

# Was kostet die Vermeidung des Pilzgifts Deoxynivalenol im Weizenanbau?

Alexander Zorn<sup>1</sup>, Tomke Musa<sup>2</sup> und Markus Lips<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, 8356 Ettenhausen, Schweiz

<sup>2</sup>Agroscope, 8046 Zürich, Schweiz

Auskünfte: Alexander Zorn, E-Mail: alexander.zorn@agroscope.admin.ch



Mit Hilfe präventiver und kurativer Massnahmen kann dem *Fusarium graminearum*-Befall von Weizen vorgebeugt werden. (Foto: Gabriela Brändle, Agroscope)

**Die kostengünstigste Massnahme zur Vermeidung des Mykotoxins Deoxynivalenol (DON) ist die Zerkleinerung der Ernterückstände von Mais vor der Direktsaat von Weizen, gefolgt von der Wahl einer weniger anfälligen Sorte, dem Pflügen sowie einer Fruchtfolge ohne Mais. Dies zeigte eine wirtschaftliche Betrachtung präventiver Massnahmen zur Minderung des DON-Risikos im Weizenanbau.**

Pilze der Gattung *Fusarium* befallen wichtige Kulturen des Schweizer Ackerbaus, etwa Weizen und Mais. Diese Pilze bilden Giftstoffe, sogenannte Mykotoxine. Die in

der Schweiz häufigste Art, *F. graminearum*, bildet das Mykotoxin Deoxynivalenol (DON). Für unverarbeitetes Getreide liegt der Grenzwert bei 1250 µg DON je kg beziehungsweise bei 200 µg DON je kg Getreidekost für Kleinkinder.

Die Branchenorganisation swiss granum führt bereits seit 2007 jährlich ein DON-Risikomanagement durch. Dabei wird einerseits vor der Ernte das Risiko der Fusarien-Infektion und DON-Belastung mit dem Agroscope-Modell FusaProg abgeschätzt und andererseits nach der Ernte bei Sammelstellen die gemessene DON-Belastung mittels Stichproben erhoben.

### Prävention statt Fungizide

Fusarien können sowohl präventiv als auch mit Fungiziden bekämpft werden. Im Extenso-Anbau wird jedoch auf Fungizide verzichtet. Angesichts der aktuellen, kritischen Diskussion um Pflanzenschutzmittel (z.B. Rückstände im Trinkwasser) und des Nationalen Aktionsplans zur Reduktion der Risiken durch Pflanzenschutzmittel wird auch im ÖLN-Anbau die Bedeutung präventiver Pflanzenschutzmassnahmen zunehmen. Dies führt zur Frage nach den Kosten solcher Massnahmen.

Im Folgenden werden vier präventive Massnahmen zur Reduktion der DON-Belastung bei Weizen aus wirtschaftlicher Sicht beleuchtet:

1. Angepasste Fruchtfolge, indem auf Mais als Vorfrucht verzichtet wird (Fusarien überwintern auf Pflanzenrückständen von Mais)
2. Wendende Bodenbearbeitung (z.B. Einsatz des Pflugs, im Unterschied zur Mulch- oder Direktsaat)
3. Zerkleinerung von Ernterückständen (beispielsweise durch eine Kreiselegge, damit diese schneller abgebaut werden)
4. Auswahl einer Fusarien-resistenteren Weizensorte (z.B. die weniger anfälligen Sorte Arina oder Titlis anstelle der ertragsstarken, aber anfälligeren Sorte CH Claro oder CH Combin).

### Simulationen mit Modell FusaProg

Da zum Einfluss der genannten präventiven Massnahmen in der Schweiz bislang keine wirtschaftlichen Daten vorliegen, haben wir mit dem Prognose-Modell FusaProg für vier Standorte im Schweizer Mittelland (Nyon VD, Grange-Verney VD, Delley FR und Ellighausen TG) die DON-Belastung simuliert. Dabei wurden folgende Risiko-Faktoren berücksichtigt: die lokalen Wetterbedingungen sowie – die vom Landwirt beeinflussbaren Faktoren – Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Sortenwahl (Tab. 1). Insgesamt wurden 756 verschiedene Simulationen im Betrachtungszeitraum 2005 bis 2011 vorgenommen und ausgewertet. Dieser Zeitraum umfasst sowohl vier Jahre mit höheren als auch drei Jahre mit niedrigen DON-Gehalten.

Die wirtschaftliche Analyse betrachtet den wirtschaftlichen Nutzen der Massnahmen abzüglich der Direkt- und Arbeitskosten jeweils in Bezug zur wirtschaftlich attraktivsten Variante. Berechnet wurden die Leistungen und die Direktkosten (z.B. der Pflanzenschutzmittel) unter Verwendung von Buchhaltungsdaten, ergänzt durch Plandaten sowie die Arbeitskosten (Maschinen- und Personalkosten) der präventiven Massnahmen. Zum Vergleich der Massnahmen wurden die Kosten der Ver-

meidung des Mykotoxins DON jeweils auf eine Verringerung des DON-Gehalts um 100 µg DON je kg Getreide bezogen.

Die Ergebnisse werden jeweils als Mittelwert der Simulationen zum DON-Gehalt dargestellt, indem man die Massnahme den jeweiligen alternativen Verfahren gegenüberstellt. Analog werden die Mehrkosten auf der Basis eines Verfahrensvergleichs zu den Kosten der Massnahmen präsentiert.

### Häckseln der Maisreste am günstigsten

Am kostengünstigsten war die Zerkleinerung der Ernterückstände von Mais im Falle der Direktsaat (Verfahrenskosten von Fr. 170.– je ha), gefolgt von der Wahl einer weniger anfälligen Sorte (Sorte Arina kostet beim Saatgutpreis, Ertrag und erzielten Preis Fr. 218.– je ha mehr als Sorte CH Claro), dem Pflügen (Verfahrens-Mehrkosten von Fr. 300.– je ha im Vergleich zur Direktsaat) sowie einer Fruchtfolge ohne Mais (Deckungsbeitragsdifferenz zur wirtschaftlich attraktivsten Fruchtfolge: Fr. 1775.– je ha) (Tab. 2).

Als effektivste Massnahme hinsichtlich der DON-Reduktion erwies sich das Pflügen; im Vergleich zum kostengünstigeren Verfahren der Direktsaat wurde der DON-Gehalt im Mittel um 389 µg DON/kg Weizen gesenkt. Um den DON-Gehalt um 100 µg je kg Weizen zu senken, entstanden die geringsten Kosten beim Pflügen (Fr. 77.– je ha). Im Falle der Direktsaat ist das Zerkleinern der Ernterückstände, um die Rotte zu fördern, eine relativ günstige Massnahme. Die Wahl einer resistenteren Weizensorte verursachte Vermeidungskosten von rund Fr. 140.– je 100 µg DON bzw. von Fr. 2.29 je dt Weizen. Dies entspricht einem Anteil von 4,4 % am aktuellen Richtpreis für Brotgetreide (Weizen TOP: Fr. 52.– je dt). Die Kombination verschiedener Massnahmen kann in sogenannten Problemjahren, als welche die Erntejahre 2005, 2007, 2008 sowie 2010 gelten, und bei Verzicht auf Ähren-Fungizide zu niedrigeren DON-Gehalten führen.

Tab. 1 | Vom Landwirt bestimmbare Faktoren, welche die *Fusariumgraminearum*-Infektionen beeinflussen können, und ihre Varianten im FusaProg-Modell.

Faktor	Variation (FusaProg-Modell)
Fruchtfolge (Vorfrucht, Vor-Vorfrucht)	Mais – andere (Vor-)Vorfrucht
Winterweizen-Sorte (genannt nach zunehmender Fusarienanfälligkeit)	Arina – CH Claro – Zinal
Bodenbearbeitung	wendend – Direkt-/Mulchsaat
Saatbettbereitung	Kreiselegge: ja – nein (nur bei Direkt-/Mulchsaat)

**Tab. 2 | Präventive Massnahmen zur Deoxynivalenol (DON)-Vermeidung: Effektivität und Vermeidungskosten.**

Massnahme	Kosten (Fr./ha)	Mittlere DON-Reduktion ( $\mu\text{g}$ DON/kg Weizen)	Vermeidungskosten (Fr.) je 100 $\mu\text{g}$ DON* per ha	Vermeidungskosten (Fr.) je 100 $\mu\text{g}$ DON je dt Weizen (bei Ertrag von 61 dt/ha)
Pflügen (im Vergleich zur Direktsaat)	300.–	389	77.–	1.26
Zerkleinerung von Mais-Ernterückständen (Kreiselegge, nur bei Direktsaat)	170.–	176	97.–	1.55
Weizensorte (Arina anstatt CH Claro)	218.–	156	140.–	2.29
Fruchtfolge (ohne Mais)	1775.–	178	997.–	16.35

\* Kosten, um den DON-Gehalt bei Weizen um 100  $\mu\text{g}$  per kg zu reduzieren.

Quellen: FusaProg (DON-Gehalte), ergänzt durch eigene Berechnungen.

So resultierte die Kombination der Sortenwahl (Arina) und Pflügen in einer mittleren DON-Belastung in Höhe von 102  $\mu\text{g}$  DON je kg Weizen. Die Vermeidungskosten je 100  $\mu\text{g}$  DON betragen dabei Fr. 125.– (bzw. Fr. 2.05 je dt Weizen), was einem Preisaufschlag von 4,0 % entspricht. Angesichts zunehmender Diskussionen um die Reduktion von Pflanzenschutzmitteln wird dem Einsatz innovativer Verfahren und präventiver Massnahmen zukünftig eine wachsende Bedeutung zukommen. Die wirtschaftliche Betrachtung präventiver Massnahmen zur Minderung des DON-Risikos zeigt auf, dass diese mit einem relativ geringen Mehraufwand durchführbar sind.

#### Saatbettbereitung und Sortenwahl

Im Pflügenbau erweist sich die Wahl einer resistenten Sorte als wirtschaftlichste Massnahme. Der Fokus auf die DON-Belastung klammert kritische ökologische Aspekte des Pflügenbaus bezüglich Bodenfruchtbarkeit, er-

höhter Stickstoff-Auswaschung oder Erosionsrisiko aus; diese müssten in einer gesamthaften Betrachtung der Massnahmen mitberücksichtigt werden. Im pfluglosen Anbau und bei der Vorfrucht Mais, die ein höheres Risiko darstellen, empfiehlt sich die Kombination der Massnahmen Saatbettbereitung und Sortenwahl, um das DON-Risiko effektiv zu senken. Auch der Verzicht von Mais als Vorfrucht von Weizen ist je nach Fruchtfolgenmöglichkeiten vielversprechend.

Diese Massnahmen bieten einerseits ökologische Vorteile (Verzicht auf Fungizide, Erosionsvermeidung durch Pflugverzicht) und leisten damit einen Beitrag zu den Zielen des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutzmittel. Andererseits können damit gesundheitliche Vorteile (verringertes Mykotoxinrisiko) verbunden sein, für die gesundheitsbewusste Konsumenten (z. B. Eltern von Kleinkindern) bereit sein könnten, einen höheren Preis zu bezahlen. ■

#### Literatur

- Zorn A., Musa T. & Lips M., 2017. Costs of preventive agronomic measures to reduce deoxynivalenol in wheat. *Journal of Agricultural Science* 155, 1033–1044.