

Mykotoxine in Silo- und Körnermais

Vergleich zwischen Bt-Maissorten und den korrespondierenden nichtresistenten Isolinien

Andreas Schier, Nürtingen

Schimmelpilze der Gattung *Fusarium* befallen Mais, Getreide und andere Gräser. Die von den Fusarien auf den Wirtspflanzen natürlicherweise gebildeten Mykotoxine treten weltweit in Nahrungs- und Futtermitteln auf und sind seit Jahrzehnten ein ernstes Problem. Der Grund für das verstärkte Auftreten von Fusariosen liegt möglicherweise an der Zunahme der nichtwendenden Bodenbearbeitung und an sich ändernden Umweltbedingungen.

Im Jahr 2003 wurden die Ergebnisse einer umfangreichen Studie zum Thema Fusarium-Mykotoxine in Nahrungs- und Futtermitteln aus dreizehn EU-Mitgliedsländern veröffentlicht. Zwölf Staaten stellten Daten über Trichothezene und neun über Zearalenone und Fumonisin zur Verfügung. Insgesamt wurden 44.959 Proben analysiert. Der Anteil positiver Proben reichte von 0 Prozent (Verrucanol) bis zu 57 Prozent Deoxynivalenol (DON). Am häufigsten traten DON, Typ B Trichothezen mit 57 Prozent, Fumonisin (FUM) B1 mit 46 Prozent und Zearalenon (ZEA) mit 32 Prozent auf. Der höchste Anteil an positiven Proben wurde im Mais gefunden (DON 89 Prozent, ZEA 79 Prozent und FUM 62 bis 79 Prozent).

Um den gesundheitlichen Gefahren, die durch die Aufnahme von belasteten Nahrungs- und Futtermitteln auftreten können, zu begegnen, haben Gesetzgeber in vielen Ländern Grenzwerte für die bekanntesten Mykotoxine aufgestellt. Für Deutschland schreibt die Myko-

toxin-Höchstmengenverordnung (MHmV) die zulässigen Höchstmengen u. a. für DON, ZEA und FUM B1 und FUM B2 in unverarbeitetem Mais vor (Tabelle).

Die Höchstmengen beziehen sich auf die unverarbeitete Rohware, die zur ersten Verarbeitungsstufe in Verkehr gebracht wird und somit nicht zum direkten Verzehr bestimmt ist. Reinigung, Sortierung und Trocknung zählen



Durch Larven des Maiszünslers (siehe Pfeile) und Schimmelpilz geschädigter Maiskolben (Foto: Autor)

nische Belastungen mit mäßigen Mykotoxingehalten sind nur unzureichend untersucht. Laut einer US-Studie belaufen sich die wirtschaftlichen Schäden durch mit Fumonisin belastetem Futtermais in einem „normalen Jahr“ auf bis zu 20 Millionen US\$.

In einem Jahr mit starkem Auftreten von Fusariosen würden die Kosten gar auf 31 bis 46 Millionen US\$ ansteigen.

Aktuelle Ergebnisse

An insgesamt drei Standorten in Deutschland – Altreez (Brandenburg), Kitzingen (Bayern) und Nürtingen (Baden-Württemberg) – wurden im Jahr 2007 gentechnisch veränderte maiszünslers resistente Sorten (MON810) mit ih-

Humifirst

**Bessere Bewurzelung –
höherer Ertrag**



Neuheit

**Humifirst für Mais –
Düngen mit System**



nicht als „erste Verarbeitungsstufe“. Grundlage für die deutsche MHmV sind die Verordnung (EG) Nr. 1126/2007 der Kommission vom 28. September 2007 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln hinsichtlich Fusarientoxinen in Mais und Maiseerzeugnissen (Abl. Nr. L255/14; 29.09.2007).

Der wirtschaftliche Schaden des Auftretens von Mykotoxinen in Nahrungs- und Futtermitteln ist schwierig zu ermitteln. Besonders chro-

Mehr Ertrag

**Mehr Informationen:
www.humifirst.de**





Auszug aus der aktuellen Mykotoxin-Höchstmengenverordnung (MHmV) mit den Mykotoxinhöchstmengen für unverarbeiteten Mais

Mykotoxin Höchstmengen für unverarbeiteten Mais	
Fusariumtoxin	µg/kg
Deoxynivalenol (DON)	1 750
Zearalenon (ZEA)	200
Fumonisin B1 und B2 (FUM)	2 000

ren korrespondierenden nichtresistenten Isolinien auf ihren Maiszünslerbefall und ihre Mykotoxingehalte mit den drei Leittoxinen DON, ZEA und FUM analysiert (ELISA der Firma Neogen).

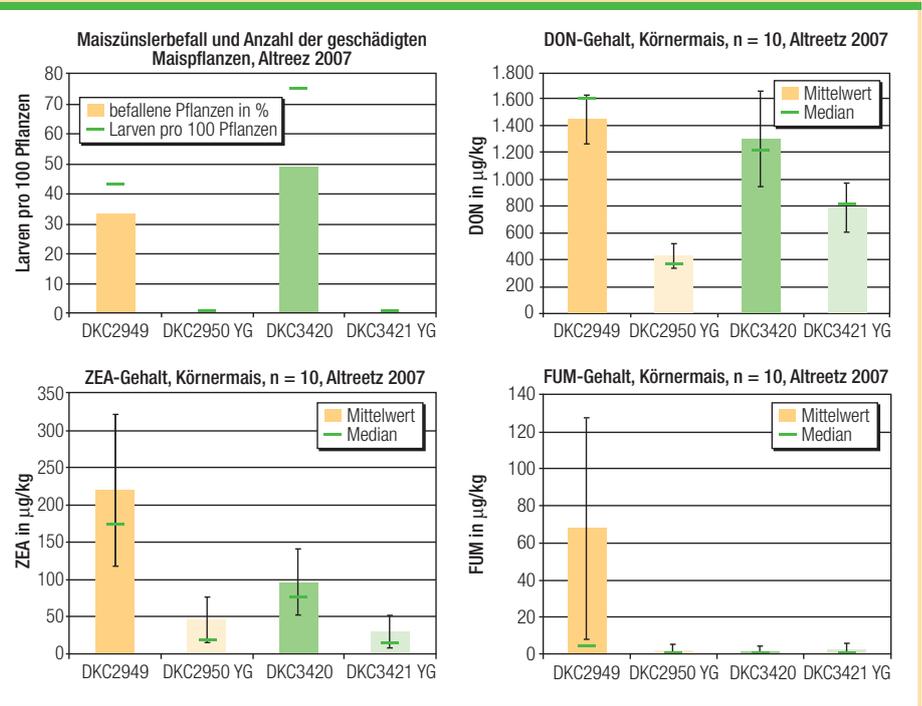
In Altreetz und Kitzigen wurden Streifenversuche in Praxisflächen untersucht, in Nürtingen dreifach wiederholte Exaktversuche durchgeführt. Angebaut wurden Sorten der Firmen Monsanto, Pioneer und KWS.

Standort Altreetz, Brandenburg (Körnermais)

In den gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Sorten wurden keine Larven gefunden. In den nichtresistenten Isolinien wurden durchschnittlich 59 Larven pro 100 Pflanzen gefunden.

Zwischen den entsprechenden isogenen und transgenen Linien DKC2949/ DKC2950 YG und DKC3420/DKC3421 YG fanden sich deutliche Unterschiede im Gehalt von DON und

Abb. 1: Vergleich von zwei gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Sorten (YG) mit ihren korrespondierenden nichtresistenten Isolinien hinsichtlich des Maiszünslerbefalls und der Mykotoxinbelastung mit DON, ZEA und FUM im Körnermais



ZEA. Bezogen auf den Median konnte der DON-Gehalt auf 23 Prozent beziehungsweise 66,8 Prozent und bei ZEA auf 10,3 Prozent bzw. 17,1 Prozent der nichttransgenen Linien gesenkt werden (Abb. 1).

Standort Kitzingen, Bayern (Silomais)

In den gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Sorten (Bt) wurden keine Larven

Abb. 2: Vergleich von zwei gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Sorten (YG) mit ihren korrespondierenden nichtresistenten Isolinien hinsichtlich des Maiszünslerbefalls und der Mykotoxinbelastung mit DON, ZEA und FUM im Silomais

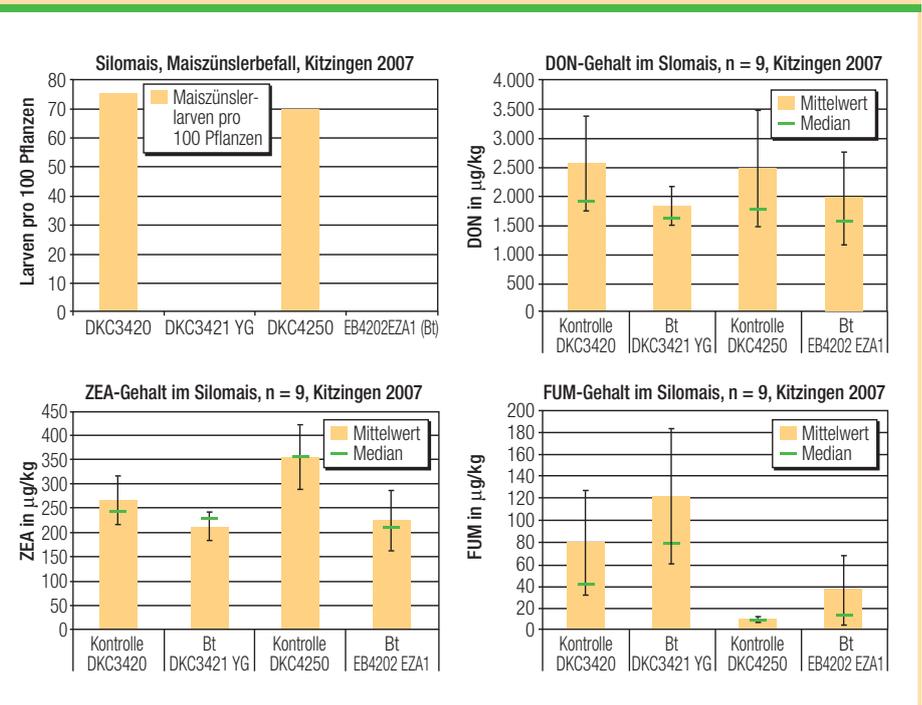
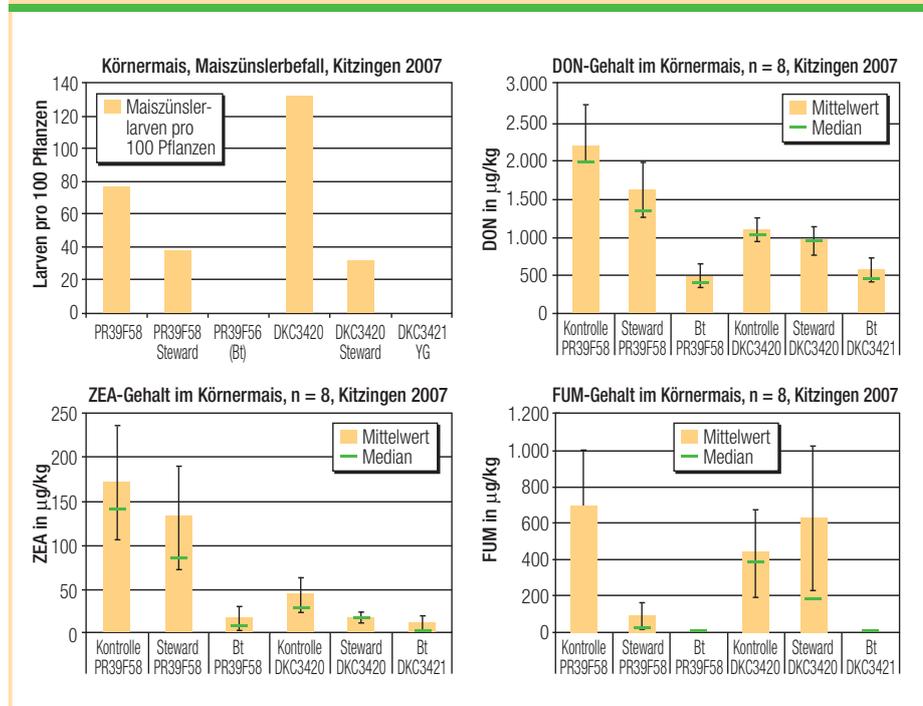


Abb. 3: Vergleich von zwei gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Sorten (YG) mit ihren korrespondierenden nichtresistenten Isolinen hinsichtlich des Maiszünslerbefalls und der Mykotoxinbelastung mit DON, ZEA und FUM im Körnermais. In den nichtresistenten Isolinen PR39F58 und DKC3420 wurde zusätzlich eine Maiszünslerbekämpfung mit dem Insektizid Steward 125 g/ha durchgeführt



gefunden. In den nichtresistenten Isolinen traten durchschnittlich 72 Larven pro 100 Pflanzen auf. Zwischen den entsprechenden isogenen und transgenen Linien DKC3420/DKC3421 YG und DKC4250/EB4202EZA1 fanden sich Unterschiede im Gehalt von DON und ZEA auf.

Bezogen auf den Median konnte der DON-Gehalt auf 85,2 Prozent beziehungsweise 89,5 Prozent und bei ZEA auf 94,9 Prozent bzw. 58,8 Prozent der nichttransgenen Linien gesenkt werden (Abb. 2).

Standort Kitzingen, Bayern (Körnermais)

In den gentechnisch veränderter maiszünslerresistenten Sorten (Bt) wurden keine Larven gefunden. In den nichtresistenten Isolinen traten durchschnittlich 105 Larven pro 100 Pflanzen auf.

Zwischen den entsprechenden isogenen und transgenen Linien PR39F58/ PR39F59 YG und DKC3420/DKC3421 traten Unterschiede im Gehalt von DON und ZEA auf. Bezogen auf

den Median konnte der DON-Gehalt auf 20,0 Prozent beziehungsweise 23,2 Prozent und bei ZEA auf 5,2 Prozent bzw. 4,0 Prozent der nichttransgenen Linien gesenkt werden.

Die Insektizidbehandlung der isogenen Sorten konnte den Maiszünslerbefall auf durchschnittlich 35 Larven pro 100 Pflanzen reduzieren. In den mit Insektiziden behandelten isogenen Parzellen konnte der DON-Gehalt auf 68,1 Prozent beziehungsweise 61,9 Prozent und bei ZEA auf 59,7 Prozent bzw. 54,1 Prozent der nichttransgenen Linien gesenkt werden (Abb. 3).

Standort Nürtingen Baden-Württemberg (Körnermais)

„Großparzellenversuch“

In einem Verfahrensvergleich zur Maiszünslerbekämpfung wurden ein biologisches Verfahren sowie eine Insektizidbehandlung mit einer gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Sorte (DKC3421 YG) auf den Maiszünslerbefall und die Mykotoxinbelastung mit DON, ZEA und FUM im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle verglichen.

Der Einsatz von Schlupfwespen konnte den prozentualen Anteil an geschädigten Pflanzen von 9,7 Prozent (Kontrolle) auf 4,1 Prozent senken. Unterschiede in den DON-Gehalten konnten nicht abgeleitet werden.

Die Insektizidbehandlung mit Steward reduzierte den Anteil geschädigter Pflanzen auf 1,6 Prozent. Bezogen auf den Median konnte der DON-Gehalt auf 82,2 Prozent gesenkt werden.

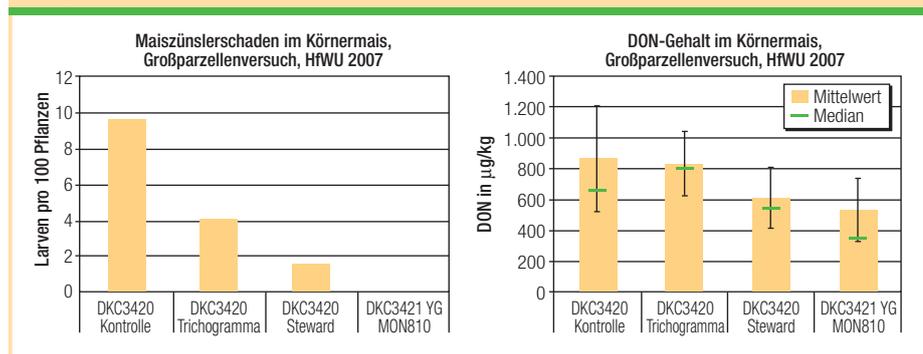
In der maiszünslerresistenten Sorte DKC3421 YG wurden keine geschädigten Maispflanzen gefunden. Auf den Median bezogen konnte hier der DON-Gehalt auf 53,9 Prozent der nichttransgenen Linien gesenkt werden (Abb. 4).

„Körnermais-Saatzeitversuch“

In den gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Sorten (Bt) wurden keine Larven gefunden. Im Jahr 2007 war der Maiszünslerbefall in den nichtresistenten Isolinen mit durchschnittlich 16,6 Larven pro 100 Pflanzen vergleichsweise gering. Umso überraschender waren die hohen DON- und ZEA-Gehalte. Bedingt durch den regnerischen Sommer hatten die Fusarien offensichtlich ausreichend günstige Entwicklungsbedingungen.

Zwischen den entsprechenden isogenen und transgenen Linien Gavott/Kuratus und PR39F58/PR39F56 traten relativ große Unter-

Abb. 4: Verfahrensvergleich zum Einfluss der Maiszünslerbekämpfung zwischen einem biologischen Verfahren (2 x Schlupfwespe Trichogramma), Insektizidbehandlung (Steward 125 g/ha) und einer gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Sorte (DKC3421 YG) auf den Maiszünslerbefall und die Mykotoxinbelastung mit DON im Körnermais



schiede im Gehalt von DON und ZEA auf. Bezogen auf den Median konnte der DON-Gehalt auf 15 Prozent beziehungsweise 41 Prozent und bei ZEA auf 12 Prozent bzw. 11 Prozent der nichttransgenen Linien gesenkt werden. Zwischen der transgenen und der entsprechenden isogenen Linie DKC3420/DKC3421 konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

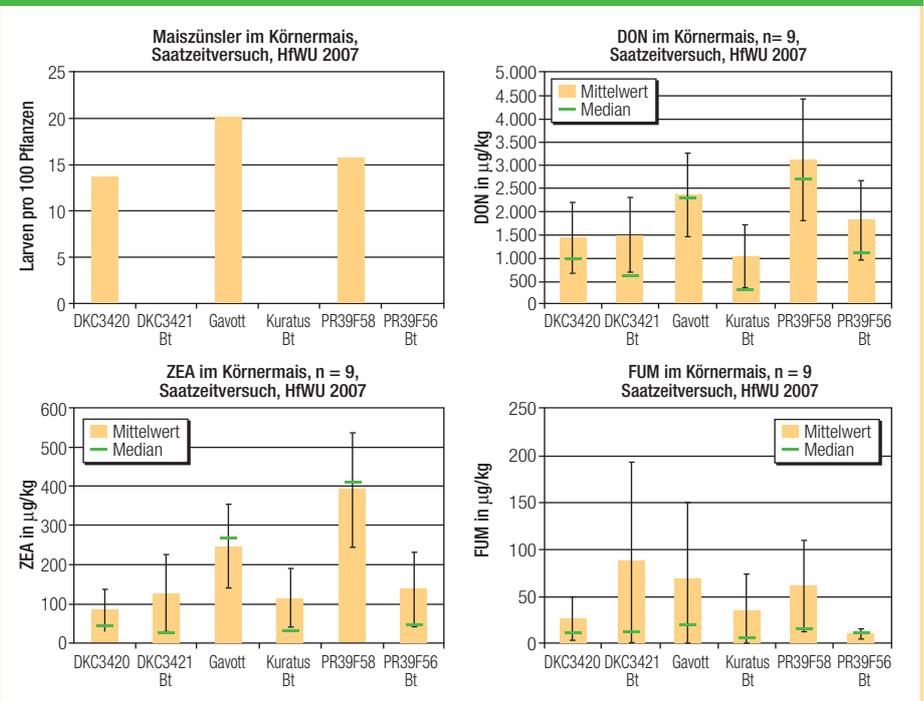
Hier wurde, bezogen auf den Median, der Toxingehalt bei DON auf 67 Prozent und bei ZEA 60 Prozent gesenkt. Offensichtlich besitzt diese Sorte eine gewisse Resistenz gegen Fusariosen. Der Gehalt an FUM war gering, was auch die große Streuung der Toxinwerte erklärt (Abb. 5).

Zusammenfassung

Das Auftreten von Fusarien im Mais wird durch eine Vielzahl von ackerbaulichen Parametern bestimmt.

Auch spielen Witterungseffekte einzelner Jahre eine bedeutende Rolle. Die mechanische Schädigung der Maispflanzen durch Schadinsekten ist ein weiterer Faktor, der über die Höhe der Mykotoxinproduktion entscheidet. Seit Jahrzehnten ist hinlänglich bekannt, dass mechanisch unbeschädigte Maispflanzen geringe

Abb. 5: Vergleich von drei gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Sorten (Bt) mit ihren korrespondierenden nichtresistenten Isolinen hinsichtlich des Maiszünslerbefalls und der Mykotoxinbelastung mit DON, ZEA und FUM im Körnermais



re Mykotoxingehalte aufweisen. Bei der Betrachtung aller Versuchsstandorte zeigt sich, dass die gentechnisch veränderten Linien ge-

genüber ihren jeweiligen nichtresistenten Isolinen einen Schutz vor dem Maiszünsler besitzen.

Transgene insektenresistenten Sorten zeigen einen geringeren Fusariumtoxin-Gehalt an DON, ZEA und FUM. Bei stärkerem Auftreten des Maiszünslers wird dieser Effekt zunehmend deutlicher. An den Standorten Altreez (Körnermais), Kitzingen (Silo- und Körnermais) und Nürtingen (Körnermais) wiesen die insektenresistenten Maissorten einen deutlich reduzierten Mykotoxingehalt auf. Der Vorteil der transgenen maiszünslerresistenten Sorten zeigt sich besonders bei Körnermais und unter starkem Maiszünslerbefall.

Wie die Ergebnisse aller drei Versuchsreihen einhellig belegt haben, kann der Anbau von gentechnisch veränderten maiszünslerresistenten Maissorten einen wichtigen Beitrag zur Verringerung der Mykotoxinbelastung von Nahrungs- und Futtermitteln leisten.

Larven des Maiszünslers auf einem geschädigten Maiskolben mit beginnender Schimmelpilzbildung (Foto: Autor)



Prof. Dr. Andreas Schier, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Fakultät II, Studiengang Agrarwirtschaft, FG Phytomedizin / Biotechnologie, 72622 Nürtingen, Tel.: 07022-201326, E-Mail: andreas.schier@hfwu.de

Vorstandsmitglied im Wissenschaftlerkreis Grüne Gentechnik e.V. (WGG), Frankfurt/Main, E-Mail: zentrale@wgg-ev.de