

## On farm Haferflugbrand Resistenzzüchtung auf dem Dottenfelderhof von 2005 bis 2012

Schmehe, B.<sup>1</sup>, Becher, T.<sup>2</sup> und Spieß, H.1

*Keywords: Hafer, Resistenzzüchtung, Haferflugbrand, Ustilago avenae*

### Abstract

*In 2005 an organic oat (Avena sativa L.) breeding programme was initiated by the on farm breeding and research institute at Dottenfelderhof, Hessen, Germany, with the purpose of releasing oat varieties suitable for organic agriculture. From the very beginning it was one goal to develop varieties resistant to loose smut of oat (Ustilago avenae), which can be a severe problem for the certification of seeds. Therefore registered varieties as well as gene bank accessions were used for crosses and evaluated for resistance to loose smut over the years. In this paper the selection process is being described and the resistant level of the present filial generations in 2012 is shown. Additionally the results of the evaluation of registered varieties from 2010-12 are presented.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die in 2005 begonnene ökologische Haferzüchtung der Forschung & Züchtung Dottenfelderhof ist ein Fallbeispiel für eine vorwiegend durch Stiftungsgelder finanzierte ökologische on farm Züchtungsinitiative. Sie baut auf den Vorarbeiten von Herrmann (2003) auf. Neben der Züchtung von Sorten mit guter Eignung für den ökologischen Landbau, lag von Beginn an ein Schwerpunkt auf der Implementierung einer ausreichend hohen Resistenz gegenüber Haferflugbrand in die zu entwickelnden Sorten. Die saatgutübertragbare Pilzkrankheit Haferflugbrand (*Ustilago avenae*), kann unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus, bei dem auf chemisch-synthetische Saatgutbeizung verzichtet wird, zu hohen Ertragsausfällen führen (Menzies *et al.* 2009). Bei der Grünverfütterung besteht zudem eine Gefährdung der Tiergesundheit durch die giftigen Pilzsporen. Aus Sicht der Saatgutvermehrung besteht das größte Problem in den Grenzwerten für das Auftreten befallener Haferrispen bei der Saatgut-erkennung. Bei Z-Saatgut dürfen maximal 5 Flugbrandrispen auf 150 m<sup>2</sup> auftreten (SaatV 2006), was bei einer angenommenen Triebdichte von 700 rispenträgenden Halmen/m<sup>2</sup> einem Befall von etwa 0,005 % entsprechen würde. Soll jedoch die Saatgutvermehrung dauerhaft unter ökologischen Bedingungen stattfinden, darf auch bei mehrjähriger Saatgutvermehrung kein Flugbrand auftreten. Darüber hinaus ist es aus Sicht des ökologischen Landbaus auch anzustreben, dass der gesamte Züchtungsprozess von der Kreuzung bis zur Anmeldung unter ökologischen Bedingungen stattfindet. Neben der Flugbrandresistenz sind noch zahlreiche weitere Eigenschaften zu berücksichtigen. Dazu gehören z.B. eine zügige Jugendentwicklung, planophile (bodenbedeckende) Blattstellung, gute Bodenbedeckung mit hoher Unkrautunterdrückung.

<sup>1</sup> Forschung & Züchtung in der Landbauschule Dottenfelderhof e.V., 61118, Bad Vilbel, Deutschland, h.spiess@dottenfelderhof.de, ben.schmehe@dottenfelderhof.de, <http://www.dottenfelderhof.de/forschung-zuechtung.html>.

<sup>2</sup> Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich 09 - Agrarwissenschaften, Ökotropologie und Umweltmanagement, Karl-Glückner-Str. 21 C, 35394, Gießen, thorben.becher@agr.uni-giessen.de, <http://www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb09/institute/pflbz2/olb>

ckung, hohe Standfestigkeit, langes Stroh (als Einstreu und Futter), eine hohe Blattgesundheit, hohes Tausendkorngewicht, hohes Hektolitergewicht, geringer Anteil von Körnern < 2 mm, gute Entspelbarkeit, geringer Spelzanteil, hoher Anteil essentieller Aminosäuren, hochwertige Fette, lösliche Ballaststoffe ( $\beta$ -Glucane) und die fast nur in Hafer vorkommenden Avenanthramide (Germeier *et al.* 2011).

## Methoden

Seit Beginn des Zuchtprogramms werden jährliche manuelle Haferkreuzungen angelegt. Anbau und Selektionen erfolgen 'on farm' auf dem Dottenfelderhof. Als Kreuzungspartner werden sowohl leistungsfähige zugelassene Sorten als auch ältere Genbankkzessionen mit guter Flugbrandresistenz verwendet. Ab Filialgeneration 2 (F2) erfolgt die Selektion nach der Stammbaummethode (siehe Tabelle 1). Für die Selektion wird einzelrispenweise in 1,5 m<sup>2</sup> Kleinparzellen mit 6 Drillreihen ausgesät. Von F3 bis F5 wird unter Flugbrand-Befallsdruck selektiert. Inokuliert wird nach dem Unterdruck Inokulationsverfahren in Anlehnung an Nielsen (1976). Auch ab F6 werden die Zuchtstämme weiterhin auf Flugbrandbefall geprüft, die eigentliche Selektion findet aber in einem flugbrandfreien Bereich des Zuchtgartens statt. In den Parzellen werden die befallenen Rispen pro Reihe während der Abreife (ab BBCH 75) ausgezählt. Bei Auftreten von Befall werden zusätzlich die rispenträgenden Halme in einer repräsentativen Reihe gezählt, um den prozentualen Befall zu ermitteln. Ab F6 erfolgt eine flugbrandfreie Erhaltungszucht bzw. Vermehrung mit Leistungsprüfungen ab F7 an verschiedenen Standorten.

**Tabelle 1: Arbeitsschritte von Filialgeneration 1 bis 7**

F1 und F2	F3-F5	F6+
Vermehrung und leichte Selektion	Flugbrandinokulation und Selektion unter Befallsdruck	Flugbrandfreie Saatgutvermehrung und Leistungsprüfungen ab F7

## Ergebnisse

In Tabelle 2 sind jeweils für die Filialgenerationen F3, F4 und F6 einige zusammengefasste Ergebnisse der Flugbrandprüfung dargestellt. Geprüft wurden die Einzelrispen nachkommenschaften, das heißt die geernteten Rispen des Vorjahres wurden separat künstlich inokuliert und in einzelnen Drillreihen ausgesät.

**Tabelle 2: Ergebnis der Flugbrandprüfung von Einzelrispen nachkommenschaften der Filialgenerationen F3, F4 und F6 – Dottenfelderhof 2012**

Filialgeneration	Geprüfte Einzelrispen nachkommenschaften 2012 [Anzahl]	davon befallsfrei [Anzahl]	Anteil befallsfrei [%]	Befallsmittel [Anzahl]	Maximalbefall [Anzahl]
F3	796	201	25	6,48	68
F4	179	141	79	1,03	11
F6	328	267	81	0,61	12

Gezählt werden die befallenen Rispen pro Reihe. Von allen Generationen haben die F3 Nachkommenschaften den niedrigsten Anteil befallsfreier Reihen (25 %) und jeweils das höchste Befallsmittel (6,48) und den höchsten Maximalbefall (68 Flugbrandrispen in einer Drillreihe). In den darauffolgenden Generationen steigt jeweils der Anteil befallsfreier Reihen und es sinkt das Befallsmittel. Der Maximalbefall in einer Reihe ist bei der F4- und F6-Generation mit 11 und 12 befallenen Rispen in einer Drillreihe nahezu gleich.

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der mehrjährigen Flugbrandprüfung der zugelassenen Sorten auf dem Standort Dottenfelderhof. Während des Prüfungszeitraumes wurde aufgrund neuer Erkenntnisse (Schmehe und Spieß 2011) die Sporenkonzentration von 1 g Sporen pro Liter Wasser auf 5 g/l erhöht. Das mittlere Befallsniveau war 2010 mit 3,9 % am niedrigsten und 2011 mit 73 % am höchsten. Die Referenzsorten Aragon und Cavallo hatten im Mittel eines jeweiligen Jahres stets deutlich höheren Befall als das Jahresgesamtmittel. Vereinzelte Sorten hatten in manchen Jahren höheren Befall als die Referenzsorten, sehr deutlich wird dies z.B. bei Galaxy. Eine Korrelationsanalyse für alle Sorten, die jeweils in zwei verschiedenen Jahren auf dem Standort Dottenfelderhof geprüft wurden, ergibt in jedem Fall eine positive, lineare Korrelation. Der Korrelationskoeffizient (r) für die jeweiligen Jahrespaare liegt für 2010-11 bei 0,49 (n=28), für 2011-12 bei 0,77 (n=34) und für 2010-12 bei 0,69 (n=26) (signifikant für  $\alpha=0,05$ ).

**Tabelle 3: Prozentualer Flugbrandbefall zertifizierter Sorten, nach künstlicher Unterdruckinokulation bei -800 hPa in Sporensuspension (2010 1 g Sporen/l Wasser; 2011 und 2012 5 g Sporen/l Wasser) Standort Dottenfelderhof**

zugelassene-Sorte	2010	2011	2012	zugelassene-Sorte	2010	2011	2012
	1 g/l <sup>2</sup>	5 g/l <sup>2</sup>	5 g/l <sup>2</sup>		1 g/l <sup>2</sup>	5 g/l <sup>2</sup>	5 g/l <sup>2</sup>
	Ua <sup>1</sup> [%] befallene Rispen				Ua <sup>1</sup> [%] befallene Rispen		
Aragon-Referenz	5,7	67	19	Flämingsgold	0,24	52	7,3
Cavallo-Referenz	2,0	79	18	Flämingsprofi	2,2	73	11
Mittel Referenz	3,9	73	19	Flocke	4,1	74	13
Mittel gesamt	2,6	45	9,1	Freddy	6,2		
Alfred	2,3			Gabriel		46	9,5
Alonso		0,4	0	Galaxy	5,7	77	28
Auron	2,2	74		Husky	0,73	26	4,4
Auteuil	0,2	3,1	0,10	Ivory	1,9	52	7,7
Azur	0	0,21	0	Kurt			1,9
Baron			0	KWS Contender	2,1	22	9,8
Buggy	4,5	50	5,6	Max	2,9	57	14
Canyon	4,9	48	21	Monarch-D	1,3	25	4,0
Curly		3,4	0,18	Moritz	0,32	28	2,4
Dalimil	1,5	49		Neklan	0		
Dominik	0,73	42	9,9	Obelisk		57	11
Efesos	9,3	52	17	Oberon			0
Effektiv	2,0	51	15	Paddock	3,8		
Elipso		39	12	Pergamon	0,89		
Eneko		62	28	President	4,9	74	15
Erwin		27	5,6	Scorpion	3,5	58	6,7
Escudino	2,1	51	9,4	Simon			0,44
Espresso	1,5	42	9,5	Typhon	2,2	50	6,3
Eugen	1,4	69	13	Zorro		9,8	0,42
Expander	2,5	43	8,3				

<sup>1</sup> Ua: *Ustilago avenae*; <sup>2</sup> g / l: Gramm Flugbrandsporen / Liter Wasser

## Diskussion

Der Vergleich des Befallsniveaus der verschiedenen Filialgenerationen in Tabelle 2 zeigt, dass die Selektion unter hohem Befallsdruck eine wirksame Methode ist, um resistente Nachkommenschaften zu identifizieren. Andererseits werden durch die strenge Flugbrandselektion notwendigerweise auch Zuchtstämme ausselektiert, die ansonsten eine sehr gute Eignung für den ökologischen Landbau aufweisen. Diesem Problem wird dadurch begegnet, dass solche Zuchtstämme in einer Kleinparzelle zum

Einkreuzen erhalten werden. Ein gewisser Nachteil der künstlichen Inokulation besteht darin, dass morphologische Resistenzmechanismen nicht voll ausgenutzt werden. Das bedeutet, eine Sorte, die nach künstlicher Inokulation ein relativ hohes Befallsniveau aufweist, kann dennoch unter natürlichen Befallsbedingungen dauerhaft befallsfrei bleiben. Die mehrjährige Prüfung der zugelassenen Sorten unterstreicht die Notwendigkeit einer ökologischen Resistenzzucht. Nur wenige Sorten haben ein ausreichend hohes Resistenzniveau. Dazu gehören nach dem derzeitigen Stand des Wissens Alonso, Auteuil, Azur, Curly und mit Einschränkung Zorro. Die vielversprechenden Ergebnisse der neuen Sorten Oberon und Kurt (0 % und 1,9 %) müssen sich aufgrund des vergleichsweise niedrigen Gesamtbefallsniveaus und wegen der niedrigen Korrelation der Befallswerte zwischen den Jahren noch in weiteren Prüfjahren bestätigen. Zudem ist mit einer hohen Flugbrandresistenz nicht automatisch eine gute Eignung für den ökologischen Landbau gegeben. Von den aufgezählten Sorten war 2011 beispielsweise lediglich Auteuil bei organicXseeds erhältlich. Bei der Sorte Kurt handelt es sich um eine Kurzstrohsorte, die nicht für den ökologischen Landbau empfohlen werden kann.

### Schlussfolgerungen

Die vorgestellte angewandte Methodik ermöglicht eine zuverlässige Selektion flugbrandresistenter Zuchtstämme, weshalb in naher Zukunft mit Sortenanmeldungen von Hafersorten mit Eignung für den ökologischen Landbau zu rechnen ist. Aufgrund der Marktfluktuation ist eine laufende, möglichst mehrjährige Überprüfung aller neu zugelassenen Sorten wünschenswert, damit resistente oder aus anderen Gründen für den ökologischen Landbau geeignete Sorten durch Einkreuzung in Zuchtprogramme integriert werden können. In der Regel werden Sorten, die vor Kurzem aus der Sortenliste gestrichen wurden, von den Züchtern nicht mehr zur Verfügung gestellt und sind auch nicht über Genbanken erhältlich.

### Danksagung

Für die Unterstützung der Forschungsarbeiten danken die Autoren der MAHLE-Stiftung, Stuttgart und dem Saatgutforschungsfonds der GLS Treuhand e.V., Bochum.

### Literatur

- Germeier C, Maggioni L, Katsiotis A, Lipman E. (2011): Report of a Working Group on Avena. Sixth Meeting, jointly held with the Final Meeting of project AGRI GEN RES 061 on "Avena Genetic Resources for Quality in Human Consumption" (AVEQ), 19-22 October 2010, Bucharest, Romania. Bioversity International, Rome, Italy.
- Herrmann M. (2003): Untersuchung europäischer Hafersorten auf Resistenz gegenüber Haferflugbrand (*Ustilago avenae*). Bonn, Geschäftsstelle Bundesprogramm ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Abschlussbericht zum Projekt 02OE030.
- Menzies J.G., Turkington T.G., Knox R.E. (2009): Testing for resistance to smut diseases of barley, oats and wheat in western Canada. *Can. J. Plant Pathol.* 31: 265-279.
- Nielsen J. (1976): A method for artificial inoculation of oats and barley for seed treatment trials on seedling-infecting smuts. *Can. Plant Dis. Surv.* 56: 114-116.
- SaatV (2006): Verordnung über den Verkehr mit Saatgut landwirtschaftlicher Arten und von Gemüsearten (Saatgutverordnung - SaatgutV). Anlage 2 (zu § 6 Satz 1) Anforderungen an den Feldbestand.
- Schmehe B. und Spieß H. (2011): Ergebnisse der Prüfung aktuell zugelassener deutscher und österreichischer Hafersorten auf Flugbrandresistenz sowie Evaluierung von Inokulationsverfahren. 11. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau, Gießen, B. 1, S. 344-347.