauptvertreter Ergometrin ist.</p> <p>b) Peptidtyp: Wichtigstes Alkaloid ist hier das Ergotamintartrat.</p> <p>Die Peptidalkaloide der Ergotamin- und Ergotoxingruppe sind einerseits alpha-Rezeptorblocker und wirken dadurch blutdrucksenkend, kontrahierend, aber gleichzeitig durch direkten gefäßmuskelkontrahierenden Angriff an der glatten Muskulatur (die kleineren Blutgefäße) und erhöhen dadurch den Blutdruck. Durch die Hydrierung der 9-10-Doppelbindung wird der wehenerregende (uteruskontrahierende) Effekt vermindert, die alpha-Rezeptorblockierende Wirkung aber abgehoben. Das Ergometrin ist kein alpha-Rezeptorblocker; im Vergleich zu den anderen Alkaloiden ist seine Wirkung auf den Uterus stärker und schneller. Das Ergotamin wird angewendet zur Therapie der Migräne, von Durchblutungsstörungen und als Sympathikolytikum. Zur Stillung von Nachgeburtsblutungen findet das Ergometrin bzw. Methylergometrin Anwendung.</p>	<p>WIRTH und GLOXHUBER 1994;</p> <p>KLUG 1986;</p>

4 Zur Geschichte der Vergiftungen durch Mutterkornverzehr

Das Mutterkorn trat vermutlich auf, solange es überhaupt den Getreidebau gibt. Das Auftreten der Epidemien mit Vergiftungserscheinungen fiel fast ausnahmslos in solche Jahre, in denen die Sommer feucht, kühl gewesen waren, darauf wurde bereits in der Antike und später immer wieder hingewiesen (KOBERT 1889). Schon zu CÄSARS, CELSUS und GALENUS Zeiten wurden die Völker von Epidemien heimgesucht (Übersicht 2), die sich der Beschreibung nach als Mutterkornvergiftungen deuten ließen (HEUSINGER 1856; THIEME 1930). Im Zusammenhang mit Hungersnöten wurden die Vergiftungserscheinungen immer wieder erwähnt. Bis in das 12. Jahrhundert beschreibt man die Ergotismus-Krankheit und hatte bis dato deren Ursache noch nicht erkannt. 1195 war es ROBERT DUMONT, der als erster eine Epidemie des gleichen Jahres beschrieb und den Verzehr von „schlechtem Brot“ als Ursache dieser Krankheit ansah (KOBERT 1889; THIEME 1930).

Von Geschichtsschreibern des Mittelalters wurde die Krankheit, die bei schweren Fällen zum brandigen Absterben von Armen und Beinen führte, „das heilige Feuer“ oder „Ignis sacer“ (Ignis = Brand), „Pestris ignaria“ und „Feuer des heiligen Antonius“ genannt (THIEME 1930). Man hielt diese Krankheit auch für eine „Strafe des Himmels“ und nannte sie „Ignis sacer“. Es bildete sich der Orden des St. Antonius, in diesem Kloster suchte die Bevölkerung Zuflucht, wo man erklärlicher Weise Genesung fand, da im Kloster besseres, meist wohl nichtmutterkornhaltiges Mehl verbacken wurde (THIEME 1930).

Von 857 bis 1347 folgten in kurzen Abständen verheerende Epidemien (Tab. 2). Im Jahre 1347 verlor der Ergotismus gegenüber der aufgetretenen Pest an Bedeutung (THIEME 1930). In den folgenden Jahrhunderten blieben die Menschen von dem Ergotismus nicht verschont (HEUSINGER 1856; KOBERT, 1889; THIEME 1930). In den 20er Jahren dieses Jahrhunderts gab es schwere Erkrankungen durch Mutterkornverzehr in Russland und England sowie in den 50er Jahren in Frankreich (THIEME 1930; GUGGISBERG 1954; MÜHLE und BREUEL 1977 und ROTH et al. 1990). In letzter Zeit kam in wenigen Fällen ungereinigtes oder nicht genügend gereinigtes Getreide – ab Hof oder über Bioläden – an den Verbraucher, was vereinzelt auch zu Vergiftungen führte (ROTH et al. 1990; AMELUNG 1999).

Tab. 2: Vergiftungen durch Mutterkornverzehr in der Zeit vom Altertum bis zur Neuzeit

Zeit	Bemerkungen	Autoren
600 v. Chr.	Mutterkorn als schädliches „Gebilde“ auf Getreide wurde erstmalig auf einer assyrischen Tontafel beschrieben.	ROTH et al. 1990;
437 v. Chr.	Über Massenvergiftungen durch vermutlich Mutterkorn im Getreide wurde aus Sparta berichtet.	KOBERT 1889; ROTH et al. 1990;
430 v. Chr.	Massenerkrankungen durch vermutlich Mutterkornverzehr in Athen; seit dem Einfall der Spartaner in Attika im zweiten Jahre des Peloponnesischen Krieges; THUCUDIDES beschrieb diese Krankheit.	KOBERT 1889;
541 n. Chr.	541 berichtete GREGOR VON TOURS, dass über 40.000 Menschen in Europa durch vermutlich Mutterkornverzehr erkrankt waren.	KOBERT 1889
857 n. Chr.	In Xanten erfasste die Ergotismus-Krankheit viele tausend Menschen.	KOBERT 1889; ROTH et al. 1990;
943 n. Chr.	In der Gegend von Limoges starben viele tausend Menschen vermutlich durch Mutterkornverzehr.	ROTH et al. 1990; MIEDANER 1997;
945 n. Chr.	FLODOARDUS VON REIMS beschreibt in seinen Analen von einer zweiten in das Jahr 945 fallende Epidemie, vermutlich durch Mutterkorn.	KOBERT 1889;
994 n. Chr.	Von einer dritten Epidemie aus dem Jahre 994 schreibt RUDOLPHUS GLABERT.	KOBERT 1889;

Zeit	Bemerkungen	Autoren
1039	Aus dem Jahre 1039 berichtet RUDOLPHUS GLABERT wieder von Massenvergiftungen aus Frankreich, vermutlich durch Mutterkornverzehr hervorgerufen..	KOBERT 1889;
1048	1048 war in England ein großes Sterben bei Menschen und Vieh, wahrscheinlich durch Ergotismus hervorgerufen.	HEUSINGER 1856;
1089	In der Chronographie SIGBERT'S VON GEMBLOURG ist eine Epidemie erwähnt, die 1089 vermutlich durch Verzehr von mütterkornhaltigem Brot ausgelöst wurde.	KOBERT 1889;
1090	1090 traten in Lothringen die Massenvergiftungen erneut auf.	HEUSINGER 1856; KOBERT 1889;
1125	Um 1125 berichtete VINCENTIUS GALLUS von einer weiteren Epidemie in Frankreich.	KOBERT 1889;
1129	Um 1129 sind etwa 14.000 Menschen durch Vergiftungen in Frankreich umgekommen.	KOBERT 1889;
1195	ROBERT DUMONT beschrieb als erster eine Epidemie vom Jahre 1195, die durch den Verzehr von schlechtem „Brot“ als Ursache der Krankheit angesehen wurde.	KOBERT 1889; THIEME 1930;
1000 - 1500	KOBERT (1889) schätzte die Zahl der an „Sphacelinsäurevergiftung“ erkrankten Menschen allein in der Zeit von 1000 bis 1500 auf mehr als Hunderttausend.	KOBERT 1889;
1515	MATHIAS GRÜNEWALD bildete ein „Endstadium vom Ergotismus geplagten Kreatur“ auf einem Seitenflügel des Isenheimer Altars ab.	KOBERT 1889; ROTH et al. 1990; MIEDANER 1997;
1581	1581 herrschten in und um Lüneburg Massenvergiftungen, die BALDIAN RONSSEIUS beschrieb. Außerdem lagen Berichte über Mutterkornvergiftungen aus Russland, Schweden, Italien, Finnland, Niederlande, England, Norwegen, Ungarn und Nordamerika vor.	HEUSINGER 1856; KOBERT 1889;
1582	Im Kräuterbuch von ADAM LONICER wurde das Mutterkorn (Sklerotium) erstmals in Deutschland beschrieben.	GUGGISBERG 1954;
1585 - 1587	Von 1585 bis 1587 sind Vergiftungen durch Mutterkornverzehr im Sudetenland vorgekommen.	KOBERT 1889;
1588	Die erste wirklich medizinische Beschreibung der Vergiftungsercheinungen in Deutschland stammt von WENDELIN PHALIUS aus dem Jahre 1588.	KOBERT 1889;
1589	In Heidelberg und Worms waren Vergiftungen infolge Mutterkornverzehr aufgetreten.	KOBERT 1889;
1591 - 1592	Von 1591 bis 1592 trat Ergotismus in Deutschland auf, der sich besonders in Schlesien verheerend auswirkte.	HEUSINGER 1856; KOBERT 1889;
1596	Die Marburger medizinische Fakultät gab 1596 ein Gutachten über die Kriebelkrankheit ab und sah im „verdorbenen Brot“ die Krankheitsursache.	THIEME 1930;
1623	1623 beschrieb CASPAR BAUHIN in seiner „Pinax Theatri Botanici“ das Mutterkorn in der falschen Vorstellung als ein „Secale luxurians“, also ein zu üppig gewachsenes Roggenkorn.	MIEDANER 1997
1630	Im Jahre 1630 wurde das Mutterkorn von THUILLIER anlässlich einer Epidemie in Sologne als Ursache der Vergiftungen erkannt.	KLUG 1986;
1630	Aus Frankreich stammt die erste Beschreibung der Ergotismus-Krankheit von THUILLIER dem Älteren, Arzt des Herzogs von	HEUSINGER 1856; KOBERT 1889;

Zeit	Bemerkungen	Autoren
	Sully, aus dem Jahre 1630; erst im Jahre 1676 publizierte THUIL-LIER, dass das Mutterkorn auf Grund von Tierversuchen als Ursache des Ergotismus angesehen werden konnte.	THIEME 1930;
1672	1672 trat die Kriebelkrankheit in Westfalen auf.	HEUSINGER 1856; KOBERT 1889;
1675 - 1676	1675 bis 1676 ist die Kriebelkrankheit in Westfalen, im Voigtland und in Sachsen aufgetreten. In der gleichen Zeit erkrankten Leute in der Schweiz, in England und in Frankreich an Ergotismus.	HEUSINGER 1856;
1690	1690 war in Italien eine Epidemie mit gangränösen und spasmodischen Erscheinungen festzustellen.	HEUSINGER 1856;
1693 - 1702	Von 1693 bis 1702 sind in kurzen Abständen Ergotismusfälle in Augsburg, Thüringen, Freiburg und im Schwarzwald aufgetreten.	HEUSINGER 1856;
1709 - 1710	1709 bis 1710 kam Ergotismus in Frankreich und in der Schweiz vor.	HEUSINGER 1856;
1716 - 1717	1716 bis 1717 war die Kriebelkrankheit in Pirna, in Sachsen, in der Lausitz, in Schlesien und an der Ostsee häufig anzutreffen; 1717 sind in Schweden, Böhmen, Schweiz und in Frankreich Ergotismus in größerem Ausmaße vorgekommen.	HEUSINGER 1856;
1723	1723 berichtete der Französische Gesandte GAMPREDON über große Ergotismus-Epidemien in Rußland.	HEUSINGER 1856; KOBERT 1889;
1743	Der Leibmedicus BRÜCKEMANN aus Wolfenbüttel berichtete über Massenvergiftungen durch Mutterkornverzehr in Braunschweig.	KOBERT 1889
1745 - 1747	Von 1745-1747 herrschten in ganz Skandinavien Ergotismus-Epidemien.	HEUSINGER 1856; KOBERT 1889;
1763	1763 berichtete LINNÉ von erneuten großen Ergotismus-Fällen in Schweden.	KOBERT 1889;
1770 - 1772	In Niedersachsen, insbesondere im Raum Celle, und in weiten Gebieten Frankreichs kam es auf Grund von Mißernten und Hungersnöten zum Verzehr von Mutterkorn; die folgenden Ergotismus-Epidemien waren beträchtlich.	KOBERT 1889; BÖNING 1972;
1772	PETER der GROSSE mußte in Astrachan den Krieg gegen die Türken wegen der Erkrankungen seiner Truppen an Ergotismus abbrechen.	HOFFMANN 1988;
1773	MODEL berichtete über Vorkommen von Ergotismus in Sibirien.	KOBERT 1889;
1779	M. A. WEIKARD berichtete aus dem Jahre 1779 von einer in Fulda herrschenden Mutterkorn-Epidemie, an der zuerst Federvieh, Pferde und Menschen erkrankten und starben.	KOBERT 1889;
1785 - 1788	Von 1785 bis 1788 herrschten im Raum Kiew schwere Mutterkorn-Epidemien mit Gangränerscheinungen.	HEUSINGER 1856; KOBERT 1889;
1789, 1793 u. 1795	Ergotismus-Fälle wurden in den Jahren 1789, 1793 und 1795 aus Italien gemeldet.	HEUSINGER 1856;
1831, 1842, 1844 u. 1847	In den Jahren 1831, 1842, 1844 und 1847 sind große Ergotismus-Epidemien – nach Berichten von VON HARTMANN zufolge - in Finnland aufgetreten.	GRÜNEBERG 1889;

Zeit	Bemerkungen	Autoren
1832 - 1864	Von 1832 bis 1864 traten schwere Erkrankungen durch Mutterkornverzehr in Rußland in den Räumen von Charkow, Grodno am Don, Jarolaw, Jekaterinslaw, Kasan, KalngA, Kiew, Kostroma, Minsk, Moskau, Nischni-Nowgorod, Petersburg, Sanra, Simbirsk, Smolensk, Taurien, Tomsk, Tschernigow, Tula, Twer, Wladimir, Wiatka und Wolhymin auf.	GRÜNEBERG 1889;
1852	Bereits im Jahre 1852 wurde in Deutschland die medizinische Anwendung des Mutterkorns vom Frankfurter Arzt LONITZER in seinem Kräuterbuch beschrieben.	KLUG 1986;
1861 - 1865	In der Zeit von 1861 bis 1865 konnte TULASNE den Entwicklungszyklus des Erregers <i>C. pur.</i> aufklären.	KOBERT 1889;
1867 - 1868	Von 1867 bis 1868 herrschte großer Notstand in Ostpreußen infolge von Vergiftungen durch Mutterkornverzehr.	KOBERT 1889;
1871 - 1880	In den Räumen Charkow (1871), Cherson (1872), Kiew (1879), Nowgorod (1879) sowie in den Vorstädten von Kiew (1880) sind große Ergotismus-Epidemien aufgetreten.	GRÜNEBERG 1889;
1881 - 1884	1881 sind in Hessen und 1884 in Schlesien Massenerkrankungen durch den Genuß mutterkornhaltigen Roggens aufgetreten.	MIEDANER 1997;
1908	Im Komitat Behar erkrankte die rumänische Bevölkerung.	THIEME 1930;
1926 - 1927	Vergiftungen durch den Mutterkornverzehr gab es in den 20er Jahren in Manchester und in Rußland (über 11.000 Erkrankungen).	THIEME 1930; AMELUNG 1999;
1951 - 1952	Eine lokale Epidemie durch Mutterkornverzehr trat in Südengland und in Südfrankreich (St. Esprit) auf.	MÜHLE und BREUEL 1977; ROTH et al. 1990; AMELUNG 1999;
1958 u. 1976	In den Jahren 1958 und 1976 wurden in Indien Vergiftungen nach dem Verzehr von mit <i>Claviceps fusiformis</i> kontaminierter Hirse bekannt.	KRISHNAMACHARI und BHAT 1979, zit. in KLUG 1986;
1979	1979 kam es im äthiopischen Regierungsbezirk Wolle zu einer schweren Mutterkornvergiftung unter der Bevölkerung. Nachdem mit Mutterkorn kontaminierter Hafer verzehrt worden war, starben 47 Menschen.	DEMEKE et al. 1979; zit. in KLUG 1986;
1985	Ein Einzelfall durch „alternative Ernährung“ wurde in der Bundesrepublik Deutschland bekannt.	WIRTH und GLOXHUBER 1994;

5 Zur Anfälligkeit der Getreidearten

Bei einem zunehmenden Befall mit Mutterkorn im Getreide stellt sich zwangsläufig die Frage: Wie anfällig sind die Getreidearten gegenüber dem Pilz *C. pur.* und anderen *Claviceps*-Arten. Aus früheren Arbeiten verschiedener Autoren wissen wir (s. Tab. 3), welche Getreidearten mehr oder weniger stark von dem Erreger des Mutterkorns befallen wurden. Mutterkorn kam unter den Getreidearten bei dem Windbestäuber Roggen am häufigsten vor. Sowohl Triticale als auch Durumweizen werden stärker als der gewöhnliche Weichweizen befallen (JANK 1986). Seltener zeigen Gerste und Hafer Mutterkornbesatz. Sollte in Deutschland in Zukunft Hybridweizen zum Anbau kommen, dann ist auch im Weizenanbau mit Mutterkorn zu rechnen. Mais, Reis und Hirse können befallen werden; allerdings von anderen *Claviceps*-Arten (Tab. 3).

Tab. 3: Anfälligkeit der Getreidearten gegenüber *Claviceps purpurea* und anderen *Claviceps*-Arten

Getreidearten	Anfälligkeit	Autoren
Weichweizen	selten befallen	BUHL et al. 1975; OBST UND PAUL 1993
Hartweizen	anfällig	JANK 1986
Dinkel	anfällig	OBST und PAUL 1993
Hybridweizen	hochanfällig	
Triticale	anfällig	MIELKE 1993; OBSt und PAUL 1993
Gerste	selten befallen	BUHL et al. 1975; SPAAR et al. 1989
Populationsroggen	anfällig	BUHL et al. 1975; MIELKE 1993; OBST und PAUL 1993
Hybridroggen	hochanfällig	MIELKE 1993; OBST und PAUL 1993
Mais	anfällig	LORENZ 1979, zit. bei KLUG 1986
Reis	anfällig	STOLL et al. 1954, zit. bei KLUG 1986
Hirse	anfällig (<i>Claviceps zizenia</i>)	KLUG 1986

6 Zur Anfälligkeit des Roggens

Der Roggen als windbestäubende Getreideart wird bekanntlich häufiger von dem Erreger des Mutterkorns befallen als die übrigen Getreidearten. Der Grund hierfür ist, dass der Roggen gegenüber dem Weizen „offen“ blüht. Dadurch können Ascosporen und Konidien des Erregers *C. pur.* leicht auf Narben der Roggenblüte gelangen und Infektionen auslösen. Während der Roggenblüte kommt es auf der Narbe häufig zu einem „Wettlauf“ zwischen Pollen und den Sporen des Mutterkornpilzes, denn unbefruchtete Narben der Roggenblüte werden allzu leicht von dem Erreger *C. pur.* infiziert (MOTHES und SILBER 1952). Beim Roggen konkurrieren Konidie und Pollenkorn um die Inanspruchnahme des Fruchtknotens. Damit die Befruchtung bei windbestäubenden Getreidearten schnell vonstatten gehen kann bzw. gewährleistet ist, schüttet der Roggen in der Regel Pollen im Übermaß aus. Pro Ähre werden mehr als eine Million Pollenkörner für die Befruchtung der Nachbarähren ausgeschüttet (MIEDANER 1997). Dadurch ist über einen längeren Zeitraum ein Pollenangebot vorhanden. Bei trockener, warmer Luft können Pollen über Weiten von mehr als einen Kilometer fliegen und auch zu Bestäubungen führen (BETZ et al. 1998).

Bereits nach früheren Untersuchungen hatte GÄUMANN (1951) darauf hingewiesen, dass alle Witterungs- und Kultureinflüsse sowie Sorteneigenschaften, die die Öffnungszeiten der Blüten im Roggenbestand fördern, den Befall mit Mutterkorn erhöhen. Feuchtkühle Witterung während der Blühphase kann, insbesondere beim Hybridroggen, zur Zunahme des Mutterkornpilzes führen, da die Abblühphase des Roggens durch die kühle Witterung verlängert wird. Infolgedessen hat der Erreger *C. pur.* eine noch längere Zeit zur Infektion des Wirtes (GÄUMANN 1951; ANONYM 1994).

Ein wesentlicher Faktor des Befalls mit Mutterkorn war in früheren Jahren die geringe Standfestigkeit des Roggens. Nach dem Wiederaufrichten der Roggenähren war mit dem Hinauszögern der Blüte die Mutterkorngefahr besonders gegeben (LAUBE und QUADT 1959).

MOTHES und SILBER (1952, 1954) beobachteten an Roggenrandpflanzen, dass sich Mutterkörner besonders leicht auf unbefruchteten und sterilen Blüten entwickelten. Beim Roggen sind Spätschösser und Zwiewuchs auf Grund ihrer langen Blühphasen, ihrer geringen Pollenbestäubungsproduktivität und des allgemein geringen Pollenangebotes besonders gefährdet (ROTHACKER et al. 1988; MIELKE und BETZ 1995). Roggenbestände in Dünnsaat und mit großer Saattiefe weisen häufig hohen Befall mit Mutterkorn auf (KREBS 1936; zit. in GÄUMANN 1951; GUGGISBERG 1954). Die höhere Anfälligkeit gegenüber *C. pur.* bei den tetraploiden Roggenpopulationen dürfte in der größeren Wüchsigkeit, in der später einsetzenden Blüte und in der Neigung zur höheren Schartigkeit im Vergleich zu denen des heterozygoten diploiden Roggenmaterials zu erklären sein (GEIGER und BAUSBACK 1979). Mangelnde Bestäubung führte häufig zur Schartigkeit der Roggenähren. Diese Erscheinung war in letzter Zeit, verbunden mit einem hohen Mutterkornbesatz, überwiegend beim Hybridroggen zu beobachten.

Dem Hybridroggen steht auf Grund der kleineren Antheren nicht die ausreichende Pollenmenge zur Verfügung, die für eine schnelle Befruchtung der Blüte notwendig wäre (FREI 1992). Dadurch ist bei Hybridroggensorten die Bereitschaft zur Mutterkornbildung eher gegeben, als es bei konventionellen Roggensorten der Fall ist (Tab. 4).

Im Zusammenhang mit der Befruchtung und der Mutterkornbildung wissen wir auch aus früheren Untersuchungen von Kirchhoff (1929), dass Infektionen mit *C. pur.* bis etwa 6 Tage nach der Befruchtung noch normal ausgebildete Mutterkörner ergeben. Bei späteren Inokulationen wurde die Entwicklung – von halb Roggen und halb Mutterkorn (Teilkörper) – beobachtet. In der Natur waren diese Phänomene fast gar nicht oder nur sehr selten festzustellen. Inokulationen, die später als 10 Tage nach der Befruchtung erfolgten, ergaben nur noch Roggenkörner.

Inokulationsversuche bei pollenisolierten Roggenähren erbrachten bis eine Woche nach Blühbeginn noch normalen Befall mit Mutterkorn. Bereits nach zwei Wochen – nach der Inokulation mit *C. pur.* – blieb die Mutterkornbildung wegen zu geringer Empfänglichkeit der Narben aus.

In der Hybridroggenzüchtung war oder ist man nach wie vor bemüht, noch bessere Restorerogene zu finden; inzwischen ist die Suche danach erfolgreich verlaufen. Heute besteht für die Hybridroggenzüchtung die Aussicht, neue Roggensorten mit wesentlich verbesserter Pollenausshüttung zu finden. Die Roggensorten sollten heute eine optimale Blühzeitübereinstimmung aufweisen (BETZ et al. 1998).

Tab. 4: Anfälligkeit des Roggens gegenüber *Claviceps purpurea*

Roggenarten	Anfälligkeit	Autoren
Populationsroggen	anfällig	BUHL et al. 1975; OBST und PAUL 1993; MIELKE 1993
Tetroroggen	hochanfällig	DEUFEI 1952a 1952b; MOTHES und SILBER 1952; LAUBE und QUADT 1959; GEIGER und BAUSBACK 1979
Hybridroggen	hochanfällig	MIELKE 1993; OBST und PAUL 1993
Pollensterile Roggenlinien	überaus hohe Anfälligkeit	GEIGER und BAUSBACK 1979; MIELKE 1993
Perennierender Roggen	überaus hohe Anfälligkeit	AMELUNG 1991(pers. Mitt.); MIELKE, 1993
Sommerroggen	hochanfällig	

7 Befallsverlauf mit Mutterkorn an Ähren verschiedener Populations- und Hybridroggensortimente bei künstlichen Inokulationen von 1991/92 bis 1998/99

Um einen Überblick über das Ausmaß des Befalls mit Mutterkorn an Populations- und Hybridroggensorten aus den letzten 8 Jahren zu erhalten, wurde der durchschnittliche Prozentsatz befallener Ähren der untersuchten Roggensortimente jahrgangsweise zusammengestellt (Abb. 1), die im Rahmen von Resistenzprüfungen auf dem Standort Braunschweig von 1991/92 bis 1999 angebaut worden sind. Bei diesen Untersuchungen wurde deutlich, wie unterschiedlich hoch der Befall mit *C. pur.* von Jahr zu Jahr ausfiel. Ein außergewöhnlich hohes Befallsniveau konnte im Jahre 1992/93 bei den Hybridroggensorten beobachtet werden. Es ist auch nicht zu übersehen, dass bei einem Infektionsdruck, wie es 1992/93 der Fall war, einige konventionelle Roggensorten auch bei fast 40% der Ähren Mutterkornbesatz hatten. Im gleichen Jahr wiesen Hybridroggensorten an über 60% ihrer Ähren Mutterkorn auf. Bezeichnend waren überhaupt die Befallsunterschiede zwischen Populations- und Hybridroggensorten.

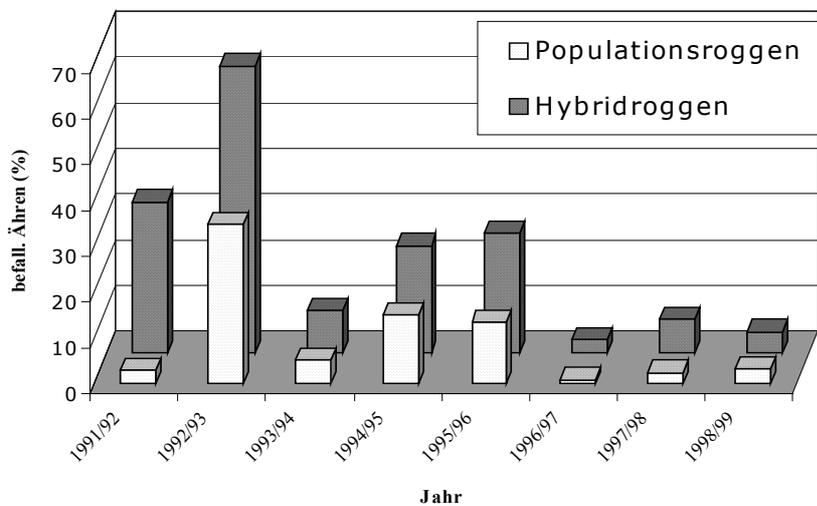


Abb. 1: Befallsverlauf mit Mutterkorn an Ähren verschiedener Populations- und Hybridroggensortimente nach künstlichen Inokulationen auf dem Standort Braunschweig von 1991/92 bis 1998/99

8 Frühere und neue Resistenzprüfungen verschiedener Autoren

In den bisher bekannten Resistenzprüfungen gegen *C. purpurea* konnten nur graduelle Unterschiede in der Anfälligkeit zwischen den untersuchten Roggensorten gefunden werden (Tab. 5). Auffallend war auch bei den Untersuchungen anderer Autoren, dass häufig die Ergebnisse der einzelnen Roggensorten von Jahr zu Jahr nicht immer stabil gewesen sind.

Tab. 5: Frühere und neue Untersuchungen zur Anfälligkeit verschiedener Roggensorten gegenüber *C. purpurea*

Autoren	Bemerkungen
KIRCHHOFF 1929;	Der Autor testete bereits Ende der 20er Jahre 14 verschiedene deutsche Roggensorten hinsichtlich ihrer Anfälligkeit gegenüber <i>C. pur.</i> . Es wurden bereits Unterschiede in der Anfälligkeit zwischen den geprüften Roggensorten gefunden.
KOMPLOSSY 1960;	Ende der 50er Jahre wurden von KOMPLOSSY über 240 osteuropäische Roggensorten gegenüber <i>C. pur.</i> getestet; hierbei konnten auch nur unwesentliche Sortenunterschiede beobachtet werden.
PIATFORD und BERNIER 1976; KUNOVSKI und PANAYOTOW 1974; PANDOTRA et al. 1985;	Die Autoren konnten bei ihren Resistenzprüfungen zwar Sortenunterschiede feststellen, wobei einzelne Sorten auch in die Befallsklasse „widerstandsfähig“ eingeordnet wurden, aber bis dato war es der Resistenzzüchtung noch nicht gelungen, resistente Roggensorten der Praxis zur Verfügung zu stellen.
BAUSBACK 1976;	In Gewächshausversuchen wurden kalifornische Roggenunkrautpopulationen auf Mutterkornbesatz nach künstlichen Inokulationen untersucht; hierbei ist erbliche Variabilität gefunden worden. Die ermittelten Heritabilitätsschätzwerte lagen in der für quantitative Merkmale üblichen Größenordnung.
FREI 1992;	Die Autorin fand sowohl bei Hybrid- als auch bei Populationsroggensorten Unterschiede in der Anfälligkeit, wobei die Hybridroggensorten im Durchschnitt ein deutlich höheres Befallsniveau erreichten.
MIELKE 1993;	MIELKE (1993) prüfte inländische Winterroggensorten auf ihr Resistenzverhalten gegenüber <i>C. pur.</i> mit Hilfe künstlicher Inokulationen. Alle untersuchten Roggensorten erwiesen sich als anfällig. Die mitgeprüften Hybridroggensorten hatten einen wesentlich höheren Mutterkornbesatz als die herkömmlichen Roggensorten.
WEIPERT 1996;	WEIPERT (1996) weist auf eine höhere Anfälligkeit bei den Hybridroggensorten hin.
SONNENBERG 1996;	Zweijährige Auswertungen der Landessortenversuche mit Winterroggen in Schleswig-Holstein (Standorte Schmabek, Rimmels, Schuby und Mölln) auf Mutterkornbesatz bei natürlicher Infektion zeigten, dass der Befall mit Mutterkorn bei den Populationsorten um die Hälfte geringer war, als es bei den Hybridorten der Fall gewesen ist.
MIELKE und ENGELKE 1998;	Zwischen neueren Populations- und Hybridroggensorten konnten jeweils Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber <i>C. pur.</i> festgestellt werden; Roggensorten mit absoluter Resistenz wurden nicht gefunden.
LÜHE et al. 1999;	Die untersuchten Populationsroggensorten waren insgesamt weniger befallen als die mitgeprüften Hybridroggensorten. Es gab aber auch herkömmliche Roggensorten (wie z. B. „Hacada“), die genauso anfällig gewesen waren wie die Hybridroggensorten „Marder“ und „Locarno“. Unter den Populationsroggensorten erwies sich die Sorte „Halo“ am wenigsten anfällig.

9 Untersuchungen zur Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber dem Mutterkorn

Bei zunehmendem Befall mit Mutterkorn im Roggenbau stellen sich zwangsläufig die Fragen: Gibt es Unterschiede im Resistenzverhalten zwischen den angebauten Roggensorten und wie hoch ist die Anfälligkeit der derzeitig zugelassenen Roggensorten? Von 1991 an wurden in der Biologischen Bundesanstalt alljährlich Roggensorten auf ihr Resistenzverhalten gegenüber dem Erreger *C. pur.* im Freiland geprüft. Diese Untersuchungen sind auf dem Versuchsfeld der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig durchgeführt worden. Das Versuchsfeld liegt in einer Höhe von 66 bis 70m über NN. Die Bodenart der Versuchsfelder ist lehmiger Sand mit einer Wertzahl von 40. Der Lage entsprechend herrscht in Braunschweig ein Übergangsklima von maritimen zum kontinentalen Klima, das durch feuchte Winter, feuchtkühle Frühjahre und trockene, heiße Sommer gekennzeichnet ist.

9.1 Material und Methoden

Die Resistenzprüfungen wurden mit Hilfe künstlicher Inokulationen mit dem Erreger *C. pur.* vorgenommen, wobei Populations- und Hybridroggen im Vergleich getestet wurden. Das Saatgut für die durchgeführten Untersuchungen wurde vom Bundessortenamt Hannover bezogen; es kamen ausschließlich nur Winterroggensorten zur Aussaat, die bis 1992 horstweise in Anlehnung an eine Methode von NOHE (1952) ausgesät wurden. Die Horste sind in Blockanlagen ausgesät worden, um Kontroll- und Inokulationsparzellen unmittelbar im Vergleich liegen zu haben. Die Parzellengröße betrug 1,6 m² (16 Horste). Ab 1992 erfolgte die Aussaat der Roggensorten in Drillsaaten (Parzellengröße = 4m²).

Für die Prüfungen von Roggensorten und –zuchtstämmen gegen *C. pur.* wurden in der Biologischen Bundesanstalt Methoden zur Herstellung des Inokulums und zur Inokulation erarbeitet. Zur Kultur und Anzucht des *Claviceps purpurea*-Inokulums wurden desinfizierte Sklerotienabschnitte auf Malzagar in Petrischalen gelegt und bei Zimmertemperatur zur Auskeimung bzw. zur Myzelbildung gebracht (14 Tage). Anschließend sind Myzelstückchen auf zweimal sterilisierten Weizen in Erlenmeyerkolben übergeimpft worden. Nach 4 bis 6 Wochen setzte die Konidienbildung ein. Die mit Konidien behafteten Weizenkörner dienten als Inokulum, das nach der Anzucht bei Zimmertemperatur getrocknet und in einer Kühlzelle bei 4 °C aufbewahrt wurde; zu jeder Zeit war es verwendbar.

Die Inokulationen mit *C. pur.* erfolgten zum Zeitpunkt der Roggenvollblüte (BBCH 65). Als Inokulum dienten im Labor hergestellte Konidiensuspensionen, die mit einer Rückenspritze – später auch mit einer Schlepperspritze ausgebracht wurden, hierbei sind 2 x 6 l Konidiensuspension auf eine Versuchsfläche von 100 m² gespritzt worden. Die Konidiensuspensionen wiesen 3 x 10⁶ Sporen/ml Wasser auf.

Die Beurteilung der Roggensorten auf ihr Resistenzverhalten gegenüber dem Erreger *C. purpurea* wurde bis 1991 während der Gelbreife (BBCH 87) nach dem in Tabelle 6 aufgeführten Schema vorgenommen.

Tab. 6: Wertzahlen 1-9 für den Mutterkornbesatz auf Roggen (geschätzt)

1 =	kein Befall (keine Sklerotien)
2 =	einzelne Ähren sind befallen (= haben Sklerotien)
3 =	10% der Ähren weisen Sklerotien auf
4 =	20% der Ähren weisen Sklerotien auf
5 =	35% der Ähren weisen Sklerotien auf
6 =	50% der Ähren weisen Sklerotien auf
7 =	75% der Ähren weisen Sklerotien auf
8 =	über 75% der Ähren weisen Sklerotien auf
9 =	alle Ähren haben Sklerotien

Ab 1991/92 erfolgten die Befallsbeurteilungen der Roggensorten nach dem Mutterkornbesatz, wobei die Anzahl der mit Sklerotien behafteten Ähren ermittelt und in Prozent angegeben wurden. Dazu sind 3 x 1 lfdm einer Roggenparzelle ausgezählt und untersucht worden.

9.2 Ergebnisse

9.2.1 Untersuchungen 1997/98 und 1998/99

In Anbetracht der wirtschaftlichen Bedeutung des Mutterkorns im Hybridroggenanbau dürfte dem Praktiker die Anfälligkeit der z. Zt. zugelassenen Roggensorten besonders interessieren. Aus diesem Grund soll hier über die jüngsten Resistenzprüfungen gegen den Erreger des Mutterkorns berichtet werden.

In den Jahren 1997/98 und 1998/99 wurden Resistenzprüfungen gegen *C. pur.* mit den derzeitig zugelassenen Winterroggensorten bei künstlicher Inokulation vorgenommen (Tab. 7 u. 8). Da der Befall mit Mutterkorn in den einzelnen Jahren unterschiedlich stark ausgefallen ist, wurden die Ergebnisse von den vorliegenden Untersuchungen jahrgangsweise aufgeführt. In beiden Untersuchungsjahren war das Befallsniveau unterschiedlich hoch ausgefallen, dennoch konnten Unterschiede zwischen den geprüften Roggensorten hinsichtlich ihrer Anfälligkeit gegenüber *C. pur.* festgestellt werden. Die Populationsroggensorten hatten im Durchschnitt einen geringeren Mutterkornbesatz als die Hybridroggensorten. Bei den herkömmlichen Roggensorten schienen in beiden Jahren die Sorten „Merkator“, „Halo“ und „Pluto“ wenig anfällig zu sein. Auffallend war aber auch der geringe Befall der Hybridroggensorten „Goliath“, „Pikasso“ und „Fernando“. Am schlechtesten schnitt dagegen die Hybridroggensorte „Uso“ ab. Sonst schwankten die Befallsergebnisse zwischen den übrigen Roggensorten erheblich. Im Vergleich zum Populationsroggen hatten die Hybridroggensorten einen wesentlich höheren Mutterkornbesatz. Bei den vorliegenden Untersuchungen kam aber auch zum Ausdruck, dass einige Hybridsorten genau so anfällig zu sein schienen, wie die am stärksten befallenen Populationsorten.

Tab. 7: Zur Anfälligkeit inländischer Winterroggensorten gegenüber *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation 1997/98 (Auszug der Ergebnisse)
 Versuchsstandort: Braunschweig
 Vorfrucht: Kartoffeln
 Aussaat: 1.10..97
 Aussaatmenge: 300 Körner/m²
 Wdhg.: 4
 Inokulation mit *C. pur.*: 28.5.98 (Konidiensuspension)
 Befallsbonitur: 7.7.98

Sorten	Befall mit <i>C. purpurea</i> % befall. Ähren 41 dpi	Sorten	Befall mit <i>C. purpurea</i> % befall. Ähren 41 dpi
Populationsroggen		Hybridroggen	
1 Pluto	0,4	1 Picasso	1,3
2 Danko	0,5	2 Goliath	2,5
3 Merkator	0,6	3 Novus	2,6
4 Halo	0,6	4 Avanti	2,8
5 Born	0,7	5 Fernando	2,8
6 Nikita	1,3	6 Cilion	4,0
7 Borellus	1,4	7 Farino	4,4
8 Hacada	1,7	8 Amando	5,1
9 Quadriga	2,8	9 Locarno	5,3
10 Cilion	4,0	10 Marder	5,9
11 Motto	4,5	11 Apart	6,9
12 Canovus	6,3	12 Ursus	6,9
13 Amilo	8,7	13 Clou	7,4
Mittelwert	2,58	14 Marlo	8,6
		15 Esprit	9,1
		16 Rapid	10,0
		17 Dino	12,5
		18 Gamet	13,2
		19 Gambit	14,1
		20 Uso	20,0
		Mittelwert	7,3
		Mittelwert Σ	5,45
		GD _{5%}	3,63

Tab. 8: Zur Anfälligkeit inländischer Winterroggensorten gegenüber *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation 1998/99 (Auszug der Ergebnisse)
 Versuchsstandort: Braunschweig
 Vorfrucht: Winterroggen
 Aussaat: 30.9.99
 Aussaatmenge: 300 Körner/m²
 Wdhlg.: 4
 Inokulation mit *C. pur.*: 25.5. und 1.6.99 (Konidiensuspensionen)
 Befallsbonitur: 5.7.99

Sorten	Befall mit <i>Clav. purpurea</i> % befall. Ähren 41 dpi	Sorten	Befall mit <i>Clav. purpurea</i> % befall. Ähren 41 dpi
Populationsroggen		Hybridroggen	
1 Merkator	2,3	1 Goliath	1,4
2 Halo	2,4	2 Picasso	2,7
3 Amilo	2,5	3 Fernando	2,8
4 Pluto	2,7	4 Esprit	3,3
5 Borellus	2,8	5 Marder	3,3
6 Matador	2,9	6 Amando	3,4
7 Motto	2,9	7 Gambit	3,4
8 Hacada	2,9	8 Avanti	3,8
9 Danko	3,3	9 Locarno	4,3
10 Born	3,7	10 Apart	4,4
11 Nikita	4,0	11 Farino	4,8
12 Canovus	4,1	12 Usus	4,8
13 Quadriga	4,8	13 Dino	5,4
14 Cilion	6,4	14 Rapid	5,4
Mittelwert	3,41	15 Clou	6,3
		16 Gamet	6,3
		17 Cilion	6,4
		18 Novus	6,8
		19 Marlo	7,1
		20 Uso	7,2
		Mittelwert	4,7
		Mittelwert Σ	4,1
		GD _{5%}	5,96

9.2.2 Resistenzprüfungen 1990/91 bis 1996/97

Auf Grund des unterschiedlichen Befalls mit Mutterkorn in den Untersuchungsjahren von 1990/91 bis 1996/97 wurden die Ergebnisse der Resistenzprüfungen für jedes Jahr – für sich getrennt – in den Tabellen 9 bis 15 aufgeführt.

Im Jahr 1990/91 war der Befall mit *C. pur.* recht hoch ausgefallen, dennoch konnten Unterschiede in der Anfälligkeit zwischen den untersuchten Sorten festgestellt werden (Tabelle 9). 1991/92 schwankte der Befall mit Mutterkorn von 0 bis 5,6% befallener Ähren bei den Populationsroggensorten (Tab. 10). „Kustro“ war die einzige Sorte, die in dieser Prüfung keinen Befall aufwies. Die Hybridroggensorten hatten hingegen einen außergewöhnlich hohen Mutterkornbesatz. Infolge der kühlen Witterung im Sommer 1993 wurde der höchste Befall mit *C. pur.*, den es je in diesen Versuchen gab, ermittelt (Tab. 11). Bei dieser Resistenzprüfung wurde auch deutlich, dass selbst Populationsroggensorten, wenn sie einem hohen Infektionsdruck ausgesetzt waren, äußerst hoch befallen werden können. Schon nach drei Untersuchungsjahren war zu erkennen, dass die Rangordnung der Roggensorten in der Anfälligkeit sowohl bei den herkömmlichen als auch bei den Hybridroggensorten nicht mehr übereinstimmte. 1993/94 wurde in der Sortenprüfung ein mittelstarker Befall mit Mutterkorn festgestellt (Tab. 12); bei diesem Versuch waren einige Populationsroggensorten genauso anfällig wie wenig befallene Hybridroggensorten.

In den Untersuchungen 1994/95 und 1995/96 ist der Befall mit Mutterkorn auch stark in Erscheinung getreten (Tab. 13 und 14). Hier kam deutlich zum Ausdruck, dass Roggensorten, die sonst als weniger anfällig galten, hoch befallen wurden.

In der letzten Resistenzprüfung 1996/97 fiel der Befall mit Mutterkorn sehr niedrig aus (Tab. 15), dennoch ließ sich in der Sortenbewertung eine Abstufung der Roggensorten vornehmen.

Im Hinblick auf die Sortenbeurteilung bestanden bei den vorliegenden Resistenzprüfungen die Schwierigkeiten darin, dass die Stabilität der Befallsergebnisse von den jeweiligen Genotypen nicht in jedem Jahr gegeben war.

Tab. 9: Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation 1990/91 (Auszug der Ergebnisse)

Befall mit <i>Claviceps purpurea</i> 1-9 (Schätzwerte)			
Populationsroggen		Hybridroggen	
1 Kustro	3,0	1 Forte	5,2
2 Carokurz	3,3	2 Luchs	5,3
3 Halo	3,7	3 Amando	5,9
4 Danko	3,8	4 Cero	6,0
5 Merkator	3,8	5 Akkord	6,5
6 Dominator	4,6	6 Gepard	6,8
7 Karlshulder	5,3		
∅	3,97	∅	5,95
		GD _{5%}	1,57

Tab. 10: Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation 1991/92 (Auszug der Ergebnisse)

Befall mit <i>Claviceps purpurea</i> % befallener Ähren			
Populationsroggen		Hybridroggen	
1 Kustro	0,0	1 Clou	20,2
2 Pluto	0,8	2 Marlo	29,6
3 Danko	0,9	3 Amando	31,4
4 Bernburger FR	1,0	4 Luchs	31,4
5 Motto	1,7	5 Rapid	36,0
6 Peros	2,3	6 Cero	36,0
7 Halo	2,8	7 Akkord	39,0
8 Baro	4,3	8 Marder	40,3
9 Muro	4,6		
10 Merkator	4,7		
11 Dominator	4,9		
12 Borellus	4,9		
13 Karlshulder	5,6		
Ø	3,0	Ø	33,1
		GD _{5%}	7,29

Tab. 11: Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation 1992/93 (Auszug der Ergebnisse)

Befall mit <i>Claviceps purpurea</i> % befallener Ähren 1992/93			
Populationsroggen		Hybridroggen	
1 Muro	22,0	1 Gambit	38,5
2 Amilo	25,0	2 Clou	49,0
3 Peros	29,0	3 Akkord	63,0
4 Pluto	34,5	4 Amando	63,0
5 Borellus	35,5	5 Luchs	65,0
6 Danko	36,0	6 Rapid	65,0
7 Motto	36,5	7 Cero	69,5
8 Baro	36,5	8 Marlo	72,5
9 Halo	39,5	9 Marder	78,5
10 Merkator	39,5		
11 Dominator	39,5		
12 Epos	44,0		
Ø	34,8	Ø	62,7
		GD _{5%}	11,97

Tab. 12: Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation 1993/94 (Auszug der Ergebnisse)

Befall mit *Claviceps purpurea* % befallener Ähren 1993/94

Populationsroggen		Hybridroggen	
1 Borellus	2,3	1 Amando	3,7
2 Motto	2,3	2 Locarno	7,3
3 Merkator	2,7	3 Luchs	8,0
4 Dominator	3,7	4 Marder	8,3
5 Halo	4,0	5 Cero	8,7
6 Amilo	4,3	6 Akkord	9,0
7 Pluto	4,3	7 Clou	10,0
8 Muro	5,7	8 Marlo	11,0
9 Quadriga	6,0	9 Rapid	12,0
10 Kustro	6,3	10 Gambit	14,7
11 Danko	7,3		
12 Baro	7,7		
13 Peros	10,7		
Ø	5,18	Ø	9,27
		GD _{5%}	7,81

Tab. 13: Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation 1994/95 (Auszug der Ergebnisse)

Befall mit *Claviceps purpurea* % befallener Ähren 1994/95

Populationsroggen		Hybridroggen	
1 Dominator	11,0	1 Gambit	15,0
2 Halo	11,3	2 Akkord	15,5
3 Motto	11,8	3 Cero	19,8
4 Quadriga	11,8	4 Lomoran	21,3
5 Danko	12,0	5 Lostar	21,5
6 Peros	12,3	6 Amando	21,8
7 Borellus	14,5	7 Locarno	24,5
8 Baro	15,3	8 Luchs	26,3
9 Pluto	16,0	9 Marlo	26,8
10 Hacada	17,3	10 Marder	27,8
11 Merkator	19,3	11 Clou	28,8
12 Amilo	28,8	12 Rapid	31,8
Ø	15,1	Ø	23,4
GD _{5%}	4,76	GD _{5%}	5,57

Tab. 14: Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation 1995/96 (Auszug der Ergebnisse)

Befall mit *Claviceps purpurea* % befallener Ähren 1995/96

Populationsroggen		Hybridroggen	
1 Baro	9,7	1 Esprit	18,4
2 Hacada	10,5	2 Gambit	19,4
3 Peros	10,7	3 Locarno	20,0
4 Halo	11,0	4 Amando	21,9
5 Merkator	11,6	5 Lomoran	25,2
6 Borellus	12,8	6 Clou	25,9
7 Motto	12,8	7 Cero	27,8
8 Amilo	14,1	8 Dino	28,1
9 Dominator	14,3	9 Marlo	29,1
10 Pluto	17,0	10 Marder	29,6
11 Quadriga	17,1	11 Rapid	30,1
12 Danko	14,8	12 Uso	32,5
		13 Calypso	32,8
∅	19,45	∅	26,2
GD 5%	7,27	GD 5%	11,49

Tab. 15: Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation 1996/97 (Auszug der Ergebnisse)

Befall mit *Claviceps purpurea* % befallener Ähren

Populationsroggen		Hybridroggen	
1 Peros	0,4	1 Gambit	1,0
2 Merkator	0,5	2 Locarno	1,1
3 Dominator	0,5	3 Clou	1,6
4 Quadriga	0,6	4 Lomoran	2,2
5 Danko	0,7	5 Goliath	2,4
6 Amilo	0,7	6 Calypso	2,7
7 Hacada	0,7	7 Dino	2,8
8 Borellus	0,8	8 Esprit	2,8
9 Motto	0,9	9 Uso	2,9
10 Pluto	0,9	10 Rapid	3,3
11 Halo	1,0	11 Marlo	3,4
12 Baro	1,5	12 Amando	3,9
		13 Farino	4,0
		14 Marder	6,7
∅	0,77	∅	2,9
		GD 5%	4,63

9.2.3 Zur Anfälligkeit von Roggenzuchtstämmen

Im Rahmen der Resistenzprüfungen gegen den Erreger des Mutterkorns wurden alljährlich auch eine Reihe von Roggenzuchtstämmen mit untersucht. Wie aus Abb. 2 zu erkennen ist, ließen sich 1996 auch hier deutliche Unterschiede im Befall mit Mutterkorn zwischen den geprüften Roggenzuchtstämmen feststellen. Bei dieser Prüfung fiel der Hybridroggen-Neuzuchtstamm Nr. 46 besonders auf, da er mit Abstand von allen Populationsroggensorten und -stämmen am besten abschnitt. Dies ist ein Hinweis dafür, dass die Resistenzzüchtung gegen *C. pur.* bereits Fortschritte zu verzeichnen hat.

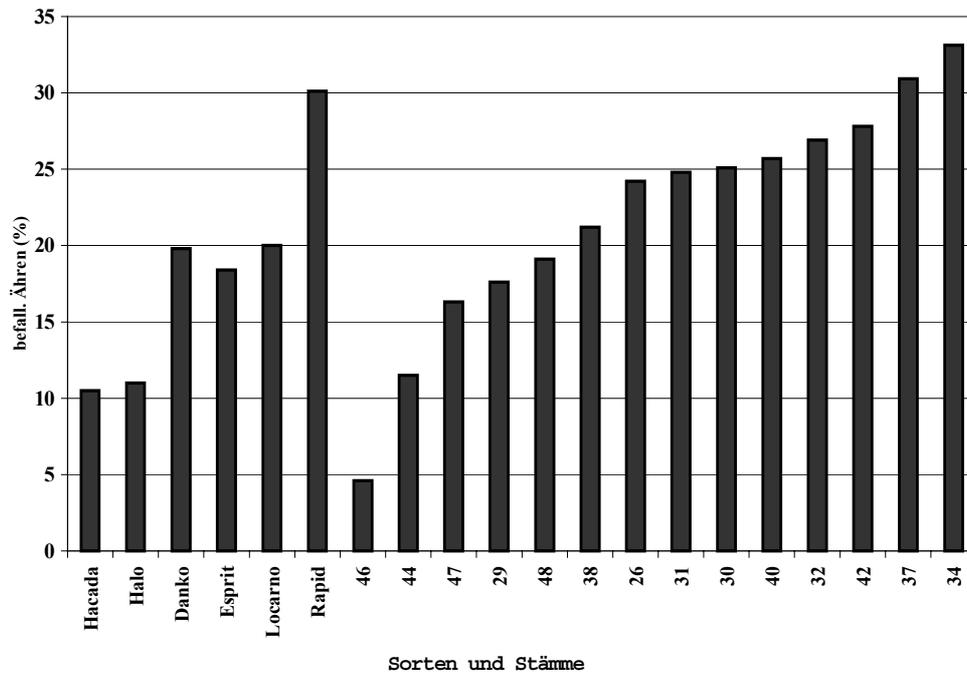


Abb. 2: Resistenzprüfung gegen *Claviceps purpurea* mit 14 Roggenneuzuchtstämmen im Vergleich zu bekannten Populations- und Hybridroggensorten bei künstlicher Inokulation auf dem Standort Braunschweig 1995/96

9.2.4 Zur Anfälligkeit von Spätschossern

Es ist bekannt, dass Spätschossers des Roggens besonders anfällig für Mutterkorn sind. Um zahlenmäßig zu belegen (Tab. 16), wie anfällig Nachschossers sein können, wurden in den Jahren 1995/96, 1996/97 und 1997/98 jeweils über 1600 Spätschossersähren und Ähren normaler Halme der Hybridroggensorte Rapid bei natürlicher Infektion untersucht. Dabei zeigte sich, dass in der ersten Serie 1995/96 über 80% der Nachschossers Mutterkornbesatz hatten. In den folgenden Jahren war der Befall mit *C. pur.* bei weitem nicht so hoch, aber dennoch konnte festgestellt werden, dass Nachschossers bei natürlicher Infektion empfänglich für einen höheren Befall mit Mutterkorn waren. Diese Ergebnisse geben einen Hinweis dafür, dass bei einer überzogenen Dünnsaat mit einem äußerst hohen Mutterkornbesatz beim Hybridroggen zu rechnen ist.

Tab. 16: Zur Anfälligkeit von Spätschossers der Hybridroggensorte Rapid gegenüber *Claviceps purpurea* bei natürlicher Infektion 1995/96, 1996/97 und 1997/98

	1. Serie	3. Serie	3. Serie
Versuchsstandort:	Braunschweig	Braunschweig	Braunschweig
Vorfrucht:	Kartoffel	Kartoffel	Kartoffel
Winterroggensorte:	Rapid	Rapid	Rapid
Aussaat:	9.10.95	4.10.96	1.10.97
Aussaatsmenge:	300Körner/m ²	300Körner/m ²	300Körner/m ²
Befallsbonitur:	13.7.96	24.7.97	21.7.98
Befall mit <i>Claviceps purpurea</i> (befall. Ähren in %)			
Rapid (normal)	1,4	0,2	2,0
Rapid (Nachschossers)	81,7	7,2	20,5

10 Zur Bekämpfung des Mutterkorns im Roggenbau

10.1 Bekämpfungsmöglichkeiten

Da mit einer Zunahme des Hybridroggenanbaues und somit mit einem verstärkten Auftreten des Mutterkornes zu rechnen ist, und da für den Befall mit *C. pur.* im Roggenbau keine Prognoseverfahren zur Verfügung stehen, sollten schon Überlegungen angestellt werden, welche Möglichkeiten zur Bekämpfung des Mutterkorns für die Praxis in Frage kommen. Daher erscheint es angebracht, eine Übersicht über Bekämpfungsmaßnahmen von überlieferten Empfehlungen und aus früheren Arbeiten, die nach wie vor ihre Berechtigung haben, nachfolgend aufzuführen (Tab. 17).

Eine acker- und pflanzenbauliche Bekämpfung des Mutterkorns beginnt in Befallslagen auf Böden mit geringer Bodenmächtigkeit (in Höhenlagen) mit einer sachgemäßen Fruchtfolge. Auf gefährdeten Standorten sollten weder Roggenbau in Monokultur noch in engen Fruchtfolgen durchgeführt werden. Mit einer Verminderung des Inokulumpotenzials ist zu rechnen, wenn Blatt- und Hülsenfrüchte in den Fruchtfolgen berücksichtigt werden (OBST et. al. 1990; GUGGISBERG 1954; MÜHLE und BREUEL 1977; PRILLWITZ 1983; FRAUENSTEIN 1988a; AMELUNG 1999 u. a.).

In Gebieten mit hohem Mutterkornbesatz im Roggen sollten schon bevorzugt Getreidearten angebaut werden, die möglichst keine Krankheitsbereitschaft zeigen, wie z. B. Hafer und Gerste (JANK 1986; ROTHACKER et al. 1988). Resistente Roggensorten sind nach eigenen Untersuchungen nicht verfügbar. Die in der Bundesrepublik Deutschland zugelassenen Roggensorten wiesen aber Unterschiede in ihrer Anfälligkeit gegenüber *C. pur.* auf. Die konventionellen Roggensorten werden weniger stark vom Erreger des Mutterkorns befallen als die Hybridroggensorten. Innerhalb des Hybridroggensortiments konnten auch Sorten mit unterschiedlicher Anfälligkeit festgestellt werden. Die hier weniger anfälligen Hybridroggensorten sollten auch von der Praxis genutzt werden (Abschnitt 8.2 und 8.2.2; MIELKE 1993; MIELKE und BETZ 1995; STEINBACH 1995; LÜHE et al. 1999).

Um nicht mit dem Roggensaatgut *Claviceps purpurea*-Inokulum in den Boden zu bringen, ist stets gereinigtes und gebeiztes Saatgut zu verwenden (FRAUENSTEIN 1988b; SHAW 1986; BETZ 1995; STEINBACH 1995). Auf eine rechtzeitige, gleichmäßige, dichte Saat ist zu achten, die einen möglichst wenig bestockten, gleichmäßig schnell abblühenden Roggenbestand gewährleistet. Dadurch werden die Infektionsbedingungen für den Erreger des Mutterkorns erschwert (LÜHE et al. 1999).

Die Befallsintensität von *C. pur.* ist sehr schwankend; besonders hoch ist sie in nassen Jahren und bei frühem Lagern des Roggens. Früh lagernder Roggen – während der Blüte – ist stets gefährdet, da die Infektion mit *C. pur.* von am Boden liegenden Sklerotien ausgehen kann. Eine ordnungsgemäße Bestandesführung ist daher im Roggenanbau stets angebracht. Zur ordnungsgemäßen Bestandesführung sind vorrangig der optimale Aussaatzeitpunkt sowie die dazu angepasste Aussaatmenge zu verstehen. Die Bestockung des Roggens sollte möglichst vor dem Winter bzw. spätestens ausgangs des Winters abgeschlossen sein (s. 8.2.4; Tab. 17). Die Düngung mit Stickstoff sollte verhalten erfolgen. Mengen über 200 kg N/ha einschließlich N-min, sind auf jeden Fall abzulehnen. Die Andüngung sollte in dünnen Beständen zur Beschleunigung der Bestockung gezielt etwas höher gewählt werden (BÖTTGER und KAUCHE 1996). Angestrebt wird ein gleichmäßiger Roggenbestand mit möglichst kurzen Blühperioden und ohne Bildung von Nachschossern und Zwiewuchs (s. Abschnitt 8.2.4).

Eine Düngung mit Kalkstickstoff im Frühjahr kann nach eigenen Untersuchungen im Roggenbau eine Minderung des Auskeimens von *Claviceps*-Sklerotien und somit eine reduzierte Perithezienbildung herbeiführen; hier sollten schon hohe Kalkstickstoffgaben (mindestens 60 kg N/ha) verabreicht werden (MIELKE 1993).

Auf Standorten mit guter Wasserversorgung ist der Einsatz von Wachstumsreglern angebracht, während bei Roggen auf Sandböden möglichst keine Wachstumsregler eingesetzt werden sollten; Stressperioden sind beim Roggen möglichst zu vermeiden (BETZ 1995; SONNENBERG 1996).

Gräser und Wildgräser sind Wirte von *C. pur.* und gelten somit auch als Infektionsherde für die Ausbreitung des Mutterkorns im Roggen. Aus diesem Grunde sollte der Wuchs der Gräser an Feldrändern, -rainen, -wegen, in Knicks noch vor ihrer Blüte unterbunden bzw. gemäht werden, damit sie nicht mehr als Zwischenwirte für *C. pur.* fungieren können. Gräser auf unwegsamen Stellen lassen sich durch das Beweiden mit Schafen kurz halten. Auf Blatt- und Hackfruchtschlägen sollte ebenfalls der Wuchs von Ungräsern (Wildgräsern) und Durchwuchsetreide vermieden werden (MÜHLE und BREUEL 1977; PRILLWITZ 1983; TEUTEBERG 1987; ROTHACKER et al. 1988 u.a.).

Nach der Roggenernte sollten möglichst tiefe Bodenbearbeitungen erfolgen. Durch ein tiefes Pflügen werden abgefallene, am Boden liegende Sklerotien vergraben und demzufolge am Auskeimen gehindert. Später wieder aufgepflügte Sklerotien haben meist an Keimkraft verloren (GUGGISBERG 1954; MÜHLE und BREUEL 1977; OBST und PAUL 1993; STEINBACH 1995).

Tab. 17: Bekämpfungsmöglichkeiten des Mutterkorns

Maßnahmen	Bemerkungen	Wirkung	Autoren
Standortwahl	Auf Standorten mit geringer Bodenmächtigkeit, auf denen nur eine flache Bodenbearbeitung durchgeführt werden kann, herrscht eine größere Infektionsgefahr.	Minderung der Infektionsgefahr	OBST et al. 1990 ;
Böden	Auf nährstoffreichen, schweren, winterfeuchten Böden ist es durchaus möglich, dass Sklerotien durch zu frühes Austreiben von Hyphen oder Stromata sich vorzeitig erschöpfen oder von anderen Pilzen überwuchert und zerstört werden.	Minderung des Inokulums	MOTHES und SILBER 1952;
Flächenwahl/ weite Fruchtfolgen/ Fruchtwechsel	In besonderen Befallslagen sollten weder Roggenanbau in Monokultur noch in engen Fruchtfolgen, in denen häufig Roggen, Durumweizen und Grassamenbau vorkommen, nicht angebaut werden. Ein Anbau von Nichtwirtspflanzen ist hier in den Fruchtfolgen zu berücksichtigen.	Minderung des Inokulums	GUGGISBERG 1954; MÜHLE und BREUEL 1977; PRILLWITZ 1983; JANK 1986; FRAUENSTEIN 1988A; STEINBACH 1995; BETZ et al. 1998; AMELUNG 1999;
Stilllegungsflächen	Gezielte Begrünung der Stilllegungsflächen mit Nichtwirtspflanzen.	Minderung des Inokulums	STEINBACH 1995;
Sortenwahl	Möglichst keine Hybridroggen- und Hartweizensorten anbauen. Anbau herkömmlicher, widerstandsfähiger Roggensorten ist empfehlenswert.	Verkürzung der Infektionszeit – geringerer Befall	JANK 1986; ROTHACKER et al. 1988; MIELKE 1993; STEINBACH 1995;

Maßnahmen	Bemerkungen	Wirkung	Autoren
Reinigung	Aus dem Saatgut Mutterkörner und -kornbruchstücke herausreinigen.	Minderung des Inokulums	NIEMANN 1956; MÜHLE und BREUEL 1977; FRAUENSTEIN 1988B; PRILLWITZ 1983; STEINBACH 1995;
Beizung des Saatgutes	Saatgut gegen Mutterkorn beizen; wirksame Mittel einsetzen.	Minderung des im Saatgut vorhandenen Inokulums	SHAW 1984, 1986; FRAUENSTEIN 1986; BETZ 1995; STEINBACH 1995;
Optimale Saattiefe	Keine Dick- und Dünnsaat – optimale Saattiefe und Bestockung; Nachschosserbildung und Zwiewuchs vermeiden.	Minderung der Mutterkornbildung	GUGGISBERG 1954; MÜHLE und BREUEL 1977;
Randstreifen	Randstreifen der Hybridroggenschläge mit Populationsroggen oder mit Nichtwirtspflanzen bestellen.	Minderung der Infektionsgefahr	LÜCKE 1995 (PERS. MITT.); STEINBACH 1995; BETZ 1995; AMELUNG 1999;
Fahrgassen	Fahrgassen sollten breit genug angelegt werden.	Minderung der Infektionsgefahr	BETZ 1995; SONNENBERG 1996;
Optimale Düngung – angepasste N-Düngung	Frühgesäte, gut bestockte Roggenbestände im Frühjahr weniger stark andüngen; keine zu dichten Roggenbestände führen; Lagergetreide vermeiden; eine Blühzeitverlängerung vermeiden.	Minderung der Infektionsgefahr	BETZ 1995; SONNENBERG 1996; OBST et al. 1990;
Düngung mit Kalkstickstoff	Kalkstickstoffdüngung des Winterroggens im Frühjahr.	Verminderte Auskeimung der im Boden befindlichen Mutterkörner	MIELKE 1993;
Vorgewende	Vorgewende des Roggenschlages nicht unnötig befahren.	Minderung der Infektionsgefahr	BETZ 1995; SONNENBERG 1996;
Einsatz von Wachstumsregulern	Auf Roggenschlägen mit Sandböden möglichst keine Wachstumsregulatoren einsetzen; überzogener Einsatz mit Wachstumsregulatoren und überhaupt Stressperioden vermeiden.	Minderung der Infektionsgefahr	BETZ 1995; SONNENBERG 1996;
Optimale Beregnung	Lager und Zwiewuchs durch Beregnung sollte vermieden werden.	Minderung der Infektionsgefahr	SONNENBERG 1996;
Fungizidapplikation	Fungizidapplikationen zu Beginn der Vollblüte beim Roggen mit tiram- und tebuconazolhaltigen Mitteln; es darf nicht zur Blühverzögerung des Roggens kommen.	Prophylaktische Bekämpfung des Mutterkorns	FRAUENSTEIN 1986; MIELKE 1993;

Maßnahmen	Bemerkungen	Wirkung	Autoren
Herbizidmaßnahmen	Durchwuchsgetreide in Blattfrüchten und Ungräser sowohl in Getreide als auch in Blattfrüchten ausschalten.	Minderung des Inokulums	SONNENBERG 1996; MIELKE UND BETZ 1995;
Mähen und Abweiden von Feldrändern und -wegen	Mähen oder Abweiden von Feldrändern, -rainen und -wegen, Biotopen vor der Gräserblüte sowie gezielte Bekämpfung der Gräser in der Folgekultur.	Unterbindung der Primär- und Sekundärinfektionen	GUGGISBERG 1954; MÜHLE UND BREUEL 1977; PILLWITZ 1983; ROTHACKER et al. 1988; TEUTEBERG 1987; STEINBACH 1995;
Gesonderte Bearbeitung des stärker befallenen Roggens an Randstreifen	Stärker befallenen Roggen an Rändern der Feldbeschlüge gesondert ernten.	Minderung des Mutterkornbesatzes	BROUWER 1972; von SCHWARZKOPF 1989/90;

10.2 Natürliche Feinde

Das Mutterkorn selbst wird auch von Pilzen befallen, wie z. B. von *Penicillium* ssp., verschiedenen *Fusarium*-Arten und von *Cladosporium herbarum* (Pers) Link (Schwärzepilz des Getreides). Durch den Befall mit diesen Pilzen können die Sklerotien in ihrer Keimfähigkeit geschädigt werden (von BÉKÉSY und KÖKÉNYSY 1967).

Das Mutterkorn hat auch tierische Feinde; zu ihnen gehören u. a. Mai- und Junikäfer (*Melolontha melolontha* L.; *Amphimallon solstitialis* L.), sowie die Larven der Kornmotte (*Nemapogon granellus* L.) (MÜHLE und BREUEL 1977). Besonders stark kann das Mutterkorn von dem Käfer *Omophlus rugosiculus* Brulle befallen und durch direkten Fraß nach dem *Sphacelia*-Stadium erheblich geschädigt werden (VON BÉKÉSY und KÖKÉNYSY 1967). Erst kürzlich fand PRESCHER (1999, pers. Mitt.) in Laborversuchen, dass Larven verschiedener Trauermückenarten (*Bradysia strenua* Winn. und *Bradysia paupera* Tuom.) Mutterkornsklerotien fraßen.

Es muss noch untersucht werden, wie hoch die Ausmaße der Mutterkornschädigungen durch natürliche Feinde (Pilze, Insekten) sein können, und ob diese Minderungen des Mutterkornbesatzes auch eine Relevanz für die Praxis haben.

10.3 Hybridroggenanbau im Gemisch mit Populationsroggen

Hinsichtlich der Mutterkornbekämpfung wurde seit Jahren die Frage gestellt, inwieweit der Hybridroggenanbau im Gemisch mit Populationsroggen einen Einfluss auf den Befall mit *Claviceps purpurea* ausübt. Derartige Versuche wurden in Zusammenarbeit mit Dr. H.-G. Betz, Landwirtschaftskammer Hannover, in Schwichelt (Krs. Peine) durchgeführt. Dem Hybridroggen (Sorte Rapid) wurden jeweils 10% und 30% Populationsroggen (Sorte Halo) vor der Aussaat beigemischt. Diese Untersuchungen sind mit Hilfe künstlicher Inokulationen mit *C. pur.* vorgenommen worden, wobei Konidien suspensionen in die Vollblüte des Roggens gesprüht wurden. In einem Falle ist ein Mischbauversuch bei natürlicher Infektion mit dem Erreger des Mutterkorns angelegt worden.

Im Mischbauversuch 1993/94 war die Inokulation mit *C. pur.* nur mäßig gelungen (Tab. 18), so dass der Mutterkornbesatz nur relativ gering ausfiel. Die Variante „Rapid 100%“ hatte nur 3% befallene Ähren. Dennoch konnte durch die Zumischung des Populationsroggens eine Minderung des Befalls mit Mutterkorn erreicht werden.

Beim zweiten Mischbauversuch 1995/96 war durch die Inokulation mit *C. purpurea* ein außergewöhnlich hoher Befall mit Mutterkorn aufgetreten (Tab. 19). Die Hybridroggensorte „Rapid“ wies im Reinanbau an 45% der Ähren Mutterkornbesatz auf. Der Mischbau mit 10% „Halo“ verminderte den Mutterkornbefall um 8% und der Mischbau mit 30% „Halo“ um 14%. Entsprechend sahen die Ergebnisse hinsichtlich des Mutterkornbesatzes im Erntegut aus. Bei diesem Versuch wurde deutlich, dass der Befall mit Mutterkorn im Hybridroggen durch den Mischbau mit Populationsroggen eingeschränkt, aber nicht ausgeschaltet werden konnte. Darüber hinaus brachte der Mischbau als willkommenen Nebeneffekt einen höheren Roggenertrag.

In einem weiteren Mischbauversuch bei natürlicher Infektion mit *C. pur.* wurde durch die Zumischung der Populationsroggensorte „Halo“ der Mutterkornbefall ebenfalls vermindert (Tab. 20). Wie aus den Ertragswerten zu erkennen ist, war es auch bei natürlicher Infektion und durch Zumischung eines Populationsroggens zu einer Ertragserrhöhung gekommen.

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Abt. Pflanzenschutz in Rendsburg-Osterrönfeld wurden von H. SONNENBERG im Jahre 1995/96 ebenfalls Untersuchungen über den Einfluss des Populationsroggens (Sorte Danko) auf den Befall mit *C. pur.* im Mischbau mit dem Hybridroggen „Marder“ durchgeführt. Die Versuche waren auch mit Hilfe künstlicher Inokulationen in der gleichen Art und Weise wie in Schwichelt (Krs. Peine) vorgenommen worden. Wie aus der Abbildung 3 zu erkennen ist, konnte durch die Zumischung mit dem Populationsroggen (Sorte Danko) in allen drei Fällen der Anteil des Mutterkorns/m² vermindert werden. In den Varianten mit der höchsten Zumischungsrate (30% Danko) war der geringste Mutterkornbesatz. Auch in diesen Untersuchungen wurde deutlich, dass das Mutterkorn im Hybridroggen durch Zumischung eines Populationsroggens nicht aufgehalten werden konnte.

Tab. 18: Untersuchungen über den Einfluss des Populationsroggens auf den Befall mit *Claviceps purpurea* im Mischanbau mit Hybridroggen bei künstlicher Inokulation auf dem Standort Schwichelt (Krs. Peine) 1993/94

Versuchsglieder	Befall mit <i>Clav. pur.</i> Prozent befall. Ähren 50dpi
1 <i>Clav. pur.</i> Rapid 100%	3
2 <i>Clav. pur.</i> Rapid 90% + 10% Populationsroggen Halo	1
3 <i>Clav. pur.</i> Rapid 70% + 30% Populationsroggen Halo	0,8
Mittelwert	1,6
GD 5%	1,17

Tab. 19: Untersuchungen über den Einfluss des Populationsroggens auf den Befall mit *Claviceps purpurea* im Mischanbau mit Hybridroggen bei künstlicher Inokulation auf dem Standort Schwichelt (Krs. Peine) 1995/96

Versuchsglieder	% befall. Ähren	g Mutterkorn je kg Erntegut	% Mutterkorn je kg Erntegut	Ertrag dt/ha
1 <i>Clav. pur.</i> Rapid 100%	45	19,55	2,48	79,08
2 <i>Clav. pur.</i> Rapid 90% + 10% Popul. Halo	37	10,73	1,34	80,49
3 <i>Clav. pur.</i> Rapid 70% + 30% Popul. Halo	31	8,65	1,02	85,12
Mittelwert	37,7	12,97	1,61	81,56
GD 5%	13,87	7,303	0,909	9,03

Tab. 20: Untersuchungen über den Einfluss des Populationsroggens auf den Befall mit *Claviceps purpurea* im Mischanbau mit Hybridroggen bei natürlicher Infektion auf dem Standort Schwichelt (Krs. Peine) 1995/96

Versuchsglieder	% befall. Ähren	g Mutterkorn je kg Erntegut	% Mutterkorn je kg Erntegut	Ertrag dt/ha
1 Rapid 100%	0,5	0,89	0,107	84,34
2 Rapid 90% + 10% Popul. Halo	0,13	0,51	0,055	91,81
3 Rapid 70% + 30% Popul. Halo	0,05	0,54	0,066	88,63
Mittelwert	0,227	0,646	0,075	88,26
GD 5%	0,037	0,3865	0,0422	16,64

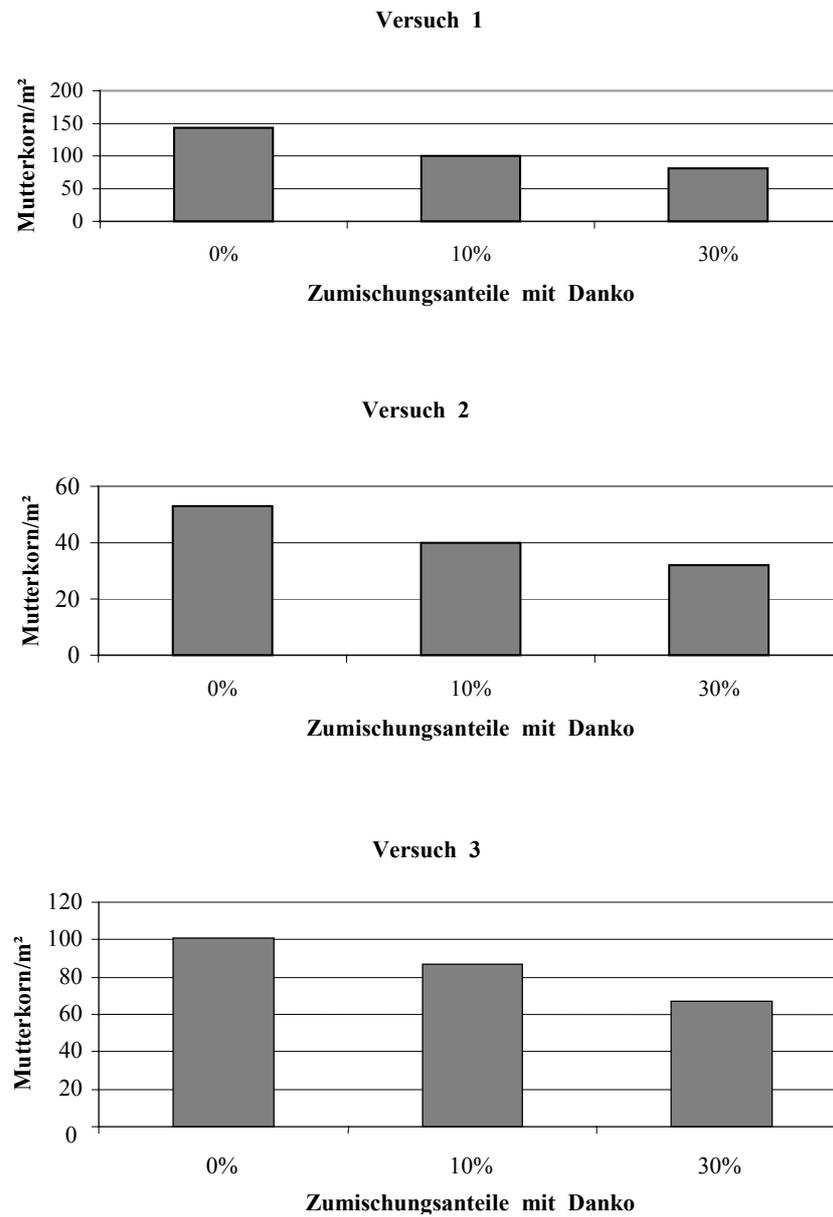


Abb. 3: Einfluss des Populationsroggens im Mischanbau mit Hybridroggen auf den Mutterkornbesatz bei künstlicher Inokulation auf dem Standort Rendsburg-Osterrönnfeld 1995/96 (v. H. Sonnenberg 1996)

10.4 Düngung mit Kalkstickstoff

Die Zunahme des Mutterkorns im Roggenbau war Anlass zu prüfen, welchen Einfluss eine Kalkstickstoffdüngung auf das Inokulum des Erregers *C. pur.* auszuüben vermag.

10.4.1 Material und Methoden

In den Jahren 1986/87 und 1987/88 wurden in Braunschweig Untersuchungen über die Wirkung einer Kalkstickstoffdüngung in einem Roggenfeld (Sorte „Halo“) auf die Auskeimung am Boden liegender Mutterkörner durchgeführt. Dazu sind im Herbst nach der Roggenaussaat jeweils 50 Sklerotien pro m² Parzellenfläche in dreifacher Wiederholung je Versuchsglied in einer Bodentiefe von 1 cm abgelegt worden. Im Frühjahr wurde im Entwicklungsstadium BBCH 30-32 am 23.03.87 dem Winterroggen die N-Düngung jeweils von 60 kg N/ha in Form von Kalkammonsalpeter und Perlkalkstickstoff verabreicht. Im zweiten Untersuchungsjahr erfolgte in zwei Versuchsvarianten eine zusätzliche Stickstoffdüngung von jeweils 40 kg N/ha in Form von Kalkammonsalpeter und Perlkalkstickstoff am 9.5.88 im Stadium BBCH 35-37. Von Ende Mai bis Juni der jeweiligen Untersuchungsjahre ist die Anzahl der gekeimten Sklerotien/m² ermittelt worden.

10.4.2 Ergebnisse

Wie aus den Abbildungen 4 und 5 deutlich hervorgeht, war die Auskeimung der Mutterkörner bzw. die Stromata-Bildung in den beiden Untersuchungsjahren sehr unterschiedlich ausgefallen. Dennoch konnte man deutlich erkennen, dass in den Versuchsvarianten mit der Perlkalkstickstoff-Düngung die Auskeimung der Mutterkörner um über 40% geringer war als in den Versuchsgliedern mit der Kalkammonsalpeter-Düngung. Die zusätzliche N-Düngung mit Perlkalkstickstoff im zweiten Versuchsjahr brachte keine Verbesserung des Ergebnisses.

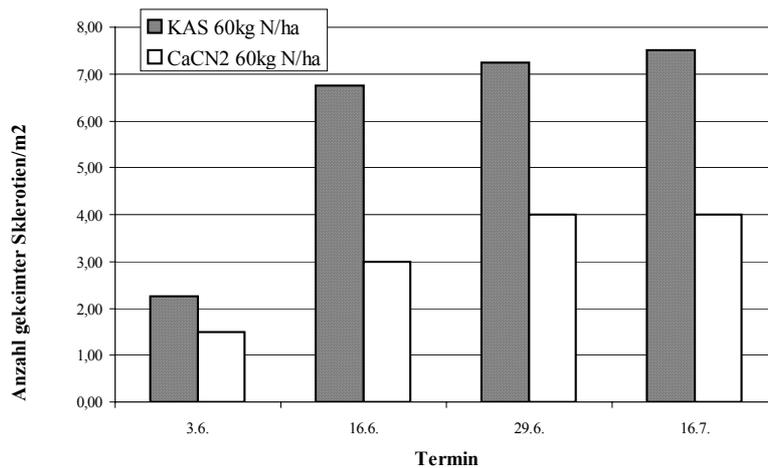


Abb. 4: Einfluss einer Kalkstickstoffdüngung auf die Keimung von ausgelegten *Claviceps*-Sklerotien im Winterroggen 1986/87

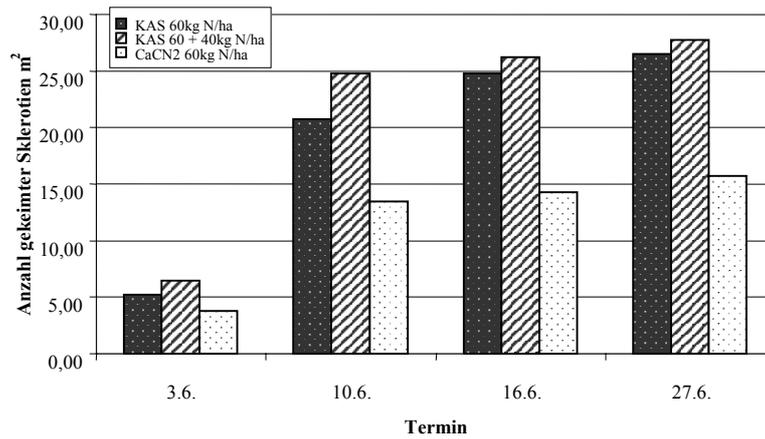


Abb. 5: Einfluss einer Kalkstickstoffdüngung auf die Keimung von ausgelegten *Claviceps*- Sklerotien im Winterroggen 1987/88

10.5 Untersuchungen zur Bekämpfung der Mutterkörner mit Fungiziden

Der zunehmende Befall mit Mutterkorn im Hybridroggenanbau war Anlass, auch Fungizide auf ihre Wirksamkeit gegenüber *C. pur.* zu testen. Seit 1989 werden in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Untersuchungen zur Bekämpfung des Mutterkorns beim Roggen mit Fungiziden bei künstlichen Inokulationen durchgeführt. Über erste Fungizideinsätze wurde bereits von MIELKE (1993) berichtet. Die bisherigen Fungizidtests gegen *C. pur.* haben gezeigt, dass der Erreger des Mutterkorns bereits bekämpft werden muss, bevor er in den Fruchtknoten der Roggenblüte gelangt. Die Fungizidapplikation mit den Mitteln Matador (Tebuconazol + Triadimenol) und mit Sportak Delta (Prochloraz + Cyproconazol) vor der Inokulation mit *C. pur.* schienen im Ganzen wirksamer gewesen zu sein als diejenigen nach der Inokulation. Am besten schnitt die Variante Matador (Tebuconazol + Triadimenol) und Dyrene (Anilazin) ab. Bei diesem Versuchsglied konnte der Befall mit *C. pur.* über die Hälfte vermindert werden. Die bislang durchgeführten Versuche mit Fungizidapplikationen waren Ansätze für eine direkte Bekämpfung des Mutterkorns. Daher wurden weitere Untersuchungen in diese Richtung erforderlich.

10.5.1 Material und Methoden

Für die vorliegenden Fungizidtests auf dem Standort Braunschweig wurde nur die Hybridroggenart „Rapid“ ausgesät. Die Parzellen der Fungizidversuche hatten eine Flächengröße von 15 m². Wie in früheren Fungizidprüfungen wurden auch in den vorliegenden Untersuchungen Inokulationen mit dem Erreger des Mutterkorns vorgenommen. Als Inokulum wurden im Labor hergestellte Konidiensuspensionen (s.8.1) verwendet. Die Inokulation mit *C. pur.* erfolgte zu Beginn der Vollblüte des Roggens (BBCH 65), dabei wurden 1 x 6 l Konidiensuspensionen (jeweils 3 x 10⁶ Konidien/ml Wasser) ausgebracht.

Bei den verwendeten Fungiziden handelte es sich um zugelassene Mittel bzw. Tankmischungen zur Bekämpfung von Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten des Getreides, die zwei bis drei Tage vor der Inokulation appliziert wurden. Die Befallsermittlungen fanden während der Gelbreife des Roggens (BBCH 87) statt, wobei der Prozentsatz der mit Mutterkorn befallenen Roggenähren festgestellt worden ist.

10.5.2 Ergebnisse

10.5.2.1 Untersuchungen 1994/95

Die Ergebnisse des Fungizidtests von 1994/95 zeigen (Tab. 21), dass das Mutterkorn in keiner Versuchsvariante ausgeschaltet wurde. Wie schon die vorangegangenen Versuche erkennen ließen, erwies sich als beste Variante Matador + Dyrene (Tebuconazol + Triadimenol) + (Anilazin); hier wurde der Befall mit Mutterkorn um die Hälfte vermindert. Das Fungizid Opus Top (Epoconazol + Fenpropimorph) zeigte eine fast ebenso gute Wirksamkeit. Die anderen Mittel waren nicht oder nur wenig wirksam gegenüber dem Pilz *C. pur.* Hinsichtlich der Mutterkornbekämpfung brachte der Zusatz mit Salizylsäure und die doppelte Wassermenge keine Verbesserung der Ergebnisse. Die Alternativmittel Salizylsäure, Knoblauchbrühe, Magermilchpulver und Braunkohlenstaub blieben wirkungslos. Die Behandlung mit Braunkohlenstaub führte sogar zu einer erhöhten Sortenanfälligkeit.

10.5.2.2 Untersuchungen 1995/96

Bei dem Fungizidtest 1995/96 wurden erstmals Strobilurine allein und in Tankmischungen gegen das Mutterkorn eingesetzt. Darüber hinaus wurden bekannte Fungizide mit Strobilurinen und anderen Mitteln in Mischungen gegen *C. pur.* appliziert (Tab. 22). Die Inokulation mit *C. pur.* fiel außergewöhnlich hoch aus. In der infizierten und unbehandelten Kontrollparzelle hatte der Hybridroggen einen Befall mit Mutterkorn von über 60%. Als beste Versuchsvariante erwies sich die Tankmischung Opus Top + Amistar + Brio (Epoconazol + Fenpropimorph + Azoxystrobin + Kresoxim-methyl) in voller Menge; der Befall wurde in dieser Variante um über die Hälfte vermindert. Fast ähnlich gut schnitt noch in ihrer Wirksamkeit gegen *C. pur.* die Variante Matador + Dyrene + Juwel (Tebuconazol + Triadimenol + Anilazin) + (Epoconazol + Kresoxim-methyl) ab. Von den drei Strobilurinen scheint das Amistar (Azoxystrobin) noch am besten gegen den Befall mit Mutterkorn zu wirken. Wie aus den Ergebnissen dieses Versuches zu erkennen ist, reichte die Wirksamkeit der ausgebrachten Fungizide und Fungizidmischungen nicht aus, um den Befall mit *C. pur.* in Grenzen zu halten.

10.5.2.3 Untersuchungen 1996/97

Im Jahre 1996/97 wurden neben bekannten Fungiziden auch neue Wirkstoffe (Metconazol, Cyprodinil, Strobilurine) in normaler und doppelter Aufwandmenge auf ihre Wirksamkeit gegenüber dem Erreger des Mutterkorns bei geringem Befallsdruck untersucht (Tab. 23). Die Voraussetzungen für die Entwicklung von *C. pur.* waren nicht günstig, so dass der Befall mit Mutterkorn recht niedrig ausfiel. Die Resultate dieses Versuches waren wegen des zu geringen Befalls unbefriedigend. Nur bei der Variante Pronto Plus (Tebuconazol + Spiroxamine) schien eine Wirksamkeit gegenüber *C. pur.* vorhanden gewesen zu sein.

10.5.2.4 Untersuchungen 1997/98

In dem Fungizidtest von 1997/98 war die Frage zu klären (Tab. 24), welchen Einfluss Tankmischungen von Folicur (Tebuconazol) und Pronto Plus (Tebuconazol + Spiroxamine) mit Amistar (Azoxystrobin) und Caramba (Metconazol) auf den Befall mit *C. pur.* ausüben können. Auf Grund des hohen Infektionsdruckes konnten deutliche Ergebnisse hinsichtlich der Mutterkornbekämpfung erzielt werden. In der Versuchsvariante Amistar + Pronto Plus wurde der Befall am stärksten vermindert (um über 50%).

Tab. 21: Fungizidtest gegen *Claviceps purpurea* im Winterroggen bei künstlicher Inokulation 1994/95
 Versuchsstandort: Braunschweig
 Versuchssorte: Rapid

Versuchsglieder ¹⁾		Befall mit <i>C. pur.</i> % mit Mutterkorn befall. Ähren 40 dpi
1 unbehandelt		0
2 <i>Clav. pur.</i>		19,4
3 <i>Clav. pur.</i> Matador	1,0	14,0
4 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene	1,0 + 2,0	9,9
5 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene ²⁾	1,0 + 2,0	14,4
6 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene + Salizyls.	1,0 + 2,0 + 0,2	12,2
7 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene + Salizyls.	2,0 + 4,0 + 0,4	11,4
8 <i>Clav. pur.</i> Sportak Delta	1,3	15,7
9 <i>Clav. pur.</i> Opus Top	1,5	11,0
10 <i>Clav. pur.</i> Opus forte	1,0	13,4
11 <i>Clav. pur.</i> Indar	1,5	14,6
12 <i>Clav. pur.</i> Taspä	5,0	17,4
13 <i>Clav. pur.</i> Gral	1,0	14,1
14 <i>Clav. pur.</i> Sprint	2,0	14,3
15 <i>Clav. pur.</i> Knoblauchbrühe (1kg + 1 l)	1,0 + 1,0	21,7
16 <i>Clav. pur.</i> Salizylsäure	0,2	20,5
17 <i>Clav. pur.</i> Magermilchpulver	1,0	18,6
18 <i>Clav. pur.</i> Selobra (Braunkohlenstaub)	0,5	25,4
Mittelwert		16,2
GD _{5%}		4,7

¹⁾ Alle Mittel sind nicht für das in Rede stehende Anwendungsgebiet bei der Zulassung vorgesehen.

²⁾ Doppelte Wassermenge

Tab. 22: Fungizidtest gegen *Claviceps purpurea* im Winterroggen bei künstlicher Inokulation 1995/96
 Versuchsstandort: Braunschweig
 Versuchssorte: Rapid

Versuchsglieder ¹⁾		Befall mit <i>C. pur.</i> % mit Mutterkorn befall. Ähren 46 dpi
1 unbehandelt		2,5
2 <i>Clav. pur.</i>		60,1
3 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene	1,0 + 2,0	47,6
4 <i>Clav. pur.</i> Matador	1,0	46,3
5 <i>Clav. pur.</i> Dyrene	2,0	48,0
6 <i>Clav. pur.</i> Matador + Opus Top	1,0 + 1,5	44,1
7 <i>Clav. pur. Clav. pur.</i> Opus Top	1,5	47,5
8 <i>Clav. pur.</i> Opus Top + Alto Br. + Daconil	1,5 + 0,8 + 1,5	52,3
9 <i>Clav. pur.</i> Matador + Alto Br. + Daconil	1,0 + 0,8 + 1,5	43,8
10 <i>Clav. pur.</i> Amistar	1,0	41,2
11 <i>Clav. pur.</i> Brio	0,7	47,2
12 <i>Clav. pur.</i> Juwel	1,0	51,6
13 <i>Clav. pur.</i> Pronto Plus	1,0	44,3
14 <i>Clav. pur.</i> Simbor + Daconil	1,0 + 1,5	51,4
15 <i>Clav. pur.</i> Gladio	0,8	52,7
16 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene + Opus Top	1,0 + 2,0 + 1,5	44,9
17 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene + Amistar	1,0 + 2,0 + 1,0	38,8
18 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene + Brio	1,0 + 2,0 + 0,7	43,0
19 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene + Juwel	1,0 + 2,0 + 1,0	34,6
20 <i>Clav. pur.</i> Opus Top + Indar	1,5 + 1,5	42,3
21 <i>Clav. pur.</i> Opus Top + Sportak	1,5 + 1,2	40,6
22 <i>Clav. pur.</i> Opus Top + Amistar + Brio	1,5 + 1,0 + 0,7	27,7
	Mittelwert	43,3
	GD _{5%}	8,54

¹⁾ Alle Mittel sind nicht für das in Rede stehende Anwendungsgebiet bei der Zulassung vorgesehen.

Tab. 23: Fungizidtest gegen *Claviceps purpurea* im Winterroggen bei künstlicher Inokulation 1996/97
 Versuchsstandort: Braunschweig
 Versuchssorte: Rapid

Versuchsglieder		Befall mit <i>C. pur.</i> % mit Mutterkornbefall. Ähren dpi
1 unbehandelt		0,4
2 <i>Clav. pur.</i>		2,1
3 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene	1,0 + 2,0	3,1
4 <i>Clav. pur.</i> Caramba	1,5	3,2
5 <i>Clav. pur.</i> Caramba	3,0	2,0
6 <i>Clav. pur.</i> Derosal	0,5	2,5
7 <i>Clav. pur.</i> Derosal	1,0	3,4
8 <i>Clav. pur.</i> Opus Top	1,5	1,4
9 <i>Clav. pur.</i> Opus Top	2,5	1,7
10 <i>Clav. pur.</i> Amistar	1,0	1,4
11 <i>Clav. pur.</i> Juwel	1,0	1,7
12 <i>Clav. pur.</i> Brio	0,7	1,6
13 <i>Clav. pur.</i> Unix	1,0	2,1
14 <i>Clav. pur.</i> Unix	2,0	2,2
15 <i>Clav. pur.</i> Radam 60	2,0	2,1
16 <i>Clav. pur.</i> Radam 60 + Amistar	2,0 + 1,0	2,4
17 <i>Clav. pur.</i> Radam 60 + Juwel	2,0 + 1,0	2,1
18 <i>Clav. pur.</i> Impulse	1,5	2,0
19 <i>Clav. pur.</i> Pronto Plus	1,5	1,0
20 <i>Clav. pur.</i> Mittel	1,5	1,9
21 <i>Clav. pur.</i> Charisma	1,5	1,8
22 <i>Clav. pur.</i> Gladio	0,8	1,7
Mittelwert		1,99
GD ^{5%}		3,73

Tab. 24: Fungizidtest gegen *Claviceps purpurea* im Winterroggen bei künstlicher Inokulation 1997/98 (Auszug der Ergebnisse)
 Versuchsstandort: Braunschweig
 Versuchssorte: Rapid

Versuchsglieder		Befall mit <i>C. pur.</i> % mit Mutterkornbefall. Ähren dpi
1 unbehandelt		1,9
2 <i>Clav. pur.</i>		20,4
3 <i>Clav. pur.</i> Matador + Dyrene	1,0 + 2,0	10,2
4 <i>Clav. pur.</i> Amistar	1,0	13,1
5 <i>Clav. pur.</i> Charisma	1,5	11,5
6 <i>Clav. pur.</i> Gladio	0,8	14,0
7 <i>Clav. pur.</i> Caramba + Folicur	1,5 + 1,0	10,6
8 <i>Clav. pur.</i> Pronto Plus + Bravo 500	1,5 + 2,0	14,8
9 <i>Clav. pur.</i> Amistar + Pronto Plus	1,0 + 1,5	9,2
Mittelwert		11,7
GD _{5%}		5,8

10.6 Was kann noch zur Ernte unternommen werden?

Unmittelbar vor der Ernte sollten Befallssituationen auf den Roggenschlägen kontrolliert werden. Bei einem gleichmäßigen Befall mit Mutterkorn über den ganzen Roggenschlag, vorausgesetzt, es ist kein überaus hoher Mutterkornbesatz zu verzeichnen, so brauchen keine Maßnahmen vorgenommen werden. Wenn am Schlagrand, im Bereich der Fahrgassen und bei Zwiewuchsstellen verstärkter Mutterkornbesatz auftritt, sollten die Teilbereiche gesondert gedroschen werden (BROUWER 1972). Feldränder mit ungewöhnlich hohem Befall sollten nicht geerntet, sondern geschlegelt werden. Dies ist 1998 in Westdeutschland häufig der Fall gewesen. Wichtig ist hier die anschließend gute Bodenbearbeitung. Durchwuchs sollte unter allen Umständen vermieden werden (AMELUNG 1999).

10.7 Bearbeitung des Erntegutes

Im Bereich der EU-Gemeinschaft ist für Mutterkorn eine zulässige Höchstmenge von 0,05% im Getreide durch die Verordnung (EWG) Nr. 1569/77 der Kommission vom 1.07.1977 über das Verfahren und die Bedingungen für die Übernahme von Getreide durch die Interventionsstellen Nr. 174/15 festgelegt worden (KLUG 1986). Im Handel wird ein Mutterkornbesatz von unter 0,05% (Gewichtsprozent) im Roggen toleriert. Bei höherem Mutterkornbesatz wird die Abnahme der betr. Roggenpartien verweigert. Dann ist der Roggen nur noch Sondermüll, der dem Praktiker aber teuer zu stehen kommen kann.

In der ersten Reinigungsphase werden die großen und übergroßen Mutterkörner abgesiebt; in der zweiten sind die kleinen oder die Mutterkornbruchstücke auszusondern, die eine Größe eines Roggen- oder Weizenkornes aufweisen.

Kleine Sklerotien bzw. Sklerotienstücke lassen sich durch Sieben aus dem Roggen aus Konsumgut kaum oder nicht entfernen. Eine andere Reinigung des Roggens mit Mutterkornbesatz ist aufwendig,

aber unerlässlich. Für die Reinigung des Roggens kommen außer der üblichen Siebsortierung, Zellausleser, Druckluft-, Tischausleser, Gewichtsausleser, Kombinationsmodelle bei Farbsortierung zum Einsatz (ZWINGELBERG 1995; HANDRECK et al. 1995).

Eine vollständige Entfernung der Mutterkörner ist allerdings bisher noch nicht möglich gewesen. Das Ausreinigen der Mutterkörner ist nach BROUWER (1972) stets mit Kornverlusten verbunden (ca. 15%). Heutzutage werden hin und wieder Mutterkornstücke im Vollkornbrot gefunden. Eine unmittelbare Gefahr besteht für den Menschen jedoch bei den heutigen Verzehrsgewohnheiten nicht (AMELUNG 1999). Durch längeres Lagern verliert das Mutterkorn an Wirksamkeit (THIEME 1930).

10.8 Entsorgung der Mutterkörner

1998 trat in Südwest-, West- und teilweise auch in Norddeutschland der Befall mit Mutterkorn im Hybridroggenanbau derart stark auf, so dass ungereinigter Roggen keinen Absatz fand. In Westdeutschland wurden z. T. Roggenflächen auf Grund des hohen Mutterkornbefalls erst gar nicht geerntet, sondern abgehäckselt und untergepflügt (HOLZ 1998, pers. Mitt.).

Ausgereinigter Roggen mit hohem Mutterkornbesatz bereitete Landwirten, Getreidehandel und Saat-zuchtbetrieben große Probleme hinsichtlich der Entsorgung des Mutterkorns. Nach Umfragen beim Pflanzenschutzdienst der Länder, Getreidehandel und bei einigen Saat-zuchtfirmen wurden die in Tabelle 25 aufgeführten Entsorgungsmaßnahmen in ihrer Häufigkeit getroffen. Die geeignetste Maßnahme der Mutterkornentsorgung erscheint das Verbrennen in Heizkraftwerken und Müllverbrennungsanlagen; diese Maßnahme ist aus Kostengründen und als Pilotprojekt nur in Ausnahmefällen durchgeführt worden. Am häufigsten wurde die Entsorgung der Mutterkörner in Form der Verkompostierung genannt. Hier bedurfte es der Überprüfung der Mutterkörner im Hinblick ihrer Keimung und ihrer Ascii-Bildung.

Die Entsorgung der Mutterkörner auf Mülldeponien erwies sich einmal als zu teuer (200,-DM/Tonne Roggen mit Mutterkorn), und zum anderen war es bei dieser Maßnahme ungewiss, ob doch noch eine Ascosporen-Bildung zustande kam. Die Beseitigung der Mutterkörner auf Dunghaufen erfolgte nur in kleineren Vermehrungs- und Saat-zuchtbetrieben in Süddeutschland und in Nordrheinwestfalen. Bei dieser Entsorgungsmaßnahme, wenn sie ordnungsgemäß und lange genug dem Rotteprozess ausgesetzt waren, dürften keine Bedenken erhoben werden.

Versuchsweise wurde Roggen mit hohem Mutterkornbesatz zu Alkohol verarbeitet. Die anfallende Schlempe enthielt sämtliche Alkaloide der Mutterkörner; auf Grund dessen erwies sich die anfallende Schlempe für die Verfütterung an Vieh als ungeeignet (VON HORN 1998; pers. Mitt.).

Ein Verschneiden von Roggenpartien mit hohem Mutterkornbesatz mit nicht kontaminierten Roggenchargen wird im Getreidehandel häufig vorgenommen; soweit die Mutterkornbesatz-Grenzwerte bei Konsumroggen von 0,05 % und bei Futtergetreide 0,1 % eingehalten werden, ist gegen diese Maßnahme nichts einzuwenden.

Tab. 25: Mögliche Maßnahmen zur Entsorgung des Mutterkorns und deren Anwendungshäufigkeit (nach Umfragen beim Pflanzenschutzdienst der Länder, Getreidehandel und bei Saat-zuchtbetrieben 1998)

Entsorgungsmaßnahmen	Häufigkeit der Maßnahmen
Kompostierung	sehr oft
Entsorgung auf Mülldeponien	häufig
Entsorgung auf Dunghaufen	häufig
Verbrennen in Verbrennungsanlagen	Ausnahme
Verbrennen im Heizkraftwerk	in einem Fall

Entsorgungsmaßnahmen	Häufigkeit der Maßnahmen
Abgabe der Mutterkörner im Roggen an Futtermittelwerke	Einzelmaßnahme
Verschneiden von Roggenpartien	häufig
Herstellung von Alkohol	versuchsweise

10.9 Keimfähigkeitstest mit verkompostierten Mutterkörnern

In den vorliegenden Untersuchungen sollte geklärt werden, inwieweit verkompostierte Mutterkörner in ihrer Keimfähigkeit beeinflusst bzw. beeinträchtigt worden sind. Die Fa. W.U.R.M. GmbH¹⁾ in Viersen stellte verkompostierte Mutterkornproben zur Überprüfung der Keimfähigkeit zur Verfügung. Bei den zugesandten Mutterkörnern handelte es sich um Proben, die aus den Ernten 1998 und 1999 entstammten und nach unterschiedlich langer Rottezeit der Kompostieranlage entnommen wurden.

Zur Durchführung der Keimfähigkeitstests wurden zunächst die Kontroll- und verkompostierten Mutterkörner mit Natriumhypochlorid (4%ig) 60 Sekunden lang desinfiziert und anschließend scheinchenweise zur Keimung auf PDA-Agar in Petrischalen bei Zimmertemperatur (21°C) ausgelegt. Nach einer Bebrütungszeit von 3 bis 7 Tagen eines jeden Versuches (Tab. 26 bis 31) erfolgte die Ermittlung der Keimfähigkeit von den ausgelegten Mutterkörnern. Die Untersuchungen ergaben zunächst, dass die nichtverkompostierten Sklerotien aller Versuche ihre volle Keimfähigkeit beibehalten hatten. Demgegenüber wiesen alle verkompostierten Mutterkornproben eine deutlich verminderte Keimfähigkeit auf; bei einigen Proben wurde sogar eine totale Hemmung der Keimung festgestellt.

Tab. 26: Zur Keimfähigkeit verkompostierter Mutterkörner – Versuch 1: vom 29.10. bis 3.11.1998

Mutterkornproben und ihre Behandlungen	Anzahl der Proben	Keimfähigkeit in %
nichtbehandelte Sklerotien	1	100
Sklerotien aus d. Randbereich der Kompostanlage	2	13
Sklerotien aus d. Kernbereich der Kompostanlage	5	9
Sklerotien von d. Oberfläche der Kompostanlage	2	10

¹⁾ Die Gesellschaft zur Weiterverarbeitung unbehandelter Rückstands-Materialien mbH, Viersen; hat in dankenswerter Weise verkompostierte Mutterkornproben zur Verfügung gestellt.

Tab. 27: Zur Keimfähigkeit verkompostierter Mutterkörner – Versuch 2: vom 18.11. bis 25.11.1998

Mutterkornproben und ihre Behandlungen	Anzahl der Proben	Keimfähigkeit in %
nichtbehandelte Sklerotien	1	100
Sklerotien aus d. Randbereich der Kompostanlage	3	10,3
Sklerotien aus d. Kernbereich der Kompostanlage	7	30,4

Tab. 28: Zur Keimfähigkeit verkompostierter Mutterkörner – Versuch 3: vom 11.05. bis 14.05.1999

Mutterkornproben und ihre Behandlungen	Anzahl der Proben	Keimfähigkeit in %
nichtbehandelte Sklerotien		87,5
Sklerotien aus d. Seite der Kompostanlage	3	0
Sklerotien aus d. Kernbereich der Kompostanlage	4	7,8
Sklerotien aus d. Randbereich der Kompostanlage	3	47,9

Tab. 29: Zur Keimfähigkeit verkompostierter Mutterkörner – Versuch 4: vom 21.05. bis 26.05.1999

Mutterkornproben und ihre Behandlungen	Anzahl der Proben	Keimfähigkeit in %
nichtbehandelte Sklerotien		100
Sklerotien aus d. Seite der Kompostanlage	3	18,8
Sklerotien aus d. Mietenoberfläche der Kompostanlage	3	47,9
Sklerotien aus d. Kernbereich der Kompostanlage	6	34,4

Tab. 30: Zur Keimfähigkeit verkompostierter Mutterkörner – Versuch 5: vom 26.10. bis 29.10.1999
Sklerotien nach 27 Tagen Rottezeit

Mutterkornproben und ihre Behandlungen	Anzahl der Proben	Keimfähigkeit in %
nichtbehandelte Sklerotien		100
Sklerotien a. d. Seitenbereich der Kompostanlage	2	0
Sklerotien a. d. oberen Bereich d. Kompostanlage	2	25,0
Sklerotien a. d. Basisbereich der Kompostanlage	3	64,6
Sklerotien a. d. Kernbereich der Kompostanlage	4	75,0

Tab. 31: Zur Keimfähigkeit verkompostierter Mutterkörner – Versuch 6: vom 5.11. bis 9.11.1999
Sklerotien nach 39 Tagen Rottezeit

Mutterkornproben und ihre Behandlungen	Anzahl der Proben	Keimfähigkeit in %
nichtbehandelte Sklerotien		100
Sklerotien a. d. Seitenbereich der Kompostanlage	3	31,3
Sklerotien a. d. oberen Bereich d. Kompostanlage	2	37,5
Sklerotien a. d. Basisbereich der Kompostanlage	4	16,7
Sklerotien a. d. Kernbereich der Kompostanlage	4	21,9

10.10 Zur Perithezien- und Asci-Bildung bei verkompostierten Mutterkörnern

Bei hohem Anfall von Mutterkörnern aus dem gereinigten Erntegut stellten sich für die Praxis, dem Getreidehandel, Mühlen und für Saatzuchtbetriebe die Fragen, sind auf dem Kompost entsorgte Mutterkörner noch lebensfähig, und lösen sie noch Infektionen mit dem Erreger *C. pur.* aus.

In den vorliegenden Versuchen wurden Kontroll- und verkompostierte Mutterkörner, die die Fa W.U.R.M. GmbH aus Viersen zur Verfügung stellte, im Spätherbst –Anfang November 1998- in Frühbeeten 1 cm tief zur Feststellung der Perithezien-Bildung ausgelegt (Tab. 32). Im Frühjahr fand die Ermittlung der „Köpfchen“- bzw. Perithezien-Bildung statt; hierbei zeigte sich, dass alle verkompostierten Mutterkörner keine Fruchtkörper bzw. Asci von *C. pur.* gebildet haben. Die nichtkompostierten Sklerotien der Blind- oder Kontrollproben wiesen dagegen zu 90 und 100% „Köpfchen“- bzw. Asci-Bildung auf. Diese Ergebnisse lassen doch erkennen, dass mit der Kompostierung von Mutterkörnern eine Entsorgung des *Claviceps*-Inokulums möglich ist.

Tab. 32: Zur Fruchtkörper- bzw. Perithezien-Bildung bei im Boden ausgelegten Mutterkörnern

Mutterkornproben u. ihre Behandlungen	Versuch 1		Mutterkornproben u. ihre Behandlungen	Versuch 2	
	Anzahl der Proben	Köpfchenbildung in %		Anzahl der Proben	Köpfchenbildung in %
nicht behandelte Sklerotien	1	90	nicht behandelte Sklerotien	1	100
verkomp.Sklerotien aus dem Randbereich	2	0	verkomp.Sklerotien aus dem Randbereich	2	0
verkomp.Sklerotien aus dem Kernbereich	5	0	verkomp.Sklerotien aus dem Kernbereich	7	0
verkomp.Sklerotien von dem Oberflächenbereich	2	0			

11 Diskussion

Bei der vorliegenden Arbeit galt es zunächst, die Bedeutung, Systematik, Biologie des Erregers *Claviceps purpurea* sowie die Schädwirkung und die Geschichte der Mutterkornpilz-Epidemien aufzulisten, zu erörtern und in Erinnerung zu rufen, um auf etwaige Gefahren und Probleme des zunehmenden Befalls mit Mutterkorn hinweisen zu können (Abschnitte 2, 3 und 4, Tab. 1 und 2). Die meisten Untersuchungen über *C. pur.* liefen zunächst darauf hinaus, dass alle Einflüsse von Witterung und Kulturmaßnahmen, die die Öffnungszeit der Gramineenblüten im Bestand förderten und den Befall mit Mutterkorn erhöhten; rechtzeitig erkannt werden (Tab. 1).

11.1 Vorkommen und Verbreitung

Der zunehmende Anbau des Hybridroggens selbst ist ein Grund für das verstärkte Auftreten des Mutterkorns in der letzten Zeit (MIELKE 1993; BETZ und MIELKE 1996; AMELUNG 1999; LÜHE et al. 1999). Weiterhin dürfte die ungehinderte Abblühte der Gräser an Feldrainen, -rändern, -wegen, Knicks und Biotopen in Feldschlägen im Zusammenhang mit der Zunahme des Mutterkorns im Roggenanbau stehen. Verstärkte Untersuchungen werden hierüber in naher Zukunft für Klärung sorgen (ENGELKE 2000, pers. Mitt.).

Welchen Einfluss Wildgräser in Feldschlägen und der Getreidedurchwuchs auf stillgelegten Flächen auf den Mutterkornbesatz im Roggenbau ausüben, ist noch zu untersuchen. Sollte in Deutschland in Zukunft der Hybridweizen stärker zum Anbau kommen, dann kann noch mit größeren Mutterkornproblemen gerechnet werden.

11.2 Anfälligkeit

Nach bisherigen Studien verschiedener Autoren (BUHL et al. 1975; OBST et al. 1990; OBST und PAUL 1993; SPAAR et al. 1989; BETZ und MIELKE 1996 u. a.) erwies sich Roggen als die anfälligste Getreideart gegenüber dem Erreger des Mutterkornpilzes. In Jahren mit einem verstärkten Mutterkornbesatz beim Getreide ist die Frage nach der Sortenanfälligkeit beim Roggen immer aktuell. Von 1985/86 an wurden in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig Roggensorten und -stämme auf ihr Resistenzverhalten gegenüber *C. pur.* untersucht (MIELKE 1993). Dies erfolgte mit Hilfe künstlicher Inokulationen. Die Inokulationen mit dem Erreger des Mutterkorns waren in den einzelnen Jahren unterschiedlich gut oder schlecht gelungen (s. 7.). Aber dennoch konnte festgestellt werden, dass alle untersuchten Roggensorten Befall mit Mutterkorn aufwiesen (s. 9.2). Darüber hinaus war zu erkennen, dass deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit zwischen den geprüften Roggensorten zu beobachten waren. Im Durchschnitt wurden die Populationsroggensorten weniger von *C. pur.* befallen als die Hybridroggensorten (s. 9.2.1 und 9.2.2). Im Jahre 1992/93 wurde aber auch deutlich, dass die konventionellen Roggensorten bei hohem Infektionsdruck auch einen relativ hohen Befall mit *C. pur.* aufweisen können. Bei diesen Resistenzprüfungen fiel weiterhin auf, dass die Stabilität der Ergebnisse von den einzelnen Sorten nicht in jedem Jahr gegeben war. Als Beispiel sollen hier die Befallswerte der Winterroggensorte „Gambit“ angeführt werden (Tabellen 11, 12, 13, 14 und 15).

Die Ursache dieser Erscheinung ist komplexer Natur; sie kann vom Standort, der Düngung, der Bestockung der Sorte, der Witterung während der Blütezeit, vom Vorhandensein der Pollen und der Konidien des Erregers *C. pur.* zur Roggenblüte sowie vom Insektenflug u. a. abhängig gewesen sein.

Wie aus den vorliegenden Ergebnissen der Sortenprüfungen zu erkennen ist (s. 9.2.1 u. 9.2.2), stehen der Landwirtschaft zur Zeit keine resistenten Roggensorten, sondern nur unterschiedlich anfällige Genotypen zur Verfügung. Diese Unterschiede in der Anfälligkeit sollte der Praktiker schon nutzen. In früheren Arbeiten wurde bereits darauf hingewiesen (FREI 1992; MIELKE 1993; BETZ und MIELKE 1996; MIELKE und ENGELKE 1998).

Die Pflanzenzüchtung bemüht sich seit Mitte der 90er Jahre, der Landwirtschaft Hybridroggensorten mit verändertem Blühverhalten- mit verbesserter Fertilität- mit größerem Pollenschüttungsvermögen durch Einführung eines neuen Restorergens argentinischer oder iranischer Herkunft zur Verfügung zu stellen (VON BROOCK 1999), wodurch Infektionen mit *C. pur.* wirksamer verhindert werden können (BETZ et al. 1998). Erste Ansätze dazu sind in den vorliegenden Untersuchungen zu erkennen (s. 9.2.3).

11.3 Weiße Mutterkörner

Da es auch weiße Mutterkörner sowohl im Roggen als auch bei Artenkreuzungen von Weizen x Roggen sowie bei Weizen x Quecke gibt (RIEBESEL 1953; PRILLWITZ 1983; MELZ 1999, pers. Mitt.), ist es denkbar, dass diese weißen Mutterkörner bei Bonitierungen von Resistenzprüfungen in Freilandversuchen zum einem übersehen werden können und andererseits beim Reinigen mit Farbauslesern im Saatgut und Erntegut nicht erfasst werden. Die Autoren MOTHES und SILBER (1954); MELZ (1999, pers. Mitt.) hatten vor Jahren weiße Mutterkörner auf Alkaloide untersuchen lassen; diese Untersuchungen ergaben, dass bei ihnen keine Alkaloide gefunden wurden. Ob nun weiße Mutterkörner im Roggenbau vernachlässigt werden können, sollte bei weiteren Untersuchungen geklärt werden.

11.4 Bekämpfung

Um den Befall mit Mutterkorn im Getreide zu verringern und um eventuelle Vergiftungen vorzubeugen, wurden, nach dem die Biologie des Pilzes bekannt war, zahlreiche Bekämpfungsmaßnahmen erarbeitet. In den 70er bis in den 90er Jahren wurden wieder Bekämpfungsmöglichkeiten von verschiedenen Autoren empfohlen (s. 10.1, Tab. 17).

Da es für das Auftreten des Erregers *C. pur.* keine Prognose gibt und da mit einer Zunahme des Mutterkorns im Hybridroggenanbau zu rechnen ist, haben die prophylaktischen Maßnahmen früherer Untersuchungen, wie sie in Tabelle 17 aufgeführt sind, nach wie vor ihre Anwendungsberechtigung. Bei diesen Bekämpfungsmaßnahmen galt es in erster Linie, das Inokulum des Erregers *C. pur.* in Grenzen zu halten und zu mindern.

11.4.1 Sortenwahl

In Gebieten, wo die Gefahr des Befalls mit Mutterkorn im Roggenbau mit großer Regelmäßigkeit (Berglagen, leichte und anmoorige Böden) vorkommt (OBST et al. 1990), ist der Anbau herkömmlicher Roggensorten angebracht. Da konventionelle Roggensorten im Durchschnitt weniger anfällig sind, sollte sich die Praxis bei Mutterkorngefahr für den Anbau von Populationsroggensorten entscheiden.

Beim Anbau von Hybridroggensorten auf anmoorigen Böden und Berglagen ist stets mit höherem Mutterkornbesatz zu rechnen. Das bedeutet, dass das Erntegut mehrmals gereinigt werden muss, bevor es für den Konsum verkauft wird.

11.4.2 Mischanbau

Eine neuere Bekämpfungsstrategie hinsichtlich der Minderung des Mutterkornbesatzes im Hybridroggenanbau ist die Zumischung eines Populationsroggens. Untersuchungen anderer Autoren und eigener in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Hannover über den Einfluss von Populationsroggen auf den Befall mit Mutterkorn im Hybridroggen zeigten, dass der Mutterkornbesatz durch den Mischanbau – Zumischung von 10% Populationsroggen – zurückging, aber niemals ausgeschaltet werden konnte (BETZ und MIELKE 1996; SONNENBERG 1996; LÜHE et al. 1999). Ein größerer Rückgang des Mutterkornbesatzes ist bei einer Zumischung von 30% an Populationsroggen möglich; bei dieser hohen Zu-

menkung mit einem ertragsschwächeren Populationsroggen besteht die Gefahr, dass die erwünschte Ertragsleistung nicht mehr erreicht wird.

Um noch zu besseren Ergebnissen hinsichtlich der Minderung des Mutterkornbesatzes zu kommen, sollten für den Mischbau nur solche Populationsroggensorten in Frage kommen, die eine gleiche Blühzeit zum Hybridroggen haben, ertragsreich sind und ein besonders großes Pollenschüttungsvermögen aufweisen, so dass die Bestäubung des Hybridroggens beschleunigt und sicher vonstatten gehen kann. Das bedarf vorher Testungen verschiedener Populationsarten für die Eignung zur Beimischung zum Hybridroggenbau.

11.4.3 Natürliche Feinde

Der Mutterkornpilz hat auch eine Reihe natürlicher Feinde; es sind u. a. Larven verschiedener Insekten z. B. Dipteren (s. 10.2). Um deren Nützlichkeit im Hinblick auf die Mutterkornschädigungen in der Praxis einschätzen zu können, müssen noch Untersuchungen zur Fraßintensität dieser Insektenlarven auf oder in mutterkornverseuchten Böden von Entomologen und Mykologen durchgeführt werden. Das Gleiche gilt auch für Pilze, die die Mutterkörner im Wuchs beeinträchtigen oder überhaupt schädigen.

11.4.4 Düngung mit Kalkstickstoff

Wie aus der Literatur bekannt ist, kann das Cyanamid im Kalkstickstoff auf Schadpilze im Boden wie z. B. *Penicillien*, *Fusariumarten*, *Rhizoctonia solani*, *Sklerotinia sclerotiorum* u. a. keimmindernd wirken (MÜLLER 1952; KRÜGER 1973; SPAAR et al. 1989). Bei den vorliegenden Untersuchungen (s. 10.4 und Abb. 4 und 5) konnte auch durch eine Kalkstickstoffdüngung das Auskeimen ausgelegter Mutterkörner um über 40% reduziert werden. Womöglich ist hierbei die Minderung der Perithezienbildung noch größer gewesen, weil bei der Ermittlung der Mutterkornauskeimung die missgebildeten Stromata miterfasst wurden. Bei einer noch höheren Kalkstickstoffgabe wäre mit einer noch besseren Wirkung hinsichtlich der Minderung der Perithezien zu rechnen gewesen. Auf Grund der hohen Kosten wird aber eine Kalkstickstoffdüngung im heutigen Getreidebau nur selten durchgeführt. In Zuchtgärten und Feldern der Hybridroggen- und Gräserzüchtung dagegen würde die N- Düngung mit Kalkstickstoff zur Bekämpfung des Mutterkorns durchaus angebracht sein.

11.4.5 Fungizideinsatz

Untersuchungen von FRAUENSTEIN (1986) und FRAUENSTEIN et al. 1987 haben gezeigt, dass Fungizide (Thiram-Präparate) zur direkten Bekämpfung des Mutterkorns im Roggen und in Vermehrungsbeständen der Wiesenrispe erfolgreich eingesetzt werden konnten.

Ähnliche Versuche – mit anderen Fungiziden – wurden auch im hiesigen Institut durchgeführt (MIELKE 1993). Hierbei stellte sich zunächst heraus, dass Fungizidbehandlungen nach der Inokulation mit *C. pur.*, als dem Erreger die Chance für eine Anfangsentwicklung gegeben wurde, sich in der Roggenblüte zu etablieren, nicht den erwünschten Erfolg brachten. Erst bei den Untersuchungen, bei denen die Fungizide vor der Inokulation appliziert wurden, konnte eine Wirksamkeit bei einigen Mitteln gegen *C. pur.* festgestellt werden. Am wirksamsten erwies sich die Doppelbehandlung „Matador - Matador“ (MIELKE 1993). Bei diesen Untersuchungen wurde deutlich, dass der Erreger des Mutterkorns bereits bekämpft werden muss, bevor er in den Fruchtknoten der Roggenblüte gelangt.

In den vorliegenden Untersuchungen von 1994/95 bis 1998 konnte der Befall mit Mutterkorn im günstigsten Falle etwas mehr als die Hälfte mit der Tankmischung „Opus Top + Amistar + Brio“ reduziert werden (s. 10.5.2.1 bis 10.5.2.4). Für die Praxis kommt aber diese Tankmischung nicht in Frage, weil diese Fungizidapplikation zu teuer ist. Im Schnitt der Untersuchungsjahre erwies sich die Tankmischung

„Matador + Dyrene“ als am wirksamsten. Bei dieser Variante wurde der Mutterkornbesatz bis zu 55% zurückgehalten (Tab. 21 und 24).

Derartige Ergebnisse könnte man in Verbindung mit einer Rhynchosporium-, Braun- und Schwarzrostbekämpfung akzeptieren. Es gab auch eine ganze Reihe von Fungiziden, die nur eine geringe oder keine Wirkung gegenüber *C.pur.* zeigten (Tabellen 21, 22, 23). Zur Verbesserung der Wirksamkeit von Fungiziden gegen *C. pur.* ist zu untersuchen, ob höhere Wassermengen, Ölzusätze und Insektizide die Behandlungen mit Fungiziden positiv beeinflussen.

Bei der Annahme eines starken Befalls mit Mutterkorn beim Roggen ist der Einsatz von wirksamen Fungiziden angebracht. Für die Praxis käme eine Mutterkornbekämpfung mit Fungiziden erst in Frage, wenn wirksamere Mittel zur Verfügung stehen. Für das hier in Rede stehende Anwendungsgebiet ist zur Zeit kein Mittel bei der Zulassung vorgesehen.

In letzter Zeit wurden aber auch Ergebnisse von Fungizideinsätzen gegen späte Blattkrankheiten laut (WERNER et al. 1998), bei denen durch Fungizidapplikationen sich beim Hybridroggen das Blühverhalten veränderte und der Besatz mit Mutterkorn zunahm (LÜHE et al. 1999). Sorgfältige Prüfungen der Fungizide in dieser Richtung sind unerlässlich.

11.4.6 Hypothetischer Vergleich über das Auftreten und die Bekämpfung des Mutterkorns in unterschiedlichen Wirtschaftssystemen

Fruchtfolgen in biologisch bewirtschafteten Betrieben sind meistens im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten mit dem Anbau von sog. Alternativkulturen (z. B. Erbse, Pferdebohne, Sojabohne, Lupinen, Sonnenblume u. a.) vielfältiger gestaltet, dadurch ist eine Minderung des Inokulums im Boden eher gegeben. Die Bodenbearbeitung mit dem Pflug im biologisch bewirtschaftetem Betrieb führt ebenfalls zur Minderung des Infektionspotentials im Boden. Der Anbau von herkömmlichen Roggensorten, die im Durchschnitt weniger anfällig für Mutterkorn sind, werden in biologisch bewirtschafteten Betrieben bevorzugt angebaut (Tab. 33).

Sollten sich im Roggensaatgut Mutterkörner befinden, dann ist eine gegen Mutterkorn wirksame Beizung, wie es in konventionell bewirtschafteten Betrieben gehandhabt wird, angebracht, dadurch lässt sich eine zusätzliche Anreicherung des Inokulums mit Mutterkorn im Boden vermeiden.

Auf Grund des Nichtdüngens und der Nichtapplikationen von Wachstumsregulatoren, Fungiziden und Insektiziden reift der Roggen im biologisch bewirtschaftetem Betrieb schneller ab, so dass die Gefahr der Infektion mit *C. pur.* hier weitaus geringer ist, als es bei dem Anbau des Hybridroggens im üblich bewirtschaftetem Betrieb der Fall ist. Das häufige Durchfahren der Roggenbestände führt in letzterem ebenfalls zu höherem Mutterkornbesatz.

Da in den „Biobetrieben“ meistens nicht die Reinigungsanlagen vorhanden sind, um das Erntegut von Mutterkorn frei zu halten, sollten die geernteten Roggenpartien stets auf Mutterkornbesatz kontrolliert werden.

Erste Untersuchungsergebnisse vom Pflanzenschutzdienst in Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich des Mutterkornbesatzes in biologisch und konventionell bewirtschafteten Betrieben lassen erkennen, dass im Roggenbau der „Bio-Landwirtschaft“ der Mutterkornbefall doch geringer war, als es im herkömmlichen Landbau der Fall gewesen ist (LÜCKE 1999).

Tab. 33: Vergleich über Auftreten und Bekämpfung des Mutterkorns in biologisch und konventionell bewirtschafteten Betrieben

Biologisch bewirtschafteter Landwirtschaftsbetrieb	Ordnungsgemäß bewirtschafteter Landwirtschaftsbetrieb
Vielfältige Fruchtfolgen	Drei- oder vierfeldrige Fruchtfolgen
Bodenbearbeitung mit Pflug	Bodenbearbeitung meist mit Grubbereinsatz
Herkömmliche Roggensorten	Hybridroggensorten
Ohne Beizung des Saatgutes	Mit Beizung des Saatgutes
Ohne Düngung	NPK- Düngung
Ohne Fungizideinsatz	Mit Fungizideinsatz
Ohne Wachstumsregulatoreinsatz	Mit Wachstumsregulatoreinsatz
Ohne Bestandesführung	Bestandesführung
Drusch	Drusch
Keine oder nur bedingte Reinigung des Erntegutes	Reinigung des Erntegutes

11.4.7 Mutterkorn-Entsorgung

Der große Anfall von Mutterkörnern im Hybridroggen 1998 in Südwest-, West- und Norddeutschland bereitete dem Landwirt, Getreidehandel, Mühlen und Saatzuchtbetrieben große Probleme bei der Entsorgung. Nach Befragen des Pflanzenschutzdienstes der Länder, Getreidehandel und einiger Saatzuchtbetriebe in Norddeutschland ist die Kompostierung der Mutterkörner die häufigste Art der Entseuchung. In Zusammenarbeit mit der Fa. W.U.R.M. in Viersen hat das Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der BBA verkompostierte Mutterkörner auf ihre Keimfähigkeit und Perithezien- bzw. Ascii- Bildung untersucht, dabei zeigte sich, wenn die Mutterkörner lange genug dem Rotteprozess ausgesetzt waren, ging die Perithezien- Bildung der untersuchten Mutterkörner verloren (Tab. 32). Daher dürften gegen diese Entsorgungsmaßnahme keine Bedenken erhoben werden.

12 Zusammenfassung

Studien über den Pilz *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne unter Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Roggensorten und Bekämpfungsmöglichkeiten des Erregers

Das verstärkte Auftreten des Mutterkorns (*Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne) im Hybridroggenanbau war Anlass, die Systematik, Biologie, Infektionsmodus, Schadwirkung sowie Alkaloidbildung und therapeutische Verwendung des Erregers darzustellen und zu erläutern. Das Auftreten der Epidemien und Vergiftungserscheinungen bei Mensch und Tiere fiel ausnahmslos in solchen Jahren, in denen die Sommer niederschlagsreich gewesen waren.

In einer Übersicht sind jahrgangsweise die bedeutungsvollsten Epidemien, die durch Mutterkornverzehr hervorgerufen wurden, aufgeführt und beschrieben worden.

Der Wirtspflanzenkreis des Mutterkornpilzes ist sehr groß. Die meisten Wirtspflanzen sind Gräser. Roggen und Triticale werden von dieser Krankheit befallen, seltener Weizen, Gerste und Hafer. Mutterkorn kommt unter den Getreidearten bekanntlich bei dem Fremdbefruchter Roggen am häufigsten vor. Der Grund ist, dass Roggen gegenüber dem Weizen länger offen blüht. Dadurch können Konidien des Erregers *Claviceps purpurea* leicht auf Narben der Roggenblüten gelangen und Infektionen auslösen. Dem Hybridroggen steht auf Grund kleinerer Antheren nicht die ausreichende Pollenmenge zur Verfügung, die für eine schnelle Befruchtung der Blüte notwendig wäre. Dadurch ist bei Hybridroggensorten die Bereitschaft zur Mutterkornbildung eher gegeben als bei Populationsroggensorten. Von 1991/92 bis 1998/99 ist der Befallsverlauf mit Mutterkorn an Populations- und Hybridroggensorten bei künstlicher Inokulation festgestellt worden, um der Praxis zu verdeutlichen, wie unterschiedlich stark der Befall von Jahr zu Jahr auftreten kann.

Ein wesentliches Ziel der vorliegenden Arbeit war, inländische Winterroggensorten und -stämme auf ihr Resistenzverhalten gegenüber *C. pur.* mit Hilfe künstlicher Inokulationen zu prüfen. Dies geschah auf dem Versuchsfeld der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig. In den einzelnen Untersuchungsjahren war das Befallsniveau unterschiedlich hoch ausgefallen, dennoch konnten deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit zwischen den geprüften Roggensorten festgestellt werden. Die Populationsroggensorten hatten im Durchschnitt einen geringeren Mutterkornbesatz als die Hybridroggensorten. Bei der Prüfung von Roggenneuzuchtlinien fiel auf, dass unter ihnen ein Hybridroggenstamm vorhanden war, der im Resistenzverhalten gegen *C. pur.* mit Abstand am besten abschnitt.

Um zahlenmäßig zu belegen, wie anfällig Nachschosser des Roggens sein können, wurden Spätschosserähren und Ähren von Haupthalmen der Hybridroggensorte „Rapid“ hinsichtlich des Mutterkornbesatzes bei natürlicher Infektion untersucht. Dabei zeigte sich, dass in allen Untersuchungsjahren die Nachschosser einen deutlich höheren Mutterkornbesatz (bis zu 80%) aufwiesen als die Ähren der Haupthalme.

Bei der plötzlichen Zunahme des Befalls mit Mutterkorn im Roggen erschien es zunächst angebracht, Bekämpfungsmöglichkeiten aus früheren Arbeiten verschiedener Autoren aufzulisten und zu erörtern. Bei diesen Bekämpfungsmaßnahmen ging es hauptsächlich um die Minderung des Inokulums von *Claviceps purpurea*.

Im Hinblick auf die Mutterkornbekämpfung wurde der Einfluss einer Zumengung eines Populationsroggens zum Hybridroggen untersucht. Dabei zeigte sich, dass durch die Zumischung des Populationsroggens eine Minderung des Befalls mit *C. pur.* erreicht, aber nicht ausgeschaltet werden konnte. Zur direkten Bekämpfung des Mutterkorns wurden Fungizidapplikationen vorgenommen. Ein Bekämpfungs-

erfolg ergab sich, wenn tebuconazolhaltige Mittel mit anderen Mischungspartnern unmittelbar vor der Vollblüte ausgebracht wurde; in keinem Falle konnte der Erreger des Mutterkorns eliminiert werden. Bei hypothetischen Untersuchungen zum Vergleich über Auftreten und Bekämpfung des Mutterkorns auf biologisch und konventionell bewirtschafteten landwirtschaftlichen Betrieben schnitt der biologisch bewirtschaftete Betrieb nicht schlechter ab als der ordnungsgemäß bewirtschaftete.

Auf Grund des verstärkten Befalls mit *C. pur.* im Hybridroggen bereitete das ausgereinigte Mutterkorn in landwirtschaftlichen Betrieben, im Getreidehandel und in Saatzuchtbetrieben Probleme hinsichtlich der Entsorgung. Nach mehrjährigen Untersuchungen hat sich die Entsorgung der Mutterkörner durch Verkompostieren als geeignet erwiesen.

13 Summary

Studies of the fungus *Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne, taking into account the proneness of various types of rye, and possibilities of combating the pest

The increased incidence of ergot (*Claviceps purpurea* (Fries) Tulasne) in hybrid rye planting was the background of research to establish and explain the systematics, biology, mode of infection, harmful effects and alkaloid formation and therapeutic application of the pathogen. Epidemics, and individual cases, of poisoning in humans and animals have exclusively occurred in years of copious summer rain-fall.

The major epidemics caused by consumption of ergot are listed by year and described. The range of plants which play host to ergot is very large. Most of the host-plants are grasses. Rye and titalc are prone to the disease, and more rarely, wheat, barley and oats.

Among cereals, ergot is well-known to be most common in externally-fertilised ryes.

The reason is that the rye flower is open for longer than the wheat flower, and thus the conidia of the pathogen *Claviceps purpurea* have more chance to land on the rye-flower stigma and cause the infection. The hybrid rye has smaller anthers, and so insufficient pollen for rapid fertilisation of the flower. For this reason, hybrid rye is more likely to be attacked by ergot than natural varieties.

From 1991/92 to 1998/99, the incidence of ergot in native and hybrid rye species was established, with artificial inoculation, to show in practice how widely the strength of attack can vary from year to year.

An essential aim of the work was to test domestic rye varieties and strains on their resistance behaviour to *C. pur.* with the help of artificial inoculations. This work was done on the testing grounds of the Federal Biological Institute for Agriculture and Forestry in Brunswick. In the individual test years, although the level of infection was very varied, clear differences in levels of susceptibility between the rye species tested could be identified. The native rye species had on average less ergot content than the hybrid varieties.

When the new rye breeding lines were examined it was noted that one in particular of the hybrid strains had a very much better resistance to *C. pur.* than the rest.

In order to prove numerically how susceptible late rye bolters can be, fruits of late bolters and fruits of main stems of the hybrid rye "Rapid" were examined and compared, in respect of ergot content when naturally infected. Results showed that, in all the test years, the late bolters had a clearly higher ergot content – up to 80% higher – than the main stem fruits.

On account of the sudden increase of ergot infection in rye, it appeared appropriate to list possibilities of pest control from various authors' earlier works, and discuss them. The main aim of these control measures was to reduce the rate of infection of *Claviceps purpurea*.

In respect of the control of ergot, the influence of crossing natural rye with the hybrid was examined. Results showed that the crossing achieved a reduction in the *C. pur.* infection, but was unable to eliminate it entirely.

As a direct pest control measure, fungicide was applied. Success was registered when various compounds containing tebuconazol were applied directly before full flowering; in no case was it possible to eliminate the ergot pathogen completely.

In theoretical studies to compare the incidence and control of ergot in biologically-operated and normally-operated undertakings, the biologically-operated undertakings performed no worse than those conventionally-operated.

Because of the increased infection by *C. pur.* in hybrid rye, disposal of the extracted ergot caused problems in the agricultural industry in corn chandlers' and seed merchants' operations. Several years' experience show that ergot disposal may be achieved through composting.

14 Literatur

- ADERHOLD, R., 1905: Über das Mutterkorn des Getreides und seine Verhütung.- Kaiserliche Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Flugblatt Nr. 21, 3. Aufl., 1-4.
- ADERHOLD, R., 1913: Über das Mutterkorn des Getreides und seine Verhütung.- Kaiserliche Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Flugblatt Nr. 21, 4. Aufl., 1-4.
- ALEXOPOULOUS, C.J., 1966: Einführung in die Mykologie.- Gustav Fischer Verlag-Stuttgart. S. 260-262.
- AMELUNG, D., 1999: Mutterkorn im Roggen.- Getreide-Magazin 5, (3), 138-145.
- ANONYM, 1989: Zur Biologie des Mutterkorn.- Bayer Pflanzenschutz-Kurier 2, 22-23.
- ANONYM, 1994: Mutterkorn zerstört Roggenräume.- Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung 39, S. 12.
- BAUSBACK, G. A., 1976: Künstliche Selektion in dem Wirt-Parasit-System Roggen – Mutterkorn.-Diss. Universität Hohenheim (LH) 1-85.
- BÉKÉSY, VON. N. und C. KÖKÉNYESY, 1967: Untersuchungen über Krankheiten und Schädlinge des Mutterkorns.- Pharmazie 22, 336-339.
- BETZ, H. G., 1995: Mutterkorn-Probleme '95.- Hann. Land- und Forstwirtschaftl. Zeitung 148, 30, 9.
- BETZ, H. G. und H. MIELKE, 1996: Möglichkeiten zur Bekämpfung des Mutterkorns.- Die Mühle + Mischfortertechnik 133, 44, 726-728.
- BETZ, H. G., R. MÜLLER, P. WILDE und H. WÖRTMANN, 1998: Mutterkorn vermeiden.- AID 1361/1998, 3-16.
- BÖNING, K., 1972: Die Auswirkungen der Hungerjahre 1770-1772 auf die letzte Großepidemie der Mutterkornseuche und die damals und in der Folgezeit veranlassten Gegenmassnahmen.- Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. Braunschweig 24, 122-127.
- BÖTTGER, W. und J. KAUKKE, 1996: Gegen Mutterkorn ist kein chemisches Kraut gewachsen.- Land und Forst Pflanzenschutz 8, 21-23.
- BROOCK VON R., 1999: Mutterkorn.- Agrammarkt 5, 16.
- BROUWER, W. 1972: Handbuch des speziellen Pflanzenbaus.- Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg BD I, S. 239-240.
- BUHL, C, H. WEIDNER und H. ZOGG, 1975: Krankheiten und Schädlinge an Getreide und Mais.-Verlag Eugen Ulmer-Stuttgart 1-431.
- CAMPBELL, W. P., 1957: Studies on ergot infection in gramineous hosts.- Can. J. Botany 35, 315-320.
- DEUFEL, J. 1952 a: Die Züchtung von Mutterkorn (*Claviceps purpurea*) auf tetraploidem Roggen.-Die Naturwissenschaften 39, 18, S. 432.
- DEUFEL, J. 1952 b: Der Alkaloidgehalt von auf tetraploidem Roggen gewachsenen Muttersklerotien.-Die Naturwissenschaften 39, 18, S.432-433.
- FRAUENSTEIN, K., 1986: Zur Mutterkornbekämpfung am Roggen. - Saat- und Pflanzgut 27, S.111.
- FRAUENSTEIN, K., 1988 a: Bedeutung der Fruchtfolge für den Mutterkornbefall des Roggens.-Tagungs-Bericht Akad. Landwirtschaftswissenschaften der ehem. DDR 261, 271-273.
- FRAUENSTEIN, K., 1988 b: Bekämpfung von Mutterkornsklerotien und –bruchstücken im Saatgut von Roggen und Wiesenrispe mit Baytan-Universal. - Nachrichtenbl. Pflanzenschutz der ehem. DDR, 42, S. 18.
- FRAUENSTEIN, K., G. HORN und M. STOLLE, 1987: Untersuchungen zum Einsatz von Fungiziden zur Bekämpfung des Mutterkorns (*Claviceps purpurea* (FR.) Tul. in Vermehrungsbeständen von Wiesenrispe. - Nachrichtenbl. Pflanzenschutz der ehem. DDR, 41, 158-161.
- FREI, A., 1992: Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Getreidearten gegenüber *Claviceps purpurea*. - Diplomarbeit Univers. Göttingen 1-73.
- GÄUMANN, E., 1951: Pflanzliche Infektionslehre. - Verlag Birkhäuser Basel, 2. Aufl. 1-681.
- GEIGER, H. H. und G. A. BAUSBACK, 1979: Untersuchungen über die Eignung pollensterilen Roggens zur parasitischen Mutterkornherzeugung. - Z. Pflanzenzüchtung 83, 163-175.
- GRÜNEBERG, A., 1889: Kurzer Auszug aus den die Mutterkornfrage betreffenden Arbeiten der russischen Literatur-Historischen Studien aus dem Pharmakologischen Institut der Kaiserlichen Universität Dorpat. - Verlag von Tausch&Grosse, Halle, 1889 II, 48-57.
- GUGGISBERG, H., 1954: Mutterkorn vom Gift zum Heilstoff. - Verlag Basel (Schweiz) S.Karger New York 1-343.
- HAMBROCK, A., 1992: Lichtmikroskopische Beobachtungen am Fruchtknoten von *Secale cereale* nach Infektion mit *Claviceps purpurea* und Anwendung cytochemischer Methoden. -Diplomarbeit Universität Münster 1-109.
- HANDRECK, B., E. REDDEMANN und ZWINGELBERG, 1995: Mutterkornreinigung - Getreide, Mehl und Brot. - Deutscher Bäckerverlag GmbH, Bochum 49, 4, 187-199.
- HÄRLE, A., 1955: Die wichtigsten Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen im Bereich der Bundesrepublik Deutschland im Anbaujahr 1954. - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 7, 12, 1-19.
- HECHT, W. 1960: Studie über die Primär- und Sekundärinfektionen bei der Kultur von *Claviceps purpurea*. - Qualitan. Plantarum et Materiae Vegetabiles 7, 39-54.
- HEUSINGER, TH. O., 1856: Über den Ergotismus, insbesondere sein Auftreten im neunzehnten Jahrhundert. - Diss. Universität Marburg 1-29.
- HOFFMANN, G. M., 1988: Grundlagen des gezielten Einsatzes von Fungiziden im Getreidebau. - Bayerisches Landwirtschaftl. Jahrbuch 1, 51-56.
- JANK, B., 1986: Mutterkorn – ein Problem im Durumweizen im Jahre 1985. - Gesunde Pflanzen 38, 5, 219-221.
- JUNGEHÜLSING, U., 1995: Genomanalyse bei *Claviceps purpurea*. - J. Cramer in der Gebrüder Bornträger Verlagsbuchhandlung Berlin-Stuttgart Bd. 161, 1-135. (Diss. Univers. Münster 1995)
- KIRCHHOFF, H., 1929: Beiträge zur Biologie und Physiologie des Mutterkornpilzes. - Zentralbl. Bakteriologie II, 77, 310-369. (Inang.-Diss. Universität Jena 1929)

- KLUG, C., 1986: Bestimmung von Mutterkornalkaloiden in Lebensmitteln.- MvP-Hefte- Max von Pettenkofer Institut des Bundesgesundheitsamtes 2, 1-118. (Diss. TU-Berlin 1986)
- KOBERT, R., 1889: Zur Geschichte des Mutterkorns.- Historische Studien aus dem Pharmakologischen Institut der Kaiserlichen Universität Dorpat.- Verlag v. Tausch&Grosse, Halle 1889 I, 1-47.
- KOMPLOSSY, G., 1990: Mutterkorn (*Claviceps purpurea*). Infektionsversuche mit verschiedenen Roggensorten. - *Agrobotanica* 2-5, 112-113.
- KRÜGER, W., 1973: Maßnahmen zur Bekämpfung des Rapskrebesses, verursacht durch *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. - *Phytopath. Z.* 77, 125-137.
- KUNOVSKI, Z. and J. PANAYOTOW, 1974: The resistance to *Tilletia levis* and *Claviceps purpurea* in the first generation of crosses between common wheat varieties and *Agropyron glaucum*. - *Genetika i Selekcija* 7, 43.
- LAUBE, W. and F.QUADT, 1959: Roggen - In H. KAPPERT und W. RUDORF, 1959: Züchtung der Getreidearten. - Paul Parey in Berlin und Hamburg, zweiter Band, 35-102.
- LÜCKE, W., 1999: Phytosanitäre Aspekte im ökologischen Landbau.-Vortrag anlässlich der 23. Arbeitstagung der Fachreferenten für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland am 15./16. November 1999 in Dresden.
- LÜHE, H., W. LÜHE, E. SCHREIBER und M. FUNKE, 1999: Beeinflussung des Mutterkornbesatzes von Winterroggen durch agrotechnische Maßnahmen und Sortenwahl.- Abschlussbericht der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Themen-Nr. 08.07. 420/98, 1-38.
- LUTTRELL, E. S., 1980: Host-parasite relationship and development of the ergot sclerotium in *Claviceps purpurea*. - *Canad. J. Bot.* 58, 942-958.
- MANTLE, P. G., S. SHAW and D. A. POLING, 1977: Role of weed grasses in the aetiology of ergot disease in wheat. - *Ann. appl. Biol.* 86, 339-351.
- MIEDANER, TH., Roggen - Vom Unkraut zur Volksnahrung. - DLG-Verlag, Frankfurt, 1-151, S.49-53.
- MIELKE, H., 1993: Untersuchungen zur Bekämpfung des Mutterkorns. - *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd./Braunschweig* 45, 5/6, 97-102.
- MIELKE, H. und H. G. BETZ, 1995: Bedeutung des Mutterkorns und pflanzenbauliche Möglichkeiten zur Bekämpfung bei Roggen. - *Getreide, Mehl und Brot.- Deutscher Bäckerverlag GmbH, Bochum* 49, 6, 338-341.
- MIELKE, H. und T. ENGELKE, 1998: Zur Anfälligkeit inländischer Roggensorten gegenüber dem Erreger *Claviceps purpurea* bei künstlicher Inokulation. - *Mitt. a. d. Biol. Bundesanst.* H. 357, 94-95
- MOTHES, K. und A. SILBER, 1952: Über den natürlichen Befall der Roggenfelder durch Mutterkorn.- *Pharmazie*, 7, 310-313
- MOTHES, K. und A. SILBER, 1954: Über die Variabilität des Mutterkorns. - *Forschungen und Fortschritte* 28.4, 101-104.
- MÜHLE, E., 1971: Krankheiten und Schädlinge der Futtergräser. - S. Hirzel Verlag, Leipzig 1-422.
- MÜHLE, E. und K. BREUEL, 1977: Das Mutterkorn. - Die Neue Brehm-Bücherei, Verlag A. Ziemser, Wittenberg-Lutherstadt 1-48.
- MÜLLER, H., 1952: Über die Wirkung des Cyanamids im Kalkstickstoff auf die verschiedenen Mikroorganismen, insbesondere auf Schadpilze im Boden. - *Mitt. a. d. Biolog. Zentralanstalt Berlin-Dahlem* 74, 23-28.
- NIERE, B., 1996: Charakterisierung von *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. unterschiedlicher Wirtspflanzen mittels RAPD und ITS-RFLP.-Diplomarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaft.-Gärtnerische Fakultät, Fachgebiet Phytomedizin u. Biol. Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft. Berlin, Inst. f. Mikrobiologie, 1-62.
- NIERE, B., O. HERING, H., I. NIRENBERG und G. DEML, 1996: RAPD-IST-RFLP- Charakterisierung von *Claviceps purpurea* – Isolatn verschiedener Wirte. - *Mitt. a. d. Biolog. Bundesanstalt* H 321, 83.
- NIEMANN, E., 1956: Möglichkeiten zur Abtrennung von Mutterkorn aus Roggensaatgut. - *Angewandte Botanik* 30, 3, 65-72.
- NOHE, E., 1952: Zur Durchführung der Horstsaat. - *Saatgutwirtschaft* 4, 161-162.
- OBST, A., L. OBST und G. STRECKER, 1990: Natürliche Gifte in Getreide. Eine Gefahr für unsere Lebensmittel? - Fördergemeinschaft Integrierter Pflanzenbau, Bonn, H. 6, 1-35
- OBST, A. und V. H. PAUL, 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. - Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer 1-184.
- PANDOTRA, V. R., R. N. THAKUN, K. S. M. SASTRY and J. I. KACHROO, 1985: Studies on susceptibility of various rye cultivars to ergot infection. - *Indian J. Mycol. Pl. Pathol.* 15, 114-115.
- PAPE, H., 1943: Das Mutterkorn des Getreides und seine Verhütung. - Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Flugblatt Nr. 21, 6. Aufl., 1-4.
- PLATFORD, R. G. & C. C. BERDNIER, 1976: Reaction of cultivated cereals to *Claviceps purpurea*. - *Can. J. Plant Sci* 56, 51-58.
- PRILLWITZ, H. G., 1983: Pilzliche Krankheitserreger. In K. HEINZE, 1983: Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. - Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Bd. III, 186-189.
- RIEBESEL, G., 1953: Bemerkungen über das Auftreten weißer Mutterkörner.-*Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) 5, 7, 109.
- RODE, W., 1990: Pflanzenschutz in der Landwirtschaft. - Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1. Aufl. 130p, 430p.
- ROTH, L., H. FRANK und K. KORMANN, 1990: Giftpilze-Schimmelpilze. – Mykotoxine - ecomed-verlagsgesellschaft mbH. 1-328.
- ROTHACKER, D., K. FRAUENSTEIN und K. OERTEL, 1988: Untersuchungen zum Auftreten des Mutterkorns, *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul., in Vermehrungsbeständen von Winterroggen.-*Nachrichtenbl. Pflanzenschutz ehemalige DDR*, 42, 2.
- SCHWARTZKOPF, VON, B., 1989/90: Hybridroggen neue Impulse für den Getreideanbau. - Broschüre der Saaten-Union GmbH, Hannover, 1-30.
- SCHMIDT, K.-W., 1999: Mutterkornroggen an Milchkuhe?-*Bauernzeitung* 40, 4, 53-54.
- SEIDEL, D., T. WETZEL und K. SCHUMANN, 1981: Grundlagen der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes.- VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1. Aufl., 1-223.

- SEYFFART, G., 1996: Giftindex – Ergotamine. - Pabst Sci. Publ. 4. Auflage, S. 331.
- SHAW, S., 1984: Evaluation of triadimenol, fuberidazole and phenylmercury acetate for suppression of germination of sclerotia of *Claviceps purpurea*. Tests of Agrochemicals and cultivars- Nr. 5. – Ann. appl. Biol. 104, 48-49.
- SHAW, S., 1986: Untersuchungen über die Bekämpfung von Mutterkornverunreinigungen im Getreidesaatgut mit Baytan. - Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 39, 1, 47-72.
- SHAW, B. I. and P. C. MANTLE, 1980: Host infection by *Claviceps species*. - Trans. Br. Mycolog. Soc. 75, 77-90.
- SITTE, P., H. ZIEGLER, F. EHRENDORFER und A. BRESINSKY, 1998: Strassburger Lehrbuch der Botanik. - Verlag G. Fischer Stuttgart-Jena-Lübeck-Ulm, 34. Aufl. neubearbeitet S. 560-561.
- SONNENBERG, H., 1996: Untersuchungen zum Auftreten von Mutterkorn (*Claviceps purpurea*) im Winterroggen. - Diplomarbeit Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Abt. Pflanzenschutz Rendsburg 1-65.
- SPAAR, D., H. KLEINHEMPEL und R. FRITZSCHE, 1989: Getreide, Mais und Futtergräser-Diagnose von Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen. - Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo 1-268.
- STEINBACH, P., 1995: Mutterkorn an Winterroggen. - Landesweiter Hinweis Nr. 5/95
- TABER, W. A., 1985: Biology of *Claviceps*. In: A. L. DEMAIN and N. A. SOLOMON: Biology of industrial microorganisms, pp. 449-486. - The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. London, Amsterdam, Don Mills, Ontario; Sydney, Tokyo.
- TENBERGE, K. B. und P. TUDZYNSKI, 1998: Molekulare Cytologie der *Claviceps-Secale*-Interaktion. - Mitt. a. d. Biolog. Bundesanst. Berlin-Dahlem H. 357, 176-177.
- TEUSCHER, E. P., 1997: Biogene Arzneimittel.- Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft Stuttgart 5. Aufl. S. 315, 337-339.
- TEUTEBERG, A., 1987: Mutterkorn an Kultur- und Wildgräsern - Gesunde Pflanzen 39, 4, 145-150.
- THIEME, P., 1930: Über Mutterkorn in Getreide, Mehl und Brot, seinen Nachweis und die Verhütung von Mutterkornvergiftungen. - Veröffentl. aus dem Gebiete der Medizinalverwaltung. Verlagsbuchhandlung von Richard Schoetz Berlin, Wilh. Str. 10, Bd. XXXIII. H.1, 1-53.
- WEIPERT, D., 1996: Über Roggen und Mutterkorn. - Die Mühle + Mischfüttertechnik 133, 21, 335-338, 345-349
- WERNER, S., I. HABERMEIER und V. ZINKERNAGEL, 1998: Anwendung von Fungiziden im Roggenbau und ihr Einfluss auf die Verarbeitungsqualität. - Mitt. a. d. Biolog. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H.357, S146.
- WILLIAMS, R. D. (ed), 1984: Crop protection. - Handbookgrass and clover swards, British Crop Protection Council, Croydon, England, 105pp.
- WIRTH, W. und C. GLOXHUBER, 1993: Toxikologie.- Thieme Verlag 5. Aufl., S. 428-430.
- WOLFF, J., H. D. OCKER und H. ZWINGELBERG, 1983: Bestimmung von Mutterkornalkaloiden im Getreide und Mehlprodukten durch HPLC. - Getreide, Mehl und Brot 37, 11, 331-335.
- WOLFF, J. und W. RICHTER, 1995: Mutterkornalkaloide in der Milch? - Vortrag anlässlich des 17. Mykotoxin-workshops am 15.-17. Mai 1995 bei der FAL in Braunschweig.
- ZWINGELBERG, H., 1995: Möglichkeiten der Mutterkornauslese.-Bericht über die 17. Getreidetagung 1995.-Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V. Detmold. Granum-Verlag, Detmold Bd. 258, 85-92.

Danksagung

Besonderer Dank gilt Herrn Becker, Herrn Hottendorf, Herrn Uchtmann für die Anlage und Inokulationen der Infektionsversuche und der Resistenzprüfungen. Ich möchte Frau Gerken, Frau Müller und Frau Fricke für die Anzucht des Inokulums, für das Verrechnen der Versuche, für die Schreib- und Korrekturarbeiten vielmals danken.