

## Einfluss der Fusarientoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon auf Leistungen und Gesundheit von Zuchtsauen

A. Gutzwiller und J.-L. Gafner

Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-Haras, 1725 Posieux, Schweiz

Kontakt: Andreas Gutzwiller, [andreas.gutzwiller@alp.admin.ch](mailto:andreas.gutzwiller@alp.admin.ch)

Gramineen werden auf dem Feld häufig von Fusarien befallen. Mais ist besonders anfällig auf den Befall mit diesen parasitär lebenden Pilzen, welche den Ertrag beeinträchtigen und zudem die Pflanzen mit verschiedenen Mykotoxinen (Tab. 1) kontaminieren können.

**Tabelle 1:** Durch Fusarien gebildete Mykotoxine

| Wirtspflanze             | Mykotoxinklasse  | Toxinbildner                                | Toxinwirkungen beim Schwein   |
|--------------------------|--|---|---|
| Hafer > andere Gramineen | A-Trichothezene (HT-2- und T-2-Toxin)                            | F. graminearum, F. culmorum, F. tricinctum; | <b>Appetithemmung</b> , in hohen Dosen Erbrechen<br><b>Haut- und Schleimhautreizung</b>   |
| Mais > andere Gramineen  | B-Trichothezene (Nivalenol und Deoxynivalenol = DON = Vomitoxin) | andere Schimmelpilze                        | <b>Hemmung der Proteinsynthese und Zellschädigung</b><br>→ Beeinträchtigung der Blutgerinnung, des Immunsystems, der Keimzellen |
| Mais >> andere Gramineen | <b>Zearalenon</b> , Zearalanol                                   | F. graminearum, F. culmorum                 | <b>Östrogenwirkung</b><br>→ Vulva- und Gesäugeschwellung bei Jungtieren, Fruchtbarkeitsstörungen                                |
| Mais                     | <b>Fumonisine A, B</b>   | F. moniliforme (F. verticillioides)         | <b>Hemmung der Sphingolipidsynthese</b><br>→ Leberschädigung, Lungenödem  |

Seit der Einführung kostengünstiger ELISA-Tests zum Nachweis verschiedener Fusarientoxine hat das Wissen um das Ausmass der Kontamination von Getreide mit diesen Mykotoxinen zugenommen. An ALP Posieux wird seit 1999 stichprobenweise aus Schweizer Anbau stammendes Getreide, welches in den Futtermittelhandel gelangt, auf Kontamination mit Fusarientoxinen untersucht. Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse der letzten 12 Jahre. Deoxynivalenol (DON) ist das am häufigsten nachgewiesene Fusarientoxin, gefolgt von Zearalenon (ZON). Das Kontaminationsrisiko ist bei Gerste gering und beim Mais hoch, während Weizen und Triticale eine Mittelstellung einnehmen. Während diese Getreide selten mit dem T-2-Toxin konta-

miniert sind, kommt dieses Trichothecen häufig im Hafer vor. Von der EU-Kommission (2006) sind folgende Richtwerte für Schweinefutter (Gesamtration, 88 % TS) empfohlen worden: 0.9 mg/kg DON; 0.1 bzw. 0.25 mg/kg Zearalenon für weibliche Zuchttiere vor bzw. nach der Pubertät; 5 mg/kg Fumonisine. Für das T-2-Toxin existiert in der EU kein Richtwert, wohingegen in Kanada ein Wert von < 1 mg/kg Schweinefutter empfohlen wird (Canadian Food Inspection Agency, 2012).

**Tabelle 2:** Mykotoxinbelastung von in den Handel gelangendem Getreide Schweizer Herkunft (% Proben mit > 1 mg DON, > 0.2 mg ZON, > 0.1 mg T-2 Toxin bzw. > 5 mg Fumonisine pro kg)

|           | DON<br>> 1 mg/kg | Zearalenon (ZON)<br>> 0.2 mg/kg | T-2-Toxin<br>> 0.1 mg/kg | Fumonisin<br>> 5 mg/kg |
|-----------|------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Gerste    | 2% (704)*        | 0% (557)                        | n.a.                     | n.a.                   |
| Weizen    | 8% (1004)        | 0% (1000)                       | 0% (107)                 | n.a.                   |
| Triticale | 10% (516)        | 2% (516)                        | 0% (44)                  | n.a.                   |
| Mais      | 37% (390)        | 6% (390)                        | n.a.                     | 1% (390)               |

Analysemethode: ELISA; n.a., nicht analysiert; \*Zahlen in Klammern: Anzahl analysierte Proben

Mit zunehmendem Wissen um die Mykotoxinbelastung von Getreide ist auch das Bewusstsein um das Risiko von Mykotoxikosen beim Schwein, das auf die Fusarientoxine empfindlicher als das Rind und das Huhn reagiert, gestiegen. Trichothecene und Zearalenon werden häufig als Ursache von Fertilitätsstörungen bei Zuchtsauen vermutet, auch wenn die Mykotoxinbelastung des Futters unterhalb der Werte liegt, welche in Tierversuchen zu Fruchtbarkeitsstörungen geführt haben.

An ALP wurde deshalb in je einem Versuch mit Jungsauen und mit laktierenden Altsauen abgeklärt, welchen Einfluss eine mässig hohe Mykotoxinbelastung des Futters (Überschreitung der Richtwerte um 100-200 %) auf die Fruchtbarkeit hat (Gutzwiller et al., 2009; Gutzwiller, 2010).

## Methode

In beiden Versuchen wurde die Versuchsgruppe **M** (Mykotoxine; 50 % natürlich mit Fusarien kontaminierter Weizen im Alleinfutter) mit einer Kontrollgruppe **K** (Alleinfutter mit unkontaminiertem Weizen) verglichen. Für den Jungsauenversuch wurde Weizen mit 4 mg/kg DON und 0.8 mg/kg Zearalenon, für den Altsauenversuch wurde Weizen mit 6 mg/kg DON gekauft.

Von den im Jungsauenversuch untersuchten neun Zwillingspaaren wurde je ein Geschwister der Versuchs- und der Kontrollgruppe zugeteilt. Die Versuchstiere erhielten die Versuchsfutter, bis sie einige Wochen nach der letzten Belegung zur Untersuchung der Gebärmutter und der Eierstöcke geschlachtet wurden.

Im Versuch mit säugenden Sauen wurden die 63 Sauen am Ende der ersten Laktationswoche so auf die beiden Verfahren verteilt, dass beide Gruppen betreffend die Kriterien Wurfzahl, Anzahl gesäugter Ferkel und Fruchtbarkeitsindex vergleichbar waren. Sie erhielten die Versuchsfutter bis zum Absetzen der Ferkel rationiert zugeteilt. Futterreste wurden täglich gesammelt und gewogen. Nach dem Absetzen wurden sechs Sauen M und zehn Sauen K aus nicht versuchsbedingten Gründen von der Zucht ausgeschlossen und geschlachtet. Die 26 Sauen M und die 21 Sauen K, die nach dem Absetzen in der Versuchsherde blieben, unterschieden sich nicht betreffend die oben aufgeführten Einteilungskriterien in die beiden Versuchsgruppen.

## Resultate

### *Jungsauen*

Im Gewichtsbereich 80-100 kg reduzierte die Aufnahme des mit 2 mg/kg DON und 0.4 mg/kg Zearalenon belasteten Futters den Tageszuwachs um 14% ( $763 \pm 89$  gegenüber  $912 \pm 115$  g;  $P = 0.02$ ) und verschlechterte die Futtermittelverwertung um 10% ( $3,2 \pm 0,3$  gegenüber  $2,9 \pm 0,3$  kg/kg;  $P = 0.05$ ). Später beeinflussten die Mykotoxine diese Leistungsgrößen nicht mehr. Aus der Tabelle 3 ist ersichtlich, dass die Mykotoxinbelastung des Futters keinen negativen Einfluss auf den Eintritt der Geschlechtsreife und die Fruchtbarkeit hatte.

**Tabelle 3:** Fruchtbarkeitsmerkmale der Jungsauen

|   | <b>M</b>       | <b>K</b>       | <i>P</i> |
|---|----------------|----------------|----------|
| Jungsauen, n                              | 9              | 9              |          |
| Anöstrische Jungsauen                     | 0              | 1              |          |
| Alter anlässlich der ersten Rausche, Tage | $195 \pm 24$   | $191 \pm 11$   | 0.69     |
| Alter beim ersten Decken, Tage            | $223 \pm 12$   | $221 \pm 18$   | 0.78     |
| Lebendgewicht beim ersten Decken, kg      | $124 \pm 11$   | $124 \pm 13$   | 0.92     |
| Nach dem ersten Decken trächtig, n        | 5              | 7              |          |
| Trächtig nach einmaligem Umrauschen, n    | 2              | 1              |          |
| Trächtige Jungsauen, n                    | 7              | 8              | 1.0      |
| Foeten pro trächtige Sau, n               | $11.7 \pm 2.1$ | $12.1 \pm 4.3$ | 0.82     |

An den Geschlechtsorganen der 18 geschlachteten Jungsauen wurden keine krankhaften Veränderungen festgestellt. Die Mykotoxinbelastung beeinträchtigte weder die Anzahl Foeten noch deren Gewicht.

**Altsauen**

Im Verfahren M wurden mehr Futterreste registriert ( $P = 0.05$ ). Einzelne Sauen verweigerten bis 10% des mit 3 mg/kg DON kontaminierten Versuchsfutters. Die durchschnittlichen Futterreste in der Versuchsgruppe M betragen jedoch weniger als 2% des angebotenen Futters. Deshalb beeinflusste das kontaminierte Futter M den Gewichtsverlust der säugenden Sauen nicht (Tab. 4). Das Wachstum der Saugferkel war in beiden Versuchsverfahren gleich, was darauf hinweist, dass die tägliche Aufnahme von rund 18 mg DON die Milchleistung nicht beeinträchtigte.

**Tabelle 4:** Laktationsdaten der Altsauen

|   | <b>M</b>    | <b>K</b>    | <b>P</b> |
|---|-------------|-------------|----------|
| Sauen, n                                      | 32          | 31          |          |
| LG nach dem Abferkeln, kg                     | 261 ± 33    | 266 ± 29    | 0.57     |
| Versuchsfutterzuteilung, kg/Tag               | 6.1 ± 0.5   | 6.1 ± 0.5   | 0.82     |
| Gewichtsverlust während Laktation, kg         | 27.9 ± 12.3 | 29.7 ± 10.2 | 0.54     |
| Abgesetzte Ferkel, n                          | 9.8 ± 1.4   | 9.7 ± 1.6   | 0.78     |
| Ferkelgewicht Versuchsbeginn, kg <sup>1</sup> | 2.90 ± 0.69 | 2.96 ± 0.74 | 0.30     |
| TZW 7.-28. Tag, g                             | 266 ± 70    | 272 ± 64    | 0.30     |

LG: Lebendgewicht; TZW: Tageszuwachs; <sup>1</sup>Versuchsbeginn eine Woche nach dem Abferkeln

Die Tabelle 5 zeigt, dass die Fütterung des mit DON kontaminierten Laktationsfutters die Fruchtbarkeit im nachfolgenden Reproduktionszyklus nicht beeinträchtigte.

**Diskussion**

Die bekannte appetithemmende Wirkung von DON wurde sowohl bei den Jungsaunen während der Phase der hohen Futterzuteilung bis 100 kg Lebendgewicht als auch bei den Altsauen, welche während der Laktation sehr viel Futter aufnehmen, beobachtet. Diese Aversion gegen mit DON kontaminiertes Futter ist beim Schwein besonders ausgeprägt und tritt schon bei Konzentrationen auf, welche die übrigen Körperfunktionen noch nicht beeinträchtigen (Eriksen und Pettersson, 2004).

**Tabelle 5:** Fruchtbarkeit der Altsauen im Anschluss an die DON-Exposition

|  | <b>M</b>   | <b>K</b>        | <i>P</i> |
|--|------------|-----------------|----------|
| Nach dem Absetzen belegte Sauen, n       | 26         | 21              |          |
| Nach 1-2 Belegungen untrüchtige Sauen, n | 1          | 1               |          |
| abferkelnde Sauen, n                     | 25         | 19 <sup>1</sup> |          |
| Absetzen-nächste Geburt, Tage            | 120 ± 0.9  | 120 ± 1.3       | 0.78     |
| Geborene Ferkel, n                       | 14.5 ± 2.7 | 14.9 ± 3.0      | 0.66     |
| Wurfgewicht, kg                          | 20.3 ± 3.7 | 21.1 ± 4.1      | 0.48     |

<sup>1</sup> eine Sau des Verfahrens K starb zwei Wochen nach dem Decken.

Der tiefe Richtwert für DON im Schweinefutter von 1 mg/kg basiert auf der Tatsache, dass bei >1 mg DON pro kg Futter bei wachsenden Schweinen mit wirtschaftlich relevanten Leistungseinbußen zu rechnen ist, und nicht auf einer erhöhten Anfälligkeit des Schweines auf die übrigen toxischen Wirkungen von DON. So scheinen z.B. die Lymphocyten des Schweines gegenüber den Trichothecenen DON und Nivalenol nicht empfindlicher zu reagieren als menschliche Lymphocyten (Taranu et al., 2010). Die Tatsache, dass die Überschreitung des Richtwerts für DON um das Zweifache bis Dreifache in keinem der beiden Versuche die Keimzellen bzw. die Embryonen schädigte, steht somit nicht im Widerspruch zum Richtwert und stimmt mit den publizierten Versuchen zum Einfluss von DON auf die Sauenfruchtbarkeit überein (Eriksen und Pettersson, 2004).

Die Fruchtbarkeitsdaten der Jungsauen zeigen, dass auch der deutlich über dem Richtwert liegende Zearalenon Gehalt im Jungsauenfutter M von 0.4 mg/kg keine negativen Wirkungen entfaltet. Die tägliche Aufnahme von maximal 10 µg Zearalenon pro kg Lebendgewicht durch die Jungsauen entspricht dem NOAEL (no observed adverse effect level = Dosis ohne negative Nebenwirkungen) bei noch nicht geschlechtsreifen weiblichen Schweinen (European Food Safety Authority EFSA, 2011). Die fehlende Toxizität des Zearalenons bei einer Dosierung von 0.4 mg/kg Alleinfutter stimmt auch mit unseren Beobachtungen in einem Schweinezuchtbetrieb überein, wo trotz einer Kontamination der Ration der Zuchttremonten und der Galtsauen mit 1-3 mg/kg Zearalenon ausser Vulvaschwellungen bei einzelnen juvenilen Zuchttremonten keine Probleme auftraten (Gutzwiller und Gafner, 2009).

Aus der Praxis werden häufig Fälle von Fruchtbarkeitsstörungen in Schweinezuchtbetrieben gemeldet, welche durch DON und/oder Zearalenon verursacht sein sollen, obwohl die Mykotoxinbelastung der verdächtigen Futtermittel oft unter den Richtwerten für Schweine liegen. Es ist denkbar, dass in einigen dieser Fälle Umweltfaktoren, welche in den Versuchen nicht vorhanden waren, den

negativen Einfluss der Mykotoxine verstärkten. Manchmal wird argumentiert, dass im verdächtigen Futter nebst den analysierten Mykotoxinen noch weitere, nicht analysierter Schimmelpilzmetaboliten vorhanden sein können, welche das Tier schädigen könnten. Dieses Risiko besteht tatsächlich, aber auch in den Fütterungsversuchen mit natürlicherweise durch Fusarien kontaminiertem Futter, auf welche die Richtwerte basieren, enthielten die Versuchsfutter zusätzlich zu den analysierten Mykotoxinen voraussichtlich nicht analysierte Fusarientoxine, welche die Versuchstiere schädigten. Es kommt bei der Abklärung von Schadenfällen in der Praxis ferner auch vor, dass infolge zu feuchter Lagerung verschimmeltes Futter auf Fusarientoxine untersucht wird und die analysierten Fusarientoxine als Ursache der Probleme angesehen werden, obwohl möglicherweise Lagerpilze wie *Penicillium* und *Aspergillus* sowie deren Toxine für die beobachteten Schäden verantwortlich waren.

### Literaturverzeichnis

Canadian Food Inspection Agency (2012): Fact Sheet – Mycotoxins.

<http://www.inspection.gc.ca/animals/feeds/regulatory-guidance/mycotoxins/eng/1328860069173/1328860172463>

Erikson, G.S. and Pettersson, H. (2004): Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed. *Anim. Feed Sci. Techn.* **114**: 205-239

EU Kommission (2006): Commission recommendation of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, ZON, ochratoxin, T-2 and HT-2 and fumonisin in products intended for animal feeding: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:229:0007:0009:EN:PDF>

European Food Safety Authority (2011): Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of zearalenone in food. *EFSA Journal* **9**:(6) 2197 (124 pp.)

Gutzwiller, A. (2010): Effects of deoxynivalenol (DON) in the lactation diet on the feed intake and fertility of sows. *Mycotox. Res.* **26**: 211-215

Gutzwiller, A., Gafner, J.-L. and Stoll, P. (2009): Effects of diets containing *Fusarium* toxins on the fertility of gilts and on bulbourethral gland weight in barrows. *Arch. Anim. Nutr.* **63**: 16-25

Gutzwiller, A. and Gafner, J.-L. (2009). Fertility of sows exposed to zearalenone and deoxynivalenol- a case report. *Mycotox. Res.* **25**: 21-24

Taranu, I., Marin, D., Burlacu, R., Pinton, P., Damian, V. and Oswald, I. (2010) : Comparative aspects of *in vitro* proliferation of human and porcine lymphocytes exposed to mycotoxins. *Arch. Anim. Nutr.* **64**: 383-393.