

Artenspektrum und Befallshäufigkeit von *Fusarium* spp. in *Bt*- und konventionellem Mais im Maiszünsler-Befallsgebiet Oderbruch

Matthias Saß · Markus Schorling · Monika Goßmann · Carmen Büttner

Eingegangen: 7 Juli 2007 / Angenommen: 20 Juli 2007 / Online veröffentlicht: 23 August 2007
© Springer-Verlag 2007

Zusammenfassung Der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) zählt zu den bedeutendsten tierischen Schädlingen des Mais (*Zea mays*). Neben Ertragsverlusten können die Verletzungen des Pflanzengewebes durch die Maiszünsler-Larven auch Eintrittspforten für Pilzsporen darstellen. Eine Möglichkeit den Befall des Maiszünslers abzuwenden, bietet der Anbau von insektenresistentem *Bacillus thuringiensis*-Mais (*Bt*-Mais). Ziel der Studie war es, Artenspektrum und Befallshäufigkeit von *Fusarium* spp. in *Bt*-Mais (*cry1Ab*) im Vergleich zu konventionellem Mais zu ermitteln.

Auf jeweils zwei Versuchsflächen im Maiszünsler-Befallsgebiet Oderbruch wurden im Jahr 2003 Maishäckselproben einer *Bt*-Maissorte sowie deren isogene Sorte auf den Befall mit *Fusarium* spp. untersucht.

Während auf der einen Versuchsfläche (Vorfrucht Weizen und wendende Bodenbearbeitung) in der konventionellen Sorte ein mit 16% relativ geringer Befall des Maiszünslers festgestellt wurde, war der Maiszünsler-Befall in der konventionellen Sorte auf der zweiten Versuchsfläche (Vorfrucht Mais und nicht wendende, konservierende Bodenbearbeitung) mit 47% fast dreimal so hoch.

Auf beiden Versuchsflächen wurde in den konventionellen Maisproben ein mit ca. 70% sehr hoher *Fusarium*-Befall

festgestellt. Es dominierten vor allem *Fusarium*-Arten der Sektion *Liseola*, darunter *F. subglutinans*, *F. proliferatum* und *F. verticillioides*. Während bei den *Bt*-Maisproben der Fläche mit Weizenvorfrucht der Befall mit *Fusarium* spp. mit über 70% genauso hoch war, konnte bei den *Bt*-Maisproben der Fläche mit Vorfrucht Mais ein um mehr als 20% reduzierter *Fusarium*-Befall festgestellt werden.

Schlüsselwörter Maiszünsler · *Bt*-Mais · *Zea mays* · *Fusarium* spp.

Varieties and infestation of *Fusarium* spp. in *Bt* maize and conventional maize in the European corn borer infested area Oderbruch region (Germany)

Abstract The European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) is one of the most important pests of maize (*Zea mays*). Injuries to the plants caused by the larvae of the European corn borer may represent entrance gates for fungal spores. The cultivation of *Bacillus thuringiensis* maize (*Bt*-maize) is one possibility to reduce infestation by the European corn borer.

The aim of the present project was to determine and to compare the number of species and the frequency of *Fusarium* spp. infestation in *Bt*-maize (*cry1Ab*) and conventional maize.

In 2003, we analysed the *Fusarium* spp. infestation of samples of chaffed *Bt*-maize and its isogenic variety on two experimental fields in the Oderbruch region (Germany), an European corn borer infested area.

The conventional variety on the first of the experimental fields (previous crop wheat and forking cultivation) showed a small infestation (16%) of *Ostrinia nubilalis* while in

M. Saß · M. Goßmann (✉) · C. Büttner
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für
Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin,
Lentzeallee 55–57, 14195 Berlin, Germany
E-Mail: monika.gossmann@agrar.hu-berlin.de
Tel.: +49-030-31471140

M. Schorling
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für
integrierten Pflanzenschutz,
Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, Germany

the conventional variety on the second field (previous crop maize and not forking cultivation) the infestation of the European corn borer was almost three times higher (47%).

In the conventional variety on both of the experimental fields we found a high *Fusarium* spp. infestation (70%). Especially species of the section *Liseola dominates*, among them: *F. subglutinans*, *F. proliferatum* und *F. verticillioides*. The *Fusarium* infestation in the samples of *Bt*-maize from the field with previous crop wheat and forking cultivation was just as high as in the conventional variety (70%). The infestation of *Fusarium* spp. in the samples of *Bt*-maize from the field with previous crop maize and forking cultivation was more than 20 % lower.

Keywords Corn borer · *Bt*-maize · *Zea mays* · *Fusarium* spp.

Einleitung

Der Maisanbau ist eine wichtige Futtergrundlage für Veredlungs- und für milchviehhaltende Betriebe in der Landwirtschaft. Ein Faktor, der die Qualität und den Ertrag mindert, stellt der Befall des Maises durch den Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) dar. Dieser Kleinschmetterling zählt zu den bedeutendsten Schädlingen im Maisanbau. (Langenbruch 2002; Degenhardt et al. 2003). Durch den Fraß der Larven im Stängel verliert die Maispflanze an Stabilität. Zum anderen behindert dieser Bohrfraß im Stängelinneren den Nährstoff- und Wassertransport der Maispflanze. Die Folge sind schwach entwickelte Kolben. Die Bekämpfung des Maiszünslers kann vorbeugend mit mechanischen Verfahren durchgeführt werden. Zur direkten Bekämpfung stehen biologische Bekämpfungsverfahren wie etwa der Einsatz von Trichogramma-Schlupfwespen oder *Bacillus thuringiensis* (*Bt*)-Präparaten zur Verfügung. Für die chemische Bekämpfung der Larven steht aktuell das Fraß- und Kontaktinsektizid STEWARD (Indoxacarb) aus der Wirkstoffgruppe Oxadiazin zur Verfügung. Seit dem Jahr 2005 können gentechnisch veränderte, insektenresistente, *Bt*-Maissorten angebaut werden (Hommel et al. 2006).

Neben den Ertragsverlusten, die durch abgeknickte Pflanzen entstehen, sind Verletzungen des Pflanzengewebes durch die Maiszünsler-Larven auch Eintrittspforten für Pilzsporen. Der häufige Befund insbesondere von Pilzarten der Gattung *Fusarium* ist bemerkenswert und Grundlage der vorliegenden Untersuchungen.

Die Larven des Maiszünslers können sowohl passiv als auch aktiv die Pilzsporen bei ihren Fraßaktivitäten im Stängelinneren transportieren und so das Infektionspotenzial als Vektor in der Maispflanze weiter verbreiten (Munkvold und Desjardins 1997). Neben dem Baumwollkapselbohrer (*Helicoverpa zea*) und dem Westlichen Maiswurzelbohrer

(*Diabrotica vigifera vigifera*) ist besonders der Maiszünsler als Vektor für eine Infektion untersucht worden. Sobek und Munkvold (1999) bewiesen durch Feld- und Gewächshausexperimente, dass die Larve des Maiszünslers als Vektor für *Fusarium verticillioides* gilt, indem sie die Sporen von der Pflanzenoberfläche bis in den Stängel oder zum Kolben mit sich führt. Sie konnten eine signifikante Erhöhung der Kolbenfäule sowie eine Erhöhung der symptomlosen Infektion durch *Fusarium verticillioides* nachweisen. Dass die Beschädigung der Maispflanze durch die Larve des Maiszünslers zu einer erhöhten Sekundärkontamination mit pathogenen Pilzen und dessen sekundären Stoffwechselprodukten, den Mykotoxinen, führen kann, belegen auch Arbeiten von Lew et al. (1991) und Munkvold et al. (1997a, 1999).

Als Erreger der Wurzel-, Stängel- bzw. Kolbenfäule beim Mais werden in der Literatur vorwiegend folgende *Fusarium* spp. genannt: *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. proliferatum*, *F. sporotrichioides*, *F. subglutinans* und *F. verticillioides* (Logrieco und Bottalico 1988, 1993, 1995; Rintelen 1965; Teich 1989; Vigier et al. 1997). Wie Untersuchungen an Silomaispflanzen von Schuhmann et al. (1991) zeigten, sind *Fusarium* spp., wie *F. avenaceum*, *F. culmorum* und *F. subglutinans* auch latent endophytisch nachweisbar und gehen nicht immer mit deutlich sichtbaren Symptomen einer Fäule einher. Zur Bewertung und Einschätzung der Qualitätsbeeinträchtigung der sowohl latenten als auch mit Symptomen auftretenden pathogenrelevanten *Fusarium*-Arten (vor allem am Stängel, an den Blattscheiden, den Lieschblättern und den Kolben vom Mais) ist von großer Bedeutung, dass diese auch potenzielle Mykotoxinbildner sind und die Futterqualität erheblich mindern können. So schädigen beispielsweise die Trichothecene Deoxynivalenol (DON) und Nivalenol (NIV) unter anderem das Immunsystem von Warmblütern, wodurch sich die Krankheitsanfälligkeit erhöht. Vor allem Schweine vertragen das mit diesen Mykotoxinen belastete Futter schlecht, sie fressen weniger, leiden unter Verdauungsstörungen und reagieren mit deutlich verminderter Gewichtszunahme. Kühe sind etwas weniger empfindlich; aber auch sie reagieren bei Aufnahme von belasteter Maissilage mit verringerter Futteraufnahme und geben weniger Milch. Das Mykotoxin Zearalenon (ZEA) hat östrogene Wirkung und führt zu Fruchtbarkeitsstörungen bei Muttertieren, insbesondere bei Schweinen (Lepschy 1992). Die Mykotoxine aus der Gruppe der Fumonisine besitzen eine kanzerogene Wirkung und stehen in Verbindung mit Speiseröhren- und Lungenkreiserkrankungen beim Menschen (Lepschy 1992). Eine Fumonisin kontamination des Futters führt vor allem bei Pferden zur Equine Leukoencephalomalazie (ELEM), einer oft tödlich verlaufenden Gehirnkrankheit (Munkvold und Desjardins 1997).

Um den Einfluss des Maiszünsler-Befalls auf die Infektion der Maispflanzen mit *Fusarium*-Arten zu untersuchen,

wurden die Befallshäufigkeit und das Spektrum von Pilzarten der Gattung *Fusarium* sowohl an einer gentechnisch veränderten, insektenresistenten *Bt*-Maissorte (MEB 307 BT) als auch an der korrespondierenden, nicht transformierten Maissorte MONUMENTAL (isogene Linie) erfasst und näher charakterisiert.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen im Jahr 2003 wurden in einem Befallsgebiet des Maiszünslers, im Oderbruch (Land Brandenburg) zwei ca. 20 ha große Versuchsflächen (Feld 1, Feld 2) angelegt. Beide Felder wurden in jeweils zwei gleichgroße Teilfelder aufgeteilt. Auf dem einen Teilfeld wurde die *Bt*-Maissorte MEB 307 BT und auf der anderen Hälfte die korrespondierende, nicht transformierte konventionelle Maissorte MONUMENTAL angebaut (Abb. 1).

Die Aussaat beider Sorten erfolgte Ende April 2003. Auf Feld 1 stand in den Jahren 2001 und 2002 als Vorfrucht Weizen, auf Feld 2 die Vorfrucht Mais. Die Bodenbearbeitung erfolgte auf Feld 1 mittels Pflug, auf Feld 2 mit dem Grubber. Die Probenahme von jeder der zwei Teilflächen der Felder 1 und 2 erfolgte zur Ernte Anfang September an jeweils zehn Probenahmepunkten im Abstand von mindestens 20 m. Für die Laboruntersuchungen waren pro Entnahmepunkt ca. 1,5 kg Häckselgut zu beproben. Es wurden aus dem Häckselgut pro Probenahmepunkt jeweils sechs Teile des Stängels und des Kolbens entnommen, sodass je Teilfläche 60 Stängel- und 60 Kolbenstücke beprobt wurden. Insgesamt wurden auf den zwei Versuchsflächen 480 Gewebeprobe aus Stängel- und Kolbenbereich auf Pilzbefall untersucht, davon 240 der konventionellen Maissorte und 240 der *Bt*-Maissorte.

Die entnommenen Stängel- und Kolbenteile wurden zur Oberflächendesinfektion für zwei Minuten mit 2%iger NaOCl behandelt, mit sterilem Aqua dest. mehrmals gespült und auf Filterpapier getrocknet. Die Proben wurden einzeln luftdicht verpackt und bei -20°C gelagert. Zur Isolierung

der Pilze wurden ca. $0,5 \times 0,5$ cm große Gewebestücke des Stängels bzw. des Kolbens entnommen, auf SNA (spezieller nährstoffarmer Agar, Nirenberg 1976) ausgelegt und bei 20°C , 14 h UV-Licht und 10 h Dunkelphase zehn Tage inkubiert. Danach wurde der endophytische Pilzauswuchs lichtmikroskopisch bonitiert. Die Charakterisierung der *Fusarium*-Arten nach Gerlach und Nirenberg (1982), Booth (1971) und Nirenberg (1976) wurde anhand morphologischer Merkmale vorgenommen; die des sonstigen Pilzauswuchses erfolgte in gleicher Weise nach Domsch et al. (1980), Gams (1971), Domsch und Gams (1970) und Ellis (1971).

Der Maiszünsler-Befall wurde Ende August, kurz vor der Ernte, an 100 randomisiert ausgewählten Maispflanzen pro Variante und Versuchsfläche ermittelt. Hierzu wurden die Pflanzen und Kolben der Länge nach aufgeschnitten und die darin befindlichen Larven gezählt.

Ergebnisse und Diskussion

Befall durch den Maiszünsler

Die Vorfrucht und die Art der Bodenbearbeitung zeigten einen deutlichen Einfluss auf die Quantität des Befalls der Maispflanze mit Larven des Maiszünslers. So wurde auf Feld 1, mit der Vorfrucht Weizen und einer tiefgründigen Bodenbearbeitung mittels Pflug, in den untersuchten Maispflanzen der konventionellen Maissorte ein relativ geringer Maiszünsler-Befall von 16% festgestellt (Abb. 2).

Der Anbau von Winterweizen als Nicht-Wirtspflanze für den Maiszünsler in Kombination mit der wendenden Bodenbearbeitung konnte die Überwinterung der Maiszünsler-Larve auf Feld 1 verhindern. Bei der konventionellen Maissorte auf Feld 2, mit der Vorfrucht Mais und einer Bodenbearbeitung durch Grubbern, wurde zum gleichen Boniturzeitpunkt mit 47% ein wesentlich höherer Befall mit Larven des Maiszünslers festgestellt. Die nur oberflächlich eingegrubberten Ernterückstände der Maisvorfrucht stellten für die Maiszünsler-Larve optimale Überwinte-

Abb. 1 Luftaufnahme der zwei Felder mit der Teilfläche BT (*Bt*-Sorte) und der Teilfläche KV (konventionelle Sorte), links: Feld 1, rechts: Feld 2

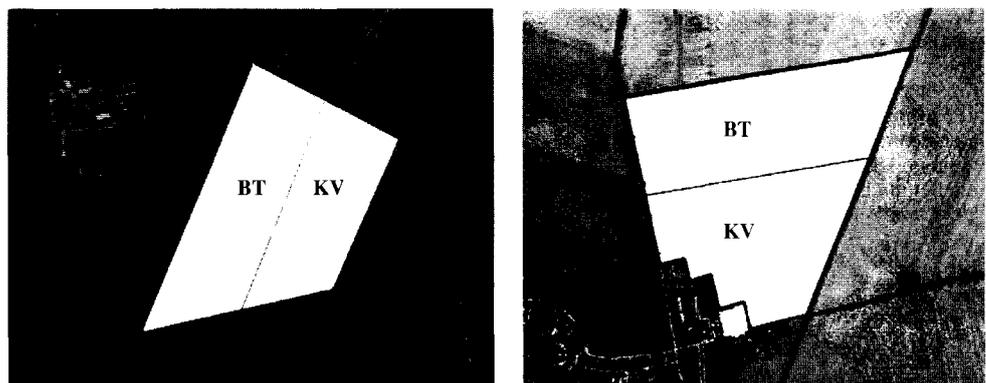
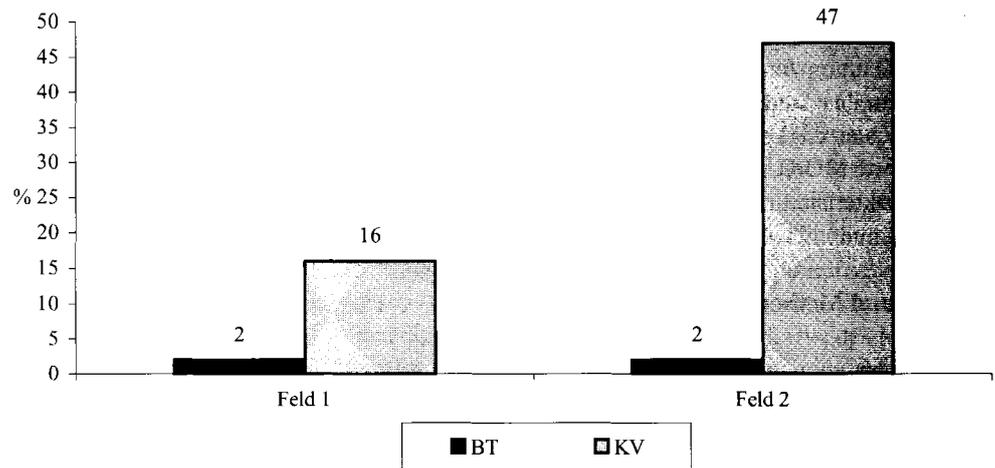


Abb. 2 Prozentualer Befall der Maisstängel durch Maiszünsler-Larven an 100 zufällig ausgewählten Maispflanzen auf jeder der Teilflächen von Feld 1 und 2 zum Boniturzeitpunkt kurz vor der Ernte (Ende August 2003)



rungsbedingungen dar. Der Befall des *Bt*-Mais auf den beiden Feldern wurde aufgrund der produktionsbedingten Sortenunreinheit mit maximal 2% angenommen.

Befallshäufigkeit der Maisproben mit *Fusarium* spp. und sonstigen Pilzarten in den untersuchten Maisproben zur Ernte September 2003

Sowohl auf Feld 1 als auch auf Feld 2 konnte in den untersuchten Maisproben der konventionellen Sorte mit 74,2% bzw. 68,3% ein relativ hoher Befall mit Pilzen der Gattung *Fusarium* spp. beobachtet werden (Abb. 3).

Diese hohe Infektionsrate mit *Fusarium* spp. in den untersuchten Kolben- und Stängelproben steht vermutlich im engen Zusammenhang mit den für das *Fusarium*-Wachstum äußerst günstigen klimatischen Bedingungen in 2003 (Abb. 4).

So lagen die Temperaturen während der Vegetationsperiode des Mais generell über dem langjährigen Mittel von 8,5 °C. Das für eine *Fusarium*-Infektion des Kolbens sehr empfindliche Stadium der Blüte (BBCH 65, obere und untere Rispenäste in Blüte, Narbenfäden vollständig geschoben) konnte für den Großteil der Maisbestände

am 14. Juli 2003 bonitiert werden. Während dieser Phase im Monat Juli, vor allem der letzten Dekade, waren hohe Niederschlagsmengen zu verzeichnen. Ausreichend Niederschlag in Verbindung mit hohen Temperaturen fördert die Verbreitung der Pilze und führte vermutlich zu den hohen Kontaminationen sowie Infektionen mit *Fusarium* spp. Auch bei den *Bt*-Maisproben auf Feld 1 mit Weizenvorfrucht war die festgestellte Befallshäufigkeit von *Fusarium*-kontaminierten Stängel- und Kolbengewebestücken mit 73,3% sehr hoch (Abb. 3). Gegenüber der konventionellen Sorte auf Feld 2 mit Vorfrucht Mais war hingegen der *Fusarium*-Befall der untersuchten Probenstücke des *Bt*-Mais um mehr als 20% reduziert und lag hier bei ca. 42,5%. Im Zusammenhang mit dem hohen Maiszünsler-Befall auf dieser Versuchsfläche kann der geringere Anteil *Fusarium*-kontaminierter Proben in der Variante *Bt*-Mais auf das Unterbinden der Fraßaktivität der Maiszünsler-Larve und der gleichzeitigen Unterbrechung des bedeutenden Infektionsweges über mechanische Verletzungen zurückgeführt werden. Gleiche Rückschlüsse aus ihren Untersuchungen zogen Lew et al. (1991), Munkvold et al. (1997a, 1999) sowie Magg et al. (2002, 2003). Im Feld 1 hatte der geringe Befall mit dem Maiszünsler (Abb. 2) offensichtlich keine Auswirkungen auf eine In-

Abb. 3 Zur Probenahme, während der Ernte im September 2003, ermittelte prozentuale Befallshäufigkeit mit *Fusarium* spp. in den untersuchten Kolben- und Stängelteilen der konventionellen und *Bt*-Sorten auf Feld 1 und Feld 2

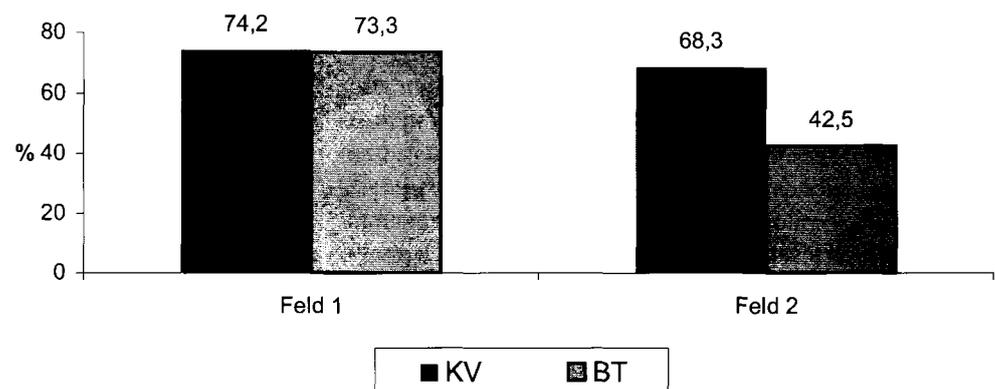
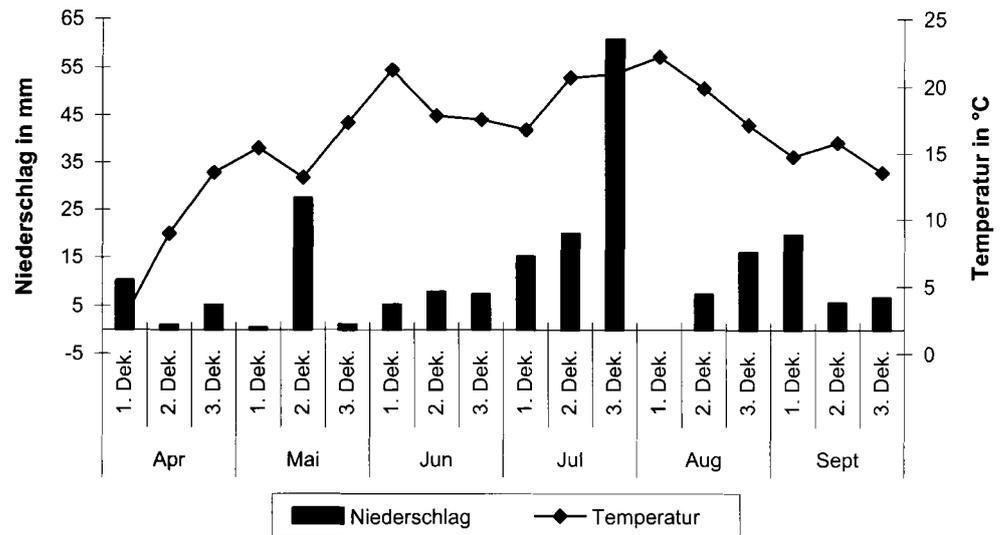


Abb. 4 Temperaturverlauf und Niederschlagssummen während der Vegetationszeit von Silomais (April bis September) differenziert in Dekaden im Jahr 2003, Wetterstation Manschnow (Quelle: DWD, 2003)



fektion mit Pilzen der Gattung *Fusarium*. So waren die untersuchten Proben der konventionellen und *Bt*-Maissorten mit ca. 73% bis 74% annähernd gleich stark mit *Fusarium* spp. infiziert. Es ist anzunehmen, dass andere Infektionswege, außer durch Fraßschäden der Maiszünsler-Larve, in Frage kommen. Munkvold et al. (1997b) wiesen in ihren Untersuchungen für *Fusarium verticillioides* systemisches Wachstum innerhalb der Maispflanze nach Saatgut- bzw. Stängelinfection nach. Als wichtigsten Infektionsweg für die Infektion der Maiskörner identifizierten die Autoren die Infektion über die Narbenfäden zur Maisblüte.

Eine eindeutige Charakterisierung der sich entwickelnden Pilzarten an den untersuchten Maisproben mit Schwerpunkt der Pilzarten der Gattung *Fusarium* war aufgrund von zahlreichen und vielfältigen Kontaminationen mit Pilzen nicht immer gewährleistet. Proben mit *Fusarium*-typischen morphologischen Merkmalen wurden zwar als *F. spp.* vermerkt, eine eindeutige Artenzuordnung war aber nicht immer möglich. Zum anderen lag häufig eine Sekundärkontamination mit anderen bodenbürtigen, häufig auch saprophytisch zu bewertenden Pilzarten, vor. Diese, insbesondere zellulosezersetzende, Pilze besiedeln häufig die Phyllosphäre von Pflanzenoberflächen, werden boden- bzw. luftbürtig verbreitet und wurden trotz Oberflächen-desinfektion mit 2% NaOCl mit erfasst. Im Pilzauswuchs der untersuchten Gewebestücke von Stängel- und Kolbenproben entwickelte sich häufig eine Mischinfektion mit Pilzarten der Gattung *Rhizopus*, *Mucor*, *Acremonium*, *Verticillium*, *Alternaria*, *Cladosporium* und *Penicillium*.

Zusammensetzung des *Fusarium*-Artenspektrums in den Maisernteproben

Auf Feld 1, mit Weizenvorfrucht und Bodenbearbeitung mittels Pflug, war von den insgesamt 120 untersuchten Stängel-

und Kolbenproben der konventionellen Maissorte in 35,8% der Fälle *F. subglutinans* nachweisbar (Tabelle 1).

Auch in den 120 untersuchten Proben der *Bt*-Maissorte wurde diese *Fusarium*-Art aus der Sektion *Liseola* in mehr als einem Drittel, in 39,2% der Proben gefunden. Nur geringfügig unterscheidet sich die Befallshäufigkeit mit *F. proliferatum* von 11,7% bzw. 8,3% und *F. verticillioides* mit 8,3% bzw. 7,5% in untersuchten Proben aus der konventionellen bzw. *Bt*-Maissorte. Alle anderen nachgewiesenen *Fusarium*-Arten bei den Proben der konventionellen Maissorte, wie *F. sambucinum* (3,3%), *F. sporotrichoides* (3,3%), *F. semitectum* (2,5%), *F. avenaceum* (1,7%), *F. anthophilum* (1,7%), *F. graminearum* (0,8%), *F. acuminatum* (0,8%), und *F. lateritium* (0,8%) konnten in nur sehr wenigen Proben nachgewiesen werden. Bei den Proben der *Bt*-Maissorte waren diese *Fusarium*-Arten bis auf *F. sambucinum*

Tabelle 1 Zur Ernte 2003 nachgewiesene *Fusarium*-Arten in den untersuchten Stängel- und Kolbenproben der konventionellen Maissorte ($n = 120$) und der *Bt*-Maissorte ($n = 120$) auf Feld 1 mit Weizenvorfrucht und Bodenbearbeitung mittels Pflug

<i>Fusarium</i> -Art	Befallshäufigkeit (in %) bezogen auf die Anzahl der untersuchten Stängel- und Kolbenproben	
	Konventionelle Maissorte	<i>Bt</i> -Maissorte
<i>F. subglutinans</i>	35,8	39,2
<i>F. proliferatum</i>	11,7	8,3
<i>F. verticillioides</i>	8,3	7,5
<i>F. sambucinum</i>	3,3	0
<i>F. sporotrichoides</i>	3,3	6,7
<i>F. semitectum</i>	2,5	1,7
<i>F. avenaceum</i>	1,7	6,7
<i>F. anthophilum</i>	1,7	0
<i>F. graminearum</i>	0,8	4,2
<i>F. acuminatum</i>	0,8	1,7
<i>F. lateritium</i>	0,8	0,8
<i>F. spp.</i>	5,8	2,5

Tabelle 2 Zur Ernte 2003 nachgewiesene *Fusarium*-Arten in den untersuchten Stängel- und Kolbenproben der konventionellen Maissorte ($n = 120$) und der *Bt*-Maissorte ($n = 120$) auf Feld 2 mit Maisvorfrucht und Bodenbearbeitung mittels Grubber

<i>Fusarium</i> -Art	Befallshäufigkeit (in %) bezogen auf die Anzahl der untersuchten Stängel- und Kolbenproben	
	Konventionelle Maissorte	<i>Bt</i> -Maissorte
<i>F. subglutinans</i>	35,0	28,3
<i>F. proliferatum</i>	13,3	1,7
<i>F. avenaceum</i>	9,2	5,0
<i>F. verticillioides</i>	5,8	0
<i>F. sporotrichoides</i>	1,7	4,2
<i>F. graminearum</i>	0,8	0
<i>F. lateritium</i>	0,8	0
<i>F. dimerum</i>	0,8	0
<i>F. anthophilum</i>	0	1,7
<i>F. spp.</i>	2,5	1,7

und *F. anthophilum* in geringeren Anteilen nachweisbar, insbesondere *F. sporotrichoides* und *F. avenaceum* mit jeweils 6,7%. *F. graminearum* war mit 4,2% vertreten.

Auf Feld 2, mit Maisvorfrucht und Bodenbearbeitung mittels Grubber, wurden deutliche Unterschiede in der Befallshäufigkeit vor allem mit *F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. avenaceum* und *F. verticillioides* zwischen den jeweils 120 untersuchten Stängel- und Kolbenproben beobachtet (Tabelle 2).

Wie auch auf Feld 1, konnte auf dem Feld 2, *F. subglutinans* mit jeweils 35% in der konventionellen Variante bzw. mit ca. 28% in der *Bt*-Variante als häufigste *Fusarium*-Art nachgewiesen werden. Die Untersuchung der konventionellen Stängel- und Kolbenproben ergab einen weiteren Befall mit *F. proliferatum* (13,3%), *F. avenaceum* (9,2%) sowie *F. verticillioides* (5,8%). Sehr geringe Kontaminationen zeigten die konventionellen Proben mit den *Fusarium*-Arten *F. sporotrichoides* (1,7%), *F. graminearum* (0,8%), *F. lateritium* (0,8%) und *F. dimerum* (0,8%). Neben dem Hauptbefall der *Bt*-Maissorte mit *F. subglutinans* wurde ein weiterer Befall mit den Arten *F. avenaceum* (5,0%), *F. sporotrichoides* (4,2%), *F. proliferatum* (1,7%) und *F. anthophilum* (1,7%) nachgewiesen.

Die Bestimmung des *Fusarium*-Artenspektrums in den Maisproben der 2003 beprobten Versuchsflächen im Oderbruch bestätigen Ergebnisse von Brunner und Adler (2003, 2004) und Vigier et al. (1997). Wie auch in diesen österreichischen bzw. kanadischen Untersuchungen wurden in den vorliegenden Untersuchungen von Maisproben eines deutschen Standortes, die *Fusarium*-Arten der *Liseola*-Sektion, insbesondere *F. subglutinans*, als die dominierenden *Fusarium*-Pathogene identifiziert. Der in der Literatur oft beschriebene zunehmende Befall mit dem wärmeliebenden Pilz *F. graminearum* konnte für das

trockene Jahr 2003 am Standort Oderbruch nicht festgestellt werden. Analog zu den Untersuchungen aus Österreich von Brunner und Adler (2003, 2004), wo eine stetige Zunahme des fumonisinbildenden Pilzes *F. proliferatum* zu verzeichnen ist, konnte auch in dieser Untersuchung an Proben von beiden Feldern – vor allem bei der konventionellen Maissorte mit 11,7% bzw. 13,3% über 10%, während es bei der *Bt*-Maissorte mit 8,3% bzw. 1,7% – relativ niedrige Befallswerte festgestellt werden. Interessant ist auch in diesem Zusammenhang der Nachweis von *F. verticillioides*. Diese bedeutsame fumonisinbildende *Fusarium*-Art konnte auf Feld 1 in 8,3% (Tabelle 1) und auf Feld 2 in 5,8% der untersuchten Proben (Tabelle 2) der konventionellen Maissorte nachgewiesen werden. Bei den untersuchten Proben der *Bt*-Maissorte wurde nur auf Feld 1, in 7,5% der untersuchten Proben *F. verticillioides* nachgewiesen.

Literatur

- Booth C (1971) The genus *Fusarium*. Comm Mycol Inst Kew, Surrey, CABI
- Brunner S, Adler A (2003) Untersuchung der genetischen Variabilität bei wichtigen *Fusarium*-Arten isoliert von Getreide und Mais aus Österreich. AGES – Forschungsbericht 2003:1–5
- Brunner S, Adler A (2004) Untersuchung der genetischen Variabilität bei wichtigen *Fusarium*-Arten isoliert von Getreide und Mais aus Österreich. AGES – Forschungsbericht 2004:1–25
- Degenhardt H, Horstmann F, Mülleider N (2003) *Bt*-Mais in Deutschland. Mais 2:75–77
- Domsch KH, Gams W (1970) Pilze aus Agarböden. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- Domsch KH, Gams W, Anderson TH (1980) Compendium of soil fungi. Vol. 1, Academic Press (London) LTD
- Ellis MB (1971) Dematiaceous Hyphomycetes. Comm Mycol Inst Kew, Surrey, CABI
- Gams W (1971) Cephalosporium-artige Schimmelpilze (Hyphomycetes). Gustav Fischer Verlag, Jena
- Gerlach W, Nirenberg H (1982) The Genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas, Mitt Biol Bundesanst Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, 209:1–406
- Hommel B, Schorling M, Langenbruch G-A (2006) Wie den Maiszünsler bekämpfen? Mais 3:2–4
- Langenbruch GA (2002) Die Ausbreitung des Maiszünslers in Deutschland. Mitt Biol Bundesanst Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, 390:96–97
- Lepschy J (1992) Fusarientoxine in Getreide – ihre Entstehung und Vorbeugungsmaßnahmen. Ges Pfl 2:35–39
- Lew H, Adler A, Edlinger W (1991) Moniliformin and the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*). Mycotox Res 7:71–76
- Logrieco A, Botalico A (1988) *Fusarium* species of the *Liseola* section associated with stalk and ear rot of maize in southern Italy, and their ability to produce moniliformin. Trans Br mycol Soc 90:215–219
- Logrieco A, Moretti A, Altomare C, Botalico A, Carbonell Torres E (1993) Occurrence and toxicity of *Fusarium subglutinans* from Peruvian maize. Mycopatho 122:185–190
- Logrieco A, Moretti A, Ritieni A, Botalico A, Corda P (1995) Occurrence and Toxicogenicity of *Fusarium proliferatum* from preharvest maize ear rot and associated mycotoxins in Italy. Plant Dis 79:727–731

- Magg T, Melchinger AE, Klein D, Bohn M (2002) Relationship between European corn borer resistance and concentrations of mycotoxins produced by *Fusarium* spp. in grains of transgenic Bt-maize hybrids, their isogenic counterparts, and commercial varieties. *Plant Breed* 121:146–154
- Magg T, Bohn M, Klein D, Merditaj V, Melchinger AE (2003) Concentration of moniliformin produced by *Fusarium* species in grains of transgenic Bt-maize hybrids compared to their isogenic counterparts and commercial varieties under European corn borer pressure. *Plant Breed* 122:322–327
- Munkvold GP, Desjardins AE (1997) Fumonisin in Maize: Can we reduce their occurrence? *Plant Dis* 81:556–565
- Munkvold GP, Hellmich RL, Showers WB (1997a) Reduced *Fusarium* ear rot and symptomless infection in kernels of maize genetically engineered for European corn borer resistance. *Phytopath* 87:1071–1077
- Munkvold GP, McGee DC, Carlton WM (1997b) Importance of different pathways for maize kernel infection by *Fusarium moniliforme*. *Phytopath* 87:209–217
- Munkvold GP, Hellmich RL, Rice LG (1999) Comparison of fumonisin concentration in kernels of transgenic Bt maize hybrids and nontransgenic hybrids. *Plant Dis* 83:130–138
- Nirenberg H (1976) Untersuchungen über die morphologische Differenzierung in der *Fusarium*-Sektion *Liseola*. *Mitt Biol Bundesanst Land- und Forstwirtsch, Berlin-Dahlem*, 169:1–117
- Rintelen J (1965) *Fusarium culmorum* und andere *Fusarium*-Arten als Erreger einer Stängelfäule an reifenden Maispflanzen in Süddeutschland. *Z Pfl-Krankh Pfl-schutz* 72:89–91
- Schuhmann K, Janke C, Goßmann M (1991) Untersuchungen zum endogenen Pilzbefall an Silomais-Fusarium-Flora. *Arch Phytopath Pfl-schutz* 27:135–141
- Sobek EA, Munkvold GP (1999) European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) larvae as vectors of *Fusarium moniliforme*, causing kernel rot and symptomless infection of maize kernels. *J Econ Entomol* 92:503–509
- Teich AH (1989) Epidemiology of corn (*Zea mays* L.) ear rot caused by *Fusarium* spp. In: Chelkowski J (ed) *Fusarium. Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity*. Elsevier, Amsterdam, pp 319–328
- Vigier B, Reid LM, Seifert KA, Stewart DW, Hamilton RI (1997) Distribution and prediction of *Fusarium* species associated with maize ear rot in Ontario. *Canad J Plant Path* 19:60–65