

## Fusarientoxine in Weizen - Maßnahmen zur Verhinderung durch Pflanzenbau und Pflanzenschutz

Dr. Johann Frahm (Münster)

### Einleitung

Die regional und von Jahr zu Jahr stark schwankende Belastung von Getreide mit Fusarientoxinen stellt für die landwirtschaftliche Praxis ein erhebliches Problem dar. Daher gilt es Strategien zu entwickeln, die

1. einen Befall mit *Fusarium* spp. möglichst vermeiden,
2. bei Befall den Schaden möglichst begrenzen.

In diesem Sinne sind Strategien gegen Fusarienbefall als vorbeugender Tier- und Verbraucherschutz im doppelten Sinne zu werten. Gerade in diesem Bereich ist ein Komplex an pflanzenbaulichen Maßnahmen erforderlich, um den Befall und die daraus resultierenden Belastungen zu begrenzen.

### Empfindliche Pflanzenarten?

Verschiedene Reihenuntersuchungen aus den letzten Jahren haben gezeigt, dass neben Weichweizen auch Triticale und Hafer empfindlich reagieren. Roggen und Wintergerste wiesen deutlich niedrigere Befallswerte und Toxingehalte auf.

In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage nach dem Einfluss der Fruchtfolge auf den Befall mit Fusarientoxinen. Der nachstehenden Tabelle (Tab. 1) können einige Beispiele für kritische und eher empfehlenswerte Fruchtfolgen entnommen werden.

**Tabelle 1: Fruchtfolgen umstellen?**

Fruchtfolgen kritisch			
CCM - Mais	Winterraps	Winterraps	Winterraps
W-Weizen	W-Weizen	W-Weizen	W-Weizen
W-Triticale	W-Weizen	W-Triticale	W-Triticale
CCM - Mais	W-Gerste	W-Gerste	W-Gerste
möglich			
Zuckerrüben	Winterraps	Winterraps	Mais
W-Weizen	W-Weizen	W-Weizen	Hafer/Bohnen
Blattfrucht	W-Gerste	Hafer/Bohnen	Weizen
W-Weizen	W-Gerste	W-Gerste	W-Gerste

### Der Infektionsverlauf

Die Infektion erfolgt vorrangig von befallenen Ernterückständen aus, aber auch Übertragungen mit befallenen Saatgut sind möglich. In Dauerkörpern auf nicht verrottem Stroh werden im Frühjahr die Askosporen der *Fusarium*arten als Verbreitungsorgane gebildet. Der Keimlingsbefall wird in der Regel sicher mit wirksamen Beizmitteln bekämpft. Der Pilz befällt zunächst die einzelnen Blättagen, bei den meisten Arten oder auch im Falle von *Fusarium graminearum* direkt die Blüte des Weizens. In Maisfruchtfolgen ist *Fusarium graminearum* vorherrschend, dessen windverbreitete Askosporen die Ähre direkt infizieren. Günstige Infektionsbedingungen sind dabei hohe

Temperaturen und gleichzeitig hohe Feuchtigkeiten. Gewitterregen zur Weizenblüte begünstigen daher die Infektion, da die Sporen zusätzlich mit dem Wind über weite Strecken verbreitet werden. Dabei können natürlich auch ansonsten nicht gefährdete Schläge befallen werden. Die Art *Fusarium culmorum* ist an etwas niedrigere Temperaturen angepasst und speziell *Fusarium avenaceum* gilt als kältetoleranter gegenüber *Fusarium graminearum*.

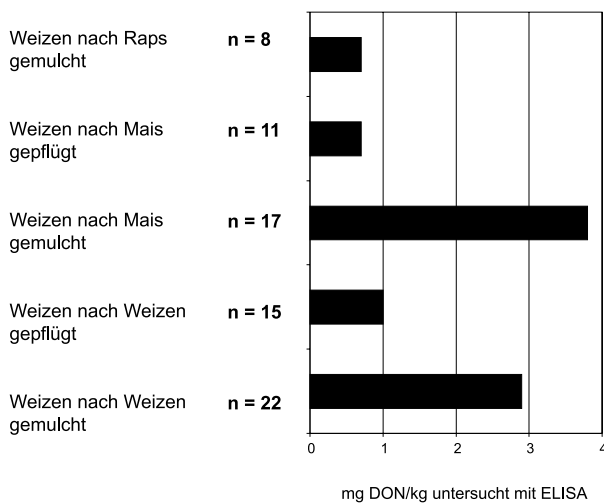
Die nährstoffreichen Staubbeutel während der offenen Blüte können als Eintrittspforte für den Pilz gelten. Typisches Symptom des Befalls mit Ährenfusarium ist die partielle Taubährigkeit (Weißährigkeit) also einzelne aufgehellte Ährchen. Häufig ist ein rosa Pilzmycel zu sehen, das aber auch von anderen Pilzen gebildet werden kann und daher wohl ein Anhaltspunkt, aber kein sicheres Zeichen für den Fusarienbefall ist. Oftmals sind auch die weiter oben liegenden Ährchen ausgebleicht, wenn die Nährstoffzufuhr durch die Spindel unterbrochen ist. Die frühen Infektionen führen häufig zu starkem Kümmerkorn. Spätere Infektionen sind ebenfalls noch bis zur frühen Teigreife möglich. Dabei sind die Körner mehr oder weniger voll ausgebildet und zeigen oft einen weißlich-rosa Belag auf der Oberfläche. Die Toxinproduktion erfolgt stärker bei verzögerten Abreifebedingungen z. B. auch durch hohe N-Düngung und zu intensivem Fungizid- (Strobilurin) Einsatz. Nach bayerischen Untersuchungen sind die Schmachtkörner oft weniger mit Fusarientoxinen belastet als weitgehend normal ausgebildete Körner, die allerdings bei Befall oft leichter und weicher sind als normale Körner.

### Welche Anbauverhältnisse führen zu Problemen ?

Umfangreiche Untersuchungen der bayrischen Kollegen aus den Jahren 1988 bis 2000 in Bayern lieferten eine fundierte Datengrundlage. Die Ergebnisse wurden durch ein Fusariummonitoring aus Westfalen-Lippe bestätigt. Stärkerer Befall mit Fusarien und daraus resultierende Mykotoxinbelastungen treten nach der Vorfrucht Mais, insbesondere Körnermais auf, vor allem, wenn der Weizen pfluglos bestellt wird. (Abb. 1). Das Infektionsrisiko steigt mit der Menge des infektiösen Maisstrohes, das auf der Bodenoberfläche verbleibt und auf dem sich die Askosporen von *Fusarium graminearum* entwickeln können. Für die pfluglose Bestellung sprechen der Erosionsschutz und die Kosteneinsparung im landwirtschaftlichen Betrieb. Daher ergibt sich zunächst ein Zielkonflikt zwischen Bodenschutz und Kostenminimierung auf der einen Seite und der Produktgesundheit auf der anderen Seite. Die nicht wendende Bodenbearbeitung wird in weiten Teilen Nordrhein-Westfalens vom Ministerium gefördert. Für den Anbau nach Mais oder Weizen sollte man allerdings eine genaue Risikoabwägung vornehmen.

Auch bei Weizen nach Weizen wurden in Nordwestdeutschland bei dieser Fruchtfolgekonstellation besonders bei pflugloser Bestellung höhere Befalls- und Toxinwerte nachgewiesen. Gerade im Nordwesten Deutschlands wurden häufig anfällige Sorten wie Ritmo, Charger und Bandit im Folgeweizen angebaut. Vermutlich befindet sich auf den Strohrefen anfälliger Sorten mehr infek-

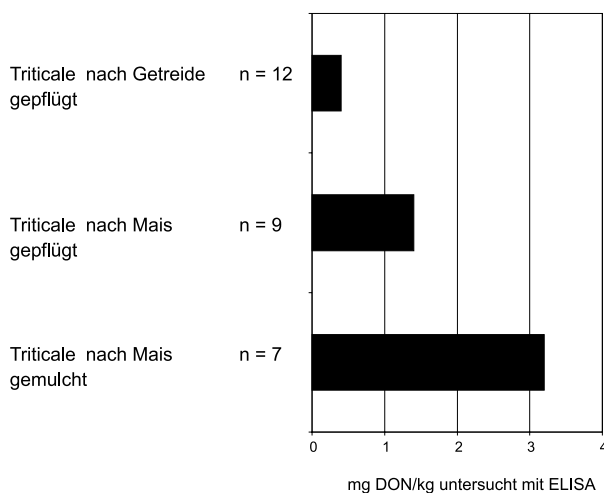
**Abbildung 1: Einfluss der Bodenbearbeitung und der Vorfrucht auf das Vorkommen von Fusarientoxinen bei Weizen**



tiöses Material als bei resistenten Sorten. Damit wird die Bedeutung einer gezielten Sortenwahl im Rahmen einer Bekämpfungsstrategie unterstrichen und dies auch im Anbau von Weizen nach Weizen.

Bei Triticale ist ebenfalls ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Befall mit Fusarientoxinen und der Bodenbearbeitung bzw. der Vorfrucht belegt, wie aus der nachstehenden Abbildung zu ersehen ist (Abb. 2).

**Abbildung 2: Einfluss der Bodenbearbeitung und der Vorfrucht auf das Vorkommen von Fusarientoxinen bei Triticale**



Sortenunterschiede lassen sich Jahr für Jahr gut erkennen, gerade bei den sehr anfälligen oder sehr resistenten bzw. toleranten Sorten. Der Befallsgrad weist eine recht enge Korrelation mit den Toxingehalten der Ernteproben auf. Bei der Sortenresistenz greifen verschiedene, z. T. morphologische Mechanismen: Längere Sorten sind in der Regel weniger anfällig, da der Infektionsweg bis zur Ähre länger ist. Daneben scheinen die Ährendichte und das Blühverhalten eine wichtige Rolle zu spielen. Leicht nickende, lockere Ähren trocknen schneller ab als kom-

pakte, aufrechtstehende, dichte Ähren, in denen sich die Feuchtigkeit länger hält und der Pilz bessere Infektionsmöglichkeiten vorfindet. Da der Pilz zunächst die Staubbeutel besiedelt, scheinen Sorten im Vorteil zu sein, welche die Antheren (Staubbeutel) nach der Befruchtung schnell abwerfen. Weitere physiologisch bedingte Mechanismen führen zu einem unterschiedlich starken Eindringen und Ausbreiten des Pilzes in der Pflanze mit den Konsequenzen für die Toxinproduktion (Abb. 3).

Entscheidend und unkalkulierbar ist der Risikofaktor Witterung zur Blüte. Höhere Temperaturen und Feuchtigkeit begünstigen, wie schon erwähnt, den Pilz. Der Risikofaktor Witterung kann trotz unproblematischer Vorfrucht und toleranter Sorte noch zu recht hohem Befall führen und damit die anderen Risikofaktoren überlagern.

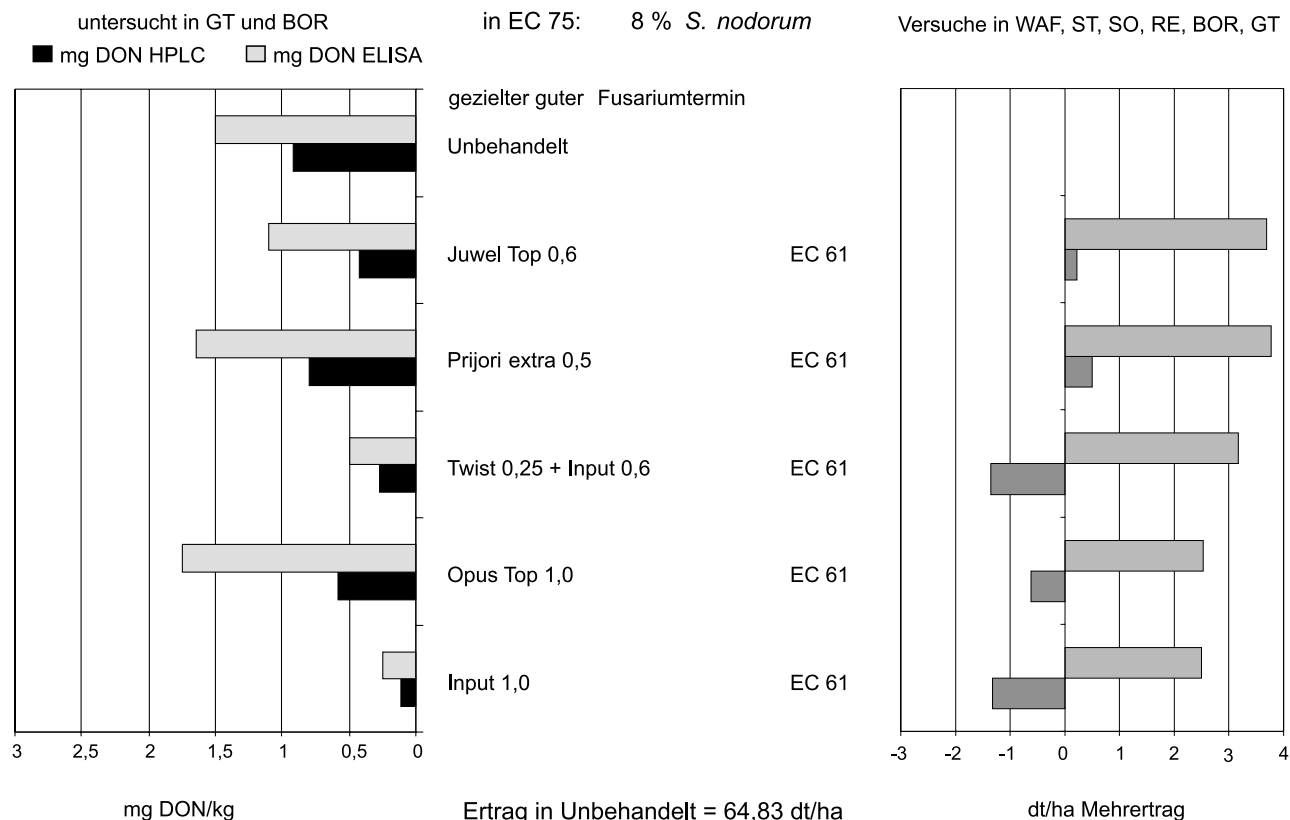
Der Erfolg von Fungizidanwendungen ist differenziert zu bewerten. Wirksame Azolfungizide, zeitnah zur Infektion ausgebracht, zeigen je nach Untersuchung Wirkungsgrade von 30 bis 70 %, führen also zu keiner durchgreifenden Toxinreduktion. Ein entscheidendes Problem ist dabei die genaue Terminierung der Behandlung und wiederum die Witterung: Günstige Witterungsbedingungen für die Infektion mit *Fusarium* spp. bedeuten oft gleichzeitig ungünstige Bedingungen für die Fungizidapplikation. Inwieweit reine Strobilurinanwendungen zu einer Erhöhung des Befalls führen, wird momentan noch kontrovers diskutiert. Die von anderen Erregern weitgehend freigehaltene Blattfläche bietet den nicht-Fusarien, die nicht erfasst werden, gute Entwicklungsmöglichkeiten und die verzögerte Abreife kann zu einer stärkeren Toxinbelastung führen. Eine Abreife unter kühl-feuchten Bedingungen mit späten Infektionen oder Schmierinfektionen bei lagernem Getreide ist ebenfalls kritisch. Die Anbauintensität mit Stickstoffangebot, Wachstumsreglereinsatz und Fungizidbehandlung sollte so ausgerichtet sein, dass keine extremen Ernteverzögerungen und kein Lager entstehen.

**Strategien gegen den Befall**

Da die Witterung zur Blüte unkalkulierbar ist und einen erheblichen Risikofaktor darstellt, bleibt der landwirtschaftlichen Praxis nur der Weg, die anderen Risikofaktoren weitgehend zu minimieren. Nach Mais und Weizen sollte nicht auf eine saubere Pflugarbeit bzw. ausreichende Stroheinarbeitung verzichtet werden. Neben Kostengründen sprechen häufig auch erhebliche Erosionsschutzgründe gegen den Pflugeinsatz. Damit kommt es zu einem Zielkonflikt zwischen Bodenschutz und Produktgesundheit, den es zu lösen gilt.

In Untersuchungen aus Baden-Württemberg wurde nach einer zusätzlichen Zerkleinerung des Maisstrohes durch Schlegeln eine bessere Verrottung des Mulchmaterials bewirkt. Im Vergleich zur Pflugvariante wurden keine erhöhten Toxingehalte in dem nachfolgend pfluglos bestellten Weizen gefunden. Ähnliche Versuchsergebnisse liegen aus Westfalen-Lippe vor. Dieser Erfolg ist erklärbar, wenn man davon ausgeht, dass das infektiöse Mulchmaterial durch die bessere Verrottung bis zur Blüte des Weizens keine Grundlage mehr für die Infektion der Askosporen oder Konidien bildet. Diese positiven Ansätze werden weiter verfolgt. Ideal wäre es, wenn das Mulchmaterial für den Erosionsschutz über Winter ausreicht, aber im Frühsommer kein ausreichendes Infektionspotenzial für eine Ähreninfektion mehr bietet. Nach harten oder trockenen Wintern ist das Befallsniveau in den Folgejahren oft höher (1982, 1984, 1987, 1998).

**Abbildung 3: Nachweis von Fusarientoxinen bei Triticale in Abhängigkeit von der Sorten**



Je nach Anbaugebiet sollte immer oder nur bei problematischen Vorfrüchten eine resistente/ tolerante Sorte gewählt werden. Resistente Sorten liegen ertraglich oft etwas niedriger als anfällige Sorten. Die eingeschränkte Sortenwahl führt daher zu gewissen Mindererträgen, die im Sinne der Produktionssicherheit zu tolerieren sind. Hochertragreiche Sorten, die sich nach trockenen Sommern schnell verbreiten, Ritmo (1994-1996) stellen, wenn sie anfällig gegenüber Fusarienbefall sind, in Befallsjahren ein erhebliches Produktionsrisiko nicht nur für den einzelnen Landwirt, sondern für die gesamte Getreidewirtschaft dar. Auswertungen aus den Landessortenversuchen in Westfalen-Lippe zeigten im Jahr 2002 stärkeren Befall mit Ährenfusarium und zwar stärker bei den C-Weizen (Ausnahme Hybnos 1 und Hybnos 2 B) und weniger stark bei den A-Weizen. Diese Bonituren stimmen weitgehend mit den Einstufungen des Bundessortenamtes überein (Tab. 2).

**Maßnahmen zur Schadensminimierung nach Befall**

Fungizidanwendungen mit wirksamen Azolfungiziden können, auch wenn sie infektionsnah ausgebracht werden, nur eine Notlösung zur Schadensbegrenzung darstellen. Sie sind keine sichere Empfehlung bei höherem Befallsrisiko. Dies gilt zumindest für das momentan verfügbare Fungizidspektrum. Daher sollten vorrangig pflanzenbauliche Maßnahmen angewendet werden.

Ist es trotz aller Vorsichtsmaßnahmen zu stärkerem Befall gekommen, bleibt nur die Separierung befallener Körner, entweder schon auf dem Feld über eine gezielte Mäh-

**Tabelle 2: Fusarienbefall und Sortenwahl**

Sorte 2003	Fusarium	DTR	Mehltau	S. tritici	Gelbrost	Braunrost
Hybnos 1	4	5	5	5	6	4
Certo	5	4	2	4	3	4
Biscay	5	5	3	6	5	3
Winnetou	5	5	6	4	2	5
Centrum	2	4	2	3	3	3
Vergas	3	5	2	4	2	4
Skater	4	5	3	5	3	5
Semper	4	5	3	4	2	3
Flair	4	4	4	4	8	6
Drifter	6*	7*	2	7	3	4
Contur	7*	6*	6	5	9	6
Ritmo	7*	6*	5	6	5	8
Sokrates	3	5	6	5	2	6
Magnus	4	5	4	4	4	4
Batis	4	5	3	4	3	3

dreschereinstellung oder im Lager durch eine gezielte Reinigung und Aufbereitung. Gerade eine Vorreinigung über den Mähdrescher ist allerdings nicht ohne Probleme: Sie gelingt nur dann, wenn sich durch sehr frühen Befall starkes Kümmerkorn ausgebildet hat. Bei später auftretendem Befall, der wohl stärkere Toxinbelastungen nach sich zieht, aber nicht zwangsläufig mit starkem Kümmerkorn verbunden ist, gelingt eine Trennung kaum. In diesen Fällen wären weitere Aufbereitungsschritte, ähnlich wie in der Saatgutproduktion erforderlich. Aber auch die

se Maßnahmen sind nicht sicher erfolgversprechend, da auch voll ausgebildete Körner belastet sein können. In jedem Fall müssen die Partien vorab getrennt werden können.

Die damit verbundenen Probleme mit der Probenahme, den Analysen und den Konsequenzen daraus sind nicht zu unterschätzen. Die Situation würde drastisch verschärft, wenn ein Verschneidungsverbot bei belasteten Partien wirksam würde. In jedem Fall sollten Wege geschaffen werden, um in Extremjahren toxinbelastetes Getreide alternativ, z. B. als Energiegetreide verwerten zu können.

#### **Fazit für die Praxis**

- Eine Strategie gegen die mit Fusarienbefall verbundenen Toxinbelastungen des Getreides muss Maßnahmen des Pflanzenbaues und des Pflanzenschutzes kombinieren.
- Bodenbearbeitung, Sortenwahl und Anbauintensität sind auf eine Risikominimierung auszurichten.
- Behandlungen mit Fungiziden müssen gezielt in die Blüte erfolgen, mit neuen Präparaten sind Wirkungsgrade um 50 % zu erzielen.
- Bei vorhandenem Befall kann eine Reinigung und Aufbereitung nur eine Notlösung darstellen.
- Alternative Verwertungen sind für Notfälle zu entwickeln.

#### **Anschrift des Verfassers**

Dr. Johann Frahm  
Landwirtschaftskammer NRW  
Nevinghoff 40  
48147 Münster

E-Mail: [Jfrahm@t-online.de](mailto:Jfrahm@t-online.de)