

# Pflanzen

## Getreidefusariosen: Sortenresistenz und Toxingehalte

Effi Jenny, Andreas Hecker, Philip Kessler, Claudia Külling und Hans-Rudolf Forrer, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich

Auskünfte: Effi Jenny, e-mail: eveline.jenny@fal.admin.ch, Fax +41 (0)1 377 72 01, Tel +41 (0)1 377 72 37

**Die Schweizer Winterweizensorten unterscheiden sich stark in ihrer Anfälligkeit auf Ährenfusariosen und folglich im Gehalt an Mykotoxinen. Da „echte“ Fusarien (*Fusarium graminearum*, *F. culmorum* und *F. avenaceum*) mit Kulturmassnahmen und chemischen Hilfsmitteln nur unzureichend bekämpft werden können, spielt die Wahl der Sorte zur Sicherung des Ertrags und der Qualität eine wichtige Rolle.**

Weizensortenversuch in Ellighausen im Kanton Thurgau. (Foto: P.M. Fried, FAL)



Ährenfusariosen haben in den letzten Jahren auch in der Schweiz vermehrt Probleme verursacht. Dabei fällt neben der Ertragseinbusse vor allem ein Qualitätsverlust ins Gewicht. Von Fusarien produzierte Mykotoxine können das Getreide für Mensch und Tier ungeniessbar machen. Im Rahmen von drei künstlich infizierten Feldversuchen 1998 und 1999 wurde die Anfälligkeit unserer Winterweizensorten auf Ährenfusariosen untersucht. Infektionen mit *F. culmorum* wurden mit solchen

von *F. graminearum* verglichen, der Befall auf den Ähren, das Tausendkorngewicht (TKG) und die Erträge bestimmt. Zudem wurde der Anteil befallener Körner und ihr Deoxynivalenolgehalt (DON) gemessen. Dies sind die ersten Messungen dieser Art. Bisher gab es keine vergleichenden Untersuchungen über die Anreicherung von DON in Schweizer Getreidesorten.

### Sortenresistenz

Die Schweizer Winterweizensorten unterscheiden sich stark in ihrer Anfälligkeit auf Ährenfusariosen. Im nationalen Sortenkatalog werden sie in sieben Kategorien eingeteilt. Es gibt keine absolut resistente Sorte. Die Anfälligkeit jeder Sorte setzt sich aus einer Reihe verschiedener Resistenzmerkmale zusammen. Neben den physiologischen Resistenzmerkmalen, die die Ausbreitung innerhalb der Ähre beeinflussen, wirken folgende strukturelle Merkmale befallsmindernd:

- kurze Blühdauer
- wenig offene Blüten
- niedrige Kornzahl pro Ähre
- lange Halme

### Vergleich von *F. graminearum* mit *F. culmorum*

1998 wählten wir sechs Winterweizensorten verschiedener Anfälligkeit. Die beiden Versuche in Zürich-Reckenholz und Ellighausen (TG) wurden anfangs Blüte (DC 63-65) teils mit *F. culmorum* ( $1,5 \cdot 10^5$  Sporen/ml)

teils mit *F. graminearum* ( $1,5 \cdot 10^4$  Sporen/ml) infiziert, um die Sorten-Pathogen-Interaktionen miteinander zu vergleichen. Das Infektionsmaterial bestand je aus einer Mischung von Isolaten verschiedener Regionen der Schweiz. Mangels Sporen erfolgte die Infektion mit *F. graminearum* mit zehnfach geringerer Sporendichte als diejenige mit *F. culmorum*.

Die Sorten Arina, Danis und Galaxie wurden nur schwach, Runal und Terza mittel und Boval stark befallen (Abb. 1). Bezüglich ihrer Anfälligkeit auf *F. culmorum* und *F. graminearum* verhielten sich diese Sorten scheinbar gleich, was auch für andere Sorten aus der Literatur bekannt ist (Mesterhazy *et al.* 1999). Deshalb und infolge von Problemen bei der Konidienproduktion von *F. graminearum* beschränkten wir uns in den Versuchen des Jahres 1999 auf die Infektion mit *F. culmorum*.

### Sortenvergleich

In Ellighausen untersuchten wir alle 18 Winterweizensorten des nationalen Sortenkatalogs in einem Blockversuch mit drei Wiederholungen. In den Stadien DC 55-69 wurden die Pflanzen zweimal mit einer Mischung von drei *F. culmorum* Isolaten infiziert ( $3,2 \cdot 10^5$  Sporen/ml und 6,6 Liter Suspension/a). Für 15 Sorten war der Infektionszeitpunkt optimal, das heisst Anfang Blüte (DC 61-65). Die Stärke des Befalls wurde mehrmals im Feld bonitiert und der Anteil befallener Körner mit einem Plattentest

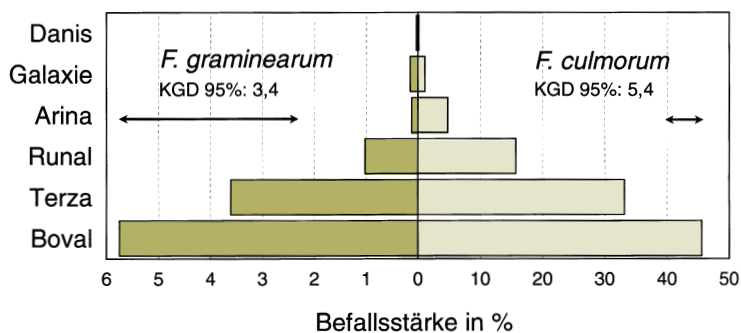


Abb. 1. Vergleich der Befallsstärke verschiedener Sorten sowie Gegenüberstellung der Infektion mit *F. graminearum* ( $1,5 \cdot 10^4$  Sporen/ml) mit derjenigen von *F. culmorum* ( $1,5 \cdot 10^5$  Sporen/ml). Zwei Feldversuche 1998 in Zürich-Reckenholz und Ellighausen/TG.

auf PDA (Potato Dextrose-Agar) ermittelt. Die Erträge und das TKG wurden bestimmt und der DON-Gehalt in den Körnern mittels ELISA gemessen. Dazu verwendeten wir den DIAGNOSTIX EZ-Quant Deoxynivalenol Plate Kit von Beacon, Portland (Sinha und Savard 1996).

### Befall, Ertrag und Deoxynivalenol-Gehalt

Die verschiedenen Sorten unterschieden sich stark in ihrer Anfälligkeit auf *F. culmorum* (Tab. 1 und Abb. 2). Zu berücksichtigen gilt für die gesamte Auswertung, dass die sehr frühen Galaxie und Lona und die späte Tane-

da mit den andern Sorten schlecht verglichen werden können, da für sie die Zeitpunkte der zwei Infektionen nicht optimal waren. Arina, Danis und Titlis waren mit etwa 10 % Befall relativ resistent, Runal Levis und Boval dagegen mit ungefähr 50 % recht anfällig. Unsere Er-

Tab. 1. *F. culmorum*-Befall, Deoxynivalenol (DON)-Gehalt und Erträge der Winterweizensorten des nationalen Sortenkatalogs. Resultate des Feldversuches 1999 in Ellighausen mit 18 Sorten und drei Wiederholungen. Daten geordnet nach Befallsstärke.

Sorten	Befallsstärke (%)	befallene Körner (%) <sup>1</sup>	DON (ppm)	Ertrag (kg/a)	Relativertrag (%) <sup>2</sup>	TKG relativ (%) <sup>3</sup>
Taneda	6,5	80	26,3	43,5	71,0	88,8
Galaxie	8,3	57	10,6	54,7	87,4	99,0
Arina	8,8	83	21,9	52,6	82,6	88,3
Danis	11,1	76	17,1	41,4	71,9	98,1
Titlis	12,0	80	30,0	44,1	72,7	83,3
Arlas	19,3	88	46,2	34,4	65,5	84,1
Eiger	19,7	78	28,3	23,1	62,7	87,8
Lona	21,5	91	21,6	37,9	71,0	89,6
Genial	22,0	92	59,9	42,7	68,4	94,8
Tamaro	26,3	77	49,6	25,7	48,3	71,8
Greif	31,2	93	75,7	29,5	47,0	73,1
Arbola	32,7	94	79,5	28,1	51,9	86,3
Orsino	35,0	95	36,1	27,9	49,9	73,8
Camino	36,7	94	62,5	29,1	46,5	88,8
Terza	42,5	94	40,2	29,3	53,8	76,1
Runal	45,8	92	75,9	24,7	43,2	74,1
Levis	51,7	92	54,0	26,1	41,4	74,9
Boval	55,0	97	39,1	26,6	46,2	75,6
KGD	8,3	–	12,3	8,0	15,3	10,6

<sup>1</sup>n=100

<sup>2</sup>100% Relativertrag entsprechen dem Ertrag jeder Sorte ohne Infektion mit *F. culmorum*.

<sup>3</sup>100% Tausendkorngewicht (TKG) relativ entsprechen dem TKG jeder Sorte ohne künstliche Infektion.

KGD: Kleinste gesicherte Differenz.

Abb. 2. Befallsstärke und relative Ertragsverluste von 18 Winterweizen-Sorten des nationalen Sortenkatalogs nach künstlicher Infektion mit *F. culmorum*. Feldversuch mit drei Wiederholungen 1999 in Ellighausen/TG. 0 % Verlust entspricht dem Ertrag jeder Sorte ohne Infektion.

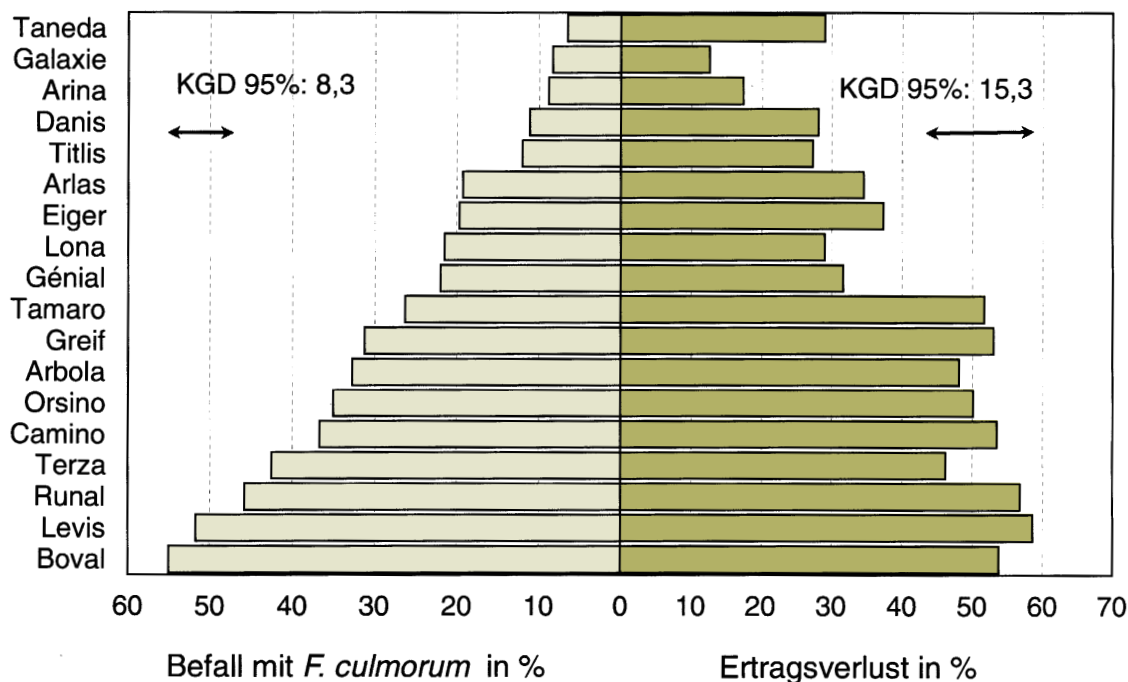
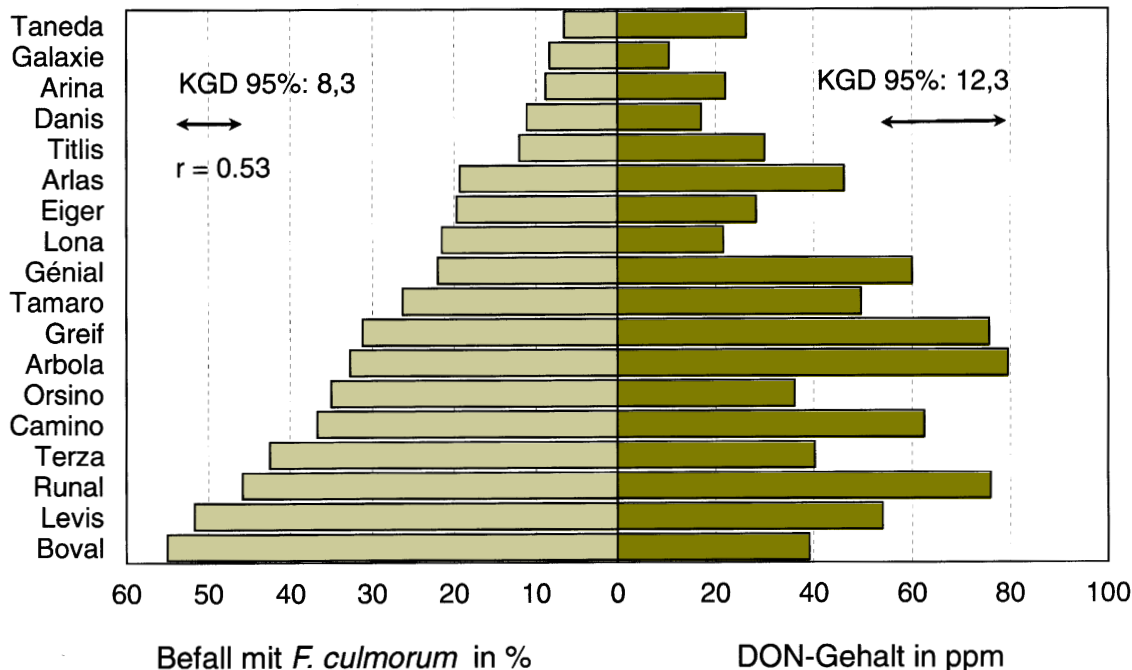


Abb. 3. Befallsstärke und Deoxynivalenolgehalt (DON) der Körner von 18 Winterweizensorten des nationalen Sortenkatalogs nach künstlicher Infektion mit *F. culmorum*. Feldversuch mit drei Wiederholungen 1999 in Ellighausen/TG.



hebungen stimmen gut mit der Anfälligkeit auf Fusarien laut Sortenkatalog überein.

Der Anteil befallener Körner war allgemein sehr hoch und lag für alle Sorten zwischen 76 % und 97 %. Galaxie mit 57 % befallenen Körnern wurde erst Ende Blüte und deshalb schwächer infiziert. Arina und Titlis waren zu etwa 80 % befallen,

Boval und Orsino lagen mit etwa 95 % an der Spitze.

Arina ist die einzige Sorte, die einen relativen Ertrag von über 80 % erreichte. (100 % Ertrag entspricht dem Ertrag jeder Sorte ohne Infektion.) Auch absolut hatte Arina mit 53 kg/a den höchsten Ertrag. Titlis lag mit 44 kg/a an zweiter Stelle. Das TKG wurde durch die Infektion mit *F.*

*culmorum* bei allen Sorten, ausser Danis und Galaxie signifikant gesenkt (Tab. 1).

Auch in ihrem DON-Gehalt unterschieden sich die Sorten stark. Die Mittelwerte der drei Wiederholungen lagen zwischen 10 und 80 ppm. Galaxie, Danis, Arina und Lona enthielten am wenigsten, Greif, Arbola und Runal am meisten DON.

Stark befallene Sorten haben tendenziell höhere DON-Werte als solche mit wenig Befall. Die Korrelation über alle Sorten gerechnet ist jedoch nicht sehr gut ( $r=0,53$ ). Es zeigt sich eindrücklich, dass früh abreifende Sorten wie Galaxie, Danis, Lona und Boval einen relativ niedrigen DON-Gehalt aufweisen. Eher spät abreifende Sorten wie Tane-da und Arbola haben bezogen auf ihren Befall hohe DON-Werte (Abb. 3). Teilt man die 18 Sorten in vier Reifegruppen ein und berechnet die Rangkorrelationen nach Spearman für die Beziehung zwischen «Prozent Befall auf der Ähre» und «DON-Gehalt», erhält man folgende Werte:

Reifegruppen	$r_s$
sehr früh	0,92
früh	0,26
mittelfrüh	0,57
mittelspät	0,83
alle zusammen	0,64

Innerhalb der sehr frühen und der späten Reifegruppe sind Befall und DON-Gehalt wesentlich besser korreliert als über alle Sorten zusammen. Verglichen mit natürlichen Bedingungen ohne künstliche Infektion liegen die DON-Werte alle sehr hoch. In der Praxis sind Werte über 10 ppm eher selten.

### Folgerung

Bei Fusariumproblemen spielt neben Fruchtfolge und Bodenbearbeitungsmassnahmen die Sortenwahl eine entscheidende Rolle. Durch den Anbau wenig anfälliger Sorten können sowohl grosse Ertragsausfälle als auch einschneidende Qualitätseinbussen durch die Kontamination mit Mykotoxinen vermieden werden. In früh abreifenden Sorten wird weniger DON gebildet als in späten. In Risikosituationen, das heisst nach Mais und bei nicht wendender Bodenbearbeitung sollten unbedingt die resistentesten Sorten verwendet werden: zum Beispiel Arina, Danis oder Titlis. Arina hat sehr

gut abgeschnitten. Nicht nur in der Schweiz, sondern auch international hat sich diese Sorte in vielen Beziehungen bewährt (Snijders 1990).

### Literatur

- Weilenmann F., Anders M., Winzeler M., Schachermayr G., Menzi H., Streckeisen P., Saurer W. und Reust W., 1999. Nationaler Sortenkatalog 1999, *Agrarforschung* 6 (6), I-XII
- Mesterhazy A., Bartok T., Mirocha C. G. and Komoroczy R. 1999. Nature of wheat resistance to Fusarium head blight and the role of deoxynivalenol for breeding. *Plant Breeding* 118 (2), 97-110.
- Sinha R.C. and Savard M.E., 1996. Comparison of immunoassay and gas chromatography methods for the detection of the mycotoxin deoxynivalenol in grain samples. *Canadian Journal of Plant Pathology* 18, 233-236
- Snijders C.H.A., 1990. Genetic variation for resistance to Fusarium head blight in bread wheat. *Euphytica* 50, 2, 171-179

## RÉSUMÉ

### Contamination par des mycotoxines et résistance aux fusarioses des variétés de blé de la liste nationale suisse

La sensibilité des variétés de blé suisses à *Fusarium culmorum* et *F. graminearum* a été examinée dans trois essais en plein champ. De grandes différences variétales ont été constatées au niveau de la sévérité des attaques sur l'épi, du rendement et de la contamination avec la mycotoxine déoxynivalénol (DON). Au même titre que la rotation des cultures et le labour du sol, le choix de la variété de blé joue un rôle essentiel pour prévenir les problèmes de fusariose. En cultivant des variétés peu sensibles, des pertes de rendement et des contaminations par des mycotoxines peuvent être évitées. Dans les grains des variétés précoces, nous avons constaté moins de DON que dans ceux des variétés tardives. Dans les situations à risque, c'est-à-dire après maïs et labour minimal du sol, nous recommandons de choisir des variétés résistantes comme Arina, Danis ou Titlis.

## SUMMARY

### Susceptibility of Swiss wheat cultivars to fusaria

In field trials with artificial infections, the susceptibility of 15 Swiss and 3 foreign wheat varieties to *Fusarium culmorum* and *F. graminearum* was examined. The resistance pattern for the two fusaria was equal and no species specific reactions were registered. The cultivars showed big differences in disease severity, yield losses and contamination with the mycotoxin deoxynivalenol (DON). Together with the crop rotation and the soil tillage management the choice of the cultivar is an important mean to prevent problems with fusaria. With low susceptible cultivars the risk of high yield losses and unacceptable high contamination with mycotoxins can be diminished. Early cultivars produced less DON than late ones. In fusaria risk situations, as wheat after corn and with no tillage soil management systems, the use of most resistant varieties like Arina, Danis or Titlis is recommended.

**Key words:** *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, wheat variety, deoxynivalenol, mycotoxin